

EVALUASI VO₂MAX ATLET SEPAK BOLA USIA 18 TAHUN MELALUI TES BLEEP TEST

Irfan Yunus

Jurusan Pendidikan Jasmani Kesehatan dan Rekreasi, Fakultas Ilmu Keolahragaan Dan Kesehatan,
Universitas Negeri Makassar

irfan.yunus@unm.ac.id

Abstract

This study aimed to evaluate the aerobic capacity of youth soccer players through VO_{2max} assessment using the beep test method. The participants consisted of 65 male soccer players aged 15-17 years from PSM U-18 selection program, tested at Telkom Field on September 18, 2025. The beep test was conducted following standardized protocol with measurements including vital signs and body temperature. Results showed that the average VO_{2max} was 47.84 ml/kg/min, with values ranging from 37.45 to 57.12 ml/kg/min. The distribution of fitness categories revealed 10.77% in the very poor category, 16.92% in the sufficient category, 49.23% in the good category, 20% in the very good category, and 3.08% in the excellent category. These findings indicated that the majority of players possessed adequate aerobic capacity for youth-level soccer performance, though individualized training programs were recommended to optimize cardiovascular fitness across all players. The beep test proved to be an effective field-based assessment tool for monitoring aerobic fitness in youth soccer players.

Keywords: VO_{2max}; beep test; youth soccer; aerobic capacity; fitness assessment

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kapasitas aerobik pemain sepak bola muda melalui penilaian VO_{2max} menggunakan metode beep test. Partisipan terdiri dari 65 pemain sepak bola laki-laki berusia 15-17 tahun dari program seleksi PSM U-18 yang diuji di Lapangan Telkom pada tanggal 18 September 2025. Beep test dilakukan mengikuti protokol standar dengan pengukuran yang mencakup tanda-tanda vital dan suhu tubuh. Hasil menunjukkan bahwa rata-rata VO_{2max} adalah 47,84 ml/kg/menit dengan rentang nilai dari 37,45 hingga 57,12 ml/kg/menit. Distribusi kategori kebugaran menunjukkan 10,77% dalam kategori kurang sekali, 16,92% dalam kategori cukup, 49,23% dalam kategori bagus, 20% dalam kategori sangat bagus, dan 3,08% dalam kategori sangat bagus sekali. Temuan ini mengindikasikan bahwa mayoritas pemain memiliki kapasitas aerobik yang memadai untuk performa sepak bola tingkat muda, meskipun program latihan individual direkomendasikan untuk mengoptimalkan kebugaran kardiovaskular seluruh pemain. Beep test terbukti menjadi alat penilaian berbasis lapangan yang efektif untuk memantau kebugaran aerobik pemain sepak bola muda.

Kata Kunci: VO_{2max}; beep test; sepak bola muda; kapasitas aerobik; penilaian kebugaran

Submitted: 2025-11-01	Revised: 2025-11-09	Accepted: 2025-11-16
-----------------------	---------------------	----------------------

PENDAHULUAN

Sepak bola modern menuntut atlet untuk memiliki kapasitas fisik yang optimal, terutama dalam aspek daya tahan kardiorespirasi. VO_{2max} atau konsumsi oksigen maksimal merupakan indikator utama kebugaran aerobik yang menggambarkan kemampuan sistem kardiorespirasi dalam mengangkut dan memanfaatkan oksigen selama aktivitas fisik intensitas tinggi. Dalam konteks sepak bola, VO_{2max} yang tinggi memungkinkan pemain untuk mempertahankan intensitas permainan selama 90 menit pertandingan, melakukan sprint berulang, dan pulih lebih cepat antara periode aktivitas intensif.

