

TESIS

**MEMBANDINGKAN HASIL VO₂ MAKSIMAL ANTARA
TES LARI 12 MENIT (COOPER), ERGOCYCLE (ASTRAND)
DAN TREADMILL (ASTRAND)**



BAYU AFRIYANTO

**PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA**

2011

**MEMBANDINGKAN HASIL VO₂ MAKSIMAL ANTARA
TES LARI 12 MENIT (COOPER), ERGOCYCLE (ASTRAND)
DAN TREADMILL (ASTRAND)**

TESIS

**Untuk Memperoleh Gelar Magister
Dalam Program Studi Ilmu Kesehatan Olahraga
Pada Program Pascasarjana Universitas Airlangga**

**OLEH :
BAYU AFRIYANTO
NIM : 010945007**


**PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2011**

Lembar Pengesahan

**TESIS INI TELAH DISETUJUI
TANGGAL, 30 SEPTEMBER 2011**

Oleh

Pembimbing Ketua



**Dr. Elyana Asnar STP, dr. MS
NIP: 195007071979032001**

Pembimbing



**Choesnan Effendi, dr. AIFM
NIP: 19471208 1974031002**

**Mengetahui,
Ketua Program Studi Ilmu Kesehatan Olahraga
Pascasarjana Universitas Airlangga**



**Lilik Herawati, dr. M.Kes
NIP: 197503142003122001**

Telah diuji pada

Tanggal, 30 September 2011

PANITIA PENGUJI TESIS

Ketua : : Prof. Dr. Harjanto JM, dr.,AIFM

Anggota :

1. Dr. Elyana Asnar STP, dr.,MS
2. Choesnan Effendi, dr., AIFM
3. Tjitra Wardani, dr.,M.S
4. Budiono, dr.,MS

UCAPAN TERIMAKASIH

Pertama-tama saya panjatkan puji syukur kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan Hidayah – NYA , sehingga saya dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan tesis dengan sebaik-baiknya.

Dengan ketulusan hati yang paling dalam saya sampaikan ucapan terima kasih tak terhingga dan penghargaan yang setinggi-tingginya serta apresiasi yang sebesar-besarnya kepada :

Dr. Elyana Asnar STP, dr., MS selaku pembimbing ketua yang penuh perhatian dan kesabaran selalu memberikan bimbingan, kritik, saran serta dorongan dan motivasi sejak penyusunan proposal, pelaksanaan penelitian hingga selesainya tesis ini, serta Choesnan Effendi, dr., AIFM sebagai pembimbing dan dosen Ilmu Kesehatan Olahraga, ditengah-tengah kesibukan beliau dengan penuh kesabaran dan keikhlasan telah memberikan arahan, bimbingan, nasehat dan saran kepada penulis.

Saya ucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Mabes TNI AL melalui Disdikal yang telah memberikan bantuan beasiswa.

Dengan selesainya Tesis ini, perkenankanlah saya ucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Rektor Universitas Airlangga, Prof. Dr. Fasich, Apt, yang telah memberikan kesempatan menjadi mahasiswa di Program Pascasarjana Universitas Airlangga
2. Alm Prof. Dr. Soenarko Setyawan, dr., MS, semasa hidup beliau telah memberikan bantuan dan bimbingan pada awal menempuh pendidikan di Program Pascasarjana Universitas Airlangga.

3. Prof. Dr. Widji, Apt, yang telah memberikan masukan dan bimbingan untuk menempuh pendidikan di Program Pascasarjana Universitas Airlangga.
4. Prof. Dr. Adi Sudi Antara, Apt yang telah memberikan masukan dan bimbingan untuk menempuh pendidikan di Program Pascasarjana Universitas Airlangga.
5. Prof. Dr. Suryanto. Drs., MSi yang telah memberikan bimbingan dalam perkuliahan Program Pascasarjana Universitas Airlangga.
6. Kolonel Laut (KH) Drs. Sony Santoso yang telah memberikan ijin serta dorongan dalam menempuh pendidikan di Program Pascasarjana Universitas Airlangga.
7. Kolonel Laut (KH) Drs. Zainal Abidin yang telah memberikan ijin serta kepercayaan untuk menempuh pendidikan di Program Pascasarjana Universitas Airlangga.
8. Kolonel Laut (KH) Drs. Edy Santoso yang telah memberikan kepercayaan untuk menempuh pendidikan di Program Pascasarjana Universitas Airlangga.
9. Letkol Laut (KH) Drs. Bambang Trisulo, Mayor Laut (KH) Hardianto, S.Pd, Mayor Laut (KH) Totok MB, S.Pd, Mayor Laut (KH) Bambang Eko, S.Pd, serta rekan-rekan di Departemen Jasmani AAL yang telah memberikan dorongan dalam menempuh pendidikan di Program Pascasarjana Universitas Airlangga
10. Panitia penguji proposal dan tesis : : Dr. Elyana Asnar STP, dr., MS; Choesnan Effendi, dr., AIFM; Prof. Dr. Harjanto JM, dr., AIFM; Tjitra Wardani, dr., M.S; Budiono, dr., MS; Lilik Herawati, dr., M.Kes, yang telah memberikan saran dan masukan materi perbaikan proposal dan tesis.

11. Seluruh Dosen pengajar Program Studi Ilmu Kesehatan Olahraga dan Ilmu Faal yang banyak membantu selama menempuh pendidikan.
12. Seluruh staf karyawan Departemen Ilmu Faal dan Sekretariat gramik Fakultas Kedokteran Unair yang telah memberikan dukungan dan bantuan selama menempuh pendidikan.
13. Semua teman-teman seangkatan pada Program Studi Ilmu Kesehatan Olahraga yang saling membantu dan memberi motivasi dalam menempuh proses perkuliahan baik dalam suasana suka dan duka.
14. Team Eksperimen Anggota tetap dan kadet Akademi Angkatan Laut Surabaya.
15. Isteri tercinta Dewi Kurniasih, S.Pd, yang setia menemani, pengertian dan memberikan dorongan serta motivasi, ke 2 anak-anakku (M. Adiwidya Saputra, Aisyah “Ica” Cahya Rahmadani) yang memberikan inspirasi serta semangat dan penuh dengan kesabaran dalam menempuh dan menyelesaikan pendidikan ini.
16. Bapak dan ibu ku serta bapak Ibu Mertua yang selalu memberikan doa restu dalam menempuh pendidikan ini.
17. Kepada semua pihak yang tidak bisa disebutkan namanya yang ikut membantu penyelesaian penelitian dan penyusunan tesis ini.

Dengan segenap kerendahan hati penulis mohon maaf atas segala kekurangan dan semoga apa yang telah diberikan kepada penulis mendapat ridho dari Allah SWT dan selalu mendapat limpahan rahmat serta hidayah- NYA...Amin.

Surabaya, September 2011

Bayu Afriyanto

RINGKASAN

**MEMBANDINGKAN HASIL VO₂ MAKS ANTARA
TES LARI 12 MENIT (COOPER), ERGOCYCLE (ASTRAND)
DAN TREADMILL (ASTRAND)****Bayu Afriyanto**

Volume oksigen maksimum (VO₂ maks) adalah jumlah oksigen yang dikonsumsi secara maksimal permenit atau sama dengan daya aerobik maksimal. Kapasitas aerob maksimal merupakan indikator terpercaya bagi kebugaran jasmani seseorang.

Pengukuran volume oksigen maksimum (VO₂ maks) dapat dilakukan dengan cara langsung dengan memakai kantong udara dimana dengan cara menganalisa hembusan udara yang di tampung dalam kantong secara berkala. Cara tidak langsung, diantaranya memakai *Treadmill*, *Ergocycle*, *Harvard Step test*, tes lari, tes jalan dan masih banyak tes secara tidak langsung yang lain. Sedangkan di Indonesia data baku VO₂ maks dengan pengukuran langsung maupun tidak langsung belum dilakukan dan pengukuran VO₂ maks di Indonesia lebih banyak dilakukan dengan cara tidak langsung memakai alat *Ergocycle* dan *Step test*.

Menyeleksi atlet dapat dimulai dengan seleksi kemampuan kapasitas aerobik yang dimilikinya, VO₂ maks yang mencerminkan tingkat kesegaran jasmani seseorang adalah modal dasar bagi calon atlet berprestasi disamping motivasi dan gerak dasar.

Penelitian mengenai kesetaraan belum banyak dipublikasikan di Indonesia mengenai hasil tes lari 12 menit, *Ergocycle*, *Treadmill* dan *Step test*. Maka dalam

penelitian ini akan membandingkan hasil tes VO₂ maks tes treadmill, tes ergocycle dan tes lari 12 menit dilapangan.

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *The factorial cross over design*. Subjek penelitian berusia 21-25 th, jumlah sampel 13 orang, dengan 3 perlakuan.

Tes *Treadmill*, Tes *Ergocycle*, Tes lari 12 menit, masing-masing perlakuan istirahat 3 hari guna pemulihan kondisi fisik, subjek coba sebelumnya pada malam hari melaksanakan puasa 10 jam, mulai jam 22.wib, dan dipagi hari jam 8 wib sebelum melaksanakan aktiviats fisik, subjek penelitian mengakiri puasa dengan minum air putih sebanyak 200 cc yang diberi gula sebanyak 50 gram, baru setelah itu diadakan pengecekan kondisi fisik dan persiapan guna melakukan aktivitas fisik.

Data yang didapatkan dari hasil penelitian kemudian diolah dengan menggunakan 2 analisis yaitu analisis deskriptif dan analisis statistik inferensial (uji Normalitas distribusi dan uji Paired T-tes) dengan taraf signifikan 5%. Hasil yang didapat menunjukkan bahwa : Rerata VO₂ maks cara *Treadmill* : $30,6 \pm 2,1$ ml / kg BB / menit, sedangkan rerata VO₂ maks cara *Ergocycle* : $48,9 \pm 13,5$ ml / kg BB / menit, dan rerata VO₂ maks cara Lari 12 menit: $41,4 \pm 5,1$ ml/kgBB/menit. Sedangkan hasil uji - t, Uji beda hasil pengukuran VO₂ maks cara *Treadmill* dibanding *Ergocycle* : P = 0,000, Uji beda hasil pengukuran VO₂ maks cara *Treadmill* dibanding Lari 12 menit : P = 0,000, Uji beda hasil pengukuran VO₂ maks cara *Ergocycle* dibanding Lari 12 menit : P = 0,126, menunjukkan bahwa antara tes VO₂ maks cara *Ergocycle* dengan lari 12 menit tidak ada perbedaan, sedangkan antara tes VO₂ maks cara *Treadmill* dengan *Ergocycle* dan lari 12 menit menunjukkan adanya perbedaan.

SUMMARY

COMPARING THE RESULTS OF VO₂ MAX AMONG 12 MINUTES-RUNNING TEST (COOPER), ERGOCYCLE TEST (ASTRAND) AND TREADMILL TEST (ASTRAND)

Bayu Afriyanto

Maximum oxygen volume (VO₂max) is the amount of oxygen consumed maximally per minute or equal to the maximum aerobic capacity. The maximum aerobic capacity is a reliable indicator for someone's physical fitness.

The maximum oxygen volume (VO₂max) can be measured directly using airbag by analyzing air blowing accommodated in the bag periodically. The indirect measurement is, for instance, by using Treadmill, Ergo cycle, Harvard Step test, Running test, Walking test and so forth. Meanwhile in Indonesia the standard data of VO₂max has not been measured by the methods mentioned above yet, but more frequently by using the indirect measurement such as Ergo cycle and Step test equipment.

Athlete selection can be preceded by measuring his aerobic capacity. VO₂max reflecting the level of someone's physical fitness is a basic competence for the candidate of highly-performed athlete besides his basic movement and motivation. The research about the standard of the result of Running test, Ergo cycle, Treadmill and Step test has not been frequently publicized in Indonesia yet. Hence, this field research will compare the results of VO₂max test by treadmill test, Ergo cycle test and 12 minutes-Running test.

This research applied by *the factorial cross over design*. The subjects of the research are men 21-25 years old, the number of samples is 10 men. with 3 treatments, Treadmill Test, Ergo cycle Test, 12 minutes-Running test, each treatment taking a rest 3 days for recovery of physical condition. Before doing the tests, the subjects of the research do fasting for 10 hours at night, starting at 22.00 until 08.00 o'clock in the morning. Before starting the physical activities, the men end the fasting by drinking mineral water about 200 cc and poured with sugar 50 grams. After that, the physical condition will be checked and ready to do physical activities.

The data gained from the result of the research is subsequently processed by using 2 analyses, i.e. the descriptive analysis and the inferential statistical analysis (distribution Normality test and Paired T-test) with the significant level 5%. The results provided indicate that : the average mean of VO₂max by Treadmill: 30.6 ± 2.1 ml / kg / min, meanwhile the average mean of VO₂max by Ergo cycle: 48.9 ± 13.5 ml / kg / min, and the average mean of VO₂ max by Running 12 minutes: 41.4 ± 5.1 ml/kg/min. The test results - t, the test of different result of measuring VO₂max by treadmill compared with Ergo cycle: P = 0.000, the test of different result of measuring VO₂max by Treadmill compared with 12 minutes-Running: P = 0.000, the test of different result of measuring VO₂max by Ergocycle compared with 12 minutes-Running: P = 0.126, indicate that there is no different for the VO₂max tests by Ergocycle and 12 minutes-Running, whereas the VO₂max tests by Treadmill with Ergocycle and 12 minutes-Running showing the difference.

ABSTRACT

**COMPARING THE RESULTS OF VO2 MAX AMONG
12 MINUTES-RUNNING TEST (COOPER), ERGOCYCLE TEST (ASTRAND)
AND TREADMILL TEST (ASTRAND)**

Bayu Afriyanto

The aim of this study is to compare the result of VO2 max test by Treadmill Test, Ergo cycle Test, 12 minutes-Running Test.

This research applied by *the factorial cross over design*. The subjects of the research are men 21-25 years old, the number of samples is 10 men, with 3 treatments, Treadmill Test, Ergo cycle Test, 12 minutes-Running Test, each treatment taking a rest 3 days for recovery of physical condition. Before doing the tests, the subjects of the research do fasting for 10 hours at night, starting at 22.00 until 08.00 o'clock in the morning. Before starting the physical activities, the men end the fasting by drinking mineral water about 200 cc and poured with sugar 50 grams. After that, the physical condition will be checked and ready to do physical activities.

The data gained from the result of the research is subsequently processed by using 2 analyses, i.e. the descriptive analysis and the inferential statistical analysis (distribution Normality test and Paired T-test) with the significant level 5%. The results provided indicate that : the average mean of VO2max by Treadmill: 30.6 ± 2.1 ml / kg / min, meanwhile the average mean of VO2max by Ergo cycle: 48.9 ± 13.5 ml / kg / min, and the average mean of VO2 max by Running 12 minutes: 41.4 ± 5.1 ml/kg/min.

The results of t-test, the test of different result of measuring VO2max by treadmill compared with Ergo cycle: $P = 0.000$, the test of different result of measuring VO2max by Treadmill compared with 12 minutes-Running: $P = 0.000$, the test of different result of measuring VO2max by Ergo cycle compared with 12 minutes-Running: $P = 0.126$, indicate that there is no different for the VO2max tests by Ergo cycle and 12 minutes-Running, whereas the VO2max tests by Treadmill with Ergocycle and 12 minutes-Running showing the difference.

