

BIOMEKANIKA PENDARATAN DAN CIDERA OLAHRAGA PADA ATLET BOLA VOLI PUTRI CLUB CIPALIMA KABUPATEN MERANGIN

Nurul Azizah Maysaroh¹, Adhe Saputra², Iwan Budi Setiawan³
^{1,2,3}Universitas Jambi,

¹ nurulazizahmaysaroh@icloud.com , ²adhe_saputra@unja.ac.id,

³iwanbudi@unja.ac.id

ABSTRACT

Volleyball is a sport that involves a great deal of jumping and landing. These movements carry a relatively high risk of injury, particularly to the ankles. Improper landing techniques can cause loss of balance and increase the likelihood of injury among athletes. Based on observations of female volleyball athletes from the Cipalima Club in Merangin Regency, it was found that some athletes still employ poor landing techniques, such as insufficient knee bending upon landing, unstable body balance, and uneven body weight distribution. This study aims to analyze the biomechanics of landing and the risk of ankle injury among female volleyball athletes from the Cipalima Club in Merangin Regency. This study employs a quantitative approach using a descriptive method. The subjects of this study are the female volleyball athletes of the Cipalima Club in Merangin Regency. Data collection was conducted through observation and measurement using several instruments, namely the Landing Error Scoring System (LESS) to assess landing technique errors, the Star Excursion Balance Test (SEBT) to measure dynamic balance, and the Ankle Injury Risk Index (AIRI) to determine the level of ankle injury risk among the athletes. The results of the study indicate that some athletes still make errors in their landing technique, characterized by insufficient knee flexibility, unstable body control, and suboptimal balance. These conditions indicate a potential risk of ankle injury. Athletes with better biomechanical landing techniques tend to have a lower risk of injury compared to those with poorer landing techniques. The conclusion of this study indicates that landing biomechanics plays a crucial role in minimizing the risk of sports injuries among female volleyball athletes. Therefore, training that emphasizes proper landing technique, improved balance, and strengthening of the lower extremity muscles is necessary to reduce the risk of injury among athletes.

Keywords: landing biomechanics, sports injuries, volleyball, ankle injury, female athletes

ABSTRAK

Permainan bola voli merupakan salah satu cabang olahraga yang banyak melibatkan gerakan lompatan dan pendaratan. Gerakan tersebut memiliki risiko cedera yang cukup tinggi, terutama pada bagian pergelangan kaki (ankle). Teknik pendaratan yang tidak tepat dapat menyebabkan ketidakseimbangan tubuh serta

meningkatkan kemungkinan terjadinya cedera pada atlet. Berdasarkan hasil observasi pada atlet bola voli putri Club Cipalima Kabupaten Merangin, masih ditemukan beberapa atlet yang melakukan teknik pendaratan kurang baik, seperti posisi lutut yang kurang menekuk saat mendarat, keseimbangan tubuh yang kurang stabil, serta distribusi beban tubuh yang tidak merata. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis biomekanika pendaratan dan risiko cedera engkel pada atlet bola voli putri Club Cipalima Kabupaten Merangin. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode deskriptif. Subjek dalam penelitian ini adalah atlet bola voli putri Club Cipalima Kabupaten Merangin. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi dan pengukuran menggunakan beberapa instrumen, yaitu Landing Error Scoring System (LESS) untuk menilai kesalahan teknik pendaratan, Star Excursion Balance Test (SEBT) untuk mengukur keseimbangan dinamis, serta Ankle Injury Risk Index (AIRI) untuk mengetahui tingkat risiko cedera pergelangan kaki pada atlet. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian atlet masih melakukan kesalahan dalam teknik pendaratan yang ditandai dengan posisi lutut yang kurang fleksibel, kontrol tubuh yang kurang stabil, serta keseimbangan yang belum optimal. Kondisi tersebut menunjukkan adanya potensi risiko cedera pada bagian pergelangan kaki. Atlet yang memiliki teknik biomekanika pendaratan yang lebih baik cenderung memiliki tingkat risiko cedera yang lebih rendah dibandingkan dengan atlet yang memiliki teknik pendaratan kurang baik. Kesimpulan penelitian ini menunjukkan bahwa biomekanika pendaratan memiliki peranan penting dalam meminimalkan risiko cedera olahraga pada atlet bola voli putri. Oleh karena itu, diperlukan latihan yang menekankan pada teknik pendaratan yang benar, peningkatan keseimbangan, serta penguatan otot ekstremitas bawah guna mengurangi risiko cedera pada atlet.

