

HUBUNGAN BIOMEKANIKA GERAKAN LUNGE DENGAN RISIKO CEDERA EKSTREMITAS BAWAH PADA ATLET BULUTANGKIS: KAJIAN LITERATUR

Nurhayati Sipatupang¹, Tarisa Aulia¹, Lia Aulia¹, Desman Zega¹, Muhammad Rizky Lubis¹

¹Fakultas Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Medan

nurhayati@unimed.ac.id, Nastarazap@gmail.com, liaaulia2374@gmail.com,
rizkilubiss4@gmail.com, desmanze18@gmail.com

ABSTRACT

Badminton is a sport that requires rapid movements and repeated changes of direction, one of which is the lunge movement. This movement plays an important role in supporting athletes' performance but also has the potential to increase the risk of lower extremity injuries. This study aims to analyze the relationship between the biomechanics of the lunge movement and the risk of lower extremity injuries in badminton athletes. The method used was a Narrative Literature Review with a qualitative descriptive approach through the analysis of 10 relevant journals. The results of the review indicate that the biomechanics of the lunge movement, including ground reaction force, foot position, and loading on the knee and ankle joints, are associated with the risk of lower extremity injuries. In addition, factors such as muscle strength, flexibility, and movement technique also influence the level of injury risk. It can be concluded that understanding the biomechanics of the lunge movement is essential for injury prevention and the improvement of badminton athletes' performance.

Keywords: Badminton, Lunge Biomechanics, Lower Extremity Injury, Injury Risk, Athlete Performance.

ABSTRAK

Bulutangkis merupakan olahraga yang menuntut gerakan cepat dan perubahan arah secara berulang, salah satunya melalui gerakan *lunge*. Gerakan ini berperan penting dalam menunjang performa atlet, tetapi juga berpotensi meningkatkan risiko cedera pada ekstremitas bawah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan biomekanika gerakan *lunge* dengan risiko cedera ekstremitas bawah pada atlet bulutangkis. Metode yang digunakan adalah *Narrative Literature Review* dengan pendekatan deskriptif kualitatif melalui telah 10 jurnal yang relevan. Hasil kajian menunjukkan bahwa biomekanika gerakan *lunge*, seperti gaya reaksi tanah, posisi kaki, dan pembebanan pada sendi lutut serta pergelangan kaki, memiliki hubungan dengan risiko cedera ekstremitas bawah. Selain itu, faktor kekuatan otot, fleksibilitas, dan teknik gerakan turut memengaruhi tingkat risiko cedera. Dapat disimpulkan bahwa pemahaman biomekanika gerakan *lunge* sangat penting dalam upaya pencegahan cedera dan peningkatan performa atlet bulutangkis.

Kata Kunci: Bulutangkis, Gerakan *Lunge*, Cedera Ekstremitas Bawah.

A. PENDAHULUAN

Bulutangkis merupakan salah satu cabang olahraga raket yang dimainkan secara tunggal maupun ganda dengan menggunakan *shuttlecock* sebagai objek permainan. Menurut Subarjah, (2010), bulutangkis adalah permainan yang dilakukan oleh dua orang atau dua pasangan yang saling berhadapan dengan tujuan menempatkan *shuttlecock* di area lawan sehingga tidak dapat dikembalikan. Grice (2008) dalam Subarkah, Novitaria (2018) menyatakan bahwa bulutangkis merupakan olahraga yang membutuhkan kombinasi keterampilan teknik, kecepatan, kelincahan, koordinasi, dan strategi permainan. Selain itu, Phomsoupha dan Laffaye (2015) dalam Peng et al. (2023) menjelaskan bahwa bulutangkis termasuk salah satu olahraga partisipasi paling populer di dunia yang dimainkan oleh lebih dari 200 juta orang pada tingkat rekreasi maupun kompetitif.

Menurut Faude et al. (2008) dalam Lam et al. (2020), bulutangkis merupakan olahraga berintensitas tinggi yang melibatkan berbagai gerakan eksplosif seperti berlari, melompat, melakukan perubahan arah, dan menjangkau *shuttlecock* dalam waktu yang singkat. Karakteristik permainan tersebut menuntut pemain memiliki kemampuan fisik yang baik agar mampu mempertahankan performa selama pertandingan. Dari pendapat para ahli dapat disimpulkan bahwa bulutangkis merupakan olahraga raket yang tidak hanya memerlukan penguasaan teknik dan taktik, tetapi juga membutuhkan kondisi fisik yang optimal seperti kecepatan, kelincahan, koordinasi, keseimbangan, dan daya tahan. Tingginya intensitas gerakan dalam permainan menjadikan

bulutangkis sebagai olahraga yang memiliki tuntutan biomekanika tinggi dan berpotensi menimbulkan risiko cedera apabila gerakan tidak dilakukan dengan benar.

