



Kontribusi Hubungan *Maximal Aerobic Capacity* Terhadap Indeks Kelelahan Pemain Futsal

Dito Cristopher Immanuel S¹, Agus Rusdiana², Iman Imanudin³, Iwa Ikhwan Hidayat⁴, Tian Kurniawan⁵.

^{1,2,3,4,5} Ilmu Keolahragaan, Universitas Pendidikan Indonesia, Jawa Barat, Indonesia

Jl. Dr. Setiabudi No. 229, Isola, Kecamatan Sukasari, Kota Bandung, Jawa Barat Indonesia

Email: ditositompul716@upi.edu

Abstrak

Intensitas tinggi pada permainan futsal akan mengakibatkan kelelahan ketika tidak dibekali dengan tingkat vo_2max yang baik. Maka dari itu, peneliti mengkaji tentang kontribusi hubungan *maximal aerobic capacity* terhadap indeks kelelahan pemain futsal. Peneliti menggunakan deskriptif kuantitatif dengan metode korelasi yang dilaksanakan di Gymnasium UPI. Sampel penelitian berjumlah 10 pemain dengan menggunakan teknik purposive sampling. Instrumen penelitian yaitu, *multi-stage fitness test* dan *running-based anaerobic speed test*. Analisis data menggunakan statistik SPSS 26. Hasil penelitian berkesimpulan bahwa terdapat hubungan berarti ($r_{hitung}=0,481 > r_{tabel}=0,16$) pada *maximal aerobic capacity* terhadap indeks kelelahan pemain futsal dengan besaran kontribusi dukungan 23,11% dan 76,89% melalui faktor lain dengan arah yang positif. Tetapi, penelitian ini memiliki hubungan yang tidak signifikan ($t_{hitung}=1,551 < t_{tabel}=2,306$). Tidak signifikan hubungan tersebut karena terbatasnya jumlah sampel yang dimiliki. Peneliti berpendapat bahwa penelitian ini akan memberikan pemahaman yang berimplikasi terhadap hal – hal yang perlu diperhatikan terutama limitasi dan rekomendasi yang telah peneliti tuangkan dalam penelitian untuk dijadikan landasan pada penelitian selanjutnya.

Kata Kunci: Futsal, Intensitas Tinggi, *Maximal Aerobic Capacity* (VO_2MAX), Anaerobik, Kelelahan

PENDAHULUAN

Futsal merupakan olahraga permainan intensitas tinggi yang memberikan tuntutan kepada atlet untuk memiliki kemampuan teknik, fisik, dan taktik yang baik (Barbero-Alvarez et al., 2008). Intensitas tinggi pada permainan futsal membuat permainannya akan selalu berubah setiap 3,28 detik (Doğramacı & Watsford, 2006). Atlet yang melakukan olahraga intensitas tinggi biasanya akan mengalami kelelahan otot (Dal Pupo et al., 2017). Penyebab kelelahan pada atlet didasari karena adanya gangguan fisiologis yang terjadi dalam tubuh, sehingga berdampak pada kemampuan otot untuk berfungsi dengan baik (Rusdiana et al., 2017). Gangguan pada sistem fisiologi tubuh ketika melakukan aktivitas

intensitas tinggi membuat atlet akan mengalami kelelahan yang disebabkan oleh laktat (Ishii & Nishida, 2013). Intensitas dan durasi merupakan penyebab kelelahan dapat terjadi dan menimbulkan kekurangan energi sehingga akan mengalami penumpukan asam laktat dari sisa metabolismenya (Smits et al., 2014). Asam laktat berasal dari metabolit yang dihasilkan dari glikolisis anaerob yang disebabkan oleh pemecahan glukosa yang tidak sempurna. Semakin tinggi asam laktat, semakin rendah pH darah, sehingga menyebabkan pemain menjadi lebih lelah (Nanang et al., 2018).

Menurut (Agras et al., 2016), ketika permainan memasuki babak kedua, kualitas permainan akan menurun. Pemain ketika berada di zona kelelahan berpeluang akan merugikan tim, tetapi pemain akan terhindar dari kelelahan bilamana kondisi fisiknya terjaga baik (Riffai et al., 2018). Atlet yang memiliki kondisi fisik yang baik akan dapat beprestasi dengan baik dan mempertahankan semangat dan kemampuannya untuk meraih kemenangan (Mukti et al., 2023). Komponen fisik yang dibutuhkan oleh atlet futsal yaitu daya tahan, kekuatan, kecepatan, kelincahan, ketahanan otot, dan potensi otot (Busara, 2015). Daya tahan memiliki peranan penting karena metabolik aerobiknya dalam permainan futsal akan mensuplai 75% energi (de Oliveira et al., 2019). Futsal menuntut setiap pemain memiliki kapasitas aerobik (vo_2max) yang baik, semakin baik vo_2max atlet maka semakin baik kondisi fisiknya (Gumantan & Fahrizqi, 2020). Vo_2max adalah tingkat asupan oksigen tinggi yang dicapai selama latihan maksimal dan ditetapkan sebagai standar global aktivitas fisik (Shete et al., 2014). Vo_2max dijadikan sebagai indikator kapasitas aerobik yang terintegrasi terhadap fisiologis atlet seperti fungsi paru, kardiovaskular, dan neuromuskuler (Sözen & Akyıldız, 2018). Vo_2max dijadikan sebagai salah satu dasar elemen untuk beradaptasi terhadap intensitas tinggi walaupun dilakukan dalam beberapa detik guna mensistesisasikan kapasitas *adenosine tryphosphate* aerobik dan anaerobik (Coppola & Raiola, 2019).

