

ANALISIS MEKANIKA GERAK FASE MENDARAT TEKNIK *OPEN SMASH* BOLA VOLI

MECHANICAL ANALYSIS OF LANDING PHASE IN *OPEN SMASH* TECHNIQUE OF VOLLEYBALL

^{1*}Martinez Edison Putra,²Fauzi,³Faidillah Kurniawan,⁴Novi Resmi Ningrum

^{1,2,3,4}Program Studi Pendidikan Kepelatihan Olahraga, Fakultas Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan,
Universitas Negeri Yogyakarta

Kontak koresponden: martinezedison.2022@student.uny.ac.id

ABSTRAK

Teknik *Open Smash* dalam Bola voli adalah jenis pukulan dasar dan sederhana yang umumnya bola terbang tinggi di udara, meskipun dapat menjadi pukulan yang sangat mematikan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi mekanika fase pendaratan pada teknik *Open Smash*. Penelitian ini menggunakan metode pengamatan dan pengukuran dengan menggunakan perangkat lunak *Kinovea* untuk mengukur fase pendaratan mahasiswa Kepelatihan Bola voli Universitas Tanjungpura. Sampel terdiri dari 7 mahasiswa Kepelatihan Bola voli Universitas Tanjungpura, dipilih dengan metode *purposive sampling*, yang memenuhi kriteria sebagai berikut: (1) anggota tim inti Kepelatihan Bola voli Putra di Universitas Tanjungpura, dan (2) pernah berpartisipasi dalam kejuaraan sesuai dengan peraturan Persatuan Bola voli Seluruh Indonesia PBVSI. Informasi yang diperoleh dari masing-masing sampel akan didokumentasikan dalam sebuah tabel untuk analisis lebih lanjut. Ini adalah survei deskriptif kuantitatif. Teknik analisis data yang digunakan adalah statistik deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 5 dari 7 mahasiswa (B, DW, F, H, dan R) mendarat pada satu kaki, sedangkan 2 mahasiswa (U dan D) mendarat pada kedua kaki. Pendaratan pada satu kaki dapat menyebabkan cedera pada pergelangan kaki dan lutut, yang dapat mengakibatkan konsekuensi yang fatal karena rendahnya fleksi lutut, dan momen adduksi pinggul, sudut abduksi lutut, peningkatan ekstensi lutut, dan momen varus yang lebih besar, sehingga menghasilkan beban dua kali lipat pada tubuh. Oleh karena itu, mahasiswa yang mendarat pada satu kaki lebih rentan terhadap cedera dibandingkan dengan mereka yang mendarat pada kedua kaki.

Kata Kunci: fase mendarat; mahasiswa; Bola voli

ABSTRACT

The Open Smash technique in volleyball is a basic and simple type of hit where the ball generally travels high in the air, although it can also be a highly lethal shot. The objective of this study is to investigate the mechanics of the landing phase in the Open Smash technique. This research employs observation and measurement methods using Kinovea software to measure the landing phase of students majoring in volleyball Coaching at Tanjungpura University. The sample consists of 7 students majoring in volleyball Coaching at Tanjungpura University, selected using purposive sampling technique, who meet the following criteria: (1) core team members of the men's volleyball coaching at Tanjungpura University, and (2) have

participated in championships according to PBVSI regulations. The data obtained from each sample will be recorded in a table for analysis. This study is a quantitative descriptive survey. Descriptive statistical analysis is used to analyze the data. The results show that five out of seven students (B, DW, F, H, and R) landed on one foot, while two students (U and D) landed in both feet. Landing on one foot can cause injuries to ankle and knee, leading to fatal consequences due to low knee flexion, hip adduction moment, knee abduction angle, increased knee extension, and larger varus moment, resulting in twice the load on the body. Therefore, students who land on one foot have a greater risk of injury compared to those who land on both feet.

