

1. EXERCISE
2. PEAK EXPIRATORY FLOW RATE
3. VITAL CAPACITY

KIK
TKO 04/00
Bud
P

TESIS

**PENGARUH LATIHAN AEROBIK DAN ANAEROBIK
TERHADAP KAPASITAS VITAL,
KAPASITAS PERNAPASAN MAKSIMAL DAN
MAXIMAL MIDEXPIRATORY FLOW RATE**

PENELITIAN EKSPERIMENTAL LABORATORIK



**SETYO BUDIWANTO
NIM 099712670M**

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2000**

**PENGARUH LATIHAN AEROBIK DAN ANAEROBIK
TERHADAP KAPASITAS VITAL,
KAPASITAS PERNAPASAN MAKSIMAL DAN
MAXIMAL MIDEXPIRATORY FLOW RATE**

PENELITIAN EKSPERIMENTAL LABORATORIK

TESIS

**Untuk memperoleh Gelar Magister
dalam Program Studi Ilmu Kesehatan Olahraga
pada Program Pascasarjana Universitas Airlangga**

OLEH:

**SETYO BUDIWANTO
NIM 099712670M**

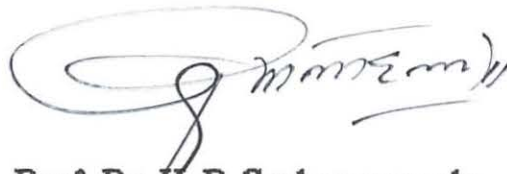
**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2000**

LEMBAR PERSETUJUAN

Tesis ini telah disetujui tanggal 13 Januari 2000

Oleh:

Pembimbing Ketua



Prof. Dr. H. R. Soekarman, dr.

Pembimbing



dr. Moch Cholil Munif

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



**Prof. Martin Setiabudi, dr, Ph.D.
NIP. 130 246 650**

PANITIA PENGUJI TESIS

Ketua : Prof. Martin Setiabudi, dr. Ph.D.

Anggota : 1. Prof. Dr. H. R. Soekarman, dr.

2. dr. Moch Cholil Munif

3. dr. Choesnan Effendi

4. Dr. Paulus Liben, dr.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan ke hadirat Tuhan Allah Yang Maha Kasih yang telah mengaruniakan berkat dan anugerahNya, sehingga penelitian dan penulisan tesis ini dapat diselesaikan dengan sebaik-baiknya.

Penelitian dan penulisan tesis ini dapat diselesaikan berkat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, perkenankan saya menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang tidak terhingga kepada:

1. Pemerintah Republik Indonesia c.q. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, yang telah memberikan bantuan keuangan berupa Beasiswa Pendidikan Pascasarjana (BPPS).
2. Bapak Profesor Dr. H. Soedijono, dr., Direktur Program Pascasarjana Universitas Airlangga yang telah memberi kesempatan untuk mengikuti program pendidikan pascasarjana di Universitas Airlangga.
3. Bapak Profesor dr. Martin Setiabudi, Ph.D., Ketua Progam Studi Ilmu Kesehatan Olahraga Pascasarjana Univeristas Airlangga yang telah memberikan nasehat dan dorongan dalam penelitian dan penulisan tesis ini.
4. Bapak Profesor H. dr. Soedarto, DTM&H. Ph.D., Rektor Universitas Airlangga yang telah memberi kesempatan untuk mengikuti program pendidikan pascasarjana di Universitas Airlangga.

5. Bapak Profesor Dr. H. Nuril Huda, M.A., Rektor Universitas Negeri Malang yang telah menugaskan saya untuk mengikuti program pendidikan pascasarjana di Universitas Airlangga dan telah memberikan izin pelaksanaan penelitian di SMU Laboratorium Universitas Negeri Malang.
6. Bapak Profesor Dr. R. Soekarman, dr., sebagai pembimbing ketua yang dengan ikhlas, sabar dan teliti membimbing dan mengarahkan, sehingga penelitian dan penulisan tesis ini dapat diselesaikan.
7. Bapak dr. Moch Cholil Munif, sebagai pembimbing yang dengan ikhlas, sabar, dan teliti membimbing dan mengarahkan, sehingga penelitian dan penulisan tesis ini dapat diselesaikan.
8. Bapak Drs. Muhardjito, M.S., Kepala Sekolah SMU Laboratorium Universitas Negeri Malang telah memberikan izin pelaksanaan penelitian di SMU Laboratorium Universitas Negeri Malang.
9. Bapak Profesor Dr. M. Ali dr., Kepala Laboratorium Medik Universitas Brawijaya Malang yang memberikan izin untuk menggunakan fasilitas dan alat laboratorium untuk pengumpulan data dan pemeriksaan fungsi paru di Laboratorium Medik Universitas Brawijaya Malang.
10. Ibu Dra. Sri Purnami, Ketua Laboratorium Alat PGSD Universitas Negeri Malang, yang telah memberikan izin untuk menggunakan alat-alat laboratorium dan latihan

11. Bapak-bapak Dosen Program Studi Ilmu Kesehatan Olahraga Pascasarjana Universitas Airlangga yang telah memberikan bekal ilmu dan nasehat dalam penelitian dan penulisan tesis ini.
12. Bapak-bapak Dosen Program Pendidikan Olahraga dan Kesehatan FIP Universitas Negeri Malang yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan tesis ini.
13. Siswa-siswa SMU Laboratorium Universitas Negeri Malang yang membantu dan bersedia menjadi sampel penelitian.
14. Rekan-rekan mahasiswa Program Pascasarjana Universitas Airlangga angkatan 1997/1998 yang telah bekerja-sama dan saling memberikan semangat dan dorongan.
15. Semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan tesis ini.

Pada kesempatan ini juga saya sampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada orang tua saya Bapak Saidi Atmosoewito (almarhum) dan Ibu Ambarwati yang telah mendidik saya sejak kecil dengan penuh kasih sayang, memberi doa restu dan dorongan moral sehingga penelitian dan penulisan tesis ini dapat selesai. Terima kasih juga saya sampaikan kepada Bapak dan Ibu mertua saya yang telah memberikan doa restu dan dorongan moral. Saya sampaikan terima kasih juga kepada istriku yang tercinta Sri Yuliasuti dan anak-anakku tercinta Dewi Setyowati dan Niken Dyah Sukmawati yang telah mendampingi, memberi semangat dan dorongan moral selama mengikuti perkuliahan, penelitian dan penulisan tesis ini.

Semua yang telah membimbing, mengarahkan dan membantu saya dalam penelitian dan penulisan tesis ini semoga memperoleh curahan berkat, pahala dan anugerah dari Allah Yang Maha Kasih. Amin.

Surabaya, 13 Januari 2000

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.	xv
BAB 1: PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan masalah	5
1.3 Tujuan penelitian	6
1.4 Manfaat penelitian.	6
BAB 2: TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Sistem Pernapasan	7
2.1.1 Saluran Pernapasan.	9
2.1.2 Paru-paru dan Pleura.	11
2.1.3 Struktur Thorax	14
2.1.4 Otot-otot dan Mekanisme Pernapasan.	17
2.1.5 Volume dan Kapasitas Paru	25
2.1.6 Ventilasi selama latihan.	29
2.1.7 Pengendalian Pernapasan	34
2.1.8 Kapasitas Vital	39
2.1.9 Kapasitas Pernapasan Maksimal	41
2.1.10 Maksimum Expiratory Flow Rate.	43
2.2 Latihan	45
2.2.1 Pengertian Latihan	45

2.2.2 Prinsip-prinsip dasar latihan	46
2.2.3 Komponen latihan.	50
2.2.4 Latihan aerobik	52
2.2.5 Latihan anaerobik	57
2.2.6 Menentukan Intensitas Latihan	60
2.2.7 Latihan Naik Turun Bangku	63
2.2.8 Pengaruh latihan terhadap pernapasan. . .	66
BAB 3: KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS PENELITIAN. . . .	71
3.1 Kerangka Konsep	71
3.2 Hipotesis penelitian.	72
BAB 4: METODE PENELITIAN	73
4.1 Jenis Penelitian.	73
4.2 Rancangan Penelitian.	73
4.3 Populasi, Teknik Sampling dan Sampel. . . .	74
4.3.1 Populasi.	74
4.3.2 Menentukan Besar Sampel.	74
4.3.3 Teknik sampling	76
4.3.4 Sampel.	78
4.4 Variabel Penelitian	78
4.5 Definisi Operasional Variabel	79
4.6 Alat-alat dan Fasilitas	82
4.7 Lokasi dan Waktu Kegiatan Penelitian. . . .	86
4.8 Menentukan Tenaga Pelaksana	83
4.9 Pelaksanaan Penelitian.	88
4.9.1 Prosedur Kegiatan Penelitian.	88

4.9.2 Penelitian Pendahuluan.	90
4.9.3 Pengumpulan data, Pengukuran dan Peme- riksaan	91
4.9.4 Pelaksanaan Latihan.	100
4.10 Teknik Analisis data	102
BAB 5: HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA.	104
5.1. Hasil Penelitian	104
5.2. Analisis Data.	108
BAB 6: PEMBAHASAN.	134
6.1. Pembahasan Jenis dan Rancangan Penelitian.	134
6.2. Pembahasan populasi dan Sampel	139
6.3. Pembahasan Teknik Analisis Data.	143
6.4. Pembahasan Variabel Penelitian	146
6.5. Pembahasan Latihan Fisik	148
6.6. Pembahasan Hasil Penelitian	154
6.7. Pembahasan Kelemahan dan Keterbatasan Penelitian	165
BAB 7: KESIMPULAN DAN SARAN.	170
7.1. Kesimpulan	170
7.2. Saran-saran.	173
DAFTAR KEPUSTAKAAN	174
LAMPIRAN-LAMPIRAN	179

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
5.1. Rata-rata hitung (Mean) dan Standard Deviasi (SD) Variabel Berat Badan (BB), Tinggi Badan (TB), Panjang Tungkai (PT) dan Umur setiap Kelompok.	105
5.2. Rata-rata Hitung (Mean) dan Standard Deviasi (SD) Variabel Kapasitas Vital (KV) pada Pre-test, Mid-test dan Post-test.	106
5.3. Rata-rata Hitung (Mean) dan Standard Deviasi (SD) Variabel Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) pada Pre-test, Mid-test dan Post-test.	107
5.4. Rata-rata Hitung (Mean) dan Standard Deviasi (SD) Variabel Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) pada Pre-test, Mid-test dan Post-test. . .	108
5.5. Hasil Uji Homogenitas Data Awal Variabel Umur, Berat Badan (BB), Tinggi Badan (TB), Panjang Tungkai (PT), Kapasitas Vital (KV) Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) dan Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF)	109
5.6. Pengaruh Variabel Umur, Tinggi Badan (TB), Berat Badan (BB), Panjang Tungkai (PT) terhadap Variabel Kapasitas Vital (KV)	110
5.7. Pengaruh Variabel Umur, Tinggi Badan (TB), Berat Badan (BB), Panjang Tungkai (PT) terhadap Variabel Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM).	111
5.8. Pengaruh Variabel Umur, Tinggi Badan (TB), Berat Badan (BB), Panjang Tungkai (PT) terhadap Variabel Maximal Midexpiratory Flow Rate. .	112
5.9. Perbandingan Kapasitas Vital (KV) antar waktu Kelompok Latihan Aerobik.	113
5.10. Perbandingan antara Kapasitas Vital (KV) Pre-test, Mid-test dan Post-test Kelompok Latihan Aerobik secara terpisah.	114

Tabel	Halaman
5.11. Perbandingan Kapasitas Vital (KV) antar waktu Kelompok Latihan Anaerobik	115
5.12. Perbandingan antara Kapasitas Vital (KV) Pre-test, Mid-test dan Post-test Kelompok Latihan Anaerobik secara terpisah.	116
5.13. Perbandingan Kapasitas Vital (KV) antar waktu Kelompok Kontrol	117
5.14. Perbandingan antara Kapasitas Vital (KV) Pre-test, Mid-test dan Post-test Kelompok Kontrol secara terpisah.	118
5.15. Perbandingan Kapasitas Vital (KV) antar kelompok.	118
5.16. Perbandingan Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) antar waktu Kelompok Latihan Aerobik.	119
5.17. Perbandingan antara Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) Pre-test, Mid-test dan Post-test Kelompok Latihan Aerobik secara terpisah . .	121
5.18. Perbandingan Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) antar waktu Kelompok Latihan Anaerobik	122
5.19. Perbandingan antara Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) Pre-test, Mid-test dan Post-test Kelompok Latihan Anaerobik secara terpisah.	123
5.20. Perbandingan Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) antar waktu Kelompok Kontrol	124
5.21. Perbandingan antara Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) Pre-test, Mid-test dan Post-test Kelompok Kontrol secara terpisah	125
5.22. Perbandingan Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) antar kelompok.	126
5.23. Perbandingan Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) antar waktu Kelompok Latihan Aerobik .	127
5.24. Perbandingan antara Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) Pre-test, Mid-test dan Post-test Kelompok Latihan Aerobik secara terpisah.	128

Tabel	Halaman
5.25. Perbandingan Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) antar waktu Kelompok Latihan Anaerobik	129
5.26. Perbandingan antara Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) Pre-test, Mid-test dan Post-test Kelompok Latihan Anaerobik secara terpisah.	130
5.27. Perbandingan Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) antar waktu Kelompok Kontrol	131
5.28. Perbandingan antara Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) Pre-test, Mid-test dan Post-test Kelompok Kontrol secara terpisah	132
5.29. Perbandingan Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) antar kelompok	133

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram volume dan kapasitas paru	26
2. Ventilasi semenit latihan sub maksimal dan maksimal.	32
3. Pemeriksaan kesehatan orang coba oleh dokter.	92
4. Pengukuran Berat badan dan Tinggi badan . . .	93
5. Pemeriksaan Kapasitas Vital, Kapasitas Pernapasan Maksimal dan Maximal Midexpiratory Flow Rate menggunakan Super Spiro Discom-21FX . .	96
6. Pelaksanaan Latihan Naik Turun Bangku	101

RINGKASAN

Penelitian eksperimental ini bertujuan untuk menguji pengaruh latihan *aerobik* dan latihan *anaerobik* sebagai variabel bebas terhadap *kapasitas vital*, *kapasitas pernapasan maksimal* dan *maximal midexpiratory flow rate* sebagai variabel tergantung. Selain itu terdapat variabel moderator yaitu, umur, tinggi badan, berat badan dan panjang tungkai.

Rancangan penelitian yang digunakan adalah *Randomized Control Group Pre-test Post-test Design*. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 60 orang coba yang diambil secara acak dari populasi sebanyak 97 orang siswa SMU Laboratorium Universitas Negeri Malang. Selanjutnya 60 orang coba dibagi menjadi tiga kelompok menggunakan teknik *ordinally match pairing*, sehingga tiga kelompok sampel tersebut jumlahnya sama dan seimbang. Kelompok 1 diberi perlakuan latihan fisik aerobik, kelompok 2 diberi perlakuan latihan fisik anaerobik dan kelompok 3 sebagai kelompok kontrol. Bentuk latihan aerobik dan latihan anaerobik adalah naik turun bangku setinggi 30 centimeter. Ciri-ciri latihan fisik aerobik adalah: repetisi = 450 langkah, jumlah set = 1, irama langkah adalah antara 25 - 35 langkah permenit, intensitas latihan adalah denyut jantung mencapai $60\% \times (\text{denyut jantung maksimal} - \text{denyut jantung istirahat}) + \text{denyut jantung istirahat}$, frekuensi latihan adalah 3 kali seminggu, program latihan dilaksanakan selama 6 minggu.

Ciri-ciri latihan fisik anaerobik adalah: repetisi = 75 langkah, jumlah set = 6, irama langkah antara 40 - 45 langkah permenit, intensitas latihan adalah denyut jantung mencapai $80\% \times (\text{denyut jantung maksimal} - \text{denyut jantung istirahat}) + \text{denyut jantung istirahat}$, frekuensi latihan 3 kali seminggu, program latihan selama 6 minggu.

Pengukuran dan pemeriksaan dilaksanakan pada pre-test, mid-test dan post-test. Pengukuran untuk mengumpulkan data tinggi badan, berat badan dan panjang tungkai. Pemeriksaan kapasitas vital, kapasitas pernapasan maksimal dan maximal midexpiratory flow rate menggunakan spirometer jenis *super spiro discom-21FX*.

Teknik analisis data menggunakan statistik deskriptif, uji uji anava, uji anakova dan uji-t, dan menggunakan taraf signifikansi 5%.

Hasil penelitian ini adalah bahwa latihan anaerobik tidak lebih meningkatkan kapasitas vital dibanding latihan aerobik ($p > 0,05$); latihan anaerobik tidak lebih meningkatkan kapasitas pernapasan maksimal dibanding latihan aerobik ($p > 0,05$); latihan anaerobik tidak lebih meningkatkan maximal midexpiratory flow rate dibandingkan latihan aerobik ($p > 0,05$). Selain itu, diperoleh bahwa latihan aerobik tidak mengakibatkan peningkatan kapasitas vital ($p > 0,05$), tetapi latihan aerobik yang diberikan antara pre-test dan mid-test serta antara pre-test dan post-test mengakibatkan peningkatan kapasitas vital ($p < 0,05$).

Latihan anaerobik tidak mengakibatkan peningkatan kapasitas vital, tetapi latihan anaerobik yang diberikan antara pre-test dan mid-test mengakibatkan peningkatan kapasitas vital ($p < 0,05$). Latihan aerobik mengakibatkan peningkatan kapasitas pernapasan maksimal ($p < 0,05$). Latihan anaerobik tidak mengakibatkan peningkatan kapasitas pernapasan maksimal ($p > 0,05$). Latihan aerobik tidak mengakibatkan peningkatan maximal midexpiratory flow rate ($p > 0,05$). Latihan anaerobik tidak mengakibatkan peningkatan maximal midexpiratory flow rate ($p > 0,05$).

ABSTRACT

Key words: aerobic training, anaerobic training, vital capacity, maximal breathing capacity and maximal mid-expiratory flow rate.

The purpose of this study was to determine the effect of aerobic training and anaerobic training on the vital capacity, maximal breathing capacity and maximal midexpiratory flow rate. This study was a laboratory experimental, with randomized group pre-test post-test design.

The population included student of Senior High Lab. School, State University of Malang, with criteria: male of 14 - 17 year old and healthy. The number of its were 103. The samples were divided into 3 groups by applying ordinal pairing technique in order to obtain balance groups. Each group was given different treatment. Group 1 was given an aerobic training, group 2 was given an anaerobic training, and group 3 as a control group. The treatment was given for 6 consecutive weeks in the frequency of 3 times a week.

Spirometer (Super Spiro Discom-21FX) used to data measure of vital capacity, maximal breathing capacity and maximal midexpiratory flow rate. Data collected were analyzed by descriptive, analysis of variance, analysis of covariance and t-test. Test on the significance level of 5%.

The result of study indicateds that an aerobik training did not significantly increase vital capacity and maximal midexpiratory flow rate ($p > 0,05$), an aerobic training significantly increase maximal breathing capacity ($p < 0,05$). That an anaerobik training did not significantly increase vital capacity, maximal breathing capacity and maximal midexpiratory flow rate ($p > 0,05$). There was no significantly different between an aerobic training and an anaerobic training in increasing vital capacity ($p > 0,05$). There was no significantly different between an aerobic training and an anaerobic training in increasing maximal breathing capacity ($p > 0,05$). There was no significantly different between an aerobic training and an anaerobic training in increasing maximal midexpiratory flow rate ($p > 0,05$).

BAB 1

PENDAHULUAN



1.1 Latar Belakang

Kemajuan di bidang ilmu pengetahuan dan teknologi telah memberikan sumbangan untuk memacu perkembangan kualitas dan kemampuan manusia. Untuk mengetahui bagaimana memperoleh kualitas dan kemampuan tersebut dan apa tujuan yang ingin dicapai dari kualitas dan kemampuan tersebut perlu kajian secara teliti. Sebagaimana diketahui bahwa saat ini masyarakat Indonesia sudah mulai menyadari pentingnya olahraga dan melakukannya bagi peningkatan kualitas fisik. Terutama berolahraga sebagai latihan fisik yang bertujuan untuk memelihara dan meningkatkan kesehatan.

