



Pengaruh Latihan Interval Intensitas Tinggi Terhadap Perubahan Laju Metabolisme Dasar Dan Vo2max Pada Atlet Muda

Moh. Amrullah al baitomi¹, Ali Maksum¹, Irmantara Subagio¹, Achmad Widodo¹
¹Fakultas Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan, Universitas Negeri Surabaya, INDONESIA

*Corresponding Author: mohal baitomi@unesa.ac.id

ABSTRAK

Sepak bola adalah olahraga prestasi yang memiliki karakteristik khusus dan karakteristik fisik bagi para pemainnya. Kapasitas daya tahan Vo2max yang baik dapat memberikan keunggulan bagi performa atlet saat bertanding di lapangan. Sepak bola di Indonesia cenderung memiliki rata-rata Vo2max yang masih di bawah standar. Salah satu alasannya adalah atlet remaja jarang terbiasa melakukan latihan fisik intensif sehingga usia latihan mereka masih kecil dan membutuhkan waktu lama untuk meningkatkan kapasitas tersebut. Selain meningkatkan Vo2max, latihan fisik juga mempengaruhi perubahan dalam menekan denyut nadi. Karena seseorang dengan denyut nadi istirahat yang rendah, daya tahan untuk melakukan aktivitas, latihan intensitas tinggi, dan kompetisi akan lebih lama. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui dan membandingkan efektivitas metode latihan HIIT dengan dua bentuk atau variasi yang berbeda dengan desain sesuai prinsip latihan beban pada denyut nadi dasar dan Vo2max. Penelitian ini menggunakan desain quasi-eksperimental dengan Desain Kelompok Kontrol Acak Pra-tes dan Pasca-tes, dengan sampel sebanyak 30 orang yang dibagi menjadi 3 kelompok, yaitu 10 atlet dalam kelompok eksperimen lari shuttle, 10 atlet dalam kelompok lari di sekitar persegi panjang, dan 10 atlet dalam kelompok kontrol. Perawatan diberikan selama 8 minggu dengan 3 sesi per minggu menggunakan perangkat Polar H10 untuk mengontrol intensitas latihan. Analisis data menggunakan (MANOVA) dengan bantuan program statistik SPSS. Hasil menunjukkan bahwa kedua latihan memiliki efek signifikan dalam meningkatkan denyut jantung (p -value $0,001 < 0,05$) pada latihan Shuttle run dan Vo2max ($0,000 < 0,05$), serta pada latihan Around rectangle (p -value $0,000 < 0,05$) dan Vo2max ($0,000 < 0,05$). Sementara itu, efektivitas kedua latihan tersebut sama dengan nilai p $1,000 > 0,05$. Oleh karena itu, HIIT tidak didasarkan pada bentuknya, melainkan pada durasi dan intensitasnya yang dipantau menggunakan pemeriksaan denyut jantung untuk setiap latihan.

Kata Kunci : latihan; intensitas; detak jantung; VO2max

The Effect of High-Intensity Interval Training on Changes in Basal Metabolic Rate and VO2max in Young Athletes

ABSTRACT

Soccer is a competitive sport that has specific characteristics and physical requirements for its players. Good VO2max endurance capacity can give athletes an advantage in their performance on the field. Soccer in Indonesia tends to have an average VO2max that is still below standard. One of the reasons for this is that young athletes are rarely accustomed to intensive physical training, so their training age is still low and it takes a long time to improve this capacity. In addition to improving VO2max, physical training also affects changes in heart rate. Individuals with a low resting heart rate have greater endurance for activities, high-intensity training, and competition. The purpose of this study is to determine and compare the effectiveness of HIIT training methods with two different forms or variations designed according to the principles of load training on baseline heart rate and VO2max. This study used a quasi-experimental design with a pre-test and post-test randomized control group design, with a sample of 30 people divided into 3 groups, namely 10 athletes in the shuttle run experimental group, 10 athletes in the rectangular run group, and 10 athletes in the control group. Treatment was administered for 8 weeks with 3 sessions per week using Polar H10 devices to control exercise intensity. Data analysis was performed using MANOVA with the assistance of SPSS statistical software. The results showed that both exercises had a significant effect in increasing heart rate (p -value $0.001 < 0.05$) in the shuttle run and VO2max ($0.000 < 0.05$) exercises, as well as in the around

rectangle exercise (p -value $0.000 < 0.05$) and VO₂max ($0.000 < 0.05$). Meanwhile, the effectiveness of both exercises was the same with a p -value of $1.000 > 0.05$. Therefore, HIIT is not based on its form, but rather on its duration and intensity, which are monitored using heart rate checks for each exercise.

