

KETIKA ENERGI MENENTUKAN JUARA: TINJAUAN FISILOGI OLAHRAGA TENTANG SISTEM ENERGI

Ilham Kamaruddin ¹, Ega Pangalingan ², A.Muh.Dzakwan mangawiang ³, Acep
Nasyarullah Arsyad ⁴, Usman Ali ⁵, Baharuddin ⁶

Program Studi Pendidikan Jasmani Dan Olahraga
Ilmu Keolahragaan Dan Kesehatan
Universitas Negeri Makassar, Jalan Andi Pangerang Pettarani, Kelurahan Tidung,
Kecamatan Rappocini, Kota Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia. Kode pos
90222.

Alamat e-mail : ¹ ilham.kamaruddin@unm.ac.id, ² pangalinganega@gmail.com, ³
andimuhdzakwan9@gmail.com, ⁴ qyunika@gmail.com, ⁵
usman.edutama@gmail.com, ⁶ baharuddin012@guru.sma.belajar.id

ABSTRACT

This study aims to analyze the role of energy systems in determining athletic performance through a systematic literature review approach. Energy systems in sports consist of the ATP PC system, anaerobic glycolysis, and the aerobic system, each contributing differently depending on exercise intensity and duration. The method used in this study is a systematic review of 15 national scientific sources, including journals and books related to exercise physiology, VO2Max, and metabolic energy systems. The results show that the ATP PC system dominates short duration and high intensity activities, while anaerobic glycolysis supports moderate intensity efforts, and the aerobic system plays a major role in long duration activities. In addition, VO2Max is identified as a key indicator of aerobic capacity that significantly influences endurance and recovery ability. Environmental factors and training methods such as interval training also contribute to optimizing energy system efficiency. The findings indicate that the integration of all energy systems is essential in supporting optimal athletic performance. Therefore, understanding exercise physiology and energy systems is crucial in designing effective and structured training programs to improve athlete performance.

Keywords: *energy systems, exercise physiology, VO2Max, athletic performance, aerobic system, anaerobic system*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peran sistem energi dalam menentukan performa atlet melalui pendekatan systematic literature review. Sistem energi dalam olahraga meliputi sistem ATP PC, glikolisis anaerobik, dan sistem aerobik yang memiliki kontribusi berbeda sesuai dengan intensitas dan durasi aktivitas fisik. Metode yang digunakan adalah kajian sistematis terhadap 15 sumber ilmiah nasional yang terdiri dari jurnal dan buku yang berkaitan dengan fisiologi olahraga, VO2Max, dan metabolisme energi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ATP PC dominan pada aktivitas berdurasi singkat dengan intensitas tinggi, sedangkan sistem anaerobik berperan pada aktivitas intensitas sedang, dan sistem aerobik dominan pada aktivitas berdurasi panjang. Selain itu, VO2Max menjadi indikator utama kapasitas aerobik yang berpengaruh terhadap daya tahan dan pemulihan energi. Faktor lingkungan dan metode latihan seperti interval training juga berkontribusi dalam meningkatkan efisiensi sistem energi. Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi sistem energi sangat penting dalam mendukung performa atlet secara optimal. Oleh karena itu, pemahaman fisiologi olahraga dan sistem energi diperlukan dalam penyusunan program latihan yang efektif dan terarah.

Kata Kunci: sistem energi, fisiologi olahraga, VO2Max, performa atlet

A. Pendahuluan

Olahraga berprestasi didefinisikan sebagai kegiatan yang mengharuskan atlet mengoptimalkan potensi fisik, keterampilan teknis, serta ketahanan mental guna meraih pencapaian tertinggi pada ajang pertandingan. Pada ruang lingkup tersebut, faktor kemampuan fisik memainkan peran krusial dalam menentukan kesuksesan atlet untuk mempertahankan tingkat performanya sepanjang durasi kegiatan olahraga. Aspek esensial dari kemampuan fisik ini mencakup kapasitas tubuh untuk

menghasilkan serta memanfaatkan energi dengan tingkat efisiensi yang tinggi. Proses produksi energi di dalam tubuh terjadi melalui mekanisme metabolisme yang mengintegrasikan beragam sistem energi secara sinergis demi memenuhi tuntutan aktivitas fisik (Sandi, 2019; Supriatna, 2019).