Menurut Soekarman (1987), secara garis besar kegiatan olahraga dibedakan menjadi olahraga yang bersifat aerobik dan anaerobik. Olahraga dengan menggunakan kekuatan yang besar untuk jangka waktu yang pendek menggunakan energi yang berasal dari ATP-PC maupun asam laktat atau dikenal sebagai sistem anaerobik. Olahraga yang menggunakan kekuatan yang kecil atau sedang yang dilakukam dalam jangka waktu yang lama menggunakan energi yang berasal dari sistem aerobik. Untuk mempersiapkan sistem energi yang digunakan dalam suatu cabang olahraga, maka perlu diketahui sistem energi yang dominan untuk cabang olahraga tersebut. Namun dalam kenyataan bahwa jika dipandang dari pelaksanaan

secara utuh suatu cabang olahraga tertentu akan menggunakan dua sistem aerobik dan sistem anaerobik tersebut secara bergantian. Oleh karena itu, melakukan suatu cabang olahraga tidak dapat dipandang secara mutlak hanya menggunakan salah satu sistem energi saja.

Selama melakukan kegiatan olahraga diperlukan energi. Seperti yang dijelaskan oleh Fox (1993:30), bahwa dalam setiap kegiatan olahraga membutuhkan energi. Energi tersebut diperoleh dari proses pemecahan makanan yang kemudian membentuk senyawa kimia yang disebut *adenosin triphosphate* (ATP). Produksi ATP terdiri dari metabolisme anaerobik tanpa oksigen dan aerobik dengan oksigen. Ada dua sistem anaerobik, yaitu *phosphagen* atau sistem ATP-PC dan glikolisis anaerobik atau sistem asam laktat. Sedangkan ATP yang berasal dari metabolisme aerobik membutuhkan oksigen yang digunakan untuk menguraikan glikogen menjadi CO₂ dan H₂O. Proses menghasilkan ATP dengan cara ini disebut glikolisis aerobik.

Pada kegiatan olahraga yang bersifat anaerobik, sistem energi yang digunakan terutama sistem *phosphagen* yang tidak memerlukan oksigen. Energi dengan sistem *phosphagen* ini akan segera berkurang atau habis sama sekali, selanjutnya akan digantikan energi dengan sistem aerobik. Hal itu dapat ditunjukkan bahwa segera setelah kegiatan olahraga anaerobik tersebut berhenti, ternyata frekuensi dan volume pernapasan tetap tinggi. Hal itu menunjukkan bahwa kebu-

tuhan oksigen juga tinggi. Menurut Fox (1993:288), oksigen yang dikonsumsi tersebut digunakan untuk proses mengganti energi yang dipakai dan mengangkut asam laktat yang terbentuk serta memulihkan cadangan oksigen. Sehingga keadaan tubuh dapat kembali seperti keadaan sebelum berolahraga. Konsumsi oksigen sesudah berhenti olahraga anaerobik tersebut disebut hutang oksigen. Menurut Lamb (1984:104), hutang oksigen adalah oksigen yang dikonsumsi selama waktu pulih asal (*recovery*) setelah latihan yang sangat berat, biasanya dikonsumsi selama periode istirahat. Dengan konsep hutang oksigen tersebut maka dapat dijelaskan bahwa meskipun kegiatan olahraga dilakukan dengan sistem anaerobik tetapi oksigen tetap diperlukan.

Manusia bernapas untuk memperoleh oksigen yang diperlukan untuk proses metabolisme energi dan membuang carbon dioksida (CO₂) sebagai bahan yang tidak diperlukan. Masuknya udara ke dalam paru-paru dan keluarnya udara dari paru-paru tersebut disebut *ventilasi*. Sehingga ada dua aliran udara yaitu aliran udara masuk ke dalam paru-paru dan aliran udara keluar dari paru-paru. Peristiwa masuknya udara ke dalam paru-paru itu disebut *inspirasi*. Peristiwa mengalirnya udara dari paru-paru keluar ke atmosfer disebut *ekspirasi*. Udara tersebut mengalir melalui saluran pernapasan, mulai dari hidung atau mulut, *pharynx*, *trakea*, *bronkhi*, *bronkioli* dan *alveoli*. Mengembang dan mengempisnya rongga dada yang menyebabkan terjadinya peristiwa

inspirasi dan ekspirasi tersebut merupakan akibat dari kerja otot-otot pernapasan. Pada keadaan pernapasan biasa, inspirasi adalah aktif, sedangkan ekspirasi adalah pasif. Inspirasi terutama dilakukan oleh kontraksi *diaphragma* dan otot *intercostalis eksternal* serta dibantu otot *scalenes*, *sternocleidomastoideus*, *serratus anterior*, *elevator scapulae*, *erector trunci*, dan *trapezius*. Pada ekspirasi lebih kuat pada waktu latihan, keadaan sakit pada saluran pernapasan atau paru-paru, kontraksi secara aktif otot-otot diperlukan untuk memperkuat ekspirasi. Otot-otot tersebut adalah *intercostalis internal* dan otot-otot perut meliputi otot-otot *rectus abdominus*, *internal oblique*, *eksternal oblique* dan *transversus abdominus*.

Pada waktu olahraga, metabolisme energi akan meningkat, diikuti dengan meningkatnya kebutuhan oksigen (O_2) dan produksi karbon dioksida (CO_2). Agar penyediaan oksigen dan pembuangan karbon dioksida dapat berlangsung dengan cepat diperlukan peningkatan ventilasi paru. Selain itu peningkatan ventilasi itu sangat diperlukan untuk proses pulih asal (*recovery*). Peningkatan ventilasi paru akan berkaitan dengan kapasitas paru dan saluran pernapasan. Kapasitas paru tersebut antara lain kapasitas vital dan kapasitas pernapasan maksimal. Saluran pernapasan berperan mengalirkan udara dari luar masuk ke paru-paru atau sebaliknya. Salah satu ukuran berkaitan dengan aliran udara tersebut adalah *maximal midexpiratory flow rate*.

Memperhatikan permasalahan tersebut di atas perlu usaha-usaha untuk meningkatkan *kapasitas vital*, *kapasitas pernapasan maksimal* dan *maximal midexpiratory flow rate*. Salah satu usaha untuk meningkatkan hal-hal tersebut adalah dengan latihan fisik. Jika ditinjau dari sistem penyediaan energi yang digunakan, yaitu sistem aerobik dan sistem anaerobik maka tentunya latihan fisik harus direncanakan berdasarkan sistem penyediaan energi tersebut. Sebatas kemampuan pengamatan peneliti belum menemukan data tentang pengaruh latihan aerobik dan latihan anaerobik terhadap kapasitas vital, kapasitas pernapasan maksimal dan maximal midexpiratory flow rate. Berdasarkan latar belakang masalah tersebut di atas maka perlu penelitian tentang pengaruh latihan fisik aerobik dan latihan fisik anaerobik terhadap kapasitas vital, kapasitas pernapasan maksimal dan maximal midexpiratory flow rate.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan kajian latar belakang tersebut di atas maka masalah penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1.2.1 Apakah latihan anaerobik lebih meningkatkan kapasitas vital dibandingkan latihan aerobik?

1.2.2 Apakah latihan anaerobik lebih meningkatkan kapasitas pernapasan maksimal dibandingkan latihan aerobik?

1.2.3 Apakah latihan aerobik lebih meningkatkan maximal midexpiratory flow rate dibandingkan latihan anaerobik?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1.3.1 menguji bahwa latihan anaerobik lebih meningkatkan kapasitas vital dibandingkan latihan aerobik.

1.3.2 menguji bahwa latihan anaerobik lebih meningkatkan kapasitas pernapasan maksimal dibandingkan latihan aerobik.

1.3.3 menguji bahwa latihan aerobik lebih meningkatkan maximal midexpiratory flow rate dibanding latihan anaerobik.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dan memberikan sumbangan bagi pengembangan ilmu fisiologi olahraga pada umumnya dan lebih khusus bagi ilmu keolahragaan.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan pengetahuan dan bermanfaat secara praktis bagi para pelatih. Terutama menyusun dan melaksanakan program latihan yang berkaitan dengan latihan fisik aerobik dan anaerobik dalam usaha meningkatkan kemampuan fisik atlet. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan pedoman dalam memilih materi latihan dan dijadikan pedoman dalam mengevaluasi program latihan fisik.

Bagi atlet, hasil penelitian ini diharapkan menjadi salah satu acuan dalam memilih bentuk latihan fisik aerobik dan latihan fisik anaerobik yang bertujuan meningkatkan kemampuan dan kebugaran fisiknya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab 2 berikut ini akan disajikan tinjauan pustaka tentang sistem pernapasan dan latihan.

2.1 Sistem Pernapasan

Manusia bernapas untuk memperoleh oksigen yang diperlukan untuk proses metabolisme energi dan membuang carbon dioksida sebagai bahan yang tidak diperlukan lagi. Masuknya udara ke dalam dan keluar dari paru-paru tersebut disebut *ventilasi*. Maka ada dua aliran udara, yaitu aliran udara masuk ke dalam paru-paru dan aliran udara keluar dari paru-paru. Jika rongga dada mengembang maka paru-paru juga mengembang, hal tersebut mengakibatkan turunnya tekanan udara di dalam paru-paru sesuai dengan Hukum Boyle. Tekanan di dalam paru-paru turun di bawah atmosfer, maka akan terjadi perbedaan tekanan antara atmosfer dan di dalam paru-paru selama saluran udara terbuka (hidung dan mulut). Sehingga udara masuk ke dalam paru-paru yang disebut *inspirasi*. Selanjutnya udara keluar dari paru-paru disebut *ekspirasi*. Ekspirasi dimulai dari mengempisnya rongga dada dan paru, tekanan udara di dalam paru bertambah besar, mengakibatkan tekanan di dalam paru lebih besar daripada atmosfer. Maka terjadi perbedaan tekanan antara udara di dalam paru dan atmosfer sehingga udara mengalir keluar dari paru.

Bernapas adalah proses kegiatan menghirup oksigen (O_2) dari udara luar (atmosfir) masuk ke dalam alveoli paru yang selanjutnya didistribusi ke sel-sel jaringan tubuh dan mengangkut carbon dioksida (CO_2) sebagai limbah hasil pertukaran zat-zat di dalam sel-sel jaringan tubuh untuk dikeluarkan ke udara luar melalui paru. Jadi tujuan pernapasan adalah menyediakan O_2 untuk kebutuhan sel-sel dan mengeluarkan CO_2 keluar dari sel-sel.

Menurut Guyton (1996:477) secara umum pernapasan dibedakan menjadi empat peristiwa penting: 1) ventilasi paru, yaitu mengalirkan udara masuk ke dalam alveoli dan mengalirkan udara keluar dari paru, 2) difusi oksigen (O_2) dan carbon dioksida (CO_2) antara alveoli paru dan darah dalam kapiler paru, 3) mengangkut oksigen dan carbon dioksida dalam darah dan cairan tubuh ke dan dari sel-sel, (4) pengendalian ventilasi dan hal lain tentang pernapasan.

Membesar dan mengecilnya rongga dada yang menyebabkan terjadinya perbedaan tekanan yang kemudian terjadi peristiwa inspirasi dan ekspirasi tersebut merupakan peristiwa mekanik pernapasan. Bahasan yang berkaitan dengan mekanik pernapasan antara lain: saluran pernapasan, paru dan pleura, struktur thoraks, otot-otot dan mekanik pernapasan, volume dan kapasitas paru. Selain itu akan dibahas pula tentang ventilasi selama latihan, pengendalian pernapasan, kapasitas vital, kapasitas pernapasan maksimal dan maximal midexpiratory flow rate.

2.1.1 Saluran Pernapasan

Strauss (1979:64) menjelaskan bahwa saluran pernapasan adalah struktur yang menghubungkan udara dari lingkungan luar ke alveoli atau bagian paru tempat terjadinya difusi gas antara udara dan darah. Sistem saluran pernapasan secara garis besar dibagi menjadi dua bagian. Bagian pertama adalah bagian konduksi yang terdiri dari hidung, *pharynx*, *larynx*, *trachea*, *bronchus primarius* dan *bronchiolus terminalis*. Bagian konduksi tersebut mempunyai peranan utama menjaga kelangsungan masuk keluarnya udara pernapasan tanpa terlibat dalam proses pertukaran gas. Bagian kedua adalah bagian *respiratorius* yang terdiri dari *bronchiolus respiratorius*, *ductus alveolaris*, *saccus alveolaris* dan *alveoli*. Pada bagian *respiratorius* ini terjadi proses pertukaran gas antara hawa yang ada di dalamnya dengan darah pada kapiler.

Selanjutnya Strauss (1979:64) menjelaskan bahwa udara yang masuk melalui saluran pernapasan bagian konduksi akan dihangatkan, dilembabkan dan dibersihkan. Fungsi tersebut akan menghasilkan lebih baik jika udara pernapasan masuk melalui hidung daripada melalui mulut. Karena alur-alur hidung dilengkapi kawasan permukaan yang luas, terdiri dari membran-membran *mukosa* untuk udara yang masuk serta rambut-rambut getar di bagian dalam lubang hidung. *Pleksus vena* akan menghangatkan, dan kelenjar lendir akan melembabkan dan membersihkan udara yang masuk. Tulang turbin dari sinus-sinus yang tidak teratur pada hidung membantu memper-

luas kawasan permukaan, sehingga penghangatan, pembersihan dan pelembaban akan berlangsung lebih baik.

Strauss (1979:64) menjelaskan juga bahwa udara akan lewat *pharynx* yang sebenarnya juga menjadi jalan makanan. *Pharynx* dibedakan menjadi tiga bagian yaitu *nasopharynx*, *orophaynx* dan *laryngopharynx*. Saluran pernapasan bagian di bawahnya, dari *larynx* ke bawah termasuk *trachea*, *bronchi* dan *bronchiolus*. Saluran tersebut bercabang berulang-ulang, menjadi lebih kecil dan menjadi lebih banyak bercabang-cabang masing-masing sampai *alveolus*. Dari *trachea* sampai dengan *alveoli*, saluran udara ini bercabang 23 kali, 16 cabang yang pertama merupakan kawasan konduksi yang terdiri dari *bronchi*, *bronchiol* dan *bronchiol terminalis*. Menurut Fox (1993:209) disebutkan bahwa kawasan konduksi tersebut tidak ikut serta dalam pertukaran gas, disebut sebagai ruang rugi anatomis. Selanjutnya 7 cabang sisanya membentuk kawasan pernapasan, di sini terjadi pertukaran gas. Kawasan pernapasan terdiri dari *bronchiol respiratory*, *ductus alveolaris*, *saccus alveolaris* dan *alveoli*. Susunan percabangan saluran udara berakhir pada *alveoli* yang jumlahnya mendekati 300 juta.

Kapit (1987:43) menerangkan bahwa diameter setiap *alveoli* hanya kira-kira 0,3 milimeter, jika dijumlahkan seluruh luas permukaannya dapat digunakan untuk pertukaran gas dengan darah kira-kira 85 meter persegi (mendekati luas dari separo lapangan tenis).

2.1.2 Paru-paru dan Pleura

Pendapat Subagjo (1996:7), paru-paru merupakan salah satu organ penting pada tubuh manusia yang mempunyai peran dalam pertukaran oksigen dan carbon dioksida. Paru-paru terdiri dari *pulmo dextra* dan *pulmo sinistra*, masing-masing terletak dalam *saccus pleurale*. Paru-paru mempunyai sifat lunak, ringan dan elastis. Paru-paru dibagi menjadi beberapa *lobus* yang masing-masing dipisahkan oleh celah yang disebut *fissurae*. Setiap *lobus* dibagi menjadi beberapa *segment*, paru-paru kanan mempunyai sepuluh *segment* dan paru-paru kiri mempunyai delapan *segment*.

Selanjutnya Subagjo (1996:9) menuliskan bahwa *pulmo dextra* (paru-paru kanan) mempunyai *fissura obliqua* dan *fissura horizontalis*, sehingga paru-paru kanan mempunyai 3 lobus. Yaitu *lobus superior* mempunyai 3 segment, *lobus medius* mempunyai 2 segment dan *lobus inferior* mempunyai 5 segment. *Pulmo sinistra* hanya mempunyai *fissura obliqua*, sehingga paru-paru kiri terdiri dari 2 lobus. Yaitu *lobus superior* yang mempunyai 4 segment dan *lobus inferior* yang mempunyai 4 segment. Bagian paling cranial yang merupakan puncak dari paru-paru disebut *apex pulmonum*, terletak pada *apertura thorachis superior* dan tertutup oleh *pleura parietale* yang disebut *cupula pleura*.

Pendapat Subagjo (1996:9) selanjutnya bahwa paru-paru mempunyai tiga permukaan, yaitu *facies costalis* adalah permukaan yang menghadap ke arah dinding thorax; *facies*

medialis adalah permukaan yang menghadap ke arah medial/mediastinum; dan *facies diaphragmatica* yang disebut juga *basis pulmonum* adalah permukaan yang menghadap ke arah diaphragma.

Lebih lanjut Subagjo (1996:9) menjelaskan bahwa *facies medialis pulmonum* mempunyai lubang yang disebut *hilus pulmonalis*. Struktur-struktur yang keluar-masuk melalui *hilus pulmonalis* disebut *radix pulmonale*. *Radix pulmonale* terdiri dari *arteri* dan *vena pulmonalis*, *arteri* dan *vena bronchialis*, pembuluh lymphe dan kelenjar lymphe, anyaman saraf, dan *bronchus primarius*. *Arteri* dan *vena pulmonalis* merupakan pembuluh darah fungsional untuk paru-paru. *Arteri pulmonalis* menyalurkan darah dari ventrikel kanan jantung yang banyak mengandung CO₂. Setelah mencapai *hilus pulmonalis*, *arteri pulmonalis* bercabang-cabang mengikuti percabangan batang *bronchial* sampai membentuk capiler yang mengelilingi *alveoli*.

Subagjo (1996:9) lebih lanjut menerangkan bahwa di *alveoli* terjadi pertukaran gas yaitu antara CO₂ yang terdapat di capiler dan O₂ yang terdapat di dalam udara pernapasan di *alveoli*. O₂ yang diperoleh dalam pertukaran gas kemudian dibawa melalui *vena pulmonalis* menuju atrium kiri. *Arteri* dan *vena bronchialis* adalah pembuluh darah nutritif, yaitu pembuluh darah yang berperan menghantar makanan untuk jaringan paru-paru. *Bronchus primarius dextra* lebih pendek, diameternya lebih besar dan terhadap



garis median membentuk sudut lebih kecil dibanding *bronchus primarius sinistra*. Setelah masuk ke *hilus pulmonalis*, *bronchus primarius* bercabang-cabang secara dikotomi menyerupai percabangan pohon. Sehingga bentuk percabangan bronchus disebut *bronchial tree* atau *arbor bronchialis*.

Berger (1982:205) menjelaskan bahwa paru-paru dibungkus selaput tipis disebut *pleura*, yang memungkinkan paru-paru bergerak bebas tanpa bergeseran dengan rongga dada. *Pleura* mempunyai dua lapisan. lapisan luar disebut *parietal pleura* yang melekat pada tulang-tulang rusuk dan otot-otot intercostal dan lapisan dalam disebut *visceral pleura* yang melindungi dua paru-paru. Diantara dua *pleura* ada selaput tipis cairan antar *pleura* yang penting dalam bernapas.

Subagjo (1996:15) menjelaskan bahwa *parietal pleura* dibedakan menjadi beberapa bagian, yaitu *costalis pleura* yang melekat pada dinding thorax; *mediastinalis pleura* yang melekat pada *mediastinum*; *diaphragmatica pleura* yang melekat pada permukaan atas *diaphragma*; *cupola pleura* merupakan kelanjutan dari *mediastinalis pleura* dan *costalis pleura* melalui *apertura thorachalis superior* dan menutup *apex pulmonum*. Pada waktu bernapas, *visceral pleura* dan *parietal pleura* tersebut saling bergesekan. Antara *visceral pleura* dan *parietal pleura* terdapat *cavum pleura* yang merupakan ruang potensial yang selalu berisi cairan untuk melicinkan pergesehan antar dua *pleura* tersebut.

2.1.3 Struktur thorax

Menurut Subagjo (1996:18) dikemukakan bahwa *thorax* merupakan bagian dari tubuh manusia yang terletak di antara leher (*collum*) di sebelah *cranial* dan perut (*abdomen*) di sebelah *caudal*. *Cavum thorax* (rongga dada) terutama dibatasi oleh *apertura thorachis superior*, *apertura thorachis inferior* dan dinding thorax. Di dalam *cavum thorax* inilah sebagian besar ditempati oleh paru-paru. *Apertura thorachis superior* merupakan batas *cranial* (superior) yang terbentuk dari *manubrium sterni*, *vertebra thorachalis I* dan *costa I* kanan dan kiri. *Apertura thorachis inferior* adalah batas inferior yang terdiri dari diaphragma.