Cedera olahraga merupakan gangguan pada struktur tubuh yang terjadi selama aktivitas olahraga, baik saat latihan maupun pertandingan. Menurut Pardiwala, (2020), cedera pada olahraga bulutangkis dapat berupa cedera akut maupun cedera akibat penggunaan berlebihan (*overuse injury*) yang disebabkan oleh tingginya tuntutan fisik selama permainan. Lam et al. (2020) menjelaskan bahwa cedera pada atlet bulutangkis sering berkaitan dengan tingginya beban biomekanika yang diterima tubuh selama melakukan berbagai gerakan spesifik permainan. Beban tersebut dapat menyebabkan kelelahan otot, nyeri, hingga gangguan fungsi gerak apabila terjadi secara terus-menerus tanpa pemulihan yang memadai.

Xie et al. (2025) menyatakan bahwa tingginya tekanan biomekanik pada lutut dan pergelangan kaki menjadikan kedua bagian tubuh tersebut sebagai lokasi cedera yang paling sering ditemukan pada pemain bulutangkis. Selain itu, cedera dapat menurunkan kemampuan atlet dalam berlatih maupun bertanding serta memengaruhi performa secara keseluruhan. Dari beberapa pendapat tersebut dapat disimpulkan bahwa cedera olahraga merupakan kondisi kerusakan atau gangguan pada sistem muskuloskeletal yang terjadi akibat aktivitas olahraga dan banyak ditemukan pada ekstremitas bawah atlet bulutangkis karena tingginya tuntutan biomekanika selama permainan.

Cedera pada atlet bulutangkis dipengaruhi oleh berbagai faktor yang berasal dari dalam maupun luar tubuh. Fu et al. (2017) menjelaskan bahwa faktor intrinsik seperti teknik gerakan yang kurang tepat, koordinasi sendi yang buruk, dan kemampuan fisik yang kurang memadai merupakan penyebab utama cedera pada pemain bulutangkis. Cedera sering terjadi ketika tubuh tidak mampu mengendalikan beban yang diterima selama aktivitas bermain sehingga meningkatkan tekanan pada jaringan tubuh tertentu.

Lam et al. (2016) menjelaskan bahwa gerakan *lunge* yang dilakukan berulang kali menghasilkan gaya reaksi tanah yang besar sehingga meningkatkan tekanan pada sendi lutut dan pergelangan kaki. Peng et al. (2023) juga menemukan bahwa peningkatan jarak *lunge* dan perubahan posisi kaki dapat meningkatkan torsi serta gaya kompresi pada sendi lutut yang berpotensi menimbulkan cedera. Dari berbagai pendapat tersebut dapat disimpulkan bahwa faktor penyebab cedera pada atlet bulutangkis dipengaruhi oleh teknik gerakan, kondisi fisik atlet, serta tingginya pembebanan biomekanika yang diterima tubuh selama aktivitas bermain.

Gerakan *lunge* merupakan salah satu teknik *footwork* yang paling penting dalam permainan bulutangkis. Menurut Maloney, (2018), *lunge* memungkinkan pemain menjangkau *shuttlecock* dengan cepat sekaligus mempertahankan keseimbangan tubuh selama permainan. Gerakan ini dilakukan dengan melangkahkan satu kaki ke depan untuk memperluas jangkauan dan kemudian

kembali ke posisi siap guna menghadapi pukulan berikutnya.

Kuntze, Mansfield, dan Sellers (2010) dalam Xie et al. (2025) menjelaskan bahwa *lunge* melibatkan koordinasi gerak pada sendi panggul, lutut, dan pergelangan kaki melalui fase penerimaan beban, penopang, dan pemulihan. Lam et al. (2020) menambahkan bahwa gerakan *lunge* merupakan salah satu pola gerak dominan dalam pertandingan bulutangkis dan menyumbang lebih dari 15% dari keseluruhan aktivitas gerak pemain. Berdasarkan pendapat tersebut dapat disimpulkan bahwa *lunge* merupakan teknik dasar *footwork* yang memiliki peran penting dalam menunjang mobilitas, keseimbangan, dan efektivitas pergerakan atlet selama pertandingan bulutangkis.