Keywords: exercise; intensity; heart rate; VO₂max

PENDAHULUAN

Latihan adalah proses yang direncanakan, terstruktur pada waktu tertentu dan dengan tujuan spesifik. Dalam melaksanakan latihan, harus dilakukan dengan cara yang tepat, disusun secara sistematis dengan repetisi yang tepat dalam durasi yang seimbang, semakin lama semakin meningkat (prinsip overload) dengan beban berlebih dalam situasi yang berbeda untuk setiap individu. Latihan harus menggunakan prinsip-prinsip latihan agar kualitas latihan dapat dicapai secara optimal. Menurut (Bompa, 2009) prinsip-prinsip latihan meliputi prinsip pengembangan menyeluruh (umum), prinsip spesialisasi (khusus), prinsip individual, prinsip pengembangan berdasarkan model latihan dalam kompetisi, prinsip peningkatan beban latihan (progresif dan overload), serta komposisi latihan.

Latihan fisik selain meningkatkan kebugaran bagi masyarakat umum sangat penting dan tidak dapat dipisahkan dari atlet. Bagi atlet, untuk mencapai tingkat kebugaran daya tahan yang baik dan unggul, atlet perlu melakukan latihan yang berbeda dari orang biasa karena atlet adalah orang yang dipersiapkan untuk kompetisi. Misalnya, sepak bola, baik dalam peningkatan maupun pemeliharannya, benar-benar membutuhkan faktor kondisi fisik dalam mencapai tujuan prestasi. Seperti yang dinyatakan oleh Stone dan Kroll(1991) program latihan dan kondisioning memiliki peran besar dalam meningkatkan keterampilan olahraga, terutama olahraga prestasi..

Dalam kehidupan sehari-hari, baik atlet maupun orang biasa yang memiliki kondisi fisik yang prima mampu melakukan aktivitas sehari-hari tanpa merasa lelah dan masih memiliki energi untuk melakukan aktivitas berikutnya. Semua ini disebabkan oleh nilai Vo₂max (Volume Oksigen Maksimal) yang tinggi. Menurut (2011) Vo₂max adalah kapasitas oksigen maksimum, dalam mililiter, yang dapat digunakan dalam satu menit per kilogram berat badan. Orang yang memiliki kebugaran yang baik memiliki nilai Vo₂max yang lebih tinggi dan dapat melakukan aktivitas yang lebih intensif dibandingkan dengan mereka yang tidak dalam kondisi baik. Seseorang yang memiliki kebugaran yang baik juga akan berdampak pada peningkatan kemampuan bergerak secara efisien, peningkatan kemampuan pemulihan organ setelah berolahraga, dan peningkatan responsivitas atau reaksi tubuh (Ciptadi, 2013).

Untuk meningkatkan VO₂max, diperlukan latihan daya tahan aerobik dan latihan daya tahan anaerobik. Saat ini, dalam beberapa olahraga, yang dibutuhkan adalah daya tahan anaerobik, di mana sistem ini merupakan kombinasi antara kekuatan dan daya tahan yang memungkinkan sistem ini melakukan aktivitas intensitas tinggi. Salah satu penelitian terkenal tentang metode latihan interval intensitas tinggi oleh Dr. Izumi Tabata berjudul “Dampak Latihan Ketahanan Intensitas Sedang dan Latihan Interval Intensitas Tinggi terhadap Kapasitas Anaerobik dan VO₂max” dalam studi Tabata et al.,(1996) menunjukkan bahwa latihan interval intensitas tinggi dapat meningkatkan baik kapasitas anaerobik maupun aerobik.

Nadi adalah gelombang yang dirasakan di arteri akibat pompa darah oleh jantung menuju pembuluh darah (Gabriel, 2012). Frekuensi nadi sama dengan frekuensi detak jantung. Latihan fisik atau olahraga memiliki efek positif pada fungsi jantung. Dampak

olahraga terhadap durasi istirahat dan jumlah denyut nadi per menit pada orang yang tidak terlatih lebih rendah dibandingkan dengan yang memiliki pengalaman olahraga. Nadi 40-80 pada atlet adalah hal yang sering ditemukan. Nadi istirahat ini menjadi bagian yang sangat penting dalam proses latihan, terutama dalam hal kesiapan dan perencanaan persiapan. Karena pada dasarnya, seseorang dengan nadi istirahat yang rendah, daya tahan untuk melakukan aktivitas, latihan intensitas tinggi, dan kompetisi akan lebih lama.

Sidik et al.,(2019) mengungkapkan bahwa bagi atlet dan orang biasa yang memiliki waktu terbatas untuk melakukan aktivitas fisik secara teratur, diperlukan latihan interval intensitas tinggi, yang merupakan kombinasi latihan intensitas tinggi dan rendah, agar dapat meningkatkan daya tahan sistem kardiovaskular, kapasitas paru-paru, kebugaran fisik, dan dengan satu tujuan. menjaga denyut nadi istirahat serendah mungkin, mendorong denyut nadi kerja maksimum setinggi mungkin, dan memindahkan titik peralihan aerobik-anaerobik secepat mungkin. Tujuannya adalah agar atlet yang terlatih terbiasa dengan denyut nadi tinggi sehingga dampak asam laktat dalam tubuh tidak terlalu cepat, karena sistem kerja energi tubuh atlet masih bersifat aerobik.