DAFTAR ISI

HALAMAN

Sampul Depan.....	
Sampul Dalam.....	i
Prasyarat Gelar.....	ii
Lembar Persetujuan.....	iii
Penetapan Panitia Penguji.....	iv
Ucapan Terima Kasih.....	v
Ringkasan.....	viii
Summary.....	x
Abstract.....	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xviii
DAFTAR GAMBAR.....	xix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xx
DAFTAR SINGKATAN.....	xxi
BAB 1 : PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4

xiii



1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengertian VO2 maks.....	6
2.2 Manfaat Pengukuran VO2 maks	7
2.3 Cara Pengukuran VO2 maks.....	9
2.4.1 Faktor yang mempengaruhi VO2 maks.....	10
2.5 Pengukuran VO2 maks.....	12
2.6 VO2 maks Pada Cabang Olahraga.....	20
2.7 Penyediaan Sistem Aerobik dan Anaerobik.....	23
2.8 Peranan Latihan Fisik Terhadap VO2 maks.....	27
BAB : 3 KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS.....	29
3.1 Kerangka Konseptual.....	29
3.2 Narasi Kerangka Konseptual.....	30
3.3 Hipotesis Penelitian.....	32
BAB : 4 MATERI DAN METODE PENELITIAN.....	33
4.1 Jenis Penelitian.....	33
4.2 Rancangan Penelitian.....	33
4.3 Populasi Penelitian.....	33
4.4 Sampel Penelitian.....	34
4.5 Definisi Operasional Variabel.....	35
4.5.1 Tes Treadmill.....	35

4.5.2 Tes Ergocycle.....	35
4.5.3 Tes lari 12 menit.....	36
4.5.4 VO2 maks.....	36
4.5.5 Jenis kelamin.....	36
4.5.6 Umur.....	36
4.5.7 Berat badan.....	36
4.5.8 Tinggi badan.....	37
4.6 Tes, Pengukuran, dan Evaluasi.....	37
4.6.1 Tes.....	37
4.6.2 Pengukuran.....	37
4.6.3 Evaluasi.....	38
4.7 Peralatan dan Fasilitas.....	39
4.7.1 Peralatan.....	39
4.7.2 Fasilitas.....	39
4.8 Pelaksanaan Penelitian.....	39
4.8.1 Persiapan.....	39
4.8.2 Kegiatan penelitian.....	40
4.9 Lokasi Penelitian dan Waktu Penelitian.....	41
4.9.1 Lokasi penelitian.....	41
4.9.2 Waktu penelitian.....	41

4.10 Teknik Analisis Data.....	41
4.11 Prosedur Pelaksanaan Penelitian.....	42
4.11.1 Prosedur tes Treadmill.....	42
4.11.2 Prosedur tes Ergocycle.....	42
4.11.3 Prosedur tes lari 12 menit.....	43
4.11.4 Penghentian tes.....	44
4.12 Kerangka Operasional Penelitian.....	45
BAB : 5 ANALISIS HASIL PENELITIAN.....	46
5.1 Deskripsi Data.....	46
5.1.1 Umur, TB, BB, BMI.....	46
5.2 Uji Normalitas Pengukuran HR awal	47
5.3 Hasil Analisis Statistik Pengukuran VO2 maks.....	48
BAB : 6 PEMBAHASAN.....	51
6.1 Pembahasan Metode.....	51
6.2 Sampel dan Teknik Sampling.....	52
6.3 Metode Tes Pengukuran.....	52
6.4 Pembahasan Tes Pengukuran.....	53
6.5 Karakteristik Fisik Sampel Penelitian.....	53
6.6 Evaluasi Hasil Pengukuran.....	54

BAB : PENUTUP.....	55
7.1 Kesimpulan.....	55
7.2 Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA.....	56
LAMPIRAN.....	60

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1	Beban awal pada tes Treadmill Astrand..... 10
Tabel 2.2	Data VO2 maks Wanita 14
Tabel 2.3	Data VO2 maks Pria 15
Tabel 2.4	Nilai Normal VO2 maks Non Atlet..... 16
Tabel 2.5	Tes Lari 12 menit Cooper..... 18
Tabel 2.6	Sumbangan efektif volume tidal pada beebagai cabor.. 20
Tabel 2.7	Tabel VO2 maks pada cabang olahraga..... 21
Tabel 2.8	Nilai normal VO2 maks pada atlet..... 22
Tabel 5.1	Data deskriptif, Umur, TB, BB, BMI..... 46
Tabel 5.2	Uji Normalitas variabel pengukuran HR..... 47
Tabel 5.3	Rerata HR awal dan HR akhir..... 47
Tabel 5.4	Data hasil pengukuran VO2 maks..... 48
Tabel 5.5	Uji -t pengukuran VO2 maks..... 48

DAFTAR GAMBAR

			Halaman
Gambar	5.1	Grafik pengukuran VO ₂ maks.....	49
Gambar	5.2	Grafik Frekuensi nadi awal dan nadi akhir...	50

DAFTAR LAMPIRAN

			Halaman
Lampiran	1	Hasil tes Treadmill.....	60
Lampiran	2	Hasil tes Ergocycle.....	61
Lampiran	3	Hasil tes Lari 12 menit.....	62
Lampiran	4	Tingkat kebugaran responden.....	63
Lampiran	4	Hasil Analisis Statistik.....	64
Lampiran	5	Informed consent.....	68
Lampiran	6	Penjelasan dan informasi penelitian.....	69
Lampiran	7	Dokumentasi penelitian.....	70

DAFTAR SINGKATAN

VO2 maks	: Volume Oksigen maksimal
Mabas	: Markas besar
TNI	: Tentara Nasional Indonesia
AL	: Angkatan Laut
AAL	: Akademi Angkatan Laut
ATP	: Adenosine Triphosphate
ADP	: Adenosine Diphosphate
ATP-PC	: Adenosine Triphosphate-Phosphocreatine
Max HR	: Maximal Heart Rate
IMT	: Indek Masa Tubuh
TB	: Tinggi Badan
BB	: Berat Badan
BMI	: Body Mass Index
KG	: Kilogram
CM	: Centimeter

BAB 1

PENDAHULUAN



1.1 Latar Belakang

Volume oksigen maksimum (VO_2 maks) adalah jumlah oksigen yang dikonsumsi secara maksimal per menit atau sama dengan daya aerobik maksimal (Fox, 1993), sedangkan menurut Jenssen (1993) VO_2 maks adalah kemampuan tubuh untuk menghisap, mengedarkan, mendistribusikan, dan menggunakan oksigen secara maksimal atau disebut juga kapasitas aerob maksimal. Kapasitas aerob maksimal merupakan indikator terpercaya bagi kebugaran jasmani seseorang (Cooper, 1982).

Sedangkan untuk pengukuran volume oksigen maksimum VO_2 maks dapat dilakukan dengan cara langsung dengan memakai kantong udara dimana dengan cara menganalisa hembusan udara yang di tampung dalam kantong secara berkala. Cara tidak langsung, diantaranya memakai alat *Treadmill*, *Ergocycle*, *Harvard Step test*, tes lari, tes jalan dan masih banyak tes secara tidak langsung yang lain. Sedangkan di Indonesia data baku VO_2 maks dengan pengukuran langsung maupun tidak langsung belum dilakukan dan pengukuran VO_2 maks di Indonesia lebih banyak dilakukan dengan cara tidak langsung memakai alat *Ergocycle* dan *Step test*.

Menyeleksi atlet dapat dimulai dengan seleksi kemampuan kapasitas aerobik yang dimilikinya, VO_2 maks yang mencerminkan tingkat kesegaran jasmani seseorang adalah modal dasar bagi calon atlet berprestasi disamping motivasi dan gerak dasar (Widyah, 2003). Pengukuran besarnya VO_2 maks sangat penting untuk mengetahui tingkat kebugaran jasmani atlet yang telah menjalani program latihan, serta bagi orang

yang telah melakukan latihan secara teratur untuk menjaga kondisi kesehatan. Ambilan O₂ seseorang akan menggambarkan tingkat kebugaran jasmani dari orang tersebut. Mereka yang mempunyai *VO₂max* tinggi adalah orang yang mempunyai tingkat kebugaran jasmani baik, sedangkan yang mempunyai *VO₂max* rendah, adalah orang yang tingkat kebugaran jasmaninya rendah (Jonathan Kuntaraf, 1992). Dengan demikian, maka semakin banyak ambilan O₂ seseorang, semakin baik katagori tingkat kebugaran jasmani orang itu dan sebaliknya semakin sedikit ambilan O₂, maka semakin rendah tingkat kebugaran jasmani orang tersebut.

Menurut Sastropanoelar (1988), pengukuran kapasitas aerob maksimal sangat penting untuk mengetahui status kebugaran jasmani seseorang apalagi seorang atlet, banyak usaha untuk menemukan tes lapangan yang mudah dan sederhana pelaksanaannya sehingga mudah bagi seseorang untuk melakukan serta murah biayanya sebagai pengganti tes canggih di laboratorium. Tes kebugaran merupakan tes kemampuan sistem kardiorespirasi dan sistem muskuler (Astrand, 1986). Di Indonesia belum ada standart yang baku mengenai hasil kesetaraan pengukuran VO₂ maks dengan cara lari 12 menit, ergocycle, steap tes, treadmill. Tes kebugaran merupakan salah satu tes untuk mencari bakat, sehingga sangat dibutuhkan cara yang sederhana, terutama didaerah yang tidak mempunyai laboratorium kebugaran jasmani. Penelitian mengenai kesetaraan belum banyak dipublikasikan di Indonesia mengenai hasil tes lari, *Ergocycle*, *Treadmill* dan *Step test*.

Maka dalam penelitian ini akan membandingkan hasil tes VO₂ maks tes treadmill, tes ergocycle dan tes lari 12 menit dilapangan.

Mengapa permasalahan ini perlu diteliti, karena didaerah pada umumnya tidak ada laboratorium kebugaran jasmani atau Fitness Center yang memiliki peralatan berupa treadmill atau ergocycle baik untuk atlet maupun non atlet yang berguna untuk mengukur daya tahan VO_2 maks, sedangkan didaerah perkotaan terdapat laboratorium kebugaran jasmani akan tetapi dalam pelaksanaan tes daya tahan memerlukan waktu dan biaya yang mahal. Jadi banyak usaha telah dilakukan untuk memodifikasi tes yang sudah ada menjadi lebih sederhana pelaksanaanya sebagai pengganti tes canggih dilaboratorium, sedangkan hasil yang diperoleh belum cukup memuaskan atau belum bermakna, terutama dilingkungan TNI AL yang selalu menggunakan tes lari 12 menit versi Cooper dalam menilai VO_2 maks para calon dalam pelaksanaan tes kesegaran jasmani yang jumlah pesertanya bisa mencapai ratusan hingga ribuan. Dalam penelitian ini, akan dibandingkan dan dianalisis hasil VO_2 maks dari ketiga hasil tersebut sedangkan hasil kesetaraan akan dilakukan tindak lanjut setelah penelitian ini.

1.2 Rumusan Masalah

Seberapa jauh perbandingan hasil pengukuran VO_2 maks antara tes lari 12 menit (metode Cooper), dengan menggunakan ergocycle (metode Astrand) dan tes treadmill (metode Astrand) ?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan umum

Penelitian ini bertujuan mengetahui perbandingan hasil pengukuran VO_2 maks pada berbagai metode pengukuran.

1.3.2 Tujuan khusus

Tujuan khusus dari penelitian ini adalah untuk :

Membandingkan hasil pengukuran VO_2 maks antara metode Cooper lari 12 menit dengan menggunakan ergocycle (metode Astrand) dan tes treadmill (metode Astrand).

1.4 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis.

Informasi ilmiah hasil tes kebugaran cara lari 12 menit dari (Cooper) dengan cara ergocycle (Astrand) dan treadmill (Astrand).

2. Manfaat Praktis:

- a) Sebagai acuan para pelatih olahraga maupun pemerhati olahraga untuk pengukuran VO_2 maks pada atlet berbagai cabang olahraga, khususnya didaerah

yang tidak memiliki peralatan Treadmill, Ergocycle, agar tetap dapat mengukur tingkat VO₂ maks para atletnya.

- b) Sebagai skrining tingkat kebugaran jasmani pada anak remaja yang akan ikut tes kemiliteran

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Volume Oksigen Maksimum (VO₂ maks)

Kemampuan aerobik (VO₂ maks) adalah kemampuan olah daya aerobik terbesar yang dimiliki seseorang atau bisa juga di sebut kapasitas aerobik maksimal. Hal ini ditentukan oleh jumlah zat asam (O₂) yang paling banyak dapat dipasok oleh jantung, pernapasan, dan hemo-hidro-limpatik atau transport O₂, CO₂ dan nutrisi pada setiap menit (Karpovich, dalam Santoso, 1992). Menurut Devries (dalam Joesoef, 1988) yang dimaksud dengan VO₂maks adalah derajat metabolisme aerob maksimum dalam aktivitas fisik dinamis yang dapat dicapai seseorang. Sedangkan menurut Thoden (dalam Sukarman, 1992), yang dimaksud dengan *VO₂max* adalah: "Daya tangkap aerobik maksimal menggambarkan jumlah oksigen maksimum yang dikonsumsi per satuan waktu oleh seseorang selama latihan atau tes, dengan latihan yang makin lama makin berat sampai kelelahan. Ukurannya disebut VO₂maks. VO₂maks adalah ambilan oksigen (oxygen intake) selama upaya maksimal"; dan menurut Costill, (dalam Maglischo, 1982), bahwa kapasitas kerja fisik dinamis yang dapat dilakukan dalam waktu yang lama dapat diukur dari konsumsi oksigen maksimalnya (*VO₂maks* atau maximal oxygen uptake)". *VO₂maks* adalah suatu indikator yang baik dari capaian daya tahan aerobik. Individu yang terlatih dengan *VO₂maks* yang lebih tinggi akan cenderung dapat melaksanakan lebih baik di dalam aktivitas daya tahan dibanding dengan orang-orang yang mempunyai *VO₂maks* lebih rendah untuk aktivitas daya tahan aerobik. Pada tahun 1970-an Kenneth Cooper meneliti hubungan antara olahraga dengan kesegaran jasmani ia

mendapatkan bahwa orang-orang yang mempunyai daya tahan yang tinggi karena melakukan olahraga, ternyata paru-paru mereka mempunyai kesanggupan untuk menampung 1,5 lebih banyak udara dari pada orang biasa (Gilmore, 1981). Pengukuran banyaknya udara atau oksigen disebut *VO2 maks*. V berarti volume, O₂ berarti oksigen, Max berarti maksimum, dengan demikian *VO2maks* berarti volume oksigen tubuh yang dapat digunakan saat bekerja sekeras mungkin. Hal ini memberikan indikasi bagaimana tubuh menggunakan oksigen pada saat melakukan pekerjaan misalnya sewaktu olahraga otot harus menghasilkan energi satu proses dimana oksigen memegang suatu peranan penting. Lebih banyak oksigen digunakan berarti lebih besar kapasitas menghasilkan energi dan kerja yang berarti daya tahan akan lebih besar. Mereka yang mempunyai *VO2maks* yang tinggi dapat melakukan lebih banyak pekerjaan sebelum menjadi lelah, dibandingkan dengan mereka yang mempunyai *VO2maks* yang lebih rendah. Lebih sehat dan lebih tinggi kebugaran jasmani seseorang, lebih banyak oksigen yang tubuh kita dapat proseskan. Sementara kita berlatih, paru-paru akan dapat mengambil lebih banyak oksigen dari pembuluh darah kapiler. Dengan demikian mereka yang mempunyai *VO2mas* tinggi adalah orang yang mempunyai kesegaran jasmaninya baik, sedangkan yang *VO2maks* nya rendah adalah orang yang kebugaran jasmaninya jelek.

2.2 Manfaat pengukuran VO2 maks.

Untuk mengetahui kapasitas max penggunaan oksigen, sangat erat hubungannya dengan kapasitas fisik seseorang. Kapasitas fisik seseorang sangat ditentukan oleh kemampuan neuro-muskular serta kardio-respirasi. Salah satu indikator utama kapasitas erobik maksimal seseorang merupakan bagian utama yang menentukan tingkat kebugaran (fitness) seseorang. Merupakan salah satu faktor utama menentukan prestasi olahraga

yang menggunakan penyediaan energi secara metabolisme erobik, antara lain lari jauh, triathlon, dasalomba, pancalomba serta beberapa cabang permainan (sepakbola, bulutangkis, tenis).

Mencerminkan kemampuan dan kapasitas :

- Neuro-muskular
- Kardio-sirkulasi
- Respirasi
- Jumlah eritrosit dan hemoglobin
- Secara tidak langsung mencerminkan fungsi hati, hormonal dan ginjal (sistem ekskresi)

Tes VO₂-maks dilakukan dengan suatu aktivitas fisik submaksimal 80 % s/d maksimal. Organ utama yang sangat aktif pada saat aktivitas fisik adalah kontraksi otot. Kontraksi otot yang hampir mencapai maksimal (submaksimal) dan dilakukan lebih dari 2 menit, diperlukan penyediaan energi yang tinggi. Penyediaan energi yang tinggi dalam jumlah banyak dan berlangsung cukup lama (lebih 2 menit) diperlukan metabolisme secara erobik, dan proses tersebut dilakukan di mitochondria otot dengan proses glikolisis dan lipolisis erobik.

