Sains Olahraga : Jurnal Ilmiah Ilmu Keolahragaan
Diterbitkan Oleh:
Prodi Ilmu Keolahragaan
FIK-UNIMED
ISSN 2580-5150

PENGARUH *HIGH INTENSITY INTERVAL TRAINING* (HIIT) TERHADAP *VO_2 MAX*

Oleh
Nazwa Putri[1], Mesnan[1], Rahma Dewi[1], Puji Ratno[1], Deni Rahman Marpaung[1]
[1]Prodi Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Medan
Email: nazwaputrii0505@gmail.com

Abstrak

Taekwondo kategori kyorugi menuntut daya tahan kardiorespirasi tinggi agar atlet mampu mempertahankan performa hingga ronde akhir. Namun, hasil observasi menunjukkan *VO_2 Max* atlet di MIMAC Pematangsiantar masih rendah, ditandai dengan penurunan performa pada ronde akhir. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *High Intensity Interval Training* (HIIT) terhadap peningkatan *VO_2 Max* atlet kyorugi. Penelitian menggunakan metode kuantitatif dengan desain eksperimen *one group pretest-posttest*. Subjek penelitian berjumlah 6 atlet yang terdiri dari 2 perempuan dan 4 laki-laki. Pengukuran *VO_2 Max* dilakukan menggunakan *Multistage Fitness Test* (MFT), sedangkan program latihan HIIT diberikan selama 12 pertemuan. Analisis data menggunakan uji normalitas, uji homogenitas, dan uji *paired sample t-test*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata *VO_2 Max* meningkat dari 27,26 ml/kg/menit pada *pretest* menjadi 30,43 ml/kg/menit pada *posttest* dengan peningkatan sebesar 3,16 ml/kg/menit. Uji hipotesis menunjukkan nilai signifikansi 0,000 ($p < 0,05$), yang berarti terdapat pengaruh signifikan HIIT terhadap peningkatan *VO_2 Max*. Disimpulkan bahwa latihan HIIT efektif dalam meningkatkan kapasitas daya tahan kardiorespirasi atlet kyorugi taekwondo.

Kata kunci : HIIT, *VO_2 Max*, taekwondo, kyorugi, daya tahan kardiorespirasi

A. PENDAHULUAN

Taekwondo merupakan salah satu cabang olahraga bela diri yang berkembang pesat dan dipertandingkan pada berbagai tingkat kompetisi, baik nasional maupun internasional (World Taekwondo, 2023). Menurut Tirtawirya (2022) perkembangan taekwondo tidak terlepas dari tuntutan peningkatan kondisi fisik atlet. Pada kategori kyorugi, atlet dituntut memiliki kondisi fisik yang optimal karena pertandingan berlangsung dengan intensitas tinggi, melibatkan gerakan eksplosif seperti tendangan, serangan, serta pergerakan cepat dalam situasi yang dinamis (Chaabene *et al*., 2020). Oleh karena itu, selain penguasaan teknik dan taktik, kondisi fisik menjadi faktor penting dalam menentukan keberhasilan seorang atlet (Franchini *et al*., 2020).

Dalam pertandingan kyorugi, atlet harus bertanding selama tiga ronde dengan durasi masing-masing dua menit dan waktu istirahat satu menit. Pola pertandingan ini

menuntut kerja sama antara sistem energi aerobik dan anaerobik secara optimal (Campos *et al*., 2019). Atlet dituntut mampu mempertahankan intensitas tinggi sejak awal hingga akhir pertandingan tanpa mengalami penurunan performa yang signifikan, terutama pada ronde-ronde akhir yang sering menjadi penentu kemenangan (Chaabene *et al.,* 2020).