Kata kunci: biomekanika pendaratan, cedera olahraga, bola voli, ankle injury, atlet putri

A. Pendahuluan

Olahraga merupakan aktivitas fisik yang dilakukan secara sistematis dengan tujuan meningkatkan kebugaran jasmani, kesehatan, serta prestasi melalui pengaturan gerak tubuh dan koordinasi sistem neuromuskular. Menurut Suharjana (2018), olahraga bukan hanya sekedar aktivitas fisik, tetapi juga sarana pengembangan karakter,

disiplin, dan kerja sama sosial. Dalam konteks pendidikan jasmani dan pembinaan prestasi, olahraga memiliki peran penting dalam membentuk kemampuan fisik dan keterampilan motorik individu. Salah satu cabang olahraga yang menuntut keterpaduan aspek fisik, teknik, dan mental adalah bola voli.

Permainan bola voli merupakan salah satu cabang

olahraga beregu yang sangat populer di dunia, termasuk di Indonesia. Bola voli pertama kali diperkenalkan oleh William G. Morgan pada tahun 1895 di Amerika Serikat dengan nama Mintonette, sebelum akhirnya berganti nama menjadi Volleyball (Lopez & Martin, 2018). Permainan ini awalnya diciptakan sebagai alternatif bagi olahraga basket yang dianggap terlalu berat bagi sebagian peserta pelatihan fisik di Young Men's Christian Association (YMCA).

Seiring waktu, bola voli mengalami perkembangan pesat dan mulai dimainkan secara kompetitif di berbagai negara. Di Indonesia, olahraga ini masuk pada masa penjajahan Belanda dan terus berkembang setelah berdirinya Persatuan Bola Voli Seluruh Indonesia (PBVSI) pada tahun 1955, yang berperan penting

Cedera olahraga merupakan salah satu permasalahan yang sering dialami oleh atlet bola voli, terutama akibat teknik pendaratan yang kurang tepat dan kondisi pergelangan kaki yang lemah. Berdasarkan penelitian oleh Azmi dkk. (2023) terhadap atlet bola voli putri di Kota Medan, ditemukan bahwa cedera pergelangan kaki (ankle) menempati urutan

pertama dari seluruh kasus cedera dengan persentase sekitar 18–20% dari total cedera yang terjadi. Hal ini menunjukkan bahwa bagian engkel menjadi area tubuh yang paling rentan mengalami cedera saat aktivitas lompat-mendarat dalam permainan bola voli.

Secara biomekanika, teknik pendaratan yang salah—seperti mendarat dengan satu kaki atau posisi kaki dalam keadaan plantar-fleksi berlebih—dapat meningkatkan gaya reaksi tanah dan memicu terjadinya inversi engkel (Hewett et al., 2016). Temuan ini diperkuat oleh penelitian internasional yang melaporkan bahwa sekitar 88% atlet wanita olahraga lompat, termasuk bola voli, pernah mengalami cedera engkel, dan 77% di antaranya merupakan cedera sprain (BMC Sports Science and Rehabilitation, 2025).

Penelitian Universitas Muhammadiyah Surakarta (2022) terhadap atlet voli putri usia 16–18 tahun juga menunjukkan bahwa lebih dari 53% responden memiliki riwayat cedera engkel, sementara pemahaman mengenai teknik pendaratan yang benar masih tergolong sedang. Hasil ini mengindikasikan adanya

kesenjangan antara teori biomekanika pendaratan yang ideal dengan praktik yang dilakukan di lapangan.

Selain itu, penelitian yang dilakukan di tingkat nasional menunjukkan bahwa cedera muskuloskeletal pada atlet voli terjadi dengan insiden sebesar 20,4 cedera per 1.000 jam pemain selama latihan dan kompetisi, dan lokasi engkel menempati urutan kedua dengan 18% dari total cedera (Scholar UI, 2020). Data ini memperkuat bahwa risiko cedera engkel merupakan masalah yang serius di kalangan atlet voli, termasuk pada atlet wanita.

Meskipun berbagai penelitian telah mengkaji biomekanika pendaratan dan cedera engkel di berbagai daerah, belum banyak penelitian dilakukan pada atlet bola voli putri di tingkat klub daerah, khususnya di Kabupaten Merangin, Provinsi Jambi. Berdasarkan observasi awal terhadap atlet Klub Cipalima Merangin, beberapa pemain menunjukkan pola pendaratan yang berpotensi menimbulkan risiko cedera engkel. Oleh karena itu, penting dilakukan analisis lebih lanjut mengenai biomekanika pendaratan dan risiko cedera engkel pada atlet bola voli putri di klub tersebut. dalam

mengatur sistem kompetisi nasional serta pembinaan atlet di tingkat daerah (Prasetyo, 2021).

