



**PENGARUH LATIHAN AEROBIK TERHADAP PERUBAHAN
VO₂ MAX PADA SISWA SEKOLAH SEPAK BOLA TUGU
MUDA SEMARANG USIA 12-14 TAHUN**

ARTIKEL KARYA TULIS ILMIAH

**Diajukan untuk memenuhi tugas dan melengkapi syarat dalam menempuh
Program Pendidikan Sarjana Fakultas Kedokteran**

Oleh :

Nama : Muchammad Maqsalmina

NIM : G2A 001 111

**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2007

LEMBAR PENGESAHAN

ARTIKEL KARYA TULIS ILMIAH

**PENGARUH LATIHAN AEROBIK TERHADAP PERUBAHAN
VO₂ MAX PADA SISWA SEKOLAH SEPAK BOLA TUGU
MUDA SEMARANG USIA 12-14 TAHUN**

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :

MUCHAMMAD MAQSALMINA

NIM : G2A 001 111

Telah diuji dan dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Tulis Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro Semarang pada tanggal 27 Juli 2007 dan telah diperbaiki sesuai saran-saran yang diberikan.

Semarang, 3 Agustus 2007

TIM PENGUJI

Ketua Penguji,

dr. Dodik Pramono, M.Si

NIP. 132 151 947

Penguji,

Pembimbing,

dr. Ratna Damma Purnawati, MKes

NIP. 131 916 037

dr. Dwi Pudjonarko, MKes, Sp.S

NIP. 132 137 931

Influence of Programmed Aerobic Exercise to VO₂ max Change of 12 to 14 years old Football School Student

Muchammad Maqsalmina ^{*)}, Dwi Pudjonarko ^{)}**

ABSTRACT

Background: Exercise is very important for keeping and increasing health. Exercise is classified aerobic and anaerobic. Aerobic exercise will affect the cardiorespiratory more than anaerobic one, because it will enhance the oxygen uptake. Men fitness can be measured by the VO₂ max values. VO₂ max is the maximum amount of oxygen in millilitres, one can use in one minute per kilogram of body weight. Those who are fit have higher VO₂ max values and can exercise more intensely than those who are not as well conditioned.

Objectives: To know that how programmed aerobic exercise influence the VO₂ max change in 12 weeks.

Method: This way an experimental study using pre and post test control group design. Seventy students were divided in two groups, treatment and control groups. Measurement performed before, on 6th weeks and after the 12 weeks treatment period for determination of the VO₂ max, both control and group of treatment.

Result: There was significant increases of VO₂ max in the treatment group after 12 weeks programmed aerobic exercise. There was not significant increases of VO₂ max in the control group after 12 weeks anaerobic exercise. There was significant difference of VO₂ max values between treatment and control group at 12th week.

Conclusion: Aerobic training for about 12 weeks could increase VO₂ max values.

Key words: aerobic exercise, VO₂ max

*1) Undergraduate Student of Medical Faculty of Diponegoro University

*2) Lecturer at Physics of Medical Faculty of Diponegoro University

Pengaruh Latihan Aerobik terhadap Perubahan VO₂ max pada Siswa Sekolah Sepak Bola Tugu Muda Semarang Usia 12-14 Tahun

Muchammad Maqsalmina ^{*)}, Dwi Pudjonarko ^{)}**

ABSTRAK

Latar Belakang: Olah raga atau latihan fisik sangat penting untuk menjaga serta meningkatkan kebugaran jasmani. Latihan dibagi menjadi latihan aerobik dan anaerobik. Hampir seluruh energi yang dibutuhkan untuk aktifitas otot dihasilkan oleh proses aerobik dan anaerobik. Efek olahraga aerobik adalah kebugaran kardiorespiratori, karena olahraga tersebut mampu meningkatkan ambilan oksigen. Salah satu cara untuk menilai kebugaran seseorang dalam melakukan aktifitas adalah dengan mengukur VO₂ max. VO₂ max adalah jumlah maksimum oksigen dalam milliliter, yang dapat digunakan dalam satu menit per kilogram berat badan. Orang yang kebugarannya baik mempunyai nilai VO₂ max yang lebih tinggi dan dapat melakukan aktifitas lebih kuat daripada mereka yang tidak dalam kondisi baik.