Keywords: *landing phase; students; Volleyball*

Pendahuluan

Bermain olahraga seperti Bola voli dan Bola basket mengharuskan untuk banyak melompat (Moran et al., 2019), akan tetapi, ada gerakan yang bisa membuat cedera ketika mendarat (Davis et al., 2019), cedera pergelangan kaki lazim terjadi di Bola voli elit dan diduga akibat kontak pemain di net (Skazalski et al., 2018), mulai dari 27% hingga 47%, cedera pada ekstremitas bawah terjadi (Cassel et al., 2019; Khairunnisa & Pitriani, 2020). *Injury Surveillance System* (ISS) memberikan informasi tentang tingkat cedera selama kompetisi *Federation International of Volleyball* (FIVB). Data yang diberikan ISS memperlihatkan tingkat cedera pergelangan kaki 25,9%, diikuti oleh lutut 15,2% (Bere et al., 2015). Pemain Bola voli beresiko mengalami cedera pada pergelangan kaki dan lutut karena melakukan serangan dan membendung (Cuñado-González et al., 2019; Zahradnik et al., 2017). Data dari pemain elite tingkat nasional spanyol (Cuñado-González et al., 2019), dan atlet-atlet elite Bola voli menunjukkan bahwa cedera pergelangan kaki dan lutut terjadi akibat kontak pemain di net (Bleecker et al., 2021; Maciel Rabello et al., 2019), misalnya, saat menyerang dan membendung di kaki rekan satu tim atau pun tim lawan.

Cedera pergelangan kaki bisa terjadi saat bermain Bola voli. Kita harus tahu lebih banyak tentang situasi permainan dan bagaimana cedera ini bisa terjadi agar kita bisa mengurangi risiko cederanya. Selanjutnya, cedera pergelangan kaki dan lutut secara umum dianggap dari hasil inversi bidang frontal, transversal dengan peningkatan ekstensi lutut dan momen varus serta penurunan fleksi lutut dalam posisi plantarfleksi selama manuver pendaratan (Bleecker et al., 2021; Davis et al., 2019; Garcia et al., 2022). Studi telah dilakukan untuk meneliti bagaimana gerakan kaki dan lutut memengaruhi keseleo pergelangan kaki dan lutut. Hasilnya, gerakan tertentu dapat mengurangi risiko cedera pada kaki dan lutut. Menggunakan pencocokan gambar berbasis model dari video cedera (Amoli et al., 2021; Li et al., 2023; Taylor et al., 2022). Dan analisis gerakan berbasis penanda dari cedera aktual selama menjalankan dan memotong manuver (Bahr & Bahr, 2014). Pemahaman dalam faktor-faktor seputar keseleo pergelangan kaki dan lutut, disarankan untuk melakukan analisis video yang mendetail untuk belajar lebih banyak tentang cedera pada pergelangan kaki dan lutut (Emery et al., 2015). Berdasarkan penjelasan tersebut, dapat disimpulkan bahwa mendarat merupakan gerakan *follow through* yang menjadi salah satu faktor terpenting setelah melakukan teknik *smash*. Pendaratan yang

tidak sempurna dapat menyebabkan cedera fatal pada pergelangan kaki dan lutut. Selain itu, pendaratan yang kurang sempurna dapat mengakibatkan cedera ringan, sedang, bahkan berat pada pergelangan kaki dan lutut.

Sejumlah penelitian sebelumnya tentang gerakan *smash* telah menunjukkan adanya kesalahan dalam tahap pendaratan setelah melakukan pukulan bola di udara sebesar 23.82% - 33.56% (Efriadi, 2018; Supriatna et al., 2021). Kesalahan tersebut dapat dilihat ketika seorang pemain melakukan pendaratan dengan salah satu kaki terlebih dahulu, yang menyebabkan ketidakseimbangan tubuh dan terkadang bagian tubuh pemain masuk ke lapangan lawan (Anwar et al., 2020). Temuan dari penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa para pemain mungkin kurang memahami teknik pendaratan dan tidak menyadari kesalahan-kesalahan yang dilakukan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis teknik dasar *open smash* pada fase mendarat, sehingga para pelatih dapat memperbaiki dan memperhatikan teknik *open smash* pada fase mendarat jika masih ditemukan kesalahan pada saat melaksanakan gerakan tersebut. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mendeskripsikan dan menganalisis feses mendarat pada mahasiswa kepelatihan Bola voli di Universitas Tanjungpura, sehingga memberikan informasi yang berguna mengenai fase mendarat.

Metode

Penelitian yang dilakukan adalah jenis kuantitatif deskriptif dengan metode *survey*. Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan Pengambilan *purposive sampling* terdiri dari 7 orang mahasiswa kepelatihan Bola voli yang memiliki kriteria sebagai berikut: (1) Tim inti putra kepelatihan Bola voli Universitas Tanjungpura, (2) pernah mengikuti kejuaraan sesuai aturan Persatuan Bola voli Seluruh Indonesia (PBVSI). Instrumen yang digunakan berupa kamera, aplikasi *software kinovea*, laptop, dan lembar pedoman.