Biomekanika gerakan *lunge* memiliki hubungan yang erat dengan risiko cedera pada ekstremitas bawah atlet bulutangkis. Lam et al. (2020) menjelaskan bahwa selama melakukan *lunge*, atlet menerima gaya benturan yang cukup besar sehingga membutuhkan stabilitas lutut dan pergelangan kaki yang baik untuk mempertahankan keseimbangan tubuh. Beban tersebut dapat meningkat ketika gerakan dilakukan secara berulang selama latihan maupun pertandingan.

Dalam kajian kinesiologi olahraga, analisis gerakan *lunge* penting dilakukan karena gerakan tersebut melibatkan interaksi antara sistem otot, tulang, dan sendi dalam menghasilkan gerak yang efektif. Pemahaman mengenai pola gerak, distribusi beban, serta mekanisme kerja otot selama *lunge* dapat digunakan untuk

mengidentifikasi faktor-faktor yang berkontribusi terhadap peningkatan risiko cedera. Analisis tersebut juga dapat menjadi dasar dalam penyusunan program latihan yang bertujuan meningkatkan performa sekaligus meminimalkan potensi cedera pada atlet bulutangkis.

Peng et al. (2023) menemukan bahwa peningkatan jarak *lunge* dapat meningkatkan gaya reaksi tanah, gaya kompresi, dan torsi pada sendi lutut sehingga memperbesar kemungkinan terjadinya cedera. Xie et al. (2025) juga melaporkan bahwa variasi teknik *lunge* dapat menghasilkan pembebanan yang berbeda pada lutut dan pergelangan kaki, yang berpotensi meningkatkan risiko ankle sprain maupun cedera lutut. Dari berbagai hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa biomekanika gerakan *lunge* memiliki hubungan yang kuat dengan risiko cedera ekstremitas bawah karena tingginya beban yang diterima sendi lutut dan pergelangan kaki selama gerakan dilakukan.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *Narrative Literature Review* dengan pendekatan deskriptif kualitatif. Metode tersebut dilakukan dengan menelaah berbagai literatur yang relevan, seperti jurnal ilmiah, artikel penelitian, dan sumber akademik lainnya yang berkaitan

dengan topik penelitian. Fokus kajian ini adalah mengumpulkan dan menganalisis berbagai teori, konsep, serta hasil penelitian terdahulu mengenai biomekanika gerakan *lunge* dan risiko cedera ekstremitas bawah pada atlet bulutangkis. Hasil telaah literatur kemudian disusun dan diinterpretasikan untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai permasalahan yang diteliti.

C. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil penelusuran literatur, diperoleh 10 artikel yang relevan dengan topik hubungan biomekanika gerakan *lunge* dan risiko cedera ekstremitas bawah pada atlet bulutangkis. Artikel yang digunakan berasal dari jurnal internasional yang dipublikasikan pada rentang tahun 2010–2025. Informasi mengenai penulis, desain penelitian, jumlah responden, dan hasil utama penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Artikel

No	Penulis dan tahun	Desain Penelitian	Responden	Hasil
1	Lam, Wong, & Lee (2020)	<i>Systematic Scoping Review</i>	20 artikel yang memenuhi kriteria inklusi	Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat keterampilan pemain dan desain alas kaki memengaruhi biomekanika gerakan <i>lunge</i> . Pemain elit memiliki kemampuan peredaman benturan yang lebih baik serta strategi gerak lutut dan pergelangan kaki yang lebih efektif dibandingkan pemain amatir.
2	Kuntze, Mansfield, & Sellers (2010)	Penelitian eksperimental laboratorium	9 pemain bulutangkis pria berpengalaman	Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi gerakan <i>lunge</i> menghasilkan perbedaan gaya reaksi tanah dan beban sendi. Gerakan <i>hop lunge</i> menghasilkan daya dan beban yang lebih besar dibandingkan teknik <i>lunge</i> lainnya.
3	Lam, Ding, & Qu (2016)	Penelitian eksperimen biomekanika	Atlet bulutangkis terlatih	Hasil penelitian menunjukkan bahwa gerakan <i>lunge</i> berulang meningkatkan gaya reaksi tanah dan beban pada sendi lutut. Kondisi tersebut berpotensi meningkatkan risiko cedera akibat penggunaan berlebihan pada ekstremitas bawah.
4	Fu, Ren, & Baker (2017)	Penelitian komparatif biomekanika	15 pemain profesional dan 15 pemain amatir	Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemain amatir memiliki rentang gerak pergelangan kaki yang lebih besar dan kontrol sendi yang lebih rendah dibandingkan pemain profesional. Kondisi tersebut dapat meningkatkan risiko cedera pada lutut dan pergelangan kaki.
5	Maloney (2018)	Literature Review	Kajian berbagai penelitian biomekanika <i>lunge</i>	Hasil kajian menunjukkan bahwa performa <i>lunge</i> dipengaruhi oleh stabilitas, kekuatan, daya ledak, dan daya tahan spesifik. Gerakan <i>lunge</i> merupakan komponen penting dalam performa bulutangkis karena menyumbang sekitar 14–18% dari seluruh gerakan selama pertandingan.
6	Pardiwala, Subbiah, Rao, & Modi (2020)	Review Artikel	Kajian epidemiologi dan biomekanika bulutangkis	Hasil penelitian menunjukkan bahwa cedera lutut dan pergelangan kaki merupakan cedera yang paling sering ditemukan pada atlet bulutangkis. Cedera tersebut berkaitan dengan tingginya intensitas gerak dan perubahan arah secara cepat selama permainan.

