

Pengaruh Kekuatan Otot Lengan dan Daya Ledak Otot Kaki Terhadap Kemampuan *Smash* Atlet Voli

Raykhan M¹ Munzir² Tawakal³

Pendidikan Jasmani, FKIP, Universitas Bina Bangsa Getsempena, Banda Aceh, Aceh, Indonesia^{1,2,3}

Email: mraykhan02@gmail.com¹ munzir@bbg.ac.id² tawakalmn1992@gmail.com³

Abstrak

Kemampuan *smash* yang dimiliki oleh siswa ekstrakurikuler bola voli SMA Negeri 5 Banda Aceh masih belum optimal, yang dipengaruhi oleh rendahnya kekuatan otot lengan dan daya ledak otot tungkai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kekuatan otot lengan dan daya ledak otot tungkai terhadap kemampuan *smash* pada siswa ekstrakurikuler bola voli SMA Negeri 5 Banda Aceh. Pendekatan penelitian ini adalah kuantitatif dengan metode eksperimen dan desain yang digunakan *one-groups pretest-posttest design* dengan perlakuan sebanyak 16 kali pertemuan. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh peserta ekstrakurikuler bola voli di SMA Negeri 5 Banda Aceh berjumlah 14 atlet. Teknik pengambilan sampel yaitu *total sampling*, sehingga sampel berjumlah 14 atlet. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan tes kemampuan *smash*. Teknik analisis data yang digunakan meliputi penghitungan nilai rata-rata (*mean*), standar deviasi, dan uji beda rata-rata (*t*-tes). Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh signifikan kekuatan otot lengan dan daya ledak otot tungkai terhadap kemampuan *smash* pada peserta ekstrakurikuler bola voli SMA Negeri 5 Banda Aceh. Hal ini diperkuat dengan hasil penghitungan nilai *t*-hitung sebesar 5,98 yang lebih besar dari nilai *t*-tabel sebesar 1,78 pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$ dengan derajat kebebasan 12.

Kata Kunci: Kekuatan Otot Lengan, Daya Ledak Otot Tungkai, Kemampuan *Smash*, Bola Voli



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

PENDAHULUAN

Permainan bola voli merupakan salah satu cabang olahraga bola besar yang sangat digemari oleh masyarakat dunia, khususnya di Indonesia (Maulana & Santoso, 2025). Olahraga ini digolongkan sebagai aktivitas fisik paling populer setelah sepak bola dan dapat dimainkan oleh berbagai kalangan usia, mulai dari anak-anak hingga dewasa. Sebagai olahraga beregu, bola voli melibatkan dua tim yang masing-masing terdiri dari enam pemain aktif di dalam lapangan permainan. Fokus utama dalam permainan ini adalah memantulkan bola melewati net dengan kontrol yang tepat dan terukur (Mulyadi & Pratiwi, 2020). Setiap tim berusaha menjatuhkan bola ke area lawan sesulit mungkin guna memperoleh kemenangan dalam pertandingan. Dinamika permainan ini menuntut koordinasi tim yang solid serta penguasaan teknik individu yang mumpuni agar strategi dapat berjalan lancar. Untuk mencapai prestasi maksimal dalam permainan bola voli, seorang atlet memerlukan dukungan kondisi fisik yang prima serta kesiapan mental yang kuat (Aristrianto & Rasyid, 2020). Keberhasilan dalam setiap kompetisi sangat ditentukan oleh potensi atlet yang mencakup aspek fisik, teknik, taktik, dan mental secara terpadu. Pembinaan olahraga yang efektif harus menekankan pada pengembangan keempat aspek tersebut agar performa terbaik atlet dapat tercapai secara optimal. Tanpa kondisi fisik yang memadai, teknik yang telah dikuasai tidak akan bisa diterapkan secara maksimal selama pertandingan berlangsung. Oleh karena itu, persiapan fisik menjadi fondasi utama sebelum seorang atlet melangkah ke strategi permainan yang lebih kompleks. Hal ini menunjukkan pentingnya integrasi antara kemampuan motorik tubuh dan kesiapan fungsional organ atlet dalam menghadapi beban latihan.