Selanjutnya Subagjo (1996) menjelaskan bahwa dinding thorax dibentuk oleh *sternum*, 12 pasang tulang rusuk (*costae*) dan *cartilagine costales* (tulang rawan costa), 12 buah *vertebrae thoracales* dan *discus intervertebralis*. *Sternum* adalah tulang pipih yang terletak pada dinding *ventral thorax*, dibagi menjadi tiga bagian yaitu *manubrium sterni*, *corpus sterni* dan *processus xiphoideus*. Tulang rusuk (*costae*) I - VII pada ujung *ventral* melalui tulang rawannya masing-masing bersendi pada *sternum*, di bagian ujung *dorsal* bersendi dengan *vertebrae thorachales* I - VII. Tulang rusuk I - VII bersama disebut *costae verae* atau *costae vertebrosterinales*. Tulang rusuk VIII - X di bagian ujung *ventral* bersambungan dengan *sternum* melalui perantara tulang rawan iga di atasnya, di bagian ujung *dorsal*

bersendi dengan *vertebrae thoracales* VIII - X. Tulang rusuk VIII - X bersama disebut *costae spuriae arcuariae* atau *costae vertebrochondrales*. Tulang rusuk XI - XII disebut *costae spuriae fluctuantes* atau *costae vertebrales*, di bagian ujung dorsal bersendi *vertebrae* XI - XII, di bagian ujung ventral melayang bebas diantara otot-otot perut. *Vertebrae thorachalis* merupakan dinding thorax di sebelah *posterior*, terdiri dari 12 buah yang satu dengan lainnya dihubungkan oleh lempengan tulang rawan yang disebut *discus intervertebralis*.

Lebih lanjut Subagyo (1996:21) menjelaskan bahwa setiap tulang rusuk bersendi dengan *vertebrae* di dua tempat, yaitu pada *articulatio costo-vertebralis* dan *articulatio costo-transversaria*. Kedua sendi ini merupakan dua titik yang tetap, sedangkan tulang rusuk berputar mengelilingi sumbu yang melalui kedua sendi tersebut dan berimpit dengan arah panjang *collum costae*.

Subagyo (1996:21) menambahkan bahwa sudut yang dibentuk oleh sumbu gerak sebelah kiri dan sebelah kanan membuka kebelakang dan bertambah kecil dari atas ke bawah. Gerak mengelilingi sumbu gerak tersebut mengangkat ujung ventral tulang rusuk dan bersamaan itu menggerakkan bagian lateral ke arah samping. Tetapi pada tulang-tulang rusuk sebelah atas terjadi terutama mengangkat ujung ventral karena letak sumbu geraknya lebih melintang. Sedangkan pada tulang-tulang rusuk sebelah bawah terjadi gerakan terutama bagian

lateral tulang rusuk bergerak ke samping karena letak sumbu gerakannya yang lebih sagital. Sehingga pembesaran rongga dada di bagian atas terjadi terutama pada arah *anterior-posterior*, sedangkan bagian bawah, pembesaran terutama pada *transversal*. Dengan struktur yang seperti tersebut di atas maka bentuk dasar rongga dada adalah kerucut yang diameternya makin mengecil ke arah *cranial* terpotong bagian atasnya dan dasarnya mengarah ke *caudal*. Pemampatan pada *anteroposterior* dan melebar ke *lateral*. Dinding rongga dada bagian *ventral* lebih pendek daripada dinding bagian *dorsal* karena *sternum* lebih pendek daripada duabelas *vertebrae thoracales*. Sehingga bidang superior dan inferior rongga dada cenderung miring ke arah anterior.

Pendapat Bradley (1975) dikemukakan bahwa tiga fungsi utama dinding dada adalah: (1) Melindungi bagian-bagian dalam rongga dada. Dinding dada cukup keras untuk memberi perlindungan yang baik terhadap organ-organ dan pembuluh-pembuluh di dalamnya, terutama paru-paru. (2) Tempat berikatan dengan anggota badan bagian atas. (3) Berfungsi mengembangkan rongga dada, dinding dada berfungsi sebagai pompa ventilasi yang cukup lembut dengan sendi yang dapat bergerak pada tulang belakang dan tulang dada pada kedua ujung tulang rusuk untuk melaksanakan fungsi ini. Mekanisme perubahan volume rongga dada tersebut yang banyak berperanan adalah *diaphragma*, tulang rusuk dan otot-otot *intercostalis*.

2.1.4 Otot-otot dan Mekanik Pernapasan

Udara akan mengalir dari kawasan yang mempunyai tekanan lebih tinggi ke kawasan yang bertekanan lebih rendah. Demikian juga yang terjadi pada saat pernapasan, udara akan mengalir dari udara atmosfer ke dalam paru-paru disebut *inspirasi* dan udara keluar dari paru-paru ke udara atmosfer yang disebut *ekspirasi*. Peristiwa masuknya udara ke dalam paru-paru dan keluarnya udara dari paru-paru tersebut disebut *ventilasi*.

Ventilasi sebenarnya merupakan akibat dari kontraksi otot-otot pernapasan. Menurut Munandar (1979) disebutkan bahwa berdasarkan intensitas kerja otot pernapasan dibedakan menjadi otot-otot *regular* dan otot-otot *auxiliar*. Pada pernapasan biasa yang banyak bekerja hanya otot-otot *regular*. Otot-otot *auxiliar* akan ikut membantu pernapasan jika diperlukan pada saat frekuensi dan pembesaran rongga dada yang lebih besar. Pada waktu latihan, frekuensi dan kedalaman pernapasan akan meningkat, sehingga otot-otot *auxiliar* sangat diperlukan. Makin sukar pernapasan dilakukan, makin banyak otot-otot *auxiliar* yang akan ikut bekerja, misalnya pada penderita penyakit asma.

Menurut Anthony (1960:366), jika dalam keadaan normal, pernapasan ada dua jenis atau kombinasi antara pernapasan *abdominal* atau *costal*. Pernapasan *abdominal* seringkali disebut *diaphragmatic* atau bernapas dari dalam, yang ditandai oleh dinding perut bergerak ke luar oleh karena kontraksi

dan turunnya diaphragma. Pernapasan *costal*, lebih dangkal atau pernapasan dada ditandai oleh dada bergerak naik dan keluar oleh karena kontraksi otot *external intercostalis* dan otot-otot yang mengangkat dada. Biasanya, pernapasan tenang jenis *abdominal* maupun *costal* diketahui sebagai *eupnea*.

Falls (1969) menjelaskan bahwa paru-paru bertanggung jawab memasok O₂ segar dan juga menghilangkan kelebihan CO₂ serta H₂O. Udara dimasukkan ke dalam paru-paru oleh gerakan *diaphragma* dan mekanik perubahan bentuk *thorax* oleh otot-otot *external intercostalis*. Kontraksi otot-otot tersebut meningkatkan ukuran rongga dada. Keadaan ini menurunkan tekanan udara dalam paru-paru sesuai dengan hukum Boyle menyebabkan turun dibawah tekanan atmosfer. Udara kemudian mengalir ke dalam paru-paru atau *inspirasi* oleh karena perbedaan tekanan.

Menurut West (1985:585), bahwa dalam keadaan pernapasan tenang inspirasi adalah aktif, sedangkan ekspirasi pasif. Dengan kata lain, otot-otot inspirasi menarik paru dan dinding dada dari posisi seimbang, mempunyai sistem elastis untuk kembali pada posisi istirahat selama ekspirasi. Otot-otot inspirasi yang paling penting adalah *diaphragma*. *Diaphragma* adalah lembaran otot tipis berbentuk kubah melekat pada tulang rusuk terbawah, *sternum* dan tulang belakang. Jika diaphragma kontraksi maka dua hal terjadi. Pertama, isi perut terdesak ke bawah, sehingga memperbesar

ukuran vertikal dada. Kedua, tulang rusuk bergerak ke arah atas dan ke arah luar. Pada pengamatan pertama, tampak mengerutnya *diaphragma* akan menunjukkan penambahan diameter rongga dada. Ini terjadi mungkin karena ketika rongga dada terangkat oleh pengaruh gerakan *diaphragma* pada isi perut, tulang rusuk juga bergerak keluar karena sebenarnya mereka bersendi pada tulang belakang. *Diaphragma* dapat merobah luas rongga dada berkaitan dengan kekuatan kontraksi dan bentuknya waktu istirahat.

Bradley (1975:64) menjelaskan bahwa *diaphragma* adalah *musculo-tendonous* (jaringan ikat) yang memisahkan antara rongga dada dan perut. *Diaphragma* bergerak seperti piston, mengubah volume rongga dada pada dimensi superior-inferior. Dikemukakan oleh Luttgens dan Hamilton (1997:280) bahwa *diaphragma* berbentuk kubah yang memisahkan rongga dada dan perut. Kontraksinya menyebabkan penekanan pada tendon tengahnya dan menambah dimensi vertikal dari rongga dada. Hal itu juga cenderung mengangkat tulang-tulang rusuk, tetapi ini timbul tahanan oleh *quadratus lumborum* dan *ilio-costalis lumborum*. Gerakan *diaphragma* ke bawah tersebut menekan organ-organ perut, selanjutnya mendorong ke depan dinding perut.

Menurut Munandar (1979:60), dinyatakan bahwa berdasarkan letak origonya, *diaphragma* dibagi dalam tiga bagian origo. Pertama, yang berorigo pada bagian tulang dada (*sternum*), tepatnya pada *processus xiphoideus sterni*.

Kedua, yang berorigo pada bagian tulang rusuk (*costa*) VII - XII. Ketiga, yang berorigo pada bagian pinggang (*lumbal*), terdiri dari *crus mediale*, *crus intermedium* dan *crus laterale*. Diaphragma bekerja hanya pada gerakan inspirasi. Pada waktu kontraksi, bagian tengah diaphragma bergerak turun seperti piston, sehingga menjadi mendatar. Keadaan ini akan memperluas diameter thorax ke arah *cranio-caudal*. Selain itu rongga dada juga membesar ke arah lateral. Pada waktu diaphragma mendatar, maka akan mendesak dalaman perut yang diteruskan ke otot-otot dinding perut. Lagi pula mengecilnya rongga perut akan menyebabkan meningkatnya tekanan *intraabdominal*. Sehingga otot-otot dinding perut mendapat tekanan keluar, tampak dari luar perut bertambah besar. Karena rongga dada membesar dan tekanan udara menjadi lebih rendah dari tekanan atmosfer sehingga terjadi udara masuk ke rongga dada atau inspirasi.

Menurut West (1985:586), dijelaskan bahwa kelompok otot-otot selanjutnya yang penting untuk inspirasi adalah *intercostales eksternal*. Ketika otot-otot ini berkontraksi, mengerutnya otot menyebabkan tulang rusuk terangkat. Yang menyebabkan diameter antero-posterior dada bertambah karena sudut kemiringan tulang rusuk turun.

Radiopoetro (1981:197) menjelaskan bahwa otot-otot yang mengangkat tulang-tulang rusuk (*costae*) pada waktu menarik napas biasa ialah *intercostales eksternal*, yaitu otot yang terletak di antara tulang rusuk. Origo otot *intercostales*

eksternal ini terletak pada tepi bawah *costa laterale* dari *sulcus costae* mulai dari *tuberculum costae* sampai batas dengan *cartilagi costae* kecuali tulang rusuk XII. Inserio otot *intercostalis eksternal* terletak pada tepi atas tulang rusuk yang berada tepat di bawahnya.

Lebih lanjut dijelaskan oleh West (1985:587) bahwa kelompok otot inspirasi yang berikut disebut *the accesory muscles* atau otot-otot inspirasi pembantu. Otot-otot ini sebagai otot pembantu karena sedikit digunakan untuk membantu pada pernapasan biasa, tetapi otot tersebut aktif berkontraksi hanya pada waktu latihan atau gerakan pernapasan paksa. Otot-otot tersebut meliputi otot-otot *scalene* pada leher yang mengangkat dua tulang rusuk teratas, dan *sternocleidomastoid* yang melekat pada sternum bagian atas.

Dikemukakan juga oleh Brooks (1984:242) bahwa selama olahraga, gerakan inspirasi dibantu oleh otot-otot inspirasi pembantu, yang terdiri dari otot *scalene*, *sternocleidomastoid* dan *trapezius*. Otot-otot tersebut bekerja mengangkat tulang-tulang rusuk dan tulang selangka ke atas dan mendatar, menyebabkan bertambah besarnya volume tidal selama olahraga.

Soekarman (1997:40) menjelaskan bahwa kekuatan kontraksi otot-otot inspirasi terpakai antara lain untuk: a) mengatasi *elastic recoil* dari paru-paru, b) menggerakkan jaringan tak kenyal, c) mengatasi tahanan aliran udara dalam saluran pernapasan.

Berger (1982:207) mengemukakan bahwa kelenturan jaringan pada paru-paru dan dinding rongga dada meregang pada waktu inspirasi. Pada waktu inspirasi selesai, otot-otot istirahat dan regangan jaringan kembali mengerut ke panjang semula. Dengan berkurangnya volume rongga dada dan paru-paru, tekanan udara alveoli meningkat melebihi tekanan atmosfer dan udara dibuang dengan *ekspirasi*. Pada keadaan biasa, ekspirasi adalah pasif, bergantung hanya pada kontraksi dan relaksasi otot-otot inspirasi. Selama latihan fisik, ventilasi meningkat untuk memenuhi kebutuhan oksigen yang lebih banyak bagi sel-sel otot, otot-otot *abdominal* dan *oblique* membantu ekspirasi dengan mendorong ke atas diaphragma dan menekan tulang-tulang rusuk.

West (1985:587) menjelaskan bahwa pada ekspirasi tenang biasanya pasif. Pada latihan atau selama gerakan pernapasan paksa, otot-otot ekspirasi berkontraksi. Yang paling penting dilakukan oleh otot-otot dinding perut. Ketika otot-otot tersebut berkontraksi maka tekanan dalam perut meningkat dan diaphragma didorong ke atas ke dalam rongga dada, sehingga volumenya berkurang. Otot-otot perut terdiri dari otot-otot *rectus abdominus*, *internal oblique*, *eksternal oblique* dan *transversus abdominus*.

Dijelaskan pula oleh West (1985:587) bahwa otot-otot ekspirasi lainnya adalah *intercostal internal*. Bekerjanya berlawanan dengan otot-otot *intercostal eksternal*, bila kontraksi tulang rusuk akan ditarik ke bawah, ke belakang

dan ke dalam, sehingga mengurangi dimensi antero-posterior dan lateral rongga dada. Penyelidikan *elektromyograf* memperlihatkan bahwa kontraksi otot-otot selama mengencang, sehingga mengeraskan ruang intercostal dan mencegah mengembung keluar.

Radiopoetro (1965:199) menguraikan bahwa otot *intercostal internal* diperlukan pada keadaan *dyspnoe*, untuk meniup atau bicara. Otot ini berorigo pada tepi atas setiap tulang rusuk pada *angulus costae* bagian dalam, kecuali tulang rusuk I. Berdasarkan insersinya dibedakan menjadi dua lapisan yang saling menutup kira-kira pada pertengahan tulang rusuk. Lapisan bagian belakang-dalam membentang dari *angulus costarius* sampai batas antara tulang rusuk dengan tulang rawan dan mempunyai insertio pada pinggir bawah tulang rusuk di atas origonya dan terletak di sebelah dalam *sulcus costae*. Lapis kedua adalah bagian depan-luar yang membentang mulai dari pertengahan bagian tulang rusuk sampai pada sternum dan mempunyai insersio pada pinggir bawah tulang rusuk ebelah luar dari *sulcus costae*.

Dijelaskan oleh Munandar (1979:58) bahwa otot *intercostal internal* terletak di antara dua tulang rusuk di sebelah dalam dari otot *intercostalis external*. Gerakan otot-otot *intercostalis internal* tersebut berlawanan dengan otot *intercostalis external*, misalnya ketika memutar tulang-tulang rusuk ke arah bawah depan dan ke dalam samping, sehingga akan mengurangi volume thorax.

Menurut Bradley (1975:65), pada waktu ekspirasi otot-otot perut, diaphragma mengendor, bergerak ke atas dan kembali cembung menonjol ke atas masuk ke dalam rongga dada. Otot-otot di dinding depan perut (*rectus, obliques internal, obliques eksternal dan transversus abdominis*) menekan perut dengan berkontraksi, sehingga dalaman perut mendorong diaphragma ke arah cranial ke dalam thorax. Oleh karena itu volume rongga dada berkurang dan udara dalam paru-paru didorong keluar. Tampak dari luar perut membesar dan mengempis akibat desakan isi perut yang didesak ke bawah oleh diaphragma dan kembali lagi ke keadaan semula, maka pernapasan ini disebut *respirasio abdominalis*.

Brooks (1984:242) menjelaskan bahwa selama latihan, ekspirasi menjadi gerakan aktif (bertenaga). Kontraksi otot-otot *intercostal internal* menarik tulang-tulang rusuk ke bawah dan ke dalam. Dan kontraksi otot-otot perut menambah tekanan perut, mendorong diaphragma naik ke dalam thorax. Kecepatan dan kekuatan gerakan otot-otot pelengkap pernapasan selama latihan memperbesar aliran udara.

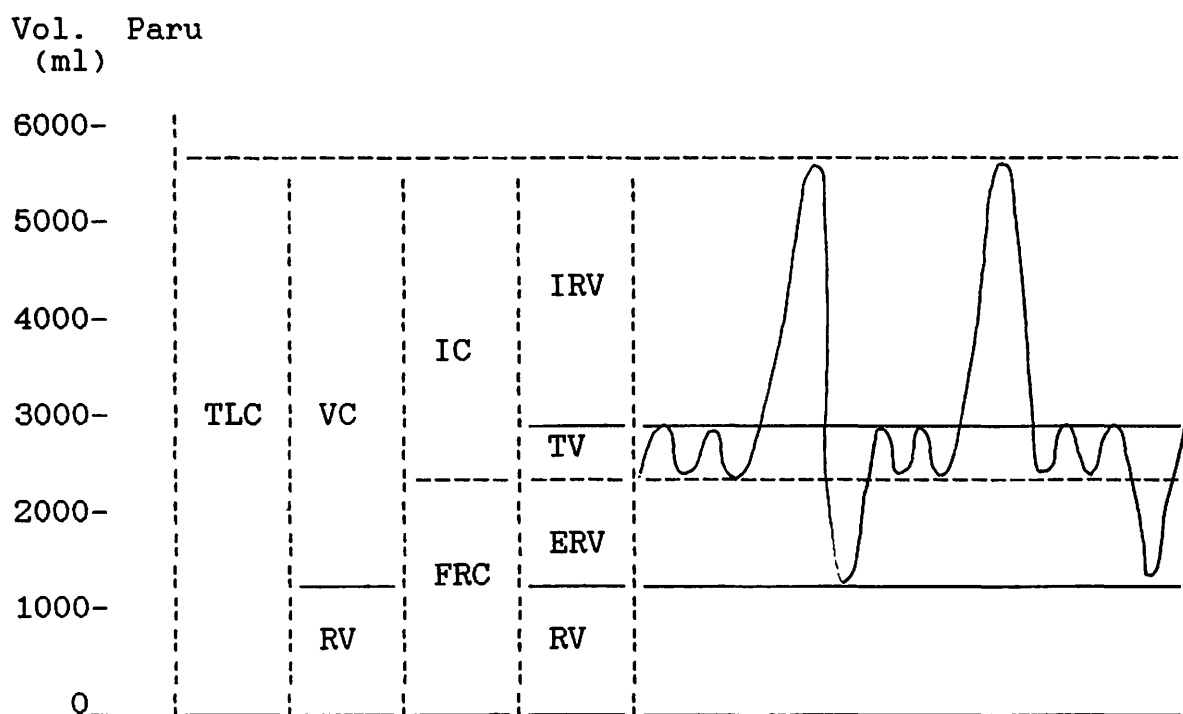
Grinton (1992) meneliti tentang latihan daya tahan (*endurance*) terhadap otot-otot respirasi. Penemuan penting penelitian ini adalah latihan daya tahan berpengaruh secara signifikan memperbaiki kapasitas oksidasi otot-otot *rectus abdominus* dan *eksternal oblique* dengan tidak ada perubahan pada kemampuan oksidasi otot-otot *internal obliques* dan *transversus abdominus*. Karena itu, data mendukung hipop-

tesis bahwa latihan daya tahan berpengaruh pada perubahan metabolik oksidasi terhadap paling tidak dua otot utama ekspirasi perut. *Rectus abdominus*, *eksternal oblique*, *internal oblique* dan *transversus abdominus* mempunyai fungsi penting sebagai otot-otot respirasi, juga sebagai rotator dan flexor togok. Sayangnya, sulit untuk mengetahui berapa banyak otot perut yang aktif selama latihan treadmill dengan tepat pada togok dibanding peran aktif pada ekspirasi. Sebagai otot pernapasan, otot perut mempunyai dua fungsi pokok. Pertama, pada kontraksi otot-otot tersebut meningkatkan tekanan dalam perut, yang menyebabkan diafragma bergerak naik mengakibatkan tekanan pleura bertambah dan volume paru berkurang. Kedua, insertio semua otot perut mempengaruhi kontraksi otot-otot tersebut menarik tulang rusuk ke bawah menyebabkan gerakan ekspirasi aktif.