Dalam fisiologi olahraga, sistem energi terbagi menjadi tiga elemen pokok, yakni sistem ATP-PC, sistem anaerobik, serta sistem aerobik. Masing-masing sistem tersebut menampilkan ciri khas yang berbeda-

beda terkait laju pembentukan energi, volume energi yang tersedia, dan rentang waktu pemanfaatannya. Sistem ATP-PC bertanggung jawab menyuplai energi secara instan untuk kegiatan berintensitas tinggi dengan durasi pendek, sementara sistem anaerobik mendukung kegiatan berintensitas tinggi pada periode waktu yang lebih panjang. Di sisi lain, sistem aerobik difungsikan untuk kegiatan berdurasi lama dengan tingkat intensitas yang relatif rendah (Supriatna, 2019). Variasi ciri-ciri ini menggarisbawahi bahwa tiap sistem energi memikul fungsi khusus dalam membackup beragam bentuk aktivitas olahraga.

Dalam praktiknya, aktivitas olahraga tidak hanya mengandalkan satu sistem energi saja, melainkan melibatkan kombinasi dari ketiga sistem energi tersebut. Interaksi antara sistem energi ini memungkinkan tubuh untuk beradaptasi terhadap berbagai jenis aktivitas olahraga dengan karakteristik yang berbeda. Pada olahraga permainan seperti sepak bola, penggunaan energi melibatkan kombinasi antara sistem aerobik dan anaerobik yang bekerja secara bergantian sesuai dengan intensitas

aktivitas yang dilakukan (Suhadak, 2013). Hal ini menunjukkan bahwa performa atlet sangat dipengaruhi oleh kemampuan tubuh dalam mengintegrasikan berbagai sistem energi secara efektif.

Kapasitas VO2Max, selain sistem energi, merupakan parameter krusial yang memengaruhi tingkat prestasi atlet. VO2Max merepresentasikan potensi maksimum tubuh untuk menyerap oksigen ketika melakukan aktivitas fisik, yang secara langsung terkait dengan efisiensi sistem aerobik. Atlet yang memiliki nilai VO2Max tinggi cenderung lebih unggul dalam menjaga durasi aktivitas fisik yang lebih panjang serta menunjukkan proses pemulihan pasca-aktivitas yang lebih efisien (Putra & Priyono, 2026). Oleh karena itu, VO2Max berfungsi sebagai salah satu tolok ukur primer untuk mengukur derajat kebugaran kardiorespiratori dan kemampuan performa atlet.

Beragam studi empiris mengindikasikan bahwa program latihan fisik yang dirancang secara sistematis mampu memperkuat kapasitas sistem energi di dalam tubuh. Pendekatan latihan semacam interval training telah terbukti ampuh

dalam mengoptimalkan VO2Max sekaligus meningkatkan efisiensi pemanfaatan energi oleh tubuh (Inzaghi et al., 2025). Di luar itu, latihan juga berkontribusi pada peningkatan ketahanan sistem anaerobik terhadap akumulasi asam laktat, sehingga atlet dapat memperpanjang durasi aktivitas berintensitas tinggi (Arianto et al., 2022). Fakta ini menggarisbawahi peran strategis latihan fisik dalam mengeskalsi performa atlet lewat mekanisme adaptasi fisiologis.

Di sisi lain, faktor lingkungan juga memiliki pengaruh yang signifikan terhadap performa atlet. Kondisi suhu dan kelembaban yang tinggi dapat memengaruhi kinerja sistem kardiovaskular dan respirasi sehingga berdampak pada penurunan efisiensi penggunaan oksigen dalam tubuh (Apriantono et al., 2020). Kondisi ini dapat menyebabkan penurunan performa atlet, terutama dalam olahraga yang membutuhkan daya tahan tinggi. Oleh karena itu, faktor lingkungan perlu menjadi pertimbangan dalam pelaksanaan latihan dan pertandingan.

Meskipun berbagai penelitian telah membahas tentang sistem energi dan performa atlet, sebagian

besar penelitian tersebut masih berfokus pada aspek tertentu seperti VO2Max atau metode latihan tanpa mengkaji secara komprehensif peran sistem energi dalam menentukan performa atlet. Selain itu, kajian yang mengintegrasikan berbagai sistem energi dalam satu analisis yang sistematis masih terbatas. Hal ini menunjukkan adanya kesenjangan penelitian yang perlu dikaji lebih lanjut, khususnya dalam memahami bagaimana sistem energi bekerja secara terpadu dalam mendukung performa atlet.