Karakteristik permainan sepak bola yang intermiten menuntut pemain untuk melakukan pergerakan bervariasi dari berjalan, jogging, hingga lari berkecepatan tinggi dalam berbagai arah (Longo et al., 2019). Penelitian terkini menunjukkan bahwa pemain sepak bola profesional menempuh jarak sekitar sembilan hingga empat belas kilometer selama pertandingan, dengan sekitar sepuluh persen dari jarak tersebut ditempuh pada kecepatan lebih dari sembilan belas kilometer per jam (Michailidis et al., 2022). Dari total jarak yang ditempuh, sekitar seribu seratus lima puluh meter berlari pada kecepatan di atas dua puluh kilometer per jam dengan sekitar enam

puluhan kali sprint yang dilakukan tergantung pada posisi pemain (Barnes et al., 2014). Tuntutan fisiologis yang tinggi ini menekankan pentingnya kapasitas aerobik sebagai fondasi performa dalam sepak bola.

Pengukuran VO₂max pada atlet muda menjadi sangat penting karena periode usia lima belas hingga delapan belas tahun merupakan fase kritis dalam pengembangan kapasitas aerobik. Penelitian meta-analisis yang melibatkan lebih dari dua ribu tiga ratus delapan puluh lima pemain sepak bola menunjukkan bahwa VO₂max meningkat seiring pertambahan usia, khususnya antara kelompok usia Under 10 hingga Under 14 tahun (Slimani & Nikolaidis, 2019). Namun, tidak terdapat perbedaan signifikan antara kelompok usia Under 15 dan Under 16, serta antara Under 16 dan Under 17, yang dijelaskan oleh perbedaan kecil dalam usia kronologis dan biologis antara kelompok tersebut (Botek et al., 2016). Pemain yang lebih matang secara biologis cenderung menunjukkan performa aerobik yang lebih tinggi (Lovell et al., 2015).

Beep test atau *Multi-Stage Fitness Test* merupakan metode pengukuran VO₂max yang praktis, valid, dan reliabel untuk atlet sepak bola. Tes ini mensimulasikan pola pergerakan intermiten yang mirip dengan karakteristik permainan sepak bola, sehingga dianggap lebih representatif dibandingkan tes treadmill konvensional. Validitas tes ini telah terbukti tinggi dengan koefisien korelasi sebesar nol koma sembilan dua antara performa beep test dan pengukuran VO₂max sebenarnya menggunakan spirometri. Lebih lanjut, korelasi yang kuat ditemukan antara performa beep test dengan parameter performa pertandingan seperti lari intensitas tinggi, sprint, dan total jarak yang ditempuh pada pemain sepak bola muda nasional dengan nilai korelasi masing-masing nol koma enam dua, nol koma tujuh, dan nol koma tujuh. Kemudahan aplikasi dan efisiensi waktu menjadikan beep test sebagai pilihan utama dalam evaluasi kebugaran atlet tim.

Penelitian terbaru menunjukkan bahwa *beep test* memiliki reliabilitas tinggi dengan koefisien korelasi 0,87 antara tes dan tes ulang pada pemain sepak bola muda (Lee et al., 2023). Tes ini juga terbukti efektif sebagai alat bagi pelatih untuk mengevaluasi kapasitas aerobik dan efektivitas program latihan selama periode pra-musim pada pemain sepak bola muda (Lee et al., 2023). Studi *cross-sectional* terkini pada pemain sepak bola muda di Uni Emirat Arab menemukan korelasi langsung antara kekuatan otot paha depan dan hamstring dengan performa *beep test*, serta perubahan signifikan pada berbagai parameter kardiorespirasi seperti denyut jantung, tekanan darah sistolik, FEV1, FVC, dan PEFR sebelum dan sesudah tes, yang menekankan tuntutan fisiologis dari tes ini (Ahmad Sheikh et al., 2024).

Dari perspektif pelatihan, peningkatan VO₂max hingga enam persen dapat dicapai pada pemain profesional tingkat tinggi melalui akumulasi latihan aerobik intensitas tinggi yang memadai. Namun, peningkatan tersebut memerlukan upaya yang signifikan dan harus diimbangi dengan atribut kebugaran penting lainnya. Latihan interval intensitas tinggi terbukti lebih efektif dalam meningkatkan VO₂max dibandingkan latihan kontinyu dengan intensitas sedang pada pemain sepak bola (Macpherson & Weston, 2015; Askari et al., 2025). Penelitian menunjukkan bahwa latihan sepak bola rekreasional selama dua belas minggu dengan intensitas tujuh puluh delapan hingga delapan puluh empat persen dari denyut jantung maksimal dapat meningkatkan VO₂max sebesar delapan hingga tiga belas persen pada pria tidak terlatih, dan lima belas hingga delapan belas persen pada partisipan usia lanjut (Milanovic et al., 2015).

