



PENGARUH LATIHAN FISIK TERPROGRAM TERHADAP PERUBAHAN NILAI KONSUMSI
OKSIGEN MAKSIMAL (VO_2MAX) PADA SISWI SEKOLAH BOLA VOLI TUGU MUDA
SEMARANG USIA 11-13 TAHUN

Laporan Akhir Penelitian

Karya Tulis Ilmiah

Diajukan untuk memenuhi tugas dan melengkapi syarat menempuh

Program Pendidikan Sarjana Fakultas Kedokteran

Disusun oleh :

ADHIKARMIKA ULIYANDARI

NIM : G2A 005 002

FAKULTAS KEDOKTERAN

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2009

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Karya Tulis Ilmiah

Pengaruh Latihan Fisik Terprogram Terhadap Perubahan Nilai Konsumsi Oksigen Maksimal (VO₂ Max) Pada Siswi Sekolah Bola Voli Tugu Muda Semarang Usia 11-13 Tahun

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro pada tanggal 26 Agustus 2009 dan telah diperbaiki sesuai saran-saran yang diberikan.

Tim Penguji

Penguji

Pembimbing

Prof. Dr. dr. Hardhono Susanto, PAK (K)

NIP 130 938 488

dr. Hardian

NIP 131 875 466

Ketua Penguji

dr. Dwi Pudjonarko, M. Kes. Sp. S

NIP 132 137 931

ABSTRAK

Pengaruh Latihan Fisik Terprogram Terhadap Perubahan Nilai Konsumsi Oksigen Maksimal (VO_2max) Pada Siswi Sekolah Bola Voli Tugu Muda Semarang Usia 11-13 Tahun

Adhikarmika Uliyandari ¹, Hardian ²

Tujuan : VO_2max adalah faktor penting yang berkontribusi dalam ketahanan aerobik atlet. VO_2max merefleksikan kapasitas kardiorespirasi seseorang , sehingga semakin banyak oksigen yang dapat ditransportasikan dan dikonsumsi otot yang sedang beraktivitas, semakin baik pula ketahanan atlet tersebut. Belum banyak penelitian yang dilakukan pada atlet perempuan, terutama usia muda. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuktikan manfaat latihan fisik terprogram terhadap nilai VO_2max anak perempuan usia 11-13 tahun.

Metode : Subjek terdiri dari 40 orang anak perempuan usia 11-13 tahun yang terbagi menjadi 2 kelompok, yaitu kelompok kontrol dan perlakuan. Nilai VO_2max diukur sebelum dan sesudah subjek melakukan latihan fisik terprogram selama 12 minggu, dengan menggunakan metode *Queen's College Step test* yang telah dimodifikasi. Uji *t*-tidak berpasangan digunakan untuk membandingkan perubahan nilai VO_2max antar kelompok.

Hasil : Rerata nilai VO_2max awal pada kelompok kontrol sebesar $44,4 \pm 3,86$ ml/kg/menit dan rerata nilai VO_2max akhir sebesar $37,0 \pm 5,64$ ml/kg/menit. Ini berarti terjadi penurunan rerata nilai VO_2max sebesar $7,4 \pm 6,47$ ml/kg/menit. Sedangkan pada kelompok perlakuan didapat nilai VO_2max awal sebesar $39,9 \pm 4,50$ ml/kg/menit dan rerata nilai VO_2max akhir sebesar $42,5 \pm 4,69$ ml/kg/menit. Ini berarti terjadi peningkatan rerata nilai VO_2max sebesar $2,6 \pm 5,03$ ml/kg/menit.

Kesimpulan : Terdapat peningkatan nilai VO_2max pada anak perempuan usia 11-13 tahun yang mendapat latihan fisik terprogram. Penulis menyarankan untuk dilakukan penelitian lebih lanjut tentang VO_2max dengan mempertimbangkan faktor pubertas serta penyesuaian karakteristik antara kelompok kontrol dan perlakuan untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.

Kata Kunci : *VO_2max , Latihan fisik, Anak Perempuan.*

¹Mahasiswa Fakultas Kedokteran , Universitas Diponegoro, Semarang

² Dosen Pengajar bagian Fisiologi Fakultas Kedokteran , Universitas Diponegoro, Semarang

ABSTRACT

The Effects of Programmed Exercise to the Change of Maximal Oxygen Consumption (VO_2max) Value in 11-13 Years Old Tugu Muda Volleyball Club Semarang's Student

Adhikarmika Uliyandari ¹, Hardian ²

Backgrounds : VO_2max is the main factor that contribute in athlete's aerobic endurance. VO_2max reflects cardiorespiratory capacity; thus, the more oxygen delivered and consumed by exercising muscle, the better endurance that we have. There is not much study about young athlete, especially girl. So, the aim of this study is to proof the effect of programmed exercise to VO_2max 's value in 11-13 years old girl.

Methods : A sample of 40 girls was selected for this study and divided into two group, control and experiment. VO_2max was measured with modified Queen's College step test. There was two times measurement, before and after subject had programmed exercise for 12 weeks. Independent *t*-test was used to compare VO_2max 's change between groups.

Results : The mean VO_2max pre test's value on the control group was $44,4 \pm 3,86$ ml/kg/minute and mean VO_2max post test's value was $37,0 \pm 5,64$ ml/kg/minute. It means that there was VO_2max decrease as lot as $7,4 \pm 6,47$ ml/kg/minute. While on the experimental group, mean VO_2max pre test's value was $39,9 \pm 4,50$ ml/kg/ minute and mean VO_2max post test's value was $42,5 \pm 4,6$ ml/kg/ minute. So, VO_2max increase as lot as $2,6 \pm 5,03$ ml/kg/minute was found on this group.

Conclusion : There was increased of VO_2max value on 11-13 years old girl that get programmed exercise. We suggest considering puberty factor, and also doing characteristis's matching between groups to get the more accurate result.

Keywords : *VO_2max , exercise, athletic girls.*

¹Student of Medical Faculty of Diponegoro University, Semarang

² Department of Physiology of Medical Faculty of Diponegoro University, Semarang

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Karakteristik Subyek Penelitian	28
Tabel 2. Nilai VO ₂ max Awal dan Akhir	29

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Alur Penelitian mulai dari awal hingga akhir penelitian ...	27
Gambar 2. Perubahan nilai $VO_2\text{max}$ Awal dan Akhir kelompok kontrol dan perlakuan.....	29
Gambar 3. Perbedaan nilai $VO_2\text{max}$ awal dan akhir pada kelompok kontrol dan perlakuan.....	29

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Latihan dalam Sekolah Bola Voli Tugu Muda Semarang	41
Lampiran 2. Statistika.....	43

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
DAFTAR ISI	viii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.3.1 Tujuan Umum	3
1.3.2 Tujuan Khusus	3
1.4. Manfaat Penelitian	3

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kesegaran Jasmani.....	4
2.2. Ketahanan Kardiorespirasi.....	4
2.2.1 Definisi	4
2.2.2 Ketahanan aerobik dan anaerobik.....	5
2.3. Konsumsi Oksigen Maksimal (VO_2max)	5
2.3.1 Definisi	5
2.3.2 Satuan	6
2.3.3 Faktor-faktor yang mempengaruhi VO_2max	7
2.3.4 Faktor-faktor yang menentukan VO_2max	9
2.3.5 Pengukuran VO_2max	11
2.3.5.1 Ergometer Sepeda	12
2.3.5.2 Treadmill	12
2.3.5.3 Field Test	13
2.3.5.1 Step Test	13
2.4. Latihan Fisik Terprogram.....	14
2.4.1 Intensitas latihan	14
2.4.2 Durasi latihan	14
2.4.3 Frekuensi latihan	15

2.5. Kerangka Teori.....	16
2.6. Kerangka Konsep	16
2.7. Hipotesis	16
2.7.1 Hipotesis Mayor	16
2.7.2 Hipotesis Minor	17
BAB 3 METODE PENELITIAN	
3.1. Ruang Lingkup Penelitian	18
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian.....	18
3.3. Jenis dan Rancangan Penelitian	18
3.4. Populasi dan Sampel.....	19
3.4.1 Populasi Target	19
3.4.2 Populasi Terjangkau	19
3.4.3 Sampel Penelitian	19
3.4.3.1 Kriteria Inklusi	19
3.4.3.2 Kriteria Eksklusi	20
3.4.3.3 Kriteria Drop Out	20
3.4.4 Cara Pemilihan Sampel	20
3.4.5 Besar Sampel	20
3.5. Variabel Penelitian	22
3.5.1 Variabel Bebas	22

3.5.2 Variabel Tergantung	22
3.6. Definisi Operasional.....	22
3.7. Alat dan Cara Kerja	23
3.8. Alur Penelitian.....	24
3.9. Analisis Data	25
3.9.1 Analisis Deskriptif	25
3.9.2 Uji Hipotesis	25
3.10. Etika Penelitian.....	26
BAB 4 HASIL	27
BAB 5 PEMBAHASAN	31
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN	41

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dalam perkembangan ilmu kedokteran, usaha-usaha di bidang kesehatan telah mengalami perkembangan. Tidak terbatas pada usaha kuratif saja, tetapi juga usaha promotif, preventif, dan rehabilitatif. Olah raga telah mendapat tempat dalam dunia kesehatan sebagai salah satu faktor penting dalam usaha pencegahan penyakit. Olah raga terbukti pula dapat meningkatkan derajat kesehatan dan tingkat kebugaran jasmani seseorang ¹. Seseorang yang memiliki kebugaran jasmani prima dapat melakukan kegiatan sehari-hari dengan optimal dan tidak cepat lelah, serta masih memiliki cadangan energi untuk melakukan kegiatan lain ².

Pola hidup masyarakat zaman sekarang yang cenderung untuk sedenter atau tidak banyak melakukan aktivitas fisik adalah hal yang patut diwaspadai karena kebiasaan ini dapat berdampak pada kesehatan. Berbagai macam kemunduran fungsi organ tubuh pada masyarakat sedenter ini dapat dicegah melalui olah raga ¹. Dalam penelitian, terbukti bahwa peningkatan kebugaran jasmani ternyata berhubungan dengan penurunan risiko penyakit kardiovaskuler pada anak dan remaja ³, dan juga penurunan tekanan darah pada anak laki-laki dan perempuan ⁴⁻⁸.

Voli, sebagai salah satu olah raga yang banyak digemari masyarakat sampai saat ini, tak lepas dari kebutuhan akan kebugaran jasmani yang baik. Salah satu unsur kebugaran jasmani adalah ketahanan kardiorespirasi ⁹. Pada dasarnya, ada dua macam ketahanan kardiorespirasi, yaitu aerobik dan anaerobik. Selama permainan dengan bola voli, dibutuhkan ketahanan anaerobik untuk melakukan gerakan-gerakan eksplosif yang membutuhkan ledakan energi. Tapi

untuk permainan secara umum, pola gerakan, serta waktu pemulihan, ketahanan aerobiklah yang diperlukan¹⁰. Pengukuran ketahanan kardiorespirasi untuk kapasitas aerobik dapat dilakukan dengan cara mengukur konsumsi oksigen maksimal (VO_2max).