Kapasitas anaerobik adalah kualitas otot dalam beradaptasi dengan latihan yang berdurasi singkat, aktivitas fisik maksimal dan supra maksimal (Yıldız, 2012). Karena beban yang melebihi ambang batas anaerobik, kinerja kapasitas anaerobik akan menyebabkan kelelahan dan tidak mungkin bertahan lama karena bergantung pada operasi tingkat metabolik oksigennya (Taskin, 2016). Dalam permainan futsal akan

menggunakan 60% *anerobic alactacid*, 20% *anaerobic lactacid*, dan 20% O₂ (Juris, 2004). Kinerja kapasitas anaerobik diwujudkan melalui pembentukan daya anaerobik melalui mekanisme penyediaan energi dalam mewujudkan gerak eksplosif yang tidak bergantung pada kebutuhan O₂ dan gerakanya hanya dapat berlangsung singkat atau *anaerobic alactacid* dan sistem yang beroperasi tanpa O₂ yang membantu memulihkan pasokan ATP dalam otot, dimana sistem ini melibatkan pemecahan parsial glukosa untuk membentuk asam laktat atau *anaerobic lactacid* (Sidik et al, 2019). Dari penjelasan tersebut, intensitas tinggi dalam permainan futsal akan mengakibatkan kelelahan ketika tidak dibersamai dengan tingkat vo₂max yang baik. Maka dari itu, peneliti tertarik mengkaji tentang kontribusi hubungan *maximal aerobic capacity* terhadap indeks kelelahan pada pemain futsal.

METODE PENELITIAN

Sesuai dengan tujuan penelitian maka digunakan metode korelasional. Metode korelasi untuk mengukur keeratan hubungan di antara hasil – hasil pengamatan dari populasi yang memiliki syarat harus berdistribusi normal (Santoso, 2020). Selanjutnya pada penelitian ini, untuk mengetahui kontribusi (dukungan) *maximal aerobic capacity* terhadap indeks kelelahan. Penelitian ini dilaksanakan di Gymnasium Universitas Pendidikan Indonesia. Populasi dalam penelitian ini menggunakan teknik purposive sampling dengan kriterianya adalah Mahasiswa Aktif Ilmu Keolahragaan UPI yang memiliki pengalaman pada event futsal baik amatir maupun profesional. *Purposive sampling* adalah strategi di mana orang atau peristiwa tertentu dipilih dengan sengaja untuk memberikan informasi penting yang tidak dapat diperoleh dari pilihan lain (Maxwell, 2012). Sampel penelitian berjumlah 10 orang. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Multi-Stage Fitness Test* untuk memantau perkembangan maximal aerobic capacity atau vo₂max dan *Running-based Anaerobic Speed Test* untuk menguji performa anaerobik serta pengukuran pada indeks kelelahan berdasarkan rujukan dari (Mackenzie, 2005).

Prosedur penelitian yang dilakukan atlet melakukan pengukuran antropometri dan *body segment* yang terdiri dari tinggi badan, berat badan, panjang tungkai dan panjang rentangan, *fat*, dan *body mass index* dengan alat bantu meteran dan Karada Scan sebagai data yang bersifat informasi. Selanjutnya, atlet melakukan pengukuran *running-based anaerobic*

speed test. Dalam pengukuran ini diketahui indeks kelelahan dengan Prosedur pengukuran sebagai berikut:

Tabel 1. Instrument Indeks Kelelahan pada *Running-based Anaerobic Speed Test*

Set atau waktu per detik						Berat Badan (Kg)	Total Waktu (Detik)	Indeks Kelelahan
1	2	3	4	5	6			

Kecepatan = jarak (35m) : waktu

Akselerasi = percepatan : waktu

Force = berat badan x akselerasi

Power = force x kecepatan

Indeks Kelelahan = (power maksimal – power minimal) : total waktu

Selanjutnya, sampel melaksanakan pengukuran *Multi-stage Fitness Test*.