Tujuan: Untuk mengetahui bagaimana pengaruh latihan aerobik secara teratur terhadap perubahan VO₂ max dalam waktu 12 minggu.

Metode: Penelitian ini adalah eksperimental dengan rancangan “*Pre and post test control group design*”. 70 siswa yang memenuhi kriteria inklusi dibagi 2 kelompok, yaitu kelompok perlakuan dan kontrol. VO₂ max diukur sebelum melakukan latihan aerobik, dan setelah melakukan latihan aerobik secara teratur pada minggu ke-6 dan minggu ke-12. Perbedaan hasil sebelum dan sesudah latihan aerobik secara teratur selama 12 minggu dianalisis dan dibandingkan dengan kelompok kontrol.

Hasil: Pada kelompok perlakuan didapatkan peningkatan bermakna VO₂ max setelah dilakukan latihan aerobik terprogram selama 12 minggu. Pada kelompok kontrol tidak didapatkan peningkatan bermakna VO₂ max setelah dilakukan latihan anaerobik selama 12 minggu. Nilai VO₂ max antar dua kelompok perlakuan menunjukkan perbedaan bermakna pada minggu ke-12.

Kesimpulan: Latihan aerobik selama 12 minggu dapat meningkatkan nilai VO₂ max.

Kata kunci: latihan aerobik, VO₂ max

^{*)} Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro

^{**)} Staf Pengajar Bagian Fisika Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro

PENDAHULUAN

Olahraga atau latihan fisik sangat penting untuk menjaga serta meningkatkan kebugaran jasmani. Yang disebut dengan kebugaran jasmani adalah kemampuan tubuh dalam melakukan penyesuaian terhadap beban fisik yang diberikan kepadanya sehingga dapat menghindari kelelahan yang berlebihan.¹

Kebugaran jasmani yang lebih tinggi dapat meningkatkan penampilan para olahragawan dan mengurangi kemungkinan terjadinya cedera.² Unsur yang terpenting dalam kebugaran jasmani adalah daya tahan kardiorespirasi. Daya tahan kardiorespirasi adalah kemampuan jantung dan paru serta pembuluh darah untuk berfungsi secara optimal dalam keadaan istirahat serta latihan untuk mengambil oksigen kemudian mendistribusikannya ke jaringan yang aktif untuk digunakan pada proses metabolisme tubuh.³

Latihan didefinisikan sebagai aktifitas olahraga yang dilakukan secara sistematis dalam jangka waktu yang lama, yaitu dengan peningkatan beban secara progresif sesuai dengan kemampuan masing-masing individu, tujuannya adalah untuk membentuk dan mengembangkan fungsi fisiologis dan psikologis.⁴

Latihan fisik dapat terbagi dalam berbagai macam bentuk. Salah satu pembagian tersebut adalah berdasarkan pemakaian oksigen atau sistem energi dominan yang digunakan dalam suatu latihan, yaitu latihan aerobik dan anaerobik. Latihan aerobik adalah latihan yang menggunakan energi yang berasal dari pembakaran dengan oksigen, dan membutuhkan oksigen tanpa menimbulkan hutang oksigen yang tidak terbayar. Contoh latihan aerobik adalah lari, jalan, treadmill, bersepeda, renang. Sedangkan latihan anaerobik adalah latihan yang

menggunakan energi dari pembakaran tanpa oksigen dalam hal ini latihan tersebut menimbulkan hutang atau debit oksigen. Contoh latihan anaerobik adalah lari cepat jarak pendek, angkat beban dan bersepeda cepat. Hal ini berarti bahwa hampir seluruh energi yang dibutuhkan untuk aktifitas otot dihasilkan oleh proses aerobik dan anaerobik.⁵

Efek olahraga aerobik adalah kebugaran kardiorespiratori, karena olahraga tersebut mampu meningkatkan ambilan oksigen, meningkatkan kapasitas darah untuk mengangkut oksigen dan denyut nadi menjadi lebih rendah saat istirahat maupun beraktifitas. Manfaat lainnya, aerobik bisa meningkatkan jumlah kapiler, menurunkan jumlah lemak dalam darah dan meningkatkan enzim pembakar lemak.⁶