Saat ini, salah satu olahraga yang mengutamakan tujuan prestasi adalah sepak bola. Sepak bola merupakan olahraga yang sangat populer dan memiliki banyak penggemar di seluruh dunia (Periard & Racinais, 2013). Meskipun olahraga ini dapat dikatakan mudah dimainkan oleh semua orang, pada tingkat kemampuan yang lebih tinggi, diperlukan latihan yang lebih sistematis dan kondisi fisik pemain yang lebih baik. Bangsbo et al.,(2006) mengungkapkan bahwa detak jantung pemain selama pertandingan lari umumnya di atas 65% dari nilai maksimum, dan pada intensitas tinggi dapat mencapai 90% dari nilai maksimum. Seorang atlet sepak bola harus memiliki daya tahan fisik yang optimal. Kapasitas daya tahan Vo_{2max} yang baik dapat memberikan keunggulan bagi performa atlet saat bertanding di lapangan.

Menurut Pate and Kriska (1984) terdapat setidaknya 3 aspek penting dalam mempertimbangkan kondisi fisik atlet sepak bola individu: aspek penyerapan oksigen maksimum, efisiensi gerakan, dan ambang laktat. Namun, di antara ketiga aspek tersebut, penyerapan oksigen maksimum adalah yang paling sering digunakan. Sepak bola di Indonesia cenderung memiliki rata-rata Vo_{2max} yang masih di bawah standar. Susetyo (2020) mengatakan hasil tes Vo_{2max} pemain Persik masih jauh di bawah standar untuk pertandingan Shopee Liga 1 2020, kompetisi sepak bola tertinggi di Indonesia. Susetyo (2020) menyatakan bahwa hasil tes Vo_{2max} pemain Persik masih jauh di bawah standar untuk pertandingan Shopee Liga 1 2020, kompetisi sepak bola tertinggi di Indonesia Arnason et al.,(2004) berargumen bahwa nilai rata-rata Vo_{2max} atlet sepak bola profesional berkisar antara 56,2 hingga 67,6 mL (kg/menit). Sementara itu, remaja atau dewasa muda berusia 16 hingga 18 tahun berkisar antara 49,0 hingga 55,7 mL (kg/menit). Ada banyak faktor yang menjadi penyebab rendahnya nilai rata-rata Vo_{2max} atlet sepak bola di Indonesia saat mencapai level profesional. Misalnya, atlet remaja yang tidak terbiasa melakukan latihan fisik intensif, sehingga usia latihan mereka masih kecil dan membutuhkan waktu lama untuk meningkatkan kemampuan. Untuk mencapai performa puncak, atlet-atlet ini membutuhkan periode latihan yang panjang

Salah satu metode yang dapat meningkatkan kemampuan fisik, terutama daya tahan, yang telah banyak direkomendasikan, dan meningkatkan kebugaran, adalah dengan melakukan HIIT (High-Intensity Interval Training). HIIT adalah metode latihan kardiovaskular yang menggunakan intensitas tinggi dengan kecepatan atau beban latihan di atas ambang anaerobik dalam waktu singkat dan diselingi dengan periode pemulihan aktif. Hasil penelitian Kemi et al.,(2005) membuktikan bahwa adaptasi kardiovaskular terhadap latihan bergantung pada intensitas yang diberikan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan apakah terdapat efek yang signifikan dari penerapan metode latihan interval intensitas tinggi (HIIT) yang menggunakan inovasi, serta untuk membandingkan seberapa efektif metode latihan HIIT tersebut dengan dua bentuk atau varian yang berbeda, dengan desain yang didasarkan pada prinsip beban latihan terhadap denyut nadi basal dan Vo2max.

METODE

Penelitian ini menggunakan desain quasi-eksperimental dengan kelompok kontrol acak dan desain pra-tes dan pasca-tes. Lokasi penelitian dilakukan di Lapangan Sepak Bola Komando Militer Brawijaya Surabaya. Waktu yang dibutuhkan untuk pengobatan dalam studi ini adalah 24 pertemuan selama 8 minggu, di mana tahap persiapan dan pra-tes dilakukan sebelum minggu pertama, diikuti oleh 8 minggu untuk pengobatan (3 kali/minggu) dan minggu terakhir untuk pasca-tes. Agar tubuh dapat beradaptasi, latihan harus dilakukan secara teratur, dan efek latihan akan hilang jika latihan dihentikan. Daya tahan aerobik akan berkurang setelah satu minggu tidak berolahraga.

Dalam penelitian ini, populasi berjumlah 60 dengan sampel diambil melalui sampling acak sistematis ke dalam 3 kelompok masing-masing terdiri dari 10 siswa, sehingga total ukuran sampel 30 terdiri dari 10 atlet remaja sebagai kelompok eksperimen untuk variasi lari shuttle, 10 atlet remaja dalam kelompok eksperimen variasi lari mengelilingi persegi panjang, dan 10 atlet remaja sebagai kelompok kontrol. Sampling adalah metode pengumpulan data dengan merekam sebagian populasi yang mewakili seluruh anggota populasi yang ada.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1) Perhitungan Denyut Nadi Dasar

Dalam menghitung denyut nadi dasar menggunakan pemeriksaan denyut nadi yang dapat dilakukan dengan menggunakan oksimeter denyut.