VO_2max adalah jumlah maksimal oksigen yang dapat dikonsumsi selama aktivitas fisik yang intens sampai akhirnya terjadi kelelahan^{11, 12}. Nilai VO_2max bergantung pada keadaan kardiovaskular, respirasi, hematologi, dan kemampuan oksidatif otot¹³. Pengukuran nilai VO_2max ini rupanya dapat digunakan untuk menganalisis efek dari suatu program latihan fisik¹⁴.¹⁵ Pada anak yang sedang mengalami perkembangan, latihan fisik dapat memberikan manfaat yang sangat baik untuk kesehatan. Agar efektif, latihan fisik sebaiknya bersifat endurance (ketahanan) dan meliputi durasi, frekuensi, dan intensitas tertentu^{16, 17}.

Namun kemudian diketahui bahwa selama periode perkembangan anak, ternyata banyak terjadi perubahan struktural, hormonal, dan biokimiawi yang dapat mempengaruhi nilai VO_2max ¹⁸. Oleh sebab itu, penting untuk mengetahui perubahan nilai VO_2max pada populasi ini. Suatu penelitian meta-analisis menyebutkan bahwa mayoritas penelitian tentang VO_2max pada anak masih menggunakan anak laki-laki sebagai subyeknya¹⁹. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mempelajari efek latihan fisik yang terprogram terhadap perubahan nilai VO_2max pada anak perempuan.

1.2 Rumusan Masalah

Apakah latihan fisik terprogram dapat meningkatkan nilai VO_2max pada anak perempuan usia 11-13 tahun?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Membuktikan manfaat latihan fisik terprogram terhadap nilai VO_2max .

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Menganalisis perubahan nilai VO_2max pada anak perempuan usia 11-13 tahun sebelum dan sesudah latihan fisik terprogram.
2. Menganalisis perbedaan perubahan nilai VO_2max pada anak perempuan usia 11-13 tahun yang tidak menjalani dan menjalani latihan fisik terprogram.
3. Mengetahui ada tidaknya perubahan nilai VO_2max pada anak perempuan usia 11-13 tahun yang tidak mendapat latihan fisik terprogram.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam penyusunan program latihan bagi para atlet.
2. Dapat digunakan untuk menilai efektivitas latihan fisik terprogram yang dilakukan di Sekolah Bola Voli Putri Tugu Muda Semarang.
3. Apabila hasil penelitian menunjukkan bahwa latihan fisik terprogram yang dilakukan di Sekolah Bola Voli Putri Tugu Muda Semarang dapat meningkatkan ketahanan kardiorespirasi, maka program latihan serupa dapat disarankan untuk sekolah bola voli putri lain.
4. Masukan untuk penelitian selanjutnya khususnya penelitian tentang ketahanan kardiorespirasi pada anak perempuan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kesegaran Jasmani

Telah disebutkan sebelumnya bahwa olah raga adalah usaha untuk menjaga kesegaran jasmani. Olah raga sendiri dapat dibagi menjadi dua kelompok. Yang pertama adalah olah raga aerobik, yaitu olah raga yang menggunakan energi yang berasal dari pembakaran oksigen, dan membutuhkan oksigen tanpa menimbulkan hutang oksigen yang tidak terbayar. Contoh olah raga aerobik misalnya lari, jalan, treadmill, bersepeda, renang. Sedangkan olah raga anaerobik adalah olah raga yang menggunakan energi dari pembakaran tanpa oksigen, dalam hal ini aktivitas yang terjadi menimbulkan hutang oksigen. Contoh dari olah raga anaerobik adalah lari sprint jarak pendek, angkat beban, dan bersepeda cepat²⁰.

Dalam kesegaran jasmani, dikenal istilah *Health related fitness* dan *Skill related fitness*. *Health related fitness* diartikan sebagai kemampuan jantung, paru, otot, dan persendian untuk bekerja dengan optimal. *Health related fitness* meliputi ketahanan kardiorespirasi, ketahanan otot, kekuatan otot, fleksibilitas, dan komposisi tubuh. Sedang *Skill related fitness* diartikan sebagai keahlian-keahlian yang menunjang *performance* seseorang dalam olah raga dan aktivitas fisik lain. Yang termasuk dalam *Skill related fitness* ialah *agility* (kelincahan), *balance* (keseimbangan), *coordination* (koordinasi), *reaction time* (kecepatan reaksi), *speed* (kecepatan), dan *power* (kekuatan)⁹.

2.2 Ketahanan Kardiorespirasi

2.2.1 Definisi

Ketahanan kardiorespirasi adalah kemampuan tubuh untuk melakukan aktivitas fisik yang intens dan berkesinambungan dengan melibatkan sekelompok otot besar. Ketahanan kardiorespirasi ini termasuk unsur kebugaran jasmani yang paling penting. Latihan untuk meningkatkan ketahanan kardiorespirasi dapat menyebabkan peningkatan kapasitas aerobik seseorang²¹.

2.2.2 Ketahanan aerobik dan anaerobik

Pada dasarnya, ada dua macam ketahanan kardiorespirasi, yaitu aerobik dan anaerobik. Ketahanan aerobik adalah kemampuan untuk melakukan aktivitas jangka panjang (dalam hitungan menit sampai jam) yang bergantung pada sistem O₂-ATP untuk memasok persediaan energi yang dibutuhkan selama aktivitas. Aktivitas yang dilakukan dalam jangka waktu yang lebih singkat membutuhkan sistem yang dapat menyediakan ATP lebih cepat dari sistem O₂-ATP. Maka digunakanlah sistem energi anaerobik, yaitu glikolisis parsial untuk menyediakan energi yang dibutuhkan. Aktivitas semacam ini disebut dengan ketahanan anaerobik¹⁰.

2.3 Konsumsi Oksigen Maksimal (VO₂max)

2.3.1 Definisi

VO₂max adalah jumlah maksimal oksigen yang dapat dikonsumsi selama aktivitas fisik yang intens sampai akhirnya terjadi kelelahan. Karena VO₂max ini dapat membatasi kapasitas kardiovaskuler seseorang, maka VO₂max dianggap sebagai indikator terbaik dari ketahanan aerobik^{11,12}.

VO₂max juga dapat diartikan sebagai kemampuan maksimal seseorang untuk mengkonsumsi oksigen selama aktivitas fisik pada ketinggian yang setara dengan permukaan laut. VO₂max merefleksikan keadaan paru, kardiovaskuler, dan hematologik dalam pengantaran oksigen, serta mekanisme oksidatif dari otot yang melakukan aktivitas. Selama menit-menit pertama latihan, konsumsi oksigen meningkat hingga akhirnya tercapai keadaan *steady state* di mana konsumsi oksigen sesuai dengan kebutuhan latihan. Bersamaan dengan keadaan *steady state* ini terjadi pula adaptasi ventilasi paru, denyut jantung, dan *cardiac output*. Keadaan di mana konsumsi oksigen telah mencapai nilai maksimal tanpa bisa naik lagi meski dengan penambahan intensitas latihan inilah yang disebut VO₂max. Konsumsi oksigen lalu turun secara bertahap bersamaan dengan penghentian latihan karena kebutuhan oksigen pun berkurang^{12, 20-1}.

Secara teori, nilai VO₂max dibatasi oleh *cardiac output*, kemampuan sistem respirasi untuk mengantarkan oksigen ke darah, atau kemampuan otot untuk menggunakan oksigen. Dengan begitu, VO₂max pun menjadi batasan kemampuan aerobik, dan oleh sebab itu dianggap sebagai parameter terbaik untuk mengukur kemampuan aerobik (atau kardiorespirasi) seseorang. VO₂max merupakan nilai tertinggi dimana seseorang dapat mengkonsumsi oksigen selama latihan, serta merupakan refleksi dari unsur kardiorespirasi dan hematologik dari pengantaran oksigen dan mekanisme oksidatif otot^{17, 22-3}. Orang dengan tingkat kebugaran yang baik memiliki nilai VO₂max lebih tinggi dan dapat melakukan aktivitas lebih kuat dibanding mereka yang tidak dalam kondisi baik²⁴.

2.3.2 Satuan

VO₂max dinyatakan sebagai volume total oksigen yang digunakan per menit (ml/menit). Semakin banyak massa otot seseorang, semakin banyak pula oksigen (ml/menit) yang digunakan selama latihan maksimal. Untuk menyesuaikan perbedaan ukuran tubuh dan massa otot, VO₂max dapat dinyatakan sebagai jumlah maksimum oksigen dalam mililiter, yang dapat digunakan dalam satu menit per kilogram berat badan (ml/kg/menit). Satuan ini yang akan dipergunakan dalam pembahasan selanjutnya²⁵.

2.3.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Nilai VO₂max

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi nilai VO₂max dapat disebutkan sebagai berikut.

1. Umur

Penelitian *cross-sectional* dan longitudinal nilai VO₂max pada anak usia 8-16 tahun yang tidak dilatih menunjukkan kenaikan progresif dan linier dari puncak kemampuan aerobik, sehubungan dengan umur kronologis pada anak perempuan dan laki-laki. VO₂max anak laki-laki menjadi lebih tinggi mulai umur 10 tahun²⁶, walau ada yang berpendapat latihan ketahanan tidak terpengaruh pada kemampuan aerobik sebelum usia 11 tahun²⁷. Puncak nilai VO₂max dicapai kurang lebih pada usia 18-20 tahun pada kedua jenis kelamin²⁷⁻⁸.

Secara umum, kemampuan aerobik turun perlahan setelah usia 25 tahun. Penelitian dari Jackson AS et al. menemukan bahwa penurunan rata-rata VO₂max per tahun adalah 0.46 ml/kg/menit untuk pria (1.2%) dan 0.54

ml/kg/menit untuk wanita (1.7%). Penurunan ini terjadi karena beberapa hal, termasuk reduksi denyut jantung maksimal dan isi sekuncup jantung maksimal²⁴.

2. Jenis kelamin

Kemampuan aerobik wanita sekitar 20% lebih rendah dari pria pada usia yang sama. Hal ini dikarenakan perbedaan hormonal yang menyebabkan wanita memiliki konsentrasi hemoglobin lebih rendah dan lemak tubuh lebih besar. Wanita juga memiliki massa otot lebih kecil daripada pria²⁵. Mulai umur 10 tahun, VO_2max anak laki-laki menjadi lebih tinggi 12% dari anak perempuan. Pada umur 12 tahun, perbedaannya menjadi 20%, dan pada umur 16 tahun VO_2max anak laki-laki 37% lebih tinggi dibanding anak perempuan²⁶.

