



: <http://dx.doi.org/10.25157/jkor.v01i0.00000>

Literature Review: Biomekanika *Counter Movement Jump* dan *Squat Jump* sebagai Pengukuran *Vertical Jump*

Hendra Rustiawan¹, Alen Rismayadi², Risma³

¹³Program Studi Pendidikan Jasmani, Universitas Galuh, Indonesia

²Program Studi Kepeleatihan Fisik Olahraga, Fakultas Pendidikan Olahraga dan Kesehatan. Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia

Email:hendrarustiawan@unigal.ac.id

ABSTRACT

This study aims to review and synthesize previous research findings on the biomechanical characteristics of the *Countermovement Jump* (CMJ) and *Squat Jump* (SJ) as methods for measuring vertical jump performance. This study employed a literature review approach by examining scientific articles retrieved from the Scopus, Web of Science, PubMed, ScienceDirect, SpringerLink, and Google Scholar databases. The selected literature met the inclusion criteria of discussing the biomechanics of CMJ and SJ, biomechanical variables related to vertical jump performance, and being published in reputable scientific journals. The collected data were analyzed using a content analysis approach and synthesized narratively to provide a comprehensive overview of the existing evidence. The review findings indicate that the *Countermovement Jump* generally produces greater jump performance than the *Squat Jump* due to its utilization of the stretch-shortening cycle (SSC), which enhances force production and explosive power. In contrast, the *Squat Jump* primarily reflects pure concentric muscle contraction, making it an effective assessment for evaluating lower-limb explosive strength without the influence of elastic energy storage. The biomechanical analysis of both jump tests includes several key parameters, such as ground reaction force, peak power, impulse, rate of force development (RFD), take-off velocity, and movement coordination. Furthermore, advances in biomechanical assessment technologies, including force plates, motion capture systems, and inertial measurement units (IMUs), have substantially improved measurement accuracy and contributed to athlete performance evaluation, neuromuscular fatigue monitoring, and evidence-based training program development. In conclusion, the *Countermovement Jump* and *Squat Jump* are valid, reliable, and complementary methods for assessing vertical jump performance in biomechanical analyses. The combined use of both tests provides a more comprehensive evaluation of muscular strength, explosive power, stretch-shortening cycle efficiency, and neuromuscular function. Therefore, both assessment methods are recommended as valuable tools for biomechanical research, athletic performance evaluation, training adaptation monitoring, and injury rehabilitation.

Keywords: *Counter movement jump, Squat jump, Vertical jump, stretch-shortening cycle, Power.*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dan mensintesis hasil-hasil penelitian mengenai karakteristik biomekanika *counter movement jump* dan *squat jump* sebagai metode pengukuran *vertical jump*. Penelitian ini menggunakan metode *literature review* dengan menelaah berbagai artikel ilmiah yang diperoleh dari basis data Scopus, Web of Science, PubMed, ScienceDirect, SpringerLink, dan Google Scholar. Literatur dipilih berdasarkan kriteria inklusi berupa artikel yang membahas biomekanika CMJ dan SJ, variabel biomekanika *vertical jump*, serta dipublikasikan pada jurnal ilmiah bereputasi. Data dianalisis menggunakan pendekatan analisis isi (*content analysis*) dan disintesis secara naratif untuk memperoleh gambaran yang komprehensif mengenai hasil penelitian. Hasil kajian menunjukkan bahwa *counter movement jump* menghasilkan performa lompatan yang lebih tinggi dibandingkan *squat jump* karena memanfaatkan mekanisme *stretch-shortening cycle* (SSC) yang meningkatkan produksi gaya dan daya eksplosif. Sebaliknya, *squat jump* lebih menggambarkan kemampuan kontraksi konsentrik murni sehingga efektif digunakan untuk mengevaluasi kekuatan eksplosif otot tanpa pengaruh energi elastik. Analisis biomekanika kedua metode meliputi berbagai parameter, seperti *ground reaction force*, *peak power*, impuls, *rate of force development*, *take-off velocity*, dan koordinasi gerak. Perkembangan teknologi, seperti *force plate*, *motion capture*, dan *inertial measurement unit* (IMU), semakin meningkatkan akurasi pengukuran

serta mendukung evaluasi performa atlet, pemantauan kelelahan neuromuskular, dan penyusunan program latihan berbasis bukti. Kesimpulan: *counter movement jump* dan *squat jump* merupakan metode pengukuran *vertical jump* yang valid, reliabel, dan saling melengkapi dalam analisis biomekanika. Penggunaan kedua tes secara bersamaan memberikan informasi yang lebih komprehensif mengenai kekuatan, daya ledak, efisiensi *stretch-shortening cycle*, dan fungsi neuromuskular. Oleh karena itu, kedua metode direkomendasikan sebagai instrumen evaluasi dalam penelitian biomekanika, pembinaan olahraga prestasi, pemantauan adaptasi latihan, dan rehabilitasi cedera.