Seiring dengan meningkatnya minat dan kompetisi, bola voli kini tidak hanya dipandang sebagai sarana rekreasi, tetapi telah menjadi bagian penting dalam pembinaan prestasi atletik dan kebugaran jasmani. Menurut Mulyana et al (2019), permainan bola voli menuntut perpaduan antara keterampilan teknik, kekuatan fisik, strategi permainan, serta ketahanan mental yang tinggi. Kombinasi gerakan cepat seperti lompatan, pukulan, pendaratan, dan reaksi terhadap bola memerlukan koordinasi sistem neuromuskular yang baik agar performa dapat optimal.

Dalam struktur teknik permainan bola voli, gerakan melompat dan pendaratan (jump and landing) merupakan fase yang sangat penting dan sering dilakukan, baik dalam melakukan Smash, block, maupun jump serve. Menurut Rahman et al (2021), fase pendaratan merupakan salah satu momen paling kritis karena menjadi titik di mana gaya reaksi tanah (ground reaction force) bekerja langsung pada tubuh atlet. Apabila teknik pendaratan tidak

dilakukan dengan benar, maka gaya mekanik yang besar ini dapat menyebabkan tekanan berlebih pada sendi ekstremitas bawah, khususnya pada engkel dan lutut.

Dalam kajian biomekanika olahraga, pendaratan (landing) adalah proses kompleks yang melibatkan gaya eksternal dan internal, serta membutuhkan koordinasi optimal dari sistem muskuloskeletal. Bartlett (2019) menjelaskan bahwa saat seorang atlet mendarat, tubuh menerima gaya reaksi tanah sebesar dua hingga empat kali berat badan, tergantung pada ketinggian dan sudut lompatan.

Untuk meminimalkan dampak tersebut, tubuh perlu melakukan mekanisme penyerapan gaya melalui fleksi pada sendi lutut, pinggul, dan pergelangan kaki, serta aktivasi otot-otot besar seperti quadriceps, hamstring, dan gastrocnemius. Jika mekanisme ini tidak berjalan baik, beban akan terfokus pada sendi engkel dan meningkatkan risiko cedera.

Biomekanika pendaratan berperan penting dalam mengidentifikasi faktor-faktor penyebab cedera dan menentukan teknik optimal yang aman bagi atlet.

Menurut Knudson (2021), biomekanika olahraga tidak hanya menganalisis gerakan untuk meningkatkan performa, tetapi juga untuk mencegah cedera akibat gaya yang berlebihan.

Penelitian oleh Hewett et al. (2016) menegaskan bahwa kontrol neuromuskular dan kemampuan tubuh menyerap gaya melalui pola gerak yang benar berpengaruh signifikan terhadap pencegahan cedera, terutama pada olahraga yang melibatkan aktivitas melompat dan mendarat seperti bola voli.

Salah satu bentuk cedera yang paling sering terjadi akibat kesalahan biomekanika pendaratan adalah cedera engkel (ankle sprain). Cedera ini disebabkan oleh gerakan inversi atau eversi mendadak pada sendi engkel yang mengakibatkan peregangan atau robekan pada ligamen lateral. Berdasarkan hasil studi yang dilakukan oleh Doherty et al (2017), sekitar 70% atlet bola voli pernah mengalami cedera engkel setidaknya sekali selama karier mereka. Cedera ini tidak hanya menimbulkan rasa nyeri akut, tetapi juga dapat menyebabkan instabilitas kronis (Chronic Ankle Instability / CAI) yang berimplikasi pada penurunan

performa dan risiko cedera berulang (Hertel & Corbett, 2019).

Cedera engkel berdampak luas terhadap performa atlet. Gribble et al (2016) menemukan bahwa gangguan proprioseptif, kelemahan otot stabilisator engkel, serta penurunan kemampuan koordinasi akibat cedera dapat bertahan hingga berbulan-bulan, meskipun nyeri telah berkurang. Kondisi ini menyebabkan atlet lebih rentan mengalami kehilangan keseimbangan dan koordinasi saat mendarat, sehingga memperbesar kemungkinan cedera ulang. Oleh sebab itu, teknik pendaratan yang sesuai dengan prinsip biomekanika menjadi kunci penting dalam upaya pencegahan cedera engkel di kalangan atlet voli.