Salah satu komponen penting yang berperan dalam menunjang performa atlet adalah daya tahan kardiorespirasi. Daya tahan ini berkaitan dengan kemampuan tubuh dalam menyuplai oksigen ke otot selama aktivitas fisik berlangsung (Kenney *et al*., 2020). Indikator utama yang digunakan untuk mengukur kemampuan tersebut adalah *VO₂ Max*, yaitu kemampuan maksimal tubuh dalam mengonsumsi oksigen saat melakukan aktivitas intens (Bassett & Howley, 2020). Menurut McArdle *et al.* (2015) *VO₂ Max* merupakan indikator utama kapasitas aerobik dan tingkat kebugaran kardiorespirasi seseorang, yang juga mencerminkan kemampuan tubuh dalam mendukung aktivitas fisik berkelanjutan.

Atlet dengan *VO₂ Max* yang tinggi cenderung memiliki kemampuan untuk bertahan lebih lama, menunda kelelahan, serta melakukan pemulihan dengan lebih cepat Indikator utama yang digunakan untuk mengukur kemampuan tersebut adalah *VO₂ Max*, yaitu kemampuan maksimal tubuh dalam mengonsumsi oksigen saat melakukan aktivitas intens (Bassett & Howley, 2020). Sebaliknya, *VO₂ Max* yang rendah akan menyebabkan atlet cepat mengalami kelelahan, menurunnya konsentrasi, serta berkurangnya efektivitas teknik dan strategi dalam pertandingan (Buchheit & Laursen, 2019).

Namun demikian, berdasarkan hasil observasi di klub MIMAC Pematangsiantar, masih ditemukan permasalahan berupa penurunan performa atlet pada ronde-ronde akhir pertandingan. Hal ini ditandai dengan menurunnya kecepatan gerak, berkurangnya ketepatan teknik, serta kesulitan dalam mempertahankan konsentrasi. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kapasitas daya tahan kardiorespirasi, khususnya *VO₂ Max*, atlet belum berada pada tingkat yang optimal. Temuan ini sejalan dengan penelitian Ramadan *et al*. (2024) yang menunjukkan bahwa sebagian besar atlet taekwondo berada pada kategori kurang hingga sangat kurang dalam *VO₂ Max*.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan metode latihan yang efektif dan efisien dalam meningkatkan *VO₂ Max*. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah *High Intensity Interval Training* (HIIT). HIIT merupakan metode latihan dengan intensitas tinggi yang dilakukan secara berulang dalam interval tertentu, diselingi dengan periode pemulihan (Gibala *et al*., 2021). Metode ini terbukti mampu meningkatkan

kapasitas aerobik dan anaerobik secara signifikan melalui adaptasi fisiologis sistem kardiovaskular (Weston *et al*., 2020).

Secara fisiologis, HIIT dapat meningkatkan fungsi jantung, memperbaiki sirkulasi darah, serta meningkatkan kemampuan otot dalam memanfaatkan oksigen (MacInnis & Gibala, 2019). Selain itu, karakteristik HIIT yang melibatkan kerja intensitas tinggi dan periode istirahat menyerupai pola aktivitas dalam pertandingan kyorugi, sehingga metode ini dinilai relevan untuk diterapkan pada atlet taekwondo (Franchini *et al.,* 2020). Hal ini juga didukung oleh penelitian Buchheit & Laursen (2019) yang menyatakan bahwa latihan interval intensitas tinggi efektif dalam meningkatkan waktu kerja pada kapasitas *VO₂ Max*.