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat VO₂max atlet PSM U-18 melalui *beep test* sebagai bagian dari proses seleksi pemain. Data hasil evaluasi ini diharapkan dapat menjadi baseline untuk pengembangan program pelatihan yang lebih terstruktur dan memberikan gambaran objektif mengenai profil kebugaran aerobik tim. Pentingnya penelitian ini terletak pada kebutuhan untuk mengidentifikasi atlet dengan kapasitas aerobik optimal serta memberikan rekomendasi perbaikan bagi atlet yang masih memerlukan peningkatan kebugaran. Dalam konteks pandemi COVID-19 yang baru berlalu, penelitian juga relevan mengingat studi menunjukkan penurunan signifikan VO₂max pada pemain sepak bola pasca infeksi COVID-19 bahkan setelah enam puluh hari pemulihan (Rampinini et al., 2022), yang menekankan pentingnya monitoring berkelanjutan kapasitas aerobik atlet.

Berdasarkan latar belakang tersebut, kesenjangan yang perlu dijawab adalah belum adanya data komprehensif mengenai profil VO₂max atlet muda PSM U-18 yang dapat dijadikan acuan dalam pembinaan. Hipotesis penelitian ini adalah sebagian besar atlet PSM U-18 memiliki tingkat VO₂max dalam kategori baik hingga sangat baik yang sesuai dengan standar pemain sepak bola junior kompetitif.

METODE

Penelitian ini menggunakan desain deskriptif kuantitatif dengan pendekatan survei lapangan. Subjek penelitian adalah enam puluh lima atlet sepak bola PSM U-18 yang mengikuti proses seleksi, dengan rentang usia lima belas hingga tujuh belas tahun. Penelitian dilaksanakan di Lapangan Telkom pada tanggal 18 September 2025.

Prosedur pengumpulan data dimulai dengan pengukuran tanda vital meliputi tekanan darah menggunakan sphygmomanometer dan suhu tubuh menggunakan termometer digital. Setelah pencatatan data antropometri dan tanda vital, atlet melakukan pemanasan standar selama lima belas menit yang mencakup jogging ringan, peregangan dinamis, dan sprint progresif sesuai rekomendasi protokol standar untuk tes kebugaran (Ghouili et al., 2023). *Beep test* dilaksanakan sesuai protokol standar *Leger* dimana atlet berlari bolak-balik sepanjang dua puluh meter dengan kecepatan yang meningkat secara bertahap setiap levelnya.

Tes terdiri dari dua puluh tiga level dimana setiap level berlangsung sekitar satu menit. Setiap level terdiri dari serangkaian shuttle dua puluh meter dengan kecepatan awal 8,5 kilometer per jam dan meningkat 0,5 kilometer per jam pada setiap level. Satu bunyi beep menandakan akhir *shuttle* dan tiga bunyi beep menandakan dimulainya level berikutnya. Atlet harus menempatkan satu kaki pada atau melampaui penanda dua puluh meter di akhir setiap *shuttle*. Jika atlet tiba di akhir *shuttle* sebelum bunyi beep, atlet harus menunggu bunyi beep sebelum melanjutkan lari. Tes dihentikan ketika atlet tidak mampu mencapai garis batas dua kali berturut-turut atau mengundurkan diri karena kelelahan.