2.1.5 Volume dan Kapasitas Paru.

Kapit (1987:46) menjelaskan bahwa volume udara yang bergerak masuk atau keluar paru pada setiap inspirasi atau ekspirasi selama bernafas biasa disebut *volume tidal*. *Volume tidal* ini besarnya adalah 500 mililiter. Volume udara yang bergerak masuk atau keluar paru-paru per menit disebut *ventilasi paru* atau volume semenit. Besarnya ventilasi paru tergantung dari frekuensi bernapas selama semenit dikalikan 500 mililiter. Contoh: frekuensi bernapas seseorang adalah 16 kali, maka besarnya ventilasi

paru adalah 16×500 mililiter = 8.000 mililiter. Tetapi kedalaman setiap bernapas dan frekuensi bernapas dapat bervariasi tergantung pada kebutuhan badan. Selama bernafas kuat, jumlah udara yang bergerak pada setiap bernafas bertambah. Jumlah maksimum tambahan udara yang masih dapat dimasukkan lagi setelah bernafas biasa (volume tidal) disebut volume cadangan inspirasi (*Inspiratory Reserve Volume = IRV*), besarnya 3.000 mililiter. Jumlah udara volume tidal ditambah dengan volume cadangan inspirasi disebut kapasitas inspirasi (*Inspiratory Capacity = IC*), besarnya 3.500 mililiter. Volume maksimal udara tambahan yang masih



Gambar 1. Diagram volume dan kapasitas paru
Dikutip dari Fox (1993:212)

dapat dikeluarkan setelah pengeluaran napas biasa disebut volume cadangan ekspirasi (*Expirasi Reserve Volume = ERV*), besarnya 1.100 mililiter. Jumlah udara maksimal yang dapat dikeluarkan dari paru setelah dimasukkan udara maksimal ke dalam paru disebut kapasitas vital (*Vital Capacity = VC*). Kapasitas vital sama dengan jumlah udara volume cadangan inspirasi, volume tidal dan volume cadangan ekspirasi, besarnya adalah 4.600 mililiter. Paru tidak pernah kosong sama sekali, volume udara yang tetap tinggal setelah ekspirasi maksimum disebut volume residu (*Residual Volume = RV*), besarnya adalah 1200 mililiter. Kapasitas residu fungsional (*Fungsional Residual Capacity = FRC*) sama dengan jumlah volume cadangan ekspirasi dan volume residu, besarnya adalah 2.300 mililiter. Terakhir, kapasitas total paru (*Total Lung Capacity = TLC*) sama dengan jumlah semua volume-volume tersebut, besarnya adalah 5.800 mililiter.

Kapit (1987:46) menjelaskan bahwa pada waktu inspirasi, ada sebagian udara yang dihirup itu tidak mencapai alveoli. Kurang lebih ada sepertiga bagian volume tidal mengisi saluran udara pada *trachea*, *bronchus* dan *bronchiolus*. Volume total pada saluran jalan tersebut kurang lebih 150 mililiter disebut *volume ruang rugi anatomis*. Udara yang berada dalam ruang rugi ini tidak berguna dalam proses pertukaran gas. Setiap bernapas 500 mililiter udara masuk ke dalam paru, yang pertama kali masuk 150 mililiter yang terdapat di ruang rugi, dan berikutnya diikuti oleh 350

mililiter berasal dari udara segar atmosfer. Maka jika volume tidal hanya 150 mililiter tentu kita tidak dapat memperoleh banyak udara segar, berulang kali udara tersebut bolak-balik antara ruang rugi dan alveoli. Sehingga untuk mendapatkan udara yang bersih dari atmosfer tidak tercapai. Demikian juga pada waktu ekspirasi, udara dalam ruang rugi merupakan yang pertama kali dikeluarkan sebelum udara dari alveoli sampai udara luar. Dengan demikian udara ruang rugi merupakan suatu kerugian dari udara ekspirasi.

Guyton (1996:482) menjelaskan bahwa peristiwa siklus paru-paru harus memperhatikan dua atau lebih volume-volume secara bersama-sama. Kombinasi tersebut di sebut kapasitas paru, yang diuraikan sebagai berikut:

- a) Kapasitas inspirasi sama dengan volume tidal ditambah volume cadangan inspirasi. Yaitu jumlah udara (kira-kira 3500 mililiter) yang dihirup seseorang dengan ekspirasi normal dan mengembangkan parunya sampai jumlah maksimum.
- b) Kapasitas residu fungsional sama dengan volume cadangan inspirasi ditambah volume residu. Ini adalah jumlah udara yang tersisa di dalam paru pada akhir ekspirasi normal (kira-kira 2300 mililiter).
- c) Kapasitas vital sama dengan volume cadangan inspirasi ditambah volume tidal dan volume cadangan ekspirasi. Ini adalah jumlah udara maksimal yang dapat dikeluarkan seseorang dari paru setelah lebih dahulu mengisi paru secara maksimum dan selanjutnya mengeluarkan sebanyak-banyaknya

(kira-kira 4600 mililiter).

d) Kapasitas paru total adalah volume maksimum dimana paru dapat dikembangkan sebesar mungkin dengan inspirasi paksa (kira-kira 5800 mililiter); adalah sama dengan kapasitas vital ditambah volume residu.

2.1.6 Ventilasi selama latihan

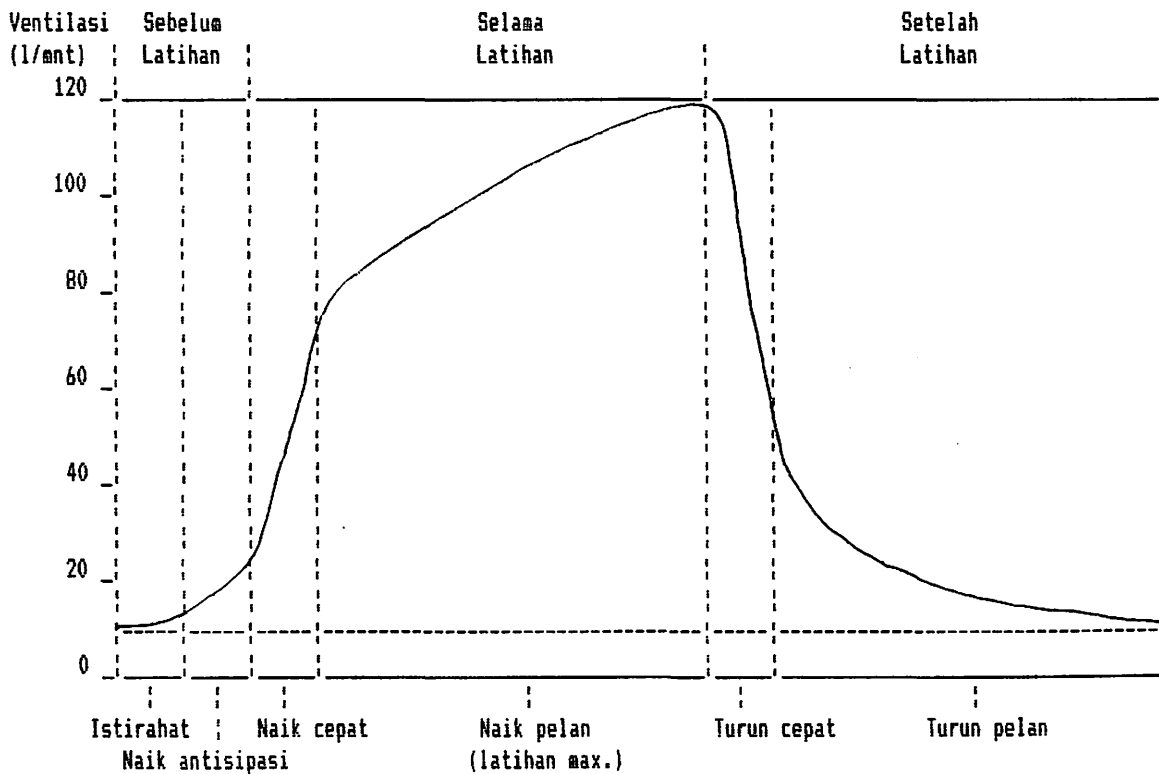
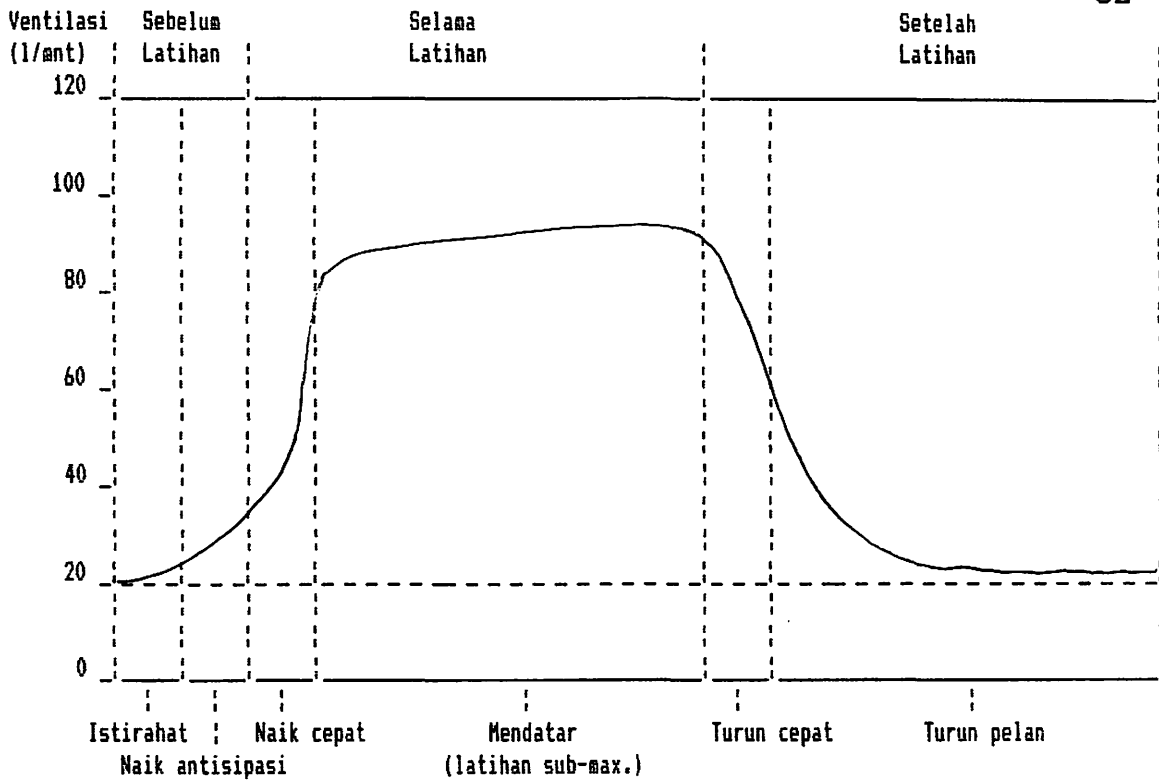
Bowers (1992:187) menjelaskan bahwa ventilasi berubah sebelum, selama dan sesudah latihan. Ventilasi meningkat sedikit sebelum latihan dimulai yang merupakan kenaikan untuk mengantisipasi latihan yang akan dilakukan. Saat latihan dimulai, ventilasi segera bertambah besar. Kecepatan timbulnya ventilasi telah diteliti bahwa hal itu akibat dari pengaruh saraf yang berasal dari reseptor yang terletak otot-otot dan sendi yang sedang kerja. Setelah beberapa menit latihan sub-maksimal, ventilasi terus naik tetapi pelan-pelan, akhirnya mendatar hingga latihan berakhir. Jika latihan maksimal, ventilasi naik terus pelan-pelan hingga terjadi kelelahan. Setelah latihan berhenti, ventilasi kembali kearah nilai istirahat, awalnya turun cepat kemudian lebih pelan.

Menurut Fox (1993:204), selama latihan ventilasi semenit akan meningkat. Pada umumnya, peningkatan ventilasi semenit sebanding dengan meningkatnya jumlah konsumsi oksigen dan carbon dioksida yang dihasilkan per menit oleh kerja otot-otot. Pada latihan dengan intensitas tinggi

terlihat bahwa ventilasi paru tidak sebanding dengan konsumsi oksigen. Tetapi ini tidak sebanding dengan carbon dioksida yang dihasilkan. Ini menunjukkan bahwa ventilasi semenit mungkin lebih banyak dikendalikan oleh kebutuhan untuk menghilangkan carbon dioksida daripada untuk konsumsi oksigen, terutama pada waktu latihan. Catatan bahwa seorang yang terlatih cenderung mempunyai ventilasi semenit lebih rendah selama latihan pada beban kerja atau konsumsi oksigen tertentu dan pada carbon dioksida yang dihasilkan tertentu. Rendahnya ventilasi ini merupakan respon terhadap latihan, atlet dikatakan mempunyai daya tahan. Alasan fisiologis untuk hal ini tidak seluruhnya diketahui, tetapi disarankan untuk dikaitkan dengan berkurangnya fungsi *chemoreseptor*, keturunan dan pengaruh keluarga. Kurang diketahui penyebabnya, ventilasi rendah sebagai respons terhadap latihan mungkin dikaitkan dengan pemahaman tentang kemampuan daya tahan berolahraga. Ventilasi maksimal oleh karena latihan diharapkan dapat mencapai setinggi 180 dan 130 liter permenit (BTPS) pada atlet wanita dan pria. Ini menunjukkan peningkatan antara 25 - hingga 30 kali lipat di atas nilai istirahat. Besarnya peningkatan tersebut terjadi mungkin oleh meningkatnya volume tidal dan frekuensi bernapas. Pada wanita dan pria yang tidak terlatih, dimana $\dot{V}O_2$, $\dot{V}CO_2$ dan kapasitas kerja lebih rendah, maksimum ventilasi juga lebih rendah dari kemampuan ventilasi.

Kenaikan ventilasi sebelum, selama dan sesudah latihan, Fox (1993:206) menjelaskan bahwa sebelum latihan dimulai ventilasi meningkat. Peningkatan ini jelas bukan disebabkan oleh sesuatu yang dihasilkan dari latihan. Oleh karena, banyak kemungkinan oleh karena rangsangan dari *cerebral cortex* yang dihasilkan untuk mengantisipasi kegiatan latihan yang akan dilakukan.

Selanjutnya Fox (1993:206) menjelaskan bahwa selama latihan terdapat dua perubahan penting dalam ventilasi. Pertama, peningkatan ventilasi yang sangat cepat, hanya dalam beberapa detik setelah latihan dimulai. Ini mungkin berkaitan dengan timbulnya rangsangan saraf pada reseptor sendi yang disebabkan adanya gerakan kerja otot. Kedua, naik dengan cepat pada ventilasi segera terus menerus dan berganti dengan naik lebih pelan pada latihan submaksimal cenderung tidak naik. Pada latihan maksimal, tidak terjadi berhenti atau mendatar, ventilasi meningkat terus sampai latihan berhenti. Perubahan ini karena dirangsang oleh rangsangan kimia, terutama dari carbon dioksida yang dihasilkan selama kegiatan latihan. Selama pemulihan dari latihan, ada dua perubahan penting. Segera setelah latihan berhenti, ventilasi berkurang dengan tiba-tiba. Ini karena aktivitas gerak telah berhenti dan rangsangan saraf yang muncul dari reseptor pada otot-otot dan sendi ditarik. Setelah ventilasi berkurang dengan tiba-tiba, pelan-pelan atau berkurang lebih lambat ke arah nilai waktu istirahat.



Gambar 2. Ventilasi pada latihan sub-maksimal dan maksimal
 Dikutip dari Fox (1993:205)

Kerja yang lebih keras, ventilasi perlu waktu yang lebih panjang untuk kembali ke keadaan istirahat. Perubahan ini mungkin berkaitan dengan pengurangan rangsangan yang disebabkan oleh berkurangnya carbon dioksida yang dihasilkan.

Menurut pendapat Ganong (1989:579), ada peningkatan ventilasi tiba-tiba pada permulaan latihan, selanjutnya berhenti singkat dan berikutnya meningkat lebih pelan. Pada latihan yang ringan, peningkatannya biasanya oleh karena bertambah dalamnya pernapasan, ini bersama-sama dengan meningkatnya frekuensi pernapasan jika latihan lebih giat. Ventilasi menurun tiba-tiba jika latihan berhenti, selanjutnya berhenti singkat, menurun lebih pelan hingga seperti sebelum latihan. Peningkatan tiba-tiba pada awal latihan rupanya berasal dari rangsangan psikis dan *impuls afferen* dari *proprioceptor* otot-otot, tendo dan persendian. Peningkatan lebih pelan berasal dari humoral berupa, hal yang sama dari pH arteri, PCO₂ dan PO₂ tetap konstan selama latihan ringan. Meningkatnya ventilasi sebanding dengan meningkatnya konsumsi oksigen, tetapi mekanisme yang bertanggung-jawab untuk rangsangan pernapasan masih banyak diperdebatkan orang. Meningkatnya suhu tubuh juga mempunyai peranan. Ditambahkan, mungkin pusat pernapasan peka terhadap meningkatnya CO₂ atau naik-turunnya pernapasan dengan meningkatnya PCO₂ arteri. O₂ juga terlihat mempunyai peranan walaupun PO₂ arteri tidak berkurang, karena selama kerja tertentu, peningkatan ventilasi saat menghirup 100%

O₂ adalah 10-20% kurang daripada peningkatan saat menghirup udara. Sehingga pada umumnya terlihat bahwa banyak faktor-faktor yang berbeda untuk menghasilkan peningkatan ventilasi tampak selama latihan ringan.

Whipp (1978:82) menjelaskan bahwa paru-paru berfungsi selama latihan untuk: a) menentukan tekanan O₂ dalam darah arteri yang memadai untuk menjaga kejenuhan normal O₂ dalam haemoglobin (dan memelihara kandungan dalam darah arteri) untuk sistem kardiovaskular memompa dan mendistribusikan ke jaringan yang berolahraga, b) mengeluarkan CO₂ dari tubuh yang sesuai dengan jumlah yang dihasilkan untuk mengatur kenormalan pH darah arteri, dan c) memberikan tambahan mengganti pengeluaran CO₂ dari badan untuk mengatur asam basa pada keadaan meningkatnya produksi asam laktat.

2.1.7 Pengendalian Pernapasan selama Olahraga

Guyton (1996:525) menerangkan bahwa pusat pernapasan disusun oleh beberapa saraf yang terletak saling berhubungan di dalam *medulla oblongata* dan *pons*. Yang dibagi dalam tiga kumpulan saraf utama: 1) *dorsal respiratory group*, terletak dibagian belakang medulla yang terutama menyebabkan inspirasi, 2) *ventral respiratory group*, terletak dibagian depan medulla yang dapat menyebabkan ekspirasi atau inspirasi, 3) *pneumotaxic centre*, terletak di bagian belakang atas dari *pons*, yang membantu mengendalikan irama dan pola bernapas.

Brooks dan Fahey (1984:260) mengemukakan bahwa pusat pernapasan dibagi dalam empat daerah yang berbeda: 1) pusat medulla ekspirasi, 2) pusat medulla inspirasi, 3) pusat apneustic, dan 4) pusat pneumotaxic.

Piscopo (1981:134) menjelaskan bahwa *medulla oblongata* melakukan fungsi penting dalam mengatur pernapasan dan ventilasi paru-paru, yang dilakukan secara bergantian antara inspirasi dan ekspirasi.

Berger (1981:222) mengemukakan bahwa *receptor afferent* yang mempengaruhi pusat respirasi pada *medulla* sehingga frekuensi dan dalamnya bernapas sebanding dengan kebutuhan metabolisme tubuh. Receptor tersebut terletak berpusat dalam medulla otak dan peripheral pada otot-otot respirasi, arteri dekat jantung dan sendi tulang. Lebih lanjut Berger (1981:222) menjelaskan bahwa rangsang yang mengaktifasi receptor kimia, seperti karbon dioksida, oksigen dan ion hidrogen. Dan secara mekanik seperti tekanan yang terjadi pada waktu kontraksi otot dan pada gerakan sendi.