Beberapa penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa HIIT efektif dalam meningkatkan *VO₂ Max* pada berbagai cabang olahraga. Studi oleh Raihan, Syampurma, & Sugiharto (2022) menunjukkan adanya peningkatan signifikan *VO₂ Max* pada atlet futsal setelah program HIIT. Namun, penelitian yang secara khusus mengkaji penerapan HIIT pada atlet taekwondo kategori kyorugi masih terbatas, terutama pada tingkat klub. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memperkuat bukti empiris pada cabang olahraga ini.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh *High Intensity Interval Training* (HIIT) terhadap peningkatan *VO₂ Max* atlet kyorugi taekwondo MIMAC Pematangsiantar. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis apakah terdapat peningkatan *VO₂ Max* setelah diberikan latihan HIIT. Adapun hipotesis dalam penelitian ini adalah terdapat pengaruh yang signifikan latihan *High Intensity Interval Training* (HIIT) terhadap peningkatan *VO₂ Max* atlet kyorugi taekwondo.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen. Desain penelitian yang digunakan adalah *one group pretest-posttest design*, yaitu pengukuran dilakukan sebelum dan sesudah perlakuan untuk mengetahui pengaruh latihan *High Intensity Interval Training* (HIIT) terhadap peningkatan *VO₂ Max*. Subjek dalam penelitian ini adalah atlet taekwondo kategori kyorugi yang tergabung dalam klub MIMAC Pematangsiantar. Jumlah subyek sebanyak 6 orang atlet yang terdiri dari 4 laki-

laki dan 2 perempuan. Teknik pengambilan sampel menggunakan teknik purposive random sampling dengan kriteria atlet aktif dan mengikuti program latihan secara rutin.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Multistage Fitness Test* (MFT) atau *beep test* untuk mengukur *VO₂ Max*. Tes ini dilakukan dengan berlari bolak-balik sejauh 20 meter mengikuti irama bunyi *beep* yang semakin cepat hingga subjek tidak mampu mengikuti tempo. Hasil akhir tes digunakan untuk memperkirakan nilai *VO₂ Max* atlet.

Prosedur penelitian diawali dengan pelaksanaan *pretest* untuk mengukur *VO₂ Max* awal atlet. Selanjutnya, subjek diberikan perlakuan berupa program latihan HIIT selama 12 pertemuan dengan frekuensi 3 kali dalam satu minggu. Program latihan terdiri dari beberapa bentuk latihan seperti *sprint interval*, *bodyweight* HIIT, *fartlek*, dan *shuttle run* yang disesuaikan dengan karakteristik olahraga taekwondo. Setelah program latihan selesai, dilakukan *posttest* untuk mengetahui perubahan *VO₂ Max* atlet.

Analisis data dilakukan dengan menggunakan uji statistik. Sebelum uji hipotesis, dilakukan uji prasyarat yaitu uji normalitas dan uji homogenitas. Selanjutnya, untuk menguji hipotesis digunakan uji *paired sample t-test* untuk mengetahui perbedaan nilai *VO₂ Max* sebelum dan sesudah perlakuan. Pengolahan data dilakukan dengan bantuan perangkat lunak statistik yaitu SPSS versi 21 dengan taraf signifikansi 0,05.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN

1. Hasil Penelitian

Hasil tes dan pengukuran yang telah diolah melalui rumus statistik menunjukkan deskripsi data sebagai berikut.

Tabel 1
Deskripsi data *pretest* dan *posttest*

Deskripsi Data	**Kemampuan *VO₂ Max***	
	pretest	***posttest***
Rata-rata	27.26	30.43
Simpangan Baku	3.56	3.30
Nilai Minimum	20.80	25.20
Nilai Maksimum	31.00	34.70
Rentang	10.20	9.50
Beda Rata-rata	3.16	

Berdasarkan tabel 1 hasil *pretest* terhadap kemampuan *VO_2 Max* atlet dengan jumlah sampel n = 6, diperoleh nilai rata-rata sebesar 27,26, nilai minimum 20,8, nilai maksimum 31,0, dan simpangan baku selbelsar 3,56. Berdasarkan hasil *posttest* setelah diberikan latihan HIIT, diperoleh nilai rata-rata sebesar 30,43, nilai minimum 25,2, nilai maksimum 34,7, dan simpangan baku sebesar 3,30. Dari hasil *pretest* dan *posttest* tersebut diperoleh beda rata-rata sebesar 3,16, yang menunjukkan adanya peningkatan kemampuan *VO_2 Max* setelah diberikan perlakuan latihan.