Menyadari adanya kesenjangan tersebut, kajian ini difokuskan pada analisis pengaruh sistem energi terhadap prestasi atlet dengan memanfaatkan metode *systematic literature review*. Kajian ini diantisipasi mampu menyumbang kemajuan pada disiplin ilmu fisiologi olahraga, sekaligus menyediakan fondasi bagi perancangan program latihan yang lebih optimal, terstruktur, dan disesuaikan dengan tuntutan atlet di berbagai disiplin olahraga.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan *systematic literature review* untuk mengkaji secara

komprehensif peran sistem energi dalam menentukan performa atlet. Pendekatan ini dipilih karena mampu mengintegrasikan berbagai temuan penelitian yang relevan sehingga menghasilkan kesimpulan yang lebih menyeluruh dan berbasis bukti ilmiah. Proses kajian dilakukan secara sistematis dengan mengidentifikasi, menyeleksi, dan menganalisis literatur yang berkaitan dengan fisiologi olahraga dan sistem energi (Putra & Priyono, 2026).

Pendekatan desain kajian yang diterapkan bersifat deskriptif kualitatif, dengan penekanan pada analisis konten dari beraneka sumber literatur ilmiah terpilih. Kajian ini tidak merekrut partisipan secara langsung, melainkan mengandalkan data sekunder yang berasal dari artikel jurnal serta buku yang sesuai dengan tema penelitian. Koleksi sumber data mencakup 15 referensi domestik yang telah lolos kriteria inklusi, yakni menunjukkan keterkaitan dengan sistem energi, VO2Max, serta prestasi atlet (Apriantono et al., 2020).

Proses pengumpulan data dilakukan melalui tahap pencarian literatur menggunakan kata kunci yang berkaitan dengan sistem energi, fisiologi olahraga, dan performa atlet.

Literatur yang digunakan merupakan sumber ilmiah yang dapat diakses secara terbuka serta memiliki keterkaitan langsung dengan topik penelitian. Selanjutnya, dilakukan proses seleksi berdasarkan kesesuaian isi, kualitas sumber, serta kontribusinya terhadap pembahasan penelitian (Inzaghi et al., 2025).

Prosedur analisis data dilaksanakan melalui pengelompokan hasil-hasil studi sesuai dengan tema pokok, meliputi sistem energi, kapasitas VO2Max, dan elemen-elemen yang membentuk prestasi atlet. Data yang terkumpul selanjutnya diolah secara deskriptif guna mendeteksi pola-pola, keterkaitan, serta tren dari temuan-temuan penelitian. Analisis ini bertujuan untuk menghasilkan sintesis yang dapat menjelaskan peran sistem energi dalam meningkatkan performa atlet secara lebih mendalam (Sandi, 2019).

Untuk menjaga validitas data, penelitian ini hanya menggunakan referensi yang telah diverifikasi dan memiliki kejelasan penulis serta tahun publikasi. Selain itu, setiap temuan yang digunakan dalam penelitian ini disertai dengan sitasi yang sesuai sehingga dapat dipertanggungjawabkan secara

ilmiah. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan memiliki tingkat kredibilitas yang tinggi serta dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu fisiologi olahraga.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini diperoleh melalui analisis terhadap 15 sumber ilmiah yang terdiri dari jurnal dan buku yang membahas fisiologi olahraga, sistem energi, serta kaitannya dengan performa atlet. Data yang disajikan merupakan hasil sintesis dari berbagai penelitian sehingga telah melalui proses seleksi dan pengelompokan berdasarkan tema utama, yaitu sistem energi, kapasitas VO2Max, serta faktor yang memengaruhi performa atlet.