Teknik analisis data menggunakan korelasi product moment, data yang diperoleh dianalisis dengan teknik korelasi sederhana dengan bantuan statistik SPSS 26. Selanjutnya menghitung kontribusi dukungan vo_2max terhadap indeks kelelahan menggunakan koefisien determinasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Data antropometri meliputi panjang tungkai, persentase lemak, diameter betis, dan lain – lain (Jovanovic et al., 2011). Melalui pengelolaan yang tepat, data antropometri akan membantu dalam penyusunan desain praktik harian, mingguan, dan jangka panjang. Data antropometri akan membantu secara profesional dalam mendapatkan kendali atas tuntutan fisik yang dilakukan. Berikut adalah hasil pengambilan data antropometri yang dilakukan:

Tabel 2. Data Antropometri

N = 10	Mean	Hasil Tertinggi	Hasil Terendah
Usia	19	21	18
Berat Badan (kg)	62,07	75,3	57,2
Tinggi Badan (cm)	168,8	175	162
Panjang Tungkai (cm)	101,7	193	164

Panjang Rentangan (cm)	176,95	193	164
Lemak (%)	17	23	10
Body Mass Index	22,47	25,2	19,8

Dari data yang diperoleh, nilai maksimal lemak diketahui 23%. Kelebihan lemak tubuh secara luas dianggap sebagai faktor yang memberatkan atlet ketika menghadapi risiko cedera, sehingga memerlukan perhatian khusus. Kisaran rata - rata persentase lemak tubuh bervariasi pada 8,5 - 18,15% pada elit atlet (Stubbs-Gutierrez & Medina-Porqueres, 2021). Pemain futsal menampilkan persentase lemak rendah (~15%) dengan massa otot yang lebih tinggi (Matias et al., 2022). Secara umum pada permainan futsal lemak tubuh cenderung lebih tinggi pada kelompok sub-elit dibandingkan kelompok elite (Arnason et al., 2004; Slimani & Nikolaidis, 2019).

Data Variabel

Tabel 3. Hasil Data Variabel Penelitian

N = 10	Mean ± SD	Hasil Terbaik ± Hasil Terendah
Maximal Aerobic Capacity	43,83 ± 3,44	49,3 ± 40,5
Indeks Kelelahan	4,66 ± 1,74	1,95 ± 8,17

Berdasarkan data pada tabel 3. Diketahui bahwa *maximal aerobic capacity* memiliki nilai rata-rata 43,83 dengan standar deviasi 3,44 dan hasil terbaik adalah 49,3 serta hasil terendah adalah 40,5. Selain itu, indeks kelelahan memiliki hasil rata - rata 4,66 dengan standar deviasi 1,74 dan hasil terbaik adalah 1,95 serta hasil terendah adalah 8,17.

Tabel 4. Uji Normalitas Data Variabel
One Sample Komogorov - Smirnov Test

N = 10	Maximal Aerobic Capacity	Indeks Kelelahan
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,054	0,200 ^e

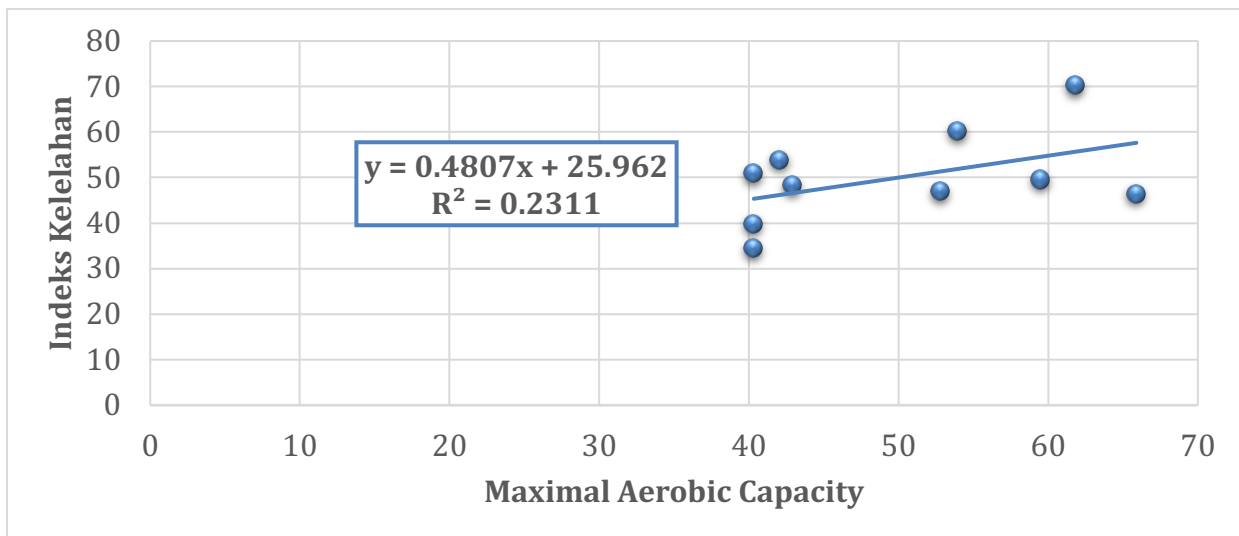
Dalam pengambilan keputusan uji normalitas adalah jika *asympt.sig. (2-tailed)* > 0,05, maka data berdistribusi normal. Jika *asympt.sig. (2-tailed)* < 0,05 maka data berdistribusi tidak normal. Berdasarkan tabel 4. Menunjukkan bahwa distribusi data *maximal aerobic capacity* dan indeks kelelahan adalah normal ((0,054; 0,200^e) > 0,05.