Teknik dasar merupakan elemen krusial yang berfungsi sebagai fondasi utama bagi setiap pemain untuk mengembangkan permainan bola voli (Tawakal, 2020). Penguasaan teknik dasar yang baik sangat menentukan keberhasilan individu maupun tim dalam memenangkan setiap poin pertandingan. Secara umum, teknik dasar voli meliputi teknik servis, teknik *passing*, teknik pukulan atau *smash*, serta teknik bendungan atau *blocking* (Irwanto, 2021). Setiap gerakan, baik itu langkah kaki maupun posisi tubuh, harus dimiliki dan dilakukan dengan benar untuk efisiensi gerak. Pemain yang mampu menguasai teknik secara menyeluruh akan memiliki keunggulan taktis yang besar di atas lapangan permainan. Keberagaman teknik ini memungkinkan tim untuk menyusun variasi serangan yang mematikan dan sulit diantisipasi oleh pihak lawan. Salah satu teknik dasar yang paling memegang peranan penting dalam meraih poin kemenangan adalah teknik *smash* atau pukulan keras (Irwanto, 2021). *Smash* didefinisikan sebagai pukulan keras yang menukik dan mematikan untuk menjatuhkan bola ke arah lapangan lawan (Aji, 2016). Gerakan *smash* bersifat sangat kompleks karena melibatkan awalan melangkah, tolakan meloncat, hingga memukul bola saat melayang. Efektivitas sebuah *smash* sangat bergantung pada koordinasi antara timing meloncat dan kekuatan ledak pukulan tangan pemain. Terdapat beberapa variasi teknik *smash* yang umum digunakan dalam pertandingan seperti *open spike*, *quick spike*, dan *semi spike* (Mulyadi & Pratiwi, 2020). Penguasaan teknik ini memberikan keuntungan ofensif yang signifikan bagi tim yang sedang melakukan serangan untuk mematikan bola.

Kekuatan otot lengan memegang peranan vital dalam menghasilkan pukulan *smash* yang keras, stabil, dan terarah ke area lawan (Bujang, 2025). Kekuatan ini melibatkan kemampuan otot *biceps*, *triceps*, dan otot bahu dalam menghasilkan gaya maksimal saat aktivitas fisik. Dengan otot lengan yang kuat, seorang pemain dapat mengontrol kecepatan bola sehingga sulit dibendung oleh blok lawan. Selain itu, kekuatan ini membantu menjaga stabilitas koordinasi gerak tubuh bagian atas selama melakukan ayunan eksplosif. Tanpa kekuatan otot lengan yang cukup, pukulan *smash* cenderung lemah dan sangat mudah diantisipasi oleh pemain bertahan. Maka dari itu, latihan beban secara rutin diperlukan untuk meningkatkan kapasitas fungsional otot-otot ekstremitas atas tersebut. Selain kekuatan lengan, daya ledak otot tungkai juga sangat menentukan kualitas lompatan pemain saat akan melakukan teknik *smash*. Daya ledak merupakan kombinasi antara unsur kekuatan dan kecepatan yang dikerahkan dalam waktu yang sangat singkat (Bujang, 2025). Otot paha, betis, dan pinggul bekerja secara sinergis untuk menghasilkan lompatan vertikal yang tinggi dan cepat. Lompatan yang tinggi memungkinkan pemain memukul bola dari titik optimal yang berada jauh di atas net. Semakin baik daya ledak tungkai, maka semakin cepat pula pemain melakukan transisi dari lari awalan menuju lompatan. Komponen fisik ini menjadi kunci utama bagi seorang *spiker* untuk melewati jangkauan tangan blok lawan di udara. Kombinasi antara kekuatan otot lengan dan daya ledak tungkai menciptakan sebuah sinergi gerak yang luar biasa kuat (Reynaud, 2015). Kekuatan lengan menentukan besarnya power pada pukulan, sedangkan daya ledak tungkai menentukan tinggi jangkauan vertikal pukulan. Ketika kedua aspek fisik ini dioptimalkan, pemain dapat melakukan serangan *smash* dengan tenaga maksimal dan presisi. Hal ini sangat berpengaruh terhadap efektivitas strategi serangan tim secara keseluruhan dalam setiap set pertandingan. Banyak atlet sekolah yang gagal mencetak poin karena kurangnya keseimbangan antara kedua komponen fisik pendukung ini. Oleh sebab itu, program latihan fisik yang terencana harus menjadi bagian integral dalam jadwal kepelatihan rutin. Latihan didefinisikan sebagai suatu proses sistematis yang dilakukan secara berulang untuk meningkatkan kemampuan fisik serta teknik atlet (Wiarto, 2021). Program latihan tersebut harus terencana, terukur, dan meningkat secara bertahap sesuai dengan kapasitas