2) 15 Minute Running Test (Balke Test)

Untuk menentukan VO2max menggunakan uji Balke. Uji ini relatif mudah dilakukan karena tidak memerlukan peralatan mahal, melainkan peralatan sederhana. Dalam studi ini, alat yang digunakan adalah uji lari 15 menit (Uji Balke) untuk atlet sepak bola remaja. Uji Balke tidak hanya digunakan untuk mengukur VO2max tetapi juga untuk mengukur Kecepatan Aerobik Maksimum seseorang.

Dalam penelitian ini, program latihan HIIT (High Intensity Interval Training) dirancang secara individual karena dalam penelitian ini, para peneliti membuat program latihan sesuai dengan kemampuan subjek penelitian yang telah diuji dengan tes Balke selama 15 menit. Dari hasil tes tersebut, para peneliti mencari Kecepatan Aerobik Maksimum (MAS). MAS adalah kecepatan maksimum yang dapat dicapai oleh seorang atlet dalam aktivitas daya tahan aerobik. Cara sederhana untuk menentukan ini adalah dengan melakukan tes waktu lari 2000 meter pada semua atlet, yaitu 5 putaran di lintasan 400 meter. Atau Anda dapat menggunakan tes lari 12 menit (Cooper Test) dan tes 15 menit (Balke). Contoh: jika seorang atlet menyelesaikan lari 2000 m dalam 8 menit 20 detik, maka MAS-nya = $2000 \text{ m} / 500 \text{ detik} = 4 \text{ m/detik}$. Jika atlet lain menyelesaikan dalam 9 menit, maka MAS = $2000 \text{ m} / 540 \text{ detik} = 3,7 \text{ m/detik}$.

Dalam proses analisis data, peneliti menggunakan bantuan produk dan layanan statistik IBM (SPSS) 25 untuk program Windows dalam urutan berikut:

1. Uji statistik deskriptif meliputi rata-rata dan simpangan baku. Untuk penyajian data dalam statistik deskriptif melalui tabel, grafik, atau diagram.
2. Tujuan uji normalitas adalah untuk memastikan bahwa data yang diperoleh terdistribusi secara simetris atau normal.

3. Uji T Sampel Berpasangan untuk mengukur perbedaan antara sampel yang serupa
4. Uji homogenitas yang bertujuan untuk memastikan kelompok-kelompok yang sama atau serupa sehingga perbandingan dapat dilakukan secara adil.

Untuk mengetahui perbedaan variasi yang timbul akibat interaksi antara tiga kelompok pada dua variabel dependen, uji MANOVA dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

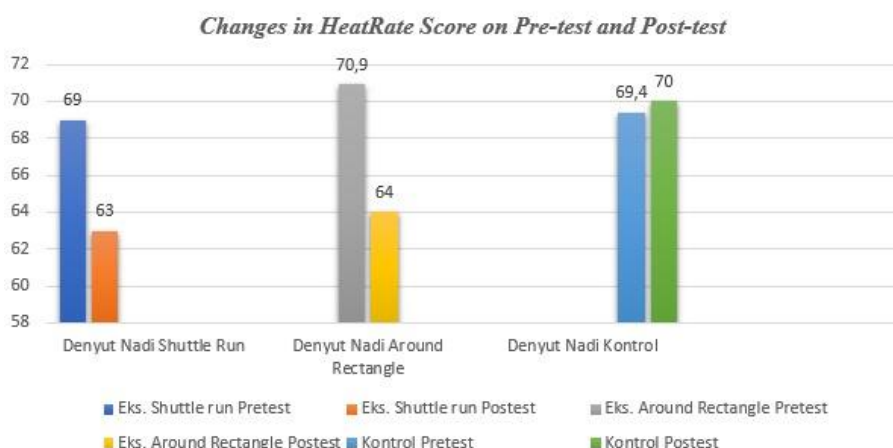
Hasil

Hasil penelitian ini akan membahas hubungan antara variabel independen dan variabel dependen. Variabel independen terdiri dari latihan Shuttle run dan Around Rectangle, sedangkan variabel dependen adalah denyut nadi basal dan Vo2max. Analisis data dilakukan dalam dua bentuk, yaitu analisis data deskriptif dan analisis data inferensial yang digunakan untuk menjawab hipotesis penelitian.