- | | | | | |
|----|--|-------------------------------------|---|---|
| 7 | Peng, Mao, Zhang, Yu, & Zhang (2023) | Penelitian eksperimen biomekanika | 10 atlet bulutangkis wanita berpengalaman | Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan jarak <i>lunge</i> menyebabkan peningkatan gaya reaksi tanah, torsi lutut, dan gaya kompresi sendi. Kondisi tersebut dapat meningkatkan risiko cedera lutut pada atlet bulutangkis. |
| 8 | Xie, Pan, Wu, Liang, Chen, Tan, Wu, & Huang (2025) | Penelitian eksperimental | 17 pemain bulutangkis wanita amatir | Hasil penelitian menunjukkan bahwa <i>lunge backhand</i> menghasilkan sudut varus pergelangan kaki yang lebih tinggi dibandingkan <i>lunge forehand</i> . Temuan ini menunjukkan adanya peningkatan risiko cedera pergelangan kaki pada gerakan tertentu. |
| 9 | Ningsih & Perdana (2021) | Penelitian kuantitatif korelasional | 21 atlet bulutangkis | Hasil penelitian menunjukkan adanya hubungan antara kualitas nyeri lutut dengan aktivasi otot saat melakukan gerakan <i>backhand diagonal forward lunge</i> . Riwayat cedera juga memengaruhi pola aktivasi otot selama gerakan tersebut. |
| 10 | Lam, Wong, & Lee (2020) | Tinjauan Sistematis | 20 artikel penelitian | Hasil penelitian menunjukkan bahwa biomekanika gerakan <i>lunge</i> berhubungan erat dengan performa dan risiko cedera ekstremitas bawah. Beban benturan yang tinggi pada lutut dan pergelangan kaki dapat meningkatkan potensi terjadinya cedera apabila tidak diimbangi teknik yang baik. |

2. Berdasarkan hasil telaah terhadap berbagai artikel yang telah dianalisis, dapat diketahui bahwa gerakan *lunge* merupakan salah satu teknik *footwork* yang paling sering digunakan dalam permainan bulutangkis. Gerakan ini berfungsi untuk membantu atlet menjangkau *shuttlecock* yang berada di luar jangkauan normal dengan cepat serta memungkinkan pemain kembali ke posisi siap untuk melakukan gerakan berikutnya. Dari berbagai penelitian yang dikaji, *lunge* diketahui menyumbang lebih dari 15% aktivitas gerak selama pertandingan sehingga menjadi

komponen penting dalam menunjang performa atlet. Selain berperan dalam meningkatkan efektivitas permainan, gerakan *lunge* juga melibatkan koordinasi berbagai sendi pada ekstremitas bawah, terutama sendi panggul, lutut, dan pergelangan kaki.

Hasil kajian menunjukkan bahwa biomekanika gerakan *lunge* memiliki hubungan yang erat dengan risiko cedera ekstremitas bawah pada atlet bulutangkis. Selama melakukan *lunge*, tubuh menerima gaya reaksi tanah (*ground reaction force*) yang cukup besar, terutama pada fase kontak kaki dan fase penerimaan

beban. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa atlet dapat menerima beban hingga beberapa kali berat badan saat melakukan *lunge* dengan kecepatan tinggi. Kondisi tersebut menyebabkan lutut dan pergelangan kaki menjadi bagian tubuh yang paling rentan mengalami cedera. Cedera yang sering ditemukan antara lain ankle sprain, nyeri patellofemoral, cedera ligamen lutut, serta berbagai gangguan akibat penggunaan berulang (*overuse injury*).