Dengan latihan tertentu, ketahanan kardiorespirasi dapat meningkat.⁷ Kapasitas difusi paru orang terlatih misalnya para atlet olahraga, lebih baik daripada orang yang tidak terlatih. Makin tinggi kemampuan fisik seseorang, makin mampu mengatasi beban kerja yang diberikan, atau dengan kata lain, kemampuan produktifitas orang tersebut makin tinggi.⁸ Yang perlu diperhatikan olahragawan, yaitu keadaan fisik dan teknik yang dikuasai oleh olahragawan. Untuk itu, perlu diperhatikan mekanisme yang mendasari suatu latihan yang diberikan.⁹

Penambahan beban pada latihan akan memungkinkan meningkatnya pemakaian oksigen per menit, sampai tercapai suatu angka maksimal. Hal ini terjadi oleh perubahan fungsi kardiorespirasi, seperti denyut nadi, isi sekuncup jantung, tekanan darah, selisih oksigen arteri-vena dan ventilasi paru, sehingga

unsur penggunaan oksigen pada latihan adalah salah satu faktor yang menentukan karena keunggulan seorang atlet terletak pada kemampuan menyediakan oksigen sesuai kebutuhannya.¹⁰ Konsumsi oksigen maksimal pada atlet yang selanjutnya disebut Volume Oksigen Maksimal dimaksudkan untuk menunjukkan kapasitas tubuh dalam menggunakan oksigen secara maksimal¹¹ dan sering disingkat VO_2 max.

Salah satu cara untuk menilai kebugaran seseorang dalam melakukan aktifitas adalah dengan mengukur VO_2 max. VO_2 max adalah jumlah maksimum oksigen dalam milliliter, yang dapat digunakan dalam satu menit per kilogram berat badan. Orang yang kebugarannya baik mempunyai nilai VO_2 max yang lebih tinggi dan dapat melakukan aktifitas lebih kuat daripada mereka yang tidak dalam kondisi baik.¹²

Latihan aerobik dan anaerobik telah diterapkan Sekolah Sepak Bola Tugu Muda Semarang. Porsi latihan dan lamanya ditentukan oleh pelatih berdasarkan pengalaman dan prosedur baku tertentu. Untuk itu, penulis ingin melakukan penelitian tersebut pada sekolah sepak bola di Semarang. Penelitian akan dilaksanakan dengan mengamati pengaruh latihan terhadap perubahan VO_2 max.

MATERIAL DAN METODE

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental¹³ yang menggunakan rancangan *Pre and Post Test Control Group Design*, dengan ruang lingkup keilmuan Fisika Kedokteran dan Kedokteran Olahraga yang dilaksanakan pada

bulan maret sampai juni 2005 di Laboratorium Fisika FK UNDIP Semarang dan Lapangan Sidodadi Semarang.

Tujuh puluh siswa SSB Tugu Muda Semarang yang memenuhi kriteria inklusi¹³ (laki-laki, umur 12-14 tahun, berat badan 30-49 kg) dengan kriteria eksklusi : terdapat keadaan yang mengganggu pengukuran seperti misalnya peserta dalam keadaan sakit, merokok, subyek menolak berpartisipasi baik dalam pengukuran maupun dalam mengikuti latihan fisik terprogram, mengikuti latihan fisik lain di luar program latihan SSB Tugu Muda Semarang. Peserta subyek penelitian akan di drop out jika absen latihan selama 3 kali berturut-turut. Subyek penelitian dibagi dalam 2 kelompok, yaitu 35 siswa kelompok perlakuan dan 35 siswa kelompok kontrol. Subyek penelitian melakukan latihan fisik secara teratur, sistematis dan berkesinambungan sesuai dengan program latihan yang telah ditentukan, yang terdiri dari latihan aerobik, yaitu latihan yang menggunakan energi yang berasal dari pembakaran dengan oksigen, bagi kelompok perlakuan dan latihan anaerobik, yaitu latihan yang menggunakan energi dari pembakaran tanpa oksigen, bagi kelompok kontrol.