Sehubungan dengan jenis kelamin wanita, Lebrun et al dalam penelitiannya tahun 1995 pada 16 wanita yang mendapat latihan fisik sedang, melakukan pengukuran serum estradiol dan progesteron untuk memantau fase-fase menstruasi. Dari penelitian tersebut didapatkan bahwa VO_2max absolut meningkat selama fase folikuler dibanding dengan fase luteal²⁹.

3. Suhu

Pada fase luteal menstruasi, kadar progesteron meningkat. Padahal progesteron memiliki efek termogenik, yaitu dapat meningkatkan suhu basal tubuh. Efek termogenik dari progesteron ini rupanya meningkatkan BMR³⁰, sehingga akan berpengaruh pada kerja kardiovaskuler dan akhirnya

berpengaruh pula pada nilai $VO_2\text{max}$. Sehingga, secara tidak langsung, perubahan suhu akan berpengaruh pada nilai $VO_2\text{max}$.

4. Keadaan latihan

Latihan fisik dapat meningkatkan nilai $VO_2\text{max}$. Namun begitu, $VO_2\text{max}$ ini tidak terpaku pada nilai tertentu, tetapi dapat berubah sesuai tingkat dan intensitas aktivitas fisik. Contohnya, bed-rest lama dapat menurunkan $VO_2\text{max}$ antara 15%-25%, sementara latihan fisik intens yang teratur dapat menaikkan $VO_2\text{max}$ dengan nilai yang hampir serupa^{16,17}.

Latihan fisik yang efektif bersifat *endurance* (ketahanan) dan meliputi durasi, frekuensi, dan intensitas tertentu¹⁷. Sehingga dengan begitu dapat dikatakan bahwa kegiatan dan latar belakang latihan seorang atlet dapat mempengaruhi nilai $VO_2\text{max}$ -nya³¹.

2.3.4 Faktor-Faktor yang Menentukan Nilai $VO_2\text{max}$

1. Fungsi paru

Pada saat melakukan aktivitas fisik yang intens, terjadi peningkatan kebutuhan oksigen oleh otot yang sedang bekerja. Kebutuhan oksigen ini didapat dari ventilasi dan pertukaran oksigen dalam paru-paru. Ventilasi merupakan proses mekanik untuk memasukkan atau mengeluarkan udara dari dalam paru. Proses ini berlanjut dengan pertukaran oksigen dalam alveoli paru dengan cara difusi. Oksigen yang terdifusi masuk dalam kapiler paru untuk selanjutnya diedarkan melalui pembuluh darah ke seluruh tubuh. Untuk dapat

memasok kebutuhan oksigen yang adekuat, dibutuhkan paru-paru yang berfungsi dengan baik, termasuk juga kapiler dan pembuluh pulmonalnya. Pada seorang atlet yang terlatih dengan baik, konsumsi oksigen dan ventilasi paru total meningkat sekitar 20 kali pada saat ia melakukan latihan dengan intensitas maksimal³²⁻⁴.

Dalam fungsi paru, dikenal juga istilah perbedaan oksigen arteri-vena (*A-V O₂diff*). Selama aktivitas fisik yang intens, *A-V O₂* akan meningkat karena oksigen darah lebih banyak dilepas ke otot yang sedang bekerja, sehingga oksigen darah vena berkurang. Hal ini menyebabkan pengiriman oksigen ke jaringan naik hingga tiga kali lipat daripada kondisi biasa. Peningkatan *A-V O₂diff* terjadi serentak dengan peningkatan *cardiac output* dan pertukaran udara sebagai respon terhadap olah raga berat³¹.

2. Fungsi kardiovaskuler

Respon kardiovaskuler yang paling utama terhadap aktivitas fisik adalah peningkatan *cardiac output*. Peningkatan ini disebabkan oleh peningkatan isi sekuncup jantung maupun *heart rate* yang dapat mencapai sekitar 95% dari tingkat maksimalnya. Karena pemakaian oksigen oleh tubuh tidak dapat lebih dari kecepatan sistem kardiovaskuler menghantarkan oksigen ke jaringan, maka dapat dikatakan bahwa sistem kardiovaskuler dapat membatasi nilai $VO_2\max$ ³¹.

3. Sel darah merah (Hemoglobin)

Karena dalam darah oksigen berikatan dengan hemoglobin, maka kadar oksigen dalam darah juga ditentukan oleh kadar hemoglobin yang tersedia. Jika kadar hemoglobin berada di bawah normal, misalnya pada anemia, maka jumlah oksigen dalam darah juga lebih rendah. Sebaliknya, bila kadar hemoglobin lebih tinggi dari normal, seperti pada keadaan polisitemia, maka kadar oksigen dalam darah akan meningkat. Hal ini juga bisa terjadi sebagai respon adaptasi pada orang-orang yang hidup di tempat tinggi ³⁵.

Kadar hemoglobin rupanya juga dipengaruhi oleh hormon androgen melalui peningkatan pembentukan sel darah merah. Laki-laki memiliki kadar hemoglobin sekitar 1-2 gr per 100 ml lebih tinggi dibanding wanita ³⁵.

4. Komposisi tubuh

Jaringan lemak menambah berat badan, tapi tidak mendukung kemampuan untuk secara langsung menggunakan oksigen selama olah raga berat. Maka, jika VO_2max dinyatakan relatif terhadap berat badan, berat lemak cenderung menaikkan angka penyebut tanpa menimbulkan akibat pada pembilang VO_2 ;

$$VO_2 \text{ (ml/kg/menit)} = \frac{VO_2 \text{ (LO}_2\text{)} \times 1000}{\text{Berat badan (kg)}}$$

Berat badan (kg)

Jadi, kegemukan cenderung mengurangi VO_2max ³¹.

2.3.5 Pengukuran VO_2max

Untuk mengukur VO_2max , ada beberapa tes yang lazim digunakan. Tes-tes ini haruslah dapat diukur dan mudah dilaksanakan, serta tidak membutuhkan

ketrampilan khusus untuk melakukannya. Tes ergometer sepeda dan *treadmill* adalah dua cara yang paling sering digunakan untuk menghasilkan beban kerja. Meskipun begitu, *step test* ataupun *field test* juga dapat dilakukan untuk kepentingan yang sama.

2.3.5.1 Ergometer Sepeda

Dilakukan dengan menggunakan sepeda statis yang dikayuh untuk mendapatkan beban kerja. Beban kerja dapat diberikan secara kontinyu atau intermiten. Ergometer sepeda ini dapat mekanik atau elektrik, serta dapat digunakan dalam posisi tegak lurus maupun supinasi. Dipasang EKG untuk merekam beban kerja, serta dilakukan pengukuran tekanan darah probandus pada permulaan dan akhir pembebanan. Nilai $VO_2\text{max}$ bisa didapat dengan menggunakan nomogram Astrand, khususnya menggunakan skala beban kerja. Beban kerja dapat dinyatakan dalam unit standar, sehingga hasil tes dapat dibandingkan satu sama lain³⁶⁻⁸.

2.3.5.2 Treadmill

Beberapa protokol yang dapat digunakan dalam pemeriksaan dengan *treadmill* adalah : (1) Metode Mitchell, Sproule, dan Chapman, (2) Metode Saltin-Astrand, dan (3) Metode OSU. Keuntungan menggunakan *treadmill* meliputi nilai beban kerja yang konstan, kemudahan mengatur beban kerja pada level yang diinginkan, serta mudah dilakukan karena hampir semua orang terbiasa dengan keahlian yang dibutuhkan (berjalan

dan berlari). Meskipun demikian, karena alatnya mahal dan berat, tes ini tidak praktis dilakukan di tempat kerja^{36,38}.

2.3.5.3 Field Test

Tes ini sangat mudah dilakukan, karena tidak membutuhkan alat khusus. Probandus diminta berlari berdasarkan jarak atau waktu tertentu. Beberapa variasi dari tes ini adalah : (1) *12 minute run*, (2) *1,5 mile run*, dan (3) *2,4 km run test*^{24,39}.

2.3.5.4 Step Test

Banyak variasi dari tes ini sehubungan dengan jumlah langkah per menit dan tinggi bangku yang digunakan untuk menghasilkan beban kerja. Probandus melakukan gerakan naik turun bangku bergantian kaki dengan irama yang sudah diatur dengan metronome. Walaupun mudah dilakukan dan tidak butuh biaya besar, beban kerja yang tepat sulit didapat dengan tes ini karena kelelahan yang mungkin timbul saat melakukan tes dapat mempengaruhi akurasi beban kerja dan titik gravitasi. Nilai $VO_2\max$ bisa didapat dengan normogram Astrand berdasarkan denyut dan berat badan atau menggunakan perhitungan rumus. Rumus yang tersedia pun bervariasi, dengan standar nilai $VO_2\max$ yang bervariasi pula. Data yang dibutuhkan untuk menghitung $VO_2\max$ adalah denyut jantung pemulihan. Beberapa variasi tersebut misalnya : (1) Harvard Step Test, (2) Queen's College Step Test, (3) Tuttle Step Test, (4) Ohio Step Test, (5) YMCA Step test, dan (6) Tecumseh Step Test^{24,36,39}.

2.4 Latihan Fisik Terprogram

Yang dimaksud dengan latihan fisik terprogram adalah latihan fisik yang dilakukan secara teratur dengan intensitas, frekuensi, dan durasi tertentu, serta memiliki tujuan tertentu pula ³⁹.

2.4.1 Intensitas Latihan

Sebaiknya para atlet diberi latihan hingga denyut jantungnya mencapai 80-95% dari denyut jantung maksimal. Sedangkan denyut jantung maksimal yang boleh dicapai pada saat melakukan latihan adalah $220 - \text{umur}$ (dalam tahun). Denyut jantung yang 80-95% dari denyut jantung maksimal tersebut dinamakan *target zone*. Jika intensitas latihan yang diberikan kurang dari *target zone* ini, maka hasilnya tidak banyak memperbaiki *endurance* ⁴⁰.

Selain itu, kenaikan intensitas latihan akan meningkatkan HR dan SV. Karena $CO = HR \times SV$, maka CO juga akan meningkat seiring dengan peningkatan intensitas latihan. CO secara langsung mencerminkan hasil latihan, karena CO mewakili besarnya distribusi oksigen pada otot yang sedang beraktivitas. Setelah intensitas latihan melebihi 40-60% $VO_2\text{max}$, SV akan mencapai nilai tetap. Peningkatan lebih lanjut dari CO merupakan akibat dari kenaikan HR. Atlet yang terbiasa melakukan latihan secara intens akan memiliki nilai SV lebih tinggi, dan dengan demikian nilai CO-nya pun juga lebih tinggi. Ini berarti distribusi oksigen juga meningkat ⁴⁰.