Gerakan *lunge* melibatkan kerja eksentrik dan konsentrik dari berbagai kelompok otot ekstremitas bawah secara simultan. Pada fase pendaratan, otot quadriceps, hamstring, gastrocnemius, dan gluteus berperan dalam menyerap gaya benturan serta menjaga stabilitas sendi. Apabila kemampuan otot dalam meredam gaya benturan serta menjaga stabilitas sendi. Apabila kemampuan otot dalam meredam gaya yang diterima tidak optimal, maka beban mekanis akan lebih banyak ditransmisikan ke struktur pasif seperti ligamen, tendon, dan kartilago sendi. Kondisi tersebut dapat meningkatkan risiko terjadinya cedera akut maupun cedera akibat penggunaan berulang pada atlet bulutangkis.

Selain besarnya gaya reaksi tanah, faktor biomekanika lain yang berpengaruh terhadap risiko cedera adalah teknik pelaksanaan *lunge*, posisi kaki saat kontak dengan lantai, panjang langkah, dan tingkat keterampilan atlet. Pemain yang memiliki teknik *lunge* yang kurang baik cenderung mengalami distribusi beban yang

tidak merata pada sendi lutut dan pergelangan kaki. Beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa pemain amatir memiliki kemampuan kontrol gerak dan peredaman benturan yang lebih rendah dibandingkan pemain profesional. Akibatnya, risiko cedera pada ekstremitas bawah menjadi lebih tinggi karena tubuh tidak mampu menyerap beban secara optimal.

Selain faktor teknik, kontrol neuromuskular juga berperan penting dalam menentukan kualitas gerakan *lunge*. Kontrol neuromuskular yang baik memungkinkan atlet mempertahankan posisi tubuh yang stabil selama melakukan deselerasi dan perubahan arah. Sebaliknya, gangguan kontrol neuromuskular dapat menyebabkan terjadinya deviasi gerak pada lutut dan pergelangan kaki yang meningkatkan tekanan pada struktur muskuloskeletal. Oleh karena itu, kemampuan propriosepsi dan koordinasi gerak perlu mendapat perhatian dalam program latihan pencegahan cedera.

Kajian ini juga menunjukkan bahwa faktor internal dan eksternal dapat memengaruhi biomekanika gerakan *lunge*. Faktor internal meliputi kekuatan otot, stabilitas sendi, fleksibilitas, koordinasi gerak, serta tingkat kelelahan atlet. Sementara itu, faktor eksternal meliputi jenis alas kaki, karakteristik permukaan lapangan, dan intensitas latihan yang dijalani atlet. Ketika atlet mengalami kelelahan, kemampuan otot dalam mengontrol gerakan dan menjaga stabilitas sendi akan menurun

sehingga meningkatkan risiko terjadinya cedera. Oleh karena itu, program latihan yang menitikberatkan pada penguatan otot tungkai, peningkatan keseimbangan, dan latihan neuromuskular sangat diperlukan untuk mengurangi risiko cedera.

Dari perspektif kinesiologi olahraga, gerakan *lunge* merupakan rangkaian gerak yang melibatkan kerja beberapa sendi secara terintegrasi dalam suatu rantai kinetik. Sendi panggul berfungsi menghasilkan dan mengontrol gerakan fleksi-ekstensi, sendi lutut berperan sebagai penopang utama beban tubuh, sedangkan sendi pergelangan kaki berfungsi menjaga keseimbangan dan stabilitas saat kontak dengan permukaan lapangan. Ketidakseimbangan fungsi pada salah satu komponen tersebut dapat mengubah pola gerak normal sehingga meningkatkan kompensasi gerakan pada segmen tubuh lainnya dan memperbesar risiko cedera.

Berdasarkan hasil kajian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa biomekanika gerakan *lunge* memiliki peran penting dalam menentukan risiko cedera ekstremitas bawah pada atlet bulutangkis. Semakin besar beban biomekanika yang diterima oleh lutut dan pergelangan kaki, maka semakin tinggi pula risiko terjadinya cedera. Oleh karena itu, upaya pencegahan cedera perlu dilakukan melalui perbaikan teknik *lunge*, peningkatan kondisi fisik atlet, penggunaan alas kaki yang sesuai, serta penerapan program latihan yang terstruktur. Dengan demikian, atlet dapat

mempertahankan performa permainan sekaligus meminimalkan risiko cedera yang dapat menghambat aktivitas latihan maupun pertandingan.