1.Data Deskriptif

Setelah pengukuran dilakukan, data yang diperoleh dari penelitian tentang denyut nadi basal dan Vo2max pada masing-masing kelompok adalah sebagai berikut:

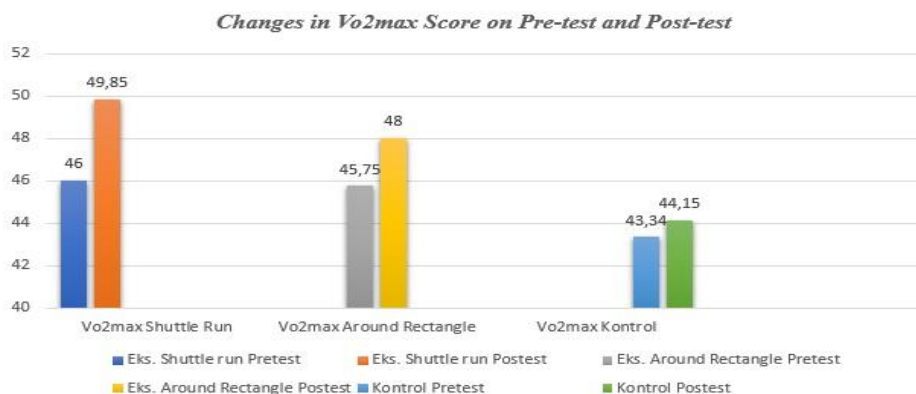
a) Basal Nadi Dasar



Gambar 1. Grafik hasil denyut nadi

Pada grafik di atas, terdapat perubahan pada rata-rata denyut nadi di semua kelompok. Latihan Grub shuttle run menurun sebesar 8,7%. Latihan Grub Around rectangle menurun sebesar 9,8%. Sementara itu, kelompok kontrol mengalami peningkatan sebesar 0,9%.

b) Vo2max



Gambar 2. Grafik hasil Vo2max

Pada grafik di atas, terdapat peningkatan Vo2max pada semua kelompok. Lari shuttle Grub meningkat sebesar 7,7%. Lari Grub Around rectangle meningkat sebesar 4,7%. Sementara itu, kelompok kontrol mengalami peningkatan sebesar 1,8%.

2. Uji Hipotesis

Ada dua syarat untuk menguji hipotesis, yaitu data harus terdistribusi secara normal dan homogen. Kemudian, uji normalitas dan homogenitas harus dilakukan terlebih dahulu.

a) Uji Normalitas

Uji Normalitas bertujuan untuk memastikan bahwa data yang diperoleh terdistribusi secara simetris atau normal. Uji normalitas menetapkan bahwa jika nilai p lebih besar dari 0,05, maka data dinyatakan normal, tetapi jika tidak, data dinyatakan abnormal. Berikut adalah hasil uji normalitas menggunakan Shapiro-Wilk pada data yang diperoleh dari studi.

Tabel 1. Uji Normalitas Shapiro-Wilk

Variabel	Shuttle Run (Pre)	Shuttle Run (Post)	Around Rectangle (Pre)	Around Rectangle (Post)	Kontrol (Pre)	Kontrol (Post)
Denyut Nadi	0,981	0,999	0,386	0,181	0,200	0,596
VO2max	0,774	0,357	0,680	0,592	0,225	0,279
Keterangan	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal

Dari hasil analisis di atas, terlihat bahwa semua variabel memiliki nilai $p > 0,05$, sehingga data untuk semua kelompok dinyatakan terdistribusi secara normal karena nilai p lebih besar dari 0,05 dan analisis dapat dilanjutkan dengan statistik parametrik.

b) Uji Homogenitas

Uji homogenitas bertujuan untuk memastikan bahwa varians dari setiap kelompok sama atau serupa, sehingga perbandingan dapat dilakukan secara adil. Dari data yang ditampilkan dalam tabel 2.

Table 2. Uji Homogenitas

Variabel	Levene Statistic	df1	df2	Sig.	Keterangan
Denyut Nadi	0,656	2	27	0,527	Homogen
VO2max	1,565	2	27	0,227	Homogen

Dalam uji homogenitas, ketentuan yang berlaku sama dengan uji normalitas, yaitu: jika nilai p lebih besar dari 0.05, maka dinyatakan homogen. Dari hasil analisis, dapat disimpulkan bahwa data untuk semua kelompok homogen, karena nilai p untuk denyut nadi lebih besar dari 0,05 atau $0,527 > 0,05$ dan Vo2max adalah $0,227 > 0,05$.

c) Uji t sampel berpasangan (Uji t sampel berpasangan)

Dalam analisis ini akan diuji apakah terdapat perbedaan pada sampel yang serupa. Keputusan diambil jika nilai Sig. $< 0,05$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima; sebaliknya, jika nilai Sig. $> 0,05$, maka H_0 diterima dan H_a ditolak.

Table 3. Hasil Uji t

Kelompok	Variabel	Perbandingan	Sig.	Keterangan
Shuttle Run	Denyut Nadi	Pre test–Posttest	0,001	Different
Shuttle Run	VO2max	Pre test–Posttest	0,000	Different
Around Rectangle	Denyut Nadi	Pre test–Posttest	0,000	Different
Around Rectangle	VO2max	Pre test–Posttest	0,000	Different
Kontrol	Denyut Nadi	Pre test–Posttest	0,627	Similar
Kontrol	VO2max	Pre test–Posttest	0,502	Similar