Faktor risiko cedera juga berbeda antara atlet pria dan wanita. Pada atlet bola voli putri, risiko cedera engkel lebih tinggi akibat perbedaan fisiologis seperti sudut lutut (Q-angle) yang lebih besar, kekuatan otot yang lebih rendah, serta kontrol neuromuskular yang cenderung lebih lambat dibandingkan pria (Dai et al, 2020). Selain itu, banyak atlet putri cenderung melakukan pendaratan dengan lutut lebih lurus atau bahkan satu kaki setelah melakukan smash,

yang menyebabkan gaya reaksi tanah tidak terdistribusi merata (Santos et al., 2018).

Fenomena ini juga terlihat pada atlet bola voli putri di Club Cipalima Kabupaten Merangin. Berdasarkan hasil observasi awal yang penulis lihat, terdapat beberapa atlet sering mengalami nyeri atau ketidakstabilan pada pergelangan kaki, bahkan ada yang mengalami cedera engkel ringan hingga sedang pasca pendaratan. Hal ini mengindikasikan adanya kemungkinan kesalahan teknik pendaratan atau lemahnya kontrol biomekanika tubuh. Faktor eksternal seperti kondisi lapangan yang keras, kualitas sepatu yang kurang baik, serta kurangnya latihan penguatan dan keseimbangan turut memperburuk situasi tersebut.

Penelitian lokal oleh Putra (2022) di Provinsi Jambi menunjukkan bahwa cedera engkel merupakan jenis cedera paling sering dialami oleh atlet bola voli (sekitar 35% dari total kasus cedera), dengan penyebab utama berupa teknik pendaratan yang kurang tepat.

Melihat fenomena tersebut, penelitian tentang biomekanika pendaratan dan risiko cedera engkel pada atlet bola voli putri di Club

Cipalima Kabupaten Merangin menjadi penting dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana teknik pendaratan yang dilakukan atlet sudah sesuai dengan prinsip biomekanika yang benar, serta untuk mengidentifikasi tingkat risiko cedera engkel yang mungkin timbul. Selain memberikan kontribusi ilmiah dalam bidang ilmu keolahragaan, hasil penelitian ini juga diharapkan dapat digunakan sebagai acuan praktis oleh pelatih dalam menyusun program latihan pencegahan cedera.

Ruang lingkup penelitian difokuskan pada analisis biomekanika pendaratan, meliputi sudut lutut, pinggul, dan engkel, serta pengukuran tingkat risiko cedera engkel melalui observasi dan kuesioner. Aspek lain seperti cedera lutut atau pinggul tidak dibahas secara mendalam karena fokus utama penelitian adalah hubungan antara teknik pendaratan dan potensi cedera engkel. Dengan pemahaman ini, penelitian diharapkan mampu memberikan gambaran empiris yang komprehensif untuk mendukung upaya pencegahan cedera pada atlet bola voli putri, khususnya di tingkat klub daerah.

Dari teori-teori diatas dapat disimpulkan bahwa penelitian ini

memiliki urgensi tinggi karena berhubungan langsung dengan keselamatan dan performa atlet. Temuan yang diperoleh diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan program latihan biomekanika pendaratan yang efektif, memperkuat kontrol neuromuskular, serta menurunkan angka kejadian cedera engkel pada atlet bola voli putri Club Cipalima Kabupaten Merangin.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif korelasional yang bertujuan untuk menganalisis hubungan antara biomekanika pendaratan dan risiko cedera engkel pada atlet bola voli putri Club Cipalima Kabupaten Merangin. Penelitian dilaksanakan pada Oktober–November 2025 dalam empat kali pertemuan yang meliputi sosialisasi, pengambilan data, serta verifikasi hasil.

Populasi penelitian adalah seluruh atlet bola voli putri Club Cipalima, dengan teknik pengambilan sampel menggunakan purposive sampling berdasarkan kriteria: aktif berlatih minimal satu tahun, tidak mengalami cedera akut, dan bersedia

mengikuti seluruh rangkaian penelitian.

Variabel penelitian terdiri dari biomekanika pendaratan sebagai variabel bebas dan risiko cedera engkel sebagai variabel terikat. Pengumpulan data dilakukan menggunakan beberapa instrumen, yaitu Landing Error Scoring System (LESS), pengukuran sudut sendi (Joint Angle), Vertical Ground Reaction Force (vGRF), Star Excursion Balance Test (SEBT), serta kuesioner Ankle Injury Risk Index (AIRI).