Latihan aerobik dilakukan dengan latihan lari 400 meter \leq 130 detik, durasi latihan 8 kali ulangan, istirahat tiap ulangan 1:4, latihan 3 kali tiap minggu. Setelah itu dilanjutkan dengan latihan tehnik dasar (kontrol, dribble, heading, passing, shooting) atau taktik (set piece, pergerakan tanpa bola) diakhiri dengan game.

Kelompok kontrol diberikan latihan sprint dengan jarak 20 meter, durasi latihan 20 kali ulangan, istirahat tiap ulangan 1:4, latihan 3 kali tiap minggu.

Setelah itu dilanjutkan dengan latihan teknik dasar atau taktik, diakhiri dengan game.

Pengukuran VO_2 max dilakukan dengan disediakan bangku yang telah dimodifikasi menjadi setinggi 28 cm. Orang coba melakukan naik turun bangku (gambar 1) dengan frekuensi 24 kali per menit mengikuti irama metronom (96x per menit) selama 3 menit tanpa diselingi istirahat. 1 menit setelah pelaksanaan dilakukan pengukuran denyut nadi pada arteri radialis dengan cara palpasi selama 1 menit. Setelah itu digunakan rumus untuk menaksir besarnya VO_2 max yaitu: ¹⁴

$$VO_2 \text{ max} = 111,2 - (0,42 \times \text{denyut nadi})$$


Gambar 1. VO_2 max step test

Pengukuran VO_2 max orang coba dilakukan sebelum memulai program latihan aerobik pada minggu ke-0, setelah melakukan program latihan pada minggu ke-6 dan minggu ke-12. Kemudian dilakukan analisis perbedaan hasil sebelum dan sesudah program latihan antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol.

Data yang didapat diuji normalitas distribusinya dengan uji *Kolmogorov-Smirnov*. kemudian dilakukan uji parametrik yaitu *General Linear Model*

Repeated Measure. Uji ini untuk mengetahui apakah ada perbedaan yang signifikan pada suatu variabel/atribut yang diukur secara berulang-ulang. Dilakukan uji *T-Test* untuk mengetahui apakah rata-rata dua kelompok sama ataukah berbeda secara nyata.¹⁵ Perbedaan dinyatakan bermakna bila didapatkan $p < 0,05$. Semua analisis dilakukan dengan bantuan komputer menggunakan program *SPSS 13.0 for Windows*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

70 orang peserta penelitian dibagi menjadi 35 orang kelompok kontrol dan 35 orang kelompok perlakuan, dengan karakteristik umur dan berat badan seperti table 1.

Tabel 1. Karakteristik subyek penelitian

Karakteristik	N	Mean	Standart	Minimal	Maksimal
Subyek			Deviasi		
Umur Subyek	70	12,6143	0,68192	12	14
Berat Badan	70	38,7786	3,30528	34,5	44

Pada pengukuran minggu ke-0 didapatkan hasil pada kelompok kontrol rata-rata VO_2 max adalah 48,274 ml/kgbb/mnt. Pada minggu ke-6 rata-rata VO_2 max adalah 48,257 ml/kgbb/mnt. Kemudian pada minggu ke-12 rata-rata VO_2 max adalah 48,497 ml/kgbb/mnt.

Sedangkan pada kelompok perlakuan, rata-rata nilai VO_2 max minggu ke-0 adalah 43,660 ml/kgbb/mnt. Kemudian minggu ke-6 rata-rata nilainya adalah 46,900 ml/kgbb/mnt. Dapat dilihat adanya peningkatan nilai VO_2 max. Maka

sudah terjadi adaptasi fisiologis selama 6 minggu tersebut terhadap perubahan VO₂ max. Pada minggu ke-12 didapatkan rata-rata nilainya adalah 53,654 ml/kgbb/mnt. Dapat dilihat terdapat juga peningkatan VO₂ max pada minggu ke-12. Hal ini membuktikan bahwa terdapat adaptasi fisiologis yang terus meningkat selama latihan, dimulai sejak awal latihan yaitu minggu ke-0 sampai minggu ke-6 dan terus meningkat sampai minggu ke-12 terhadap perubahan VO₂ max.