2.4.2 Durasi Latihan

Durasi latihan sebaiknya berkisar antara 40-45 menit di dalam *target zone* bila ingin mendapatkan perbaikan *endurance*. Ini belum termasuk waktu pemanasan dan pendinginan ⁴⁰.

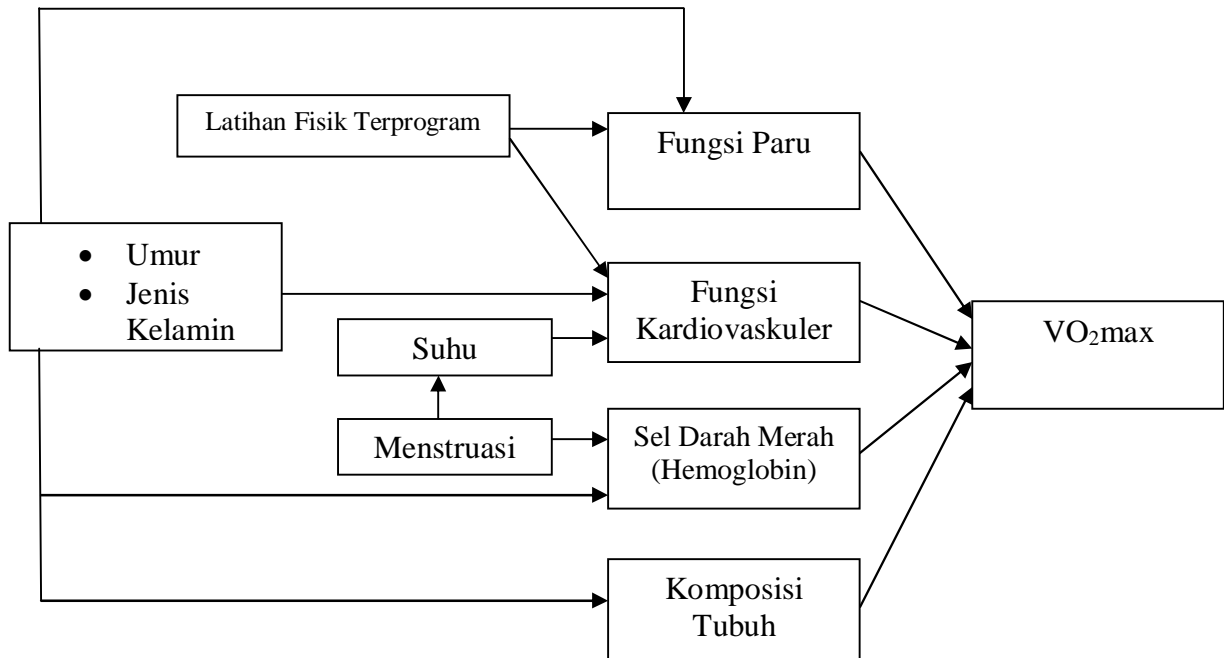
2.4.3 Frekuensi Latihan

Sebaiknya berlatih minimal 3 kali seminggu untuk mendapat hasil yang baik karena *endurance* seseorang akan mulai turun setelah 48 jam jika tidak menjalani latihan ⁴⁰.

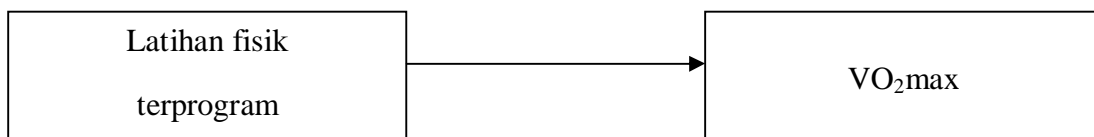
Bagi seorang atlet, semakin tinggi faktor *endurance* yang diperlukan dalam cabangnya, semakin tinggi pula angka VO_2max yang harus dimilikinya ⁴⁰.

Berdasarkan persyaratan tes kebugaran fisik yang dipergunakan Persatuan Bola Voli Jepang, penilaian ketahanan sirkulasi nafas dapat dinilai dengan Harvard Step Test dalam 5 menit menggunakan balok setinggi 50 cm ⁴¹. Namun dalam penelitian ini yang akan digunakan adalah metode Queen's College Test dengan modifikasi bangku yang dibuat setinggi 28 cm ⁴²⁻³.

2.5 Kerangka Teori



2.6 Kerangka Konsep



2.7 Hipotesis

2.7.1 Hipotesis Mayor

Latihan fisik terprogram pada anak perempuan usia 11-13 tahun dapat meningkatkan nilai VO₂max.

2.7.2 Hipotesis Minor

1. Nilai $VO_2\text{max}$ pada anak perempuan usia 11-13 tahun setelah mendapat latihan fisik terprogram lebih tinggi dari sebelum latihan.
2. Perubahan nilai $VO_2\text{max}$ pada anak perempuan usia 11-13 tahun yang mendapat latihan fisik terprogram lebih tinggi dibanding yang tidak mendapat latihan fisik terprogram.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Ruang Lingkup Penelitian

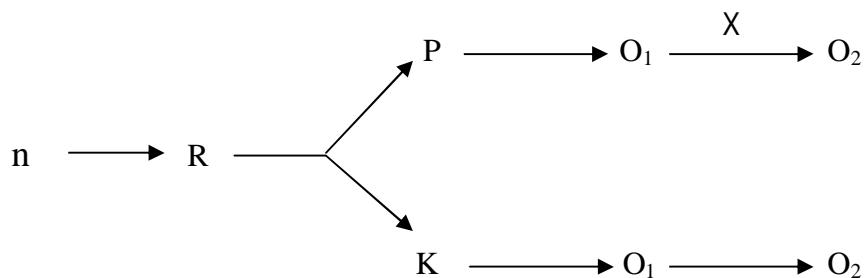
Ruang lingkup penelitian adalah ilmu Faal, khususnya Fisiologi Olah Raga.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret sampai Juni 2009 dan bertempat di Sekolah Bola Voli Putri Tugu Muda Semarang dan Sekolah Dasar Negeri Bendungan 02 Semarang.

3.3 Jenis dan Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental semu dengan rancangan *Two Group Pre and Post Test Control Group Design* karena menggunakan kelompok perlakuan dan kontrol.



Keterangan :

n : Subyek

R : Random

P : Kelompok perlakuan

K : Kelompok kontrol

1 : Pengukuran daya tahan sebelum perlakuan

2 : pengukuran daya tahan sesudah perlakuan selama 12 minggu

X : Latihan fisik terprogram

3.4 Populasi dan Sampel

3.4.1 Populasi Target

Populasi target pada penelitian ini adalah anak perempuan kelompok usia 11-13 tahun.

3.4.2 Populasi Terjangkau

Populasi terjangkau pada penelitian ini adalah anak perempuan kelompok usia 11-13 tahun yang terdaftar sebagai siswi Sekolah Bola Voli Putri Tugu Muda Semarang dan mengikuti latihan fisik terprogram selama bulan Maret-Juni 2009 sebagai kelompok perlakuan, serta siswi Sekolah Dasar Negeri 02 Bendungan Semarang yang telah diseleksi melalui kriteria inklusi dan eksklusi sebagai kelompok kontrol.

3.4.3 Sampel Penelitian

Sampel penelitian yang dipergunakan pada penelitian ini adalah anak perempuan kelompok usia 11-13 tahun siswi Sekolah Bola Voli Putri Tugu Muda Semarang yang memenuhi kriteria sebagai berikut :

3.4.3.1 Kriteria Inklusi

1. Usia 11-13 tahun
2. Perempuan
3. Memiliki BMI Index normal (lebih dari persentil 5 dan kurang dari persentil 85)⁴⁴

3.4.3.2 Kriteria Eksklusi

1. Menolak menjadi subyek penelitian
2. Memiliki riwayat penyakit kardiorespirasi dan penyakit ginjal (diketahui dari anamnesis)
3. Mengikuti latihan fisik lain di luar latihan fisik terprogram di Sekolah Bola Voli Putri Tugu Muda Semarang

3.4.3.3 Kriteria Drop Out

Subyek tetap dimasukkan sebagai sampel jika telah menjalani latihan selama minimal enam minggu. Jika belum, maka subyek dinyatakan *drop out*.

3.4.4 Cara Pemilihan Sampel

Pemilihan sampel dilakukan dengan cara *Simple Random Sampling*.

3.4.5 Besar Sampel

Besar sampel dihitung dengan menggunakan rumus besar sampel untuk uji hipotesis rerata 2 populasi sebagai berikut :

$$n1 = n2 = 2 \frac{[(z\alpha + z\beta)\delta]^2}{(x1 - x2)^2}$$

$$z\alpha = 1,96 (\alpha = 0,05)$$

$$z\beta = 0,842 (\beta = 0,2)$$

δ = simpang baku nilai VO₂max anak perempuan usia 11-13 tahun

$x1$ = rerata nilai VO₂max anak perempuan usia 11-13 tahun yang

mendapat latihan fisik terprogram

$x2$ = rerata nilai VO₂max anak perempuan usia 11-13 tahun yang tidak

mendapat latihan fisik terprogram

Apabila dari hasil penelitian sebelumnya diketahui nilai VO₂max anak perempuan usia 11-13 tahun adalah 44,7 (SD = 5,8) ml/kgBB/menit⁽⁹⁾ dan perkiraan pada kelompok yang mendapat latihan fisik terprogram terjadi peningkatan VO₂max sebesar 1 SD yaitu menjadi 50,5 ml/kgBB/menit dan nilai $z\alpha = 1,96 (\alpha = 0,05)$, $z\beta = 0,842 (\beta = 0,2)$, maka besar sampel adalah :

$$n1 = n2 = 2$$

$$\begin{aligned} &= 2 \frac{[(1,96 + 0,842)5,8]^2}{(50,5 - 44,7)^2} \\ &= 2 \frac{[(2,802)5,8]^2}{(5,8)^2} \\ &= 2 \frac{264,114503}{33,64} = 15,702 \end{aligned}$$

Apabila diperkirakan besarnya Drop Out sebesar 10 %, maka besar sampel adalah :

$$\begin{aligned}n &= \frac{n}{(1 - do)^2} \\ &= \frac{15,702}{(1 - 0,1)^2} \\ &= 19,386 \\ &\approx 20\end{aligned}$$

Berarti besar sampel adalah 20 orang per kelompok

3.5 Variabel Penelitian

3.5.1 Variabel Bebas

Variabel bebas pada penelitian ini adalah latihan fisik terprogram Sekolah Bola Voli Putri Tugu Muda Semarang.

3.5.2 Variabel Tergantung

Variabel tergantung pada penelitian ini adalah nilai VO₂max.

