

Pengaruh Latihan Incremental Vertical Hop dan Incline Bound terhadap Power Otot Tungkai Atlet Bola Voli

Andre Iqbal Ardana¹, Noor Akhmad², Nurdin³

¹²³Program Studi Pendidikan Olahraga dan Kesehatan, FIKKM, Universitas Pendidikan Mandalika, Mataram, Indonesia, andreiqbalardana@gmail.com, noorakhmad@undikma.ac.id, nurdin@undikma.ac.id

Correspondent Author: nurdin@undikma.ac.id

Received: 22 Agustus 2023; Accepted 07 September 2023; Published 30 September 2023

Ed:2023: 276-287

Abstrak

Penelitian ini bertujuan menjawab hipotesis bahwa latihan incremental vertical hop dan incline bound berpengaruh terhadap peningkatan power otot tungkai atlet bola voli putra SMAN 1 Narmada. Latar belakang penelitian berangkat dari kebutuhan permainan bola voli terhadap kemampuan lompat vertikal, terutama pada teknik smash dan block, serta temuan awal bahwa sebagian atlet masih menunjukkan kualitas lompatan yang kurang optimal dan pola latihan yang monoton. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain eksperimen semu two groups pre-test-post-test design. Sampel berjumlah 16 atlet dan dibagi menjadi dua kelompok perlakuan, yaitu kelompok incremental vertical hop dan kelompok incline bound, masing-masing 8 atlet. Instrumen pengumpulan data menggunakan tes vertical jump untuk mengukur power otot tungkai sebelum dan sesudah perlakuan. Analisis data dilakukan menggunakan uji-t sampel berpasangan pada taraf signifikansi 5%. Hasil menunjukkan kelompok incremental vertical hop mengalami peningkatan rerata vertical jump dari 56,13 cm menjadi 59,88 cm, dengan t-hitung 4,849 lebih besar daripada t-tabel 1,895. Kelompok incline bound juga mengalami peningkatan rerata dari 49,50 cm menjadi 53,25 cm, dengan t-hitung 5,789 lebih besar daripada t-tabel 1,895. Temuan ini menegaskan bahwa kedua bentuk latihan pliometrik efektif meningkatkan power otot tungkai, sedangkan incline bound menunjukkan signifikansi statistik yang lebih kuat. Implikasi penelitian menunjukkan bahwa pelatih bola voli sekolah dapat menggunakan kedua latihan tersebut sebagai variasi latihan eksplosif tungkai yang spesifik, progresif, dan relevan dengan kebutuhan lompatan dalam permainan bola voli.

Kata Kunci: incremental vertical hop; incline bound; power otot tungkai; pliometrik; bola voli.

PENDAHULUAN

Bola voli merupakan cabang olahraga permainan beregu yang menuntut kemampuan teknik, taktik, dan kondisi fisik secara terpadu. Dalam konteks permainan modern, keberhasilan atlet tidak hanya ditentukan oleh penguasaan passing, service, block, dan smash, tetapi juga oleh kapasitas biomotor yang memungkinkan teknik tersebut dilakukan secara cepat, kuat, dan berulang. Salah satu komponen fisik paling menentukan adalah power otot tungkai, karena hampir seluruh aksi penentu poin dalam bola voli berkaitan dengan kemampuan melakukan tolakan vertikal. Smash membutuhkan tolakan kuat agar titik pukul berada di atas net dan menghasilkan sudut serangan yang tajam, sedangkan block membutuhkan lompatan cepat untuk menutup ruang serangan lawan. Literatur mutakhir menunjukkan bahwa permainan bola voli memiliki karakter eksplosif, cepat, dan intermiten, sehingga latihan yang mengembangkan kemampuan neuromuskular tungkai sangat relevan untuk mendukung performa atlet (Silva et al., 2019; Ramirez-Campillo et al., 2021).

Konteks penelitian ini berangkat dari aktivitas ekstrakurikuler bola voli putra SMAN 1 Narmada yang cukup aktif dalam pengembangan bola voli sekolah. Namun, hasil observasi awal sebagaimana dijelaskan dalam naskah penelitian menunjukkan masih banyak atlet yang kurang baik dalam melakukan lompatan vertikal. Kondisi tersebut menjadi persoalan penting karena lompatan yang rendah atau lambat dapat membatasi efektivitas smash dan block. Selain itu, latihan yang dilakukan atlet dinilai masih monoton. Monotoni latihan dapat menurunkan stimulus adaptasi karena

tubuh terbiasa dengan pola gerak yang sama, sementara prinsip latihan modern menekankan perlunya beban bertahap, spesifisitas, variasi, dan pemulihan yang memadai. Dalam konteks siswa atau atlet usia sekolah, variasi latihan juga diperlukan agar proses latihan tetap menarik, aman, dan mengarah pada peningkatan kemampuan gerak yang dibutuhkan cabang olahraga.

Masalah utama penelitian ini adalah bagaimana memilih bentuk latihan yang tepat untuk meningkatkan power otot tungkai atlet bola voli putra. Power otot tungkai dipahami sebagai kemampuan menghasilkan kekuatan maksimal dalam waktu sesingkat mungkin. Dalam bola voli, kemampuan ini muncul pada gerakan take-off saat smash, block, jump serve, maupun transisi bertahan ke menyerang. Oleh karena itu, latihan yang hanya menekankan kekuatan tanpa kecepatan belum tentu cukup untuk meningkatkan lompatan. Sebaliknya, latihan yang menggabungkan unsur kekuatan, kecepatan kontraksi, koordinasi, dan siklus regang-pendek otot lebih sesuai untuk meningkatkan kemampuan eksplosif. Penelitian dan meta-analisis 2018-2023 secara konsisten mendukung bahwa plyometric jump training dapat meningkatkan tinggi lompatan, kekuatan eksplosif, sprint pendek, reactive strength, dan performa spesifik olahraga pada atlet muda maupun atlet bola voli (Chaabene et al., 2020; Moran et al., 2020; Sortwell et al., 2023).