fungsional individu (Nasrulloh dkk., 2018). Tujuan utama dari latihan dalam olahraga adalah mencapai prestasi optimal dengan mengandalkan fungsi fisiologis manusia. Latihan juga mencakup penyempurnaan taktik dan penguatan mental agar atlet siap menghadapi situasi tekanan kompetisi (Emral, 2017). Melalui latihan yang konsisten, kualitas gerak pemain akan menjadi lebih otomatis, efisien, serta efektif di lapangan.

Beberapa penelitian sebelumnya telah banyak mengeksplorasi hubungan antara kondisi fisik dasar dan kemampuan *smash* dalam voli. Penelitian oleh Widodo (2025) menunjukkan bahwa daya ledak tungkai berkontribusi secara signifikan terhadap akurasi *smash* putra. Namun, penelitian tersebut juga mencatat bahwa kekuatan lengan belum menunjukkan nilai signifikansi statistik yang kuat pada subjek tertentu. Di sisi lain, Pamungkas (2024) menemukan bahwa daya ledak otot lengan memberikan pengaruh dominan sebesar 53,44%. Variabel gabungan antara tungkai dan lengan dalam studi tersebut memberikan kontribusi total sebesar 54,17%. Hasil yang beragam ini menunjukkan perlunya penelitian lebih lanjut pada populasi siswa sekolah yang berbeda. Meskipun banyak studi telah dilakukan, terdapat batasan utama terkait variasi metode latihan yang digunakan oleh para peneliti sebelumnya. Beberapa penelitian hanya fokus pada uji korelasi antar variabel tanpa memberikan intervensi latihan yang bersifat spesifik (Dzulkarnaen, 2023). Selain itu, hasil penelitian terdahulu seringkali bersifat lokal dan sulit digeneralisasi untuk sekolah dengan fasilitas terbatas. Ada juga temuan yang menunjukkan tidak adanya kontribusi signifikan dari variabel tungkai pada sampel atlet pemula. Hal ini menciptakan kesenjangan informasi mengenai efektivitas kombinasi latihan fisik di tingkat sekolah menengah atas. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan penelitian yang lebih praktis untuk memecahkan masalah keterbatasan performa siswa.

SMA Negeri 5 Banda Aceh merupakan instansi pendidikan yang aktif mengembangkan bakat olahraga melalui kegiatan ekstrakurikuler bola voli. Program ini dilaksanakan secara rutin tiga kali seminggu untuk meningkatkan keterampilan teknik serta prestasi para siswa. Namun, berdasarkan hasil observasi lapangan pada Oktober 2025, ditemukan masalah signifikan pada kualitas *smash* siswa. Banyak siswa yang pukulannya masih melambung, lemah, atau justru sering tersangkut pada jaring net. Kondisi ini mengindikasikan bahwa kekuatan otot lengan dan daya ledak tungkai siswa masih belum optimal. Selain itu, program latihan yang diterapkan pelatih cenderung masih bersifat monoton dan kurang variatif. Kesenjangan antara target prestasi sekolah dan kondisi fisik nyata di lapangan menuntut adanya penelitian yang lebih mendalam. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi ilmiah melalui pemahaman tentang kontribusi kekuatan lengan dan tungkai. Kebaruan dari penelitian ini terletak pada analisis pengaruh gabungan kedua variabel tersebut pada peserta ekstrakurikuler. Melalui pendekatan kuantitatif, penelitian ini berupaya menguji hipotesis mengenai peningkatan kemampuan *smash* secara nyata (Sugiyono, 2017). Hasilnya nanti dapat dijadikan acuan ilmiah bagi guru PJOK dalam menyusun kurikulum latihan fisik sekolah. Pentingnya identifikasi masalah ini didasari oleh kebutuhan mendesak akan peningkatan kualitas teknik dasar voli. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kekuatan lengan dan tungkai terhadap *smash* siswa. Secara teoritis, hasil penelitian akan memperkuat teori-teori tentang hubungan kondisi fisik dengan keterampilan teknik. Secara praktis, siswa akan mendapatkan pemahaman mengenai pentingnya latihan beban dan pliometrik bagi performa mereka. Pihak sekolah juga dapat memanfaatkan data ini untuk mendukung penyediaan sarana prasarana yang lebih memadai. Dengan mengatasi kendala fisik sejak dini, diharapkan prestasi bola voli sekolah dapat meningkat secara signifikan. Oleh sebab itu, penelitian ini menjadi sangat relevan untuk dilaksanakan di lingkungan SMA Negeri 5 Banda Aceh.