Tabel 1 Klasifikasi Sistem Energi dalam Aktivitas Olahraga

No	Sistem Energi	Sumber Energi	Durasi Dominan	Karakteristik
1	ATP PC	Fosfokreatin	< 30 detik	Intensitas sangat tinggi
2	Anaerobik	Glikogen	30 detik sampai 2 menit	Intensitas tinggi
3	Aerobik	Karbohidrat dan lemak	> 2 menit	Intensitas sedang sampai rendah

Berdasarkan tabel tersebut, terlihat bahwa setiap sistem energi memiliki karakteristik yang berbeda dalam menyediakan energi bagi tubuh. Sistem ATP PC merupakan sistem yang paling cepat dalam menyediakan energi, namun memiliki kapasitas yang sangat terbatas. Sistem ini umumnya digunakan pada aktivitas yang bersifat eksplosif seperti sprint, lompat, dan gerakan cepat lainnya. Sebaliknya, sistem aerobik memiliki kapasitas yang besar tetapi menghasilkan energi dengan kecepatan yang lebih rendah, sehingga lebih dominan pada aktivitas dengan durasi panjang (Supriatna, 2019; Sandi, 2019).

Hasil analisis juga menunjukkan bahwa penggunaan sistem energi dalam olahraga tidak bersifat tunggal, melainkan terjadi secara simultan. Dalam setiap aktivitas olahraga, ketiga sistem energi bekerja secara bersamaan dengan proporsi yang berbeda tergantung pada intensitas dan durasi aktivitas. Sebagai contoh, dalam permainan sepak bola, sistem aerobik berkontribusi dalam mempertahankan aktivitas selama pertandingan, sedangkan sistem anaerobik digunakan pada saat sprint

atau perubahan arah yang cepat (Suhadak, 2013).

Selain itu, ditemukan bahwa kapasitas VO2Max memiliki hubungan yang erat dengan dominasi sistem energi aerobik. Atlet dengan VO2Max yang tinggi cenderung memiliki kemampuan yang lebih baik dalam memanfaatkan oksigen untuk menghasilkan energi sehingga mampu mempertahankan performa dalam jangka waktu yang lebih lama (Putra & Priyono, 2026). Hal ini menunjukkan bahwa sistem energi aerobik memiliki peran yang sangat penting dalam olahraga yang membutuhkan daya tahan tinggi.

Pembahasan

Hasil kajian menunjukkan bahwa sistem energi memiliki peran yang sangat fundamental dalam menentukan performa atlet, terutama dalam kaitannya dengan kemampuan tubuh dalam memproduksi dan memanfaatkan energi selama aktivitas fisik berlangsung. Secara fisiologis, energi yang digunakan oleh tubuh berasal dari proses metabolisme yang melibatkan sistem ATP PC, sistem anaerobik, dan sistem aerobik. Ketiga sistem ini bekerja secara terpadu dalam memenuhi kebutuhan energi sesuai dengan

intensitas dan durasi aktivitas olahraga yang dilakukan (Supriatna, 2019; Sandi, 2019).

Sistem ATP PC merupakan sistem energi yang paling cepat dalam menyediakan energi, karena tidak memerlukan oksigen dalam prosesnya. Sistem ini memanfaatkan fosfokreatin yang tersimpan dalam otot untuk menghasilkan ATP secara instan. Oleh karena itu, sistem ini sangat dominan pada aktivitas dengan intensitas tinggi dan durasi sangat singkat seperti sprint, lompat, dan gerakan eksplosif lainnya. Namun, kapasitas sistem ini sangat terbatas sehingga hanya mampu bertahan dalam waktu yang sangat singkat sebelum tubuh beralih ke sistem energi lainnya (Supriatna, 2019; Supriatna, 2019).

Ketika stok energi sistem ATP-PC telah menipis, tubuh secara otomatis beralih ke sistem anaerobik guna melanjutkan aktivitas. Sistem anaerobik memproduksi energi via jalur glikolisis tanpa ketergantungan pada oksigen, sehingga memfasilitasi kelanjutan aktivitas berintensitas tinggi untuk durasi yang lebih panjang ketimbang sistem ATP-PC. Meskipun demikian, proses tersebut menghasilkan asam laktat sebagai

byproduct yang berpotensi memicu kelelahan otot jika mengakumulasi secara berlebihan (Sandi, 2019).

Akumulasi asam laktat dalam otot menyebabkan penurunan kemampuan kontraksi otot sehingga berdampak pada menurunnya performa atlet. Kondisi ini sering terjadi pada aktivitas dengan intensitas tinggi yang dilakukan secara berulang tanpa adanya waktu pemulihan yang cukup. Oleh karena itu, kemampuan tubuh dalam mengelola dan menghilangkan asam laktat menjadi faktor penting dalam mempertahankan performa atlet, terutama dalam cabang olahraga yang membutuhkan aktivitas eksplosif secara berulang (Sandi, 2019; Arianto et al., 2022).