Agar proses glikolisis dan lipolisis erobik dapat berlangsung cepat dan lama, sangat diperlukan pasokan oksigen yang cepat dan dalam jumlah banyak, serta proses pengeluaran CO₂ secara cepat (akibat hasil metabolisme secara erobik). Agar proses semua tersebut dapat berlangsung dengan cepat dan lama diperlukan jumlah hemoglobin yang optimal, kecepatan sirkulasi yang tinggi, diffusi oksigen dari alveoli paru yang cepat dan banyak serta pengeluaran CO₂ yang cepat. Keadaan tersebut memerlukan fungsi

kardio-sirkulasi dan respirasi yang optimal, kadar hormon, fungsi saraf motorik dan saraf simpatis yang optimal.

Sintesa protein, hemoglobin, eritrosit, hormon, sangat erat hubungannya dengan fungsi hati, kelenjar endokrin serta bone-marrow (sumsum tulang). Juga perlu fungsi ginjal yang normal, oleh karena diperlukan pengeluaran hasil metabolisme yang meningkat akibat aktivitas fisik, antara lain ureum, creatinine.

2.3 Cara Pengukuran VO_2 maks

Untuk pengukuran volume oksigen maksimum (VO_{2max}) dapat dilakukan dengan dua cara:

1. **Dengan cara langsung**, yaitu pengukuran oksigen yang digunakan, dipakai dan dilakukan benar-benar dari sampel oksigen yang digunakan pada saat latihan dengan cara menganalisa udara hembusan yang ditampung dalam kantong secara berkala, bermacam-macam tes dengan cara pelaksanaan tes yang berbeda, salah satunya tes secara langsung yaitu : Tes Saltin-Astrand dimana alat yang digunakan adalah treadmill dengan penambahan beban secara terus menerus. Sebelum tes dilakukan didahului dengan menaksir besarnya kapasitas aerob maksimal lewat tes submaksimal diatas sepeda ergometer, tes penaksiran ini berlangsung di atas sepeda selama 5 menit. Pada menit terakhir denyut jantung diukur dan diakhir menit ke 5 denyut jantung digunakan untuk menaksir besarnya kapasitas aerob maksimal dengan menggunakan nomogram Astrand, hasil penaksiran ini digunakan untuk menentukan beban awal yang sesuai dengan kemampuan masing-masing, sehingga pada tes sesungguhnya nanti lari sekencang-

kencangnya antara 3-7 menit diharapkan kapasitas aerob maksimal tercapai. Petunjuk penentuan beban awal dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.1 Beban awal pada tes treadmill Saltin-Astrand

Taksiran VO2 maks Ml/kg/men	Pria derajat kecepatan			Wanita derajat kecepatan		
	Ml/j	Km/j	Persen	Ml/j	Km/j	Persen
40	6,2	10,0	5,2	6,2	10,0	2,7
40-50	7,8	12,5	5,2	6,2	10,0	5,2
55-75	9,3	15,0	5,2	7,8	12,5	5,2
75	10,9	17,5	5,2	-	-	-

(Fox, and mathews, 1981)

2. Dengan cara tidak langsung. Pada umumnya tes kapasitas aerobik (*VO2max*) dilakukan dengan cara tidak langsung supaya biayanya tidak mahal, sehingga timbullah usaha-usaha untuk mengurangi kesukaran dalam pelaksanaan tes, misalnya dengan: step test, lari 12 menit, lari 2,4 km, dan tes jalan cepat satu mil. Cooper mendapatkan bahwa keadaan seseorang setelah lari 2,4 km sangat erat hubungannya dengan ukuran langsung dari volume oksigen maksimum seseorang, dan yang paling sering dipakai karena langsung dikonversikan dengan HR yang diukur pakai polar, stopwatch

2.4 Faktor yang Mempengaruhi VO₂ maks

Wiesseman (dalam Kuntaraf, 1992) ahli Kesehatan Masyarakat dari Universitas Loma Linda menyebutkan lima faktor yang menentukan VO₂ maks seseorang yaitu: jenis kelamin, usia, keturunan, komposisi tubuh, dan latihan

- 1). **Jenis kelamin.** Setelah masa pubertas wanita dalam usianya yang sama dengan pria umumnya mempunyai konsumsi oksigen maksimal yang lebih rendah dari pria.
- 2). **Usia.** Setelah usia 20-an *VO₂ max* menurun dengan perlahan-lahan. Dalam usia 55 tahun, *VO₂ maks* lebih kurang 27 % lebih rendah dari usia 25 tahun. Dengan sendirinya hal ini berbeda dari satu dengan orang yang lain. Mereka yang mempunyai banyak kegiatan *VO₂ maks* akan menurun secara perlahan.
- 3). **Keturunan.** Seseorang mungkin saja mempunyai potensi yang lebih besar dari orang lain untuk mengkonsumsi oksigen yang lebih tinggi, dan mempunyai suplai pembuluh darah kapiler yang lebih baik terhadap otot-otot, mempunyai kapasitas paru-paru yang lebih besar, dapat mensuplai haemoglobin dan sel darah merah yang lebih banyak dan jantung yang lebih kuat. Dilaporkan bahwa konsumsi oksigen maksimum bagi mereka yang kembar identik sangat sama (Klissouras, dalam Kuntaraf, 1992).
- 4). **Komposisi tubuh.** Walaupun *VO₂ maks* dinyatakan dalam beberapa milliliter oksigen yang dikonsumsi per kg berat badan, perbedaan komposisi tubuh seseorang menyebabkan konsumsi yang berbeda. Misalnya tubuh mereka yang mempunyai lemak dengan persentasi tinggi mempunyai konsumsi oksigen maksimum yang lebih rendah. Bila tubuh berotot kuat, *VO₂max* akan lebih tinggi. Sebab itu, jika dapat mengurangi lemak dalam tubuh, konsumsi oksigen maksimal dapat bertambah tanpa tambahan latihan.
- 5). **Latihan/olahraga.** Kita dapat memperbaiki *VO₂ maks* dengan olahraga atau latihan. Dengan latihan daya tahan yang sistematis, akan memperbaiki konsumsi oksigen maksimal dari 5% sampai 25%. Penelitian menunjukkan bahwa laki-laki usia 65-74 tahun dapat meningkatkan *VO₂ maks* sekitar 18 % setelah berolahraga secara teratur selama 6 bulan (Wiesseman, dalam Kuntaraf, 1992). Menurut Astrand (1986), faktor fisiologis

yang mempengaruhi daya tahan jantung-paru antara lain: faktor genetik, usia, jenis kelamin, dan aktivitas latihan. Dari penelitian didapat kesimpulan bahwa: VO_2 maks 93,4% ditentukan oleh faktor genetik, selebihnya adalah oleh latihan. Oleh karena itu VO_2 maks seseorang dapat ditingkatkan; paling tidak daya tahan aerobik dapat meningkat antara 6-20% dengan pelatihan atletik, yaitu dengan melakukan jalan, jogging, ataupun lari. Peningkatan VO_2 maks yang lebih besar pada umumnya adalah terhadap individu yang tidak terlatih. Sedangkan pada orang yang latihannya teratur dan pada atlet yang banyak mempergunakan daya tahan, maka peningkatan VO_2 maks nya kecil.

2.5 Pengukuran VO_2 maks

Terdapat berbagai variasi tes VO_2 maks untuk menetapkan tingkat kebugaran jasmani seseorang.

2.5.1 Treadmill

Pada tes Treadmill, konsumsi oksigen tergantung pada berat badan subyek, dan juga menaikkan dan meningkatkan kecepatan dan derajat ketinggian treadmill, Makin rendah denyut jantung terhadap aktivitas berat, makin baik keadaan kapasitas aerobik orang tersebut (Sajoto, 1988). Didalam pengukuran dengan treadmill, yang dilakukan dengan meningkatkan kecepatan treadmill, menaikkan ketinggian derajat treadmill dan meningkatkan keduanya, baik kecepatan dan derajat.

Prosedur Astrand :

Tes ini mengharuskan atlet untuk berjalan selama mungkin pada treadmill yang kemiringannya bertahap pada interval waktunya



* Subjek Penelitian pemanasan selama 5 menit

* Asisten menyiapkan treadmill dengan kecepatan 8.05km/hr (5 mph) dan sudut kemiringan 0%

* Asisten memberikan perintah "GO", memulai stopwatch dan subjek penelitian dimulai tes

* Asisten, setelah 3 menit mulai, menaikkan sudut kemiringan Treadmill menjadi 2,5% dan kemudian setiap 2 menit sesudahnya meningkatkan miring sebesar 2,5%

* Asisten menghentikan stopwatch dan catatan waktu ketika atlet tidak dapat melanjutkan.

penilaian dari waktu berjalan total perkiraan VO₂max atlet dapat dihitung sebagai berikut:

$$* VO_{2max} = (1,444 \times \text{Waktu}) + 14,99$$

mana "Waktu" adalah waktu pengujian dicatat dinyatakan dalam menit dan pecahan satu menit. Contoh : Subjek coba berhenti tes setelah 13 menit 15 detik berjalan (13,25menit).

$$* VO_{2max} = (13,25 \times 1,444) + 14,99$$

$$* VO_{2max} = 34,123 \text{ ml / kg / menit}$$

Untuk perkiraan VO₂max Anda masukkan durasi menjalankan dan kemudian pilih tombol 'Kalkulasi'.

Waktu - menit detik

VO₂max ml / kg / menit

Kelebihan dalam pemakaian treadmill :

- a) Melibatkan seluruh otot tubuh
- b) Dipengaruhi kecepatan dan incinasi/ sudut ketinggian treadmill.

c) Tingkat kesalahanya paling kecil

Kelemahan dalam pemakaian treadmill :

- a) Langkah subjek penelitian mengikuti perputaran treadmill
- b) Jika subjek penelitian tidak bisa mengikuti perputaran treadmill bisa jatuh kebelakang.

Tabel 2.2 Data VO2 maks (Heywood 1998) wanita (values in ml/kg/min)

Age	Very Poor	Poor	Fair	Good	Excellent	Superior
13-19	<25.0	25.0 - 30.9	31.0 - 34.9	35.0 - 38.9	39.0 - 41.9	>41.9
20-29	<23.6	23.6 - 28.9	29.0 - 32.9	33.0 - 36.9	37.0 - 41.0	>41.0
30-39	<22.8	22.8 - 26.9	27.0 - 31.4	31.5 - 35.6	35.7 - 40.0	>40.0
40-49	<21.0	21.0 - 24.4	24.5 - 28.9	29.0 - 32.8	32.9 - 36.9	>36.9
50-59	<20.2	20.2 - 22.7	22.8 - 26.9	27.0 - 31.4	31.5 - 35.7	>35.7
60+	<17.5	17.5 - 20.1	20.2 - 24.4	24.5 - 30.2	30.3 - 31.4	>31.4

Tabel 2.3 Data VO₂ maks (Heywood 1998) untuk pria (values in ml/kg/min)

Age	Very Poor	Poor	Fair	Good	Excellent	Superior
13-19	<35.0	35.0 - 38.3	38.4 - 45.1	45.2 - 50.9	51.0 - 55.9	>55.9
20-29	<33.0	33.0 - 36.4	36.5 - 42.4	42.5 - 46.4	46.5 - 52.4	>52.4
30-39	<31.5	31.5 - 35.4	35.5 - 40.9	41.0 - 44.9	45.0 - 49.4	>49.4
40-49	<30.2	30.2 - 33.5	33.6 - 38.9	39.0 - 43.7	43.8 - 48.0	>48.0
50-59	<26.1	26.1 - 30.9	31.0 - 35.7	35.8 - 40.9	41.0 - 45.3	>45.3
60+	<20.5	20.5 - 26.0	26.1 - 32.2	32.3 - 36.4	36.5 - 44.2	>44.2

2.5.2 Ergometer sepeda

Pada ergometer sepeda, perubahan tingkat latihan fisik diperoleh dengan cara mengubah beban pada roda sepeda. Keduanya membutuhkan alat khusus yang sulit dilakukan di lapangan, alat ini juga mahal karena semuanya serba elektrik dan komputer (Sajoto,1988). Parameter pada tes ini adalah frekuensi denyut nadi dan besar beban, yang selanjutnya digunakan untuk menentukan besar kapasitas maksimal aerob (VO₂ maks).

Prosedur tes ergometer sepeda Astrand:

1. Subjek penelitian mengayuh sepeda untuk pemanasan dengan beban awal 25 watt dengan kecepatan 50 rpm selama 3 menit.
2. dilanjutkan dengan penambahan beban 25 watt dengan kecepatan 50 rpm, tiap beban dilakukan selama 6 menit.

3. hitung DN (Denyut Nadi) tiap menit untuk setiap beban, sampai tercapai DN diantara 120-170 kali per menit.

4. timbang BB.

5. dari BB dan DN tiap beban hitung VO_{2max} , VO_{2max} yang didapat dikoreksi sesuai umur, setelah dibagi BB, maka hasil yang didapat berupa VO_{2max} dalam ml O_2 /kg BB/menit.

Kelebihan dalam pemakaian ergocycle

- a) Subjek penelitian tidak tertalu capai karena mengayuh sambil duduk.
- b) Aktivitas mengayuh sepeda ergo melibatkan kontraksi otot tungkai.

Kelemahan dalam pemakaian ergocycle

- a) Aktivitas otot tungkai dan tubuh sangat dipengaruhi oleh rpm serta beban yang diberikan.
- b) Otot yang leih dominan bekerja hanya bagian kontraksi otot tungkai, sedangkan otot lengan hanya untuk memegang stang sepeda.

Tabel 2.4 : Nilai normal VO_{2max} pada orang tidak terlatih dan atlet, berdasar umur dan sex (Wilmore and Costill, 2005) – dalam ml/kg/min, sebagai berikut :

Age	Male	Female
10-19	47-56	38-46
20-29	43-52	33-42
30-39	39-48	30-38
40-49	36-44	26-35
50-59	34-41	24-33
60-69	31-38	22-30
70-79	28-35	20-27

2.5.3 Tes lari 12 menit (Cooper)

Tes ini dikembangkan oleh Dr. Kenneth Cooper. Dimana naracoba melakukan aktivitas berlari selama 12 menit secara terus menerus pada lintasan lari atletik yang sepanjang 400 meter atau lintasan manapun dengan syarat jarak dapat diukur dengan akurat.

Kelebihan dalam tes lari 12 menit (Cooper)

- a) Kontraksi otot seluruh tubuh.
- b) Ruang gerak lebih leluasa.
- c) Kecepatan dapat diatur diri sendiri.

Kelemahan dalam tes lari 12 menit (Cooper)

- a) Terkendala cuaca.
- b) Kecepatan tidak stabil.

Tabel tes lari 12 menit.

Tabel 2.5 Tes Lari / Jalan 12 Menit (Cooper)

Kategori	Ukuran / Tes	Umur (tahun)					
		13-19	20-29	30-39	40-49	50-59	> 60
Laki-Laki							
Baik Sekali Skor: 5	Vo2 max 12 mnt(Km)	> 51.0 > 2.76	> 46.5 > 2.64	> 45 > 2.51	> 43.8 > 2.46	> 41.0 > 2.32	> 36.5 > 2.12
Baik Skor: 4	VO2 max 12 mnt(Km)	45.2-50.9 2.51-2.75	42.5-46.4 2.40-2.62	41.0-44.9 2.33-2.49	39.00-43.7 2.24-2.44	35.8-40.9 2.09-2.30	32.2-36.4 1.93-2.11
Cukup Skor: 3	Vo2 max 12 mnt(Km)	38.4-45.1 2.20-2.49	36.5-42.4 2.11-2.38	35.5-40.9 2.09-2.32	33.6-38.9 2.0-2.22	31.0-35.7 1.87-2.08	26.1-32.2 1.64-1.92
Kurang Skor: 2	Vo2 max 12 mnt(Km)	35.0-38.3 2.08-2.19	33.0-36.4 1.95-2.09	31.5-35.4 1.88-2.08	30.2-35.5 1.82-1.98	26.1-30.9 1.64-1.85	20.5-26.0 1.39-1.63
Krg Sekali Skor: 1	Vo2 max 12 mnt(Km)	< 35.0 < 2.08	< 33.0 < 1.95	< 31.5 < 1.88	< 30.2 < 1.82	< 26.1 < 1.64	< 20.5 < 1.39
Perempuan							
Baik Sekali Skor: 5	Vo2 max 12 mnt (Km)	> 39.0 > 2.16	> 37.0 > 2.16	> 35.7 > 2.08	> 32.9 > 2.00	> 31.5 > 1.90	> 30.3 > 1.76
Baik Skor: 4	Vo2 max 12 mnt (Km)	35.0-38.9 2.08-2.28	33.0-36.9 1.96-2.14	31.5-35.6 1.90-2.06	29.0-32.8 1.79-1.98	27.0-31.4 1.69-1.88	24.5-30.2 1.58-1.74
Cukup Skor: 3	Vo2 max 12 mnt (Km)	31.0-34.9 1.90-2.60	29.0-32.9 1.79-1.95	27.0-31.4 1.69-1.88	24.5-28.9 1.58-1.77	22.8-26.9 1.50-1.68	20.2-24.4 1.39-1.56
Kurang Skor: 2	Vo2 max 12 mnt (Km)	25.0-30.9 1.60-1.88	23.6-28.9 1.53-1.77	22.8-26.9 1.52-2.68	21.0-24.4 1.40-1.56	20.2-22.7 1.34-1.48	17.5-20.1 1.24-1.37
Krg Sekali Skor: 1	Vo2 max 12 mnt (Km)	< 25 < 1.60	< 23.6 < 1.53	< 22.8 < 1.50	< 21.0 < 1.40	< 20.2 < 1.34	< 17.5 < 1.24

Sumber : Cooper 1982

2.5.4 Harvard step tes

Harvard Step test merupakan tes kesegaran jasmani yang sederhana. Tes ini bertujuan untuk mengukur kesegaran jasmani untuk kerja otot dan kemampuannya pulih

dari kerja. Caranya adalah dengan naik turun bangku terus menerus selama 5 menit dengan kecepatan 30 langkah/menit atau sampai seseorang tak mampu bertahan dalam kecepatan 30 langkah/menit. Setelah 5 menit denyut jantung diukur dalam menit ke-1, menit ke-2 dan menit ke-3 yang menunjukkan waktu pemulihan setelah latihan. Tes ini berdasarkan tinggi bangku dan tinggi seseorang yang bervariasi, juga dipengaruhi berat badan. Hal ini menyebabkan seseorang yang lebih berat badannya akan bekerja lebih keras daripada yang lebih kurus sehingga mempengaruhi hasil (Johnson B :1986).