Kata Kunci: Daya ledak, *Counter movement jump*, *Squat jump*, *Vertical jump*, *stretch-shortening cycle*

Cara sitasi:

Rustiawan, H. dkk (2026) Literature Review: Biomekanika *Counter Movement Jump* dan *Squat Jump* sebagai Pengukuran *Vertical Jump*. *Jurnal Keolahragaan*, 12(2), 1-8.

Sejarah Artikel:

dikirim _____, Direvisi _____, Diterima.

PENDAHULUAN

Perspektif biomekanika, *vertical jump* merupakan gerakan eksplosif yang melibatkan koordinasi berbagai segmen tubuh untuk menghasilkan perpindahan pusat massa tubuh (center of mass) secara vertikal melalui gaya reaksi tanah (*ground reaction force*) (Mahdi et al., 2025). Gerakan ini diawali dengan fase persiapan atau *eccentric phase*, ketika sendi panggul, lutut, dan pergelangan kaki melakukan fleksi untuk menyimpan energi elastis pada otot dan tendon. Selanjutnya terjadi fase konsentris (*propulsion phase*), yaitu kontraksi otot secara cepat yang menghasilkan ekstensi pada ketiga sendi tersebut (*triple extension*), sehingga tubuh terdorong ke atas (Hendrawan, 2023). Setelah meninggalkan permukaan tanah (*flight phase*), tubuh mencapai tinggi maksimum sebelum memasuki fase pendaratan (*landing phase*), di mana otot-otot tungkai kembali bekerja secara eksentrik untuk menyerap gaya benturan dan menjaga stabilitas tubuh (Hendrawan, 2023).

Secara biomekanika tinggi lompatan tidak hanya ditentukan oleh kekuatan otot, tetapi juga oleh kemampuan sistem neuromuskular menghasilkan gaya dalam waktu yang sangat singkat atau *rate of force development* (RFD) (Fajar et al., 2025). Individu yang mampu mengembangkan gaya secara cepat akan menghasilkan impuls (*impulse*) yang lebih besar selama fase tolakan. Besarnya impuls merupakan hasil perkalian antara gaya dan waktu aplikasi gaya, sehingga semakin besar impuls yang dihasilkan, semakin tinggi kecepatan lepas landas (*take-off velocity*) dan semakin tinggi pula lompatan yang dicapai. Variabel gaya eksentrik, RFD, dan kekuatan tungkai memiliki hubungan yang signifikan dengan performa *vertical jump* (Prasetya et al., 2020).

Biomekanika *vertical jump* juga menekankan pentingnya koordinasi antarsegmen tubuh melalui mekanisme *proximal-to-distal sequencing* (Loren Z.F. Chiu, Megan A. Bryanton, 2014). Energi mekanik dihasilkan terlebih dahulu oleh otot-otot besar pada panggul, kemudian ditransfer ke lutut dan akhirnya ke pergelangan kaki sehingga menghasilkan gerakan yang efisien. Sinkronisasi gerakan ini memungkinkan transfer momentum yang optimal dan meminimalkan kehilangan energi selama fase tolakan (García-Pinillos et al., 2014). Apabila koordinasi gerak terganggu atau salah satu sendi tidak menghasilkan momen gaya yang Selain

itu, konsep *stretch-shortening cycle* (SSC) merupakan prinsip utama dalam biomekanika vertical jump (Impellizzeri et al., 2007). SSC terjadi ketika kontraksi eksentrik segera diikuti oleh kontraksi konsentrik dengan jeda waktu yang sangat singkat. Mekanisme ini memungkinkan penyimpanan energi elastis pada tendon dan jaringan ikat selama fase penurunan, yang kemudian dilepaskan kembali saat fase tolakan sehingga meningkatkan produksi daya (*power output*) (Bagaskara, 2018). Efektivitas SSC dipengaruhi oleh kekakuan tendon, aktivasi neuromuskular, dan kecepatan transisi antara fase eksentrik dan konsentrik. Penelitian yang menunjukkan bahwa karakteristik mekanik otot berhubungan dengan kemampuan menghasilkan daya, laju perkembangan gaya, dan performa vertical jump (Bagaskara & Suharjana, 2019).