Tabel 5. Hasil Penelitian

N=10	Coefficient Correlation (r)	Taraf Signifikansi $\alpha = 0,05$
<i>maximal aerobic capacity</i> terhadap indeks kelelahan	0,481	0,16

Hasil dari penelitian yang telah dilaksanakan membuktikan bahwa terdapat kontribusi dari *maximal aerobic capacity* terhadap indeks kelelahan pada pemain futsal. Hal ini terlihat dari analisis statistik yang dilakukan menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang berarti antara *maximal aerobic capacity* terhadap indeks kelelahan dengan hasil r hitung (0,481) > r tabel (0,16). Selanjutnya, untuk membuktikan keberartian (signifikansi) antara ke dua variabel dilakukan uji t dengan hasil t hitung (1,551) < t tabel (2,306), sehingga dapat disimpulkan terdapat hubungan yang tidak signifikan. Selain itu, analisis statistik yang dilakukan menunjukkan bahwa nilai *coefficient correlation* menjelaskan tentang derajat keeratan hubungan yang memiliki tingkatan antara lain; 0,00 -0,199 sangat lemah, 0,20 - 0,399 lemah, 0,40 - 0,599 sedang, 0,60 - 0,799 kuat, dan 0,80 - 1,00 sangat kuat. Maka dari itu, pada penelitian ini membuktikan bahwa derajat keeratan hubungan yang terjadi pada *maximal aerobic capacity* terhadap indeks kelelahan memiliki derajat keeratan hubungan sedang (0,481).

Persamaan Koefisien Korelasi



Gambar 1. Persamaan Koefisien Korelasi *Maximal Aerobic Capacity* Terhadap Indeks Kelelahan

Nilai data pada uji determinasi untuk mengetahui persamaan koefisien korelasi telah dikonversikan menjadi nilai T-Score. Berdasarkan gambar 1. persamaan koefisien korelasi antara *maximal aerobic capacity* terhadap indeks kelelahan adalah $25.962 + 0,4807X$ dengan arah positif yang berarti semakin meningkat *maximal aerobic capacity* maka indeks kelelahan akan ikut meningkat. Selain itu, *R-Square* (0,2311) menjelaskan bahwa besaran kontribusi dukungan *maximal aerobic capacity* terhadap indeks kelelahan adalah 23,11% sedangkan 76,89% didukung oleh faktor – faktor lain.

Pembahasan

Hasil penelitian yang telah dilakukan menjelaskan bahwa terdapat hubungan yang berarti pada *maximal aerobic capacity* terhadap indeks kelelahan dengan hasil *r* hitung (0,481) > *r* tabel (0,16). Tetapi, terjadi hubungan yang tidak signifikan berdasarkan uji *t* dengan hasil *t* hitung (1,551) < *t* tabel (2,306) dengan derajat keeratan hubungan adalah sedang (0,481) dan besaran kontribusi (dukungan) sebesar 23,12% sedangkan 76,88% didukung oleh faktor lain dengan arah yang positif.

Hasil hubungan yang tidak signifikan pada penelitian ini beririsan dengan terbatasnya jumlah sampel yang dimiliki. Jumlah sampel yang sedikit akan mengakibatkan keandalan dan validitas yang rendah. Sedangkan, jumlah sampel yang semakin banyak diharapkan akan memberikan hasil keputusan yang semakin baik. Jumlah sampel yang banyak, *mean* dan standar deviasi yang diperoleh akan menghasilkan probabilitas yang tinggi untuk menyerupai *mean* dan standar deviasi populasi (Alwi, 2012). Pada statistik, semakin kecil jumlah sampel, semakin besar kemungkinan hasil keputusan yang terjadi tidak mencerminkan keadaan yang sesungguhnya. Semakin banyak jumlah sampel, akan semakin kecil kemungkinan bahwa temuan akan menjadi bias, hasil yang semakin berkurang akan dengan cepat ditetapkan ketika sampel melebihi ukuran tertentu yang perlu diseimbangkan dengan sumber daya yang dimiliki peneliti (Gill et al., 2010; Taherdoost, 2016). Jumlah sampel yang sedikit akan mengurangi kekuatan analisis statistik sehingga akan mengalami kesulitan untuk menarik kesimpulan yang kuat atau signifikan. Jumlah sampel yang sedikit akan memiliki daya statistik rendah yang berarti kemampuannya dalam mendeteksi hubungan yang sebenarnya atau efek yang signifikan akan menjadi terbatas. Oleh karena itu, jika terdapat

hubungan yang sebenarnya antara variabel, jumlah sampel yang sedikit akan berdampak pada sulitnya untuk menentukan dan menemukan bukti statistik pendukungnya.