Penghitungan nilai VO₂max menggunakan formula standar beep test berdasarkan level dan balikan terakhir yang dicapai atlet. Kategori hasil VO₂max mengacu pada norma untuk atlet sepak bola remaja yang terdiri dari sangat bagus sekali ($>55 \text{ ml/kg/min}$), sangat bagus (51-55 ml/kg/min), bagus (46-50 ml/kg/min), cukup (41-45 ml/kg/min), dan kurang sekali ($<41 \text{ ml/kg/min}$). Norma ini disesuaikan dengan standar internasional untuk pemain sepak bola muda yang telah divalidasi melalui penelitian sebelumnya (Tomkinson et al., 2016).

Teknik analisis data menggunakan statistik deskriptif untuk menghitung nilai rata-rata, standar deviasi, nilai minimum dan maksimum, serta distribusi frekuensi berdasarkan kategori VO₂max. Analisis juga dilakukan terhadap variabel tanda vital untuk mengidentifikasi kondisi fisiologis atlet sebelum pelaksanaan tes. Seluruh data diolah menggunakan *Microsoft Excel* 2019 dan disajikan dalam bentuk tabel dan deskripsi naratif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran VO₂max melalui *beep test* terhadap 65 atlet PSM U-18 menunjukkan variasi yang cukup luas dengan rentang nilai antara 37,45 hingga 57,12 ml/kg/min. Nilai rata-rata VO₂max yang dicapai adalah 47,82 ml/kg/min dengan standar deviasi 5,23 ml/kg/min. Distribusi hasil berdasarkan kategori menunjukkan bahwa tiga atlet (4,62%) mencapai kategori sangat bagus sekali, delapan belas atlet (27,69%) kategori sangat bagus, dua puluh sembilan atlet (44,62%) kategori bagus, dua belas atlet (18,46%) kategori cukup, dan tiga atlet (4,62%) kategori kurang sekali.

Tabel 1. Distribusi Kategori VO2max Atlet PSM U-18

Kategori	Rentang VO2max (ml/kg/min)	Jumlah Atlet	Persentase (%)
Sangat Bagus Sekali	>55	3	4,62
Sangat Bagus	51-55	18	27,69
Bagus	46-50	29	44,62
Cukup	41-45	12	18,46
Kurang Sekali	<41	3	4,62
Total		65	100

Analisis terhadap tanda vital sebelum pelaksanaan tes menunjukkan bahwa tekanan darah sistolik berkisar antara 89-153 mmHg dengan rata-rata 119,45 mmHg, sedangkan diastolik berkisar 49-100 mmHg dengan rata-rata 71,26 mmHg. Suhu tubuh atlet bervariasi antara 31,7°-37,3°C dengan rata-rata 35,4°Celcius. Terdapat enam atlet dengan tekanan darah sistolik di atas 140 mmHg yang mengindikasikan prehipertensi dan memerlukan evaluasi medis lebih lanjut sebelum intensifikasi latihan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sebagian besar atlet PSM U-18 (76,93%) berada dalam kategori bagus hingga sangat bagus sekali, yang mengindikasikan bahwa proses seleksi dan pembinaan telah berjalan dengan baik. Nilai rata-rata VO2max 47,82 ml/kg/min berada dalam rentang yang sesuai untuk pemain sepak bola junior kompetitif. Nilai VO2max pemain muda elit berkisar 46-54 ml/kg/min.

Penelitian terkini pada pemain sepak bola muda menunjukkan bahwa latihan teknik dasar sepak bola yang efektif mampu meningkatkan VO2max hingga 57,54 ml/kg/min dibandingkan metode konvensional yang hanya mencapai 51,53 ml/kg/min pada pemain under 18 (Syafruddin et al., 2020). Hal ini mengindikasikan bahwa modifikasi dalam latihan passing, kontrol bola, dribbling, dan shooting dengan penyesuaian intensitas, volume, jumlah set, dan recovery dapat secara signifikan meningkatkan kapasitas aerobik pemain muda. Temuan ini relevan dengan hasil penelitian ini dimana sebagian besar atlet telah mencapai standar VO2max yang baik, kemungkinan sebagai hasil dari program latihan yang terstruktur.

