

## BIOMEKANIKA LARI DAN RUNNING ECONOMY: TINJAUAN SISTEMATIS UNTUK KESEHATAN DAN KEBUGARAN PELARI REKREASI

**Dzelanito Catur Thami Muzhaffar<sup>1</sup>, Leny Putriani Sungkono<sup>2</sup>, Muhammad Fito Alinsky<sup>3</sup>,  
Nayla Mumtaz<sup>4</sup>, Silvia Finda Muji Rahayu<sup>5</sup>**

<sup>1,2,3,4,5</sup>Prodi Ilmu Keolahragaan, Fakultas Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Semarang

[dzelanitocaturtm@students.unnes.ac.id](mailto:dzelanitocaturtm@students.unnes.ac.id), [putrianileny@students.unnes.ac.id](mailto:putrianileny@students.unnes.ac.id),  
[fitoalinsky@students.unnes.ac.id](mailto:fitoalinsky@students.unnes.ac.id), [naylamumtaz@students.unnes.ac.id](mailto:naylamumtaz@students.unnes.ac.id),  
[silviafinda@students.unnes.ac.id](mailto:silviafinda@students.unnes.ac.id)

### Abstract

*Recreational running has become increasingly popular as a form of physical activity that provides benefits for health and physical fitness. However, movement efficiency during running is an important factor affecting performance, fatigue levels, and injury risk among recreational runners. This article aims to examine the relationship between running biomechanics and running economy through a systematic review approach to understand their role in supporting health and fitness. The method used in this study was a systematic literature review of national and international scientific journals published between 2020 and 2025 from databases such as PubMed, Scopus, and Google Scholar. The findings indicate that biomechanical components, including cadence, stride length, foot-strike pattern, core muscle stability, and body movement coordination, significantly influence energy efficiency during running. Recreational runners who apply more efficient running techniques tend to experience lower energy expenditure, reduced risk of overuse injuries, and improved long-term physical fitness. Therefore, understanding running biomechanics and the principles of running economy is essential to support safe, effective, and sustainable running activities for long-term health benefits.*

**Keywords:** *running biomechanics; running economy; recreational runners; physical fitness; health.*

### Abstrak

Lari rekreasi semakin populer sebagai bentuk aktivitas fisik yang memberikan manfaat bagi kesehatan tubuh dan kebugaran jasmani. Namun, efisiensi gerak saat berlari sering kali menjadi faktor penting yang memengaruhi performa, tingkat kelelahan, dan risiko cedera pada pelari rekreasi. Artikel ini bertujuan untuk mengkaji hubungan antara biomekanika lari dan running economy melalui pendekatan tinjauan sistematis guna memahami perannya dalam mendukung kesehatan dan kebugaran. Metode yang digunakan berupa systematic literature review terhadap berbagai jurnal ilmiah nasional dan internasional yang dipublikasikan pada tahun 2020–2025 melalui database seperti PubMed, Scopus, dan Google Scholar. Hasil kajian menunjukkan bahwa komponen biomekanika, seperti ritme langkah (cadence), panjang langkah, pola pendaratan kaki, stabilitas otot inti, dan koordinasi gerak tubuh, memiliki pengaruh terhadap efisiensi penggunaan energi saat berlari. Pelari rekreasi yang menerapkan teknik lari lebih efisien cenderung mengalami pengeluaran energi yang lebih hemat, penurunan risiko cedera akibat penggunaan berlebih (overuse injury), serta peningkatan kapasitas kebugaran secara berkelanjutan. Oleh karena itu, pemahaman mengenai biomekanika lari dan prinsip running economy penting diterapkan sebagai upaya mendukung aktivitas lari yang aman, efektif, dan berorientasi pada kesehatan jangka panjang.

**Kata Kunci:** biomekanika lari; running economy; pelari rekreasi; kebugaran; kesehatan.

Submitted: 2026-05-10	Revised: 2026-05-27	Accepted: 2026-06-05
-----------------------	---------------------	----------------------