Nilai kontribusi dukungan sebesar 23,12% dan 76,88% oleh faktor lain. Faktor lain yang mempengaruhi dukungan terhadap hasil penelitian seperti faktor kekuatan otot, kekuatan otot akan mempengaruhi kemampuan kerja seseorang atau atlet yang merupakan penentu dari terjadinya kelelahan (kondi & herlina, 2019). Menurut (Meilita & Jatmiko, 2022), Penurunan massa otot menyebabkan peningkatan kelelahan akibat aktivitas berat, yang mengganggu metabolisme kalsium dan mobilisasi sendi. Selain itu, secara fisiologis serabut otot tipe I (*slow twitch fiber*) memiliki banyak kadar hemoglobin, cadangan lemak, cadangan glikogen, enzim oksidatif, dan tidak peka terhadap kelelahan. Sedangkan, serabut otot tipe II (*fast twitch fiber*) memiliki banyak cadangan glikogen, enzim glikolitik, dan sangat peka terhadap kelelahan (Verlengia et al., 2012). Faktor efisiensi gerakan, efisiensi pergerakan tubuh, intensitas dan durasi dalam melakukan olahraga mempengaruhi jumlah energi yang dibutuhkan seseorang atlet (salamah et al., 2019). Pola gerak yang normal dan efisien pada atlet akan menghemat energi (Arieputra et al., 2023).

Faktor nutrisi dan hidrasi, pemberian nutrisi yang tepat pada atlet akan berdampak pada penampilan ketika latihan maupun bertanding. Nutrisi akan sangat membantu atlet meningkatkan performa melalui energi yang dihasilkan, menunda kelelahan, meningkatkan kekuatan dan fokus serta mempercepat proses pemulihan (Zahra & Muhlisin, 2020). Selain itu, pengetahuan hidrasi yang baik harus diimbangi dengan kesadaran tentang pentingnya hidrasi, karena jika atlet hanya tahu tetapi tidak melakukan tindakan untuk mempertahankan kondisi hidrasinya akan menimbulkan penurunan konsentrasi, cepat mengalami kelelahan dan dapat menurunkan prestasi atlet (Fachri, 2017). Gangguan keseimbangan air dan elektrolit serta pengaturan suhu tubuh akan menyebabkan kelelahan dan membahayakan ketika kehilangan air yang melebihi 4 - 5% dari berat badan sehingga mengganggu performa atlet. Dehidrasi berat secara potensial dapat menyebabkan temperatur tubuh meningkat dan mengarah ke *heat stroke* serta dapat berakibat fatal (Rismayanthi, 2015). Faktor Psikologis, ketidakmampuan mengendalikan stres berdampak pada kecemasan untuk bersaing (Prastyo et al., 2022). Atlet akan mengalami kelelahan akibat dari mal-adaptasi, ketidakmampuan mengatasi stres akan mengakibatkan kemarahan

kronis, kebingungan, depresi, apatis dan kecemasan pada diri atlet (Ariza-Vargas et al., 2011).

Faktor Pemulihan, istirahat (pemulihan) merupakan hal yang sangat kritis untuk menghindari pengaruh dan tekanan fisiologi yang dapat menimbulkan cedera pada otot atau sendi untuk melakukan set berikutnya. selain itu apabila terjadi cedera akan mempengaruhi sistem energi khususnya peningkatan pada kreatin kinase (graha, 2019). Optimalisasi teknik pemulihan penting untuk dilakukan mengingat kualitas pemulihan yang baik dapat menurunkan kelelahan baik secara obyektif (indeks kelelahan) maupun subyektif (*rating of perceived exertion*), meningkatkan adaptasi fisiologis tubuh terhadap latihan fisik serta mengurangi resiko cedera (Hartono et al., 2012). Jika pelatih memaksakan memberi latihan yang sangat berat pada program latihan untuk beberapa waktu yang berurutan tanpa memberi kesempatan istirahat, maka kemungkinan terjadi kelelahan hebat (*overtraining*) atau terjadinya cidera (Junianto et al., 2017).

Hakikatnya *maximal aerobic capacity* memiliki hubungan signifikan dengan indeks kelelahan karena vo_2max adalah gabungan dari kemampuan maksimum sistem pernapasan, kardiovaskuler dan sistem otot dalam menyerap, mengedarkan dan menggunakan O_2 (Poole et al., 2008). Semakin tinggi vo_2max maka ketahanan tubuh saat berolahraga juga semakin tinggi yang berarti seseorang yang memiliki tingkat vo_2max tinggi tidak akan cepat lelah setelah melakukan berbagai aktivitas (Sugiarto, 2012). Selain itu, menurut (Triansyah & Kushartanti, 2015) bahwa vo_2max memiliki pengaruh terhadap kemampuan tubuh dalam melakukan pemulihan. (Giriwijoso & Sidik, 2012) menjelaskan bahwa *maximal aerobic capacity* (olah daya aerobik) adalah perangkat pendukung gerak (ergosistema II) dan indeks kelelahan terjadi karena adanya aktivitas yang dilakukan yang berasal dari olah daya anaerobik sehingga disebut sebagai perangkat pelaksana gerak (ergosistema I). Selain itu, peran dan fungsi *maximal aerobic capacity* (olah daya aerob) sebagai perangkat pendukung gerak (ergosistema II) adalah sebanyak mungkin memenuhi tuntutan anaerobik, menghilangkan sebanyak mungkin asam laktat dan memulihkan kondisi homeostasis yang terganggu akibat aktivitas anaerobik dengan perwujudan penyingkiran asam laktat dan sampah olah daya lainnya serta bersamaan mendaur ulang kembali sumber – sumber energi.