Solusi yang banyak direkomendasikan dalam literatur adalah latihan pliometrik. Latihan pliometrik menggunakan prinsip stretch-shortening cycle, yaitu fase eksentrik cepat yang segera diikuti kontraksi konsentrik eksplosif. Mekanisme ini memanfaatkan energi elastik otot-tendon dan meningkatkan aktivasi neuromuskular sehingga atlet mampu menghasilkan tolakan lebih besar dalam waktu singkat. Dalam bola voli, latihan seperti hopping, bounding, hurdle jump, drop jump, dan variasi vertical jump dipandang memiliki kesesuaian tinggi dengan kebutuhan gerak pertandingan. Meta-analisis pada pemain bola voli menunjukkan bahwa program plyometric jump training efektif meningkatkan performa lompat, termasuk squat jump, countermovement jump, dan spike jump, dengan dosis latihan yang relatif dapat disesuaikan untuk atlet amatir maupun profesional (Ramirez-Campillo et al., 2021). Studi lain juga melaporkan bahwa latihan pliometrik selama 4-8 minggu dapat meningkatkan performa vertical jump atlet bola voli, khususnya jika dilakukan dengan intensitas, volume, dan teknik pendaratan yang terkontrol (Mroczek et al., 2018; Guimaraes et al., 2023).

Dua bentuk latihan yang menjadi fokus penelitian ini adalah incremental vertical hop dan incline bound. Incremental vertical hop menekankan lompatan berulang melewati rintangan atau tali dengan orientasi vertikal dan progresif. Latihan ini menuntut atlet melakukan tolakan cepat, mengangkat lutut, menjaga koordinasi lengan, serta mempertahankan ritme lompatan. Sementara itu, incline bound dilakukan pada bidang menanjak atau tangga sehingga memberikan tahanan mekanis tambahan melalui kemiringan permukaan. Latihan ini menggabungkan dorongan horizontal-vertikal, kekuatan tungkai, dan kemampuan mempertahankan power secara berulang. Keduanya memiliki rasionalitas biomekanik yang berbeda: incremental vertical hop lebih dekat pada kemampuan reaktif vertikal, sedangkan incline bound menambahkan komponen resistif yang dapat memperkuat ekstensi pinggul, lutut, dan pergelangan kaki. Perbedaan karakter stimulus ini penting karena adaptasi latihan tidak hanya dipengaruhi oleh jenis latihan, tetapi juga oleh arah gaya, durasi kontak kaki, volume, dan intensitas gerakan (Ramirez-Campillo et al., 2018; Granacher et al., 2023).

Meskipun literatur telah banyak menunjukkan manfaat latihan pliometrik, masih terdapat celah penelitian yang relevan. Pertama, banyak penelitian membahas plyometric training secara umum, tetapi belum banyak yang membandingkan secara langsung bentuk incremental vertical hop dan incline bound pada konteks atlet bola voli sekolah. Kedua, sebagian besar penelitian internasional dilakukan pada atlet profesional, universitas, atau kelompok usia tertentu, sehingga penerapannya

pada ekstrakurikuler sekolah di Indonesia masih memerlukan bukti kontekstual. Ketiga, penelitian berbasis sekolah penting karena kondisi sarana, pengalaman latihan, dan karakteristik atlet berbeda dengan klub profesional. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki ruang kontribusi praktis untuk memberikan alternatif latihan yang sederhana, dapat dilakukan di lapangan sekolah, dan sesuai dengan kebutuhan peningkatan power otot tungkai.

Berdasarkan konteks, masalah, solusi literatur, dan celah tersebut, tujuan penelitian ini adalah menganalisis pengaruh latihan incremental vertical hop dan incline bound terhadap peningkatan power otot tungkai atlet bola voli putra SMAN 1 Narmada. Kebaruan penelitian ini terletak pada penekanan perbandingan dua bentuk latihan pliometrik spesifik serta interpretasi perkembangan atlet sekolah. Ruang lingkup penelitian dibatasi pada power otot tungkai yang diukur melalui tes vertical jump, dengan desain dua kelompok pre-test dan post-test. Penelitian ini tidak membahas pengaruh latihan terhadap kemampuan teknik smash secara langsung, tetapi menempatkan power tungkai sebagai faktor fisik dasar yang mendukung performa teknik bola voli.

METODE

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain eksperimen semu. Desain yang digunakan adalah two groups pre-test-post-test design, yaitu rancangan yang membandingkan hasil tes awal dan tes akhir pada dua kelompok perlakuan. Rancangan ini sesuai digunakan karena penelitian bertujuan mengetahui perubahan power otot tungkai setelah atlet diberi perlakuan latihan pliometrik. Dua kelompok perlakuan yang dibandingkan adalah kelompok latihan incremental vertical hop dan kelompok latihan incline bound. Setiap kelompok terlebih dahulu mengikuti tes awal vertical jump, kemudian mengikuti program latihan sesuai kelompoknya, dan setelah perlakuan dilakukan tes akhir menggunakan instrumen yang sama. Dengan rancangan tersebut, perubahan skor dapat dianalisis melalui selisih pre-test dan post-test pada setiap atlet.

Subjek dan Prosedur Penelitian

Populasi penelitian adalah seluruh atlet bola voli putra SMAN 1 Narmada yang berjumlah 16 orang. Karena jumlah populasi relatif kecil dan seluruh atlet dilibatkan, penelitian ini menggunakan studi populasi atau total sampling. Sampel kemudian dibagi ke dalam dua kelompok perlakuan yang masing-masing terdiri atas 8 atlet. Kelompok pertama mendapatkan latihan incremental vertical hop, sedangkan kelompok kedua mendapatkan latihan incline bound. Pembagian kelompok mengacu pada kebutuhan desain penelitian dua kelompok perlakuan. Subjek penelitian merupakan atlet putra yang aktif mengikuti kegiatan bola voli sekolah, sehingga secara praktis telah memiliki pengalaman dasar dalam gerakan lompat, latihan fisik, dan teknik permainan bola voli.