Menurut Guyton (1996:532), pada latihan fisik yang giat, konsumsi oksigen dan pembentukan karbon dioksida dapat meningkat sebanyak duapuluh kali lipat. Penyebab meningkatnya ventilasi selama latihan fisik, ada dua pengaruh yang terlihat untuk diperhatikan adalah: (1) Otak, pada pengiriman impuls ke otot-otot yang kontraksi, dipercaya menghantar *impuls collateral* ke dalam batang otak untuk merangsang pusat pernapasan. Ini sesuai dengan pengaruh

rangsangan pusat syaraf otak pada pusat *vasomotor* dari batang otak selama latihan fisik, menyebabkan tekanan arterial naik seperti meningkatnya ventilasi. (2) Selama latihan fisik, gerak tubuh, terutama lengan dan tungkai, dipercaya meningkatkan ventilasi paru-paru oleh rangsangan *proprioceptor* sendi dan otot yang mengirimkan impuls ke pusat pernapasan. Alasan untuk ini adalah bahwa gerakan pasif lengan dan tungkai sering meningkatkan ventilasi paru-paru beberapa kali lipat, tetapi tidak terjadi jika saraf sensori lengan dan tungkai diputus.

Guyton (1996:532) menambahkan bahwa faktor lain juga yang penting dalam meningkatkan ventilasi paru selama latihan. Sebagai contoh, beberapa penelitian memberikan saran sama bahwa perkembangan *hypoxia* pada latihan fisik otot menimbulkan signal saraf afferent ke pusat pernapasan untuk merangsang pernapasan. Juga, karena pada otot yang latihan yaitu sangat banyaknya CO₂ dan penggunaan O₂ yang sangat banyak, perubahan PCO₂ dan PO₂ ditandai antara siklus inspirasi dan siklus ekspirasi pernapasan. Beberapa penelitian menyarankan bahwa ada variasi yang luas pada gas darah merangsang pernapasan, pemikiran sama nilai rata-rata hampir selalu normal. Tetapi karena besarnya total peningkatan ventilasi dimulai secepatnya pada awal latihan sebelum kimia darah mempunyai waktu berubah, banyaknya peningkatan pernapasan mungkin hasil dari dua faktor per-syarafan yang tercatat di atas, *stimulatory impuls* dari

syaraf pusat otak dan *proprioceptive stimulatory reflexes*.

Pendapat Ganong (1989:577), bahwa memperhatikan eksperimen pengendalian terlihat bahwa gerakan aktif dan pasif sendi merangsang pernapasan, rupanya karena impuls saluran afferent dari *proprioceptor* di otot, tendon dan sendi merangsang pusat pernapasan. Pengaruh ini dapat membantu meningkatkan ventilasi selama latihan fisik.

Morehouse (1986:103) menguraikan bahwa ada penelitian yang membuktikan bahwa *proprioceptor* (receptor yang peka terhadap tegangan dan peregangan) pada gerakan sendi memberikan sumbangan pada peningkatan rangsangan pusat pernapasan selama latihan.

Clarke (1975:164) mengemukakan bahwa pusat pernapasan mudah dipengaruhi oleh perubahan cairan badan, terutama oleh konsentrasi karbon dioksida, oksigen dan ion hidrogen; dan organisme secara cepat merespon bertambahnya PCO₂, berkurangnya PO₂ dan rendahnya pH dengan meningkatnya ventilasi alveoli untuk memelihara konsentrasi jaringan normal.

Selanjutnya Clarke (1975:170) menambahkan bahwa sejumlah penelitian telah membuktikan bahwa gerakan otot-otot dan sendi merangsang *peripheral ventilatory proprioceptor* yang menyebabkan meningkatnya volume pernapasan semenit.

Pendapat Fox (1993:689), bahwa *proprioceptor* adalah organ sensori yang terdapat di otot, sendi dan tendon, yang memberi informasi mengenai gerakan dan sikap tubuh (*kines-thesis*).

McArdle (1981:184) menjelaskan bahwa pengaturan ventilasi waktu latihan fisik, selain pengendalian secara kimia juga faktor *neurogenik*. Ini termasuk pengaruh *cortical* dan *peripheral*. Pengaruh *cortical*, syaraf yang keluar dari area *motor cortex* bertugas mengatur kebutuhan kerja yang membantu peningkatan ventilasi secara tiba-tiba pada awal latihan. Pengaruh *peripheral*, suatu pendapat muncul bahwa sensori berasal dari sendi, tendo atau otot mempengaruhi pengendalian ventilasi pada waktu latihan fisik. Meskipun *peripheral receptor* tidak dapat diidentifikasi, penelitian tentang gerak pasif anggota badan, rangsangan listrik pada otot dan latihan fisik disengaja dengan aliran darah otot didukung *mechanoreceptor* menghasilkan *reflex hypernea*.

Pendapat Previte (1983:722) bahwa *proprioceptor* adalah *mechanoreceptor* yang merespons terhadap perubahan panjang atau tegangan pada jaringan otot-otot, tendon atau sendi.

Piscopo (1981:594) mengemukakan bahwa *proprioception* adalah suatu mekanisme umpan balik sensori yang memberikan informasi tentang aktifitas otot-otot, sendi-sendi dan tendo-tendo; seringkali digunakan kata lain *kinesthesia*.

McArdle (1981:258) menjelaskan bahwa sensori receptor khusus pada otot-otot, sendi dan ligament peka terhadap peregangannya, tegangan dan tekanan. Organ tersebut diketahui sebagai *proprioceptor* yang secara cepat mengirim informasi mengenai gerak otot dan anggota badan secara sadar maupun tidak sadar ke sistem syaraf pusat untuk diproses.

2.1.8 Kapasitas Vital (KV)

Kent (1994:480) membuat definisi bahwa kapasitas vital adalah volume udara maksimum yang diekspirasi dengan kekuatan penuh setelah inspirasi maksimal. Besar kapasitas vital adalah antara 3,5 liter sampai dengan 6 liter pada waktu istirahat.

Guyton (1996:482) menuliskan bahwa kapasitas vital sama dengan jumlah udara dari volume cadangan inspirasi, volume tidal dan volume cadangan ekspirasi. Jumlah udara maksimal yang dapat dikeluarkan dari paru setelah dimasukkan udara maksimal ke dalam paru disebut kapasitas vital (*Vital Capacity = VC*), besarnya kira-kira 4.600 mililiter.

Menurut penjelasan Kapit (1987:46), kapasitas vital adalah volume udara terbesar yang dapat digerakkan dalam sekali bernapas. Kapasitas vital adalah jumlah udara yang dapat dikeluarkan setelah inspirasi maksimal. Kapasitas vital adalah jumlah dari volume cadangan inspirasi, volume tidal dan volume cadangan ekspirasi.

Fox (1993:693) menguraikan bahwa kapasitas vital adalah volume udara maksimal yang dikeluarkan dengan sekuat-kuatnya setelah inspirasi maksimal. Kapasitas vital adalah gabungan berbagai volume yaitu jumlah dari volume cadangan inspirasi, volume tidal dan volume cadangan ekspirasi.

Soekarman (1998:20) mengemukakan bahwa ada beberapa faktor yang mempengaruhi volume dan kapasitas paru. Faktor pertama adalah posisi, pada orang dengan posisi berbaring

maka kapasitas vital lebih rendah dibandingkan orang dengan posisi berdiri. Hal ini disebabkan oleh tekanan organ-organ yang terdapat dalam rongga perut yang menghalangi turunnya diaphragma, oleh karenanya terjadi juga pembatasan gerakan rongga dada. Faktor kedua adalah kekuatan otot-otot pernapasan yang juga mempengaruhi. Kelumpuhan pada otot-otot pernapasan, seperti yang terjadi pada kerusakan sumsum tulang belakang (*spinal cord*) atau pada penderita penyakit *poliomyelitis* akan menyebabkan turunnya kapasitas vital besar sekali. Besar kapasitas vital kadang-kadang hanya 500 - 1000 cc. Faktor ketiga adalah *distensibilitas* atau *compliance*. Setiap faktor yang menyebabkan berkurangnya kemampuan berkembang paru-paru akan mengurangi kapasitas vital. Penyakit *tuberculosis, emphysema, asthma kronis, carcinoma, bronchitis kronis, fibrotic pleurisy* akan menyebabkan menurunnya kapasitas vital. Faktor selanjutnya yang mengurangi *compliance* adalah terjadinya penumpukan darah di dalam paru-paru (*pulmonary vascular congestion*). Pada kegagalan jantung sebelah kiri akan terjadi kongesti darah di dalam paru-paru, sehingga menyebabkan terjadinya penurunan kapasitas vital, sebab terlalu banyaknya cairan yang terdapat di dalam jaringan paru.

Strauss (191979:68) menuliskan bahwa kapasitas vital adalah suatu ukuran banyaknya udara maksimal yang dapat dikeluarkan diperoleh dari menghirup sedalam-dalamnya untuk dikeluarkan secara maksimal

2.1.9 Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM)

Kent (1994:269) memberikan definisi bahwa *maximum voluntary ventilasi* adalah volume maksimum udara yang dapat dihirup dan dihembuskan oleh seseorang dalam satu menit, ditaksir dengan perkiraan volume bernapas dalam 15 detik dengan bernapas cepat dan dalam.

Fox (1993:213) menjelaskan bahwa ventilasi maksimum seseorang dapat dicapai tergantung pada kesempurnaan seluruh anatomi pernapasan, termasuk otot-otot pernapasan dan pengendaliannya dan tahanan dalam paru-paru. Suatu waktu ventilasi maksimal pada 12 atau 15 detik dicatat dan kemudian diubah ke dalam liter per menit. Contoh, jika dilakukan tes 12 detik, volume yang tercatat adalah dikalikan 5 (12 detik x 5 = 60 detik) dan hasilnya dilaporkan dalam liter per menit (BTPS).

Menurut Cameron (1992:130) dikemukakan bahwa banyaknya udara pernapasan dalam satu menit disebut *respiratory minute volume* (volume pernapasan semenit). Volume udara maksimum yang dapat di hirup dalam 15 detik disebut *maximum voluntary ventilation* dan sesuatu yang berguna dalam mengetahui jumlah ekspirasi secara klinis. Jumlah ekspirasi maksimum setelah inspirasi maksimum berguna untuk pemeriksaan *emphysema* dan penyakit obstruksi saluran udara lainnya. Dalam beberapa kasus kecepatan aliran udara turun dengan usaha ekspirasi yang luar biasa. Pada keadaan normal seseorang dapat menghembuskan udara kira-kira 70%

dari kapasitas vital dalam setengah detik, 85% dalam satu detik, 94% dalam dua detik dan 97% dalam 3 detik. Kecepatan tertinggi aliran udara adalah 350 - 500 liter permenit.

Ganong (1989:551) menjelaskan bahwa *maximal voluntary ventilation* (MVV) atau disebut juga *maximal breathing capacity* adalah volume udara terbesar yang dapat bergerak masuk dan keluar dari paru dalam satu menit dengan usaha yang sengaja. Maximal voluntary ventilation (MVV) normal adalah 125 - 170 liter permenit.

McArdle (1981:161) memaparkan bahwa tes dinamik kapasitas ventilasi memerlukan kecepatan dan kedalaman bernapas selama 15 detik. Volume 15 detik ini kemudian untuk memperkirakan volume pernapasan yang telah dilakukan seseorang terus-menerus selama 1 menit, dan menggambarkan *maximum voluntary ventilation* (MVV).

Soekarman (1996:16, 23) menjelaskan bahwa pada pemeriksaan Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) penderita disuruh bernapas dengan sedalam-dalamnya dan secepat-cepatnya di dalam suatu alat (biasanya digunakan kantong Douglas, Improved Collins Spirometer, Tissot Spirometer) dengan tahanan yang rendah selama 15 menit. Kemampuan penderita untuk bernapas dengan cepat dan dalam tergantung dari: a) kekuatan otot-otot *compliance* dari thoraks, b) tahanan terhadap aliran udara kapasitas pernapasan maksimal akan turun bila kapasitas vital waktu turun.

2.1.10 Maximum Midexpiratory Flow (MMF)

Guyton (1996:538) menjelaskan bahwa pada beberapa penyakit pernapasan, terutama asma, tahanan terhadap aliran udara menjadi sangat besar selama ekspirasi, suatu waktu menyebabkan kesulitan besar dalam bernapas. Keadaan ini menunjuk kepada konsep *maximum expiratory flow*, yaitu jika seseorang bernapas dengan kekuatan besar, aliran udara ekspirasi tidak dapat menghasilkan aliran maksimum, aliran udara tidak dapat bertambah sama besarnya dengan bertambahnya kekuatan tambahan. *Maximum expiratory flow* akan lebih besar ketika paru-paru diisi dengan volume udara yang banyak daripada jika keadaan hampir kosong.

Menurut pendapat Cameron (1992:146), bahwa kita dapat menghirup udara lebih cepat daripada menghembuskan udara. Selama inspirasi, memaksa saluran udara untuk cenderung membuka, selama ekspirasi paksa cenderung untuk menutup saluran udara sehingga menghalangi aliran udara. Pada volume paru tertentu, kecepatan aliran ekspirasi mencapai maksimum dan dapat turun sedikit dengan menambah kekuatan ekspirasi.

Soekarman (1997:47) menguraikan bahwa pada pengeluaran napas yang sekuat-kuatnya (*forced expiration*) terdapat kenaikan *resistance* pada orang dewasa yang sehat. Hal ini akan menimbulkan tekanan *intrapleural* yang positif oleh karena kekuatan kontraksi otot-otot yang menyebabkan penyempitan *bronchioli* yang akan meningkatkan *resistance* aliran udara. Terjadinya "*check valves*" pada pertemuan

alveoli dan *bronchioli* yang akan menyempit pada ekspirasi; Alveoli-alveoli yang kehilangan jaringan elastisnya akan mengeluarkan udara dengan tidak teratur, lebih dari itu seringkali terjadi penutupan pada *alveolar duct*.

Adrianta (1980:12) menjelaskan bahwa *kurva flow-volume* adalah suatu test fungsi ventilasi paru, dimana dicatat aliran ekspirasi maksimal pada setiap volume paru dari *Total Lung Capacity* (TLC) sampai *Residual Volume* (RV). Hambatan aliran jalan napas lebar akan mengurangi *maximal expiratory flow* pada semua volume paru, sedangkan hambatan yang terjadi pada jalan napas sedang mengurangi aliran udara pada tengah-tengah *kurva flow volume*. Pada hambatan saluran napas kecil akan terjadi pengurangan aliran udara terutama pada volume paru yang rendah.

Munif (1981:6) melaporkan hasil pemeriksaan ventilasi paru-paru terhadap 33 mahasiswa laki-laki yang berumur antara 21 dan 24 tahun, menggunakan spirometer Collins P1255. Yang diperiksa adalah FVC, FEV1, FEV2, FEV3, MEFV, MMF, MIF dan MVV. Hasil pemeriksaan bahwa semua pemeriksaan tidak memberikan perbedaan yang berarti (signifikan) antara hasil sebelum dan sesudah merokok kecuali MMF yang memberikan beda 32,24 L/menit dan bermakna ($p < 0,05$).

Kent (1987:44) menerangkan bahwa tahanan dapat disebabkan oleh kontraksi otot-otot bronchial yang mempersempit saluran pernapasan dan meningkatkan tahanan. Rangsangan parasimpatik oleh acetilkolin menyebabkan tahanan.

2.2 Latihan

2.2.1 Pengertian latihan

Bompa (1994:3) mengemukakan pendapatnya bahwa latihan merupakan suatu kegiatan olahraga yang sistematis dalam waktu yang panjang, ditingkatkan secara bertahap dan per-orangan, bertujuan membentuk manusia yang berfungsi fisiologis dan psikologisnya untuk memenuhi tuntutan tugas.

Definisi Kent (1994:456), latihan adalah suatu program latihan fisik yang direncanakan untuk membantu mempelajari ketrampilan, memperbaiki kesegaran jasmani dan terutama untuk mempersiapkan atlit dalam suatu pertandingan penting.

Menurut pendapat Fox (1993:693) dan Bompa (1994:376), bahwa latihan adalah suatu program latihan fisik untuk mengembangkan seorang atlit dalam menghadapi pertandingan penting. Peningkatan kemampuan ketrampilan dan kapasitas energi diperhatikan sama.

Bowers (1992:432) mengemukakan bahwa latihan adalah suatu program fisik yang direncanakan untuk memperbaiki ketrampilan dan meningkatkan kapasitas energi seorang atlit untuk suatu pertandingan penting.

Sharkey (1986:10) menyatakan pendapatnya bahwa latihan adalah proses yang pelan dan halus, tidak bisa menghasilkan dengan cepat. Dilakukan dengan tepat, latihan menuntun untuk menimbulkan perubahan dalam jaringan dan sistem, perubahan yang berkaitan dengan perkembangan kemampuan dalam olahraga.

Venerando (1975:138) menjelaskan bahwa latihan dengan mengulang-ulang secara sistematis, tujuannya mencapai ke-trampilan yang lebih baik. Dalam istilah fisiologi, latihan fisik menentukan peningkatan kapasitas fungsional organisme dengan tujuan mempelajari fenomena yang kompleks dan adaptasi pada pekerjaan. Proses adaptasi sangat spesifik, suatu contoh melakukan latihan olahraga secara teliti.

2.2.2 Prinsip-prinsip dasar latihan

Untuk mencapai peningkatan kemampuan fisik maupun prestasi dalam suatu cabang olahraga, program latihan fisik perlu disusun dengan memperhatikan prinsip-prinsip dasar latihan. Adapun prinsip-prinsip program latihan fisik adalah sebagai berikut.

1) Prinsip beban bertambah (*overload*)

Bompa (1994:29) menuliskan bahwa yaitu pemberian beban latihan yang melebihi kebiasaan kegiatan sehari-hari secara teratur. Hal itu bertujuan agar sistem fisiologis dapat menyesuaikan dengan tuntutan fungsi yang dibutuhkan untuk tingkat kemampuan tinggi.

Brooks (1984:12) menjelaskan bahwa prinsip beban bertambah (*principle of overload*) adalah penambahan beban secara teratur, suatu sistem yang akan menyebabkan terjadinya respons dan penyesuaian. Beban bertambah adalah suatu tekanan positif yang dapat diukur sesuai dengan beban, ulangan, istirahat dan frekuensi.

Pendapat Fox (1993:687) dikemukakan bahwa intensitas kerja harus bertambah secara bertahap melebihi ketentuan program latihan merupakan kapasitas kebugaran yang bertambah baik.

2) Prinsip pengkhususan (*specialization*)

Menurut penjelasan Bompa (1994:32), bahwa latihan harus bersifat khusus sesuai dengan kebutuhan olahraga dan pertandingan yang akan dilakukan. Perubahan anatomis dan fisiologis dikaitkan dengan kebutuhan olahraga dan pertandingan tersebut.

Bowers (1992:226) mengungkapkan bahwa dalam mengatur program latihan yang paling menguntungkan harus mengembangkan kemampuan fisiologis khusus yang diperlukan untuk melakukan ketrampilan olahraga atau kegiatan tertentu yang dilakukan.

3) Prinsip perorangan (*individualization*).

Bompa (1994:35) menjelaskan bahwa latihan harus memperhatikan dan memperlakukan atlet sesuai dengan tingkatan kemampuan, potensi, karakteristik belajar dan kekhususan olahraga. Seluruh konsep latihan harus direncanakan sesuai dengan karakteristik fisiologis dan psikologis atlet, sehingga tujuan latihan dapat ditingkatkan secara wajar.

Rushall (1990:84), menguraikan bahwa untuk menentukan jenis latihan harus disusun dengan memperhatikan setiap individu atlet.

4) Prinsip perkembangan multilateral (*multilateral development*).

Bompa (1994:32) mengungkapkan bahwa perkembangan multilateral lambat laun saling bergantung antara seluruh organ dan sistem manusia, serta antara proses fisiologi dan psikologis.

5) Prinsip variasi (*variety*)

Bompa (1994:38) menyatakan bahwa latihan harus bervariasi dengan tujuan untuk mengatasi sesuatu yang monoton dan kebosanan dalam latihan. Hazeldine (1989:10) menjelaskan bahwa Latihan membutuhkan masa yang lama untuk memperoleh adaptasi fisiologis yang berfaedah, sehingga ada ancaman terjadinya kebosanan dan monoton. Atlet harus memiliki disiplin latihan, tetapi mungkin lebih penting untuk memelihara motivasi dan perhatian dengan memvariasi latihan fisik dan latihan secara rutin.

6) Prinsip beban latihan meningkat bertahap (*progressive increase of load*).

Bompa (1994:44) menjelaskan bahwa dalam melaksanakan latihan, pemberian beban latihan harus ditingkatkan secara bertahap, teratur dan ajeg hingga mencapai beban maksimum. Menurut pendapat Hazeldine (1989:8) diungkapkan bahwa program latihan harus direncanakan, beban ditingkatkan secara pelan bertahap, yang akan menjamin memperoleh adaptasi secara benar.