Berdasarkan hasil dan pembahasan tersebut, peneliti memiliki keterbatasan ketika melaksanakan pengujian. Peneliti berpendapat, keterbatasan tersebut berimplikasi

terhadap hasil penelitian seperti; 1) jumlah sampel yang terbatas (N=10), 2) monitoring kondisi pemain yang terbatas, 3) waktu pelaksanaan di pagi hari berasumsi mempengaruhi kesiapan pemain, 4) terbatasnya monitoring *heart rate maximal* saat pengujian *multi-stage fitness test*, dan 5) terbatasnya identifikasi dalam melakukan intensitas maksimal dan irama explosive para pemain saat pengujian *running-based anaerobic speed test*. Sehingga peneliti merekomendasikan pada penelitian selanjutnya agar memerhatikan beberapa hal untuk mendapatkan hasil optimal antara lain; 1) memerhatikan jumlah sampel untuk memastikan hasil yang lebih dapat diandalkan dan bermakna, 2) identifikasi monitoring kondisi pemain, asupan nutrisi, dan pola tidur, dan waktu pengujian di pagi hari apakah memiliki pengaruh yang signifikan, 4) memonitoring *heart rate* pemain menggunakan alat bantu guna memastikan atlet telah berhenti pada *heart rate maximal*, dan 5) identifikasi pada pemain untuk memastikan pemain telah melakukan intensitas maksimal dan irama eksplosif pada pengujian *running-based anaerobic speed test*. Hal itu didasari karena *running-based anaerobic speed test* merupakan olah daya anaerobik dengan intensitas kerja maksimal dan irama yang eksplosif (Sukadiyanto & Dangsina, 2011).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, peneliti menyimpulkan bahwa terdapat hubungan yang berarti (r hitung = 0,481 > r tabel = 0,16) pada maximal aerobic capacity terhadap indeks kelelahan pemain futsal dengan besaran kontribusi hubungan sebesar 23,11% dan 76,89% melalui faktor lain dengan arah positif. Faktor lain tersebut antara lain; 1) kekuatan otot, 2) efisiensi Gerakan, 3) nutrisi dan hidrasi, 4) psikologis, dan 5) pemulihan. Tetapi, pada penelitian ini memiliki hubungan yang tidak signifikan (t hitung = 1,551 < t tabel = 2,306) pada maximal aerobic capacity terhadap indeks kelelahan pemain futsal, hal tersebut terjadi karena peneliti memiliki limitasi pada jumlah sampel (N=10) sehingga memiliki keadaan dan validitas yang rendah dan semakin besar kemungkinan hasil keputusan penelitian tidak mencerminkan keadaan yang sesungguhnya. Selain itu, sampel yang sedikit akan mengurangi kekuatan analisis statistik sehingga akan kesulitan dalam menarik kesimpulan yang signifikan, menemukan, dan menentukan bukti statistik pendukungnya. Peneliti berpendapat bahwa penelitian yang dilakukan ini akan memberikan pemahaman yang berimplikasi terhadap hal – hal yang perlu diperhatikan terutama limitasi dan rekomendasi

yang telah peneliti tuangkan dalam penelitian ini untuk dapat dijadikan landasan pada penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Agras, H., Ferragut, C., & Abraldes, J. A. (2016). Match analysis in futsal: A systematic review. In *International Journal of Performance Analysis in Sport* (Vol. 16, Issue 2, pp. 652–686). Routledge. <https://doi.org/10.1080/24748668.2016.11868915>
- Alwi, I. (2012). Kriteria Empirik Dalam Menentukan Ukuran Sampel Pada Pengujian Hipotesis Statistika Dan Analisis Butir. *Jurnal Formatif*, 2(2), 140–148.
- Arieputra, A. B., Arimbi, L. S., Grafita, L., Lestari, D. B., Herawati, I., & Pristianto, A. (2023). Edukasi Pencegahan Dan Penanganan Cedera Akut Pada Komunitas Taekwondo Indonesia Muda. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(2), 168–178.
- Ariza-Vargas, L., Domínguez-Escribano, M., López-Bedoya, J., & Vernetta-Santana, M. (2011). The effect of anxiety on the ability to learn gymnastic skills: A study based on the schema theory. *Sport Psychologist*, 25(2), 127–143. <https://doi.org/10.1123/tsp.25.2.127>
- Arnason, A., Sigurdsson, S. B., Gudmundsson, A., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2004). Physical Fitness, Injuries, and Team Performance in Soccer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(2), 278–285. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000113478.92945.CA>
- Barbero-Alvarez, J. C., Soto, V. M., Barbero-Alvarez, V., & Granda-Vera, J. (2008). Match analysis and heart rate of futsal players during competition. *Journal of Sports Sciences*, 26(1), 63–73. <https://doi.org/10.1080/02640410701287289>
- Busara, J. (2015). The Effects Of The 11+ Training Programme On Core Stability Performance In Adolescent In Adolescent Futsal Players. *Journal of Sport Science and Technology*, 15(1).
- Coppola, C., & Raiola, G. (2019). Interest in VO2 max capacity: Comparing Norwegian and Italian training. *Journal of Physical Education and Sport*, 19, 1825–1827. <https://doi.org/10.7752/jpes.2019.s5268>
- Dal Pupo, J., Detanico, D., Ache-Dias, J., & Santos, S. G. d. (2017). The fatigue effect of a simulated futsal match protocol on sprint performance and kinematics of the lower limbs. *Journal of Sports Sciences*, 35(1), 81–88. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1156727>
- de Oliveira, R. S., Borin, J. P., Fernandes, P. T., Uchida, M. C., & Borges, T. de O. (2019). Description of 18 weeks integrated training on the displacement speed in Brazilian futsal players. *Revista Brasileira de Ciencias Do Esporte*, 41(3), 308–313. <https://doi.org/10.1016/j.rbce.2018.06.001>
- Doğramacı, N. S., & Watsford, L. M. (2006). A comparison of two different methods for time-motion analysis in team sports. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 6(1), 73–83. <https://doi.org/10.1080/24748668.2006.11868356>
- Fachri, R. L. (2017). Pengetahuan Tentang Kesadaran Hidrasi Pada Atlet Sepakbola SSB Hizbul Wathan U-17 Kecamatan Babat Kabupaten Lamongan. *Jurnal Prestasi Olahraga*, 1(1).
- Gill, J., Johson, P., & Clark, M. (2010). *Research Methods for Managers* (Illustrated). SAGE Publications.