Prosedur penelitian dimulai dari peneliti menyiapkan sarana dan prasarana yang dibutuhkan, termasuk papan skala vertical jump, serbuk kapur, penghapus papan, area latihan, dan perlengkapan pendukung. Tahap awal penelitian dilakukan dengan memberikan pengarahan kepada atlet mengenai tujuan, tata cara tes, prosedur latihan, serta prinsip keselamatan selama melakukan lompatan. Setelah itu, seluruh atlet melaksanakan pre-test vertical jump untuk memperoleh data awal power otot tungkai.

Perlakuan latihan diberikan sesuai kelompok. Latihan incremental vertical hop dilakukan dengan atlet berdiri di samping tali atau rintangan dengan ketinggian yang telah ditentukan. Atlet melakukan lompatan ke depan dan ke belakang melewati tali dengan kedua kaki, menjaga koordinasi lengan, serta berusaha melakukan lompatan setinggi dan secepat mungkin. Latihan ini menekankan

respons cepat tungkai, pengangkatan lutut, dan kemampuan mempertahankan ritme lompatan. Latihan incline bound dilakukan pada bidang menanjak, tangga, atau lintasan dengan kemiringan tertentu. Atlet melakukan tolakan bertahap ke arah atas menggunakan kedua tungkai, disertai ayunan lengan untuk membantu dorongan tubuh. Latihan ini menekankan kekuatan tolakan, koordinasi ekstensi tungkai, dan pengembangan power melalui tahanan kemiringan. Setelah periode perlakuan selesai, atlet kembali menjalani post-test vertical jump dengan prosedur yang sama seperti tes awal.

Instrumen

Instrumen utama penelitian adalah tes vertical jump. Tes ini digunakan untuk mengukur power otot tungkai karena hasil lompatan vertikal merepresentasikan kemampuan atlet menghasilkan gaya eksplosif ke arah atas. Perlengkapan yang digunakan meliputi papan berskala yang dipasang pada dinding, serbuk kapur atau magnesium sulfat untuk memberi tanda raihan, dan penghapus papan. Prosedur tes dilakukan dengan atlet berdiri menyamping di depan papan skala. Atlet mengangkat tangan setinggi mungkin dan menempelkan ujung jari pada papan untuk menandai tinggi raihan awal. Setelah itu atlet menekuk lutut, melakukan tolakan maksimal ke atas, dan menepukkan tangan pada papan pada puncak lompatan. Selisih antara tanda raihan berdiri dan tanda raihan saat melompat menjadi skor vertical jump dalam satuan sentimeter. Semakin tinggi skor, semakin baik power otot tungkai atlet.

Analisis Data

Data dianalisis secara kuantitatif. Langkah pertama adalah menyusun tabel kerja yang berisi skor pre-test, post-test, selisih skor, dan kuadrat selisih skor. Selanjutnya dihitung nilai rata-rata, nilai minimum, maksimum, standar deviasi, gain score, dan persentase peningkatan. Pengujian hipotesis dilakukan menggunakan uji-t sampel berpasangan pada taraf signifikansi 5% untuk mengetahui apakah perbedaan antara pre-test dan post-test pada masing-masing kelompok bermakna secara statistik. Nilai t-hitung dibandingkan dengan t-tabel pada derajat kebebasan $N-1$. Jika t-hitung lebih besar daripada t-tabel, maka hipotesis nihil ditolak dan hipotesis alternatif diterima. Selain uji-t, penelitian ini juga menambahkan interpretasi effect size menggunakan Cohen's d_z untuk memperkuat makna praktis perubahan skor. Interpretasi hasil tidak hanya menekankan signifikansi statistik, tetapi juga melihat besar perubahan rerata dan relevansinya terhadap kebutuhan lompatan dalam permainan bola voli.

HASIL

Bagian hasil menyajikan data power otot tungkai berdasarkan tes vertical jump pada dua kelompok perlakuan. Data ditampilkan secara deskriptif dan inferensial agar hasil penelitian dapat dibaca secara objektif. Kelompok incremental vertical hop dan incline bound sama-sama terdiri atas 8 atlet. Pengolahan data mempertahankan angka dasar dari naskah penelitian, kemudian dilengkapi dengan rerata, standar deviasi, gain score, dan interpretasi hasil uji-t.

Tabel 1. Data vertical jump kelompok incremental vertical hop

Pre-test (cm)	Post-test (cm)	Gain (cm)
44	50	6
54	60	6
59	62	3
65	68	3
61	67	6
59	59	0
54	56	2
53	57	4

Tabel 2. Data vertical jump kelompok incline bound

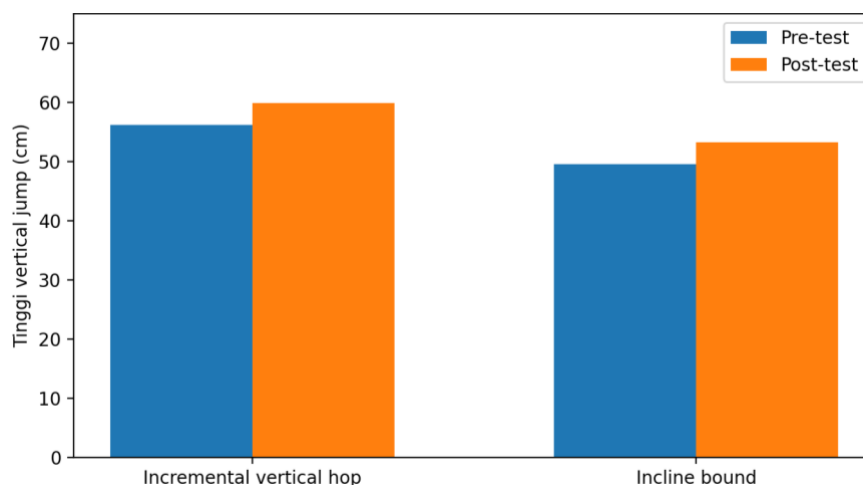
Pre-test (cm)	Post-test (cm)	Gain (cm)
53	57	4
43	44	1
56	57	1
53	58	5
49	55	6
48	53	5
48	52	4
46	50	4