3.6 Definisi Operasional

1. Latihan fisik terprogram

Keterangan : Latihan fisik yang dilakukan secara teratur dengan intensitas, frekuensi, dan durasi tertentu, sesuai program yang telah ditetapkan (program latihan terlampir)

Skala : Nominal

2. VO₂max

Keterangan : Diukur dengan menggunakan *Queen's College Step Test*

Skala : Kontinyu

3.7 Alat dan Cara Kerja

Alat yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah :

1. Bangku kayu yang telah dimodifikasi setinggi 28 cm⁴³
2. Metronom
3. *Stopwatch*

Cara Kerja penelitian ini adalah :⁴²

1. Orang coba melakukan naik turun bangku kayu dengan frekuensi 22 kali per menit mengikuti irama metronom (88 kali per menit) selama 3 menit tanpa diselingi istirahat.
2. Setelah menyelesaikan tes, subyek tetap dalam posisi berdiri selama 20 detik, kemudian dilakukan pengukuran denyut nadi pada arteri radialis dengan cara palpasi selama 1 menit (dinyatakan dalam kali/menit)
3. Setelah itu digunakan rumus untuk menaksir besarnya VO₂max, yaitu :

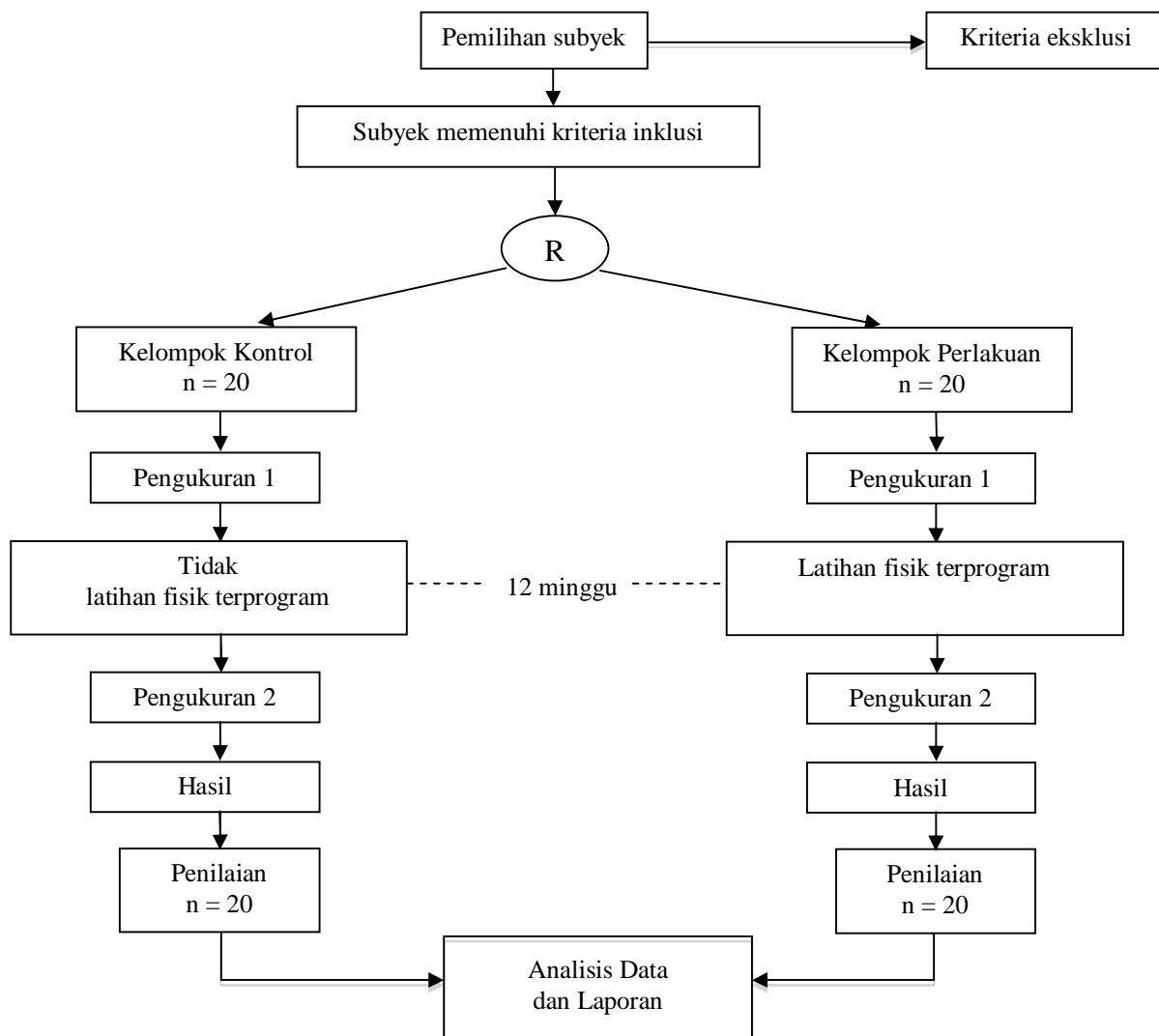
$$\text{VO}_2\text{max} = 65.81 - [0.1847 \times \text{denyut nadi (kali/menit)}]$$

VO₂max dinyatakan dalam ml/kg/menit

Keterangan : Pengukuran VO₂max dilakukan 2 kali, yaitu :

1. Sebelum memulai latihan fisik terprogram pada minggu ke-0
2. Setelah melakukan latihan fisik terprogram pada minggu ke-12

3.8 Alur Penelitian



3.9 Analisis Data

Data hasil penelitian yaitu nilai $VO_2\text{max}$ diedit, dikoding, dan dientry dalam file komputer dengan menggunakan program SPSS 15.0 *for Windows*. Setelah dilakukan *cleaning*, dilakukan analisis statistik dengan urutan sebagai berikut :

4.9.1 Analisis Deskriptif

Variabel yang berskala kategorial dinyatakan sebagai distribusi frekuensi dan persen sedangkan variabel yang berskala kontinyu dinyatakan sebagai rerata dan simpang baku, atau median bila distribusi tidak normal.

4.9.2 Uji Hipotesis

Seluruh distribusi data diuji normalitasnya dengan menggunakan uji *Saphiro-Wilk*. Pada data karakteristik, didapat bahwa data usia dan BMI memiliki sebaran normal, sehingga dilanjutkan dengan uji *t*-tidak berpasangan dan hasilnya adalah kedua kelompok tidak berbeda bermakna. Untuk berat badan dan tinggi badan menggunakan uji *Mann Whitney* karena sebaran datanya tidak normal, serta didapat hasil bahwa kedua kelompok memiliki perbedaan yang bermakna.

Rerata nilai $VO_2\text{max}$ awal dan selisih nilai $VO_2\text{max}$ awal dan akhir memiliki sebaran data yang normal. Maka dari itu keduanya diuji dengan uji *t*-tidak berpasangan dan hasilnya adalah kedua kelompok memiliki perbedaan yang bermakna. Rerata nilai $VO_2\text{max}$ akhir memiliki sebaran data tidak

normal sehingga diuji dengan uji *Mann Whitney* dan didapatkan hasil kedua kelompok berbeda bermakna.

Selisih nilai $VO_2\text{max}$ awal dan akhir pada kedua kelompok diuji dengan menggunakan uji *Wilcoxon* karena nilai $VO_2\text{max}$ sesudah memiliki sebaran data yang tidak normal. Didapatkan hasil bahwa selisih nilai $VO_2\text{max}$ awal dan akhir pada masing-masing kelompok memiliki perbedaan yang bermakna. Nilai p dianggap bermakna bila $p < 0,05$

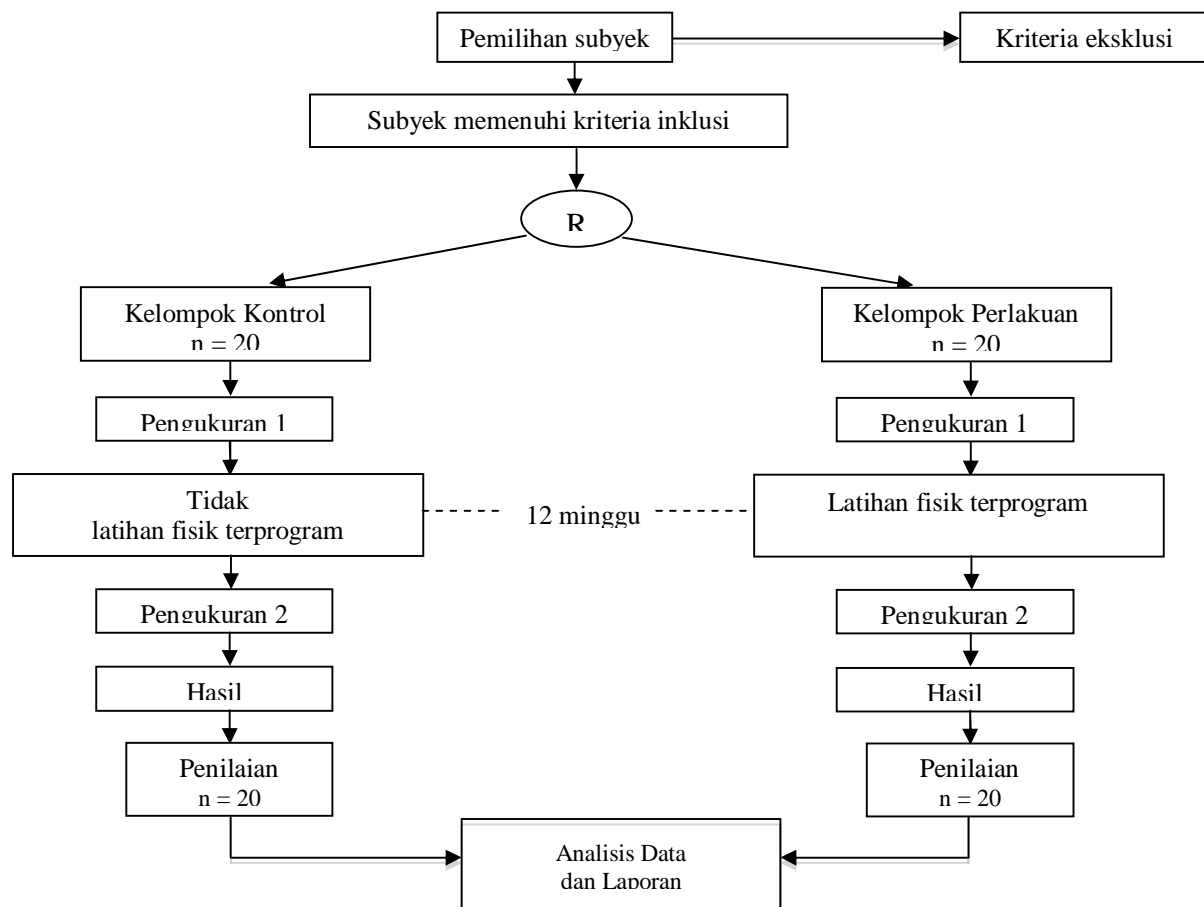
3.10 Etika Penelitian

Sebelum penelitian dilaksanakan, dimintakan izin dari Komite Etika Penelitian Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro Semarang. *Informed Consent* didapat dengan meminta persetujuan subyek penelitian. Subyek penelitian berhak menolak untuk diikutsertakan, boleh berhenti sewaktu-waktu, dan biaya yang berhubungan dengan penelitian akan ditanggung oleh peneliti.