Kelebihan dalam Harvard step tes.

- a) Waktunya paling pendek.
- b) Hanya naik turun bangku.

Kelemahan dalam Harvard step tes.

- a) Resiko cedera paling besar.
- b) Membutuhkan ketelitian dan keserasian dalam irama langkah

2.5.5 Tes ACSPFT

Tes kesegaran jasmani ACSPFT (*Asian Commitee on the Standardization of Physical Fitness Test*) merupakan tes kesegaran jasmani di lapangan yang sudah diakui secara internasional dan dibakukan di Asia. Tes ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kesegaran jasmani seseorang. Tes ini relatif murah dan mudah dikerjakan (Departemen Pendidikan dan Kebudayaan; 1977). Tes ACSPFT merupakan rangkaian tes yang terdiri dari (1) Lari 12 menit untuk mengukur kecepatan dan Cardiovasculer (2) Pull up untuk mengukur gerak eskplosif tubuh/ daya ledak otot, (3) Bergantung siku tekuk (putri) untuk mengukur kekuatan statis dan daya tahan lengan serta bahu, (4) Baring duduk /sit up 60 detik untuk mengukur daya tahan otot-otot perut, (5) Push up 60 detik untuk

mengukur daya tahan otot lengan serta bahu dan dada,serta punggung (6) Lari hilir mudik 3 x 10 m untuk mengukur ketangkasan.

2.6 VO2 maks Pada Cabang Olahraga

Tabel 2.6. Sumbangan efektif volume tidal (SE_{X1}), kadar hemoglobin (SE_{X2}) dan frekuensi denyut jantung/menit (SE_{X3}) terhadap VO2 maks (Y) pada berbagai cabang olahraga

Olahraga	SE X1	SE X2	SE X#
Renang	34,67	14,19	43,91
Sepak bola	24,40	29,11	45,44
Bulu tangkis	27,24	50,59	10,75
Bola Voli	11,66	45,00	39,95
Tenis	18,60	16,41	31,3
Tenis meja	12,99	3,77	81,5
Bola Basket	12,60	20,34	67,8

SE volume tidal terhadap VO2 maks (SE_{X1}) paling besar pada atlet olahraga renang sebesar 34,67% diikuti atlet olahraga bulutangkis sebesar 27,24% dan paling kecil atlet olahraga bola volly sebesar 11,66%. SE kadar hemoglobin terhadap VO2 maks (SE_{X2}) paling besar pada atlet olahraga bulutangkis sebesar 50,59% diikuti olahraga bolavolly sebesar 45% dan paling kecil tenismeja sebesar 3,77%. SE frekuensi denyut jantung per menit terhadap VO2 maks (SE_{X3}) paling besar pada atlet olahraga tenis meja sebesar 81%, diikuti bola basket sebesar 67,8% dan paling kecil bulu tangkis sebesar 10,75%.

Tabel 2.7 Nilai normal VO₂max pada atlet, berdasar umur dan jenis kelamin
(Wilmore and Costill, 2005) – dalam ml/kg/min.

Sport	Age	Male	Female
Baseball	18-32	48-56	52-57
Basketball	18-30	40-60	43-60
Cycling	18-26	62-74	47-57
Canoeing	22-28	55-67	48-52
Gymnastics	18-22	52-58	35-50
Rowing	20-35	60-72	58-65
Soccer	22-28	54-64	50-60
Speed skating	18-24	56-73	44-55
Swimming	10-25	50-70	40-60
Track & Field - Discus	22-30	42-55	
Track & Field - Running	18-39	60-85	50-75
Track & Field - Running	40-75	40-60	35-60
Track & Field - Shot	22-30	40-46	
Volleyball	18-22		40-56
Weight Lifting	20-30	38-52	
Wrestling	20-30	52-65	

Tabel 2.8
Berbagai olahraga dan aktifitas dan sistem-2 energi yang dominan (Fox and Mathews, 1981)

Kegiatan Olahraga	ATP-FC & Lactic acid	Lactic acid - O ₂	O ₂
1. Baseball	80	20	-
2. Basketball	85	15	-
3. Fencing	90	10	-
4. Field hockey	60	20	20
5. Football	90	10	-
6. Golf	95	5	-
7. Gymnastics	90	10	-
8. Ice hockey			
a. Forward, defense	80	20	-
b. Goalie	95	5	-
9. Lacrosse			
a. Goalie, defence, attackman	80	20	-
b. Midfielders, man-down	60	20	20
10. Rowing	20	30	50
11. Skiing			
a. Slalom, jumping, downhill	80	20	-
b. Cross-country	-	5	95
c. Pleasure skiing	34	33	33
12. Soccer			
a. Goalie, wings, strikers	80	20	-
b. Halfbacks, or link men	60	20	20
13. Swimming and diving			
a. 50 m. diving	98	2	-
b. 100 m, 100 yd (all stroke)	80	15	5
c. 200 m, 200 yd (all stroke)	30	65	5
d. 400m, 400-500yd Free style	20	55	25
e. 1500, 1650 yd	10	20	70
14. Tennis	70	20	10
15. Track and field			
a. 100m, 100yd, 200yd, 200yd	98	2	-
b. Field events	90	10	-
c. 200m, 440 yd	80	15	5
d. 800m, 880 yd	30	65	5
e. 1500m, 1 miles	20	55	25
f. 2 miles	20	40	40
g. 3 miles, 5000 m	10	20	70
h. 6 miles (cross-country),	5	15	80
i. Marathon	-	5	95
16. Volleyball	90	10	-
17. Wrestling	90	10	-
18. Softball	80	20	-

Dari tabel diatas Fox and Mathews, (1981) dapat ditarik kesimpulan antara lain:

- i) Untuk atlet yang mengeluarkan seluruh tenaga dalam waktu yang pendek, seperti lompat tinggi, angkat besi, maka yang diperlu diterapkan adalah sistem energi ATP-PC.
- 2) Untuk atlet yang penampilannya 30 detik sampai setengah menit yang perlu diditingkatkan ATP-FC dan asam laktat.

2.7. Penyediaan Sistem Aerobik dan Anaerobik

Perkembangan kondisi anaerobik dan aerobik selama aktivitas fisik atau latihan penting diketahui dalam mempelajari kesegaran jasmani khususnya kesegaran kardiorespirasi. Secara metabolik, ketahanan aerobik disediakan oleh sistem oksidatif untuk tercapainya ketahanan jangka lama yang berlangsung dengan adanya oksigen, sedangkan kondisi anaerobik tersedia melalui penggunaan sistem Adenosin Triphosphat – Phosphate Creatin (ATP-PC) dan sistem asam laktat untuk aktivitas fisik yang intensif dan segera yang diperoleh tanpa kehadiran oksigen. Respon energi yang dihasilkan oleh sistem-sistem ini menghasilkan kapasitas kerja fisiologis dari tubuh untuk penampilan fisik. Kedua sistem ini bekerja saling berhubungan satu sama lain menggunakan proses metabolik oksidatif maupun glikolisis dalam tingkat yang lebih besar atau lebih sedikit tergantung kebutuhantubuh (Battinelli T. Physique,2000).

2.7.1 Sistem ATP-PC (*phosphagen*)

Energi dari makanan diperlukan untuk melakukan aktivitas tidak dapat diserap langsung dari makanan tapi diperoleh dari persenyawaan kimia yang disebut ATP (*Adenocine Tri Phosphat*), ATP disimpan dalam otot dalam jumlah terbatas bila kurang akan terus ditambah melalui senyawa kimia dari zat-zat lain diantaranya PC (*Phosfo Creatine*) yang juga tersimpan dalam otot.

Bila ATP diuraikan, seperti *fosfat* dilepas dari molekul, maka dengan sendirinya telah dilepaskan antara 7-12 kalori energi senyawa kimiawi dapat ditunjukkan sebagai berikut :



Disamping energi yang dilepas, sebagai produk sampingan adalah ADP (*Adenosine Diphosphate*) dan Pi (*Phosphat Inorganic*) energi dari ATP ini digunakan untuk kontraksi otot.

Penampilan yang memakan waktu singkat dan intensitas tinggi energinya perlu disediakan segera. Energi ini didapat dari ATP dan PC. ATP dan PC keduanya mengandung kelompok fosfat, maka sistem ini disebut *phosphagen*.

Produk akhir dari penguraian kedua kelompok ini adalah *creatine* (C) dan *fosfat inorganic* (Pi). Energi akan segera tersedia dan secara biokimia akan dirangkai untuk mensintesis $\text{ADP} + \text{P} \longrightarrow \text{ATP}$. Rangkaian reaksi kimia dapat digambarkan sebagai berikut :



Sistem energi ini berlangsung sekitar 8-10 detik pada latihan intensitas tinggi (Yusuf, H. Dan Aip Sarifudin, 1996:113-114).

2.7.2 Sistem *anaerobic* (asam laktat)

Istilah *glikolisis* berarti menguraikan glikogen atau glukosa (karbohidrat), dan *anaerobic* berarti tanpa *oksigen*. Jadi dalam *glikolisis anaerobic*, *glikogen* atau *glukosa* diuraikan tanpa bantuan oksigen. Energi dilepas untuk *mensintesis* ATP dan hasil akhirnya adalah asam laktat. Waktu sistem ini berlangsung sekitar 40 detik.

Bila asam laktat tertimbun dalam otot dan darah dalam jumlah yang tinggi maka akan menyebabkan kelelahan secara temporer. Sistem asam laktat pembentukan energinya lebih lambat dari sistem ATP-PC, jadi kontraksi otot yang cepat mempergunakan sistem ATP-PC dan kontraksi otot lambat mempergunakan sistem asam laktat (Yusuf. H. dan Aip S, 1996:114)

2.7.3 Sistem *aerobic* (oksigen).

Pembentukan ATP pada sistem ini terjadi dengan metabolisme aerobik. *Metabolisme aerobik* ini terjadi dalam otot, pengaruhnya juga lebih lambat dan tidak dapat digunakan secara cepat.

Atlet yang memanfaatkan oksigen melalui latihan aerobik, hasil yang dicapai adalah :

- 1) Jantung menjadi lebih kuat sehingga darah dapat dipompa lebih banyak.
- 2) Pembuluh nadi akan bertambah lebih lebar sehingga banyak darah melaluinya.
- 3) Sel darah merah akan meningkat jumlahnya sehingga oksigen bertambah.

Sistem *aerobik* merupakan sumber energi untuk aktivitas yang lama antara 2 menit sampai 2-3 jam. Menurut Peter G.J.M. Janssen (Peni K.S. Mutalib, 1993: 13) Jumlah ATP dalam otot terbatas, dan jika tidak terjadi pembentukan ATP, sumber energi akan segera habis. Dalam otot secara konstan ATP akan terbentuk kembali dari ADP yang

sudah ada sehingga jumlah ATP tetap cukup bagi otot untuk melanjutkan aktivitas itu.

ATP dapat terbentuk dari :



Proses ini berlangsung secara *anaerobik* (tanpa menggunakan oksigen) dan *alaktik* (tanpa membentuk laktat).



Proses ini berlangsung secara *anaerobik* (tanpa menggunakan oksigen) dan *laktik* (membentuk laktat).



Proses ini berlangsung secara *aerobik* (menggunakan oksigen) dan *alaktik* (tanpa membentuk laktat).



Proses ini berlangsung secara *aerobik* (menggunakan oksigen) dan *alaktik* (tanpa membentuk laktat).

Dari menganalisa sistem pembentukan energi yang ada, aktivitas olahraga yang kita kerjakan ada kalanya bersifat *anaerobik* atau *aerobik*. Supaya kita dapat mempersiapkan sistem energi yang digunakan dalam olahraga tersebut, maka perlu diketahui sistem energi manakah yang dominan dalam olahraga tersebut.

Secara garis besar dapat disimpulkan sebagai berikut, jika kita ingin mengetahui energi predomnan dari berbagai macam olahraga:

- 1) Kekuatan yang besar untuk jangka waktu yang pendek menggunakan energi yang berasal dari ATP-PC maupun asam laktat atau dikenal sebagai *anaerobik*.
- 2) Kekuatan yang kecil atau sedang yang dapat dipertahankan untuk jangka waktu yang lama menggunakan energi yang berasal dari pembakaran dengan O₂ atau sistem *aerobik* (Soekarman, 1987).