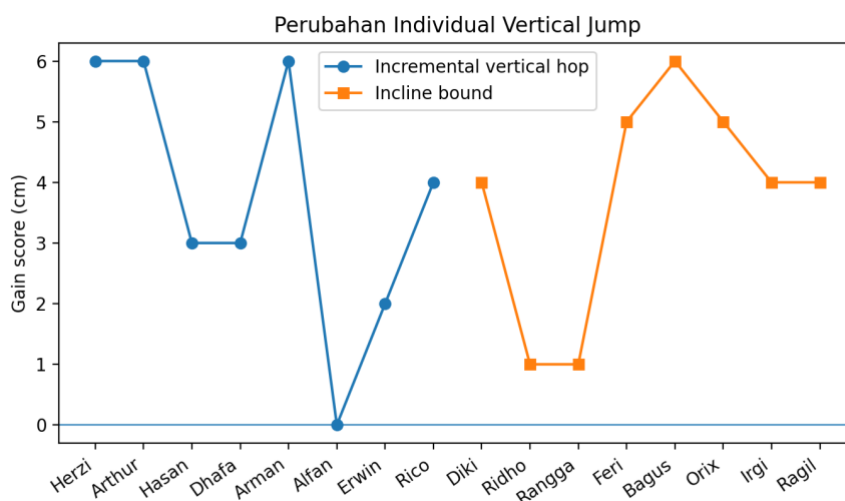
Tabel 3. Ringkasan statistik hasil vertical jump

Indikator	Incremental vertical hop	Incline bound
Jumlah sampel	8	8
Rerata pre-test (cm)	56.12	49.50
Rerata post-test (cm)	59.88	53.25
Rerata gain (cm)	3.75	3.75
SD gain	2.19	1.83
t-hitung	4.848	5.789
t-tabel (5%; df=7)	1.895	1.895
Cohen dz	1.71	2.05
Interpretasi	Signifikan	Signifikan

Pada kelompok incremental vertical hop, rerata skor vertical jump meningkat dari 56.12 cm menjadi 59.88 cm. Rerata peningkatan sebesar 3.75 cm menunjukkan adanya perubahan positif setelah perlakuan. Hasil uji-t menunjukkan t-hitung 4.848, lebih besar daripada t-tabel 1,895 pada taraf signifikansi 5%. Dengan demikian, latihan incremental vertical hop berpengaruh signifikan terhadap peningkatan power otot tungkai atlet bola voli putra SMAN 1 Narmada.

Pada kelompok incline bound, rerata skor vertical jump meningkat dari 49.50 cm menjadi 53.25 cm. Rerata peningkatan juga sebesar 3.75 cm. Hasil uji-t menunjukkan t-hitung 5.789, lebih besar daripada t-tabel 1,895 pada taraf signifikansi 5%. Dengan demikian, latihan incline bound berpengaruh signifikan terhadap peningkatan power otot tungkai. Jika dilihat dari nilai t-hitung dan effect size, incline bound menunjukkan konsistensi perubahan yang lebih kuat dibandingkan incremental vertical hop, meskipun rerata gain kedua kelompok sama.

**Gambar 1.** Perbandingan rerata pre-test dan post-test vertical jump



Gambar 2. Gain score individual pada dua kelompok perlakuan

Gambar 2 memperlihatkan bahwa kedua kelompok mengalami kenaikan rerata vertical jump setelah perlakuan. Gambar 3 menunjukkan variasi individual. Pada kelompok incremental vertical hop, sebagian besar atlet mengalami kenaikan 2-6 cm, tetapi satu atlet tidak mengalami perubahan. Pada kelompok incline bound, seluruh atlet mengalami peningkatan 1-6 cm. Pola ini mendukung interpretasi bahwa incline bound menghasilkan adaptasi yang lebih merata pada sampel penelitian. Temuan ini sejalan dengan bukti literatur bahwa latihan pliometrik dapat meningkatkan kemampuan lompatan pada pemain bola voli melalui peningkatan fungsi neuromuskular dan efisiensi siklus regang-pendek otot. Silva et al. (2019) menegaskan bahwa plyometric training cenderung meningkatkan vertical jump, kekuatan, fleksibilitas, dan agility/speed pemain bola voli. Ramirez-Campillo et al. (2021) juga menunjukkan bahwa plyometric jump training efektif memperbaiki berbagai komponen kebugaran fisik pemain bola voli amatir maupun profesional. Dengan demikian, hasil penelitian ini memiliki dukungan empiris dari literatur terkini dan relevan untuk konteks latihan atlet sekolah.

PEMBAHASAN

Temuan utama penelitian menunjukkan bahwa latihan incremental vertical hop dan incline bound sama-sama menghasilkan peningkatan power otot tungkai atlet bola voli putra SMAN 1 Narmada. Secara empiris, hasil ini terlihat dari kenaikan skor vertical jump pada kedua kelompok setelah perlakuan. Kelompok incremental vertical hop menunjukkan t-hitung 4,849, sedangkan kelompok incline bound menunjukkan t-hitung 5,789. Kedua nilai tersebut lebih besar dari t-tabel 1,895 sehingga hipotesis alternatif diterima. Rasionalitas temuan ini dapat dijelaskan dari karakter latihan yang sama-sama menuntut produksi gaya eksplosif tungkai. Pada incremental vertical hop, atlet melakukan lompatan berulang melewati rintangan, sehingga sistem neuromuskular dilatih untuk menghasilkan kontraksi cepat dan koordinasi gerak vertikal. Pada incline bound, atlet menolak tubuh ke arah atas pada bidang menanjak atau tangga, sehingga gerakan tolakan mendapat stimulus resistif tambahan dari kemiringan permukaan. Stimulus tersebut dapat meningkatkan kemampuan ekstensor pinggul, lutut, dan pergelangan kaki dalam menghasilkan gaya.