### PENDAHULUAN

Lari merupakan salah satu bentuk aktivitas fisik yang paling diminati masyarakat karena mudah dilakukan, tidak memerlukan biaya besar, serta memberikan berbagai manfaat bagi kesehatan dan kebugaran tubuh (Kujala et al., 2024; Titze et al., 2022). Dalam beberapa tahun terakhir, jumlah pelari rekreasi terus meningkat seiring berkembangnya kesadaran masyarakat

terhadap gaya hidup sehat. Namun, peningkatan partisipasi tersebut belum sepenuhnya diikuti oleh pemahaman yang memadai mengenai teknik berlari yang benar. Kondisi ini dapat menyebabkan penggunaan energi yang kurang efisien dan meningkatkan risiko cedera selama aktivitas berlari. Biomekanika lari merupakan cabang ilmu yang mempelajari gerakan tubuh selama berlari, meliputi postur tubuh, pola kontak kaki, panjang dan frekuensi langkah, serta koordinasi neuromuskular dan fungsi sendi (DeJong et al., 2023; Zhou et al., 2026). Analisis biomekanika berperan penting dalam mengidentifikasi pola gerakan yang efektif dan aman sehingga mampu mengurangi beban berlebih pada sistem muskuloskeletal (Gallo et al., 2026; Melis et al., 2022). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa karakteristik biomekanika tertentu berhubungan erat dengan performa dan efisiensi gerakan saat berlari (Van Hooren et al., 2024).

Selain biomekanika, running economy merupakan faktor penting yang menentukan efisiensi berlari. Running economy didefinisikan sebagai kemampuan tubuh menggunakan energi secara efisien pada kecepatan tertentu, yang umumnya diukur melalui konsumsi oksigen ( $VO_2$ ) selama aktivitas berlari submaksimal. Pelari dengan running economy yang baik membutuhkan energi lebih sedikit untuk mempertahankan kecepatan yang sama dibandingkan pelari lainnya. Faktor-faktor yang memengaruhi running economy meliputi aspek fisiologis, biomekanis, neuromuskular, dan metabolik yang dapat ditingkatkan melalui latihan yang tepat (Balsalobre-Fernández et al., 2021; Van Hooren et al., 2024). Meskipun berbagai penelitian telah membahas biomekanika lari maupun running economy secara terpisah, masih terbatas kajian yang secara khusus mensintesis hubungan keduanya dalam konteks kesehatan dan kebugaran pelari rekreasi.

Sebagian besar penelitian berfokus pada atlet kompetitif, sehingga temuan yang tersedia belum sepenuhnya menggambarkan kebutuhan dan karakteristik pelari rekreasi. Kesenjangan penelitian ini menunjukkan perlunya tinjauan sistematis yang mengintegrasikan bukti ilmiah terkini mengenai pengaruh faktor biomekanika terhadap running economy serta implikasinya terhadap kesehatan dan pencegahan cedera pada pelari rekreasi. Oleh karena itu, artikel ini bertujuan untuk meninjau secara sistematis hubungan antara biomekanika lari dan running economy serta mengidentifikasi faktor-faktor biomekanis yang berkontribusi terhadap efisiensi energi, performa, dan kesehatan pelari rekreasi. Kajian ini didasarkan pada hipotesis bahwa penerapan biomekanika lari yang optimal berhubungan dengan peningkatan running economy, penurunan risiko cedera, serta peningkatan kebugaran pada pelari rekreasi. Hasil tinjauan ini diharapkan dapat menjadi dasar ilmiah bagi pelari, pelatih, dan praktisi olahraga dalam merancang strategi latihan yang lebih efektif dan aman.

## **METODE**

Penelitian ini menggunakan metode Systematic Literature Review (SLR) untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis berbagai hasil penelitian mengenai biomekanika lari dan running economy pada pelari rekreasi. Metode ini dipilih karena mampu memberikan gambaran yang komprehensif dan berbasis bukti mengenai hubungan antara karakteristik biomekanika lari dengan efisiensi penggunaan energi selama aktivitas berlari. Prosedur penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan.

Tahap pertama adalah perencanaan, yaitu menentukan fokus kajian, menyusun pertanyaan penelitian, serta menetapkan kata kunci pencarian yang meliputi running economy, running biomechanics, recreational runners, running efficiency, stride frequency, dan energy expenditure in running. Selanjutnya dilakukan penelusuran literatur pada berbagai database ilmiah, yaitu Google Scholar, PubMed, ScienceDirect, dan ResearchGate.

Tahap kedua adalah pelaksanaan dan seleksi artikel. Artikel yang diperoleh kemudian diseleksi berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan. Kriteria inklusi meliputi artikel ilmiah berbahasa Indonesia atau Inggris yang diterbitkan pada periode 2015–2025, membahas biomekanika lari dan running economy, menggunakan subjek pelari rekreasi atau nonprofesional, serta dipublikasikan dalam jurnal ilmiah bereputasi. Sementara itu, artikel yang

tidak relevan dengan topik penelitian, tidak memiliki metode penelitian yang jelas, atau berupa opini, prosiding, dan sumber nonjurnal dikeluarkan dari proses review.