Sistem aerobik berperan dalam menghasilkan energi melalui proses oksidasi yang melibatkan oksigen. Sistem ini memiliki kapasitas yang lebih besar dibandingkan dengan sistem energi lainnya sehingga mampu mendukung aktivitas fisik dalam durasi yang panjang. Selain itu, sistem aerobik juga berperan dalam proses pemulihan energi setelah aktivitas fisik, termasuk dalam mengoksidasi asam laktat yang dihasilkan oleh sistem anaerobik

sehingga dapat digunakan kembali sebagai sumber energi (Putra & Priyono, 2026).

Dalam konteks olahraga, ketiga sistem energi tersebut tidak bekerja secara terpisah, melainkan saling berinteraksi dalam memenuhi kebutuhan energi tubuh. Pada aktivitas olahraga yang kompleks seperti sepak bola, penggunaan energi melibatkan kombinasi antara sistem aerobik dan anaerobik. Sistem aerobik berperan dalam mempertahankan aktivitas selama pertandingan berlangsung, sedangkan sistem anaerobik digunakan pada saat terjadi aktivitas dengan intensitas tinggi seperti sprint dan perubahan arah (Suhadak, 2013).

Hal ini menunjukkan bahwa performa atlet sangat bergantung pada kemampuan tubuh dalam mengintegrasikan berbagai sistem energi secara efektif.

Lebih lanjut, kapasitas VO2Max berperan sebagai parameter primer untuk mengukur efektivitas sistem energi aerobik. Atlet yang mencapai nilai VO2Max tinggi menunjukkan keunggulan dalam penggunaan oksigen untuk produksi energi, sehingga dapat memperpanjang durasi aktivitas fisik. Kapasitas

tersebut turut memengaruhi proses pemulihan pasca-aktivitas fisik, memungkinkan atlet untuk segera melanjutkan kegiatan berintensitas tinggi dalam rentang waktu yang lebih pendek (Putra & Priyono, 2026; Maulana et al., 2022).

**Tabel 2. Sintesis Hasil Penelitian
Sistem Energi dan Performa Atlet**

No	Penulis	Varia- bel	Temuan Utama	Implik- asi
1	Putra & Priyono	VO2 Max	Berpengaruh signifikan terhadap performa	Daya tahan meningkat
2	Inzaghi et al.	Interval training	Meningkatkan VO2Max	Efisiensi energi meningkat
3	Arianto et al.	Energi aerobik dan anaerobik	Bekerja simultan	Performa optimal
4	Apriantono et al.	Lingkungan	Menurunkan VO2Max	Performa menurun
5	Maulana et al.	Daya tahan	Dipengaruhi kapasitas energi	Ketahanan meningkat

Hasil sintesis pada tabel menunjukkan bahwa sebagian besar penelitian menekankan pentingnya kapasitas fisiologis dalam mendukung performa atlet. VO2Max menjadi indikator utama yang berhubungan dengan efisiensi sistem energi, sementara metode latihan dan faktor

lingkungan turut memengaruhi kinerja fisiologis atlet (Putra & Priyono, 2026; Apriantono et al., 2020).

Latihan fisik yang terstruktur memiliki peran penting dalam meningkatkan efisiensi sistem energi dalam tubuh. Pendekatan latihan berbasis interval training telah terbukti efektif dalam mengeskalasi kapasitas VO2Max sekaligus memperkuat efisiensi pemanfaatan energi oleh tubuh. Adaptasi fisiologis ini terealisasi melalui penguatan fungsi jantung, proliferasi kapiler di jaringan otot, serta peningkatan performa enzim yang terlibat dalam proses metabolisme energi (Inzaghi et al., 2025).

Tak hanya itu, latihan fisik juga berkontribusi pada peningkatan ketahanan sistem anaerobik terhadap asam laktat, sehingga atlet mampu memperpanjang durasi aktivitas berintensitas tinggi. Adaptasi semacam ini memiliki signifikansi krusial bagi cabang olahraga yang menuntut integrasi antara kecepatan dan ketahanan. Dengan demikian, program latihan yang dirancang harus mampu mengembangkan kedua sistem energi tersebut secara seimbang (Arianto et al., 2022).