Peningkatan power otot tungkai juga rasional jika dilihat dari prinsip adaptasi latihan. Latihan yang diberikan secara berulang, spesifik, dan menuntut output eksplosif akan mendorong adaptasi pada sistem saraf dan otot. Adaptasi neuromuskular yang mungkin terjadi mencakup peningkatan

rekrutmen unit motorik, sinkronisasi aktivasi otot, kemampuan menyimpan dan menggunakan energi elastik, serta efisiensi transisi dari fase eksentrik menuju konsentrik. Dalam tes vertical jump, atlet harus menurunkan pusat massa tubuh melalui fleksi lutut dan pinggul, kemudian melakukan ekstensi cepat untuk melompat. Gerakan ini sangat dekat dengan pola kerja stretch-shortening cycle yang menjadi dasar latihan pliometrik. Oleh sebab itu, peningkatan skor vertical jump setelah latihan incremental vertical hop dan incline bound merupakan konsekuensi logis dari kesesuaian antara bentuk latihan dan instrumen pengukuran.

Jika dibandingkan, incline bound menghasilkan nilai t-hitung lebih tinggi daripada incremental vertical hop, meskipun rerata gain kedua kelompok sama. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan pada kelompok incline bound lebih konsisten antar atlet. Seluruh atlet pada kelompok incline bound mengalami peningkatan, sedangkan pada kelompok incremental vertical hop terdapat satu atlet yang tidak mengalami perubahan. Secara praktis, temuan ini dapat dimaknai bahwa incline bound memberikan stimulus yang lebih stabil bagi kelompok penelitian, mungkin karena gerak menanjak memaksa atlet menghasilkan dorongan yang lebih kuat dan terarah. Namun, interpretasi ini tetap perlu dibatasi karena jumlah sampel kecil dan penelitian tidak melaporkan kontrol ketat terhadap faktor eksternal seperti aktivitas tambahan, kualitas teknik pendaratan, riwayat latihan, dan tingkat kelelahan sebelum tes.

Hasil penelitian ini sejalan dengan kecenderungan literatur mutakhir yang menunjukkan bahwa latihan pliometrik efektif meningkatkan performa lompatan atlet bola voli. Silva et al. (2019) melalui systematic review menyimpulkan bahwa plyometric training berpotensi meningkatkan vertical jump, kekuatan, horizontal jump, fleksibilitas, dan agility/speed pada pemain bola voli. Ramirez-Campillo et al. (2021) juga menemukan bahwa plyometric jump training berpengaruh positif terhadap kebugaran fisik pemain bola voli amatir dan profesional. Dukungan lain berasal dari penelitian Guimaraes et al. (2023) yang menunjukkan bahwa program pliometrik empat minggu pada periode pra-kompetisi dapat meningkatkan performa lompatan atlet voli profesional. Dengan demikian, hasil pada atlet sekolah dalam penelitian ini memperkuat bahwa stimulus pliometrik tidak hanya relevan bagi atlet elit, tetapi juga dapat diterapkan pada level pembinaan sekolah dengan modifikasi volume dan intensitas yang sesuai.

Temuan ini juga konsisten dengan kajian tentang atlet muda. Sortwell et al. (2023) menjelaskan bahwa plyometric-jump training merupakan metode yang aman, efisien waktu, dan efektif untuk meningkatkan kebugaran fisik serta performa spesifik olahraga pada kelompok usia muda jika dirancang dengan dosis yang tepat. Hal ini penting karena subjek penelitian berasal dari lingkungan sekolah, bukan klub profesional. Dalam kelompok atlet usia sekolah, latihan pliometrik harus mempertimbangkan kesiapan fisik, teknik pendaratan, pengawasan pelatih, dan progresivitas beban. Penelitian ini menunjukkan bahwa dua bentuk latihan sederhana dapat memberikan hasil signifikan, sehingga mendukung pandangan bahwa pengembangan power tidak selalu memerlukan fasilitas kompleks. Latihan berbasis hop dan bound dapat menjadi solusi praktis di lapangan sekolah.

Meskipun demikian, literatur juga memberikan catatan kritis yang perlu dipertimbangkan. Ramirez-Campillo et al. (2020) dan beberapa meta-analisis terkait menunjukkan bahwa efek plyometric training dapat dipengaruhi oleh durasi program, frekuensi latihan, volume kontak kaki, intensitas, jenis permukaan, dan status latihan atlet. Artinya, tidak semua program pliometrik otomatis menghasilkan peningkatan yang sama. Pada penelitian ini, informasi mengenai durasi detail, frekuensi mingguan, dan total kontak kaki tidak disajikan secara lengkap dalam naskah sumber, sehingga interpretasi efektivitas harus diarahkan pada bukti perubahan pre-test dan post-test, bukan

pada kesimpulan dosis latihan yang universal. Kontradiksi dalam penelitian lain dapat terjadi ketika program terlalu singkat, intensitas tidak sesuai, teknik pendaratan buruk, atau beban tidak disesuaikan dengan kemampuan atlet. Dengan kata lain, efektivitas incremental vertical hop dan incline bound harus dilihat sebagai hasil dari kecocokan latihan, kesiapan atlet, dan pelaksanaan yang terkontrol.