Dapat dilihat bahwa perubahan VO₂ max pada minggu ke-0 berhubungan signifikan dengan minggu ke-6, begitu pula antara minggu ke-6 dengan minggu ke-12 (Tabel 2). Bila dilihat pada gambar 2 tampak bahwa adanya peningkatan nilai VO₂ max yang lebih besar pada kelompok perlakuan dibanding kelompok kontrol yang nilainya cenderung stabil dari pengukuran pada minggu ke-0 hingga minggu ke-12.

Tabel 2. Uji *General Linear Model Repeated Measure*

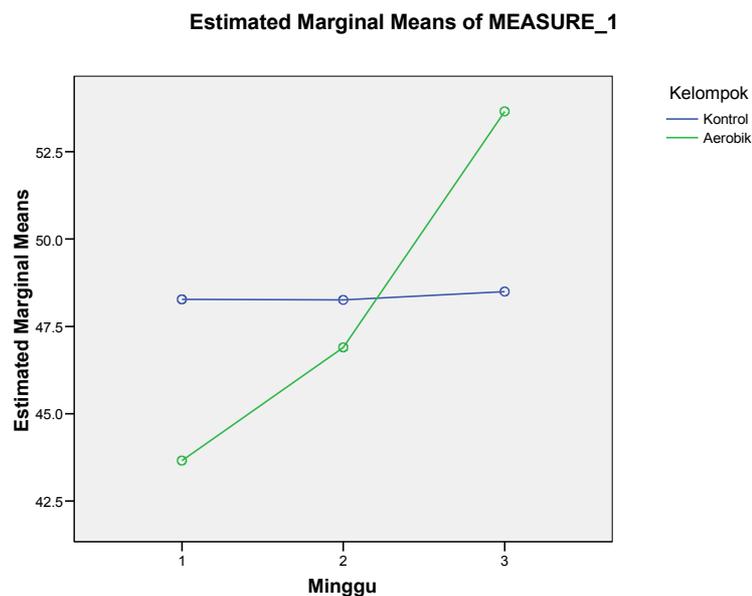
	Nilai VO ₂ max Minggu ke-0	Nilai VO ₂ max Minggu ke-6	Nilai VO ₂ max Minggu ke-12	F	p
Kontrol	48,274 ± 5,9447	48,257 ± 6,1667	48,497 ± 5,8743	48,424	0,000
Perlakuan	43,660 ± 5,3089	46,900 ± 4,8392	53,654 ± 4,8638	51,803	0,000

Dalam setiap pengukuran dilakukan *T-Test*, hasilnya adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Uji *T-Test* subyek penelitian

	Rata-rata kontrol	Rata-rata perlakuan	p
Minggu ke- 0	48,274 ± 5,9447	43,660 ± 5,3089	0,001
Minggu ke- 6	48,257 ± 6,1667	46,900 ± 4,8392	0,310
Minggu ke-12	48,497 ± 5,8743	53,654 ± 4,8638	0,000

Diperoleh nilai $p < 0,05$ pada minggu ke-12, artinya terdapat perbedaan rata-rata nilai VO_2 max yang bermakna antara kelompok kontrol dan kelompok perlakuan pada minggu ke-12.



Gambar 2. Grafik Perubahan VO_2 max

Pada penelitian ini didapatkan nilai VO_2 max pada kelompok perlakuan lebih tinggi dibandingkan pada kelompok kontrol. Hal ini karena kapasitas difusi paru orang terlatih lebih baik daripada orang yang tidak terlatih.⁷ Semakin baik kapasitas difusi paru, semakin besar volume gas yang berdifusi, maka akan

bertambah baik kemampuan seseorang dalam melakukan pembebanan kardiorespirasi tanpa mengalami kelelahan yang berarti. Sehingga orang yang terlatih akan bernafas lebih lambat dan dalam, dan oksigen yang diperlukan untuk kerja otot pada proses ventilasi pun berkurang.¹⁶ Akibatnya dengan jumlah oksigen yang sama, orang terlatih akan bekerja lebih efektif daripada orang yang tidak terlatih.¹⁶

Dengan demikian, dari hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa latihan aerobik akan meningkatkan nilai VO_2 max yang lebih besar daripada latihan anaerobik dalam waktu 12 minggu.