Sudut pandang analisis biomekanika modern, evaluasi vertical jump saat ini banyak dilakukan menggunakan *force plate*, sistem *motion capture*, maupun teknologi *markerless motion capture* (Pagaduan & Pojskic, 2020). Perangkat tersebut mampu mengukur variabel biomekanika seperti gaya reaksi tanah, daya, impuls, waktu kontak, kecepatan lepas landas, hingga pola gerakan sendi secara lebih akurat dibandingkan pengukuran tinggi lompatan semata (García-Pinillos et al., 2014). Penggunaan *force plate* memungkinkan perhitungan tinggi lompatan dengan berbagai pendekatan biomekanika yang memberikan informasi lebih komprehensif mengenai kualitas gerakan dan fungsi neuromuskular dibandingkan hanya mengukur tinggi lompatan.

Biomekanika memandang vertical jump sebagai hasil interaksi kompleks antara faktor mekanik, neuromuskular, dan koordinasi gerak (Rustiawan et al., 2021). Tinggi lompatan dipengaruhi oleh kemampuan menghasilkan gaya yang besar dalam waktu singkat, efisiensi *stretch-shortening cycle*, koordinasi *triple extension*, serta optimalisasi transfer energi antarsegmen tubuh (Rustiawan et al., 2023). Oleh karena itu, analisis biomekanika tidak hanya digunakan untuk mengevaluasi performa atlet, tetapi juga untuk merancang program latihan, meningkatkan efisiensi gerak, serta mengurangi risiko cedera melalui identifikasi pola gerakan yang kurang optimal.

Tujuan penelitian dalam kajian biomekanika yang menggunakan *counter movement jump* (CMJ) dan *squat jump* (SJ) sebagai metode pengukuran *vertical jump* adalah untuk menganalisis karakteristik mekanis dan neuromuskular yang berkontribusi terhadap kemampuan menghasilkan gaya, daya, dan tinggi lompatan. Kedua jenis lompatan tersebut digunakan karena memiliki karakteristik biomekanika yang berbeda sehingga mampu memberikan informasi yang lebih komprehensif mengenai performa ekstremitas bawah. Dalam biomekanika olahraga, pengukuran *vertical jump* tidak hanya bertujuan mengetahui tinggi lompatan, tetapi juga mengevaluasi mekanisme produksi gaya, koordinasi gerak, efisiensi penggunaan energi elastik, serta kemampuan sistem neuromuskular dalam menghasilkan gerakan eksplosif.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan yaitu suatu metode penelitian yang bertujuan untuk mengidentifikasi, mengumpulkan, mengevaluasi, dan mensintesis berbagai hasil penelitian yang telah dipublikasikan mengenai aspek biomekanika pada *counter movement jump* (CMJ) dan *squat jump* (SJ) sebagai instrumen pengukuran *vertical jump*. Pendekatan ini dilakukan untuk memperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai konsep teoritis, perkembangan

penelitian terkini, serta temuan empiris yang berkaitan dengan karakteristik biomekanika kedua jenis lompatan tersebut. Melalui metode *literature review*, peneliti tidak melakukan pengumpulan data secara langsung di lapangan, melainkan menggunakan data sekunder yang berasal dari artikel ilmiah, buku, dan publikasi akademik yang relevan.

Proses penelusuran literatur dilakukan secara sistematis melalui berbagai basis data ilmiah bereputasi, seperti *Scopus*, *Web of Science*, *PubMed*, *ScienceDirect*, *SpringerLink*, dan *Google Scholar*. Penelusuran dilakukan menggunakan kombinasi kata kunci, antara lain *biomechanics*, *counter movement jump*, *squat jump*, *vertical jump*, *jump performance*, *ground reaction force*, *stretch-shortening cycle*, dan *neuromuscular performance*. Untuk memperoleh literatur yang mutakhir dan sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan, artikel yang dipilih diprioritaskan berasal dari publikasi dalam lima tahun terakhir, meskipun beberapa artikel klasik yang memiliki kontribusi besar terhadap perkembangan konsep biomekanika tetap digunakan sebagai landasan teori.