Setelah dilakukan analisis deskriptif, selanjutnya dilakukan uji normalitas data menggunakan uji *Shapiro-Wilk* untuk menentukan apakah data pada masing-masing kelompok berdistribusi normal atau tidak. Kriteria pengambilan keputusan yang digunakan yaitu apabila nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 (p > 0,05) maka data dinyatakan berdistribusi normal, sebaliknya apabila nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05 (p < 0,05) maka data dinyatakan tidak berdistribusi normal. Seperti tabel 2 dibawah ini:

Tabel 2
Hasil Uji Normalitas

	Hasil *Shapiro- Wilk*	**Keterangan**
Pretest	0. 371	Normal
Postest	0.951	Normal

Berdasarkan tabel 2 diperoleh nilai signifikansi pada data *pretest VO_2 Max* sebesar 0,371 dan pada data *posttest VO_2 Max* sebesar 0,951. Karena kedua nilai signifikansi tersebut lebih besar dari 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa data *pretest* dan *posttest VO_2 Max* berdistribusi normal.

Setelah terpenuhinya asumsi normalitas, selanjutnya dilakukan uji homogenitas varians menggunakan uji *Levene Statistic* untuk mengetahui apakah kedua kelompok memiliki varians yang sama. Kriteria pengambilan keputusan yang digunakan yaitu apabila nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 (p > 0,05) maka varians data dinyatakan homogen, sebaliknya apabila nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05 (p < 0,05) maka varians data dinyatakan tidak homogen. Seperti tabel 3 dibawah ini:

Tabel 3
Hasil Uji Homogenitas

	Hasil *Levene Statistic*	**Sig**	**Keterangan**
Hasil *VO_2 Max*	0.003	0.957	Homogen

Berdasarkan tabel 3 didapatkan nilai Signifikasi 0,957 > 0,05. Sehingga dapat disimpulkan bahwa data tersebut bersifat homogen. Setelah selesai melakukan uji deksriptif, uji normalitas dan uji homogenitas, data kemudian sudah bisa di analisis dan di olah menggunakan uji *paired sample t-test* dikarenakan data bersifat parametrik, dengan ketentuan uji, Jika nilai sig < 0,05 maka data memiliki perbedaan yang signifikan dan hipotesis dapat diterima, Dan jika data memiliki nilai sig > 0,05 maka hipotesis ditolak, Seperti tabel 4 dibawah ini:

Tabel 4
Hasil *Paired Sample T-Test* Statistik

Melan Diffelrelncel	t-hitung	df	Sig. 2-taileld
-3.16	-8.768	5	0.000

Berdasarkan tabel 4 hasil analisis Hasil uji *paired sample t-test* menunjukkan nilai t = -8,768 dengan signifikansi 0,000 (p < 0,05). Hal ini menunjukkan bahwa latihan HIIT memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan *VO₂ Max* atlet.

2. Pembahasan Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap 6 atlet taekwondo MIMAC Pematangsiantar, diperoleh bahwa latihan *High Intensity Interval Training* (HIIT) mampu meningkatkan *VO₂ Max* atlet. Hal ini terlihat dari peningkatan nilai rata-rata *VO₂ Max* dari 27,26 ml/kg/menit pada pretest menjadi 30,43 ml/kg/menit pada posttest, dengan selisih peningkatan sebesar 3,16 ml/kg/menit. Peningkatan ini menunjukkan adanya perbaikan kapasitas daya tahan kardiorespirasi setelah diberikan program latihan HIIT, yang menjadi indikator penting dalam menunjang performa atlet pada olahraga dengan intensitas tinggi seperti taekwondo kyorugi.

Secara individual, seluruh atlet mengalami peningkatan nilai *VO₂ Max*, termasuk atlet dengan nilai awal terendah. Hal ini menunjukkan bahwa program latihan HIIT yang diberikan memiliki efektivitas yang merata terhadap berbagai tingkat kondisi awal kebugaran atlet. Adaptasi ini mengindikasikan bahwa tubuh mampu merespons stimulus latihan dengan meningkatkan efisiensi sistem transport oksigen. Meskipun sebagian atlet masih berada dalam kategori kebugaran rendah, peningkatan yang terjadi menunjukkan adanya progres yang positif dan berpotensi meningkat lebih optimal apabila program latihan dilakukan dalam durasi yang lebih panjang dan berkelanjutan.