BAB 4

HASIL

Didapat 40 orang subyek penelitian yang memenuhi kriteria inklusi. Subyek dibagi menjadi dua kelompok, yaitu kelompok kontrol dan kelompok perlakuan, dengan menggunakan *simple random sampling*. Mula-mula dilakukan pengambilan data karakteristik subyek penelitian lalu dilakukan pengambilan data nilai $VO_2\text{max}$ awal. Kelompok perlakuan melakukan latihan fisik terprogram selama 12 minggu, sedangkan kelompok kontrol tidak melakukan latihan fisik terprogram. Setelah 12 minggu, dilakukan pengambilan data nilai $VO_2\text{max}$ akhir. Jumlah subyek penelitian tidak mengalami perubahan hingga akhir penelitian.



Gambar 1. Alur penelitian mulai dari awal hingga akhir penelitian

Karakteristik sampel terdiri atas umur, berat badan, tinggi badan, dan Body Mass Index.

Data karakteristik subyek penelitian seperti yang terdapat pada tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Subyek Penelitian

PENGUKURAN	Kelompok Kontrol (Tidak Latihan Fisik Terprogram)	Kelompok Perlakuan (Latihan Fisik Terprogram)	p
Umur (tahun)	11,7 ± 0,81	11,7 ± 0,92	0,976 [§]
BB (kg)	36,7 ± 10,12	42,8 ± 7,48	0,048*
TB (cm)	142,1 ± 9,20	151,2 ± 8,50	0,003*
BMI (kg/m ²)	18,0 ± 3,52	18,6 ± 2,18	0,493*

BB =Berat Badan, TB = Tinggi Badan, BMI = Body Mass Index

* = Uji t-tidak berpasangan

[§] = Uji Mann-Whitney

Rerata ± Simpang Baku

Dari tabel di atas terlihat bahwa subyek penelitian memiliki usia yang hampir sama, di mana kelompok perlakuan memiliki usia sedikit lebih tua daripada kelompok kontrol.

Pada hasil pengukuran berat badan dan tinggi badan terdapat perbedaan yang bermakna di antara kedua kelompok, yaitu kelompok perlakuan memiliki berat badan dan tinggi badan lebih besar daripada kelompok kontrol. Tetapi perbedaan berat badan dan tinggi badan ini tidak terlalu mempengaruhi hasil penelitian secara keseluruhan karena pada akhirnya BMI kedua kelompok tidak berbeda bermakna.

Pengukuran VO₂max dilakukan dengan menggunakan metode *Queen's College Step Test* dengan tinggi bangku yang telah dimodifikasi, dilakukan 2 kali dengan selang waktu 12 minggu.

Pengukuran ini memberikan hasil berupa VO₂max awal dan akhir yang dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Nilai VO₂max awal dan akhir

VO ₂ max (ml/kg/menit)	Kelompok Kontrol (Tidak Latihan Fisik Terprogram)	Kelompok Perlakuan (Latihan Fisik Terprogram)	p
VO ₂ max awal	44,4 ± 3,86	39,9 ± 4,50	0,002*
VO ₂ max akhir	37,0 ± 5,64	42,5 ± 4,69	0,003 [§]
p	0,001 [£]	0,045 [≈]	
Delta VO ₂ max (ml/kg/menit)	-7,4 ± 6,47	2,6 ± 5,03	<0,001*

Delta VO₂max = Beda antara VO₂max awal dan akhir

* = Uji *t*-tidak berpasangan

[§] = Uji Mann-Whitney

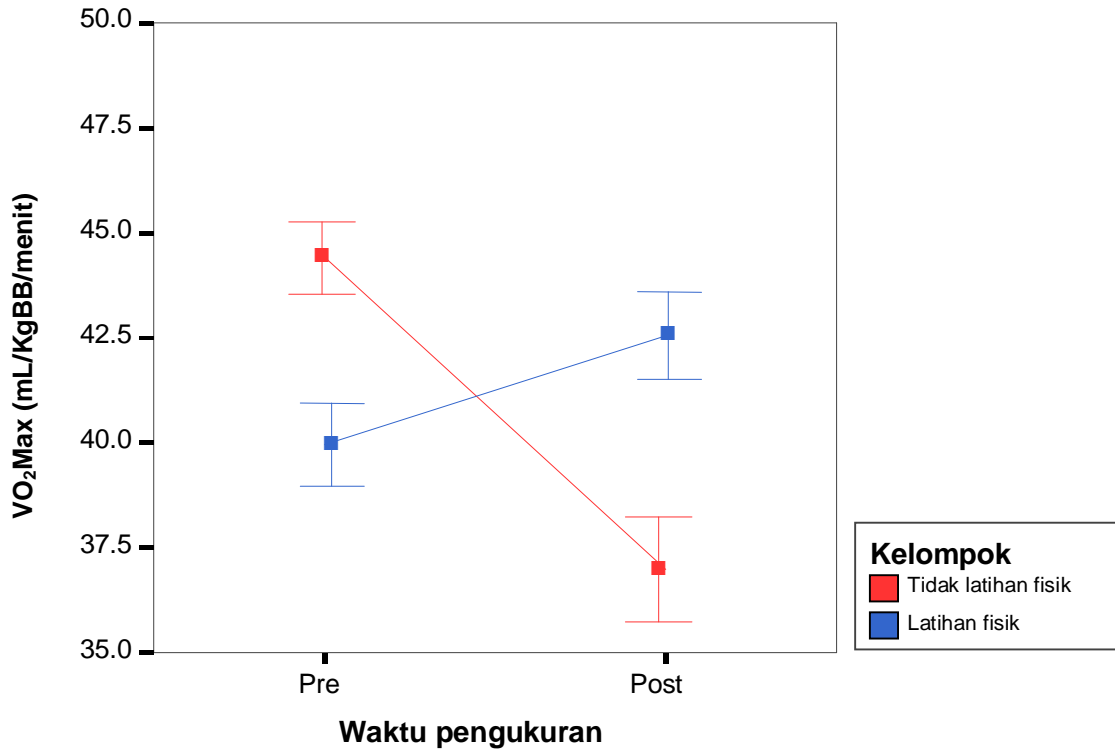
[£] = Uji Wilcoxon, untuk beda antara VO₂max awal dan akhir pada kelompok kontrol

[≈] = Uji Wilcoxon, untuk beda antara VO₂max awal dan akhir pada kelompok perlakuan

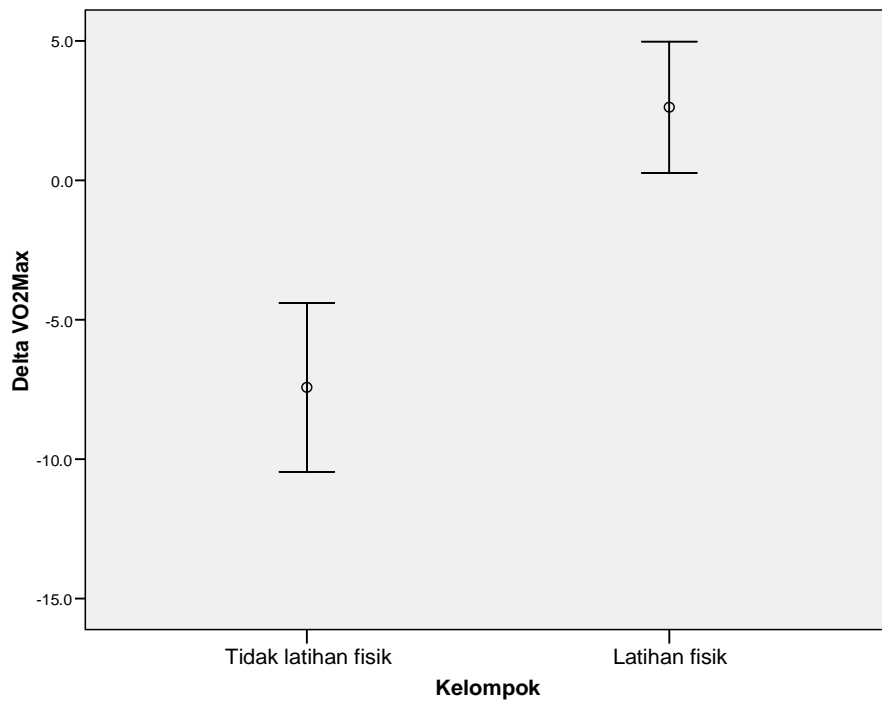
Rerata ± Simpang Baku

Dari tabel 2 terlihat bahwa rerata nilai VO₂max awal pada kelompok perlakuan lebih rendah daripada kelompok kontrol. Sebaliknya, nilai VO₂max akhir pada kelompok perlakuan lebih tinggi daripada kelompok kontrol. Dari hasil dapat diketahui juga bahwa terdapat perubahan nilai VO₂max pada kedua kelompok. Kelompok kontrol mengalami penurunan nilai VO₂max yang tidak bermakna, sedang kelompok perlakuan mengalami peningkatan nilai VO₂max yang bermakna.

Adapun perubahan nilai VO₂max tersebut dapat dilihat pada masing-masing gambar 2 dan gambar 3.



Gambar 2. Perubahan nilai VO₂max awal dan akhir kelompok kontrol dan perlakuan.



Gambar

Perbedaan nilai VO₂max awal dan akhir pada kelompok kontrol dan perlakuan

BAB 5

PEMBAHASAN

Dari data penelitian didapat bahwa terjadi peningkatan nilai $VO_2\text{max}$ pada kelompok perlakuan, yaitu siswi Sekolah Bola Voli Tugu Muda Semarang usia 11-13 tahun setelah melakukan latihan fisik terprogram. Sementara pada kelompok kontrol, yaitu siswi SD Negeri Bendungan usia 11-13 tahun justru mengalami penurunan nilai $VO_2\text{max}$.

Peningkatan nilai $VO_2\text{max}$ pada kelompok perlakuan yang melakukan latihan fisik terprogram sesuai dengan beberapa penelitian sejenis yang telah dilakukan sebelumnya⁴⁵⁻⁷. Peningkatan ini dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu latihan fisik, fungsi kardiovaskuler, dan komposisi tubuh.