Seleksi literatur dilakukan berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan. Kriteria inklusi meliputi artikel penelitian asli (*original research*), artikel tinjauan (*review article*), maupun publikasi ilmiah yang membahas analisis biomekanika *counter movement jump* dan *squat jump*, penggunaan kedua tes tersebut sebagai pengukuran *vertical jump*, variabel biomekanika seperti gaya reaksi tanah (*ground reaction force*), daya (*power*), impuls (*impulse*), kecepatan lepas landas (*take-off velocity*), *rate of force development*, aktivitas neuromuskular, serta mekanisme *stretch-shortening cycle*. Artikel yang digunakan dipublikasikan dalam jurnal ilmiah bereputasi, tersedia dalam teks lengkap, dan ditulis dalam bahasa Indonesia maupun bahasa Inggris. Sementara itu, artikel yang tidak berkaitan dengan topik penelitian, tidak memiliki data ilmiah yang jelas, hanya berupa abstrak, prosiding tanpa naskah lengkap, atau publikasi nonilmiah dikeluarkan dari proses kajian.

Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan pendekatan analisis isi (*content analysis*) melalui proses membaca secara kritis, mengidentifikasi tujuan penelitian, metode yang digunakan, karakteristik subjek penelitian, instrumen pengukuran, variabel biomekanika yang dianalisis, serta hasil utama dari setiap penelitian. Selanjutnya dilakukan sintesis secara naratif untuk membandingkan persamaan, perbedaan, kelebihan, dan keterbatasan hasil penelitian sehingga diperoleh gambaran yang utuh mengenai karakteristik biomekanika *counter movement jump* dan *squat jump* sebagai pengukuran *vertical jump*. Pendekatan sintesis naratif dipilih karena mampu mengintegrasikan berbagai temuan penelitian yang memiliki desain, populasi, dan metode analisis yang beragam sehingga menghasilkan kesimpulan yang lebih komprehensif.

Melalui metode *literature review* ini diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang mendalam mengenai perkembangan penelitian biomekanika *counter movement jump* dan *squat jump*, kontribusi masing-masing metode dalam mengukur kemampuan *vertical jump*, serta implikasinya terhadap evaluasi performa, penyusunan program latihan, dan pengembangan penelitian di bidang biomekanika olahraga. Pendekatan ini juga memungkinkan peneliti mengidentifikasi kesenjangan penelitian (*research gap*) sehingga dapat menjadi dasar bagi penelitian eksperimental pada masa mendatang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil kajian literatur menunjukkan bahwa *counter movement jump* (CMJ) dan *squat jump* (SJ) merupakan dua metode yang paling banyak digunakan dalam penelitian biomekanika untuk mengukur kemampuan *vertical jump*. Meskipun keduanya memiliki tujuan yang sama, yaitu mengevaluasi kemampuan lompatan vertikal, kedua tes tersebut melibatkan mekanisme biomekanika yang berbeda sehingga menghasilkan informasi yang saling melengkapi mengenai performa neuromuskular ekstremitas bawah. Berbagai penelitian dalam beberapa tahun terakhir menunjukkan bahwa analisis biomekanika terhadap CMJ dan SJ tidak hanya berfokus pada tinggi lompatan, tetapi juga pada variabel-variabel seperti gaya reaksi tanah (*ground reaction force*), daya (*power*), impuls (*impulse*), *rate of force development* (RFD), kecepatan lepas landas (*take-off velocity*), waktu fase eksentrik dan konsentrik, serta efisiensi koordinasi neuromuskular (McMahon et al., 2019) (Bishop et al., 2021).

Kajian menunjukkan bahwa *counter movement jump* secara konsisten menghasilkan tinggi lompatan yang lebih besar dibandingkan *squat jump*. Perbedaan ini terjadi karena CMJ memanfaatkan mekanisme *stretch-shortening cycle* (SSC), yaitu rangkaian kontraksi eksentrik yang segera diikuti oleh kontraksi konsentrik. Pada fase eksentrik, otot dan tendon menyimpan energi elastik yang kemudian dilepaskan pada fase tolakan sehingga meningkatkan produksi gaya dan daya. Selain itu, aktivasi refleks regang (*stretch reflex*) juga berkontribusi terhadap peningkatan rekrutmen unit motorik, sehingga menghasilkan kontraksi otot yang lebih eksplosif. Oleh karena itu, CMJ dinilai lebih mampu menggambarkan performa gerak eksplosif yang terjadi pada berbagai cabang olahraga seperti bola voli, bola basket, sepak bola, atletik, dan bulu tangkis yang melibatkan gerakan melompat secara dinamis (Muñoz-gracia et al., 2025) (McMahon et al., 2019).