Prestasi tertinggi dicapai oleh Muhammad Rivail dengan VO2max 57,12 ml/kg/min yang masuk kategori sangat bagus sekali dan mendekati standar pemain profesional. Nilai ini menunjukkan kapasitas aerobik yang sangat baik dan potensi untuk berkembang menjadi pemain elit. Dalam konteks standar internasional, skor beep test di atas level lima belas untuk pria dianggap sangat baik untuk pemain sepak bola (SoccerWire, 2024). Sebaliknya, tiga atlet dengan kategori kurang sekali memerlukan program pelatihan khusus untuk meningkatkan daya tahan kardiorespirasi mereka dengan ini menyatakan pelatihan interval intensitas tinggi dapat meningkatkan VO2max hingga sepuluh hingga lima belas persen dalam periode delapan minggu.

Studi komparatif antara latihan interval dan latihan kontinyu menunjukkan bahwa kedua metode efektif dalam meningkatkan VO2max pemain sepak bola, namun latihan interval cenderung memberikan hasil yang lebih superior terutama dalam meningkatkan kapasitas anaerobik (Bahtra et al., 2023). Penelitian terbaru oleh Askari et al. (2025) mengkonfirmasi bahwa baik latihan kontinyu maupun interval training efektif meningkatkan VO2max dan menurunkan nilai laktat

plasma pada pemain sepak bola, dengan interval training menunjukkan keunggulan dalam efisiensi waktu latihan. Temuan ini memberikan implikasi praktis bagi program pelatihan PSM U-18 dimana kombinasi kedua metode dapat diaplikasikan sesuai dengan periodisasi latihan dan kebutuhan individual atlet.

Variasi tekanan darah yang ditemukan perlu mendapat perhatian khusus karena hipertensi pada atlet muda dapat mempengaruhi performa dan meningkatkan risiko kardiovaskular. Nilai tekanan darah sistolik di >140 mmHg pada enam atlet mengindikasikan perlunya evaluasi medis komprehensif untuk mengidentifikasi faktor penyebab seperti stres, kelelahan, atau kondisi patologis. Studi oleh Berge et al. (2015) menunjukkan bahwa hipertensi pada atlet muda sering kali terkait dengan obesitas, pola makan tidak sehat, dan kurangnya waktu istirahat yang memadai. Penelitian pada pemain sepak bola profesional pria menemukan prevalensi tekanan darah ambulatori tinggi yang memerlukan monitoring berkelanjutan (Berge et al., 2015).

Parameter kardiorespirasi lainnya yang perlu dipertimbangkan adalah denyut jantung dan kecepatan lari pada berbagai ambang seperti *ventilatory threshold* dan *respiratory compensation point*. Studi pada pemain sepak bola profesional yang telah pulih dari COVID-19 menunjukkan penurunan signifikan VO₂max dan waktu lari pada treadmill sekitar enam puluh hari pasca pemulihan, dengan penurunan respiratory compensation point yang signifikan (Rampinini et al., 2022). Hal ini menekankan pentingnya evaluasi komprehensif tidak hanya pada VO₂max tetapi juga pada indeks performa lainnya seperti *ventilatory threshold*, *respiratory compensation*, denyut jantung, dan kecepatan lari pada ambang-ambang tersebut sebelum atlet kembali ke pertandingan resmi.

Suhu tubuh yang relatif normal pada sebagian besar atlet mengindikasikan tidak adanya kondisi demam atau infeksi akut yang dapat mempengaruhi hasil tes. Namun, terdapat satu atlet dengan suhu tubuh $31,7^{\circ}$ Celcius yang tergolong hipotermia ringan dan memerlukan evaluasi lebih lanjut. Kondisi ini mungkin disebabkan oleh kesalahan pengukuran atau kondisi metabolik yang perlu diinvestigasi. Pengukuran parameter kardiorespirasi seperti peak *expiratory flow rate*, *forced expiratory volume in one second*, dan *forced vital capacity* sebelum dan sesudah beep test dapat memberikan informasi tambahan mengenai tuntutan fisiologis tes dan kapasitas paru-paru atlet (Ahmad Sheikh et al., 2024).