Dari hasil analisis pada tabel, dilakukan perhitungan uji t sampel berpasangan. Diketahui bahwa kelompok lari shuttle memiliki nilai Sig. $0,001 < 0,05$ pada variabel denyut jantung dan $0,000 < 0,05$ pada variabel Vo2max, sehingga H_0 ditolak dan H_a diterima. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan rata-rata antara denyut jantung dan Vo2max sebelum dan setelah tes, yang berarti terdapat efek latihan HIIT dalam bentuk shuttle run dalam mempengaruhi denyut jantung basal dan Vo2max. Untuk kelompok Lari Mengelilingi Persegi Panjang, nilai Sig diketahui. $0,000 < 0,05$ pada variabel denyut jantung dan $0,000$ pada Vo2max, maka H_0 ditolak dan H_a diterima. Jadi dapat disimpulkan bahwa terdapat juga efek metode latihan HIIT Lari Mengelilingi Persegi Panjang dalam mempengaruhi denyut jantung basal dan Vo2max. Sedangkan pada kelompok kontrol, nilai Sig. $0,627 > 0,05$ dan $0,502 > 0,05$ pada variabel denyut jantung dan Vo2max, maka H_0 diterima dan H_a ditolak. Sehingga tidak ada efek yang terjadi pada kelompok kontrol atau terdapat kesamaan yang signifikan.

d) Manova

Untuk mengetahui perbedaan variasi yang timbul akibat interaksi antara ketiga kelompok pada dua variabel dependen, uji MANOVA dilakukan.

Table 4. Uji Manova

Variabel	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Noncent. Parameter	Observed Power
Denyut Nadi	313,267	2	156,633	5,872	0,008	11,744	0,834
VO2max	169,117	2	84,558	5,249	0,012	10,497	0,788

Tabel di bawah ini menampilkan hasil uji pengaruh satu variabel independen, yaitu HIIT, terhadap setiap variabel dependen. Dari hasil di atas, nilai pada kolom Sig. dianggap signifikan jika nilai Sig. $< 0,05$. Semua variabel menunjukkan nilai 0.008 dan 0.012, yang keduanya $< 0,05$, sehingga kesimpulan dan jawaban adalah:

- 1 HIIT secara signifikan mempengaruhi perubahan laju denyut jantung dengan nilai p sebesar 0,008, yang berarti hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_a) diterima.
- 2 HIIT secara signifikan mempengaruhi peningkatan Vo2max dengan nilai p sebesar 0,012, yang berarti hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_a) diterima.

Table 5. Uji Post Hoc

1. Denyut Nadi

(I) Kelompok	(J) Kelompok	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	Lower Bound	Upper Bound
Shuttle Run	Around Rectangle	-1.000	2.3097	1.000	-6.895	4.895
Shuttle Run	Kontrol	-7.300*	2.3097	0.012	-13.195	-1.405
Around Rectangle	Shuttle Run	1.000	2.3097	1.000	-4.895	6.895
Around Rectangle	Kontrol	-6.300*	2.3097	0.033	-12.195	-0.405
Kontrol	Shuttle Run	7.300*	2.3097	0.012	1.405	13.195
Kontrol	Around Rectangle	6.300*	2.3097	0.033	0.405	12.195

2. Vo2Max

(I) Kelompok	(J) Kelompok	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	Lower Bound	Upper Bound
Shuttle Run	Around Rectangle	1.140	1.7376	1.000	-3.295	5.575
Shuttle Run	Kontrol	5.700*	1.7376	0.009	1.265	10.135
Around Rectangle	Shuttle Run	-1.140	1.7376	1.000	-5.575	3.295
Around Rectangle	Kontrol	4.560*	1.7376	0.042	0.125	8.995
Kontrol	Shuttle Run	-5.700*	1.7376	0.009	-10.135	-1.265
Kontrol	Around Rectangle	-4.560*	1.7376	0.042	-8.995	-0.125

Tabel di atas menunjukkan hasil uji post hoc. Setelah memastikan adanya efek dan perbedaan yang signifikan, analisis dilanjutkan dengan Perbandingan Post Hoc menggunakan uji Bonferroni. Dari tabel di atas dapat disimpulkan sebagai berikut: a) Untuk perbedaan perubahan denyut jantung berdasarkan latihan interval intensitas tinggi, perbedaan terdapat pada kelompok Shuttle run dengan kelompok kontrol dan kelompok Around rectangle dengan kelompok kontrol. Sementara Shuttle run dengan Around rectangle sama, tidak ada perbedaan. b) Untuk perbedaan peningkatan Vo2max berdasarkan latihan interval intensitas tinggi, yang memiliki perbedaan adalah kelompok Shuttle run dengan kontrol dan Around rectangle dengan kontrol. Sementara Shuttle run dengan Around rectangle sama, tidak ada perbedaan.