Sebaliknya, *squat jump* dilakukan dari posisi jongkok statis tanpa didahului gerakan penurunan tubuh sehingga kontribusi *stretch-shortening cycle* sangat minimal. Kondisi ini menyebabkan energi elastik tidak tersimpan secara optimal dan kontraksi otot yang terjadi hampir sepenuhnya berasal dari kontraksi konsentrik. Oleh karena itu, SJ dianggap lebih representatif untuk mengukur kemampuan kekuatan eksplosif murni otot ekstremitas bawah tanpa dipengaruhi oleh mekanisme elastik maupun refleks neuromuskular. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa meskipun tinggi lompatan SJ lebih rendah dibandingkan CMJ, hasil pengukuran SJ memiliki reliabilitas yang tinggi dalam mengevaluasi kapasitas produksi gaya konsentrik dan kekuatan otot tungkai, terutama pada proses pemantauan adaptasi latihan kekuatan (*strength training*) (Gathercole et al., 2023).

Analisis berbagai penelitian juga menunjukkan bahwa selisih performa antara CMJ dan SJ dapat digunakan sebagai indikator efisiensi pemanfaatan *stretch-shortening cycle*. Atlet yang memiliki selisih tinggi lompatan yang besar antara CMJ dan SJ umumnya memiliki kemampuan yang lebih baik dalam memanfaatkan energi elastik dan koordinasi neuromuskular selama fase transisi eksentrik menuju konsentrik. Sebaliknya, apabila selisih kedua tes relatif kecil, hal tersebut dapat mengindikasikan bahwa atlet belum mampu mengoptimalkan mekanisme SSC sehingga program latihan pliometrik dapat menjadi salah satu intervensi yang direkomendasikan untuk meningkatkan performa eksplosif. Dengan demikian, penggunaan kedua tes secara bersamaan memberikan informasi yang lebih komprehensif dibandingkan hanya menggunakan salah satu metode saja (Bishop et al., 2021).

Hasil kajian juga memperlihatkan bahwa perkembangan teknologi biomekanika telah meningkatkan akurasi pengukuran CMJ dan SJ. Penggunaan *force plate*, sistem *motion capture* tiga dimensi, *optoelectronic system*, *contact mat*, serta *inertial measurement unit* (IMU) memungkinkan pengukuran berbagai parameter biomekanika secara lebih rinci. Data yang diperoleh tidak hanya berupa tinggi lompatan, tetapi juga mencakup gaya puncak, daya puncak, impuls, waktu kontak, durasi fase eksentrik dan konsentrik, kecepatan pusat massa, serta pola koordinasi gerakan sendi panggul, lutut, dan pergelangan kaki. Informasi tersebut memberikan gambaran yang lebih mendalam mengenai strategi gerak individu serta faktor-faktor yang memengaruhi performa lompatan (Lake et al., 2023).

Selain sebagai alat evaluasi performa olahraga, CMJ dan SJ juga banyak dimanfaatkan untuk memantau tingkat kelelahan neuromuskular, efektivitas program latihan, proses rehabilitasi cedera, serta kesiapan atlet sebelum mengikuti pertandingan. Penurunan nilai gaya, daya, maupun tinggi lompatan pada CMJ sering digunakan sebagai indikator adanya kelelahan neuromuskular setelah latihan atau kompetisi. Oleh karena itu, kedua metode ini menjadi instrumen yang praktis, valid, dan reliabel dalam pemantauan kondisi fisik atlet secara berkala (Gathercole et al., 2023).