Teknik pengumpulan data menggunakan teknik observasi yang berupa rekaman selanjutnya diolah menggunakan aplikasi *software kinovea* untuk dianalisa. Aplikasi *software kinovea* digunakan untuk menganalisis video, sehingga didapatkan gambar gerakan *smash*. Hasil dari gambar yang dianalisis meliputi fase mendarat. Berdasarkan analisis data, penelitian ini menggunakan statisik deskriptif.

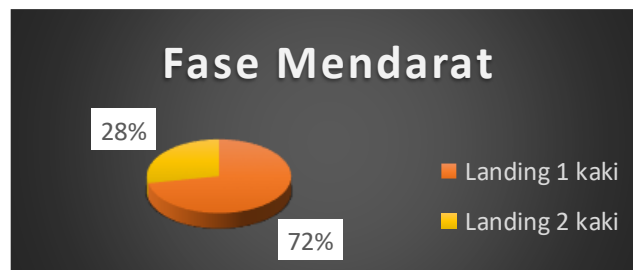
Hasil

Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari skripsi sebelumnya yang mengkaji teknik *open smash* pada mahasiswa kepelatihan Bola voli Universitas Tanjungpura. Data yang digunakan untuk penelitian ini terdiri dari fase mendarat yang diperoleh dari subjek penelitian.



Gambar 1. Sudut Mendarat

Pada tahap ini, setelah menjalankan teknik *Open Smash*, seorang mahasiswa menyelesaikan fase pendaratan dengan mendarat pada kaki kiri, sehingga menyebabkan sudut lutut membentuk sudut sebesar $108,0^\circ$.



Gambar 2. Hasil Analisis Mekanik Gerak Fase Mendarat Teknik *open Smash*

Berdasarkan analisis data yang disajikan pada diagram diatas, dapat dilihat bahwa dari hasil fase pendaratan, lima mahasiswa (B, DW, F, H, dan R) mendarat hanya dengan satu kaki sementara dua (D dan U) mendarat dengan menggunakan kedua kakinya.

Pembahasan

Bola voli merupakan olahraga di mana dua tim yang saling bertanding untuk mencetak poin. Setiap tim terdiri dari enam pemain (Salunta & Yendrizal, 2019; Nusi & Refiater, 2021). Terdapat beberapa teknik dasar yang harus ditingkatkan dan dikuasi oleh pemain, termasuk servis (*service*), *passing*, umpan (*setting*), bendungan (*blocking*), dan *smashing* (Nasution, 2015). Salah satu cara untuk mencetak poin dalam permainan Bola voli adalah dengan melakukan *smashing*, yaitu memukul bola dengan keras (Suarsana & Baan, 2013). Menurut (Dai & Li, 2021), *spiking* merupakan gerakan olahraga yang melibatkan lompatan dan memukul bola sambil

mengayunkan lengan. Gerakan ini juga membutuhkan koordinasi yang baik antara tubuh bagian atas dan bawah (Shih & Wang, 2019).

Mendarat adalah tahapan penting dalam gerakan *smashing*. Fase mendarat merupakan bagian dari lompatan, di mana atlet harus mengontrol energi yang dihasilkan agar dapat mendarat dengan aman (Chorievna & Mamarajaboglu, 2022). Mendarat dengan kedua kaki rileks dan menekuk lutut dapat membantu mengurangi dampaknya (Putra et al., 2021). Hal ini sesuai dengan pernyataan Sudarmada & Wijaya, (2015: 84), di mana ketika mendarat dari lompatan, kaki harus ditekuk untuk mencegah cedera. Menekuk lutut atau pergelangan kaki dapat berfungsi sebagai penyerap kejutan dan menyerap tekanan.

Dalam Bola voli, *spike* adalah tindakan penting. Namun, teknik pendaratan dan asimetri sering dikaitkan dengan peningkatan risiko cedera (Afonso et al., 2021; Zahradnik et al., 2017). Garcia et al., (2022) juga menguatkan hal ini, di mana asimetri sering dikaitkan dengan peningkatan risiko cedera. Pendaratan dengan satu kaki dari aktivitas ini dengan gerakan mediolateral, pendaratan “mundur” dan “berjalan” dapat menimbulkan risiko cedera pada *Anterior Cruciate Ligament* (ACL). Hal ini dapat mengakibatkan cedera fatal pada lutut, yang merupakan salah satu bagian tubuh yang lemah dan rentan terhadap cedera. Kekakuan di lutut dapat menyebabkan cedera akibat membentur tanah atau benda lain, seperti patah tulang atau robek ligamen. Tergantung pada tingkat cedera yang dialami, cedera lutut dapat menyebabkank sakit yang lama dan memerlukan rehabilitas.