Faktor lingkungan juga memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kinerja sistem energi dalam tubuh. Suhu dan kelembaban yang tinggi dapat meningkatkan beban kerja sistem kardiovaskular sehingga mengurangi efisiensi penggunaan oksigen dalam tubuh. Kondisi ini dapat menyebabkan penurunan performa atlet, terutama dalam olahraga yang membutuhkan daya tahan tinggi (Apriantono et al., 2020). Oleh karena itu, kondisi lingkungan perlu menjadi pertimbangan dalam pelaksanaan latihan maupun pertandingan.

Selain faktor fisiologis dan lingkungan, ketersediaan substrat energi dalam tubuh juga memengaruhi performa atlet. Sumber energi yang dimanfaatkan tubuh diperoleh melalui metabolisme karbohidrat, lemak, serta protein. Karbohidrat mendominasi sebagai penyedia energi primer untuk kegiatan berintensitas tinggi, sementara lemak lebih banyak dieksploitasi pada aktivitas dengan intensitas rendah hingga sedang. Ketersediaan substrat energi ini sangat menentukan kemampuan tubuh dalam mempertahankan aktivitas fisik (Sandi, 2019).

Selain aspek fisiologis yang telah dijelaskan sebelumnya, pemahaman mengenai sistem energi juga tidak dapat dilepaskan dari prinsip dasar ilmu fisiologi olahraga yang menjelaskan bagaimana tubuh manusia beradaptasi terhadap beban latihan. Dalam konteks ini, energi tidak hanya dipahami sebagai sumber tenaga untuk melakukan aktivitas fisik, tetapi juga sebagai faktor yang menentukan efisiensi kerja tubuh secara keseluruhan. Tubuh manusia akan selalu berusaha mempertahankan keseimbangan energi melalui mekanisme homeostasis, sehingga setiap aktivitas fisik yang dilakukan akan memicu respons adaptasi pada sistem metabolisme energi (Irianto, 2017).

Adaptasi fisiologis terhadap latihan fisik terjadi secara bertahap dan dipengaruhi oleh intensitas, durasi, serta frekuensi latihan yang dilakukan. Latihan dengan intensitas tinggi akan meningkatkan kapasitas sistem anaerobik, sedangkan latihan dengan durasi panjang akan meningkatkan kapasitas sistem aerobik. Adaptasi ini melibatkan perubahan pada sistem kardiovaskular, sistem respirasi, serta sistem otot yang berperan dalam

produksi energi. Peningkatan kapasitas jantung dalam memompa darah serta peningkatan jumlah kapiler dalam otot merupakan salah satu bentuk adaptasi yang berkontribusi terhadap peningkatan efisiensi penggunaan oksigen dalam tubuh (Sukadiyanto, 2018).

Selain itu, perubahan pada tingkat seluler juga terjadi sebagai respons terhadap latihan fisik. Aktivitas enzim yang berperan dalam metabolisme energi akan meningkat sehingga proses produksi energi menjadi lebih efisien. Peningkatan jumlah mitokondria dalam sel otot juga menjadi salah satu indikator peningkatan kapasitas aerobik. Hal ini menunjukkan bahwa sistem energi tidak hanya dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti latihan, tetapi juga oleh perubahan internal pada tingkat seluler yang mendukung peningkatan performa atlet (Widiastuti, 2015).

Dalam perspektif ilmu kepelatihan olahraga, sistem energi menjadi dasar dalam penyusunan program latihan yang efektif. Program latihan yang tidak mempertimbangkan sistem energi yang dominan dalam suatu cabang olahraga akan menyebabkan hasil latihan yang kurang optimal. Oleh karena itu,

pelatih perlu memahami karakteristik sistem energi agar dapat menentukan jenis latihan yang sesuai dengan kebutuhan atlet. Pendekatan ini dikenal sebagai prinsip spesifisitas latihan, di mana latihan yang diberikan harus sesuai dengan tuntutan energi dalam cabang olahraga yang ditekuni (Bompa & Haff, 2019).

Lebih lanjut, konsep periodisasi latihan juga berkaitan erat dengan pengembangan sistem energi. Dalam periodisasi, latihan disusun secara bertahap dengan tujuan untuk meningkatkan kapasitas fisiologis atlet secara optimal. Pada fase awal, latihan difokuskan pada pengembangan sistem aerobik sebagai dasar kebugaran, kemudian dilanjutkan dengan pengembangan sistem anaerobik untuk meningkatkan kemampuan performa pada intensitas tinggi. Pendekatan ini memungkinkan atlet untuk mencapai kondisi fisik yang optimal pada saat kompetisi (Bompa & Haff, 2019).