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa data berdistribusi normal dan homogen, sehingga memenuhi syarat untuk dilakukan uji parametrik. Uji hipotesis menggunakan *paired sample t-test* menunjukkan nilai signifikansi 0,000 ($p < 0,05$), yang berarti terdapat pengaruh yang signifikan latihan HIIT terhadap peningkatan *VO_2 Max* atlet. Nilai t-hitung yang tinggi juga menunjukkan bahwa perbedaan antara pretest dan posttest bukan terjadi secara kebetulan, melainkan akibat dari perlakuan latihan yang diberikan. Dengan demikian, hipotesis penelitian yang menyatakan adanya pengaruh latihan HIIT terhadap *VO_2 Max* dapat diterima secara statistik.

Secara fisiologis, peningkatan *VO_2 Max* ini terjadi karena latihan HIIT memberikan stimulus intensitas tinggi yang mampu mengoptimalkan kerja sistem kardiovaskular dan respirasi. Latihan ini meningkatkan *stroke volume* jantung, yaitu jumlah darah yang dipompa setiap denyutan, sehingga distribusi oksigen ke jaringan otot menjadi lebih efisien. Selain itu, HIIT juga merangsang peningkatan kapilarisasi otot dan jumlah mitokondria, yang berperan penting dalam proses produksi energi melalui metabolisme aerobik. Adaptasi ini memungkinkan tubuh untuk menggunakan oksigen secara lebih efektif selama aktivitas fisik (Milanović *et al*., 2015; Weston *et al*., 2020).

Selain meningkatkan kapasitas aerobik, HIIT juga memberikan kontribusi terhadap peningkatan kapasitas anaerobik, karena karakteristik latihan yang melibatkan aktivitas intensitas tinggi dalam durasi singkat. Pola interval antara kerja dan istirahat memungkinkan atlet untuk mempertahankan intensitas tinggi dalam setiap repetisi latihan, sehingga memberikan stimulus yang optimal terhadap kedua sistem energi tersebut. Hal ini sangat relevan dengan karakteristik pertandingan taekwondo kyorugi yang membutuhkan kombinasi antara daya tahan aerobik dan kemampuan anaerobik dalam melakukan gerakan eksplosif secara berulang.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa HIIT efektif dalam meningkatkan *VO_2 Max* dalam waktu relatif singkat dibandingkan latihan kontinu intensitas sedang Engel *et al*., (2018). Selain itu, Sabag *et al*. (2020) juga menyatakan bahwa HIIT tidak hanya meningkatkan kapasitas aerobik, tetapi juga meningkatkan efisiensi metabolisme energi dan performa fisik secara keseluruhan. Temuan ini memperkuat bahwa HIIT merupakan metode latihan yang efisien dan efektif, khususnya bagi atlet yang membutuhkan peningkatan kebugaran dalam waktu terbatas.

Dalam konteks olahraga taekwondo kyorugi, peningkatan *VO₂ Max* memiliki peran yang sangat penting dalam mendukung performa atlet selama pertandingan. Pertandingan yang berlangsung dalam beberapa ronde dengan intensitas tinggi menuntut atlet untuk memiliki daya tahan yang baik agar mampu mempertahankan kecepatan, kekuatan, dan akurasi teknik. Atlet dengan *VO₂ Max* yang lebih tinggi cenderung mampu menunda kelelahan, mempertahankan intensitas serangan, serta melakukan pemulihan dengan lebih cepat antar ronde (Bridge *et al.,* 2014). Oleh karena itu, peningkatan *VO₂ Max* melalui latihan HIIT dapat memberikan keuntungan kompetitif bagi atlet.