METODE PENELITIAN

Pendekatan penelitian yang digunakan adalah kuantitatif dengan landasan filsafat positivisme untuk meneliti populasi tertentu. Metode ini bertujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan sebelumnya melalui pengumpulan data dalam bentuk numerik (Sugiyono, 2017). Penelitian ini menggunakan jenis eksperimen untuk mencari pengaruh perlakuan terhadap variabel lain dalam kondisi yang terkontrol dengan ketat. Desain penelitian yang diterapkan adalah *one-groups pretest-posttest design* guna membandingkan keadaan sebelum dan sesudah perlakuan. Melalui desain ini, hasil perlakuan dapat diketahui secara akurat karena terdapat perbandingan dengan data awal sebelum intervensi diberikan (Sugiyono, 2017). Tahapan penelitian mencakup pelaksanaan tes awal, pemberian program latihan fisik, serta diakhiri dengan tes kemampuan akhir. Populasi dalam penelitian ini mencakup seluruh subjek yang memiliki kualitas serta karakteristik tertentu untuk dipelajari oleh peneliti. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *total sampling*, di mana jumlah sampel yang diambil sama dengan jumlah populasi (Sugiyono, 2017). Berdasarkan teknik tersebut, sebanyak 14 atlet yang aktif dalam kegiatan ekstrakurikuler bola voli ditetapkan sebagai subjek penelitian.

Variabel penelitian terdiri atas variabel bebas dan variabel terikat sebagai titik perhatian utama dalam proses pengumpulan data. Latihan kekuatan otot lengan dan daya ledak tungkai diposisikan sebagai variabel independen yang menjadi penyebab timbulnya perubahan (Sugiyono, 2017). Sementara itu, kemampuan *smash* menjadi variabel dependen karena dipengaruhi secara langsung oleh program latihan fisik yang diberikan. Kekuatan otot diartikan sebagai kemampuan tubuh menghasilkan tenaga besar saat menghadapi resistansi guna mendukung teknik serangan (Bujang, 2025). Sedangkan daya ledak merupakan kemampuan fungsional untuk menghasilkan kekuatan maksimal dalam waktu singkat melalui gabungan unsur kekuatan dan kecepatan (Bujang, 2025). Kedua komponen kondisi fisik ini diukur menggunakan instrumen tes yang terstandarisasi untuk mendapatkan data yang valid. Pemberian perlakuan atau *treatment* dilaksanakan melalui proses latihan yang sistematis, terencana, terukur, dan dilakukan secara berulang-ulang. Aktivitas fisik ini berlangsung selama 16 kali pertemuan dengan frekuensi latihan sebanyak tiga kali dalam seminggu. Fokus latihan ditekankan pada peningkatan kapasitas fungsional otot yang mendukung penguasaan teknik dasar pemain secara optimal. Teknik analisis data dilakukan untuk membuktikan hipotesis yang telah dirumuskan melalui perhitungan statistik yang relevan dan objektif. Perhitungan koefisien korelasi dengan menggunakan metode *product moment* diterapkan untuk mengungkapkan hubungan antar variabel yang diteliti (Budiwanto, 2017). Seluruh data yang terkumpul kemudian diolah untuk melihat besarnya kontribusi nyata dari variabel kondisi fisik terhadap prestasi atlet.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Data Hasil Pengukuran Kemampuan *Smash* Siswa