7) Prinsip pulih asal (*recovery*).

Pendapat Rushall dan Pyke (1990:60) diuraikan bahwa faktor paling penting yang mempengaruhi status kesehatan atlet adalah pemilihan rangsangan beban bertambah dengan waktu pulih asal yang cukup diantara setiap melakukan latihan. Selanjutnya menurut pendapat Rushall (1990:30), bahwa setelah rangsangan latihan berhenti, tubuh berusaha pulih asal dengan mengembalikan sumber energi yang telah berkurang dan memperbaiki kerusakan fisik telah terjadi selama kegiatan.

8) Prinsip melampaui batas latihan (*the abuse of training*).

Rushall dan Pyke (1990:96) menjelaskan bahwa ambang latihan memberi petunjuk kepada pelatih bahwa atlet telah mendekati keadaan kritis terhadap pengaruh yang menguntungkan dari rangsangan latihan akan terjadi. Jika ambang latihan melampaui batas, rangsang akan berhenti.

9) Prinsip reversibilitas (*reversibility*)

Rushall dan Pyke (1990:96) menjelaskan bahwa jika waktu pulih asal diperpanjang yaitu hasil yang telah diperoleh selama latihan akan kembali ke asal seperti sebelum latihan jika tidak dipelihara. Oleh sebab itu latihan harus berkesinambungan untuk memelihara kondisi.

Brooks (1984:13) mengemukakan bahwa latihan dapat meningkatkan kemampuan, tidak aktif akan membuat kemampuan berkurang.

Pendapat Hazeldine (1989:10) dikemukakan bahwa biasanya adaptasi fisiologi yang dihasilkan dari latihan keras kembali asal, kebugaran yang diperoleh dengan sulit tetapi mudah hilang.

10) Menghindari beban latihan berlebihan (*overtraining*).

Bompa (1994:111) menyatakan bahwa *overtraining* adalah keadaan patologis latihan. Itu adalah hasil dari tidak tampaknya perbandingan antara kerja dan waktu pulih asal. Sebagai konsekuensi kelelahan atlet yang tidak dapat pulih asal, overkompensasi tidak akan terjadi dan dapat mencapai keadaan kelelahan. Brooks (1984:413) menuliskan bahwa *overtraining* berakibat bertambahnya resiko cedera dan menurunnya kemampuan, mungkin karena tidak mampu latihan berat selama masa latihan.

2.2.3 Komponen latihan

Wuest (1995:178) menjelaskan bahwa dalam merencanakan program latihan harus menggunakan komponen latihan fisik sebagai berikut: (1) Intensitas, adalah tingkat usaha atau usaha yang dikeluarkan oleh seseorang selama latihan fisik. (2) Durasi, adalah panjang atau lamanya melakukan latihan. (3) Frekuensi, adalah jumlah sesi latihan fisik per minggu. (4) Cara (*mode*), adalah jenis latihan yang dilakukan.

Bompa (1994:75) mengemukakan, jika seorang pelatih merencanakan suatu program latihan, harus memperhatikan komponen-komponen volume, intensitas dan densitas latihan.

Volume latihan merupakan komponen penting dalam latihan yang menjadi syarat yang diperlukan untuk mencapai kemampuan teknik, taktik dan khususnya kemampuan fisik. Volume latihan dapat diwujudkan berupa kesatuan dari bagian-bagian waktu atau lamanya latihan; jarak tempuh atau berat beban per unit waktu; jumlah ulangan (repetisi) suatu latihan atau melaksanakan bagian teknik dalam tempo tertentu. Intensitas latihan juga merupakan komponen yang penting yang menunjuk pada kualitas pelaksanaan kerja dalam periode waktu tertentu. Kesungguhan melakukan latihan dan benar melaksanakan gerakan merupakan tuntutan pencapaian intensitas latihan. Intensitas latihan dapat diwujudkan berupa kecepatan (waktu), besarnya atau jumlah beban latihan, tempo atau waktu permainan dan dapat juga berupa frekuensi gerakan. Komponen berikutnya adalah densitas latihan, dapat diartikan sebagai seringnya mengulang-ulang gerakan latihan yang dilakukan pada setiap seri latihan atau bagian latihan sesuai dengan masa recovery yang diberikan.

Fox (1993:431-435) mengemukakan bahwa ada empat faktor yang harus diperhatikan dalam program latihan, yaitu frekuensi latihan, intensitas latihan, lamanya latihan dan jenis kegiatan. Frekuensi latihan harus tiga hingga lima hari per minggu. Saran ini berdasarkan pada penemuan bahwa peserta latihan menjadi baik kesegaran jasmaninya jika mereka latihan satu hari per minggu tetapi akan menjadi lebih baik jika mereka latihan tiga hingga lima hari per

minggu. Latihan harus cukup keras sehingga *target heart rate* (THR) mencapai antara 60% hingga 90% dari *maximum heart rate reserve* (HRR) atau metabolisme mencapai 50% hingga 80% dari konsumsi oksigen maksimum. Latihan harus dilaksanakan terus-menerus dengan intensitas yang tepat selama 15 hingga 60 menit per hari. Lamanya latihan tergantung pada intensitas latihan, intensitas kegiatan rendah harus dilakukan dalam waktu yang lebih lama. Jenis olahraga yang digunakan selama latihan harus mempunyai ciri-ciri sebagai berikut: (1) melibatkan kelompok otot besar, (2) dapat dipertahankan terus-menerus, (3) berirama dan bersifat aerobik.

2.2.4 Latihan aerobik

Cooper (1982) menjelaskan bahwa latihan aerobik menunjukkan pada kegiatan yang memerlukan oksigen dalam waktu yang panjang dan kebutuhan tersebut ada pada tubuh yang memerlukan pengembangan kapasitas mengambil oksigen. Sebagai hasil latihan aerobik, ada perubahan yang menguntungkan terjadi pada sistem paru-paru, jantung dan pembuluh darah. Lebih khusus, dengan latihan aerobik yang teratur meningkatkan kemampuan tubuh dalam memasukkan dan mengeluarkan udara dari paru-paru; volume total darah meningkat dan darah menjadi lebih lancar mengangkut oksigen. Latihan aerobik biasanya berkaitan dengan daya tahan melakukan kegiatan, bukan memerlukan kecepatan yang berlebihan. Disa-

rankan melakukan latihan aerobik dengan berbagai jenis, selalu ditekankan bahwa latihan lebih baik menggunakan jarak yang panjang dan pelan daripada mengandalkan jarak yang pendek, cepat menghabiskan energi.

Rushall dan Pyke (1990:201) menjelaskan bahwa bentuk latihan terus menerus biasanya terjadi dalam periode waktu yang panjang. Aktifitas yang terus menerus lebih lama dari 30 menit biasanya menghasilkan adaptasi aerobik pada beban kerja dibawah ambang anaerobik.

Reid (1985:174), menyatakan tentang latihan fisik aerobik secara umum disepakati bahwa konsumsi maksimal oksigen adalah ukuran fungsional terbaik tentang kesehatan dan kebugaran suatu sistem transport oksigen. Aerobik berarti tanpa oksigen, latihan fisik aerobik termasuk kegiatan yang memerlukan transport oksigen dan sehingga kapasitas fungsional sistem ini dikembangkan. Latihan fisik aerobik harus intensitas optimal, dilaksanakan di bawah suatu ambang anaerobik dan dipertahankan selama periode khusus.

Bouchard (1975) menjelaskan bahwa kapasitas aerobik adalah kualitas melakukan kerja sebagian besar otot terus-menerus pada jangka waktu selama mungkin dalam kondisi aerobik. Kerja aerobik dilaksanakan oleh organ tubuh pada kondisi membutuhkan oksigen tersebut bukan melampaui kapasitas konsumsi maksimum. Konsep *circulo-endurance* sangat erat kaitannya dengan konsumsi oksigen maksimum dan kapasitas kerja fisik.

Menurut Soekarman (1987), bahwa kekuatan yang kecil atau sedang yang dipertahankan untuk jangka waktu yang lama menggunakan energi yang berasal dari pembakaran oksigen atau sistem aerobik. Latihan aerobik merupakan sistem latihan, dimana energi yang digunakan berasal dari proses glikolisis aerobik, siklus Krebs dan sistem transportasi elektron. Proses tersebut memerlukan oksigen yang cukup. Oksigen tersebut diperlukan untuk memecah glukosa menjadi CO₂, air dan energi. Pada latihan aerobik ini diperlukan kemampuan paru untuk menyediakan oksigen melalui proses ventilasi. Selain itu perlu didukung kemampuan jantung memompa darah untuk mengangkut oksigen melalui pembuluh darah dan oleh kemampuan sel-sel menyerap oksigen. Prinsip latihan aerobik ini adalah memberikan beban ringan dan dilaksanakan dalam waktu yang lama.

Pendapat Astrand (1986:334), bahwa latihan teratur yang dilakukan tiga kali latihan per minggu dengan durasi 30 menit pada umumnya akan menghasilkan peningkatan kekuatan aerobik maksimal rata-rata 10% - 20%. Hal ini jelas bahwa latihan sebagai faktor pembantu yang paling penting untuk menentukan kekuatan aerobik maksimal seseorang.

Selanjutnya dijelaskan juga oleh Astrand (1986:455) bahwa latihan relatif berpengaruh kecil terhadap fungsi paru-paru. Disebutkan bahwa kapasitas otot-otot respirasi tidak digunakan penuh selama olahraga maksimal. Karena kapasitas vital tidak berubah karena latihan, pada orang

dewasa bukan yang terkecil, respirasi yang dalam bukan perubahan yang utama diharapkan selama latihan. Pada beberapa keadaan ventilasi paru-paru tertentu, kerja mekanik bernapas adalah sama antara seseorang yang terlatih dan tidak terlatih.

Diuraikan oleh Fox (1993:291) bahwa intensitas latihan pada umumnya ditentukan dengan memonitor denyut jantung, adalah suatu cara tidak langsung untuk menaksir penggunaan oksigen oleh tubuh.

Stone (1981:118) mengemukakan bahwa pada dasarnya untuk memperoleh kebugaran aerobik orang dewasa harus melakukan latihan fisik secara aerobik, frekuensi tiga hingga lima kali per minggu, intensitas 60% hingga 90% maksimum heart rate, lama latihan 15 sampai dengan 60 menit.

Menurut McArdle (1981:274) dijelaskan bahwa sebagai ketentuan umum, kapasitas aerobik akan diperbaiki jika intensitas latihan cukup untuk meningkatkan denyut jantung mencapai kira-kira 70% dari denyut jantung maksimum. Ini sama dengan 50% sampai dengan 55% dari kapasitas maksimum aerobik atau mencapai denyut jantung 130 sampai dengan 140 kali per menit. Sebagai metode pengganti yang sama efektifnya adalah menetapkan *training threshold*, yaitu latihan mencapai denyut jantung kira-kira 60% dari selisih antara denyut jantung istirahat dan denyut jantung maksimal. Ini dihitung dengan rumus:

$$\text{HR threshold} = \text{HR rest} + \% (\text{HR max} - \text{HR rest}).$$

Lamb (1984:198) menjelaskan bahwa intensitas latihan fisik menggunakan respon denyut jantung. Rumus untuk mengetahui intensitas latihan fisik adalah:

$$\text{HR.ex.} = \text{HR rest} + \% (\text{HR max.} - \text{HR rest}).$$

Janssen (1987:28) menyatakan bahwa denyut jantung dipengaruhi oleh umur, maka untuk menentukan denyut jantung maksimal digunakan rumus: $220 - \text{umur}$. Fox (1993: 431) mengemukakan juga bahwa *maximum heart rate* tidak dapat ditentukan secara langsung, kemudian diperkirakan berdasarkan rumus: $220 - \text{umur}$.

Fardy (1980:31-34) menjelaskan bahwa kekuatan aerobik menunjuk pada kemampuan seseorang menggunakan oksigen selama olahraga yang lama dan berat. Dijelaskan juga bahwa dosis latihan meliputi intensitas, frekuensi dan durasi, yang mana intensitas adalah paling penting. Tingkatan latihan antara 70% - 80% dari denyut jantung maksimal, mendekati 57% - 78% dari pengambilan oksigen maksimal pada orang biasa. Latihan dilakukan selama 15 - 30 menit, tiga hingga empat hari latihan setiap minggu. Atlet yang terlatih akan membutuhkan intensitas latihan yang lebih berat.

Sharkey (1984:10) menyusun tabel tentang intensitas latihan, yaitu latihan fisik dengan intensitas moderat menggunakan metabolisme aerobik, denyut jantung mencapai 120 - 160 denyut permenit.

Hazeldine (1989:14) mengemukakan bahwa denyut jantung adalah indikator yang baik untuk mengontrol intensitas

latihan fisik. Disarankan denyut jantung latihan paling sedikit antara 130 hingga 160 denyut permenit untuk latihan 30 menit.

Menurut pendapat Lamb (1984:191), bahwa prinsip-prinsip latihan daya tahan aerobik. Latihan harus bersifat individual dan meningkat pelan-pelan. Latihan aerobik harus memperhatikan kebutuhan pada potensi pemenuhan ATP aerobik. Kegiatan latihan berirama secara alami. Pengambilan oksigen maksimal harus ditekankan dan intensitas lebih rendah dari maksimal. Latihan aerobik harus meningkat. Intensitas rendah, lama dan frekuensi latihan diperlukan untuk mengembangkan pengambilan oksigen maksimal. Disarankan, rentangan denyut jantung latihan untuk latihan daya tahan aerobik.

2.2.5 Latihan anaerobik

Getchell (1979:32) menjelaskan bahwa pada suatu waktu kerja dengan intensitas dan kecepatan tinggi dalam waktu yang pendek memerlukan energi segera, yang tidak dapat diperoleh secara cepat dari sumber aerobik. Keadaan seperti ini ada proses lain yang disebut metabolisme anaerobik. Anaerobik berarti tanpa oksigen, sehingga energi anaerobik dikeluarkan jika masukan oksigen tidak cukup.

Cooper (1982) menjelaskan bahwa anaerobik berarti tanpa oksigen, dan jenis latihan yang perlu adalah kegiatan dilaksanakan tanpa menggunakan oksigen dari pernapasan.

Latihan anaerobik merupakan sistem latihan, dimana energi yang digunakan berasal dari ATP-PC maupun asam laktat atau proses glikolisis anaerobik, yaitu pemecahan glikogen tanpa menggunakan oksigen.

Dijelaskan oleh Soekarman (1987) bahwa prinsip latihan anaerobik ini adalah memberikan beban latihan secara maksimum, dilaksanakan dalam waktu yang pendek dan diulang beberapa kali.

Janssen (1987:50) mengemukakan bahwa suatu peningkatan kapasitas umum anaerobik dapat juga dilatih. Suatu peningkatan energi tinggi phosphate (contoh: *creatine phosphate* dan *ATP*) memungkinkan dengan kerja interval sub-maksimal, intensitas 80% - 90% dari maksimum, lamanya beban kerja 10 hingga 20 detik dengan istirahat yang cukup lama untuk mencegah terkumpulnya laktat yang tinggi di dalam badan.

Menurut penjelasan Bouchard (1975) bahwa konsep tentang kapasitas anaerobik tergantung pada kapasitas seseorang untuk menanggung hutang oksigen yang lebih besar selama keadaan melakukan kerja dalam kondisi anaerobik. Seseorang yang mempunyai kapasitas anaerobik yang lebih besar, maka lebih besar hutang oksigen yang dapat ditanggung.

Kent (1994:457) menjelaskan bahwa ada sejumlah metode untuk menghitung denyut jantung latihan, pada umumnya menggunakan rentangan antara 60% - 80% dari denyut jantung maksimal. Denyut jantung sasaran tergantung dari jenis latihan dan kesegaran jasmani individu. Latihan anaerobik

diperlukan denyut jantung yang lebih tinggi (di atas 95% dari denyut jantung maksimum) dilakukan latihan dalam periode yang pendek.

Menurut Burke (1980) dijelaskan bahwa kekuatan an-aerobik menunjuk pada kemampuan yang ditandai gerakan badan atau anggota badan dengan intensitas tinggi yang sumber energinya predominan tidak dapat dipasok secara aerobik. Kegiatan tersebut dilakukan dengan usaha maksimal dalam satu menit atau kurang tergantung terutama pada kekuatan anaerobik.

Pendapat Astrand (1986:436) dikemukakan bahwa latihan kekuatan *motor anaerobic* penting untuk beberapa kelompok atlet. Latihan tersebut merupakan latihan yang melelahkan secara psikologis. Latihan motor anaerobik tersebut tidak akan dilaksanakan pada sebulan atau dua bulan pada musim pertandingan. Latihan berat tersebut tidak dianjurkan untuk kebanyakan orang.

Rushall dan Pyke (1990:207) menjelaskan bahwa *interval training* adalah bentuk latihan yang terdiri dari periode aktivitas dan pulih asal (*recovery*) secara bergantian. *Interval training* adalah tepat untuk aktivitas yang banyak memerlukan anaerobik.

Sharkey (1984:10) menuliskan dalam tabel tentang intensitas latihan, yaitu latihan fisik dengan intensitas giat menggunakan metabolisme anaerobik, denyut jantung mencapai di atas 160.

2.2.6 Menentukan Intensitas Latihan

Fox (1993:291) menjelaskan bahwa intensitas latihan pada umumnya ditentukan dengan memonitor denyut jantung, cara tidak langsung untuk menafsir oksigen yang digunakan oleh tubuh. Intensitas latihan fisik untuk kelompok latihan aerobik adalah mencapai $60\% \text{ Heart Rate Reserve} + \text{Resting Heart Rate}$. *Heart Rate Reserve* adalah $\text{Maximum Heart Rate} - \text{Resting Heart Rate}$ (jumlah denyut jantung maksimal dikurangi jumlah denyut jantung istirahat).

Menurut Janssen (1987:28), denyut jantung dipengaruhi oleh umur, maka untuk menentukan jumlah denyut jantung maksimal digunakan rumus: $220 - \text{umur}$ (dalam tahun). Dijelaskan juga oleh Fox (1993:431) yang mendukung pendapat tersebut bahwa *Maximum Heart Rate* bervariasi dari orang per orang. *Maximum Heart Rate* tidak dapat ditentukan secara langsung, kemudian dapat diperkirakan berdasarkan rumus: $220 - \text{umur}$. Sehingga apabila seseorang berumur 15 tahun, maka denyut jantung maksimalnya adalah $220 - 15 = 205$ denyut per menit. Denyut jantung latihan yang menggambarkan intensitas latihan kerap kali diperoleh dari prosentase terhadap denyut jantung maksimal. Bila intensitas latihan yang diinginkan adalah 60% dari denyut jantung maksimal, maka jumlah denyut jantung latihan adalah $60\% \times 205 = 123$ denyut permenit. Namun perlu dicermati bahwa cara penghitungan tersebut tidak mempertimbangkan tingkat keterlatihan seseorang.

Fox (1993:328) menyatakan bahwa seseorang yang terlatih cenderung mempunyai denyut jantung istirahat lebih sedikit dibanding seseorang yang tidak terlatih. Karvonen membuat rumus yang ditulis oleh Lamb (1984:198) bahwa intensitas latihan fisik menggunakan respon denyut jantung. Rumus tersebut untuk mengetahui denyut jantung latihan fisik adalah: *Heart Rate exercise = Heart Rate rest + % (Heart Rate maximum - Heart Rate rest)*. Sehingga bila seseorang yang berumur 15 tahun dan denyut jantung istirahatnya 60 per menit, intensitas latihan yang diinginkan adalah 60% maka denyut jantung sebagai respon intensitas latihan adalah $60 + 60\% (220 - 15 - 60) = 147$ denyut per menit.

Pendapat Brooks (1984:518), intensitas latihan antara 60% hingga 90% dari *maximum heart rate reserve (maximum heart rate - resting heart rate) + resting heart rate*.

McArdle (1981:274) memaparkan bahwa sebagai ketentuan umum, kapasitas aerobik akan diperbaiki jika intensitas latihan cukup untuk meningkatkan denyut jantung sampai kira-kira 70% dari maksimum. Ini sama dengan 50% sampai dengan 55% dari kapasitas maksimum aerobik atau mencapai denyut jantung 130 sampai dengan 140 kali per menit. Sebagai metode pengganti yang sama efektifnya adalah menetapkan *training threshold* yaitu latihan mencapai denyut jantung kira-kira 60% dari selisih antara denyut jantung istirahat dan denyut jantung maksimal. Ini dihitung dengan rumus:

Heart Rate threshold = Heart Rate rest + (Heart Rate maximum - Heart Rate rest).