Namun demikian, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Jumlah sampel yang relatif kecil, yaitu hanya 6 atlet, menjadi salah satu faktor yang membatasi generalisasi hasil penelitian. Selain itu, durasi program latihan yang hanya terdiri dari 12 pertemuan kemungkinan belum cukup untuk menghasilkan adaptasi fisiologis yang maksimal. Variasi individu dalam respons latihan juga dapat memengaruhi hasil penelitian, sehingga diperlukan kontrol yang lebih ketat pada penelitian selanjutnya.

Dengan demikian, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa latihan HIIT merupakan metode yang efektif dalam meningkatkan *VO₂ Max* atlet taekwondo, khususnya pada nomor kyorugi yang menuntut kombinasi daya tahan aerobik dan anaerobik. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk menggunakan jumlah sampel yang lebih besar, durasi latihan yang lebih panjang, serta variasi metode latihan yang lebih beragam guna memperoleh hasil yang lebih komprehensif.

D. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa *High Intensity Interval Training* (HIIT) memberikan pengaruh positif terhadap peningkatan kapasitas daya tahan kardiorespirasi (*VO₂ Max*) atlet kyorugi Taekwondo MIMAC Pematangsiantar. Peningkatan ini menunjukkan bahwa HIIT mampu memberikan stimulus latihan yang efektif dalam mengoptimalkan fungsi sistem kardiovaskular dan respirasi, sehingga atlet lebih mampu mempertahankan performa fisik dan teknik secara konsisten, khususnya pada fase akhir pertandingan. Secara praktis, temuan penelitian ini mengindikasikan bahwa HIIT dapat dijadikan sebagai alternatif metode latihan yang efisien dan relevan dalam program pembinaan atlet, terutama pada cabang olahraga

Taekwondo yang memiliki karakteristik aktivitas intermiten dengan intensitas tinggi. Penerapan HIIT secara terstruktur dapat membantu pelatih dalam meningkatkan kebugaran aerobik atlet secara optimal dalam waktu yang relatif singkat. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk melibatkan jumlah sampel yang lebih besar, durasi latihan yang lebih panjang, serta mengkaji pengaruh HIIT terhadap komponen kebugaran fisik lainnya, seperti kekuatan, daya ledak, dan kelincahan, agar diperoleh hasil yang lebih komprehensif dan mendalam.

Daftar Pustaka

Bassett, D. R., & Howley, E. T. (2020). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 52(2), 410–418.

Bridge, C. A., Ferreira da Silva Santos, J., Chaabène, H., Pieter, W., & Franchini, E. (2014). Physical and physiological profiles of taekwondo athletes. *Sports Medicine*, 44(6), 713–733.

Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2019). High-intensity interval training: Solutions to the programming puzzle. *Sports Medicine*, 49(2), 181–183.

Campos, F. A. D., Bertuzzi, R., Dourado, A. C., Santos, V. G. F., & Franchini, E. (2019). Energy demands in taekwondo athletes during combat simulation. *European Journal of Applied Physiology*, 119(5), 1221–1230.

Chaabene, H., Negra, Y., Bouguezzi, R., Capranica, L., Franchini, E., Prieske, O., & Granacher, U. (2020). Physical and physiological attributes of taekwondo athletes: A systematic review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(12), 3496–3515.

Engel, F. A., Ackermann, A., Chtourou, H., & Sperlich, B. (2018). High-intensity interval training performed by young athletes: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Physiology*, 9, 1012.

Franchini, E., Cormack, S., & Takito, M. Y. (2020). Effects of high-intensity interval training on performance and physiological responses in combat sports. *Sports Medicine*, 50(2), 1–15.

Gibala, M. J., Little, J. P., Macdonald, M. J., & Hawley, J. A. (2021). Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *The Journal of Physiology*, 599(5), 1077–1084.

Kenney, W. L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2020). *Physiology of sport and exercise* (7th ed.). Human Kinetics.

McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2015). *Exercise physiology: Nutrition, energy, and human performance* (8th ed.). Wolters Kluwer.