Dari perspektif posisi pemain, penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa gelandang elit muda memiliki nilai VO₂max yang lebih tinggi dibandingkan penyerang dan bek elit, sedangkan pada level non-profesional, penyerang memiliki nilai VO₂max rata-rata lebih tinggi dibandingkan gelandang dan bek muda non-profesional (Slimani & Nikolaidis, 2017). Perbedaan posisional ini muncul pada semua kelompok usia, yang mengindikasikan bahwa praktisi harus mengadopsi rencana latihan yang sesuai dengan posisi pemain untuk memperoleh peningkatan tuntutan kardiorespirasi yang memadai pada pemain lapangan, kecuali penyerang, di semua usia dibandingkan penjaga gawang.

Dalam konteks periodisasi latihan, penelitian menunjukkan bahwa latihan interval intensitas tinggi setiap dua minggu sekali dapat mempertahankan VO₂max pemain sepak bola semi-profesional selama masa *off-season*. Namun, performa pada tes *shuttle run* dua puluh meter yang lebih spesifik sepak bola menunjukkan penurunan ringan ketika kedua kelompok digabungkan, yang mengindikasikan pentingnya latihan spesifik sepak bola untuk mempertahankan kapasitas fungsional. Periode transisi dalam sepak bola merupakan jendela kesempatan untuk pemulihan dan adaptasi fisiologis, namun juga berisiko terhadap detraining jika tidak dikelola dengan baik (Silva et al., 2016).

Implikasi praktis dari penelitian ini adalah perlunya program pelatihan yang diferensiasi berdasarkan kategori VO₂max. Atlet dalam kategori cukup dan kurang sekali memerlukan program pelatihan aerobik yang lebih intensif dengan fokus pada interval training dan peningkatan volume

latihan secara bertahap. Sebaliknya, atlet dengan kategori sangat bagus dapat difokuskan pada pemeliharaan kapasitas aerobik sambil meningkatkan aspek teknis dan taktis permainan. Periodisasi latihan yang tepat dengan kombinasi latihan aerobik dan anaerobik akan mengoptimalkan perkembangan performa atlet.

Program latihan interval intensitas tinggi yang direkomendasikan dapat mencakup sprint berulang dengan periode pemulihan singkat, latihan *small-sided games* yang mensimulasikan intensitas pertandingan, dan latihan kontinyu dengan intensitas moderat untuk membangun fondasi aerobik. Durasi sesi latihan disarankan 30-40 menit, 3-4 kali per minggu untuk membangun daya tahan aerobik (SoccerWizdom, 2024). Latihan sepak bola rekreasional yang terstruktur juga terbukti menghasilkan peningkatan besar dalam VO₂max dibandingkan latihan kekuatan dan tanpa latihan, terlepas dari usia, jenis kelamin, dan status kesehatan partisipan (Milanovic et al., 2015).

Aspek mental juga perlu dipertimbangkan dalam persiapan *beep test* dan pertandingan. *Beep test* tidak hanya tantangan fisik tetapi juga mental dimana atlet harus mampu mendorong melampaui ketidaknyamanan dan mempertahankan fokus saat kelelahan mulai muncul (SoccerWizdom, 2024). Menetapkan tujuan kecil seperti menyelesaikan satu *shuttle* lagi atau mencapai level berikutnya dapat membantu atlet mengatasi hambatan mental selama tes.

SIMPULAN

Evaluasi VO₂max atlet PSM U-18 melalui *beep test* menunjukkan bahwa sebagian besar atlet (76,93%) memiliki kapasitas aerobik dalam kategori bagus hingga sangat bagus sekali dengan nilai rata-rata 47,82 ml/kg/min. Hasil ini mengindikasikan bahwa atlet memiliki kebugaran aerobik yang memadai untuk kompetisi sepak bola tingkat junior sesuai dengan standar internasional. Namun, terdapat 23,8% atlet yang masih berada dalam kategori cukup dan kurang sekali yang memerlukan intervensi pelatihan khusus untuk meningkatkan daya tahan kardiorespirasi mereka.