Secara teoritis, peningkatan power otot tungkai pada kedua kelompok dapat dijelaskan melalui konsep stretch-shortening cycle. Pada latihan hop dan bound, otot tungkai mengalami fase eksentrik saat tubuh menerima beban pendaratan, kemudian segera melakukan fase konsentrik saat atlet menolak ke atas atau ke depan. Transisi cepat ini meningkatkan pemanfaatan energi elastik dan refleks regang, sehingga output gaya menjadi lebih besar. Dalam konteks bola voli, pola kerja ini sesuai dengan gerakan take-off pada smash dan block. Atlet yang memiliki kemampuan memanfaatkan stretch-shortening cycle secara efisien akan mampu menghasilkan lompatan yang lebih tinggi dengan waktu kontak yang lebih pendek. Oleh karena itu, latihan incremental vertical hop dan incline bound bukan hanya meningkatkan kekuatan otot, tetapi juga meningkatkan kualitas koordinasi neuromuskular.

Interpretasi perkembangan atlet juga perlu dilihat dari prinsip spesifisitas. Incremental vertical hop memberikan stimulus yang lebih vertikal dan ritmis. Latihan ini dapat meningkatkan kemampuan atlet untuk melompat secara cepat berulang, yang relevan dengan situasi block beruntun atau transisi setelah rally panjang. Incline bound memberikan stimulus yang lebih resistif dan menuntut dorongan kuat pada lintasan menanjak. Latihan ini berpotensi memperkuat fase dorongan tungkai dan meningkatkan kemampuan menghasilkan gaya pada sudut tubuh yang bervariasi. Dalam permainan bola voli, atlet tidak selalu melompat dari posisi ideal; sering kali mereka harus melakukan approach, penyesuaian langkah, atau tolakan setelah bergerak. Oleh karena itu, kombinasi kedua latihan dapat mendukung perkembangan kemampuan lompatan yang lebih fungsional.

Dari sisi perkembangan motorik, latihan pliometrik juga dapat meningkatkan koordinasi antarsegmen tubuh. Lompatan yang efektif tidak hanya berasal dari kekuatan tungkai, tetapi juga dari sinkronisasi ayunan lengan, posisi badan, fleksi-ekstensi sendi, dan kontrol pendaratan. Pada atlet sekolah, kualitas koordinasi ini masih dapat berkembang melalui latihan yang berulang dan terstruktur. Peningkatan vertical jump dalam penelitian ini dapat mencerminkan perbaikan kemampuan menghasilkan daya ledak sekaligus perbaikan efisiensi gerak. Namun, karena penelitian hanya mengukur hasil vertical jump, belum dapat dipastikan apakah peningkatan terjadi terutama karena kekuatan otot, teknik lompatan, koordinasi lengan, atau kombinasi seluruh faktor tersebut. Penelitian lanjutan dapat menambahkan pengukuran reactive strength index, waktu kontak, force plate, atau analisis video untuk menjelaskan mekanisme perubahan secara lebih detail.

Secara praktis, hasil penelitian memberikan pesan penting bagi pelatih bola voli sekolah. Pertama, latihan power otot tungkai perlu diberikan secara khusus, bukan hanya melalui permainan atau latihan teknik biasa. Smash dan block membutuhkan kualitas lompatan yang baik, sehingga pelatih perlu memasukkan latihan pliometrik ke dalam program latihan fisik. Kedua, incremental vertical hop dan incline bound dapat dijadikan variasi latihan yang relatif mudah dilaksanakan. Incremental vertical hop dapat dilakukan dengan tali, cone, atau rintangan sederhana, sedangkan incline bound dapat dilakukan pada tangga stadion atau bidang menanjak yang aman. Dengan demikian, keterbatasan fasilitas sekolah tidak harus menjadi hambatan untuk mengembangkan power tungkai atlet.

Ketiga, latihan harus diberikan secara progresif. Atlet pemula tidak sebaiknya langsung menerima volume lompatan tinggi. Pelatih perlu memulai dari teknik pendaratan, posisi lutut, kontrol

badan, dan ritme gerak. Setelah teknik dasar baik, volume dan intensitas dapat ditingkatkan bertahap. Keempat, pelatih perlu memperhatikan pemulihan karena latihan pliometrik memiliki beban mekanis tinggi pada sendi lutut, pergelangan kaki, dan pinggul. Frekuensi latihan sebaiknya disesuaikan dengan jadwal latihan teknik dan pertandingan agar tidak menimbulkan kelelahan berlebih. Kelima, hasil penelitian menunjukkan incline bound memiliki konsistensi perubahan lebih baik pada sampel ini, tetapi bukan berarti incremental vertical hop tidak diperlukan. Kombinasi kedua latihan justru dapat memberikan stimulus yang lebih lengkap: satu menekankan reaktivitas vertikal, yang lain menekankan dorongan kuat pada bidang menanjak.

Akhirnya, penelitian ini menunjukkan bahwa penelitian sederhana berbasis sekolah tetap dapat memberikan kontribusi akademik dan praktis. Dengan menyusun data pre-test dan post-test secara sistematis, pelatih dan guru olahraga dapat mengevaluasi efektivitas program latihan secara objektif. Evaluasi berbasis data akan membantu pelatih memilih latihan yang sesuai kebutuhan atlet, menghindari program monoton, dan merancang pembinaan yang lebih ilmiah. Namun, karena penelitian ini menggunakan sampel kecil, tidak memiliki kelompok kontrol pasif, dan hanya mengukur satu indikator fisik, hasilnya perlu ditafsirkan sebagai bukti awal. Penelitian selanjutnya disarankan membandingkan beberapa dosis latihan, menambahkan kelompok kontrol, mengukur performa smash atau block, serta mempertimbangkan faktor kematangan biologis dan riwayat latihan atlet.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, latihan incremental vertical hop dan incline bound terbukti memberikan pengaruh positif terhadap peningkatan power otot tungkai atlet bola voli putra SMAN 1 Narmada. Hal tersebut ditunjukkan oleh peningkatan skor vertical jump setelah perlakuan pada kedua kelompok serta nilai t-hitung yang lebih besar daripada t-tabel pada taraf signifikansi 5%. Kelompok incremental vertical hop mengalami peningkatan rerata vertical jump dari 56,13 cm menjadi 59,88 cm, sedangkan kelompok incline bound meningkat dari 49,50 cm menjadi 53,25 cm. Dengan demikian, kedua bentuk latihan pliometrik tersebut dapat digunakan sebagai metode latihan untuk mengembangkan kemampuan eksplosif tungkai yang dibutuhkan dalam teknik smash, block, dan gerakan lompatan lain dalam permainan bola voli. Secara komparatif, incline bound menunjukkan nilai t-hitung dan effect size yang lebih tinggi, sehingga pada sampel penelitian ini latihan tersebut memperlihatkan konsistensi perubahan yang lebih kuat. Namun, incremental vertical hop tetap memiliki manfaat penting karena melatih reaktivitas lompatan vertikal dan ritme tolakan berulang. Oleh sebab itu, temuan penelitian tidak perlu dimaknai sebagai pilihan tunggal, melainkan sebagai dasar untuk menyusun variasi latihan power tungkai yang lebih kaya dan tidak monoton. Kontribusi utama penelitian ini terletak pada bukti praktis bahwa latihan sederhana berbasis hop dan bound dapat diterapkan pada konteks pembinaan bola voli sekolah.