Moran et al., (2019) menyatakan bahwa selama fase pendaratan dengan satu kaki, momen adduksi pinggul, sudut abduksi lutut, peningkatan ekstensi lutut, momen varus, penurunan fleksi lutut (Davis et al., 2019), yang lebih besar akan menyebabkan beban dua kali lipat daripada mendarat dengan menggunakan dua kaki. Hal ini sejalan dengan penelitian Xu et al., (2022) yang menyatakan bahwa pendaratan satu kaki jauh lebih tinggi tingkat risiko cedera daripada pendaratan dua kaki sebesar 68%. Hal ini dapat dilihat dari perbedaan cara mendarat pada 5 mahasiswa dan 2 mahasiswa saat melakukan gerakan *smash* pada permainan Bola voli. Mendarat dengan hanya satu kaki, seperti yang dilakukan oleh 5 mahasiswa, meningkatkan risiko cedera dibandingkan dengan mendarat dengan kedua kaki seperti yang dilakukan oleh 2 mahasiswa. Dengan menggunakan kedua kaki, atlet dapat mempertahankan keseimbangan tubuh dan memberikan landasan yang stabil untuk melakukan gerakan dengan tepat dan efektif. Jika atlet hanya mendarat dengan satu kaki, mereka akan mengalami kesulitan dalam mengontrol keseimbangan tubuh saat mendarat, dan hal ini dapat menyebabkan cedera pada kaki yang tidak siap menahan beban tubuh. Beberapa faktor yang bisa menyebabkan seorang atlet mendarat dengan menggunakan satu kaki setelah melakukan gerakan *smash* pada permainan Bola voli antara lain kurangnya teknik dasar yang baik, kurangnya konsentrasi atau fokus, dan ketidaksiapan fisik.

Penelitian lain membuktikan bahwa faktor-faktor seperti yang dialami tubuh selama kinerja (gaya dan Torsi), posisi tubuh saat mendarat, pelaksanaan kinerja, dan permukaan pendaratan dapat berkontribusi dan mempengaruhi tingkat keparahan cedera (Bleecker et al., 2021; Tayfur et al., 2022). Risiko pendaratan dengan satu kaki juga dapat menyebabkan rentang

waktu cedera ACL (30-50 milidetik setelah mendarat) (Xu et al., 2021). Penelitian yang dilakukan oleh Karita et al., (2017) meneliti mekanisme cedera ligament anterior di Bola voli. Ditemukan bahwa 21 pemain (80.8%) menerima cedera saat mendarat, dan 16 di antaranya mengalami cedera saat mendarat dengan satu kaki setelah melakukan *spiking*. Oleh karena itu, untuk mengurangi cedera *Anterior Cruciate Ligament* (ACL) non-kontak pemain Bola voli harus mempertimbangkan strategi pendaratan dengan meningkatkan fleksi pinggul dan lutut secara sadar, serta fleksi plantar pergelangan kaki.

Berdasarkan hasil dan pembahasan diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa pendaratan menggunakan satu kaki akan menyebabkan cedera yang fatal pada pergelangan kaki dan lutut. Hal ini disebabkan tungkai kaki menahan beban pada tubuh ketika mendarat. Strategi pendaratan untuk mengurangi cedera pada pergelangan kaki dan lutu dapat menggunakan pendaratan dua kaki. Hal ini disebabkan beban yang tidak terlalu besar dan terdapat keseimbangan pada tubuh.

Kesimpulan

Berdasarkan analisis data dan diskusi, kesimpulan yang ditarik adalah fase pendaratan merupakan bagian penting dari *follow-through* pada teknik *smash*. Mahasiswa yang mendarat hanya dengan satu kaki memiliki risiko lebih tinggi mengalami cedera pada pergelangan kaki dan lutut, yang dapat berakibat fatal akibat faktor seperti fleksi lutut yang rendah, momen adduksi pinggul, sudut abduksi lutut, peningkatan ekstensi lutut, dan momen varus yang dapat menyebabkan beban dua kali lipat pada tubuh. Oleh karena itu, mahasiswa yang mendarat hanya menggunakan satu kaki memiliki cedera yang lebih tinggi dibandingkan dengan mereka yang menggunakan kedua kakinya.