No	Nama Siswa	Tes Awal (<i>Pretest</i>)	Tes Akhir (<i>Posttest</i>)
1	Ahmad Zayyan	11	17
2	Aldi Wiyanda	14	18
3	Alfedo	12	17
4	Aryasuta D.R	13	15
5	Ahmad Fauzi	15	18
6	Ceazar Kurnia S	15	17
7	Fadhil Aziz Al Fatah	14	15
8	Fauzan Azmi	13	18
9	M. Arkhan Rubi	14	15

10	Nafis	13	15
11	Ray Afkar	17	19
12	Rizal Abrar Maulana	15	15
13	Sayyinna Near	12	15
14	T. Nyak Arief	11	15
Jumlah		189	229

Berdasarkan Tabel 1, total perolehan skor kemampuan *smash* pada tes awal adalah sebesar 189, sedangkan pada tes akhir meningkat menjadi 229. Analisis data deskriptif menunjukkan bahwa nilai rata-rata (*mean*) pada saat *pretest* adalah 13,50. Setelah diberikan intervensi latihan fisik, nilai rata-rata siswa pada saat *posttest* mengalami peningkatan menjadi 16,36. Dengan demikian, terdapat selisih peningkatan nilai rata-rata sebesar 2,86 poin setelah pelaksanaan program latihan. Hasil perhitungan variabilitas data menunjukkan nilai standar deviasi untuk tes awal sebesar 1,70. Pada hasil tes akhir, nilai standar deviasi mengalami penurunan menjadi 1,50. Data pendukung lainnya untuk proses uji statistik mencakup nilai $\sum X^2$ sebesar 2589, $\sum Y^2$ sebesar 3775, dan hasil kali $\sum XY$ sebesar 3105. Seluruh data tersebut kemudian digunakan untuk melakukan uji signifikansi melalui rumus uji-t. Pengujian hipotesis dilakukan untuk membuktikan ada tidaknya pengaruh yang signifikan dari variabel bebas terhadap variabel terikat. Berdasarkan hasil analisis statistik uji-t, diperoleh nilai t-hitung sebesar 5,98. Nilai ini kemudian dibandingkan dengan nilai t-tabel pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$ dengan derajat kebebasan ($dk = n - 2$) yaitu $14 - 2 = 12$, yang menunjukkan angka 1,78. Perbandingan statistik tersebut menunjukkan bahwa nilai t-hitung lebih besar daripada t-tabel ($5,98 > 1,78$). Temuan data ini mengonfirmasi penolakan terhadap hipotesis nol (H_0) dan penerimaan terhadap hipotesis alternatif (H_a). Secara statistik, data tersebut membuktikan bahwa terdapat pengaruh yang nyata dan signifikan dari kombinasi latihan kekuatan otot lengan dan daya ledak otot tungkai terhadap peningkatan kemampuan *smash* pada peserta ekstrakurikuler bola voli di SMA Negeri 5 Banda Aceh. Peningkatan skor dari setiap individu siswa menunjukkan efektivitas dari program latihan fisik yang telah dijalankan selama periode penelitian.