REKOMENDASI

Pelatih bola voli sekolah disarankan memasukkan latihan incremental vertical hop dan incline bound ke dalam program latihan fisik secara terencana. Latihan perlu diawali dengan pemanasan, penguasaan teknik pendaratan, dan pengawasan gerak agar atlet mampu melakukan tolakan dengan aman. Program sebaiknya diberikan secara progresif dengan memperhatikan volume lompatan, intensitas, waktu istirahat, dan kondisi kelelahan atlet. Pelatih juga disarankan tidak hanya menggunakan satu bentuk latihan, tetapi mengombinasikan latihan vertikal, bounding, kekuatan dasar

tungkai, dan latihan teknik bola voli agar adaptasi yang diperoleh lebih fungsional terhadap kebutuhan pertandingan. Bagi atlet, hasil penelitian ini dapat menjadi motivasi untuk lebih serius mengembangkan power otot tungkai karena kemampuan lompatan berhubungan langsung dengan efektivitas smash dan block. Atlet perlu menjaga konsistensi latihan, melakukan gerakan dengan teknik benar, dan memperhatikan pemulihan setelah latihan eksplosif. Bagi sekolah dan pembina ekstrakurikuler, hasil ini dapat dijadikan dasar untuk menyediakan sarana sederhana seperti tali, cone, tangga latihan, dan papan vertical jump agar proses pembinaan lebih terukur. Peneliti selanjutnya disarankan menggunakan sampel lebih besar, menambahkan kelompok kontrol, mengukur performa teknik seperti spike reach atau block reach, serta menganalisis respons latihan berdasarkan usia, tingkat kematangan, dan pengalaman latihan.

REFERENSI

- Afonso, J., Ramirez-Campillo, R., Sarmiento, H., Clemente, F. M., Silva, A. F., & Granacher, U. (2021). Strength training versus stretching for improving range of motion: A systematic review and meta-analysis. *Healthcare*, 9(4), 427. <https://doi.org/10.3390/healthcare9040427>
- Andrade, D. C., Manzo-Botarelli, O., Ramirez-Campillo, R., Alvarez, C., Rodriguez, F., Moran, J., & Izquierdo, M. (2021). Plyometric jump training effects on the physical fitness of individual-sport athletes: A systematic review with meta-analysis. *PeerJ*, 9, e11004. <https://doi.org/10.7717/peerj.11004>
- Behm, D. G., Chaouachi, A., & Negra, Y. (2021). Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: A systematic review. *Applied Sciences*, 11(17), 8253. <https://doi.org/10.3390/app11178253>
- Chen, L., Huang, Z., Xie, L., He, J., Ji, H., Huang, W., Li, D., Zhou, Y., & Sun, J. (2023). Maximizing plyometric training for adolescents: A meta-analysis of ground contact frequency and overall intervention time on jumping ability. *Scientific Reports*, 13, 21222. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-48274-3>
- Comfort, P., Jones, P. A., McMahon, J. J., & Newton, R. (2019). Effect of knee and trunk angle on kinetic variables during the isometric midhigh pull: Test-retest reliability. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(1), 58-64. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2018-0073>
- Dell'Antonio, E., Ruschel, C., Hubert, M., De Lucas, R. D., Haupenthal, A., & Roesler, H. (2022). The effect of aquatic plyometric training on jump performance including a four-week follow-up in youth female volleyball players. *Journal of Human Kinetics*, 83, 95-105. <https://doi.org/10.2478/hukin-2022-0058>
- Dello Iacono, A., Martone, D., & Padulo, J. (2019). Acute effects of drop-jump protocols on explosive performances of elite handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(1), 32-39. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001849>
- Fathi, A., Hammami, R., Moran, J., Borji, R., Sahli, S., & Rebai, H. (2019). Effect of a 16-week combined strength and plyometric training program followed by a detraining period on athletic performance in pubertal volleyball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(8), 2117-2127. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002461>
- Freitas, T. T., Pereira, L. A., Alcaraz, P. E., Arruda, A. F. S., Guerriero, A., Azevedo, P. H. S. M., & Loturco, I. (2019). Influence of strength and power capacity on change of direction speed and deficit in elite team-sport athletes. *Journal of Human Kinetics*, 68, 167-176. <https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0069>
- Gonzalo-Skok, O., Tous-Fajardo, J., Suarez-Arrones, L., Arjol-Serrano, J. L., Casajus, J. A., & Mendez-Villanueva, A. (2019). Single-leg power output and between-limbs imbalances in team-sport players: Unilateral versus bilateral combined resistance training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(8), 1069-1076. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2018-0426>