Latihan fisik atau olahraga dapat meningkatkan nilai $VO_2\max$. Akan tetapi peningkatan ini hanya terbatas sekitar 10-20% dari nilai $VO_2\max$ sebelumnya. Diduga hal ini berkaitan dengan meningkatnya kerja sistem kardiovaskuler yang berupa peningkatan *cardiac output*, *stroke volume*, dan volume darah yang diikuti dengan menurunnya denyut jantung istirahat^{34, 48-9}.

Orang yang terlatih akan memiliki denyut jantung istirahat yang lebih rendah daripada orang biasa^{50, 51}. Denyut jantung yang lebih rendah mengakibatkan nilai $VO_2\max$ pada orang terlatih menjadi lebih tinggi. Denyut jantung dapat mengalami penurunan setelah melakukan latihan fisik selama waktu tertentu⁵⁰. Ini adalah kompensasi tubuh terhadap latihan fisik.

Pada usia muda, perubahan $VO_2\max$ berhubungan dengan perubahan-perubahan yang terjadi akibat pertumbuhan. Salah satunya adalah komposisi tubuh. Atlet wanita memiliki kadar lemak tubuh lebih rendah daripada wanita yang bukan atlet. Selain itu, massa otot atlet wanita juga lebih besar daripada wanita biasa karena atlet wanita terbiasa melakukan latihan fisik yang teratur. Peningkatan massa otot dapat meningkatkan nilai konsumsi oksigen⁵¹. Dalam penelitian ini, subyek penelitian pada kelompok perlakuan melakukan latihan fisik tiga kali seminggu selama tiga jam. Sehingga, diduga massa otot mereka lebih tinggi dan kadar lemak tubuhnya pun lebih rendah dibanding subyek penelitian pada kelompok kontrol.

Secara teori seharusnya kelompok kontrol pun mengalami peningkatan nilai $VO_2\max$ karena nilai $VO_2\max$ akan mengalami peningkatan seiring bertambahnya usia²⁶. Akan tetapi hal ini tidak bisa dijadikan landasan bila waktu penelitian hanya 12 minggu.

Selain itu, perlu dipertimbangkan pula faktor non fisik, yaitu kondisi psikis subyek penelitian. Kline dan Vehrs menyebutkan bahwa salah satu persoalan utama pada tes latihan sub

maksimal seperti step test ini adalah kurangnya motivasi subyek penelitian untuk melakukan tes^{52, 53}. Alan dkk. pun menyatakan bahwa perbedaan ketahanan fisik antar individu tidak hanya berkaitan dengan kapasitas fisik semata, tetapi juga berhubungan dengan kapasitas psikis untuk menekan gejala dan manifestasi kelelahan yang timbul, dimana ketahanan psikis ini akan lebih rendah pada mereka yang ketahanan fisiknya kurang⁵⁴.

Subyek untuk kelompok kontrol adalah siswi SD biasa yang kegiatan fisiknya terbatas aktivitas hidup sehari-hari, sedangkan subyek untuk kelompok perlakuan adalah atlet voli junior yang telah terbiasa berlatih fisik secara teratur. Sehingga, motivasi untuk melakukan tes ini pada kelompok kontrol mungkin lebih tidak stabil dibanding kelompok perlakuan, sehingga nilai VO_2max kelompok kontrol mengalami penurunan.

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

1. Latihan fisik terprogram selama 12 minggu dapat meningkatkan nilai VO_2max secara bermakna.
2. Terdapat perbedaan perubahan nilai VO_2max yang bermakna antara kelompok yang mendapat latihan fisik terprogram selama 12 minggu dengan kelompok yang tidak mendapat latihan fisik terprogram.

3. Kelompok yang tidak mendapat latihan fisik terprogram mengalami penurunan nilai $VO_2\text{max}$ yang bermakna.

B. SARAN

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang $VO_2\text{max}$ dengan memperhitungkan faktor pubertas untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.
2. Perlu dilakukan penelitian dengan karakteristik subyek yang lebih terkontrol untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

1. Samihardja J. Peranan ilmu-ilmu kedokteran dalam peningkatan prestasi olah raga. Dalam buku : Simposium dan diskusi panel peningkatan prestasi olah raga, Semarang, 1985.
2. Bastian. Meningkatkan kesegaran jasmani siswa dengan permainan kecil.

Available from URL :

http://sman1-padangpanjang.sch.id/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=40

Diakses pada tanggal 14 Februari 2009 pukul 08.15 WIB

3. Al-Hazaa HM. Physical activity, fitness and fatness among Saudi children and adolescents : implications for cardiovascular health. Saudi Med J. 2002; 23: 144-50.
4. Fraser GE, Philips RL, Harris R. Physical fitness and blood pressure in school children. Circulation. 1983; 67 : 405-12.
5. Hofman A, Walter HJ, Connelly PA, Vaughan, RD. Blood pressure and physical fitness in children. Hypertension. 1987; 9: 188-91.
6. Gutin B, Basch C, Shea S, Contento I, DeLozier M, Rips J, et al. Blood pressure, fitness and fatness in 5 – and – 6 – years old childrea. J Am Med Ass. 1990; 264; 1123-27.
7. Hansen HS, Hyldebrandt N, Froberg K, Rokkedal Nielsen J. Blood pressure and physical fitness in school children. Scand J Clin Lab Invest Suppl. 1989; 192: 42-6.
8. Shear CL, Burke GL, Freedman DS, Berenson GS. Value of childhood blood pressure measurements and family history in predicting future blood pressure status : results from 8 years of follow-up in the Bogalusa heart study. Pediatrics. 1986; 77: 862-9.
9. *Anonym.* The Component of Physical Fitness. In : Fitness Components Student Workbook. p.3.

Available from URL :

www.rockwood.k12.mo.us/rsouth/moore/Fitness%20Components%20Student%20Workbook.pdf

Diakses pada tanggal 14 Februari 2009 pukul 08.30 WIB

10. Thomas G. Theory of Physical Preparation for Volleyball. In : Coaches Manual 1. Lausanne : Federation International de Volleyball; 1989. p. 400.

11. Astorin T, Robergs R, Ghiasvand S, Marks D, Burns S. Incidence of the Oxygen Plateau at VO_2max during Exercise Testing to Volitional Fatigue. *Journal of The American Society of Exercise Physiologists*. 2000; 3: 2.
12. Welsman JR, Armstrong N. The Measurement and Interpretation of Aerobic Fitness in Children : Current Issues. *Journal of the Royal Society of Medicine*. 1996; 89: 1.
13. Rodrigues AN, Perez AJ, Carletti L, Bissoli NS, Abreu GR. Maximum oxygen uptake in adolescents as measured by cardiopulmonary exercise testing: a classification proposal. *Jornal de Pediatria*. 2006; 82(6): 426.
14. Obert P, Mandigout S, Nottin S, Vinet A, N'Guyen LD, Lecoq AM. Cardiovascular responses to endurance training in children : effect of gender. *Eur J Clin Invest*. 2003; 33: 199-208.
15. Armstrong N, Welsman JR. Assessment and interpretation of aerobic fitness in children and adolescents. *Exerc Sport Scien Ver*. 1994; 22: 435-76.
16. Levitzky, Michael G. *Pulmonary Physiology*, 7nd ed. Kota : McGraw-Hill; 2007. p.3.
17. Vander et al. *Human Physiology : The Respiratory System*. In : *Human Physiology The Mechanism of Body Function*, 8nd ed. Boston : McGraw-Hill; 2001. p.
18. Tourinho Filho H, Tourinho LS. Crianças, adolescents e atividade física: aspectos maturacionais e funcionais. *Rev Paul Educ Fis*. 1998; 12: 71-84.
19. LeMura L, Dullivard S, Carlonas R. Can Exercise Training Improve Maximal Aerobic Power (VO_2max) In Children: A Meta-Analytic Review. *J of Exerc Phy*. 1999; 2 : 7.

20. Sukmaningtyas H, Pudjonarko D, Basjar E. Pengaruh latihan aerobik dan anaerobik terhadap sistem kardiovaskuler dan kecepatan reaksi. Medika Media Indonesia. 2004; 39 : 74-9.

21. *Anonym*. Assessment of Cardiorespiratory Fitness Heart Rates and Blood Pressures.

Available from URL : <http://www.castonline.ilstu.edu/henson/KNR%20240%202005/Cardio-respiratory%20Endurance,%20Blood%20Pressure%20and%20Heart%20Rate.ppt>

Diakses pada tanggal 14 Februari 2009 pukul 06.00 WIB

22. Verducci F. Measurement Concepts in Physical Education. Missouri (USA) : The C.V. Mosby Company; 1980. p. 261.

23. Armstrong N, Welsman J. Maximal Oxygen Uptake; Age, Sex And Maturity Of Children. Exeter (UK) : University of Exeter. p. 1.

24. Mackenzie B. VO₂max.

Available from URL : <http://www.brianmac.demon.co.uk/VO2max.htm>

Diakses pada tanggal 14 Februari 2009, pukul 06.30 WIB

25. *Anonym*. Assessing Aerobic Fitness. p. 4.

Available from URL : <http://www.uh.edu/tigerstudy/textbook/TigerCpt2.pdf>

Diakses pada tanggal 14 Februari 2009, pukul 06.35 WIB

26. Armstrong N. Aerobic Fitness of Children and Adolescent. Jornal de Pediatria. 2006; 82 : 406.

27. Fox SI. Muscle : Mechanism of Contraction and Neural Control. In : Fox SI. Human Physiology, 8nd ed. Kota : McGraw-Hill; 2003. p. 343.
28. Borms, J. The Child and Exercise: An Overview. J of Sports Scien 1986; 4 : 3-20.
29. Lebrun C, McKenzie D, Prior J, Taunton J. Effects of menstrual cycle phase on athletic performance. Med Sci Sports Exerc 1995; 27 : 437-44.
30. Solomon SJ, Kurzer MS, Calloway DH. Menstrual cycle and basal metabolic rate in women. Am J Clin Nutr. 1982; 36 : 615.
31. Pate R, McClenaghan B, Rotella R. Pengangkutan dan Penggunaan Oksigen. Dalam : Dwijowinoto K (penerjemah). Dasar-Dasar Ilmiah Kepeleatihan. Philadelphia (USA) : Saunders College Publishing; 1984. p. 256-7.
32. Fox SI. Respiratory Physiology : The Respiratory System. In : Fox SI. Human Physiology, 8th ed. Kota : McGraw-Hill; 2003. p. 480.
33. Lamb, David R. Physiology of Exercise, 2nd ed. New York : Macmillan Publishing Company; 1984. p. 174.
34. Guyton AC, Hall JE. Buku Ajar Fisiologi Kedokteran edisi 9. Alih bahasa: Setiawan I, Tengadi KA, Santoso A. Jakarta : EGC; 1997. p. 1347-8.
35. Fox SI. Respiratory Physiology : Hemoglobin and Oxygen Transport. In : Fox SI. Human Physiology, 8th ed. Kota : McGraw-Hill; 2003. p. 504-5.
36. Verducci F. Measurement Concepts in Physical Education. Missouri (USA) : The C.V. Mosby Company; 1980. p. 263-4.