Referensi

- Afonso, J., Ramirez-Campillo, R., Lima, R. F., Laporta, L., Paulo, A., Castro, H. D. O., Costa, G. D. C. T., García-De-alcaraz, A., Araújo, R., Silva, A. F., Ardigo, L. P., & Clemente, F. M. (2021). Unilateral versus bilateral landing after spike jumps in male and female volleyball: A systematic review. *Symmetry*, *13*(8), 1–20. <https://doi.org/10.3390/sym13081505>
- Amoli, S. M., Ataabadi, P. A., Letafatkar, A., Wilkerson, G. B., & Mansouri, M. B. (2021). Effect of cognitive loading on single-leg jump landing biomechanics of elite male volleyball players. *International Journal of Athletic Therapy and Training*, *26*(3), 161–166. <https://doi.org/https://doi.org/10.1123/ijatt.2020-0022>
- Anwar, C., Kusuma, B., & Fatkhu, I. (2020). Analisis Biomekanika Open Smash Bola voli di Club Bina Taruna Semarang. *Journal of Sport Coaching and Physical Education*, *5*(2), 76–82. <https://doi.org/https://doi.org/10.15294/jscpe.v5i2.36922>
- Bahr, M. A., & Bahr, R. (2014). Jump frequency may contribute to risk of jumper's knee: a study of interindividual and sex differences in a total of 11,943 jumps video recorded during training and matches in young elite volleyball players. *British Journal of Sports Medicine*, *48*(17), 1322–1326. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-093593>
- Bere, T., Kruczynski, J., Veintimilla, N., Hamu, Y., & Bahr, R. (2015). Injury risk is low among world-class volleyball players: 4-year data from the FIVB Injury Surveillance System. *British Journal of Sports Medicine*, *49*(17), 1132–1137.

- <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094959>
- Bleecker, C. De, Vermeulen, S., Blaiser, C. De, Willems, T., Ridder, R. De, & Roosen, P. (2021). 340 Kinematic risk factors of lower extremity overuse injuries during landing tasks in a physically active population: a systematic review and meta-analysis. A129.1-A129. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2021-ioc.308>
- Cassel, M., Müller, J., Moser, O., Strempler, M. E., Reso, J., & Mayer, F. (2019). Orthopedic injury profiles in adolescent elite athletes: A retrospective analysis from a sports medicine department. *Frontiers in Physiology*, 10(MAY), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00544>
- Chorievna, D. Y., & Mamarajaboglu, S. D. (2022). To Develop Students ' Jumping and Landing Skills in Volleyball. *European Journal of Innovation in Nonformal Education (EJINE)*, 2(4), 180–182.
- Cuñado-González, Á., Martín-Pintado-Zugasti, A., & Rodríguez-Fernández, Á. L. (2019). Prevalence and Factors Associated With Injuries in Elite Spanish Volleyball. *Journal of Sport Rehabilitation*, 28(8), 796–802. <https://doi.org/10.1123/jsr.2018-0044>
- Dai, X., & Li, S. (2021). Volleyball Data Analysis System and Method Based on Machine Learning. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/9943067>
- Davis, D. J., Hinshaw, T. J., Critchley, M. L., & Dai, B. (2019). Mid-flight trunk flexion and extension altered segment and lower extremity joint movements and subsequent landing mechanics. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22(8), 955–961. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2019.03.001>
- Efriadi, D. (2018). Analisis Teknik Smash Siswa Ekstrakurikuler Bolavoli. *Jurnal Patriot*, 130–136. <https://doi.org/https://doi.org/10.24036/patriot.v0i0.22>
- Emery, C. A., Roy, T. O., Whittaker, J. L., Nettel-Aguirre, A., & Van Mechelen, W. (2015). Neuromuscular training injury prevention strategies in youth sport: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 49(13), 865–870. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094639>
- Garcia, S., Delattre, N., Berton, E., Divrechy, G., & Rao, G. (2022). Comparison of landing kinematics and kinetics between experienced and novice volleyball players during block and spike jumps. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 14(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s13102-022-00496-0>
- Karita, Y., Kimura, Y., Yamamoto, Y., Naraoka, T., Sasaki, S., Miura, K., Tsuda, E., & Ishibashi, Y. (2017). Mechanisms of anterior cruciate ligament injuries in volleyball. *British Journal of Sports Medicine*, 51(4), 338–339. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2016-097372.140>
- Li, L., Song, Y., Jenkins, M., & Dai, B. (2023). Prelanding Knee Kinematics and Landing Kinetics During Single-Leg and Double-Leg Landings in Male and Female Recreational Athletes. *Journal of Applied Biomechanics*, 1(aop), 1–8. <https://doi.org/https://doi.org/10.1123/jab.2022-0147>
- Maciel Rabello, L., Zwerver, J., Stewart, R. E., van den Akker-Scheek, I., & Brink, M. S. (2019). Patellar tendon structure responds to load over a 7-week preseason in elite male volleyball players. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 29(7), 992–999. <https://doi.org/10.1111/sms.13428>
- Moran, L. R., Hegedus, E. J., Bleakley, C. M., & Taylor, J. B. (2019). Jump load: Capturing the next great injury analytic. *British Journal of Sports Medicine*, 53(1), 8–9.