Prosedur penelitian meliputi tahap persiapan, pelaksanaan pengambilan data, pengolahan, dan pelaporan. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi, pengukuran biomekanika, tes keseimbangan, dan penyebaran kuesioner.

Analisis data menggunakan statistik deskriptif untuk melihat gambaran data, uji normalitas Shapiro-Wilk, serta uji korelasi Pearson Product Moment atau Spearman untuk mengetahui hubungan antara variabel penelitian.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Tabel 1 Tests of Normality

Tests of Normality

	Kelompok	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Hasil	Biomekanika	.306	27	.057	.752	27	.062
	Cidera_olahraga	.113	27	.200*	.975	27	.728

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Berdasarkan hasil analisis data diperoleh nilai signifikan untuk data biomekanika sebesar 0.062 dan data

cidera olahraga sebesar 0.728. untuk kedua kelompok tersebut > 0,05. Maka berdasarkan analisis data ini

dapat disimpulkan kedua kelompok berdistribusi normal.

Tabel 2 Uji Korelasi

Correlations

		Biomekanika	Cidera_olahraga
Biomekanika	Pearson Correlation	1	.054
	Sig. (2-tailed)		.790
	N	27	27
Cidera_olahraga	Pearson Correlation	.054	1
	Sig. (2-tailed)	.790	
	N	27	27

Hasil analisis yang diperoleh dari uji korelasi menunjukkan data nilai signifikan sebesar $0.790 > 0,05$ dan nilai r hitung $0.054 < 0.349$ r tabel. Berdasarkan hasil data analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa terdapat biomekanika pendaratan dan cidera olahraga pada atlet bola voli putri Club Cipalima Kabupaten Merangin.

Permainan bola voli merupakan salah satu cabang olahraga beregu yang menekankan kerja sama tim, koordinasi motorik,

serta strategi permainan yang terorganisir. Dalam pertandingan resmi, bola voli dimainkan oleh dua tim yang masing-masing terdiri dari enam orang pemain, dan kedua tim berhadapan di lapangan berbentuk persegi panjang yang dibatasi oleh net di bagian tengah (FIVB, 2017).

Konsep dasar permainan bola voli tidak hanya mencakup aturan dan teknik permainan, tetapi juga mencakup keseluruhan media, sarana, dan prasarana yang digunakan untuk mendukung jalannya

pertandingan. Keseragaman standar tersebut bertujuan menjaga kualitas dan keamanan permainan, meminimalisir risiko cedera, serta menjadikan bola voli sebagai olahraga yang kompetitif sekaligus rekreatif.

Smash merupakan bentuk serangan utama dalam permainan bola voli yang bertujuan menjatuhkan bola dengan keras dan cepat ke area pertahanan lawan. Pelaksanaan teknik ini membutuhkan perpaduan antara kekuatan otot, kecepatan reaksi, dan koordinasi tubuh yang baik agar hasil pukulan menjadi optimal.

Mulyana et al. (2019) menjelaskan bahwa pelaksanaan smash yang efektif terdiri atas empat tahapan utama, yaitu fase awalan (approach), fase tolakan (take-off), fase pukulan (arm swing), dan fase pendaratan (landing). Ketepatan koordinasi antara kecepatan gerak, posisi bola, serta waktu loncatan sangat menentukan keberhasilan serangan karena menghasilkan gaya dorong yang besar dan sulit diantisipasi oleh pemain lawan.

Dari sudut pandang biomekanika gerak, Smash merupakan kombinasi antara gerakan vertikal dan rotasional yang melibatkan kerja rantai kinetik mulai

dari tungkai bawah hingga lengan atas. Knudson (2021) menyatakan bahwa fase tolakan eksplosif yang dilakukan oleh otot quadriceps dan gastrocnemius mampu menciptakan gaya vertikal yang tinggi, sedangkan rotasi batang tubuh berperan menghasilkan gaya horizontal tambahan untuk meningkatkan kecepatan bola.

Dalam permainan bola voli, penerapan prinsip biomekanika memiliki peran yang sangat penting karena setiap gerakan yang dilakukan oleh atlet seperti melompat, memukul bola, hingga melakukan pendaratan melibatkan interaksi yang kompleks antara sistem muskuloskeletal tubuh dengan gaya eksternal yang berasal dari permukaan tanah.