37. Ellestad MH. Stress Testing Principles and Practice 3rd ed. Philadelphia (USA) : F. A. Davis Company; 1921. p. 161.
38. Kartawa H. Penggunaan tes-tes faal untuk menilai peningkatan kemampuan atlet. Dalam : Kumpulan Diktat Kuliah Kedokteran Olahraga. Semarang : Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro; 2003. p. 29-41.
39. *Anonym.* YMCA Fitness Assessment.
- Available from URL : <http://www.exrx.net/Testing/YMCATesting.html>
- Diakses pada tanggal 14 Februari 2009, pukul 11.15 WIB
40. Kosasih E. Olahraga, Teknik dan Program Latihan. Jakarta : CV. Akademika Pressindo; 1993. p. 39-40.
41. Depdikbud Dirjen Pendidikan Luar Sekolah Pemuda dan Olah Raga. Pedoman Melatih Bola Volley. Jakarta : Proyek Pembinaan Olahraga Bagi Seluruh Anggota Masyarakat; 1979-1986. p. 86-8.
42. Koley S. Association of Cardio respiratory Fitness, Body Composition and Blood Pressure in Collegiate Population of Amritsar, Punjab, India. The Internet Journal of Biological Anthropology. 2007; 1 :
43. Edwin, Mardyanto Y, Purwoko Y, Pudjonarko D. Modifikasi “Harvard Step Test” Siswa Sekolah Dasar (Usia 8-12 Tahun). Media Medika Indonesiana 1999; 34 : 41-44.
44. CDC. 2 to 20 Years : Girls, Stature-for-age and Weight-for-age Percentiles 2000.
- Available from URL : <http://www.cdc.gov/growthcharts>

45. Paul V, David HC. Cardiorespiratory Alterations in 9 to 11 Year Old Children Following a Season of Competitive Swimming. *Medicine and Science in Sports* (10); 1977. p. 204-7.
46. Gravelle BL, Blessing DL. Physiological Adaptation in Women Concurrently Training for Strength and Endurance. *Journal of Strength and Conditioning Research* 14(1); 2000. p. 5-13.
47. Tjonna AE, Stolen TO, Bye A, et al. Aerobic Interval Training Reduces Cardiovascular Risk Factors More Than a Multitreatment Approach in Overweight Adolescent. *Clinical Science* (116); 2009. p. 317-26.
48. Brookes GA, Fakey TD. *Exercise Physiology : Human Bioenergetics and its Applications*. New York : Macmillan, 1985 : 637-78.
49. Wilmore JH, Bergfeld JA. A Comparison of Sports : Physiological and Medical Aspect. In : Strauss RH, editors. *Sport Medicine and Physiology*. Philadelphia : W. B. Saunders Company, 1979 : 358.
50. Stolt A, Karjalainen J, Heinonen OJ, Kujala UM. Left Ventricular Mass, Geometry, and Filling in Elite Female and Male Endurance Athletes. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* (10); 2000. p. 28-32.
51. Shi, JR. *Cardiac Structure and Function in Young Athletes*. Melbourne : Victoria University of Technology, 2002 : 41-6.

52. Kline GM, Porcari JP, Hintermeister R, Freedson PS, Ward A, McCarron RF. Estimation of VO₂max from a 1-Mile Track Walk, Gender, Age, and Body Weight. *Medicine and Science in Sport and Exercise* 19; 1987. p. 253-59.
53. Vehrs P, George JD, Fellingham GW. Prediction of VO₂max Before, During, and After 16 Weeks of Endurance Training. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 69(3); 1998. p. 297-303.
54. Alan S, Michael IL, Timothy DN. Neural Control of Force Output During Maximal and Submaximal Exercise. *Sports Medicine* 31(9); 2001. p. 637-50.

LAMPIRAN 1

Latihan dalam Sekolah Bola Voli Putri Tugu Muda Semarang

I. Kekuatan Fisik

1. *Push Up*
2. *Sit Up*
3. *Back Up*
4. *Lari sprint*

5. *Shuttle Run*
6. Lari jauh
7. *Trapping*
8. *Vertical jumping*
9. Loncat pagar
10. *Squat jump*
11. *Squatles*
12. *Fielding*

II. Keterampilan Dasar

1. *Passing* bawah
2. *Passing* atas
3. *Passing* berpasangan
4. *Passing* kombinasi
5. Pukulan ke atas, depan, jauh, lempar ke atas kepala, *service* di atas kepala, dan *jumping service*
6. *Service* atas
7. *Tossing* dekat dan jauh
8. *Devence spike*

9. *Receive Spike*

10. *Spike (normal)*

11. *Block*

Latihan dilakukan 3 hari dalam seminggu, masing-masing selama 3 jam, dengan jenis latihan seperti tersebut di atas pada tiap sesinya.

LAMPIRAN 2

Karakteristik

Report

Kelompok		Usia	Berat Badan	Tinggi Badan	Body Mass Index
Tidak latihan fisik	Mean	11.65	36.850	142.160	17.946
	Std. Deviation	.813	10.5495	9.1986	3.5185
	Median	11.00	35.000	142.600	17.385
	Minimum	11	24.0	125.7	12.6
	Maximum	13	60.0	156.0	25.8
Latihan fisik	Mean	11.70	42.750	151.215	18.587
	Std. Deviation	.923	7.4754	8.4919	2.1825
	Median	11.00	42.000	153.000	18.226
	Minimum	11	29.0	134.0	14.6
	Maximum	13	56.0	166.0	21.9
Total	Mean	11.67	39.800	146.687	18.267
	Std. Deviation	.859	9.5063	9.8680	2.9081
	Median	11.00	40.000	147.400	17.679
	Minimum	11	24.0	125.7	12.6
	Maximum	13	60.0	166.0	25.8

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Usia	.359	40	.000	.701	40	.000
Berat Badan	.108	40	.200*	.969	40	.323
Tinggi Badan	.094	40	.200*	.979	40	.656
Body Mass Index	.103	40	.200*	.980	40	.687

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

NPar Tests : Usia

Mann-Whitney Test

Ranks

Kelompok		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Usia	Tidak latihan fisik	20	20.45	409.00
	Latihan fisik	20	20.55	411.00
Total		40		

Test Statistics^b

	Usia
Mann-Whitney U	199.000
Wilcoxon W	409.000
Z	-.030
Asymp. Sig. (2-tailed)	.976
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.989 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Kelompok

T-Test

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Berat Badan	Equal variances assumed	3.260	.079	-2.041	38	.048	-5.9000	2.8911	-11.7528	-.0472
	Equal variances not assumed			-2.041	34.238	.049	-5.9000	2.8911	-11.7740	-.0260
Tinggi Badan	Equal variances assumed	.152	.699	-3.235	38	.003	-9.0550	2.7993	-14.7220	-3.3880
	Equal variances not assumed			-3.235	37.760	.003	-9.0550	2.7993	-14.7231	-3.3869
Body Mass Index	Equal variances assumed	3.124	.085	-.693	38	.493	-.6415	.9258	-2.5157	1.2327
	Equal variances not assumed			-.693	31.736	.493	-.6415	.9258	-2.5279	1.2449

Report

Kelompok		VO2Max Pre	VO2Max Post	Delta VO2Max
Tidak latihan fisik	Mean	44.385	36.960	-7.425
	Std. Deviation	3.8576	5.6392	6.4651
	Median	43.646	37.736	-8.127
	Minimum	38.5	28.9	-18.5
	Maximum	54.0	46.6	3.0
Latihan fisik	Mean	39.915	42.538	2.623
	Std. Deviation	4.5002	4.6879	5.0307
	Median	39.952	42.907	1.108
	Minimum	31.8	31.1	-3.7
	Maximum	51.0	51.0	13.3
Total	Mean	42.150	39.749	-2.401
	Std. Deviation	4.7158	5.8461	7.6536
	Median	42.168	41.430	-1.847
	Minimum	31.8	28.9	-18.5
	Maximum	54.0	51.0	13.3

VO₂MAX

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
VO2Max Pre	.126	40	.113	.982	40	.762
VO2Max Post	.139	40	.050	.943	40	.044
Delta VO2Max	.110	40	.200*	.970	40	.362

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

T-Test

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
VO2Max Pre	.369	.547	3.372	38	.002	4.4697	1.3254	1.7867	7.1528
Equal variances not assumed			3.372	37.132	.002	4.4697	1.3254	1.7846	7.1549

NPar Tests

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
VO2Max Post	40	39.749	5.8461	28.9	51.0
Kelompok	40	1.50	.506	1	2

Mann-Whitney Test

Ranks

Kelompok	N	Mean Rank	Sum of Ranks
VO2Max Post Tidak latihan fisik	20	15.08	301.50
Latihan fisik	20	25.93	518.50
Total	40		

Test Statistics^b

	VO2Max Post
Mann-Whitney U	91.500
Wilcoxon W	301.500
Z	-2.948
Asymp. Sig. (2-tailed)	.003
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.003 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Kelompok

T-Test

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
Delta VO2Max	1.711	.199	-5.485	38	.000	-10.0477	1.8317	-13.7558	-6.3395
Equal variances assumed									
Equal variances not assumed			-5.485	35.836	.000	-10.0477	1.8317	-13.7632	-6.3322

NPar Tests

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
VO2Max Pre	20	44.385	3.8576	38.5	54.0
VO2Max Post	20	36.960	5.6392	28.9	46.6

Wilcoxon Signed Ranks Test

Ranks

	N	Mean Rank	Sum of Ranks
VO2Max Post - VO2Max Pre			
Negative Ranks	16 ^a	12.31	197.00
Positive Ranks	4 ^b	3.25	13.00
Ties	0 ^c		
Total	20		

a. VO2Max Post < VO2Max Pre

b. VO2Max Post > VO2Max Pre

c. VO2Max Post = VO2Max Pre

NPar Tests

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
VO2Max Pre	20	39.915	4.5002	31.8	51.0
VO2Max Post	20	42.538	4.6879	31.1	51.0

Wilcoxon Signed Ranks Test

Ranks

	N	Mean Rank	Sum of Ranks
VO2Max Post - VO2Max Pre			
Negative Ranks	6 ^a	6.58	39.50
Positive Ranks	12 ^b	10.96	131.50
Ties	2 ^c		
Total	20		

a. VO2Max Post < VO2Max Pre

b. VO2Max Post > VO2Max Pre

c. VO2Max Post = VO2Max Pre

Test Statistics^b

	VO2Max Post - VO2Max Pre
Z	-2.008 ^a
Asymp. Sig. (2-tailed)	.045

a. Based on negative ranks.

b. Wilcoxon Signed Ranks Test