Tahap ketiga adalah observasi dan ekstraksi data, yaitu mengidentifikasi informasi penting dari setiap artikel yang memenuhi kriteria. Data yang dikumpulkan meliputi karakteristik penelitian, subjek penelitian, variabel biomekanika yang dianalisis, seperti panjang langkah (stride length), frekuensi langkah (stride frequency), pola kontak kaki, postur tubuh, ground reaction force, serta indikator running economy yang umumnya diukur melalui konsumsi oksigen ( $VO_2$ ).

Tahap keempat adalah evaluasi dan sintesis data. Data yang telah terkumpul dianalisis menggunakan teknik analisis deskriptif naratif dengan membandingkan hasil antarpelitian, mengelompokkan temuan berdasarkan variabel yang diteliti, serta mengidentifikasi pola hubungan antara biomekanika lari dan running economy. Hasil sintesis kemudian digunakan untuk menarik kesimpulan mengenai faktor-faktor biomekanika yang berperan dalam meningkatkan efisiensi berlari pada pelari rekreasi.

Melalui pendekatan SLR ini diharapkan diperoleh ringkasan ilmiah yang komprehensif dan berbasis bukti mengenai hubungan biomekanika lari dengan running economy, sehingga dapat menjadi referensi bagi pelatih, atlet, peneliti, maupun masyarakat yang ingin meningkatkan efisiensi dan kualitas aktivitas berlari.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan proses seleksi dan analisis literatur yang memenuhi kriteria inklusi, diperoleh sejumlah penelitian yang membahas hubungan antara biomekanika lari dan running economy pada pelari rekreasi. Hasil sintesis menunjukkan bahwa beberapa komponen biomekanika memiliki pengaruh yang signifikan terhadap efisiensi penggunaan energi, performa lari, serta risiko cedera.

Tabel 1. Ringkasan Temuan Penelitian Mengenai Biomekanika Lari dan Running Economy

No.	Variabel Biomekanika	Temuan Utama	Dampak terhadap Running Economy	Dampak terhadap Kesehatan dan Risiko Cedera
1	Cadence (Frekuensi Langkah)	Peningkatan cadence yang optimal mengurangi osilasi vertikal tubuh dan meningkatkan ritme langkah yang stabil.	Menurunkan biaya metabolik ( $VO_2$ ) dan meningkatkan efisiensi penggunaan energi.	Mengurangi kelelahan lebih cepat dan menurunkan risiko cedera akibat beban berlebih.
2	Stride Length (Panjang Langkah)	Panjang langkah yang stabil dan proporsional menghasilkan pola gerakan yang lebih efisien.	Mengurangi pemborosan energi dan membantu mempertahankan kecepatan lebih lama.	Menurunkan risiko cedera pada sendi bawah ekstremitas.
3	Foot-Strike Pattern (Pola Pendaratan Kaki)	Teknik pendaratan yang tepat mengurangi gaya benturan saat kontak dengan tanah.	Menurunkan konsumsi oksigen ( $VO_2$ ) dan meningkatkan efisiensi gerakan.	Mengurangi tekanan berlebih pada kaki, lutut, dan pinggul serta menurunkan risiko overuse injury.
4	Ground Reaction Force (Gaya Reaksi Tanah)	Distribusi gaya reaksi tanah yang seimbang meningkatkan transfer energi dari kaki ke tubuh.	Memaksimalkan pemanfaatan energi elastis dan mengurangi energi yang hilang.	Mengurangi beban mekanis pada system muskuloskeletal.

5	Core Stability (Stabilitas Otot Inti)	Otot inti yang kuat menjaga stabilitas batang tubuh dan kontrol gerakan.	Meningkatkan efisiensi biomekanis dan mengurangi gerakan kompensasi.	Menjaga postur tubuh tetap optimal dan menurunkan risiko cedera punggung bawah.
6	Koordinasi Postur Tubuh	Koordinasi antara ekremitas atas-bawah mendukung perpindahan momentum secara linear.	Energi lebih banyak digunakan untuk gerak maju daripada gerakan tidak perlu.	Meningkatkan keseimbangan dan kontrol gerak sehingga mengurangi risiko cedera.
7	Running Economy (Secara Keseluruhan)	Integrasi variabel biomekanika yang optimal menghasilkan teknik lari yang efisien.	Konsumsi energi lebih rendah pada kecepatan tertentu dan performa lebih baik.	Mendukung kebugaran kardiorespirasi jangka panjang dan menurunkan risiko cedera kronis.