- Giriwijoso, S., & Sidik, D. Z. (2012). *Ilmu Faal Olahraga (Fisiologi Olahraga)* (A. Kamsyach, Ed.). PT Remaja Rosdakarya.
- Graha, A. S. (2019). Manfaat Istirahat Pada Pasca Cedera Akibat Berolahraga. *MEDIKORA*, *XVIII*(1), 49–55.
- Gumantan, A., & Fahrizqi, E. B. (2020). Pengaruh Latihan Fartlek dan Cross Country Terhadap Vo₂max Atlet Futsal Universitas Teknokrat Indonesia. *SPORT-Mu: Jurnal Pendidikan Olahraga*, *1*(01), 1–9. <https://doi.org/10.32528/sport-mu.v1i01.3059>
- Hartono, Widiyanto, & Suprijanto. (2012). Perubahan Kadar Asam Laktat Darah dan Performa Anaerobik Setelah Recovery Oksigen Hiperbarik dan Recovery Aktif. *IPTEK Olahraga*, *14*(2).
- Ishii, H., & Nishida, Y. (2013). *Effect of Lactate Accumulation during Exercise-induced Muscle Fatigue on the Sensorimotor Cortex*.
- Jovanovic, M., Sporis, G., & Milanovic, Z. (2011). Differences in situational and morphological parameters between male soccer and futsal - A comparative study. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, *11*(2), 227–238. <https://doi.org/10.1080/24748668.2011.11868544>
- Junianto, C., Winarno, & Sugiyatno. (2017). *Pengaruh Latihan Distributed Practice Terhadap Keterampilan Passing Bawah Bagi Peserta Ekstrakurikuler Bola Voli SMA Negeri 10 Malang*. *1*(1).
- Kondi, A. E., & Herlina. (2019). Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kelelahan Kerja pada Perawat di Rumah Sakit Awal Bross Bekasi. *Jurnal Persada Husada Indonesia*, *6*(20), 1–9. <http://jurnal.stikesphi.ac.id/index.php/kesehatan>
- Mackenzie, B. (2005). *101 Performance Evaluation Test* (B. Mackenzie, Ed.). Jonathan Pye.
- Matias, C. N., Campa, F., Cerullo, G., D'antona, G., Giro, R., Faleiro, J., Reis, J. F., Monteiro, C. P., Valamatos, M. J., & Teixeira, F. J. (2022). Bioelectrical Impedance Vector Analysis Discriminates Aerobic Power in Futsal Players: The Role of Body Composition. *Biology*, *11*(4). <https://doi.org/10.3390/biology11040505>
- Maxwell, J. A. (2012). *Designing a Qualitative Study*. <https://www.researchgate.net/publication/43220402>
- Meilita, I. W., & Jatmiko, T. (2022). Analisis Penanganan Rehabilitasi Cedera ATFL Tear Pada Atlet PUSLATDA Jawa Timur Tahun 2021 (Studi Kasus). *Jurnal Prestasi Olahraga*, *5*(5).
- Mukti, F. A. N., Yunus, Moch., Hanief, Y. N., & Hariadi, I. (2023). Profil Kondisi Fisik Atlet Petanque FOPI Kota Malang Tahun 2022. *Sport Science and Health*, *5*(5), 573–583.
- Nanang, M., Fuad, N., Didik, R., Topo, S., & Panuwun, J. (2018). Effect of Alkaline Fluids to Blood pH and Lactic Acid Changes on Sub Maximal Physical Exercise. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *197*(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/197/1/012049>
- Poole, D. C., Wilkerson, D. P., & Jones, A. M. (2008). Validity of criteria for establishing maximal O₂ uptake during ramp exercise tests. *European Journal of Applied Physiology*, *102*(4), 403–410. <https://doi.org/10.1007/s00421-007-0596-3>
- Prastyo, G. U., Purwanto, B., Sulistiawati, & Setyo, N. A. (2022). Tekanan Kompetisi Pada Atlet Remaja Pencak Silat Kategori Tanding: Sebuah Ulasan Tentang Pentingnya Peran Orang Tua dan Pelatih. *Gelanggang Olahraga: Jurnal Pendidikan Jasmani Dan Olahraga (JPJO)*, *5*(2), 155–163. <https://doi.org/10.31539/jpjo.v5i2.2805>
- Riffai, M., Imanudin, I., & Hamidi, A. (2018). *Dampak Kelalahan Terhadap Akurasi Tendangan Longpass Pemain Sepakbola*.