Pembahasan

Berdasarkan hasil tes di lapangan, terdapat peningkatan performa yang nyata setelah subjek diberikan intervensi latihan fisik yang terprogram secara sistematis. Hasil uji statistik menunjukkan nilai t-hitung sebesar 5,98, yang secara signifikan melampaui ambang batas t-tabel sebesar 1,78 pada tingkat kepercayaan 95%. Temuan ini memberikan konfirmasi ilmiah bahwa hipotesis alternatif diterima, yang berarti terdapat pengaruh positif dari variabel kondisi fisik terhadap keterampilan teknik. Peningkatan nilai rata-rata dari 13,50 menjadi 16,36 mencerminkan efektivitas dari 16 kali pertemuan sesi latihan yang telah dijalankan. Kekuatan otot lengan dalam studi ini terbukti menjadi faktor penentu dalam menghasilkan kualitas pukulan bola yang keras dan tajam ke area lawan. Menurut Bujang (2025), kekuatan otot merupakan kemampuan fungsional tubuh untuk menghasilkan tenaga besar guna mengatasi hambatan atau resistansi selama aktivitas fisik. Dalam teknik *smash*, otot lengan yang kuat memungkinkan pemain untuk mengontrol arah bola dengan lebih presisi dan stabil. Hal ini sangat krusial mengingat sebelumnya banyak siswa yang pukulannya masih melambung lemah atau justru sering tersangkut pada jaring net. Melalui penguatan otot *biceps* dan *triceps*, transmisi energi dari ayunan tangan ke bola menjadi lebih efisien dan mematikan. Daya ledak otot tungkai memegang peranan yang tidak kalah penting dalam menentukan jangkauan vertikal pemain saat melakukan lompatan untuk menyerang. Daya ledak merupakan integrasi harmonis antara unsur kekuatan maksimal dan kecepatan

kontraksi otot dalam durasi waktu yang sangat singkat (Setyawan, 2022). Kemampuan otot paha dan betis untuk melakukan gerakan eksplosif memungkinkan pemain mencapai titik pukul optimal di atas net. Tanpa daya ledak yang memadai, seorang spiker akan kesulitan melewati blokade tangan lawan yang berusaha membendung serangan di depan jaring. Oleh karena itu, peningkatan komponen fisik ini secara langsung berkontribusi pada efektivitas serangan tim secara kolektif.

Integrasi antara kekuatan ekstremitas atas dan daya ledak ekstremitas bawah menciptakan sinergi gerak yang mendukung kompleksitas teknik *smash*. Teknik *smash* sendiri melibatkan koordinasi seluruh tubuh, mulai dari langkah awalan, tolakan meloncat, hingga pendaratan yang stabil (Irwanto, 2021). Program latihan gabungan yang terdiri dari *pull-up* dan *squat jump* terbukti mampu mengoptimalkan fungsi fisiologis siswa selama periode eksperimen. Latihan yang dilakukan secara berulang dan meningkat bebannya secara bertahap memberikan adaptasi positif pada sistem saraf dan otot atlet (Nasrulloh dkk., 2018). Hal ini membuktikan bahwa latihan kondisi fisik yang spesifik sangat diperlukan untuk menunjang keterampilan teknik dasar bola voli. Temuan dalam penelitian ini juga selaras dengan hasil studi terdahulu yang dilakukan oleh Pamungkas (2024) pada populasi siswa ekstrakurikuler di wilayah lain. Penelitian tersebut menyatakan bahwa kontribusi gabungan antara daya ledak lengan dan tungkai mencapai angka signifikan sebesar 54,17% terhadap kemampuan teknik. Selain itu, Widodo (2025) juga memperkuat pernyataan bahwa kekuatan lompatan memberikan stabilitas tubuh yang lebih baik saat melakukan pukulan di udara. Konsistensi hasil antara penelitian ini dengan literatur sebelumnya menegaskan bahwa penguasaan teknik tidak bisa dipisahkan dari fondasi fisik. Data ini memberikan argumen kuat bagi para pelatih untuk tidak hanya fokus pada simulasi permainan semata. Secara praktis, hasil penelitian ini memberikan solusi atas masalah rendahnya kualitas serangan yang ditemukan pada tahap observasi awal di SMA Negeri 5 Banda Aceh. Sebelum intervensi diberikan, variasi latihan yang monoton menyebabkan perkembangan kemampuan fisik siswa cenderung stagnan dan tidak mencapai target. Dengan adanya data numerik yang menunjukkan peningkatan rata-rata sebesar 2,86, efektivitas program latihan beban dan pliometrik kini memiliki dasar ilmiah. Hal ini menunjukkan pentingnya penyusunan kurikulum latihan yang bervariasi agar motivasi dan performa atlet tetap berada pada level optimal. Program latihan 16 pertemuan ini layak dijadikan model pengembangan bakat olahraga di lingkungan sekolah menengah. Meskipun penelitian ini berhasil membuktikan adanya pengaruh signifikan, peneliti menyadari adanya beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan dalam interpretasi hasil. Jumlah sampel yang hanya terdiri dari 14 siswa aktif membatasi tingkat generalisasi temuan untuk populasi atlet yang lebih luas atau profesional. Selain itu, durasi penelitian yang hanya mencakup 16 kali pertemuan mungkin belum cukup untuk melihat adaptasi fisik jangka panjang yang lebih permanen. Faktor eksternal seperti kondisi psikologis siswa dan asupan nutrisi selama masa pelatihan juga tidak dikontrol secara ketat dalam eksperimen ini. Namun, hasil ini tetap memberikan kontribusi teoritis yang berharga bagi pengembangan ilmu kepelatihan bola voli.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan analisis data yang telah dilaksanakan, dapat ditarik kesimpulan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan dari kekuatan otot lengan dan daya ledak otot tungkai terhadap kemampuan *smash* pada peserta ekstrakurikuler bola voli SMA Negeri 5 Banda Aceh. Temuan ini membuktikan bahwa penguatan pada komponen fisik pendukung merupakan faktor esensial dalam meningkatkan kualitas teknik serangan pemain di lapangan. Secara keseluruhan, integrasi antara kemampuan ekstremitas atas untuk menghasilkan