- <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099103>
- Nasution, N. S. (2015). Hubungan kekuatan otot lengan dan percaya diri dengan keterampilan open spike pada pembelajaran permainan Bola voli atlet pelatcab Bola voli putri kabupaten karawang. *JUDIKA (Jurnal Pendidikan Unsika)*, 3(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.35706/judika.v3i2.211>
- Nusi, M., & Refiater, U. H. (2021). Manajemen Pembinaan Klub Bola voli Gihang Star Kabupaten Bolaang Mongondow Utara. *Jambura Health and Sport Journal*, 3(2), 15–22. <https://doi.org/10.37311/jhsj.v3i2.11531>
- Putra, M. E., Supriatna, E., & Wati, I. D. P. (2021). *Analysis of Open Smash Techniques in Volleyball Coaching College Students*. 13(2), 262–269. <https://doi.org/https://doi.org/10.26858/cjpk.v13i2.20525>
- Salunta, H., & Yendrizal. (2019). Tinjauan Kondisi Fisik Atlet Bolavoli. *Jurnal Patriot*, 1(3), 1012–1025. <https://doi.org/https://doi.org/10.24036/patriot.v1i3.387>
- Shih, Y. F., & Wang, Y. C. (2019). Spiking kinematics in volleyball players with shoulder pain. *Journal of Athletic Training*, 54(1), 90–98. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-216-17>
- Skazalski, C., Kruczynski, J., Bahr, M. A., Bere, T., Whiteley, R., & Bahr, R. (2018). Landing-related ankle injuries do not occur in plantarflexion as once thought: A systematic video analysis of ankle injuries in world-class volleyball. *British Journal of Sports Medicine*, 52(2), 74–82. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097155>
- Suarsana, I. M., & Baan, addriana B. (2013). Pengaruh Latihan Kekuatan Otot Lengan dapat Ketepatan Smash dalam Permainan Bolavoli Klub Sigma Palu. *Taduloko Journal Sport Sciences And Physical Education*, 1(3), 1–11. <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/PJKR/article/view/2164>
- Sudarmada, N. I., & Wijaya, K. M. I. (2015). *Biomekanika Olahraga* (1st ed.). Graha Ilmu.
- Supriatna, E., Retyananda, O. T., & Puspitawati, I. D. (2021). Identifikasi Kesalahan Teknik Smash Bola voli Klub Meteor Pontianak. *Jurnal Performa Olahraga*, 6(1), 30–42. <https://doi.org/10.24036/JPO243019>
- Taylor, J. B., Nguyen, A.-D., Westbrook, A. E., Trzeciak, A., & Ford, K. R. (2022). Women’s College Volleyball Players Exhibit Asymmetries During Double-Leg Jump Landing Tasks. *Journal of Sport Rehabilitation*, 32(1), 85–90. <https://doi.org/https://doi.org/10.1123/jsr.2022-0026>
- Xu, D., Jiang, X., Cen, X., Baker, J. S., & Gu, Y. (2021). Single-leg landings following a volleyball spike may increase the risk of anterior cruciate ligament injury more than landing on both-legs. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(1), 1–14. <https://doi.org/10.3390/app11010130>
- Xu, D., Lu, J., Baker, J. S., Fekete, G., & Gu, Y. (2022). Temporal kinematic and kinetics differences throughout different landing ways following volleyball spike shots. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*, 236(3), 200–208. <https://doi.org/10.1177/17543371211009485>
- Zahradnik, D., Jandacka, D., Farana, R., Uchytíl, J., & Hamill, J. (2017). Identification of types of landings after blocking in volleyball associated with risk of ACL injury. *European Journal of Sport Science*, 17(2), 241–248. <https://doi.org/10.1080/17461391.2016.1220626>