Intensitas latihan fisik untuk kelompok latihan anaerobik adalah *80% Heart Rate Reserve + Heart Rate istirahat*. Fox (1993:431) menyebutkan bahwa latihan akan cukup giat jika target heart rate (THR) mencapai antara 60% hingga 90% dari maximum heart rate reserve (HRR). Janssen (1987:50) menyatakan bahwa peningkatan kapasitas umum anaerobik dapat juga dilatih. Suatu peningkatan energi tinggi phosphate (contoh: creatine phosphate dan ATP) memungkinkan dengan kerja interval sub-maksimal, intensitas 80% - 90% dari maksimum, lamanya beban kerja 10 hingga 20 detik dengan istirahat yang cukup lama untuk mencegah terkumpulnya laktat yang tinggi di dalam badan.

Fox 1993:293 berpendapat bahwa selain metode denyut jantung, ada cara lain untuk menentukan intensitas latihan yaitu metode yang berdasarkan konsep ambang anaerobik (*anaerobic threshold*). Ambang anaerobik adalah intensitas beban kerja atau konsumsi oksigen yang mana metabolisme anaerobik dipercepat. Ambang anaerobik adalah keadaan ketika penimbunan asam laktat melebihi batas. Untuk mencapai ambang anaerobik, konsentrasi asam laktat darah sebesar 4 mMol/L (Fox:1993:293). Berdasarkan konsep tersebut ada dua metode yaitu *Minute Ventilation and the Anaerobic Threshold Method* dan *Blood Lactic Acid and the Anaerobic Threshold Method*. Metode yang pertama menyatakan bahwa

ventilasi semenit meningkat secara linier dengan meningkatnya beban kerja. Metode kedua dilakukan dengan cara menentukan besarnya asam laktat darah selama melakukan dua atau lebih beban latihan (Fox, 1993:293). Conconi mengembangkan metode untuk menentukan ambang anaerobik tanpa mengukur laktat, sehingga tanpa mengambil sampel darah. Ambang anaerobik ditentukan dengan mengkorelasikan antara jarak lari dengan denyut nadi (Janssen, 1987:80-93).

2.2.7 Latihan naik turun bangku

Hawkey (1991:81) menjelaskan bahwa *steps-ups* adalah latihan fisik yang sederhana dan banyak digunakan dalam olahraga. Menggunakan bangku, kotak atau sejenisnya setinggi 0,50 meter.

Clarke (1984:287) menyebutkan bahwa latihan yang paling murah dan persiapan sederhana adalah naik turun bangku. Tinggi bangku dan irama langkah dapat bervariasi, tergantung pada tujuan latihan, usia dan jenis kelamin subyek.

Hazeldine (1985:18) membuat suatu metode latihan berupa *circuit training* yang dapat menghasilkan perubahan kebugaran umum, kekuatan otot dan kecepatan. Salah satu bentuk latihan fisik yang terdapat pada rangkaian latihan tersebut adalah naik turun bangku (*bench stepping*)

Annarino (1976:14) mencantumkan latihan fisik dengan cara naik turun bangku (*bench step*) dalam suatu metode latihan *circuit training*. Tinggi bangku yang digunakan 17

inci (43,18 centimeter) hingga 24 inci (60,96 centimeter).

Step test atau tes naik turun bangku adalah salah satu cara mengukur kebugaran jasmani untuk kerja otot dan kemampuan pulih asal (*recovery*) setelah kerja. Perkembangan selanjutnya step test tersebut dimodifikasi sebagai salah satu cara latihan. Sharkey (1984:255) menjelaskan bahwa latihan naik turun bangku dapat meningkatkan kebugaran jasmani dan meningkatkan kekuatan kontraksi otot serta memperbaiki sistem peredaran darah.

Menurut Astrand (1986:366), *step test* mungkin hanya sebagai tes alternatif. Step test tersebut lebih sulit, meskipun demikian dapat untuk menetapkan ukuran dan menunjukkan batas kemungkinan berbagai kebutuhan pada sistem transportasi oksigen. Ada alat yang dapat digunakan, yang menyediakan pengaturan tingginya langkah secara otomatis dari 2 hingga 50 cm. Pada usaha maksimal, jarak langkah harus dipertinggi, dan selalu ada bahaya yang dapat menghambat jika seseorang mencapai nilai kerja maksimal.

Safrit (1981:216) menyatakan tentang modifikasi Harvard Step Test yang dikembangkan oleh Brouha. Tes ini memanfaatkan denyut jantung pada akhir latihan, karena ada korelasi yang tinggi antara hasil pengukuran denyut jantung selama latihan dan hasil pengukuran segera setelah latihan berhenti. Tes naik turun bangku ini menggunakan tinggi bangku 20 inci (50,8 centimeter), dilakukan selama lima menit dengan 30 langkah per menit.

Penjelasan Verducci (1980:271) bahwa Harvard step test bahkan menggunakan pulih asal denyut jantung untuk menetapkan kemampuan maksimum fisiologis. Tes menghendaki subyek melangkah naik turun dengan 30 langkah setiap menit selama 5 menit atau sampai mencapai kelelahan.

Stone (1987:257) mengembangkan suatu bentuk tes naik turun bangku. Tes ini dilakukan selama 3 menit dengan 24 langkah per menit, menggunakan bangku setinggi 12 inci (30,4 centimeter). Segera setelah tes berakhir, denyut nadi subyek dihitung selama 60 detik.

Clarke (1976:160) menjelaskan bahwa Skubik dan Hodkins mengusulkan suatu tes naik turun bangku selama tiga menit untuk gadis dan wanita. Frekuensi langkah adalah 24 langkah per menit, tinggi bangku yang digunakan adalah 18 inci (45,72 cm).

Tentang tinggi bangku yang digunakan terdapat beberapa ukuran. Hal tersebut tergantung pada sasaran subyek tes tersebut digunakan, kekuatan otot, tingkat usia, kapasitas paru, kebugaran jasmani, jenis kelamin dan sebagainya.

Clarke (1976:162), menyatakan bahwa *The President's Council on Fitness and Sport* mengusulkan penggunaan suatu *Recovery Index Test*, yang memodifikasi lama latihan naik turun bangku *Harvard Step Test* adalah lima menit, Tinggi bangku bervariasi dari 14 inci (35,56 cm), 16 inci (40,64 cm) dan 20 inci (50,8 cm) tergantung tinggi badan seseorang.

Johnson (1986:156) menjelaskan tentang tinggi bangku yang digunakan *The Ohio State University Step Test* adalah 15 inci (38,1 centimeter) untuk anak laki-laki usia 9 - 12 tahun, dan yang lain 20 inci (50,8 centimeter) untuk orang dewasa. Dijelaskan juga tentang tinggi bangku yang digunakan pada *Queens College Step Test* adalah 16 inci (40,64 centimeter) hingga 17 inci (43,18 centimeter) untuk wanita dan pria usia perguruan tinggi. Pada *LSU Step Test*, tinggi bangku yang digunakan adalah 17 inci (43,18 centimeter) atau 18 inci (45,72 centimeter) untuk wanita dan pria usia 9 - 12 tahun dan orang dewasa. *Harvard Step Test* menggunakan bangku 20 inci (50,8 cm) untuk laki-laki muda perguruan tinggi.

McArdle (1981:147) menjelaskan tentang suatu bentuk *step test* 3 menit yang digunakan untuk mengevaluasi respon denyut jantung mahasiswa pria dan wanita. Tes menggunakan bangku gymnasium setinggi 16,25 inci (41,3 centimeter). Untuk wanita melakukan 22 langkah per-menit, untuk pria melakukan 24 langkah per-menit.

2.2.8 Pengaruh latihan terhadap pernapasan.

Latihan mempunyai pengaruh dan menghasilkan perubahan-perubahan yang berkaitan dengan struktur maupun faal dalam tubuh. Kajian pustaka berikut ini penulis membatasi terutama hanya perubahan dan pengaruh latihan yang berkaitan dengan pernapasan.

Fox (1993:341) menjelaskan tentang perubahan pernapasan yang nampak sebagai hasil latihan fisik. Volume ventilasi semenit meningkat akibat latihan, terutama oleh karena meningkatnya volume tidal dan frekuensi pernapasan. Latihan memberi kemudahan dalam meningkatkan efisiensi ventilasi. Lebih tingginya efisiensi ventilasi berarti jumlah udara yang keluar masuk pada tingkat konsumsi oksigen yang sama lebih rendah daripada seorang yang tidak terlatih. Karena nilai oksigen pada peningkatan ventilasi besar, efisiensi ventilasi lebih besar, terutama pada kegiatan yang panjang (misalnya marathon) akan menghasilkan berkurangnya oksigen untuk pernapasan otot dan terutama pada kerja otot skelet. Berbagai volume paru diukur pada keadaan kondisi istirahat, pada seseorang terlatih lebih besar daripada yang tidak terlatih. Kebanyakan perubahan tersebut menunjukkan kenyataan bahwa latihan menghasilkan perbaikan fungsi paru dan bertambah besarnya volume paru. Atlet-atlet cenderung mempunyai kapasitas difusi yang lebih besar waktu istirahat dan selama latihan daripada yang bukan atlet, terutama atlet-atlet olahraga daya tahan.

Pengaruh latihan terhadap *cardiorespiratory* dijelaskan oleh Bowers (1992:256) baik pada waktu istirahat maupun selama olahraga. Secara garis besar dijelaskan bahwa latihan mempunyai pengaruh: (1) hipertrophi jantung (ukuran jantung bertambah); (2) menurunnya denyut jantung (*bradycardia*) dan meningkatnya stroke volume; (3) meningkatnya hemoglobin dan

volume darah; (4) perubahan pada tekanan darah; (5) mempengaruhi pernapasan. Pengaruh terhadap pernapasan, secara umum volume paru (volume cadangan inspirasi, volume cadangan ekspirasi, volume residual, volume total paru dan kapasitas vital) atlet lebih besar daripada bukan atlet pada jenis kelamin dan ukuran badan yang sama. Perubahan itu mungkin dihasilkan oleh meningkatnya kekuatan otot-otot skelet ventilasi.

McArdle (1981:273) menjelaskan bahwa volume pernapasan meningkat bersama-sama dengan memperbaiki $VO_2\max$. Ventilasi maksimum yang lebih tinggi oleh karena meningkatnya volume tidal dan frekuensi bernapas. Pada latihan submaksimal, seseorang yang dilatih, ventilasinya lebih kecil daripada sebelum dilatih. Ini mungkin adaptasi terhadap latihan yang panjang karena meningkatnya efisiensi ventilasi, berarti lebih banyak oksigen yang dapat digunakan untuk kerja otot.

Morehouse (1976:270) menjelaskan bahwa pada seseorang yang paru-parunya normal, latihan fisik mempunyai pengaruh sedikit terhadap ventilasi paru-paru. Kapasitas vital dan besarnya aliran udara dapat bertambah sedikit karena meningkatnya kekuatan dan kelenturan otot-otot dada dan diaphragma, tetapi hampir tidak cukup memperbaiki kapasitas daya tahan. Mekanik bernapas bertambah efisien, sehingga latihan dapat menggunakan energi lebih hemat kira-kira 5%, dapat meningkatkan daya tahan dan kapasitas kerja maksimal.

Lebih lanjut Morehouse (1976:270) mengemukakan bahwa selama latihan fisik yang intensif terus menerus, peningkatan frekuensi dan dalamnya pernapasan tidak sengaja terlihat sama efektifnya dengan berbagai bentuk pengendalian pernapasan sengaja dalam menghasilkan akibat latihan terhadap ventilasi paru dan efisiensi pernapasan. Selama berlari dan bentuk-bentuk kegiatan yang berirama, frekuensi pernapasan menjadi selaras dengan gerak anggota badan.

Gibbins (1972:139) meneliti pengaruh latihan renang pada berbagai aspek fungsi paru-paru anak-anak gadis. Variabel yang diteliti adalah kapasitas difusi paru untuk karbon dioksida (DLCO), kapasitas total paru, kapasitas vital, kapasitas fungsional residual dan kapasitas kerja maksimal. Hasil penelitian dilaporkan bahwa rata-rata dan standard deviasi DLCO kelompok perenang dan kelompok kontrol meningkat pada tiga beban kerja sebelum dan sesudah latihan. Perbedaan DLCO pada dua kelompok tersebut tidak ditemukan perbedaan yang signifikan. Tidak satupun volume paru atau kapasitas paru dipengaruhi oleh latihan.

Menurut Golding (1967:16) pengaruh latihan terhadap sistem pernapasan bahwa perubahan yang pasti pada sistem pernapasan terjadi karena latihan dan hasil perubahan tersebut lebih efisien dalam empat hingga enam minggu. Karena perubahan umum fisiologi oleh karena latihan (besarnya konsumsi oksigen, produksi karbon dioksida berkurang) ventilasi paru-paru berkurang dan kerja pernapasan berkurang.

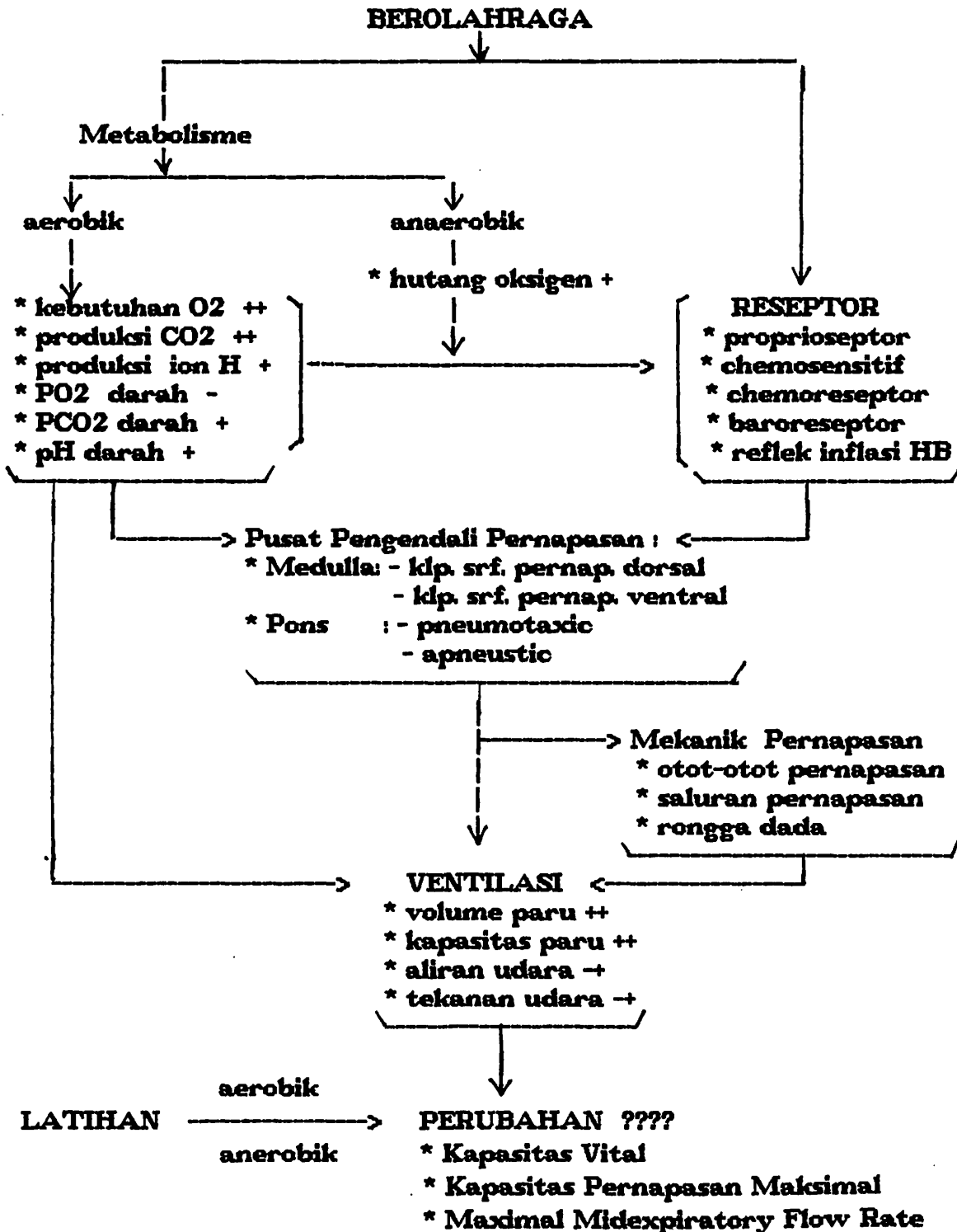
Otot-otot pernapasan kurang memerlukan oksigen oleh karena efisiensi meningkat. Volume semenit mengalami perubahan karena latihan, pernapasan lebih dalam dan lebih pelan pada kondisi individual, frekuensi pernapasan mungkin berkurang dari 20 hingga 6 kali bernapas setiap menit.

Sharkey (1984:19) menjelaskan bahwa latihan aerobik terlihat memperbaiki kapasitas total paru, paling tidak dua hal yaitu berkurangnya volume residu dan meningkatnya cadangan inspirasi dan kapasitas vital.

BAB 3

KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS

1. Kerangka Konsep



3.2 Hipotesis Penelitian

Sesuai dengan rumusan masalah dan tujuan penelitian maka perlu disusun jawaban sementara (hipotesis) penelitian yang selanjutnya akan dilakukan pengujian kebenarannya melalui proses penelitian. Hipotesis penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Latihan anaerobik lebih meningkatkan kapasitas vital dibandingkan latihan aerobik.
- 2) Latihan anaerobik lebih meningkatkan kapasitas pernapasan maksimal dibandingkan latihan aerobik.
- 3) Latihan aerobik lebih meningkatkan maximal midexpiratory flow rate rate dibandingkan latihan anaerobik.

BAB 4

METODE PENELITIAN

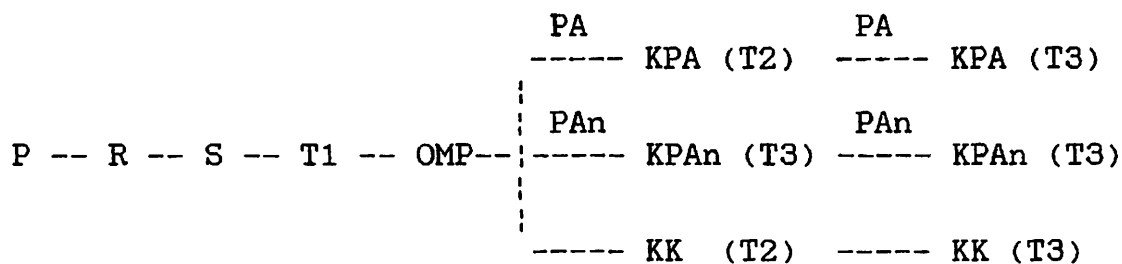
4.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental sungguhan.

4.2 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian ini adalah "*Randomized Pretest-Posttest Control Group Design*" (Zainuddin, 1988:73).

Berikut ini digambarkan pola rancangan penelitian:



Keterangan:

- P = Populasi
- R = Randomisasi
- S = Sampel
- OMP = Ordinal Match Pairing
- KPA = Kelompok Perlakuan yang diberi latihan Aerobik.
- KPA_n = Kelompok Perlakuan yang diberi latihan Anaerobik.
- KK = Kelompok Kontrol
- PA = Perlakuan berupa latihan fisik Aerobik
- PA_n = Perlakuan berupa latihan fisik Anaerobik
- T1 = Tes awal (Pre-Test)
- T2 = Tes tengah (Mid-Test)
- T3 = Tes akhir (Post-Test)

4.3 Populasi, Menentukan besar sampel, Teknik pengambilan sampel dan Sampel

4.3.1 Populasi

Populasi penelitian ini adalah seluruh siswa laki-laki di kelas 1, Sekolah Menengah Umum Laboratorium Universitas Negeri Malang tahun ajaran 1999/2000. Adapun jumlah semua siswa laki-laki di kelas 1 adalah 103 orang.

4.3.2 Menentukan besarnya sampel

Sampel diambil dari populasi yang mempunyai kriteria sebagai berikut:

- a) Jenis kelamin laki-laki.
- b) Berusia antara 14 - 17 tahun.
- c) Bukan atlet
- d) Tidak ada kelainan fisik atau sakit.

Untuk menentukan besarnya sampel penelitian, dilakukan penelitian pendahuluan selama dua minggu. Penelitian pendahuluan dilakukan terhadap sampel yang diambil dari populasi. Dari populasi siswa yang memenuhi kriteria sebagai sampel, dipilih dengan teknik *simple random sampling* menggunakan cara undian sebanyak 20 orang. Kemudian dilakukan pemeriksaan kapasitas vital pre-test. Berdasarkan hasil pre-test, 20 orang tersebut dibagi menjadi dua kelompok menggunakan *ordinally match pairing*. Masing-masing kelompok diberikan latihan fisik aerobik dan latihan fisik anaerobik selama dua minggu dan diakhiri dengan post-test.