- Granacher, U., Lesinski, M., & Behm, D. G. (2023). Training for muscular strength, power, and speed: Recommendations for youth athletes. *Sports Medicine - Open*, 9, 23. <https://doi.org/10.1186/s40798-023-00568-6>
- Guimaraes, M. P., Silva, R. D. O., Santos, I. A., Silva, G. P., Campos, Y. A. C., Silva, S. F., & Azevedo, P. H. S. M. (2023). Effect of 4 weeks of plyometric training in the pre-competitive period on volleyball athletes' performance. *Biology of Sport*, 40(2), 517-526. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2023.112971>
- Hammami, R., Ben Ayed, K., Abidi, M., Werfelli, H., Ajailia, A., Selmi, W., Negra, Y., Duncan, M., Rebai, H., & Granacher, U. (2022). Acute effects of maximal versus submaximal hurdle jump exercises on measures of balance, reactive strength, vertical jump performance and leg stiffness in youth volleyball players. *Frontiers in Physiology*, 13, 984947. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.984947>
- Hernandez-Davo, J. L., Sabido, R., & Moya, M. (2021). Isometric training and explosive performance: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(22), 11868. <https://doi.org/10.3390/ijerph182211868>
- Kons, R. L., Orssatto, L. B. R., Ache-Dias, J., De Pauw, K., & Detanico, D. (2020). Effects of plyometric training on physical performance: An umbrella review. *Sports Medicine - Open*, 6, 47. <https://doi.org/10.1186/s40798-020-00277-6>
- Loturco, I., Kobal, R., Maldonado, T., Piazzzi, A. F., Bottino, A., Kitamura, K., Abad, C. C. C., & Nakamura, F. Y. (2018). Jump squat is more related to sprinting and jumping abilities than Olympic push press. *International Journal of Sports Medicine*, 39(1), 31-37. <https://doi.org/10.1055/s-0043-120612>
- Moran, J., Ramirez-Campillo, R., & Granacher, U. (2018). Effects of jumping exercise on muscular power in older adults: A meta-analysis. *Sports Medicine*, 48(12), 2843-2857. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-1002-5>
- Moran, J., Ramirez-Campillo, R., Liew, B., Chaabene, H., Behm, D. G., Garcia-Hermoso, A., & Granacher, U. (2021). Effects of bilateral and unilateral resistance training on horizontally oriented movement performance: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 51(2), 225-242. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01367-9>
- Moran, J., Sandercock, G., Ramirez-Campillo, R., Clark, C. C. T., Fernandes, J. F. T., & Drury, B. (2018). A meta-analysis of plyometric training in female youth: Its efficacy and shortcomings in the literature. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(7), 1996-2008. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002768>
- Mroczek, D., Mackala, K., Kawczynski, A., Superlak, E., Chmura, P., Seweryniak, T., & Chmura, J. (2018). Effects of volleyball plyometric intervention program on vertical jumping ability in male volleyball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 58(11), 1611-1617. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.17.07772-6>
- Negra, Y., Chaabene, H., Sammoud, S., Bouguezzi, R., Mkaouer, B., Hachana, Y., & Granacher, U. (2020). Effects of plyometric training on components of physical fitness in prepubertal male soccer athletes. *Sports*, 8(10), 139. <https://doi.org/10.3390/sports8100139>
- Nunes, R. F. H., Carling, C., Clemente, F. M., Nakamura, F. Y., & Loturco, I. (2020). The effects of resistance training on lower-limb strength and power in soccer players: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 50(11), 2001-2016. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01330-8>
- Ramirez-Campillo, R., Castillo, D., Raya-Gonzalez, J., Moran, J., de Villarreal, E. S., & Lloyd, R. S. (2020). Effects of plyometric jump training on jump and sprint performance in young male soccer players: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 50(12), 2125-2143. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01337-1>
- Ramirez-Campillo, R., Garcia-de-Alcaraz, A., Chaabene, H., Moran, J., Negra, Y., & Granacher, U. (2021). Effects of plyometric jump training on physical fitness in amateur and professional

- volleyball: A meta-analysis. *Frontiers in Physiology*, 12, 636140. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.636140>
- Ramirez-Campillo, R., Moran, J., Chaabene, H., Granacher, U., Behm, D. G., Garcia-Hermoso, A., & Izquierdo, M. (2020). Methodological characteristics and future directions for plyometric jump training research: A scoping review update. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 30(6), 983-997. <https://doi.org/10.1111/sms.13633>
- Silva, A. F., Clemente, F. M., Lima, R., Nikolaidis, P. T., Rosemann, T., & Knechtle, 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>
- Sole, S., Ramirez-Campillo, R., Andrade, D. C., & Sanchez-Sanchez, J. (2021). Plyometric jump training effects on the physical fitness of individual-sport athletes: A systematic review with meta-analysis. *PeerJ*, 9, e11004. <https://doi.org/10.7717/peerj.11004>
- Sortwell, A., Ramirez-Campillo, R., Moran, J., Afonso, J., Clemente, F. M., Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Pedley, J., & Granacher, U. (2023). Plyometric-jump training effects on physical fitness and sport-specific performance according to maturity: A systematic review with meta-analysis. *Sports Medicine - Open*, 9, 23. <https://doi.org/10.1186/s40798-023-00568-6>
- 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>
- Talpey, S. W., & Siesmaa, E. J. (2018). Sport-specific power and strength development: Training implications for youth athletes. *Sports*, 6(4), 113. <https://doi.org/10.3390/sports6040113>
- Tufano, J. J., Conlon, J. A., Nimphius, S., Brown, L. E., & Haff, G. G. (2020). Cluster sets: Permitting greater mechanical stress without decreasing relative velocity. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 15(4), 463-471. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0914>
- Villarreal, E. S., Moran, J., Moreno-Perez, V., & Ramirez-Campillo, R. (2021). Effects of plyometric jump training on lower-limb asymmetry in sport athletes: A systematic review. *Sports*, 9(9), 125. <https://doi.org/10.3390/sports9090125>