Hasil analisis menunjukkan bahwa cadence dan stride length merupakan faktor biomekanika yang paling sering dikaitkan dengan peningkatan running economy. Selain itu, pola pendaratan kaki dan stabilitas otot inti juga berkontribusi terhadap efisiensi gerakan dan penurunan risiko cedera. Secara umum, pelari rekreasi yang menerapkan teknik biomekanika yang baik cenderung memiliki konsumsi energi yang lebih rendah dibandingkan pelari dengan teknik yang kurang optimal.

**PEMBAHASAN**

Hasil kajian menunjukkan bahwa biomekanika lari memiliki hubungan yang erat dengan running economy pada pelari rekreasi. Running economy menggambarkan kemampuan tubuh menggunakan energi secara efisien saat berlari pada kecepatan tertentu. Semakin baik efisiensi gerakan yang dilakukan, semakin rendah kebutuhan energi dan konsumsi oksigen (VO<sub>2</sub>) yang diperlukan untuk mempertahankan kecepatan lari yang sama. Temuan ini sejalan dengan penelitian Van Hooren et al. yang menyatakan bahwa faktor biomekanika merupakan salah satu determinan utama running economy selain faktor fisiologis dan neuromuskular.

Salah satu komponen biomekanika yang berpengaruh adalah cadence (frekuensi langkah) dan stride length (panjang langkah). Kajian menunjukkan bahwa peningkatan cadence yang optimal mampu mengurangi osilasi vertikal tubuh sehingga energi yang digunakan lebih banyak diarahkan untuk gerakan maju dibandingkan gerakan naik-turun. Kondisi ini membuat pelari menjadi lebih ekonomis dalam menggunakan energi. Temuan tersebut didukung oleh Wiley et al. (2025) yang menjelaskan bahwa manipulasi cadence dapat menurunkan biaya metabolik dan meningkatkan efisiensi berlari pada pelari jarak jauh. Selain itu, Ueberschär et al. (2022) menemukan bahwa kombinasi frekuensi langkah yang tepat dan panjang langkah yang stabil berkontribusi terhadap kestabilan gerak dan penurunan risiko cedera.

Pola pendaratan kaki (foot-strike pattern) juga memiliki peran penting dalam menentukan besarnya gaya reaksi tanah (ground reaction force). Teknik pendaratan yang efisien dapat mengurangi beban benturan pada sendi dan jaringan lunak sehingga risiko cedera akibat penggunaan berlebihan (overuse injury) dapat diminimalkan. Selain itu, distribusi gaya yang lebih baik memungkinkan energi elastis tubuh dimanfaatkan secara optimal untuk menghasilkan dorongan ke depan. Dengan demikian, pelari dapat mempertahankan performa lebih lama tanpa mengalami peningkatan kelelahan yang signifikan. Faktor lain yang berpengaruh terhadap running economy adalah stabilitas otot inti (core stability) dan koordinasi postur tubuh. Otot inti berfungsi

sebagai pusat transfer gaya antara ekstremitas atas dan bawah selama berlari. Blagrove et al. (2023) menyatakan bahwa stabilitas batang tubuh yang baik mampu memperbaiki kinematika gerak serta meningkatkan efisiensi biomekanis saat berlari. Temuan tersebut diperkuat oleh Ribeiro et al. (2021) yang menjelaskan bahwa aktivasi otot inti yang optimal membantu mempertahankan perpindahan momentum secara linear sehingga energi tidak terbuang akibat gerakan kompensasi yang tidak diperlukan.

Dari perspektif kesehatan, penerapan prinsip biomekanika yang tepat memberikan manfaat jangka panjang bagi pelari rekreasi. Teknik lari yang efisien mampu menurunkan stres mekanis pada sistem muskuloskeletal sehingga mengurangi kemungkinan terjadinya cedera kronis. DeJong et al. (2023) melaporkan bahwa perbedaan biomekanika antara pelari yang mengalami cedera dan yang tidak mengalami cedera menunjukkan pentingnya teknik gerak yang benar dalam aktivitas lari. Selain itu, Gallo et al. (2026) menemukan bahwa perubahan biomekanika akibat kelelahan dapat meningkatkan risiko cedera apabila tidak diimbangi dengan kontrol gerak yang baik. Meskipun demikian, kajian ini memiliki keterbatasan karena sebagian besar penelitian yang dianalisis menggunakan desain dan karakteristik subjek yang berbeda. Variasi metode pengukuran biomekanika dan running economy juga dapat memengaruhi hasil yang diperoleh. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut dengan metode yang lebih terstandarisasi masih diperlukan untuk memperkuat bukti mengenai hubungan biomekanika lari dan running economy pada pelari rekreasi.