2.8 Peranan Latihan Fisik Terhadap VO₂ maksimal

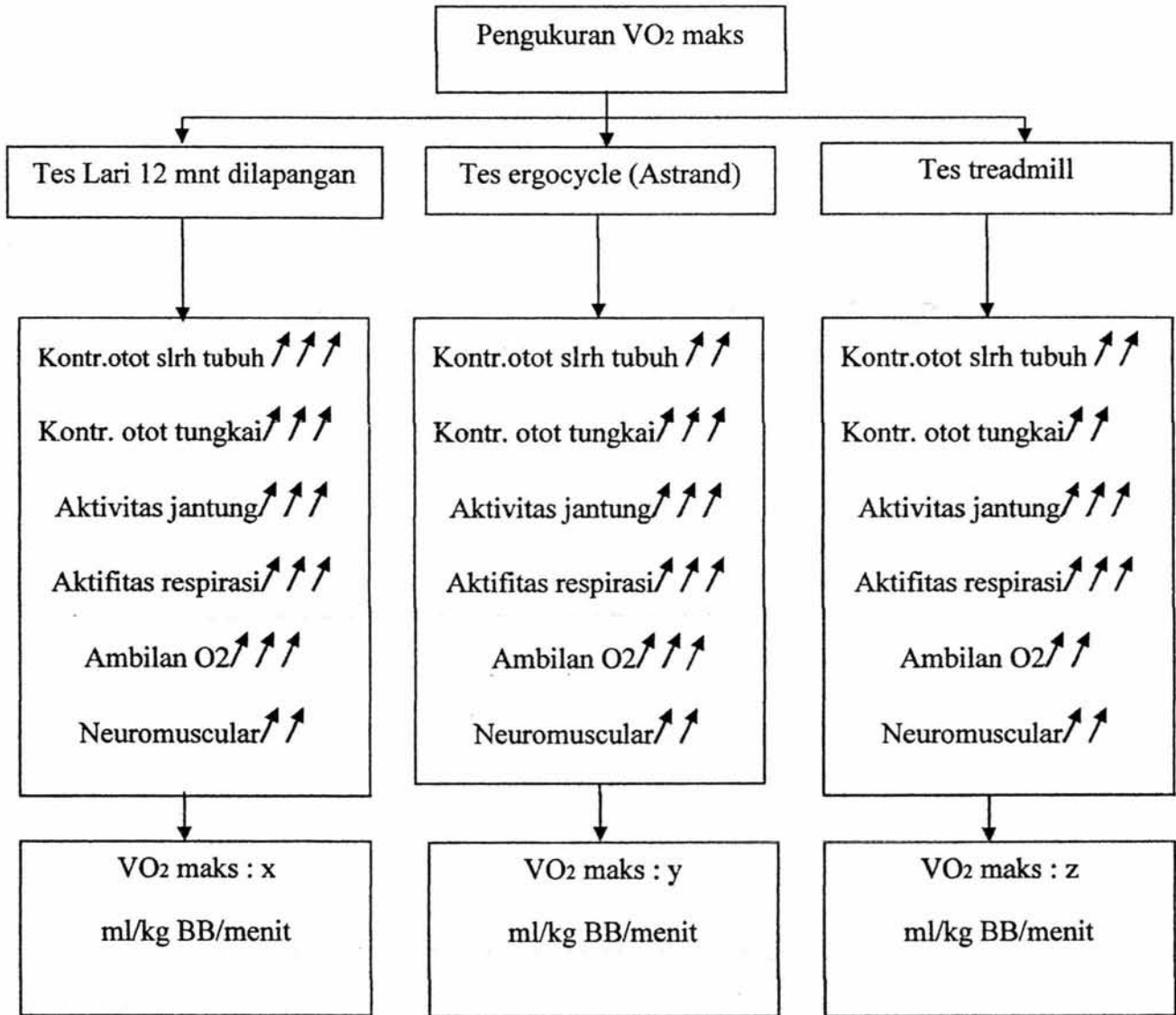
Di saat melaksanakan aktivitas fisik/latihan yang berintensitas tinggi, maka jumlah energi yang diperlukan sangat besar dalam waktu relatif singkat, persediaan energi dalam bentuk ATP, digunakan secara besar untuk mendukung aktivitas fisik tersebut. Keseimbangan energi dalam tubuh perlu dijaga untuk menjaga kestabilan fungsi seluruh aktivitas basal tubuh maka bahan cadangan energi seperti lemak, glikogen akan dioksidasi untuk menghasilkan energi. Apa bila dilakukan pada latihan yang submaksimal, maka sistem yang berperan menyediakan energi adalah 70% berasal dari sistem glikolisis anaerobik dan 30% dari sistem aerobik (Bompa, 1994) Sedangkan pada latihan submaksimal bahan bakar yang terpakai pertama kali adalah karbohidrat dan selanjutnya makin digantikan oleh lemak, pergeseran ini terjadi secara bertahap sejak simpanan glikogen di otot dan di hati mulai menyusut (Fox, 1993). Tetapi dalam latihan yang submaksimal ini akan menyebabkan penurunan akumulasi asam laktat terutama pada latihan daya tahan, penurunan akumulasi asam laktat akan menyebabkan ambang anaerobik meningkat hal ini disebabkan karena sistem anaerobik sangat tergantung pada kecepatan pembentukan asam laktat (Fox, 1993). Dalam kondisi ini pasokan oksigen sebagai oksidator utama harus mencukupi kebutuhan. Kemampuan atlet dalam memasok

molekul oksigen dari udara dalam tubuhnya haruslah besar (Sudarso, 2004) Sedangkan pada latihan maksimal selama 30-120 detik, kadar laktat bisa mencapai 15-25 mM yang diukur setelah latihan 3-8 menit, peningkatan kadar laktat yang tinggi mengindikasikan terjadinya iskemia dan hipoksia (Goodwin,2007)

BAB 3

KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS PENELITIAN

3.1 Kerangka Konseptual



Selama melakukan kegiatan aktivitas fisik secara aerobik dengan intensitas sedang atau menengah, tubuh akan memberikan respon secara terintegrasi. Penggabungan respon yang berasal dari berbagai unit sistem antara lain meningkatnya cardiac output, volume respirasi semenit dan pemakaian oksigen yang dapat dicerminkan sebagai VO_2 maks.

3.2 Narasi kerangka konseptual

Pada aktivitas aerobik gerakan otot mengakibatkan reseptor di sendi dan otot meningkatkan rangsangan pada saraf sehingga ventilasi semenit meningkat, kebutuhan energi juga meningkat pada aktivitas aerobik menyebabkan metabolisme aerobik meningkat, berakibat penggunaan oksigen menjadi lebih besar, selain itu untuk mengangkut kebutuhan O_2 yang besar jantung memperbesar curah jantung atau *cardiac output* (Fox, 1993).

Lari atau jalan cepat dengan kecepatan secara maksimal, mengakibatkan kontraksi otot seluruh tubuh, berarti terjadi peningkatan aktivitas neuro-muskular yang tinggi sekali (otot tidak dapat kontraksi apabila tidak ada persarafan dari system saraf pusat maupun saraf tepi). Kelenturan tendon, ligament dan sendi sangat diperlukan untuk melakukan lari atau jalan cepat dibanding ergocycle.

Aktivitas mengayuh sepeda statis (ergocycle) juga melibatkan kontraksi otot seluruh tubuh, tetapi yang lebih meningkat adalah kontraksi otot tungkai, sesudah itu otot lengan untuk memegang stang sepeda. Aktivitas otot tungkai dan tubuh sangat dipengaruhi oleh rpm/ kecepatan serta beban yang diberikan.

Sedangkan aktivitas berjalan di treadmill, juga melibatkan otot seluruh tubuh, sangat dipengaruhi oleh kecepatan dan inclinasi (sudut ketinggian treadmill).

Akibat peningkatan aktivitas neuro-muskular, maka diperlukan pasokan oksigen dan sumber energi dari luar, oleh karena cadangan didalam otot mungkin masih kurang. Akibatnya akan meningkatkan aktivitas jantung dan sirkulasi (akibat peningkatan saraf simpatis, barorefleks dan khemorefleks) serta peningkatan aktivitas respirasi (terjadi hiperventilasi). Peningkatan sistem kardio-respirasi ini menyebabkan pengambilan oksigen dari atmosphere sangat meningkat serta distribusi ke otot dan sel-sel tubuh yang membutuhkan. Akibat peningkatan aktivitas neuro-muskular yang tinggi ini maka penggunaan oksigen juga sangat tinggi (utilization).

Peningkatan aktivitas neuro-muskular yang tinggi disertai kardio-respirasi menyebabkan:

- Peningkatan kontraksi otot ; sliding actin dan myosin
- Peningkatan aktivitas sistem saraf pusat, saraf simpatis dan saraf tepi
- Peningkatan metabolisme penyediaan energi didalam otot
- Peningkatan *Heart Rate, Cardiac-Output*, kecepatan sirkulasi
- Peningkatan volume respirasi semenit, volume tidal, frekuensi pernapasan

Akibat semua tersebut menyebabkan ambilan oksigen di paru dan penggunaan oksigen untuk metabolisme penyediaan energi di otot akan meningkat. Konsumsi oksigen kedalam tubuh permenitnya tersebut di formulasikan dengan VO_2 permenit. Tiap individu mempunyai kemampuan maksimal kontraksi otot sehingga pengambilan oksigen melalui paru juga ada maksimalnya, kemampuan maksimal mengambil atau

mengonsumsi oksigen kedalam tubuh dengan kerja / aktivitas fisik maksimal tersebut diformulasikan dengan VO₂-maks. VO₂-maks diukur dalam liter per menitnya untuk tiap individu yang melakukan aktivitas fisik secara maksimal, selanjutnya dapat di konversi berdasarkan konsumsi dalam milliliter per-kg berat badan permenit.

3.3 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka konseptual tersebut, maka hipotesis penelitian ini adalah : Perbandingan VO₂ maks Ergocycle (Astrand) lebih tinggi dari tes lari 12 menit (Cooper) dengan Treadmill.

BAB 4

MATERI DAN METODE PENELITIAN

4.1 Jenis penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimental. Penelitian ini untuk membandingkan hasil pengukuran VO₂ maks lari 12 menit (Cooper) dengan ergocycle (Astrand) dan treadmill (Astrand). Beberapa prinsip yang harus dipenuhi dalam penelitian eksperimental, yaitu 1 : replikasi, suatu kondisi perlakuan yang sama terhadap sampel dalam kelompok perlakuan. 2 : penentuan sampel pada masing-masing kelompok dilakukan dengan sistem acak. 3 : kontrol, segala perlakuan pada sampel (Zainuddin, 2000).

4.2 Rancangan Penelitian

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *The factorial cross over design*

S → Tes Treadmill → Istirahat 3 hr → Tes Ergocycle → Istirahat 3 hr → Tes lari 12 mt

Keterangan :

S = Sampel penelitian

4.3 Populasi penelitian

Populasi penelitian ini adalah anggota TNI AL Pria, umur antara 21-25 tahun (non atlet) dengan jumlah 10 orang.

4.4 Sampel penelitian

Pada penelitian ini besarnya sampel didasarkan pada perhitungan yang menggunakan rumus data berpasangan, dan n adalah jumlah sampel per kelompok perlakuan (Zainuddin, 2000).

$$N = \frac{(Z \frac{1}{2} \alpha + Z \beta)^2 \cdot \Phi}{d^2} \quad \frac{\Phi}{d^2} = 1$$

$$N = (Z \frac{1}{2} \alpha + Z \beta)^2$$

$$N = (1,96 + 1,282)^2 = 11$$

N : Besarnya sampel

f : Kegagalan 10 %

Variabel Penelitian

1. Variabel bebas (perlakuan).

- a. Tes VO2 maks menggunakan Treadmill
- b. Tes VO2 maks menggunakan Ergocycle
- c. Tes VO2 maks menggunakan lari 12 menit

2. Variabel tergantung (data yang diperoleh).

Kapasitas aerobik maksimal (VO₂ maks)

3. Variabel kendali

- a. Jenis kelamin
- b. Umur

4. Variabel moderator

- a. Berat badan
- b. Tinggi badan

4.5 Definisi operasional Variabel.

4.5.1 Tes treadmill

Tes Treadmill, merupakan tes maksimal, dengan metode protokol astrand. Treadmill dengan kecepatan 8.05km/hr (5 mph) dan sudut kemiringan 0%, setelah 3 menit mulai, sudut kemiringan Treadmill dinaikkan menjadi 2,5% dan kemudian setiap 2 menit sesudahnya di tingkatkan kemiringannya 2,5%. Hasil tes adalah nilai kebugaran dalam Mets atau dalam ml O₂/kg BB/menit.

4.5.2 Tes ergocycle

Tes Ergometer sepeda, merupakan tes maksimal, yang sering dilakukan adalah tes ergometer sepeda Astrand. Untuk pemanasan dengan beban awal 25 watt dengan kecepatan 50 rpm selama 3 menit.

dilanjutkan dengan penambahan beban 25 watt dengan kecepatan 50 rpm, tiap beban dilakukan selama 6 menit, hitung DN (Denyut Nadi) tiap menit untuk setiap beban, sampai tercapai DN diantara 120-170 kali per menit. Hasil tes adalah nilai kebugaran dalam ml O₂/kg BB/menit.

4.5.3 Tes lari 12 menit

Tes ini dikembangkan oleh Dr. Kenneth Cooper. Parameter pada tes ini adalah seberapa jauh jarak yang ditempuh dengan berlari dalam waktu 12 menit di track lari tertentu atau dimanapun dengan syarat jarak dapat diukur dengan akurat

4.5.4 VO₂ maksimal

Adalah kapasitas sistem kardiorespiratori yaitu kapasitas tubuh dalam menggunakan oksigen secara maksimal saat tubuh melakukan kerja/latihan fisik dengan intensitas tinggi yang berlangsung cukup lama dan menghabiskan tenaga (Sastropanoelar,1988).

4.5.5 Jenis kelamin

Orang coba yang digunakan dalam penelitian ini adalah anggota TNI AL yang berdinasi di AAL dan berjenis kelamin laki-laki.

4.5.6 Umur

Orang coba yang digunakan pada penelitian ini berumur antara 21-25 tahun.

4.5.7 Berat badan

Pengukuran berat badan terhadap orang coba yang dilakukan sebelum perlakuan menggunakan timbangan stadiometer. Satuan pengukuran yang digunakan adalah

kilogram (KG). Pada saat penimbangan orang coba hanya menggunakan celana pendek tanpa baju.

4.5.8 Tinggi badan

Tinggi badan adalah hasil pengukuran tinggi badan dalam posisi berdiri tegak tanpa alas kaki menggunakan alat pengukur stadiometer satuan centimeter (CM) ketelitian satu angka dibelakang koma.

4.6 Tes, Pengukuran, dan Evaluasi

4.6.1 Tes : Suatu alat ukur atau instrumen yang digunakan untuk memperoleh informasi / data tentang seseorang atau obyek tertentu. Data yang diperoleh merupakan atribut atau sifat-sifat yang melekat pada individu atau obyek yang bersangkutan. Data yang terhimpun meliputi ranah kognitif, afektif, dan motorik.

- a. Data yang bersifat kognitif dijarah melalui tes tulis (essay, obyektif) dan lisan
- b. Data bersifat afektif dapat dihimpun melalui tes bentuk skala sikap, angket, dan obeservasi secara langsung terhadap obyek yang akan diukur.
- c. Data yang bersifat motorik dapat dihimpun misalnya melalui tes kemampuan dan gerak dasar, fungsional, dan tes keterampilan cabang olahraga.

4.6.2 Pengukuran : Proses pengumpulan data / informasi tentang individu maupun obyek tertentu, yaitu mulai dari mempersiapkan alat ukur yang digunakan sampai diperolehnya hasil (misalnya; frekuensi, jarak, waktu, dan satuan ukuran suhu). Hasilnya

pengukuran bersifat kuantitatif. Jadi pengertian Pengukuran adalah “suatu proses untuk memperoleh data obyektif dan kuantitatif yang hasilnya dapat diolah secara statistika”.

4.6.3 Evaluasi : Proses pemberian makna atau kelayakan data yang terhimpun. Hasilnya bersifat kualitatif, karena dalam proses pemberian makna terhadap data hasil pengukuran berdasarkan kriteria atau pembanding (dalam kelompoknya atau dari luar, yang berbentuk standar baku). Berat badan dan tinggi badan digunakan untuk menggambarkan IMT. Metode ini merupakan indikator universal yang mudah diaplikasikan dalam berbagai keadaan dan umum digunakan oleh praktisi (Ailhaud G at al.,2000) IMT digunakan secara luas untuk menentukan “*overweight*” dan obesitas karena IMT sangat berhubungan dengan pengukuran lemak tubuh yang akurat dan didapatkan dari data yang mudah didapat, yaitu berat badan dan tinggi badan. IMT juga berhubungan dengan kondisi komorbid obesitas pada anak dan dewasa (Kerbs NF at al.,2003). IMT pada anak dikelompokkan berdasarkan kurva CDC tahun 2000 yang disesuaikan dengan umur dan jenis kelamin.

Salah satu keterbatasan IMT adalah tidak bisa membedakan berat yang berasal dari lemak dan berat dari otot atau tulang. IMT juga tidak dapat mengidentifikasi distribusi dari lemak tubuh. Sehingga beberapa penelitian menyatakan bahwa standar *cut off point* untuk mendefinisikan obesitas berdasarkan IMT mungkin tidak menggambarkan risiko yang sama untuk konsekuensi kesehatan pada semua ras atau kelompok etnis.

4.7 Peralatan dan Fasilitas

4.7.1 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini :

- a. Ergocycle menggunakan Bikerace Lifefitness
- b. Treadmill Lifefitness
- c. Polar (alat pendeteksi denyut jantung)
- d. Stop watch
- e. Timbangan badan dan pengukur tinggi badan
- f. Alat tulis

4.7.2 Fasilitas

Pada penelitian ini menggunakan fasilitas sebagai berikut :

- a. Gedung Pusat kebugaran jasmani Akademi Angkatan Laut Surabaya, fasilitas ini digunakan untuk melakukan pemeriksaan kapasitas aerobik maksimal/ VO_2 maks
- b. Lapangan atletik Akademi Angkatan Laut Surabaya, digunakan untuk tes lari 12 menit.