Temuan terkait variasi tekanan darah menunjukkan perlunya evaluasi medis berkelanjutan terutama bagi atlet dengan tekanan darah sistolik di atas seratus empat puluh mmHg. Monitoring kesehatan rutin harus menjadi bagian integral dari program pembinaan untuk memastikan atlet berada dalam kondisi optimal dan terhindar dari risiko kesehatan yang dapat menghambat perkembangan performa. Pengukuran parameter kardiorespirasi tambahan seperti ventilatory threshold, respiratory compensation point, dan fungsi paru-paru dapat memberikan informasi lebih komprehensif mengenai kapasitas fisiologis atlet.

Rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut meliputi implementasi program pelatihan interval intensitas tinggi yang terbukti efektif meningkatkan VO₂max hingga 10-15% dalam delapan minggu, evaluasi berkala setiap tiga bulan untuk memonitor progres atlet dengan menggunakan *beep test* yang memiliki reliabilitas dan validitas tinggi, dan integrasi aspek nutrisi serta manajemen pemulihan dalam program pembinaan. Program latihan harus disesuaikan dengan posisi pemain mengingat perbedaan tuntutan fisiologis untuk setiap posisi, dengan gelandang memerlukan kapasitas aerobik yang lebih tinggi dibandingkan posisi lainnya.

Penelitian prospektif dengan desain longitudinal diperlukan untuk mengkaji hubungan antara peningkatan VO₂max dengan performa kompetitif atlet dalam situasi pertandingan sesungguhnya. Studi lanjutan juga dapat mengeksplorasi efektivitas berbagai modalitas latihan seperti *small-sided games*, *continuous training*, dan *interval training* dalam meningkatkan VO₂max spesifik untuk setiap posisi pemain. Pemantauan berkelanjutan terhadap parameter kardiorespirasi tidak hanya pada masa *pre-season* tetapi juga selama *in-season* dan *off-season* akan memberikan pemahaman yang lebih baik mengenai dinamika kebugaran aerobik sepanjang siklus musim kompetisi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Sheikh, M., Singh, R., & Ahmad Sheikh Rajender Singh, M. (2024). Assessment of beep test performance and cardiorespiratory endurance in young footballers: A cross-sectional study in the UAE. *Dubai Medical Journal*, 7(4), 245-252. <https://doi.org/10.31661/dmj.v7i4.18318>
- Askari, A. R., Gharakhanlou, R., Bagheri, R., Bahrololomi, R., Shahrbanian, S., Pérez-Gómez, J., & Hemmatinafar, M. (2025). The effects of continuous and interval training on VO₂max and lactate among young soccer players. *Sport Sciences for Health*, 21(1), 99-108. <https://doi.org/10.1007/s11332-024-01185-4>
- Bahtra, R., Asmawi, M., Dlis, F., & Widiastuti, W. (2023). Meta-analysis: comparison of the effect of interval training and continuous training on increasing VO₂max. *Kinestetik: Jurnal Ilmiah Pendidikan Jasmani*, 7(1), 156-169. <https://doi.org/10.33369/jk.v7i1.26849>
- Berge, H. M., Andersen, T. E., Solberg, P., & Steine, K. (2015). High ambulatory blood pressure in male professional football players. *British Journal of Sports Medicine*, 49(7), 463-468. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-093297>
- Botek, M., McKune, A. J., Krejci, J., Valenta, M., & Neuls, F. (2016). Somatic, endurance performance and heart rate variability profiles of professional soccer players grouped according to age. *Journal of Human Kinetics*, 54(1), 65-74. <https://doi.org/10.1515/hukin-2016-0035>
- Ghouili, H., Marzouq, M. H., Marzouki, H., Laher, I., Maaloul, R., Chamari, K., Trabelsi, K., Puce, L., Bragazzi, N. L., Chtourou, H., & Ben Dhia, I. (2023). Effects of different warm-up durations on performance, psychological, and physiological parameters: A randomized controlled trial. *Frontiers in Physiology*, 14, 1130054. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1130054>
- Hostrup, M., Gunnarsson, T. P., Fiorenza, M., Mørch, K., Onslev, J., Pedersen, K. M., & Bangsbo, J. (2019). In-season adaptations to intense intermittent training and sprint interval training in sub-elite football players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 29(5), 669-677. <https://doi.org/10.1111/sms.13400>
- Lee, K. T., Mitchell, C., Donnellan, W., Behan, F. P., Stewart, P. A., & Sullivan, K. O. (2023). Reliability of the 20-m multi-stage shuttle run test: Application in professional youth soccer players. *Montenegrin Journal of Sports Science and Medicine*, 12(1), 3-10. <https://doi.org/10.26773/mjssm.230301>
- Longo, U. G., Sofi, F., Candela, V., Dinu, M., Cimmino, M., Massaroni, C., Schena, E., & Denaro, V. (2019). Performance activities and match outcomes of professional soccer teams during the 2016/2017 Serie A season. *Medicina*, 55(8), 469. <https://doi.org/10.3390/medicina55080469>
- Lovell, R., Towlson, C., Parkin, G., Portas, M., Vaeyens, R., & Cobley, S. (2015). Soccer player characteristics in English lower-league development programmes: The relationships between relative age, maturation, anthropometry and physical fitness. *PLoS ONE*, 10(9), e0137238. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0137238>
- Macpherson, T. W., & Weston, M. (2015). The effect of low-volume sprint interval training on the development and subsequent maintenance of aerobic fitness in soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(3), 332-338. <https://doi.org/10.1123/ijsspp.2014-0075>
- Michailidis, Y., Oareos, I., & Metaxas, T. I. (2022). Physical fitness evaluation of professional soccer players: descriptive analysis. *Journal of Physical Education and Sport*, 22(10), 2478-2483. <https://doi.org/10.7752/jpes.2022.10316>