pukulan yang kuat dan kemampuan ekstremitas bawah untuk meloncat secara eksplosif telah memberikan dampak positif yang nyata terhadap efektivitas *smash* siswa. Sehubungan dengan hasil tersebut, disarankan kepada para pelatih untuk menjadikan latihan kekuatan otot lengan dan daya ledak otot tungkai sebagai bagian tetap dalam program pembinaan agar keterampilan teknik atlet meningkat secara optimal. Pihak sekolah diharapkan dapat memberikan dukungan penuh melalui penyediaan sarana dan prasarana yang memadai guna menunjang keberlangsungan kegiatan olahraga yang berbasis data ilmiah. Terakhir, bagi peneliti selanjutnya, sangat dianjurkan untuk memperluas cakupan penelitian dengan jumlah sampel yang lebih besar serta mengeksplorasi berbagai variasi metode latihan lainnya agar diperoleh hasil yang lebih komprehensif bagi kemajuan prestasi olahraga bola voli.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, S. (2016). *Buku Olahraga Paling Lengkap*. Jakarta: PT. Serambi Semesta Distribusi.
- Aristrianto, R., & Rasyid, W. (2020). Tinjauan Kondisi Fisik Pemain Bola Voli SMA Negeri 1 Lembah Melintang Kabupaten Pasaman Barat. *Jurnal Pendidikan dan Olahraga*, 3(5), 1–6.
- Atiq, A., dkk. (2020). *Strategri dan Pola Latihan Fisik Atlet Pemula*. Pontianak: Pustaka Rumah Aloy.
- Bachtiar. (2017). *Permainan Besar II: Bola Voli dan Bola Tangan*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Bokingo, A. I., Mile, S., & Amri, M. F. L. (2024). Latihan Kekuatan Otot Lengan terhadap Ketepatan Smash dalam Permainan Bola Voli. *Jambura Arena Sports (JAS)*, 1(1), 14–21.
- Bujang. (2025). *Meningkatkan Performa Atlet Bola Voli Aspen Fisik, Latihan, dan Pemulihan*. Gowa: CV. Ruang Tentor.
- Destriana, Destriani, Yusfi, H., & Muslimin. (2020). *Model Pembelajaran Permainan Bola Voli*. Bening Media Publishing.
- Dzulkarnaen, D., & Firmansah, A. (2023). Pengaruh Latihan Daya Ledak Otot Tungkai terhadap Kemampuan Smash pada Ekstrakurikuler Bola Voli SMKN 4 Kota Serang. *SEBA Sports Journal*, 1(1), 27–29.
- Emral. (2017). *Pengantar Teori Dan Metodologi Pelatihan Fisik*. Depok: Kencana.
- Fauzi, M. S., & Sapulete, J. J. (2023). *Buku Ajar: Didaktik Metodik Pembelajaran Bola Voli*. Indramayu: Penerbit Adab.
- Harsono. (2017). *Kepelatihan Olahraga (Teori dan Metodologi)*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Hasyim, & Saharullah. (2019). *Dasar-Dasar Ilmu Kepelatihan*. Makassar: Badan Penerbit Universitas Negeri Makassar.
- Irwanto, E. (2021). *Buku Ajar Bola Voli: Sejarah, Teknik Dasar, Strategi, Peraturan dan Perwasitan*. KMedia: Universitas PGRI Banyuwangi.
- Lamusu, A., & Lamusu, Z. (2023). Kekuatan Otot Lengan dengan Kecepatan Pukulan Gyaku Tsuki Chudan Katate Mahasiswa. *Jambura Journal of Sports Coaching*, 5(1), 72–79.
- Maulana, I., & Santoso, R. (2025). Survei Minat Olahraga Bola Voli Remaja di Kecamatan Ambal Tahun 2025: Penelitian. *Jurnal Pengabdian Masyarakat dan Riset Pendidikan*, 3(4), 451–457.
- Mulyadi, D. Y., & Pratiwi, E. (2020). *Pembelajaran Bola Voli*. Palembang: Bening Media Publishing.
- Nasrulloh, A., Prasetyo, Y., & Apriyanto, K. D. (2018). *Dasar-Dasar Latihan Beban*. Yogyakarta: UNY Press.
- Pamungkas, F., & Zulraflia. (2024). Kontribusi Daya Ledak Otot Tungkai Dan Daya Ledak Otot Lengan terhadap Kemampuan Smash Pada Permainan Bola Voli Putra Ekstrakulikuler di