Selain faktor latihan, aspek nutrisi juga memiliki peran penting dalam mendukung sistem energi dalam tubuh. Ketersediaan substrat energi seperti karbohidrat dan lemak sangat memengaruhi kemampuan tubuh dalam menghasilkan energi.

Pada kegiatan berintensitas tinggi, karbohidrat berfungsi sebagai penyedia energi primer, sementara lemak lebih banyak dimanfaatkan untuk aktivitas dengan tingkat intensitas rendah hingga sedang. Karenanya, pengelolaan asupan nutrisi yang sesuai memainkan peran krusial dalam mengoptimalkan prestasi atlet (Rismayanthi, 2018).

Di sisi lain, kondisi fisiologis individu juga memengaruhi efektivitas sistem energi dalam tubuh. Faktor seperti usia, tingkat kebugaran, dan kondisi kesehatan akan menentukan kemampuan tubuh dalam memproduksi energi. Atlet dengan derajat kebugaran optimal cenderung memiliki sistem energi yang lebih efisien daripada individu yang minim aktivitas. Fakta ini mengimplikasikan bahwa efisiensi sistem energi tidak semata-mata ditentukan oleh latihan, melainkan juga oleh status fisiologis dasar subjek (Giriwijoyo, 2012).

Lebih lanjut, interaksi antara sistem energi dan sistem tubuh lainnya menunjukkan bahwa performa atlet merupakan hasil dari kerja sama berbagai sistem fisiologis. Sistem kardiovaskular berperan dalam mengangkut oksigen dan nutrisi ke jaringan otot, sedangkan sistem

respirasi berperan dalam menyediakan oksigen yang dibutuhkan dalam proses metabolisme energi. Sementara itu, sistem saraf berperan dalam mengatur koordinasi gerakan dan respons tubuh terhadap aktivitas fisik. Integrasi antara berbagai sistem ini memungkinkan tubuh untuk bekerja secara optimal dalam mendukung performa atlet (Irianto, 2017).

Dengan demikian, dapat dipahami bahwa sistem energi merupakan bagian dari sistem fisiologis yang lebih kompleks yang saling berinteraksi dalam menentukan performa atlet. Pendekatan yang hanya berfokus pada satu aspek saja tidak akan mampu memberikan gambaran yang utuh mengenai faktor yang memengaruhi performa atlet. Maka dari itu, pendekatan holistik diperlukan untuk menganalisis sistem energi guna merancang program latihan yang lebih optimal dan selaras dengan tuntutan atlet.

Secara keseluruhan, hasil pembahasan menunjukkan bahwa performa atlet merupakan hasil dari interaksi berbagai sistem fisiologis dalam tubuh, khususnya sistem energi. Integrasi antara sistem ATP PC, anaerobik, dan aerobik

memungkinkan tubuh untuk beradaptasi terhadap berbagai jenis aktivitas olahraga dengan karakteristik yang berbeda. Oleh karena itu, pemahaman yang mendalam mengenai sistem energi sangat diperlukan dalam merancang program latihan yang efektif dan sesuai dengan kebutuhan atlet.

E. Kesimpulan

Dari temuan systematic literature review, dapat dirangkum bahwa sistem energi memainkan peran esensial dalam membentuk prestasi atlet. Sistem ATP-PC, anaerobik, dan aerobik beroperasi secara sinergis untuk memenuhi permintaan energi pada saat aktivitas fisik, dengan proporsi kontribusi yang bervariasi bergantung pada tingkat intensitas serta lamanya kegiatan olahraga. Sistem ATP-PC mendukung kegiatan berintensitas ekstrem dengan durasi pendek, sistem anaerobik memfasilitasi aktivitas berintensitas tinggi pada periode menengah, sementara sistem aerobik berfungsi sebagai penyedia utama untuk kegiatan berdurasi panjang.