KESIMPULAN

Latihan aerobik yang dilakukan secara teratur selama 12 minggu dapat meningkatkan nilai VO_2 max pada siswa SSB Tugu Muda Semarang kelompok usia 12-14 tahun.

SARAN

Dari hasil yang kami dapatkan dalam penelitian ini, maka kami mengemukakan saran-saran:

1. Latihan terprogram yang dilaksanakan oleh SSB Tugu Muda Semarang selama 12 minggu dapat dilanjutkan dan bila perlu dapat dikembangkan sehingga dapat menghasilkan lulusan siswa sepak bola yang semakin baik.
2. Latihan terprogram yang dilaksanakan oleh SSB Tugu Muda Semarang selama 12 minggu dapat diterapkan untuk SSB yang lain.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dr. Dwi Pudjonarko, M.Kes, Sp.S, dr. Dodik Pramono, M.Si dan dr. Ratna Damma Purnawati, M.Kes. Pimpinan Sekolah Sepak Bola Tugu Muda Semarang, serta semua pihak yang telah membantu penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kartawa H. Pengaruh Program Kesegaran Jasmani terhadap Tingkat Kesegaran Jasmani Usia Pertumbuhan Cepat dan Usia Dewasa. *Media Medika Indonesia* 1997; Vol. 32: h. 191-96.
2. Moeloek D, Tjokonegoro A. Kesehatan dan Olahraga. FK-UI. Jakarta. 1984: h. 1-31.
3. Gatchell B, Marshall MG. The Basic Guidelines for Being Fit. In: Strauss RH, Ed. *Sport Medicine*. WB Saunders Co. Philadelphia. 1984: h.457-67.
4. Bompa TO. *Theory and Methodology of Training. The key of Athletic Performance*. Kendal Hunt Publishing Company. Iowa. 1990: h. 315-20.
5. Hermina Sukmaningtyas, Dwi Pudjonarko, Edwin Basjar. Pengaruh Latihan Aerobik dan Anaerobik terhadap Sistem Kardiovaskuler dan Kecepatan Reaksi. *Media Medika Indonesia* 2004; 39 (@): h. 74-79
6. Media Indonesia. Sehat: Kebugaran, Bagaimana Mencapainya ? 2003. <http://groups.or..id/ppermail/kb/2004-August/001650.html>
7. Fox EL, Bowers RW, Foss ML. *The Physiological Basic of Physical Education and Athletics*. Saunders College Publishing. 1988: h.264-70.
8. Permaesih D, Rosmalina Y, Moelek D, Herman S. Cara Praktis Pendugaan Tingkat Kesegaran Jasmani. *Buletin Penelitian Kesehatan* 2001; 29 (4): h. 174-175.
9. Gabriel, J.F. *Fisika Kedokteran*. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta. 1996.
10. Astrad PO, Rodhal K. *Textbook of Physiology* 2nd ed. McGraw-Hill. New York. 1986: h.219-383.

11. Sastropanoelar S. Penentuan tes lapangan yang sederhana untuk menaksir besarnya kapasitas aerobik maksimal. Disertasi doctor, 1988.
12. Sport Coach: VO₂ Max. Dapat diakses pada :
<http://www.brianmac.demon.co.uk/vo2max.htm>
13. Sudigdo S, Sofyan I. Dasar-dasar Metodologi Penelitian Klinis. Edisi kedua. Jakarta : CV Sagung Seto. 2002: h. 79-96.
14. Sport Coach: VO₂ max Step Test. Dapat diakses pada :
<http://www.brianmac.demon.co.uk/stepvo2max.htm>
15. Singgih S. Buku Latihan SPSS Statistik Parametrik. Jakarta : PT Elex Media Komputindo, 2001 : 86-93, 191-201
16. Ratno Wahyudono A. Pengaruh Latihan Terprogram terhadap Perubahan Respiratory Rate pada Siswa Sekolah Sepak Bola Tugu Muda Semarang Usia 10-14 Tahun. Artikel Penelitian FK-UNDIP, Juli 1999.