4.8 Pelaksanaan penelitian

4.8.1 Persiapan

Sebelum dilaksanakan penelitian terlebih dahulu dilakukan langkah-langkah sebagaiberikut :

- a. Mengurus surat ijin penelitian
- b. Mengurus surat ijin pemakaian alat tes
- c. Menghubungi dan mengumpulkan pembantu penelitian serta memberi tahu tugas masing-masing.
- d. Menyampaikan tata cara dalam pelaksanaan tes dan pengukurannya
- e. Memberikan petunjuk kepada subyek serta tujuan dan pentingnya penelitian ini
- f. Melaksanakan pengukuran tinggi badan dan berat badan

4.8.2 Kegiatan penelitian

Pada penelitian ini, subjek dites VO₂ maks dan sebelumnya subjek penelitian melaksanakan puasa mulai jam 22.00, tujuan dari berpuasa yaitu untuk menyamakan kondisi dari subjek penelitian, pagi hari jam 08.00 orang coba mengakhiri puasa dengan minum air putih 200 cc yang dicampuri gula 50gram kemudian memakai polar dan treadmill merk Life fitness, subjek penelitian memulai berlari di treadmill dengan kecepatan 8.05km/hr (5 mph) dan sudut kemiringan 0%, setelah 3 menit mulai, sudut kemiringan Treadmill dinaikkan menjadi 2,5% dan kemudian setiap 2 menit sesudahnya di tingkatkan kemiringannya 2,5%, tes ini dilakukan sampai subjek penelitian tidak sanggup melaksanakan. Hasil tes adalah nilai kebugaran dalam Mets atau dalam ml O₂/kg BB/menit, kemudian istirahat lagi 3 hari dan berpuasa, baru dites lagi memakai ergocycle merk Life fitness dan memakai polar, untuk pemanasan dengan beban awal 25 watt dengan kecepatan 50 rpm selama 3 menit, dilanjutkan dengan penambahan beban 25 watt dengan kecepatan 50 rpm, tiap beban dilakukan selama 6 menit, hitung DN (Denyut Nadi) tiap menit untuk setiap beban, sampai tercapai DN diantara 120-170 kali per menit.

Hasil tes adalah nilai kebugaran dalam ml O₂/kg BB/menit, kemudian subyek penelitian istirahat 3 hari dan berpuasa, dites lagi lari 12 menit, pada pelaksanaan tes lari, Subjek yang akan di tes diminta untuk menempuh jarak sejauh mungkin dalam waktu 12 menit, dengan cara berlari, subjek tidak boleh berhenti diam atau istirahat di lintasan. Kebugaran subjek dapat dihitung dengan rumus rumus sederhana untuk mengetahui VO₂Maxnya adalah :

$(a - 504.9) / 44.73 = VO_2 \text{ maks ml O}_2/\text{kg BB/menit}$, a = jarak yang ditempuh selama lari 12 menit dalam meter (Pyke, Frank, 1991). Karena tes lari 12 menit dapat dilaksanakan dengan berlari terus menerus walaupun dengan intensitas sedang.

4.9 Lokasi penelitian dan Waktu penelitian

4.9.1 Lokasi penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di gedung Pusat kebugaran jasmani Akademi Angkatan Laut dan Stadion Jala Krida Mandala AAL Surabaya.

4.9.2 Waktu penelitian

Pengumpulan data penelitian ini dilaksanakan dibulan September 2011

4.10 Teknik Analisis Data

Dalam penelitian ini akan dilakukan 2 analisis yaitu analisis deskriptif dan analisis statistik inferensial (uji Normalitas distribusi dan Paired T-tes) dengan taraf signifikan 5%.

4.11 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

4.11.1 Prosedur tes Treadmil lifefitness Cara Astrand

1. Sebelum dilaksanakan tes treadmill, subjek penelitian diberi penjelasan cara memakai dan berlari di treadmill.
2. Setelah diberi penjelasan tentang treadmill dilanjutkan dengan pengukuran berat dan tinggi badan.
3. Subjek penelitian memakai polar, yang dipasang pada dada tengah sebelah kiri dan dicatat HR awal.
4. Dilanjutkan dengan senam pemanasan.
5. Setelah memasukkan program data pada treadmill dan dijalankan maka subjek penelitian memulai berlari di treadmill dengan kecepatan 8.05km/hr (5 mph) dan sudut kemiringan 0%, setelah 3 menit mulai, sudut kemiringan Treadmill dinaikkan menjadi 2,5% dan kemudian setiap 2 menit sesudahnya di tingkatkan kemiringannya 2,5%, tes ini dilakukan sampai subjek penelitian tidak sanggup melaksanakan tes. (Astrand, 1988).

4.11.2 Prosedur tes Ergocycle Lifefitness.

1. Sebelum dilaksanakan tes ergo, orang coba diberi penjelasan cara memakai alat ergocycle.
2. Setelah diberi penjelasan tentang ergocycle dilanjutkan dengan pengukuran berat dan tinggi badan.
3. Subjek penelitian memakai polar, yang dipasang pada dada tengah sebelah kiri dan dicatat HR awal.
4. Dilanjutkan dengan senam pemanasan.

5. Orang coba duduk diatas sadel ergocycle dan diatur ketinggian dan kenyamanan posisinya.
6. Peneliti memilih program pada panel instruksi di ergo, kemudian menentukan jenis tesnya, dalam hal ini adalah mengukur VO2 maks.
7. Kemudian memasukkan program data orang coba, lalu di enter. Data yang dimasukkan otomatis akan terekam pada alat digital pada ergocycle lifefitness.
8. Setelah data yang dimasukkan terekam dan terpenuhi maka secara otomatis program tersebut akan bekerja sesuai dengan kemampuan orang coba.
9. Orang coba diminta mengayuh pedal sepeda dengan kecepatan 18 km/jam (50 kayuhan permenit).
10. kenaikan beban dilakukan sesuai aturan berikut :

Beban permulaan ke 1 ditetapkan sebesar 300 kpm (50 watts atau 1 kp) dan disetiap 4 menit besar beban dinaikkan sesuai kenaikan denyut jantung pada akhir menit ke 4, 8, dan 12, diharapkan pada saat beban ke III telah tercapai denyut jantung 170 dpm atau ekwivalen denyut jantung maksimal sesuai umur perorangan.

4.11.3 Prosedur tes lari 12 menit (Cooper)

1. Sebelum dilaksanakan tes lari 12 menit, orang coba diberi penjelasan dan aturan berlari.
2. Setelah diberi penjelasan tentang tes lari 12 menit dilanjutkan dengan pengukuran berat dan tinggi badan.

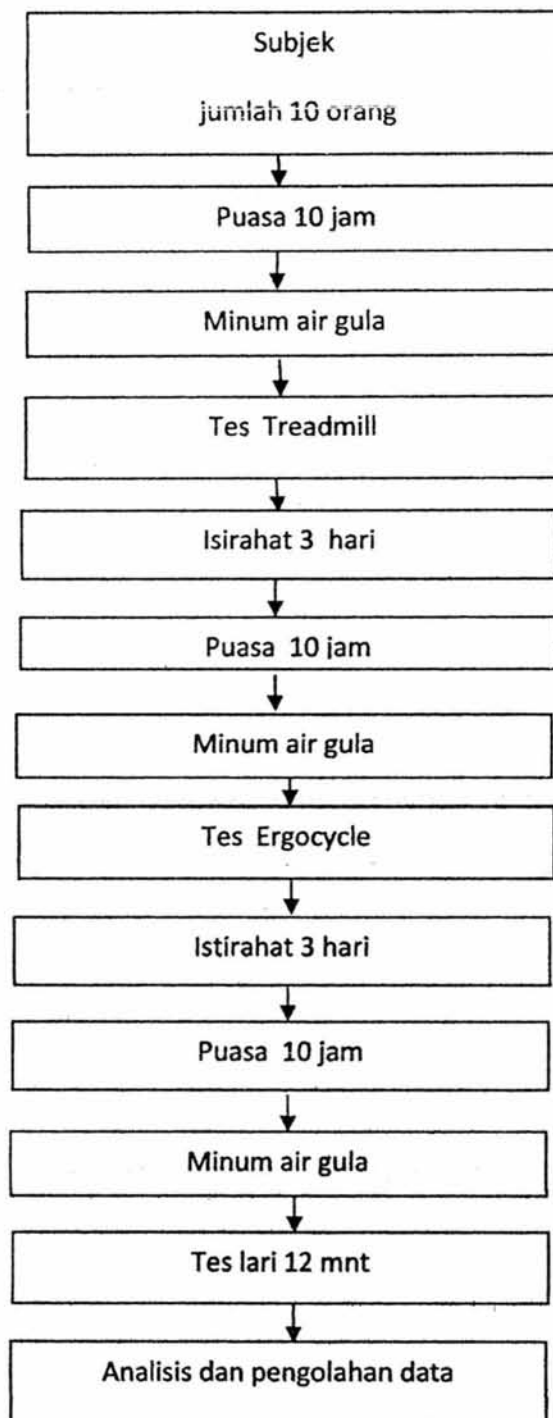
3. Subjek penelitian memakai polar, yang dipasang pada dada tengah sebelah kiri dan di catat HR awal.
4. Dilanjutkan dengan senam pemanasan.
5. Kemudian orang coba berlari semaksimal mungkin pada lintasan lari selama 12 menit.
6. Setelah waktu habis dicatat HR terakhir dan jarak yang dicapai oleh orang coba tersebut.

4.11.4 Penghentian tes

1. Tes harus dihentikan secara obyektif bila:
 - a. Terjadinya cedera sewaktu tes
 - b. Kemungkinan bertambah beratnya suatu penyakit yang sedang di derita (Influenza, demam)

4.12 Kerangka Operasional Penelitian

Rencana Prosedur Operasional Penelitian :



BAB 5**ANALISIS HASIL PENELITIAN**

Dalam bab ini akan dibahas tentang deskripsi data dan hasil pengujian hipotesis, deskripsi data yang akan disajikan menyangkut tentang rata-rata, simpangan baku, rentangan nilai tertinggi dan terendah, uji normalitas data serta uji homogenitas data yang diperoleh dari membandingkan Vo2 maks hasil tes treadmill, tes ergocycle dan tes lari 12 menit. Adapun hasil penelitian tersebut sebagai berikut :

5.1 Deskripsi Data

Dalam deskripsi data akan disajikan hasil deskripsi subjek coba menyangkut tinggi badan, berat badan, umur serta hasil penelitian terhadap kelompok perlakuan : tes Treadmill (Astrand), tes Ergocycle (Astrand), tes lari 12 menit (Cooper). Berikut ini akan dipaparkan hasil penelitian pada subjek coba.

5.1.1 Umur, TB, BB, BMI

Tabel 5.1 Data deskriptif, umur, tinggi badan, berat badan dan BMI (Body Mass Index)

	Rerata	SD	
Usia/Umur	21	96	
Tinggi badan	168	2,7	
Berat badan	61	2,0	
BMI	21	1,0	

Ket : Umur dalam Th, Tb dalam cm, BB dalam kg

5.2 Uji normalitas pengukuran HR awal dan HR akhir

Tabel 5.2

Uji normalitas variabel menggunakan *Kolmogorov-Smirnov* terhadap HR awal pada latihan

	Rerata	SD	K-SZ	P
Nadi awal Treadmill	0,86	0,3	0,1	0,111
Nadi awal Ergocycle	0,90	0,7	0,651	0,790
Nadi awal Lari 12 menit	0,77	0,6	0,475	0,978

Tabel 5.3

Data Pengukuran nadi awal, nadi akhir treadmill, ergocycle dan lari 12 menit

	Nadi awal	Nadi akhir	Catatan
Treadmill	86,46 ±2,84	185,46±6,33	
Ergocycle	90,23±7,87	115,61±11,90	
Lari 12 menit	77,53±6,82	156,00±13,00	

Ket : Hasil rerata pengukuran nadi awal menunjukkan nadi awal tes lari 12 menit paling rendah dan rerata nadi akhir menunjukkan nadi akhir tes treadmill paling tinggi.

5.3 Hasil analisis statistik pengukuran VO2 maks

Tabel 5.4 Data hasil pengukuran VO2 maks cara Treadmill, Ergocycle dan lari 12 menit.

Paired Samples Statistics

	Mean	SD
VO2 max Treadmill	30,64	2,12
VO2 max Lari	41,41	5,10
VO2 max Ergocycle	48,93	13,53

Dari hasil statistik diatas menunjukkan :

VO2 maks cara Treadmill : 30,64± 2,12 ml/kgBB/menit

VO2 maks cara Ergocycle : 48,93 ± 13,53 ml/kgBB/menit

VO2 maks cara Lari 12 menit : 41,41± 51,10 ml/kgBB/menit

Tabel 5.5 Uji -t hasil pengukuran VO2 maks cara Treadmill, Ergocycle dan lari 12 menit.

Variabel	p
VO2 max Treadmill VO2 max Ergocycle	0,000
VO2 max Treadmill VO2 max Lari	0,000
VO2 max Ergocycle VO2 max Lari	0,126

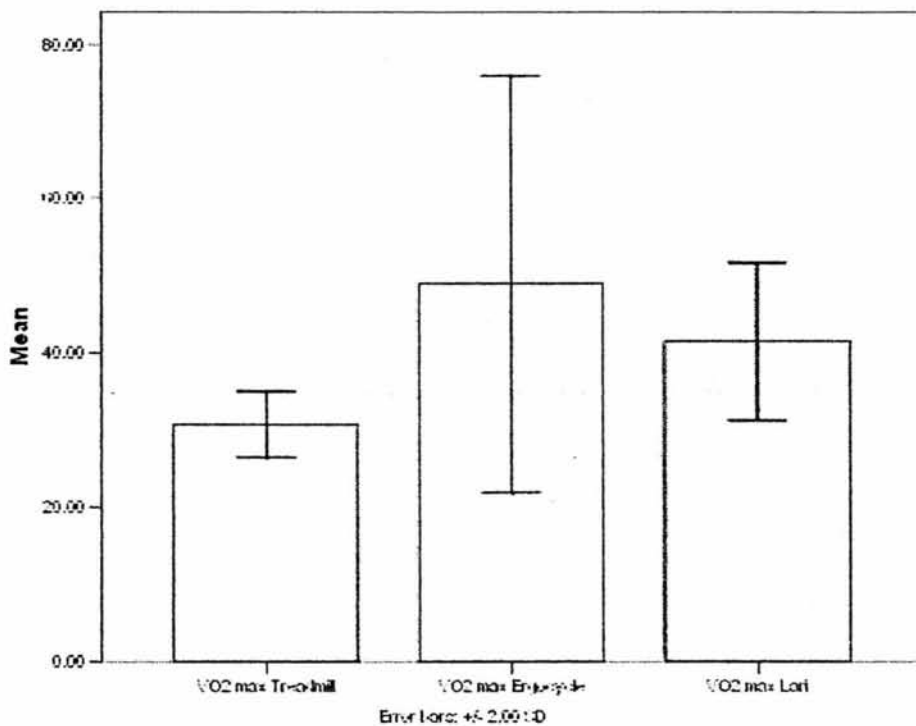
Ket :

Uji beda hasil pengukuran VO2 maks cara Treadmill dibanding Ergocycle : $p = 0,000$

Uji beda hasil pengukuran VO2 maks cara Treadmill dibanding Lari 12 menit : $p = 0,000$

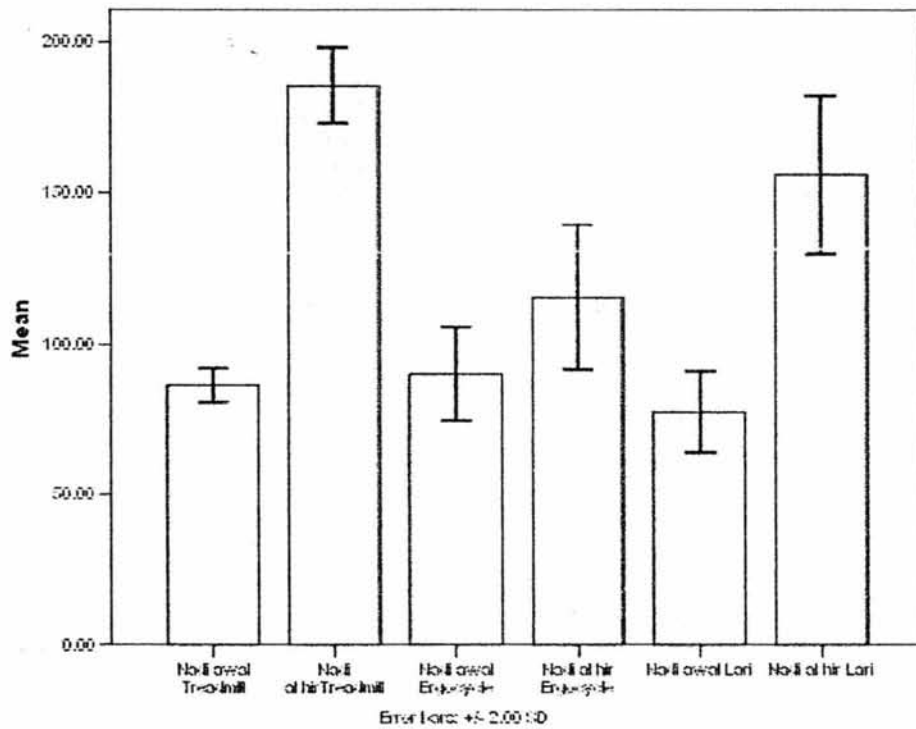
Uji beda hasil pengukuran VO2 maks cara Ergocycle dibanding Lari 12 menit : $p = 0,126$

Dari data diatas menunjukkan bahwa pengukuran VO2 maks paling tinggi adalah Ergocycle sedangkan yang paling rendah adalah Treadmill



Gambar 5.1 Grafik pengukuran VO2 maks cara Treadmill, Ergocycle dengan lari 12 menit

Ket : VO2 maks Ergocycle lebih tinggi dari VO2 maks Treadmill dan Lari 12 menit



Gambar 5.2 Grafik Frekuensi nadi awal dan nadi akhir pengukuran VO2 maks cara Treadmill, Ergocycle dengan lari 12 menit

Ket : Nadi Treadmill lebih tinggi dari Ergocycle dan Lari 12 menit

BAB 6

PEMBAHASAN

Berdasarkan pengolahan dan analisis data penelitian yang diuraikan pada bab 5, maka pada bab 6 ini akan di bahas metode penelitian, pelaksanaan tes dan pengukuran VO₂ maks hasil tes Treadmill (Astrand), tes Ergocycle (Astrand) dan tes lari 12 menit (Cooper), serta hasil yang dicapai dalam penelitian ini :

6.1 Pembahasan Metode

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil pengukuran kapasitas Vo₂ maks dari tes Treadmill (Astrand), tes Ergocycle (Astrand), serta tes lari 12 menit (Cooper). Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *The factorial cross over design*. Berdasarkan rancangan ini, maka jenis penelitian telah memenuhi kriteria sebagai penelitian eksperimental. Kriteria yang dimaksud adalah : adanya perlakuan, kontrol, replikasi dan randomisasi serta pengendalian variabel luar (Zainuddin, 2000).