E. Kesimpulan

Dari 10 jurnal yang telah ditelaah dan dianalisis, dapat disimpulkan bahwa gerakan *lunge* merupakan salah satu teknik *footwork* yang paling penting dan paling sering digunakan dalam permainan bulutangkis. Gerakan ini berperan besar dalam membantu atlet menjangkau *shuttlecock* dengan cepat serta mempertahankan keseimbangan selama pertandingan. Namun, pelaksanaan gerakan *lunge* juga menghasilkan beban biomekanika yang cukup tinggi pada ekstremitas bawah, terutama pada sendi lutut dan pergelangan kaki. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa gaya reaksi tanah, gaya kompresi sendi, serta perubahan arah gerak yang terjadi selama *lunge* dapat meningkatkan tekanan pada struktur muskuloskeletal sehingga berpotensi menyebabkan cedera.

Selain itu, hasil kajian menunjukkan bahwa risiko cedera ekstremitas bawah dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik faktor intrinsik maupun faktor ekstrinsik. Faktor intrinsik meliputi kekuatan otot, stabilitas sendi, fleksibilitas, koordinasi gerak, tingkat keterampilan, dan kondisi kelelahan atlet. Sementara itu, faktor ekstrinsik meliputi penggunaan alas kaki, karakteristik lapangan, serta intensitas latihan dan pertandingan. Atlet yang memiliki teknik *lunge* yang kurang tepat atau kemampuan kontrol gerak yang rendah cenderung memiliki risiko cedera yang lebih tinggi dibandingkan atlet yang memiliki teknik dan kondisi fisik yang baik.

Kesimpulan dari pembahasan di atas menunjukkan bahwa biomekanika gerakan *lunge* memiliki hubungan yang

erat dengan risiko cedera ekstremitas bawah pada atlet bulutangkis. Semakin besar beban biomekanika yang diterima oleh lutut dan pergelangan kaki, maka semakin tinggi pula potensi terjadinya cedera. Oleh karena itu, diperlukan upaya pencegahan melalui perbaikan teknik lunge, peningkatan kekuatan dan stabilitas otot, latihan keseimbangan, serta penggunaan perlengkapan yang sesuai. Dengan memahami faktor-faktor biomekanika yang memengaruhi gerakan lunge, atlet dan pelatih dapat mengurangi risiko cedera sekaligus meningkatkan performa dalam permainan bulutangkis.

DAFTAR PUSTAKA

- Fu, L., Ren, F., & Baker, J. S. (2017). Comparison of joint loading in badminton lunging between professional and amateur badminton players. *Applied Bionics and Biomechanics*, *2017*, 5397656. <https://doi.org/10.1155/2017/5397656>
- Herman, S. (2010). Hasil belajar keterampilan bermain bulutangkis studi eksperimen pada siswa diklat bulutangkis fpok-upi. *Cakrawala Pendidikan*, *3*, 325-340.
- Lam, W. K., Ding, R., & Qu, Y. (2016). Ground reaction forces and knee kinetics during single and repeated badminton lunges. *Journal of Sports Sciences*, *35*(12), 1175-1181. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1180420>
- Lam, W. K., Wong, D. W. C., & Lee, W. C. (2020). *Lower limb biomechanics in the badminton lunge: A systematic scoping review*. *PeerJ*, *8*, e10300. <https://doi.org/10.7717/peerj.10300>
- Maloney, S. J. (2018). Review of the badminton lunge and specific training considerations. *Strength and Conditioning Journal*, *40*(5), 7-17.
- Pardiwala, D. N., Subbiah, K., Rao, N., & Modi, R. (2020). *Badminton injuries in elite athletes: A review of epidemiology and biomechanics*. *Indian Journal of Orthopaedics*, *54*, 237-245.
- Peng, D., Mao, Z., Zhang, W., Yu, J., & Zhang, S. (2023). *In vivo knee biomechanics during badminton lunge under different lunge distances and foot positions using a dual fluoroscopic imaging system*. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, *11*, 1320404. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2023.1320404>
- Subarkah, A., & Novriansyah, I. (2018). Training model of badminton footwork for beginner. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, *278*, 333-335.
- Xie, Z., Pan, J., Wu, X., Liang, H., Chen, B., Tan, D., Wu, M., & Huang, Z. (2025). *Differences in lower limb biomechanics between forehand and backhand forward lunge in amateur female badminton players*. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, *13*, 1558918. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2025.1558918>