Pembahasan

Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan apakah terdapat efek signifikan dari pemberian metode latihan interval intensitas tinggi dan efektivitas dua bentuk latihan, yaitu Shuttle run dan Around Rectangle, terhadap denyut nadi basal dan VO2max. Pemberian latihan intensitas tinggi dipantau dengan perangkat sensor tambahan berupa

Polar H10 untuk memastikan subjek melakukan latihan dengan intensitas tinggi. Dalam latihan fisik, terdapat banyak metode dan bentuk latihan yang dapat digunakan untuk meningkatkan VO₂max, misalnya latihan HIIT. Selain ditandai dengan VO₂max yang tinggi, tingkat kebugaran seseorang dapat diukur melalui denyut nadi basal yang rendah. Artinya, orang yang memiliki denyut nadi basal rendah, tingkat kebugarannya semakin baik. (Naesilla & Mukono, 2015)

1.Kelompok (Shuttle run)

Dalam kelompok tersebut, efek latihan shuttle run memiliki pengaruh terhadap variabel denyut jantung dan Vo₂max dengan nilai sig < 0,05, yang berarti hipotesis nol (H₀) ditolak dan hipotesis alternatif (H_a) diterima. Terdapat perbedaan yang signifikan antara denyut jantung dan Vo₂max sebelum dan setelah latihan interval intensitas tinggi pada bentuk shuttle run. Menurut Naesilla (2015) latihan ini didefinisikan sebagai dua siklus waktu yang berbeda, yaitu waktu singkat atau sedang dengan intensitas tinggi, dan setiap siklus latihan diselingi dengan periode istirahat berupa latihan intensitas ringan. Dalam program latihan shuttle run HIIT, peneliti menetapkan intensitas tinggi sebesar 120% dari Vo₂max dengan pengukuran 120% dari Kecepatan Aerobik Maksimum (KAM) masing-masing individu seperti yang disebutkan di atas. Dengan rasio 1:1, yaitu 15 detik melakukan kerja atau sprint dengan intensitas tinggi, diikuti oleh 15 detik istirahat aktif selama 10 kali, dengan mempertimbangkan kondisi atlet itu sendiri, untuk total 15 menit.

Selama proses latihan berjalan selama 6 minggu, terdapat beberapa peserta yang beradaptasi dengan cepat dan mampu melakukan latihan ini dengan baik. Oleh karena itu, berdasarkan prinsip individual dan progresif dalam latihan peserta, latihan tersebut ditingkatkan dengan mengurangi waktu berlari dan istirahat. Menurut Sukadiyanto (2011) beban harus dilakukan secara progresif dan disesuaikan dengan tingkat atlet. Beban yang diterima bersifat individual, tetapi secara prinsip diberikan beban hingga mendekati maksimum. Beban yang dilakukan oleh atlet harus lebih berat daripada latihan sebelumnya pada ambang sensitivitas (Bompa, 2009). Berdasarkan hasil penelitian yang menunjukkan nilai signifikan dan pembahasan yang bermakna, ditemukan bahwa latihan interval intensitas tinggi (HIIT) dalam bentuk lari shuttle mempengaruhi denyut nadi basal dan VO₂max pada atlet remaja berusia 16-18 tahun.

2.Kelompok (Running around Rectangle)

Jaring persegi panjang dengan sisi panjang 100% MAS dan sisi pendek 70% MAS untuk setiap kelompok lari. Setiap sisi membutuhkan 15 detik untuk diselesaikan, dengan satu persegi panjang penuh memakan waktu 1 menit. Jarak-jaraknya adalah Kelompok 1 (Lanjutan) = 69m: 48m, Kelompok 2 (Sedang) = 65m: 45m, Kelompok 3 (Lambat) = 60m: 42m. Setiap kelompok berlari di kotak masing-masing dan semua atlet mencapai sudut yang sama pada waktu yang sama, setiap 15 detik. 5 repetisi per interval untuk 5 set dengan istirahat 1-3 menit antara set. Waktu latihan total adalah 30 menit

3.Perbedaan antara latihan lari shuttle dan latihan lari mengelilingi persegi panjang

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan pada variabel denyut jantung dan Vo₂max, nilai Sig. > 0.05, yang berarti hipotesis alternatif (H_a) ditolak dan hipotesis nol (H₀) diterima. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara latihan interval intensitas tinggi dalam bentuk Shuttle run dan Around rectangle. Dalam dua latihan ini, subjek penelitian melakukan aktivitas di zona latihan intensitas tinggi, hal ini dibuktikan melalui pemantauan detak jantung menggunakan alat Polar H10. Menurut Tanzila & Bustan(2017) jika seseorang memiliki jantung yang bekerja lebih efisien dan optimal, hal itu akan membuat orang tersebut lebih berenergi. Durasi latihan selama 16 sesi dipilih karena diketahui bahwa adaptasi fisiologis dapat