Dengan randomisasi pada rancangan penelitian ini dimungkinkan dapat menjamin validitas eksternal sehingga dapat digeneralisasikan untuk populasinya. Disamping itu, ada kelompok kontrol dan replika yang cukup akan menjamin validitas internal hasil penelitian ini. Oleh sebab itu, apabila berbeda hasil kapasitas VO₂ maks dari tes Treadmill, tes Ergocycle dan tes lari 12 menit, maka hasil ini benar-benar karena alat tersebut berbeda, bukan karena kesalahan tes dan pengukuran atau faktor lain di luar tes dan pengukuran tersebut (Zainuddin, 2000)

6.2 Sampel dan Teknik Sampling

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah anggota TNI AL yang berdinasi di AAL, dan berusia antara 21-25 tahun yang berjumlah 10 orang dan bukan atlet. Teknik pengambilan sampel dilakukan dengan cara *Randomisasi* yaitu dengan melalui undian teknik ini dapat menjamin validitas eksternal sehingga dapat digeneralisasikan untuk populasinya (Zainuddin, 2000).

Perlakuan dibagi menjadi 3, jadi kelompok tersebut melakukan / menjalani 3 perlakuan yaitu, tes Treadmill (cara Astrand), tes Ergocycle (cara Astrand) dan tes lari 12 menit (cara Copeer).

6.3 Metode Tes Pengukuran

Tes pengukuran dalam penelitian ini adalah dengan perincian seperti yang tercantum dalam definisi operasional variabel dan prosedur pengukuran. Hal tersebut didasarkan pada pertimbangan sebagai berikut :

1. Sebelum pengukuran VO₂ maks baik tes Treadmill, tes Ergocycle, dan tes lari 12 menit, subjek penelitian dikondisikan puasa pada malam hari mulai jam 22.00 wib sampai jam 08.00 wib pagi harinya dan mengakiri puasa dengan minum air gula sebanyak 200 cc, setelah itu melakukan pemanasan sebelum melakukan perlakuan.
2. Pengukuran VO₂ maks antara tes Treadmill, Ergocycle serta tes lari 12 menit berselang 3 hari, guna melakukan pemulihan kondisi fisik serta menghindari pengaruh perlakuan pertama maupu kedua (Michael. J, 2001)

3. Pengukuran VO₂ maks pada masing-masing perlakuan dilakukan pada jam yang sama yaitu dimulai pada pagi hari mulai pukul 08.30 wib.

6.4 Pembahasan Tes Pengukuran

Pengukuran VO₂ maks pada tes Treadmill dan Ergocycle dilakukan dengan menggunakan alat lari elektronik serta sepeda statis dengan nama merk Treadmill Life fitness Sportart 6310, serta sepeda ergo dengan merk Lifefitness yang merupakan alat kebugaran yang dimiliki oleh pusat kebugaran jasmani AAL.

Pengukuran VO₂ maks pada tes lari 12 menit dilakukan dilapangan atletik Jala Krida Mandala AAL dengan ukuran keliling 400 meter dan dibantu alat polar (kegunaan memonitor denyut jantung)

6.5 Karakteristik Fisik Sampel Penelitian.

Bahwa subjek penelitian mempunyai khususan yaitu Kadet AAL yang hampir sama dengan atlet serta umur relatif muda sehingga diharapkan hasil pengukuran VO₂ maks cukup tinggi. Ternyata tidak sesuai dengan yang diharapkan, seperti data yang didapat dari Lakesla :

Tabel 6.1 VO2 max classification by Lakesla - NAVY

Very high	=	> 52	cc O2 /kg bb/min
High	=	48.1-52	cc O2/kg bb/min
Average	=	42.1-48	cc O2/kg bb/min
Low	=	38.1- 42	cc O2/kg bb/min
Very low	=	< 38	cc O2/kg bb/min

6.6 Evaluasi Hasil Pengukuran

Dari hasil pengukuran menunjukkan bahwa pengukuran VO2 maks cara Treadmill lebih rendah dibanding hasil cara Ergocycle.

Uji beda hasil pengukuran VO2 maks cara Treadmill dibanding Lari 12 menit : P = 0,000

Uji beda hasil pengukuran VO2 maks cara Ergocycle dibanding Lari 12 menit : P = 0,126

Dari data diatas menunjukkan bahwa pengukuran VO2 maks paling tinggi adalah Ergocycle sedangkan yang paling rendah adalah Treadmill.

BAB 7

PENUTUP

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis data dan pembahasan dalam penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil tes VO₂ maks dengan cara Treadmill metode Astrand lebih rendah dari Ergocycle metode Astrand.
2. Hasil tes VO₂ maks dengan cara Treadmill metode Astrand lebih rendah dari tes lari 12 menit metode Cooper
3. Hasil tes VO₂ maks dengan cara Ergocycle metode Astrand tidak menunjukkan perbedaan yang bermakna dengan tes lari 12 menit metode Cooper.

7.2 Saran

1. Perlu penelitian lebih lanjut dengan subjek penelitian kelompok olahragawan dan bukan olahragawan (atlet dan non atlet).
2. Perlu penambahan jumlah subjek coba pada penelitian lebih lanjut dan membandingkan dengan cara pengukuran yang lain.
3. Pada penelitian ini segala perlakuan terhadap subjek penelitian diluar penelitian tidak dapat dikontrol, maka dalam penelitian lebih lanjut perlu dikembangkan suatu penelitian dengan subjek penelitian dengan segala aktivitas selama penelitian berlangsung dikendalikan/dikontrol.

DAFTAR PUSTAKA

- Ailhaud G, Beck B, Bougneres PF, Charles MA, Frelut ML, Martinoswky M, et al. Synthesis and Recommendations. *Childhood Obesity: Screening and Prevention*. French Institute of Health and Medical Research (Inserm);2000: 1-37.
- Astrand, P.O. & Ryhming, I. (1954) A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rate during submaximal work. *J Appl Physiol*, 7, p. 218-221.
- Astrand, P.D. & Rodahl, K., 1986. *Textbook of Work Physiological Basic of Exercise*. New York: Mc.Graw Hill Brooks Company
- Astran, P.O. 2008. Astran Treadmill tes. Diunduh 21 Agustus 2011 dari <http://www.brianmac.co.uk/astrand.htm>.
- Astran, P.O. 2008. Astran-Ryhming Cycle ergometer tes. Diunduh 21 Agustus 2011 dari <http://www.topendsport.com/testing/tests/astrand.htm>.
- Battinelli T. *Physique, fitness, and performance*. Florida: CRC Press; 2000.
- Cooper, K.H.(1983). *The Aerobic Ways*, New York: M Evans and Company, Inc: 30.
- Cooper,K.H.1968, Cooper 12 minute run tests, The Original Article that describes this test, A mens of assessing maximal oxygen uptake. *Journal of the American Medical Association* 203:201-204.
- Departemen Ilmu Faal Unair, Modul Pemeriksaan Kebugaran dalam Seminar Dan Pelatihan Pendidikan Jasmani Dan Gizi Untuk Meningkatkan Kualitas SDM Sejak Dini, 2010, Departemen Ilmu Faal Fakultas Kedokteran Unair Surabaya
- Documents and Settings/VIP/Desktop/cara mengukur cooper tes « JOQUFI's.htm
- Elizabet Q, About.com Guide.10 ways to Recover Quickly After Exercise, diunduh 2 maret 2011 dari <http://sportsmedicine.about.com/od/samleworkouts/a/After-Exercise.htm>
- Fox E.L, Bowers R.W, Foss M.L, 1993. *The physiological basic of phisical education and athletic*. USA, Sauders College-publishing.
- Goodwin ML,2007. Blood Lactate Measurement and Analysisi during Exercise : A Guide for Clinician. *J of Diabetes Sci and Tech* 1 (4).

HEYWOOD, V. (1998) *The Physical Fitness Specialist Certification Manual, Advance Fitness Assessment & Exercise Prescription*, 3rd Ed. Leeds: Human Kinetics. p. 48

<http://202.146.5.33/ver1/Olahraga/0701/09/212529.htm>

<http://www.guruolahraga.co.cc/2009/10/dalam-olahraga-istilah-vo2max-tentu.html>

<http://www.thefitmap.co.uk/exercise/tests/advanced/aerobic/treadmill.htm>

<http://www.brianmac.co.uk/cycle6min.htm>

Johnson B, Nelson J. *Practical measurements for evaluation in physical education*. 4th ed. New York : Macmillan Publishing Company ; 1986.

Kerbs NF, Baker RD, Greer FR, Heyman MB, Jaksic T, Lifshitz F. Prevention of Pediatric Overweight and Obesity. *Pediatrics*. 2003; 112(2). 424-27.

Kuntaraf. (1992). *Olahraga Sumber Kesehatan*, Indonesia Publishing House, Bandung : 105 & 178.

Lam DR, 1984. *Physiology of Exercise : Responses and Adaptations*. New York : MacMillan Publishing Company, pp 173-188

Lilik H, Choesnan E, 2011. *Manual of Physiology Experimental*. Physiology Department Medical Fakultas-Airlangga University

MACKENZIE, B. (2007) *Astrand 6 minute Cycle Test* [WWW] Available from: <http://www.brianmac.co.uk/cycle6min.htm> [Accessed 27/9/2011]

Muchsin Doewes , Kiyatno, Suradi : *Kontribusi Sistem Respirasi terhadap VO2 Maks Studi Korelasional Pada Atlet Berbagai Cabang Olahraga di Surakarta*

Nurhasan. 2001. *Tes dan Pengukuran Dalam Pendidikan Jasmani*. Jakarta Pusat: Departemen Pendidikan Nasional

Official Journal of The American Society of Exercise Physiologists (ASEP) ISSN 1097-9751. An International Electronic Journal Volume 3 Number 4 October 2000

Pasiyan, R. *Faal Paru Kelompok Olahragawandan Non Olahragawan*. Seminar Ilmiah X IAIFI, Abstrak: 1995

Purnomo Ananto. 2000. *Kesegaran Jasmani dan Kesehatan Mental*. Jakarta Pusat : Departemen Pendidikan Nasional

- Pusat Kesegaran Jasmani dan Rekreasi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Penilaian kesegaran jasmani dengan tes A.C.S.P.F.T untuk siswa SLTP dan remaja berusia setingkat SLTP. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan; 1977
- Pusat kesegaran jasmani dan rekreasi, 1992. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Pyke, Frank. *Better Coaching*. 1st ed. Australian Coaching Council, Incorporated, 1991
- Plowman SA, Smith DL, *Exercise Physiology: for Health, Fitness, and Performance, 2nd Edition, 2003, Glenview, IL.*
- Roberg RA and Keteyian SJ, 2003. *Fundamentals of Exercise Physiology for Fitness, Performance, and Health. Mc Graw Hill, Boston.*
- Sajoto, M. 1988. *Perkembangan dan Pembinaan Kondisi Fisik dalam Olahraga*. Jakarta : Depdikbud, Dirjen Dikti. P2LPTK
- Saltin, B, & Astran, P.O. 1997. Maximal Oxygen Uptake in Athletes. *J. Physiol.*
- Sastropanoelar S 1988. Penentuan Tes Lapangan Yang Sederhana Untuk Menaksir Besarnya Kapasitas Aerob Maksimal, Fakultas Pasca Sarjana Universitas Airlangga Surabaya. Hal.82-104.
- Seidel, Beverly L., Fay R. Biles, G.E. Figley, and B.J. Neuman. (1975). *Sport Skill ; A conceptual Approach to Meaningfull movement*. Iowa : Wm.C. Broen Co. Publisher.
- Sudarno. 1992. *Pendidikan Kesegaran Jasmani*. Jakarta : Departemen Pendidikan dan Kebudayaan
- Sudigdo S. dan Ismael. 2000. *Dasar-dasar Metodologi dalam penelitian Klinis*. Jakarta: Bagian Ilmu Kesehatan Anak Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- Sukarman,R, 1987. *Dasar Olahraga: Untuk Pembina Pelatih dan Atlet*. Jakarta. PT. Indayu. Press.
- The Cooper Institute for Aerobics Research, The Physical Fitness Specialist Manual. Dallas, TX. 2005.*
- V. H. Heyward, *Advanced Fitness Assessment and Exercise Prescription, Fifth Edition, 2006, Champaign, IL: Human Kinetics.*
Original Source:

Widyah N 2003. Perbandingan Ambilan Oksigen Maksimal Antara Mahasiswa FIK UNESA Yang Diterima Jalur PMDK, SPMB, dan Nonreguler. *Jurnal IKOR* (1) : 3 : 102-109.

WILMORE, J.H. and COSTILL, D.L. (2005) *Physiology of Sport and Exercise*. 3rd ed. Champaign, IL: Human Kinetics.

Zainuddin, 2000. *Metodologi Penelitian Surabaya* : Airlangga Pres.