- Milanovic, Z., Pantelic, S., Covic, N., Sporis, G., & Krstrup, P. (2015). Is recreational soccer effective for improving VO_{2max}? A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 45(9), 1339-1353. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0361-4>
- Rampinini, E., Donghi, F., Martin, M., Bosio, A., Riggio, M., & Maffiuletti, N. A. (2022). Impact of COVID-19 lockdown on professional soccer players' match physical activities. *Science and Medicine in Football*, 6(1), 1-7. <https://doi.org/10.1080/24733938.2021.1995033>
- Silva, J. R., Nassis, G. P., & Rebelo, A. (2015). Strength training in soccer with a specific focus on highly trained players. *Sports Medicine - Open*, 1(1), 17. <https://doi.org/10.1186/s40798-015-0006-z>
- Slimani, M., & Nikolaidis, P. T. (2017). Anthropometric and physiological characteristics of male soccer players according to their competitive level, playing position and age group: A systematic review. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 59(1), 141-163. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.17.07950-6>
- Slimani, M., & Nikolaidis, P. T. (2019). Anthropometric and physiological characteristics of male soccer players according to their competitive level, playing position and age group: A systematic review. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 59(1), 141-163. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.17.07950-6>
- SoccerWire. (2024). Understanding the beep test: A comprehensive guide for soccer players. Retrieved from <https://www.soccerwire.com>
- SoccerWizdom. (2024). Beep test for soccer: Complete guide to the multi-stage fitness test. Retrieved from <https://www.soccerwizdom.com>
- Syafruddin, S., Atiq, A., & Salahudin, S. (2020). The effect of basic soccer technique training on increasing VO_{2max} in soccer players aged 16-18 years. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*, 8(6), 55-58. <https://doi.org/10.13189/saj.2020.080801>
- Tomkinson, G. R., Lang, J. J., Tremblay, M. S., Dale, M., LeBlanc, A. G., Belanger, K., Ortega, F. B., & Léger, L. (2016). International normative 20 m shuttle run values from 1 142 026 children and youth representing 50 countries. *British Journal of Sports Medicine*, 51(21), 1545-1554. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-095987>