- Rismayanthi, C. (2015). Sistem Energi dan Kebutuhan Zat Gizi Yang Diperlukan Untuk Peningkatan Prestasi Atlet. *Jurnal Olahraga Prestasi*, 11(1).
- Rusdiana, A., Imanudin, I., Ray, H. R. D., Ruhiat, M., Hardwis, S., Umaran, U., & Nuryadi. (2017). Fatigue Impact to Mechanical Movement of Maximal Instep Kicking in Soccer. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 180(1).
- Salamah, R., Kartini, A., & Zen Rahfiludin, M. (2019). Hubungan Asupan Zat Gizi, Aktivitas Fisik, dan Persentase Lemak Tubuh dengan Kebugaran Jasmani. *Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 18(2).
- Santoso, S. (2020). *Panduan Lengkap SPSS 26*. PT Elex Media Komputindo.
- Shete, A. N., Bute, S. S., & Deshmukh, P. R. (2014). A study of VO₂ max and body fat percentage in female athletes. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 8(12), BC01–BC03.
- Sidik, D. Z., Pesurnay, P. L., & Afari, L. (2019). *Pelatihan Kondisi Fisik* (Nita, Ed.). PT Remaja Rosdakarya.
- 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. In *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* (pp. 141–163). Edizioni Minerva Medica. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.17.07950-6>
- Smits, B. L. M., Pepping, G. J., & Hettinga, F. J. (2014). Pacing and decision making in sport and exercise: The roles of perception and action in the regulation of exercise intensity. In *Sports Medicine* (Vol. 44, Issue 6, pp. 763–775). Adis International Ltd.
- Sözen, H., & Akyıldız, C. (2018). The Effects of Aerobic and Anaerobic Training on Aerobic and Anaerobic Capacity. *International Journal of Anatolia Sport Sciences*, 3(3), 331–337.
- Stubbs-Gutierrez, A., & Medina-Porqueres, I. (2021). Anthropometric characteristics and physical fitness in elite futsal male players. A systematic review. In *Movement and Sports Sciences - Science et Motricite* (Vols. 2021-January, Issue 114, pp. 19–28). EDP Sciences.
- Sugiarto. (2012). Hubungan Asupan Energi, Protein dan Suplemen dengan Tingkat Kebugaran. *Jurnal Media Ilmu Keolahragaan Indonesia*, 2(2). <http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/miki>
- Sukadiyanto, & Dangsina, M. (2011). *Pengantar Teori dan Metodologi Melatih Fisik* (1st ed.). Lubuk Agung.
- Taherdoost, H. (2016). Sampling Methods in Research Methodology; How to Choose a Sampling Technique for Research. In *International Journal of Academic Research in Management (IJARM)* (Vol. 5, Issue 2). <https://ssrn.com/abstract=3205035>
- Taskin, C. (2016). Aerobic Capacity and Anaerobic Power Levels of the University Students. *Higher Education Studies*, 6(2), 76. <https://doi.org/10.5539/hes.v6n2p76>
- Triansyah, A., & Kushartanti, W. (2015). Efektifitas Teknik Pemulihan dan VO₂ MAX Dalam Pemulihan Asam Laktat Darah dan Denyut Jantung Setelah Lari. *Jurnal Visi Ilmu Pendidikan*, 7(1), 1567–1588.
- Verlengia, R., De Araujo, G., Gomes Gonelli, P., & Gobatto, C. A. (2012). Effect of Walking and Running on the Cardiorespiratory System, Muscle Injury, and the Antioxidant System after 30 Min at the Walk-Run Transition Speed. *Article in Journal of Exercise Physiology Online*, 15(5). <https://www.researchgate.net/publication/282162114>
- Yıldız, S. A. (2012). *Aerobik ve Anaerobik Kapasitenin Anlamı Nedir?* www.solunum.org.tr
- Zahra, S., & Muhlisin, M.-. (2020). Nutrisi Bagi Atlet Remaja. *Jurnal Terapan Ilmu Keolahragaan*, 5(1), 81–89. <https://doi.org/10.17509/jtikor.v5i1.25097>