terjadi dalam rentang waktu tertentu (Miller, Herniman, Cheatham, & Michael, 2006). Serupa dengan penelitian yang dilakukan, latihan selama 24 sesi dapat meningkatkan kinerja kardiovaskular. Penelitian yang telah dilakukan menemukan bahwa latihan interval intensitas tinggi Shuttle run dengan Around rectangle mampu meningkatkan Vo2max dan perubahan denyut nadi basal, serta memiliki efektivitas yang sama.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dijelaskan, dapat disimpulkan sebagai berikut: 1) Ada efek yang signifikan dari Latihan Interval Intensitas Tinggi Shuttle Run terhadap perubahan denyut nadi basal dan Vo2max pada atlet remaja berusia 16-18 tahun. 2) Ada efek yang signifikan dari Latihan Interval Intensitas Tinggi di Sekitar Persegi Panjang terhadap perubahan denyut nadi basal dan Vo2max pada atlet remaja berusia 16-18 tahun. 3) Kedua latihan tersebut memiliki efektivitas yang sama dalam meningkatkan denyut nadi basal dan Vo2max. 4) Latihan Interval Intensitas Tinggi tidak didasarkan pada bentuk, melainkan pada durasi dan intensitas yang dapat dipantau menggunakan pemeriksaan denyut nadi setiap kali melakukan latihan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya ucapkan kepada Allah SWT atas berkat-Nya dalam menyelesaikan penelitian ini. Saya sebagai penulis mengucapkan terima kasih seberhasil-berhasilnya kepada semua pihak yang telah memberikan bimbingan, dukungan, dan motivasi dalam perjalanan penelitian ini. Semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang olahraga sepak bola pada atlet muda. Terima kasih.

DAFTAR PUSTAKA

- Arnason, A., Sigurdsson, S., Gudmundsson, A., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2004). Physical Fitness, Injuries, and Team Performance in Soccer. *Physical Fitness and Performance*.
- Bangsbo, J., Mohr, M., & Krustup, P. (2006). Physical and Metabolic Demands of Training and Match-play in the Elite Football Player. *Journal of Sports Science Vol. 24*, 665-674.
- Bompa, T. (2009). *Theory and Metodology of Training*. Toronto Canada: Kendall Publishing Company.
- Ciptadi. (2013). *Status Kebugaran Jasmani dan Keterampilan Bermain Sepakbola Siswa SSB Game Usia 13-14 Tahun(Skripsi)*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Fox, E. (1984). *Sport Physiological*. Tokyo: Saunders college Publishing Company.
- Gabriel, J. (2012). *Fisika Kedokteran*. Jakarta: Buku kedokteran EGC.
- Kemi, O., Haram, P., Loennechen, J., Osnes, J., Skomedal, J., Wisloff, U., & Elingsen, O. (2005). Moderate vs. High Exercise Intensity: Differential Effects on Aerobic Fitness Cardiomyocyte Contractility, and Endothelial Function. *Cardiovascular Research*, 161-172.
- Maksum, A. (2018). *Statistik dalam olahraga*. Surabaya: Unesa University Press.
- Miller, M., Herniman, T., Cheatham, M., & Michael, T. (2006). The effects of a 6-week training program on agility. *Journal of Sport Science and Medicine*.
- Muluk, S. d. (2011). *Melatih Fisik*. Bandung: PT. Lubug Agung.

- Naesilla, & Mukono, I. (2015). Latihan Interval intensitas tinggi menurunkan tekanan darah sistol istirahat tapi tidak menurunkan tekanan darah dastol dan denyut nadi. *Sport and Fitness Journal*, 16-24.
- Naesilla, A. R. (2015). Latihan Interval Intensitas Tinggi Menurunkan Tekanan Darah Sistol Istirahat Tetapi Tidak Menurunkan Tekanan Darah Diastol dan Denyut Nadi Istirahat Pada Dewasa Muda Sehat Normotensif. *Sport and Fitness* , 16-24.
- Pate, R., & Kriska, A. (1984). Physiological Basis of the Sex Difference in cardiorespiratory Endurance. *Sports Medicine*, 87-98.
- Periard, J., & Racinais, S. (2013). Adjustment in Football Performance Under Heat Stress. *Aspetar Sports Medicine Journal*, 120-125.
- Sidik, D. Z., Pesurnay, P. L., & Afari, L. (2019). *Pelatihan kondisi fisik*. Bandung: PT REMAJA ROSDAKARYA.
- Stone, W. J., & Kroll, W. A. (1991). *Sport Conditioning and Weight Training: Program for Athletic Competition. 3rdEdition*. Dubuque,Iowa: Wim C. Brown.
- Sugiyono. (2011). *Statistik Untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Sukardiyanto, D. M. (2011). *Melatih Fisik*. Bandung: PT. Lubug Agung.
- Susetyo, G. (2020, Agustus 16). *Hasil Tes VO2 Max Pemain Persib Masih Jauh di Bawah Standar untuk Arungi Shopee Liga 1 2020*. Retrieved from Bola.com: <https://www.bola.com/indonesia/read/4332360/hasil-tes-vo2-max-pemain-persik-masih-jauh-di-bawah-standar-untuk-arungi-shopee-liga-1-2020>
- Tabata, I., Miyachi, M., & Ogita, F. (1996). Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and VO2max. *Medicine & sport & exercise*, 1327-1330.
- Tanzila, R., & Bustan. (2017). Pengaruh Latihan Interval Intensitas Tinggi Terhadap Denyut Nadi Mahasiswa Kedokteran. *Jurnal Global Medical and Health Communication*.