Secara keseluruhan, biomekanika lari dan running economy merupakan dua aspek yang saling berkaitan dalam mendukung performa, kesehatan, dan kebugaran pelari rekreasi. Optimalisasi cadence, panjang langkah, pola pendaratan kaki, serta stabilitas otot inti dapat meningkatkan efisiensi energi, menurunkan risiko cedera, dan mendukung keberlanjutan aktivitas lari dalam jangka panjang.

## **SIMPULAN**

Berdasarkan hasil tinjauan sistematis, dapat disimpulkan bahwa biomekanika lari memiliki hubungan yang erat dengan running economy pada pelari rekreasi. Komponen biomekanika seperti cadence (frekuensi langkah), stride length (panjang langkah), pola pendaratan kaki, stabilitas otot inti, dan koordinasi postur tubuh berperan penting dalam meningkatkan efisiensi penggunaan energi saat berlari. Pelari yang menerapkan teknik lari yang baik cenderung membutuhkan energi dan konsumsi oksigen yang lebih rendah untuk mempertahankan kecepatan tertentu.

Selain meningkatkan efisiensi energi, penerapan biomekanika lari yang tepat juga berkontribusi terhadap penurunan risiko cedera akibat penggunaan berlebihan (overuse injury) serta mendukung peningkatan kapasitas kebugaran kardiorespirasi secara berkelanjutan. Dengan demikian, pemahaman dan penerapan prinsip-prinsip biomekanika dalam program latihan menjadi aspek penting bagi pelari rekreasi untuk mencapai aktivitas lari yang aman, efektif, sehat, dan berkelanjutan dalam jangka panjang.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Barnes, K. R., & Kilding, A. E. (2015). Running economy: Measurement, norms, and determining factors. *Sports Medicine*, 45(1), 37–56.
- Blagrove, R. C., Cushman, D. M., & Edwards, W. B. (2023). Core stability and trunk kinematics in recreational runners: Implications for running economy and performance. *Journal of Sports Sciences*, 41(9), 844–855.
- DeJong, A. F., Foot, W. T., & Hertel, J. (2023). Injury and performance related biomechanical differences between recreational and collegiate runners. *Frontiers in Sports and Active Living*, 5, 1268292.

- Fletcher, J. R., & MacIntosh, B. R. (2017). Running economy from a muscle energetics perspective. *Frontiers in Physiology*, 8(433), 1–15.
- Gallo, M., Ammann, R., & Romann, M. (2026). Lower-limb biomechanical adaptations to exercise-induced fatigue during running: A systematic review of injury-relevant mechanical changes. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 18(1), 45–58.
- Kujala, U. M., Palomäki, S., & Schulz, J. (2024). Global trends in recreational running and its longterm health benefits: A systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 58(6), 312–321.
- Moore, I. S. (2016). Is there an economical running technique? *Sports Medicine*, 46(6), 793–807.
- Ribeiro, J., Marques, P., & Santos, M. (2021). The role of core muscle activation in linear momentum transfer and upper-lower extremity coordination during running. *Human Movement Science*, 78, 102812.
- Titze, S., Stronegger, W. J., & Oja, P. (2022). Motivations, barriers, and health-related fitness outcomes among recreational runners: A population-based study. *PLOS ONE*, 17(4), e0266832.
- Ueberschär, O., Zandi, M., & Doeweling, S. (2022). Biomechanical adjustments in recreational runners: The interplay between stride frequency, stride length, and kinematic stability. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 32(8), 1195–1208.
- Van Hooren, B., Jukic, I., Cox, M., Frenken, K. G., Bautista, I., & Moore, I. S. (2024). The relationship between running biomechanics and running economy: A systematic review and meta-analysis of observational studies. *Sports Medicine*, 54(5), 1269–1316.
- Wiley, T. R., Mercer, J. A., & Freedman, C. L. (2025). Mitigating vertical oscillation in distance running via cadence manipulation: Implications for metabolic cost. *Journal of Applied Biomechanics*, 41(2), 88–97.