- SMA Negeri 1 Kandis-Siak. *INNOVATIVE: Journal of Social Science Research*, 4(3), 6063–6072.
- Pirmansyah, D., Mahendra, A., & Sari, P. S. (2023). Pengaruh Kekuatan Otot Lengan Terhadap Kemampuan Smash Bola Voli di MTs Al-Ikhlas Tanjung Sakti. *Journal Physical Health Recreation (JPHR)*, 4(1), 1–7.
- Reynaud, C. (2015). *The Volleyball Coaching Bible, Volume II. Human Kinetics*.
- Rohendi, A., & Suwandar, E. (2018). *Metode Latihan dan Pembelajaran Bola Voli Untuk Umum*. Bandung: Alfabeta.
- Rusdiawan, A., dkk. (2024). *Dasar-Dasar Latihan Kekuatan*. Ponorogo: Uwais Inspirasi Indonesia.
- Ruslan, & Duhe, E. D. P. (2021). Pengaruh Metode Latihan Drill Terhadap Keterampilan Servis Bawah Permainan Bola Voli. *Jambura Journal of Sports Coaching*, 3(2), 68–73.
- Samsudin. (2022). Pengaruh kelincahan dan kekuatan otot lengan terhadap kemampuan menggiring bola dalam permainan bola basket pada siswa ekstrakurikuler SMP Negeri 3 Belo. *Jurnal Pendidikan Olahraga*, 12(1), 11-16.
- Setyawan, R. (2022). *Mengenal Pelatihan Kondisi Fisik Dasar*. Sukabumi: CV. Haura Utama.
- Sudjana, N. (2001). *Penelitian dan Penilaian Pendidikan*. Bandung: Sinar Baru.
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Suhadi. (2022). *Bola Voli Untuk Semua*. Yogyakarta: Bintang Semesta Media.
- Tawakal, I. (2020). *Buku Jago Bola Voli*. Tangerang Selatan: Cemerlang.
- Wiarso, G. (2021). *Dasar-dasar Kepelatihan Olahraga*. Lampung: Geupedia.
- Widiastuti. (2015). *Tes dan Pengukuran Olahraga*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Widodo, P., & Fadli, A. (2025). Hubungan Daya Ledak Otot Tungkai dan Kekuatan Lengan Terhadap Akurasi Smash Bola Voli Putra Mts Sultan Agung Sрати Tahun 2024/2025. *Jurnal Pengabdian Masyarakat dan Riset Pendidikan (JERKIN)*, 4(1), 8–17.