Selain itu, kapasitas VO2Max terbukti menjadi indikator utama dalam menentukan efisiensi sistem

energi aerobik serta berpengaruh terhadap daya tahan dan kemampuan pemulihan atlet. Atlet dengan kapasitas VO2Max yang tinggi cenderung memiliki performa yang lebih baik karena mampu mempertahankan aktivitas fisik dalam waktu yang lebih lama serta memiliki kemampuan pemulihan yang lebih cepat setelah aktivitas fisik (Putra & Priyono, 2026; Maulana et al., 2022).

Temuan studi juga mengungkap bahwa latihan fisik berbasis struktur, seperti interval training, efektif dalam memperbesar kapasitas sistem energi dan optimalisasi metabolisme energi tubuh. Perubahan adaptif fisiologis dari latihan tersebut mencakup penguatan fungsi jantung, peningkatan efektivitas sistem respirasi, serta aktivasi enzim metabolik yang esensial untuk sintesis energi (Inzaghi et al., 2025). Oleh karenanya, program latihan yang diformulasikan dengan presisi mampu mengeskalisasi prestasi atlet secara substansial.

Selain faktor latihan, kondisi lingkungan dan ketersediaan substrat energi juga memengaruhi kinerja sistem energi dalam tubuh. Suhu dan kelembaban yang tinggi dapat menurunkan efisiensi penggunaan

oksigen sehingga berdampak pada penurunan performa atlet (Apriantono et al., 2020). Oleh karena itu, faktor eksternal perlu diperhatikan dalam perencanaan latihan dan pertandingan.

Secara keseluruhan, kajian ini memperkuat argumen bahwa prestasi atlet tercipta dari dinamika rumit antara sistem energi, potensi fisiologis, strategi latihan, serta variabel lingkungan. Wawasan komprehensif tentang sistem energi menjadi fondasi krusial untuk menyusun program latihan yang optimal, terfokus, dan disesuaikan dengan persyaratan atlet. Dengan pendekatan yang tepat, pengembangan sistem energi dapat menjadi kunci dalam meningkatkan performa atlet secara optimal dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

Daftar Pustaka ditulis mengacu kepada standar APA 7th dengan panduan sebagai berikut :

Buku :

Bompa, T. O., & Haff, G. G. (2019). Periodisasi latihan olahraga. Human Kinetics.

Giriwijoyo, S. (2012). Ilmu faal olahraga. Remaja Rosdakarya.

Irianto, D. P. (2017). Fisiologi olahraga. UNY Press.

Sukadiyanto. (2018). Fisiologi olahraga dan latihan. UNY Press.

Widiastuti. (2015). Dasar dasar fisiologi olahraga. Graha Ilmu.

Jurnal :

Abdurrahmat, A. S. (2019). Bioenergi dalam olahraga. Jurnal Sport Science.

Apriantono, T., Herman, I., Juniarsyah, A. D., Hasan, M. F., Ihsani, S. I., Hidayat, I. I., Winata, B., & Hindawan, I. (2020). Pengaruh suhu dan kelembaban terhadap VO2Max pada atlet. Jurnal SPORTIF, 6(1), 59–68.

Arianto, R. B., et al. (2022). Peningkatan daya tahan aerobik dan anaerobik terhadap performa atlet sepakbola. Jurnal Keolahragaan.

Inzaghi, M. F., et al. (2025). Pengaruh interval training terhadap peningkatan VO2Max. Jurnal Sport Science Indonesia.

Maulana, F., et al. (2022). Level kebugaran daya tahan kardiorespirasi. Jurnal Educatio, 8(3), 1122–1127.

Nugraheni, H. D., et al. (2017). Perbedaan nilai VO2Max antara

- atlet cabang olahraga. Jurnal Kedokteran Diponegoro, 6(2), 622–631.
- Putra, R., & Priyono. (2026). Hubungan VO2Max terhadap performa atlet. Jurnal SPRINTER, 7(1).
- Rismayanthi, C. (2018). Sistem energi dan kebutuhan zat gizi untuk peningkatan prestasi atlet. Jurnal Keolahragaan.
- Sandi, I. N. (2019). Sumber dan metabolisme energi dalam olahraga. Jurnal Pendidikan Kesehatan Rekreasi.
- Suhadak, A. (2013). Survei daya tahan aerobik dan anaerobik pada pemain sepakbola. Jurnal Kevelatihan Olahraga.
- Supriatna, E. (2019). Kegiatan olahraga dan kesinambungan energi. Jurnal Visi Ilmu Pendidikan.