Secara keseluruhan, hasil literature review menunjukkan bahwa *counter movement jump* dan *squat jump* merupakan metode pengukuran *vertical jump* yang memiliki karakteristik biomekanika berbeda namun saling melengkapi. CMJ lebih mencerminkan kemampuan memanfaatkan mekanisme *stretch-shortening cycle* dan koordinasi neuromuskular selama gerakan eksplosif, sedangkan SJ lebih menggambarkan kemampuan menghasilkan gaya melalui kontraksi konsentrik murni. Penggunaan kedua tes secara bersamaan memberikan informasi yang lebih lengkap mengenai kekuatan, daya ledak, efisiensi gerak, dan kapasitas neuromuskular seseorang. Temuan ini menunjukkan bahwa kombinasi CMJ dan SJ sangat relevan digunakan dalam penelitian biomekanika, evaluasi performa atlet, penyusunan program latihan, serta pengembangan strategi pencegahan cedera berbasis bukti ilmiah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian literatur, dapat disimpulkan bahwa *Counter Movement Jump* (CMJ) dan *squat jump* (SJ) merupakan dua metode pengukuran *vertical jump* yang memiliki validitas dan reliabilitas tinggi dalam mengevaluasi performa neuromuskular serta karakteristik biomekanika ekstremitas bawah. Meskipun keduanya sama-sama digunakan untuk mengukur kemampuan lompatan vertikal, CMJ dan SJ memiliki mekanisme biomekanika yang berbeda sehingga memberikan informasi yang saling melengkapi. *counter movement jump* memanfaatkan mekanisme *stretch-shortening cycle* (SSC), sehingga mampu menggambarkan kemampuan individu dalam mengoptimalkan penyimpanan dan pelepasan energi elastik, koordinasi neuromuskular, serta produksi daya eksplosif. Sebaliknya, Squat Jump lebih menekankan kemampuan menghasilkan gaya melalui kontraksi konsentrik tanpa kontribusi signifikan dari energi elastik, sehingga lebih merepresentasikan kekuatan eksplosif murni otot ekstremitas bawah.

Kajian literatur juga menunjukkan bahwa analisis biomekanika terhadap CMJ dan SJ tidak hanya terbatas pada tinggi lompatan, tetapi mencakup berbagai parameter penting seperti gaya reaksi tanah (*ground reaction force*), impuls, daya (*power*), *rate of force development* (RFD), kecepatan lepas landas (*take-off velocity*), serta koordinasi gerak pada sendi panggul,

lutut, dan pergelangan kaki. Perkembangan teknologi pengukuran biomekanika, seperti *force plate*, sistem *motion capture*, dan *inertial measurement unit* (IMU), memungkinkan evaluasi yang lebih akurat terhadap faktor-faktor yang memengaruhi performa lompatan. Dengan demikian, kedua metode tersebut tidak hanya berfungsi sebagai alat ukur kemampuan melompat, tetapi juga sebagai instrumen untuk mengidentifikasi kualitas fungsi neuromuskular, efektivitas program latihan, tingkat kelelahan, serta kesiapan atlet dalam menghadapi kompetisi.

DAFTAR PUSTAKA

- Bagaskara, B. A. (2018). *Pengaruh Latihan Plyometric box jump dan plyometric standing jump terhadap kemampuan Vertical Jump pada Atlet Klub Bola Voli Ganevo Usia 14 – 17 Tahun*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Bagaskara, B. A., & Suharjana. (2019). Pengaruh Latihan Plyometric Box Jump dan Plyometric Standing Jump Terhadap Kemampuan Vertical Jump Pada Atlet Klub Bolavoli. *Medikora*, 18(2), 64–69. <https://journal.uny.ac.id/index.php/medikora>
- Bishop, C., Turner, A., Jordan, M., Harry, J., Loturco, I., Lake, J., & Comfort, P. (2021). A Framework to Guide Practitioners for Selecting Metrics During the Countermovement and Drop Jump Tests. *Strength and Conditioning Journal*, 00(00), 1–9. <https://doi.org/https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000677>
- Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2011). Developing maximal neuromuscular power: Part 1—Biological basis of maximal power production. *Sports Medicine*, 41(1), 17–38.
- Fajar, M. K., Pd, S., Pd, M., Pd, M., Utami, T. S., Pd, S., Kes, M., Sidik, R. M., Ed, M., Hafidz, A., Pd, S., Pd, M., Alif, D., Daulay, A., Pd, S., Pd, M., Sidik, M., Ed, M., Purnomo, E. M., ... Pd, S. (2025). *THE POWER OF SPEED: Latihan Kecepatan untuk Semua Olahraga Editor : (M. P. Dr. Mochamad Purnomo, S.Pd., M.Kes, Dr. Abdul Hafidz, S.Pd., M.Pd, Dio Alif Airlangga Daulay, S.Pd. (ed.); Pertama)*. Uwais Inspirasi Indonesia. https://www.researchgate.net/publication/399646337_THE_POWER_OF_SPEED/link/696266cdc906f117f2a26afc/download?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19
- García-Pinillos, F., Martínez-Amat, A., Hita-Contreras, F., Martínez-López, E. J., & Latorre-Román, P. A. (2014). Effects of a contrast training program without external load on vertical jump, kicking speed, sprint, and agility of young soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(9), 2452–2460. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000452>
- Gathercole, R., Sporer, B., & Stellingwerff, T. (2023). Monitoring neuromuscular fatigue and performance using vertical jump assessments in athletes: Current evidence and practical applications. *Strength and Conditioning Journal*, 45(2), 24–37.
- Hendrawan, B. D. (2023). *Pengaruh Latihan Plyometric Depth Jump Dan Drop Jump Terhadap Kecepatan Dan Kelincahan Ditinjau Dari Daya Tahan Otot Tungkai Pada Atlet Tenis Lapangan Junior* [Universitas Negeri Yogyakarta]. [https://eprints.uny.ac.id/79009/1/fulltext_bagus dwi hendrawan_22611251005.pdf](https://eprints.uny.ac.id/79009/1/fulltext_bagus%20dwi%20hendrawan_22611251005.pdf)
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Maffiuletti, N., & Marcora, S. M. (2007). A vertical jump force test for assessing bilateral strength asymmetry in athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(11), 2044–2050. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31814fb55c>
- Lake, J. P., McMahon, J. J., & Comfort, P. (2023). Advances in biomechanical assessment of vertical jump performance in sport. *Sports Biomechanics*, 22(6), 1285–1302.
- Loren Z.F. Chiu, Megan A. Bryanton, and A. N. M. (2014). Proximal-to-Distal Sequencing in