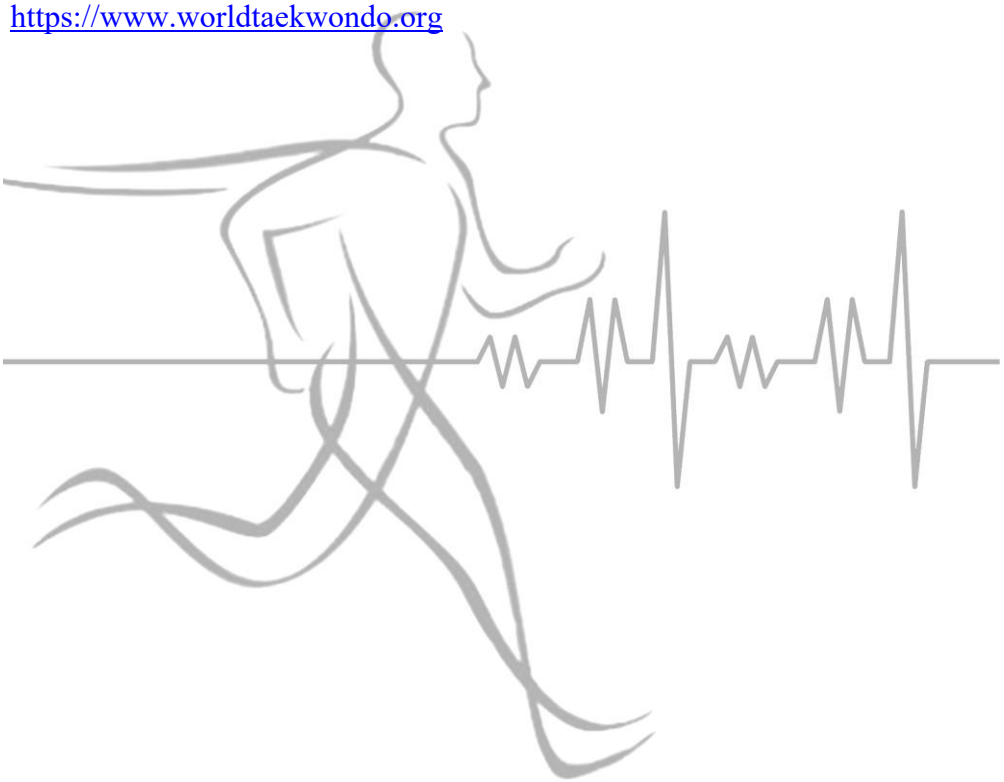
Milanović, Z., Sporiš, G., & Weston, M. (2015). Effectiveness of high-intensity interval training (HIIT) and continuous endurance training for VO_2max improvements: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 45(10), 1469–1481.

Ramadan, A. S., Indarto, P., Nurhidayat, N., & Subekti, N. S. (2024). Analisis daya tahan aerobik (VO_2Max) menggunakan tes MFT atlet dojang speed taekwondo Kabupaten Pelalawan Provinsi Riau. *Indonesian Journal of Sport Science and Technology*, 3(1), 267–275.

Raihan, A., Syampurma, H., & Sugiharto, T. (2022). Pengaruh metode latihan HIIT terhadap peningkatan VO_2Max atlet futsal Universitas Negeri Padang. *Jurnal MensSana*, 7(2), 101–110.

Sabag, A., Little, J. P., Johnson, N. A., & Lowry, A. J. (2020). The effect of high-intensity interval training on cardiometabolic health. *Sports Medicine*, 50(10), 1785–1803.

Tirtawirya, D. (2022). Perkembangan dan peranan taekwondo dalam pembentukan karakter atlet. *Jurnal Olahraga Prestasi*, 18(2), 45–52.

Weston, K. S., Wisløff, U., & Coombes, J. S. (2020). High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 48(16), 1227–1234.

World Taekwondo. (2023). *Competition rules & interpretation*. Retrieved from https://www.worldtaekwondo.org