Lampiran

DATA HASIL TES TREADMILL

No	Nama	Umur (Th)	Tinggi badan (cm)	Berat badan (kg)	Treadmill		VO2 maks	Waktu Mnt	BMI	Kategori
					HR awal	HR akhir				
1	Spr	22	171	59	71	188	34.48	13.30	0.002018	Kurang
2	Dn	22	170	63	72	186	29.91	10.20	0.00218	Sngt krng
3	Ddk	22	171	60	76	185	29.31	9.55	0.002052	Sngt krng
4	Fhm	23	165	63	75	190	28.11	9.05	0.002314	Sngt krng
5	Uj	21	172	64	74	174	35.45	14.10	0.002163	Kurang
6	Kk	21	171	60	76	185	30.75	10.55	0.002052	Sngt krng
7	Ind	21	165	58	75	179	29.38	9.58	0.00213	Sngt krng
8	Mk	21	166	64	75	194	30.52	9.52	0.002323	Sngt krng
9	Vnc	22	172	60	68	180	29.19	9.50	0.002028	Sngt krng
10	Vdl	21	167	60	73	197	31.60	11.30	0.002151	Sngt krng
11	Dms	21	165	63	75	180	29.07	9.45	0.002314	Sngt krng
12	Ryn	22	169	62	75	189	29.91	10.20	0.002171	Sngt krng
13	Fr	22	170	63	74	184	30.75	10.55	0.00218	Sngt krng
14										

Lampiran

DATA HASIL TES ERGOCYCLE

No	Nama	Umur (Th)	Tinggi badan (cm)	Berat badan (kg)	Ergocycle		VO2 maks	BMI	Watt	Kategori
					HR awal	HR akhir				
1	Spr	22	171	59	74	131	49.33	0.002018	85	Baik
2	Dn	22	170	63	70	110	62.23	0.00218	75	Baik skl
3	Ddk	22	171	60	71	120	56.82	0.002052	80	Baik skl
4	Fhm	23	165	63	71	110	62.23	0.002314	75	Baik skl
5	Uj	21	172	64	75	169	53.89	0.002163	75	Baik skl
6	Kk	21	171	60	78	145	39.52	0.002052	90	Cukup
7	Ind	21	165	58	74	139	45.13	0.00213	90	Baik
8	Mk	21	166	64	76	171	24.15	0.002323	85	Kurang
9	Vnc	22	172	60	76	132	47.70	0.002028	85	Baik
10	Vdl	21	167	60	76	134	46.12	0.002151	90	Baik
11	Dms	21	165	63	78	148	35.85	0.002314	85	Cukup
12	Ryn	22	169	62	75	134	39.02	0.002171	85	Cukup
13	Fr	22	170	63	78	113	37.77	0.00218	85	Cukup

Lampiran

DATA HASIL TES LARI 12 MENIT

No	Nama	Umur (Th)	Tinggi badan (cm)	Berat badan (kg)	Lari 12 mnt		Jarak (M)	BMI	Vo2 Maks	Kategori
					HR awal	HR akhir				
1	Spr	22	171	59	76	156	2450	0.002018	42.5	Baik
2	Dn	22	170	63	76	153	2450	0.00218	42.5	Baik
3	Ddk	22	171	60	74	144	2450	0.002052	42.5	Baik
4	Fhm	23	165	63	73	160	2000	0.002314	36.0	Cukup
5	Uj	21	172	64	74	169	2370	0.002163	42.0	Cukup
6	Kk	21	171	60	78	150	2050	0.002052	37.0	Cukup
7	Ind	21	165	58	75	135	2200	0.00213	41.5	Cukup
8	Mk	21	166	64	76	173	2360	0.002323	42.4	Cukup
9	Vnc	22	172	60	73	135	2050	0.002028	37.0	Cukup
10	Vdl	21	167	60	65	155	2650	0.002151	46.5	Baik skl
11	Dms	21	165	63	73	165	2320	0.002314	42.2	Cukup
12	Ryn	22	169	62	79	176	2650	0.002171	46.5	Baik skl
13	Fr	22	170	63	72	157	2650	0.00218	46.5	Baik skl

Lampiran

Tingkat kebugaran responden berdasarkan hasil pengukuran VO2 maks memakai alat Treadmill, Ergocycle dan tes lari 12 menit.

No	Nama	Umur (Th)	Treadmiii Kategori	Ergocycle Kategori	Lari 12 mnt Kategori
1	Spr	22	Kurang	Baik	Baik
2	Dn	22	Sngt krng	Baik skl	Baik
3	Ddk	22	Sngt krng	Baik skl	Baik
4	Fhm	23	Sngt krng	Baik skl	Cukup
5	Uj	21	Kurang	Baik skl	Cukup
6	Kk	21	Sngt krng	Cukup	Cukup
7	Ind	21	Sngt krng	Baik	Cukup
8	Mk	21	Sngt krng	Kurang	Cukup
9	Vnc	22	Sngt krng	Baik	Cukup
10	Vdl	21	Sngt krng	Baik	Baik skl
11	Dms	21	Sngt krng	Cukup	Cukup
12	Ryn	22	Sngt krng	Cukup	Baik skl
13	Fr	22	Sngt krng	Cukup	Baik skl

Lampiran Hasil Analisis Statistik

Case Summaries

	Umur	TB	BB	BMI
N	13	13	13	13
Mean	21,3846	168,7692	61,4615	21,5970
Std. Deviation	,96077	2,77350	2,02548	1,06754
Minimum	20,00	165,00	58,00	20,18
Maximum	23,00	172,00	54,00	23,23

NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Nadi awal Treadmill	Nadi awal Ergocycle	Nadi awal Lari
N		13	13	13
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	86,4615	90,2308	77,5385
	Std. Deviation	2,84650	7,87564	6,82661
Most Extreme Differences	Absolute	,334	,181	,132
	Positive	,334	,127	,132
	Negative	-,194	-,181	-,132
Kolmogorov-Smirnov Z		1,203	,651	,475
Asymp. Sig. (2-tailed)		,111	,790	,978

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

T-Test

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Nadi awal Treadmill	86,4615	13	2,84650	,78948
	Nadi awal Ergocycle	90,2308	13	7,87564	2,18431
Pair 2	Nadi awal Treadmill	86,4615	13	2,84650	,78948
	Nadi awal Lari	77,5385	13	6,82661	1,89336
Pair 3	Nadi awal Ergocycle	90,2308	13	7,87564	2,18431
	Nadi awal Lari	77,5385	13	6,82661	1,89336

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Nadi awal Treadmill - Nadi awal Ergocycle	-3,76923	9,85016	2,73194	-9,72162	2,18316	-1,380	12	,193
Pair 2	Nadi awal Treadmill - Nadi awal Lari	8,92308	6,62648	1,83786	4,91873	12,92742	4,855	12	,000
Pair 3	Nadi awal Ergocycle - Nadi awal Lari	12,69231	11,77840	3,26674	5,57469	19,80993	3,885	12	,002

NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Nadi akhirTreadmill	Nadi akhir Ergocycle	Nadi akhir Lari
N		13	13	13
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	185,4615	115,6154	156,0000
	Std. Deviation	6,33266	11,90615	13,00000
Most Extreme Differences	Absolute	,113	,220	,101
	Positive	,113	,220	,101
	Negative	-,101	-,133	-,101
Kolmogorov-Smirnov Z		,409	,793	,364
Asymp. Sig. (2-tailed)		,996	,556	,999

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

T-Test

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Nadi akhirTreadmill - Nadi akhir Ergocycle	185,4615	13	6,33266	1,75636
Pair 2	Nadi akhirTreadmill - Nadi akhir Lari	185,4615	13	6,33266	1,75636
Pair 3	Nadi akhir Ergocycle - Nadi akhir Lari	115,6154	13	11,90615	3,30217

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Nadi akhirTreadmill - Nadi akhir Ergocycle	69,84615	16,10821	4,46761	60,11206	79,58025	15,634	12	,000
Pair 2	Nadi akhirTreadmill - Nadi akhir Lari	29,46154	12,74503	3,53484	21,75979	37,16329	8,335	12	,000
Pair 3	Nadi akhir Ergocycle - Nadi akhir Lari	-40,38462	23,08874	6,40366	-54,33700	-26,43223	-6,306	12	,000

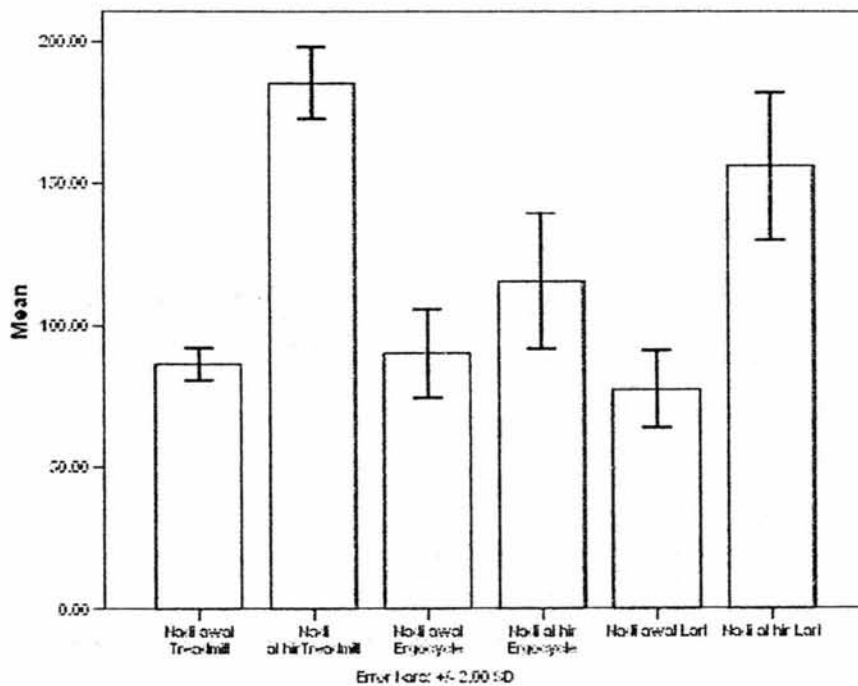
T-Test

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Nadi akhirTreadmill - Nadi awal Treadmill	185,4615	13	6,33266	1,75636
Pair 2	Nadi akhir Ergocycle - Nadi awal Ergocycle	115,6154	13	11,90615	3,30217
Pair 3	Nadi akhir Lari - Nadi awal Lari	156,0000	13	13,00000	3,60555

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Nadi akhir Treadmill - Nadi awal Treadmill	99,00000	7,41620	2,05688	94,51844	103,48156	48,131	12	,000
Pair 2	Nadi akhir Ergocycle - Nadi awal Ergocycle	25,38462	14,79042	4,10212	16,44686	34,32237	6,188	12	,000
Pair 3	Nadi akhir Lari - Nadi awal Lari	78,46154	15,74598	4,36715	68,94634	87,97674	17,966	12	,000



NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		VO2 max Treadmill	VO2 max Ergocycle	VO2 max Lari
N		13	13	13
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	30,6485	48,9300	41,4162
	Std. Deviation	2,12586	13,53150	5,10376
Most Extreme Differences	Absolute	,250	,104	,142
	Positive	,250	,104	,142
	Negative	-,152	-,090	-,131
Kolmogorov-Smirnov Z		,902	,374	,511
Asymp. Sig. (2-tailed)		,390	,999	,956

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

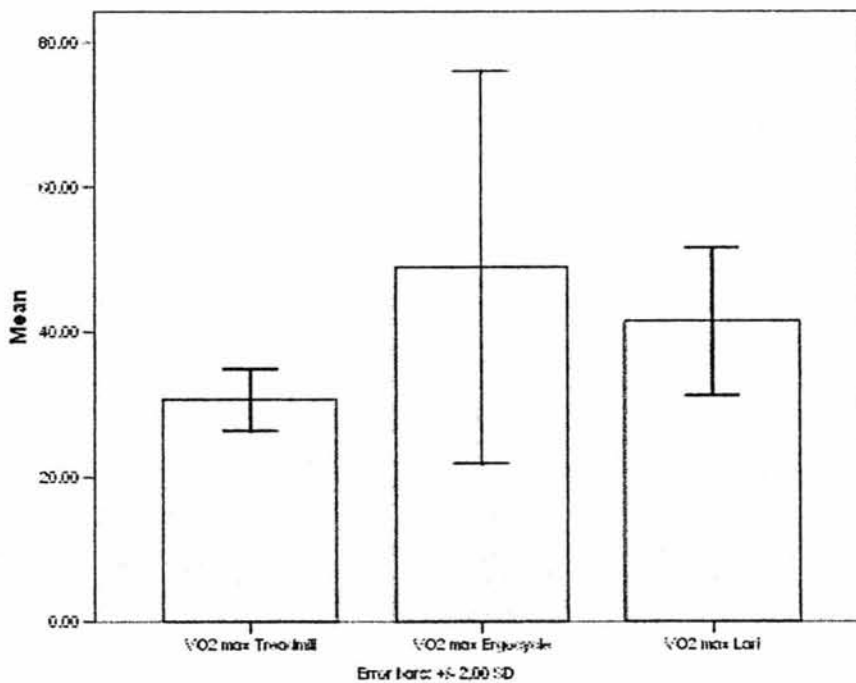
T-Test

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	VO2 max Treadmill - VO2 max Ergocycle	30,6485	13	2,12586	,58961
Pair 2	VO2 max Treadmill - VO2 max Lari	48,9300	13	13,53150	3,75296
Pair 3	VO2 max Ergocycle - VO2 max Lari	30,6485	13	2,12586	,58961
		41,4162	13	5,10376	1,41553
		48,9300	13	13,53150	3,75296
		41,4162	13	5,10376	1,41553

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	VO2 max Treadmill - VO2 max Ergocycle	-18,28154	13,64937	3,78565	-26,52977	-10,03331	-4,829	12	,000
Pair 2	VO2 max Treadmill - VO2 max Lari	-10,76769	4,84742	1,34443	-13,69696	-7,83843	-8,009	12	,000
Pair 3	VO2 max Ergocycle - VO2 max Lari	7,51385	16,45638	4,56418	-2,43065	17,45834	1,646	12	,126



INFORMED CONSENT

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS AIRLANGGA
PROGRAM PASCASARJANA PENDIDIKAN MAGISTER
SURABAYA

SURAT PERSETUJUAN PESERTA PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama :

Umur :

Alamat / no telepon :

Setelah mendapat penjelasan secukupnya tentang faedah dan juga akibat-akibat yang mungkin terjadi, saya bersedia ikut dalam penelitian ini dan menyatakan tidak keberatan melakukan aktivitas fisik lari 12 menit, tes ergocycle dan tes treadmill.

Peneliti

Surabaya, September 2011

Yang memberi pernyataan

(Bayu Afriyanto, S.Pd)

(.....)

Saksi 1

Saksi 2

(.....)

(.....)

Lampiran

PENJELASAN DAN INFORMASI PENELITIAN

(Information for Consent)

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil membandingkan tes VO₂ maks lari 12 menit (Cooper) dengan ergocycle (Astrand) dan treadmill (Astrand).

Manfaat dari penelitian ini antara lain memberikan dasar informasi ilmiah tentang hasil tes kebugaran lari 12 menit dari (Cooper) dengan ergocycle (Astrand) dan treadmill (Astrand). Sebagai acuan para pelatih olahraga maupun pemerhati olahraga untuk pengukuran VO₂ maks pada atlet berbagai cabang olahraga. Sebagai masukan bagi subjek penelitian tentang kondisi fisiknya saat ini. Sebagai acuan untuk penelitian selanjutnya.

Setiap orang yang dilibatkan penelitian (Subjek penelitian) akan melakukan latihan fisik secara maksimal (olahraga) sesuai prosedur yang diinstruksikan.

Data saudara sebagai subjek penelitian yang dilibatkan dalam penelitian bersifat rahasia dan akan diolah secara ilmiah.

Pemberi Penjelasan

Penerima Penjelasan

(Bayu Afriyanto)

(.....)

Dokumentasi Penelitian :

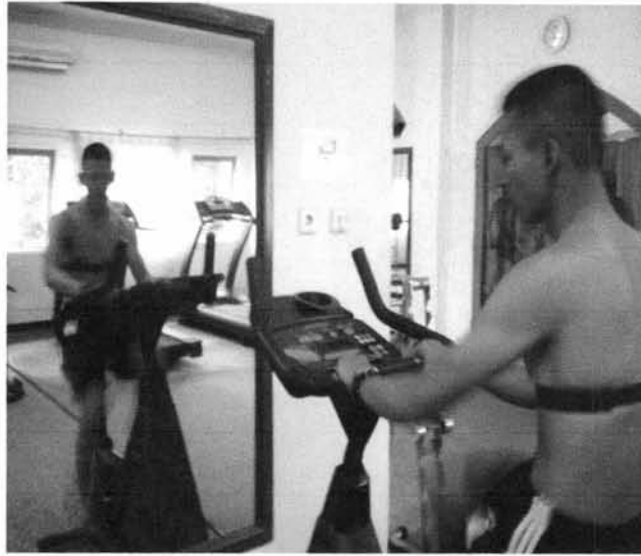
Pengukuran berat badan



Tes Treadmill



Tes Ergocycle



Tes Lari 12 menit



Perlengkapan : Polar, jam digital, stopwatch





**KOMITE ETIK PENELITIAN KESEHATAN
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA**

**KETERANGAN KELAIKAN ETIK
("ETHICAL CLEARANCE")**

No. 042/EC/KEPK/FKUA/2011

KOMITE ETIK PENELITIAN KESEHATAN FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS AIRLANGGA SURABAYA, TELAH MEMPELAJARI SECARA SEKSAMA RANCANGAN PENELITIAN YANG DIUSULKAN, MAKA DENGAN INI MENYATAKAN BAHWA PENELITIAN BERJUDUL :

Membandingkan Hasil VO_2 Maks Antara Tes Lari 12 Menit (Cooper), Ergocycle (Astrand) dan Treadmill (Astrand)

PENELITI UTAMA :

Bayu Afriyanto

UNIT / LEMBAGA / TEMPAT PENELITIAN :

**Pusat Kebugaran Jasmani Akademi Angkatan Laut, dan
Stadion Jala Krida Mandala AAL Surabaya**

DINYATAKAN LAIK ETIK.



28 September 2011

Morwint
Prof. M. Sajid Darmadipura, dr., SpS, SpBS