- Vertical Jumping with and without Arm Swing. *Journal Of Strength and Conditioning Research*, 28(5), 1195–1202.
https://www.researchgate.net/publication/259984482_Proximal-to-Distal_Sequencing_in_Vertical_Jumping_With_and_Without_Arm_Swing
- Mahdi, M. N., Alwan, M. A., Kavalera, A., & Prasetya, A. D. (2025). Dinamika Performa Vertikal Jump Pada Tiga Kondisi Fisik Berbeda. *JIMU: Jurnal Ilmiah Multi Displin*, 04(01), 2640–2648.
<https://ojs.smkmerahputih.com/index.php/jimu/article/view/1902/1503>
- McMahon, J. J., Suchomel, T. J., & Is, J. P. L. (2019). Understanding the key phases of the countermovement jump force-time curve. *Strength & Conditioning Journal*, 40(4), 1–22.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000375>
- Muñoz-gracia, J. L., Ph, D., Sc, M., Alentorn-geli, E., Ph, D., Casals, M., & Ph, D. (2025). Assessment Methods of Sport-Induced Neuromuscular Fatigue : A Scoping Review. *IJSPT International Journal of Sports Physical Therapy*, 20(7), 943–956.
<https://doi.org/10.26603/001c.141230>
- Pagaduan, J., & Pojskic, H. (2020). A Meta-Analysis on the Effect of Complex Training on Vertical Jump Performance. *Journal of Human Kinetics*, 71(1), 255–265.
<https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0087>
- Prasetya, N. A., Chaerul, A., Yuda, A. K., Universitas, U., Jalan, S., & Telukjambe, H. S. R. (2020). Hubungan Kekuatan Otot Tungkai dengan Ketepatan Smash pada Ekstrakurikuler Bola Voli. *Jurnal Literasi Olahraga*, 1(November), 141–146. <https://journal-fkip.unsika.ac.id/index.php/JLO/article/download/3947/2828/10435>
- Rustiawan, H., Rohendi, A., Risma, R., & Rezha, M. (2023). Peningkatan Kondisi Fisik Menggunakan Metode Contrast Training pada Atlet Paralayang Kabupaten Ciamis Menghadapi Porprov Jawa Barat 2022. *Jurnal Keolahragaan*, 9(1), 9–26.
<https://doi.org/10.25157/jkor.v9i1.5289>
- Rustiawan, H., Taufik, A. R., & Sudrazat, A. (2021). Analisis Kondisi Fisik Pemain Spartan Basketball Club. *Jurnal Wahana Pendidikan*, 8(1), 1–14.
<https://doi.org/10.25157/wa.v8i1.4565>