Menurut Bartlett (2019), penerapan ilmu biomekanika membantu atlet dan pelatih dalam memahami bagaimana gaya bekerja pada tubuh sehingga dapat meningkatkan efektivitas gerakan, memperbaiki performa, serta mengurangi risiko terjadinya cedera selama aktivitas olahraga. Fase pendaratan merupakan salah satu tahap paling krusial dalam permainan bola voli karena pada fase ini tubuh

menerima gaya tumbukan (impact forces) yang sangat besar.

Hasil analisis yang diperoleh dari uji korelasi menunjukkan data nilai signifikan sebesar $0.790 > 0,05$ dan nilai r hitung $0.054 < 0.349$ r tabel. Berdasarkan hasil data analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa terdapat biomekanika pendaratan dan cedera olahraga pada atlet bola voli putri Club Cipalima Kabupaten Merangin.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil data analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa:

1. Teknik pendaratan yang dilakukan oleh atlet bola voli putri di Club Cipalima Kabupaten Merangin memiliki resiko sedang.
2. Tingkat risiko cedera engkel pada atlet bola voli putri di Club Cipalima Kabupaten Merangin, memiliki resiko sedang.
3. Terdapat hubungan biomekanika pendaratan dan cedera olahraga pada atlet bola voli putri Club Cipalima Kabupaten Merangin. Dibuktikan dengan nilai signifikan sebesar $0.790 > 0,05$

dan nilai r hitung $0.054 < 0.349$ r tabel.

DAFTAR PUSTAKA

- Bartlett, R. (2019). *Introduction to Sports Biomechanics: Analysing Human Movement Patterns* (3rd ed.). Routledge.
- Dai, B., Garrett, W. E., Gross, M. T., Padua, D. A., Queen, R. M., & Yu, B. (2020). Lower extremity kinematics during landing tasks and injury mechanisms.
- Doherty, C., Bleakley, C., Hertel, J., & Caulfield, B. (2017). Clinical tests for ankle instability: A systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 51(6), 511–522. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096701>
- FIVB (Federation Internationale de Volleyball). (2017). *Official Volleyball Rules 2017–2020*. Lausanne: FIVB Publications. <https://www.fivb.com>
- Gribble, P. A., Bleakley, C. M., Caulfield, B. M., et al. (2016). 2016 consensus statement of the International Ankle Consortium: Prevalence, impact and long-term consequences of lateral ankle sprains. *British Journal of Sports Medicine*, 50(24), 1493–1495. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096188>
- Hertel, J., & Corbett, R. O. (2019). An updated model of chronic ankle instability. *Journal of Athletic Training*, 54(6), 572–588. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-344-18>

- Hewett, T. E., Ford, K. R., Xu, Y., Khoury, J., & Myer, G. D. (2017). Utilization of ACL injury biomechanical and neuromuscular risk profile analysis to determine the effectiveness of neuromuscular training. *American Journal of Sports Medicine*, 45(9), 2142–2149. <https://doi.org/10.1177/0363546517704844>
- Knudson, D. (2021). *Fundamentals of Biomechanics* (3rd ed.). Springer.
- Lopez, C., & Martín, A. (2018). History and evolution of volleyball as a team sport. *European Journal of Physical Education and Sport Science*, 4(10), 23–35. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1434082>
- Mulyana, D., Rahmat, M., & Suryana, A. (2019). Kajian kebutuhan fisik dan teknik atlet bola voli dalam pembinaan prestasi. *Jurnal Olahraga Prestasi*, 15(2), 65–78.
- Prasetyo, H. (2021). Sejarah dan perkembangan bola voli di Indonesia. *Jurnal Keolahragaan Nasional*, 12(2), 112–124.
- Putra, R. A. (2022). Analisis cedera olahraga pada atlet bola voli daerah Jambi. *Jurnal Ilmu Keolahragaan Indonesia*, 10(2), 155–163.
- Rahman, M., Yusuf, F., & Latif, A. (2021). Analisis biomekanika gerak pendaratan pada cabang olahraga bola voli. *Jurnal Keolahragaan*, 9(2), 112–121.
- Santos, M. J., Silva, P. R., & Monteiro, A. (2018). Gender differences in landing mechanics and injury
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Suharjana. (2018). *Pendidikan Jasmani dan Olahraga: Teori dan Aplikasinya*. Yogyakarta: UNY Press.