Berdasarkan hasil post-test tersebut ditentukan besarnya sampel menggunakan rumus Higgins dan Klinbaum (1985) .

Setelah dilakukan penelitian pendahuluan dan mengambil data pre-test dan post-test terhadap variabel kapasitas vital (KV) sebagai variabel utama terhadap kelompok latihan fisik aerobik dan kelompok latihan fisik anaerobik, maka diperoleh data statistik sebagai berikut:

Kelompok latihan aerobik:

Pre-test : Mean = 2,84 SD = 0,30

Post-test: Mean = 2,92 SD = 0,28

Kelompok latihan anaerobik:

Pre-test : Mean = 2,85 SD = 0,30

Post-test: Mean = 3,29 SD = 0,35

Selanjutnya ditentukan besar sampel penelitian dengan memasukkan data-data tersebut ke dalam rumus dari Higgin dan Klinbaum (1985:24-35) sebagai berikut:

$$n = \frac{1}{1 - f} \times \frac{2 (Z_a + Z_b)^2 S_c^2}{(X_c - X_t)^2}$$

Keterangan:

n = Jumlah sampel

f = 0,05 (Proporsi kegagalan)

Z_a = 1,96

Z_b = 1,28

S_c = 0,35 (Standard deviasi kelompok kontrol)

X_c = 2,92 (Rata-rata hitung kelompok kontrol)

X_t = 3,29 (Rata-rata hitung kelompok perlakuan)

$$n = \frac{1}{1 - 0,05} \times \frac{2 (1,96 + 1,28) \times 0,35^2}{(2,92 - 3,29)^2} = 19,63$$

Hasil penghitungan menggunakan rumus tersebut menunjukkan besar sampel (n) yang diperoleh adalah 19,63. Sehingga besar sampel penelitian ini dapat digunakan paling sedikit sejumlah 20 sampel. (Lihat lampiran).

4.3.3 Teknik pengambilan sampel

Jumlah seluruh siswa laki-laki kelas 1 yang memenuhi kriteria adalah 94 siswa. Dari jumlah tersebut diambil 65 siswa sebagai sampel menggunakan teknik *simple random sampling*, dilakukan dengan cara undian. Langkah-langkahnya pengambilan sampel sebagai berikut:

- a) Membuat daftar nama seluruh siswa anggota populasi.
- b) Memberi kode nomor urut kepada seluruh siswa.
- c) Menuliskan masing-masing kode nomor dalam secarik kertas kecil.
- d) Kertas-kertas kecil tersebut digulung dengan baik.
- e) Memasukkan gulungan-gulungan kertas ke dalam kotak.
- f) Mengocok kotak tersebut.
- g) Mengambil satu demi satu gulungan kertas hingga mencapai jumlah sesuai dengan besarnya sampel yang telah ditentukan. Nomor urut gulungan kertas yang terambil sesuai dengan nomor urut dan nama calon anggota sampel.

Selanjutnya mengelompokkan sampel tersebut menjadi tiga kelompok dengan menggunakan *ordinally match pairing*. Tujuan pengelompokan tersebut adalah agar karakteristik dan jumlah orang coba dalam kelompok-kelompok tersebut berimbang dan tidak berbeda. Pengelompokan dilakukan dengan cara membuat tiga kelompok pasangan orang coba berdasarkan data hasil pemeriksaan variabel kapasitas vital. Caranya diawali dengan menyusun urutan hasil pemeriksaan kapasitas vital dari yang paling besar sampai dengan yang paling kecil. Selanjutnya menyusun dan menempatkan urutan data itu ke dalam tiga kelompok dengan pola sebagai berikut:

1	2	3
6	5	4
7	8	9
12	11	10

dan seterusnya sampai masing-masing kelompok berjumlah 20 orang.

Selanjutnya menentukan masing-masing kelompok tersebut menjadi kelompok perlakuan latihan fisik aerobik, kelompok perlakuan latihan fisik anaerobik dan kelompok kontrol. Cara menentukan kelompok-kelompok tersebut dilakukan dengan cara undian. Tiga kelompok tersebut adalah 20 siswa di kelompok latihan fisik aerobik, 20 siswa di kelompok latihan fisik anaerobik dan 20 siswa di kelompok kontrol. Sedangkan sisa 5 siswa digunakan sebagai cadangan.

4.3.4 Sampel

Setelah dilakukan penelitian pendahuluan untuk menentukan besar sampel dan langkah-langkah pengambilan sampel, maka ditetapkan 60 sampel yang dibagi menjadi tiga kelompok sebagai berikut:

- a) 20 orang kelompok perlakuan latihan fisik aerobik.
- b) 20 orang kelompok perlakuan latihan fisik anaerobik.
- c) 20 orang kelompok kontrol.

4.4 Variabel penelitian

Variabel-variabel dalam penelitian ini dikelompokkan menjadi variabel bebas, variabel tergantung, variabel moderator dan variabel kendali. Variabel-variabel penelitian tersebut adalah:

4.4.1. Variabel bebas (*independent variabel*) adalah:

- a) Latihan Aerobik.
- b) Latihan Anaerobik.

4.4.2 Variabel tergantung (*dependent variabel*) adalah:

- a) Kapasitas Vital.
- b) Kapasitas Pernapasan Maksimal
- c) Maximal Midexpiratory Flow.

4.4.3 Variabel moderator:

- a) Umur
- b) Tinggi Badan
- c) Berat Badan
- d) Panjang Tungkai

4.4.4 Variabel kendali

- a) Jenis kelamin
- b) Kesehatan fisik

4.5 Definisi Operasional Variabel

Berikut ini dikemukakan definisi operasional variabel-variabel penelitian.

4.5.1 Latihan aerobik

Latihan aerobik adalah latihan fisik yang dilakukan berdasarkan sistem energi aerobik. Bentuk latihan aerobik dalam penelitian ini adalah latihan fisik dengan cara melakukan naik turun bangku setinggi 30 centimeter.

Ciri-ciri latihan fisik aerobik adalah sebagai berikut:

- a. Bentuk latihan : naik turun bangku
- b. Repetisi : 450 kali gerakan naik turun bangku
- c. Set : 1
- d. Beban : 25 - 30 kali gerakan per menit
- e. Intensitas : 60% HRR + HR Rest
- f. Frekuensi : 3 kali dalam seminggu
- g. Program : 6 minggu

4.5.2 Latihan anaerobik

Latihan anaerobik adalah latihan fisik yang dilakukan berdasarkan sistem energi anaerobik. Bentuk latihan anaerobik dalam penelitian ini adalah latihan fisik dengan cara melakukan naik turun bangku setinggi 30 centimeter.

Ciri-ciri latihan fisik anaerobik adalah sebagai berikut:

- a. Bentuk latihan : naik turun bangku
- b. Repetisi : 75 kali gerakan naik turun bangku
- c. Set : 6
- d. Beban : 40 - 45 kali gerakan per menit
- e. Istirahat : 3 menit, pasif
- f. Intensitas : 80% HRR + HR Rest
- g. Frekuensi : 3 kali dalam seminggu
- h. Program : 6 minggu

4.5.3 Kapasitas vital

Yang dimaksud kapasitas vital adalah jumlah udara maksimal yang dapat dikeluarkan dari paru setelah dimasukkan udara maksimal ke dalam paru. Kapasitas vital tersebut terdiri dari volume cadangan inspirasi ditambah volume tidal dan volume cadangan ekspirasi.

4.5.4 Kapasitas pernapasan maksimal

Yang dimaksud kapasitas pernapasan maksimal adalah volume maksimum udara yang dapat dihirup dan dihembuskan dalam satu menit, ditaksir dengan perkiraan volume bernapas selama 15 detik dengan bernapas secepat-cepatnya dan sedalam-dalamnya.

4.5.5 Maximal midexpiratory flow rate.

Maximal midexpiratory flow rate adalah kecepatan aliran udara pada setengah dari kapasitas vital bagian tengah.

4.5.6 Umur

Yang dimaksud dengan umur adalah usia orang coba antara 14 - 17 tahun. Umur tersebut berdasarkan biodata siswa yang tertulis pada surat keterangan lahir, akte kelahiran, ijazah atau surat tanda lulus. Data umur dihitung dalam tahun dan bulan.

4.5.7 Tinggi badan

Yang dimaksud tinggi badan adalah hasil pengukuran yang dilakukan terhadap subyek yang berdiri tegak, diukur dari dasar tempat berdiri sampai dengan ujung kepala. Satuan ukuran tinggi badan adalah centimeter (cm).

4.5.8 Berat badan

Berat badan adalah hasil pengukuran berat badan yang diukur menggunakan timbangan berat badan. Pengukuran berat badan dilakukan terhadap subyek yang hanya memakai celana dalam tanpa alas kaki. Satuan ukuran berat badan adalah kilogram (kg).

4.5.9 Panjang tungkai

Yang dimaksud panjang tungkai adalah hasil pengukuran yang dilakukan terhadap tungkai kaki subyek yang berdiri tegak, diukur dari dasar tempat berdiri sampai dengan *trochanter major femur*. Satuan ukuran panjang tungkai adalah centimeter (cm).

4.5.10 Jenis kelamin

Yang dimaksud jenis kelamin dalam penelitian ini adalah laki-laki.

4.5.11 Kesehatan fisik

Yang dimaksud kesehatan fisik adalah kondisi fisik siswa yang dinyatakan tidak menderita sakit berdasarkan pemeriksaan fisik oleh dokter, tidak dalam perawatan dokter atau tidak masuk rumah sakit dalam 6 bulan terakhir, tidak ada riwayat keluhan penyakit yang sering kambuh.

4.6 Alat-alat dan Fasilitas

4.6.1 Alat-alat yang digunakan dalam penelitian akan dijelaskan seperti berikut ini.

a) Spirometer.

Spirometer adalah alat yang digunakan untuk memeriksa kapasitas dan volume dan fungsi paru. Dalam penelitian ini faktor-faktor yang akan diperiksa menggunakan spirometer adalah kapasitas vital, kapasitas pernapasan maksimal dan maximal midexpiratory flow. Spesifikasi spirometer adalah:
Jenis spirometer: Super Spiro Discom-21FX,
Flow detection: Fleisch-type Pneumotachometer.
Value detection: Digital-type flow integration.
Measurement accuracy: Within +/- 3%
Flow measurement range: 0,1 - +/- 15 l/s.
Volume measurement range: 0,01 - 10 l.

Printer: High-speed thermal printer (112 mm width paper).

Page printer is optionally available.

Data filing: Two 3,5 inch floppy disk drives are standard.

Power Requirements: 220 V or 110 V AC, 50/60 Hz, approx. 120 VA.

b) Metronom.

Metronom adalah alat yang mengeluarkan suara ketukan digunakan untuk mengatur irama langkah pada waktu latihan naik turun bangku. Spesifikasi metronom adalah: merk Nikko, menggunakan tenaga penggerak berupa gaya per baja, dapat memberikan suara ketukan dengan irama yang dapat diatur dari 40 hingga 208 ketukan permenit, dilengkapi dengan lonceng tanda kelipatan ketukan ke 1 sampai dengan ke 6.

c) Stopwatch.

Stopwatch digunakan untuk menentukan lama waktu latihan dan istirahat. Spesifikasi stopwatch adalah: merk Seiko, model digital stopwatch, menggunakan tenaga listrik dari dry battery, dapat dibaca penunjuk waktu berupa jam, menit, detik dan per seratus detik, dilengkapi fasilitas untuk mengatur lap dan split.

d) Timbangan berat badan

Timbangan berat badan digunakan untuk mengukur berat badan. Spesifikasi timbangan berat badan adalah: merk Health Scale, rentangan pengukuran 0 hingga 250 kilogram,

e) Stadiometer

Stadiometer digunakan untuk mengukur tinggi badan. Stadiometer tersebut menjadi satu dengan timbangan berat badan.

f) Antropometer

Antropometer digunakan untuk mengukur panjang tungkai. Spesifikasi antropometer: merk T.K.K., terbuat dari logam alumunium, berbentuk slinder, rentangan pengukuran 0 - 230 centimeter.

g) Pulse meter

Pulse meter digunakan untuk menentukan intensitas latihan fisik yang ditunjukkan oleh respons denyut jantung. Spesifikasi pulse meter: merk Yagami, model PU-102, rentangan pengukuran 30 - 200 denyut per menit, menggunakan tenaga listrik dari battery 6V D.C.

h) Bangku

Bangku digunakan sebagai alat latihan fisik naik turun bangku. Spesifikasi bangku: terbuat dari papan kayu jati dengan ukuran tinggi 30 centimeter, tebal 4 centimeter, lebar permukaan 25 centimeter, panjang 4 meter.

i) Petunjuk pelaksanaan latihan. (Lihat lampiran)

Petunjuk pelaksanaan latihan digunakan sebagai pedoman bagi instruktur dan sampel dalam melaksanakan latihan fisik aerobik dan anaerobik berupa latihan naik turun bangku.

j) Petunjuk pelaksanaan pengukuran dan pemeriksaan.

Petunjuk pelaksanaan pengukuran digunakan sebagai pedoman bagi pelaksana pengukuran tinggi badan, berat badan dan panjang tungkai. Petunjuk pelaksanaan pemeriksaan digunakan bagi operator spirometer dalam melaksanakan pemeriksaan Kapasitas Vital, Kapasitas Pernapasan Maksimal dan maximal midexpiratory flow rate.

k) Formulir hasil tes pengukuran dan pemeriksaan

Formulir hasil tes pengukuran dan pemeriksaan digunakan untuk mencatat hasil tes pengukuran variabel-variabel moderator dan hasil pemeriksaan Kapasitas Vital, Kapasitas Pernapasan Maksimal dan Maximal Midexpiratory Flow Rate.

l) Kertas dan Alat tulis.

Kertas yang digunakan adalah kertas ukuran kuarto 70 gram. Digunakan untuk membuat formulir pencatat hasil tes pengukuran dan pemeriksaan serta untuk menulis laporan penelitian. Alat tulis terdiri dari balpoint dan pensil.

m) Perangkat keras dan halus komputer

Perangkat keras dan halus komputer untuk menganalisis data dan menulis laporan penelitian. Perangkat keras terdiri dari disket, CPU dan layar monitor. Perangkat halus terdiri dari program analisis statistik dan program olah kata untuk menulis laporan penelitian.

4.4.2 Fasilitas yang diperlukan adalah:

- a) Ruangan digunakan untuk memeriksa kesehatan dan mengukur Berat Badan, Tinggi Badan, Panjang Tungkai.
- b) Lapangan olahraga digunakan sebagai tempat latihan naik turun bangku.

4.7 Lokasi dan Waktu Kegiatan Penelitian.

4.7.1 Lokasi penelitian ini adalah di Sekolah Menengah Umum Laboratorium Universitas Negeri Malang.

4.7.2 Menentukan tempat dan waktu pemeriksaan kesehatan, pengukuran, pemeriksaan paru dan kegiatan latihan fisik.

Pemeriksaan kesehatan dilanjutkan dengan pengukuran berat badan, tinggi badan dan panjang tungkai dilaksanakan di Laboratorium Medik Universitas Brawijaya Malang pada tanggal 25 Agustus 1999 jam 07.00 sampai dengan selesai.

Pemeriksaan variabel kapasitas vital, kapasitas pernapasan maksimal dan maximal midexpiratory flow menggunakan spirometer, dilaksanakan di Laboratorium Medik Universitas Brawijaya Malang. Jadwal pelaksanaan pemeriksaan adalah:

- a) Pre-test dilaksanakan pada tanggal 25 Agustus 1999, pukul 07.00 sampai dengan selesai.
- b) Mid-test dilaksanakan pada tanggal 18 September 1999, pukul 07,00 sampai dengan selesai.
- c) Post-test dilaksanakan pada tanggal 9 Oktober 1999, pukul 08,00 sampai dengan selesai.

Kegiatan latihan fisik aerobik dan anaerobik berupa latihan naik turun bangku dilaksanakan di halaman sekolah S M U Laboratorium Universitas Negeri Malang. Program latihan dilaksanakan dari tanggal 30 Agustus 1999 sampai dengan tanggal 9 Oktober 1999. Jadwal kegiatan latihan dilaksanakan setiap hari Selasa, Kamis dan Sabtu, dimulai pukul 06.30 sampai dengan pukul 07.30.

4.8 Menentukan tenaga pelaksana.

Dalam melaksanakan kegiatan penelitian perlu tenaga pelaksana. Tenaga pelaksana tersebut dipilih berdasarkan profesi yang sesuai dengan tugas yang dilakukan dalam penelitian dan tenaga pembantu lainnya yang memiliki kemampuan dan ketrampilan. Tenaga pelaksana tersebut adalah:

4.8.1 Dokter.

Dokter bertugas memeriksa kesehatan orang coba sebelum program latihan fisik dilaksanakan. Dalam hal ini ditunjuk dr. Rias Gesang Kinanti, dosen pada Program Pendidikan Olahraga dan Kesehatan Universitas Negeri Malang.

4.8.2 Instruktur Latihan.

Instruktur latihan yang bertugas memimpin pelaksanaan latihan fisik naik turun bangku. Dalam hal ini ditunjuk Agus Setiyono S.Pd. yang juga sebagai Guru Pendidikan Jasmani di sekolah SMU Laboratorium Universitas Negeri Malang.

4.8.3 Tenaga operator spirometer.

Tenaga operator spirometer bertugas mengoperasikan spirometer pada pemeriksaan kapasitas vital, kapasitas pernapasan maksimal dan maximal midexpiratory flow. Dalam hal ini ditunjuk 5 orang yang telah dilatih lebih dahulu. Antara lain: Drs. Mulyani Surendra, M.S., Drs. Supriyadi, M.Kes., Drs. Saptoadi, M.Kes., Drs. Lokananta dan Drs. Mu'arifin.

4.8.4 Tenaga pelaksana tes pengukuran.

Tenaga pelaksana pengukuran yang bertugas mengukur tinggi badan, berat badan dan panjang tungkai. Dalam hal ini ditunjuk 3 orang antara lain: Drs. Mulyani Surendra, M.S., Drs. Saptoadi, M.Kes., dan Agus Setiyono S.Pd.

4.9 Pelaksanaan Penelitian

4.9.1 Prosedur kegiatan penelitian

- a) Menghubungi Kepala Sekolah SMU Universitas Negeri Malang dan memohon ijin sebagai tempat penelitian.
- b) Mengurus kelengkapan surat ijin penelitian.
- c) Mempersiapkan fasilitas dan alat-alat penelitian dan memeriksa kesempurnaan fungsi dan kalibrasi.
- d) Mempersiapkan tempat pemeriksaan kesehatan.
- e) Menentukan lokasi penelitian.
- f) Mempersiapkan subyek penelitian (orang coba)
- g) Mempersiapkan tenaga pembantu penelitian.

- h) Melaksanakan penelitian pendahuluan selama dua minggu.
- i) Melaksanakan pengambilan sampel dari populasi menggunakan teknik *simple random sampling*, dengan cara undian
- j) Membagi sample menjadi tiga kelompok dengan menggunakan cara *ordinally match pairing*.
- k) Menentukan kelompok-kelompok penelitian dengan cara undian, yaitu kelompok perlakuan latihan fisik aerobik (KPa), kelompok perlakuan latihan fisik anaerobik (KPan) dan kelompok kontrol (KK).
- l) Siswa yang terpilih sebagai sampel diminta mengisi surat pernyataan kesediaan berperan serta kegiatan penelitian.
- m) Melaksanakan pemeriksaan kesehatan terhadap sampel.
- n) Melaksanakan pengukuran berat badan, tinggi badan, panjang tungkai, denyut jantung istirahat dan mengumpulkan data umur.
- o) Mengumpulkan data pre-test dengan melaksanakan pemeriksaan variabel kapasitas vital (KV), kapasitas pernapasan maksimal (KPM) dan maximal midexpiratory flow (MMF).
- p) Menentukan beban latihan dengan melakukan uji coba program latihan fisik naik turun bangku.
- q) Menentukan jadwal program latihan.
- r) Melaksanakan latihan fisik naik turun bangku.
- s) Melaksanakan mid-test setelah latihan berlangsung 3 minggu terhadap variabel kapasitas vital , kapasitas pernapasan maksimal dan maximal midexpiratory flow .
- t) Melaksanakan post-test setelah latihan berlangsung 6

minggu terhadap variabel kapasitas vital (KV), kapasitas pernapasan maksimal (KPM) dan maximal midexpiratory flow (MMF).

- u) Malaksanakan analisis data menggunakan teknik-teknik statistik.
- v) Membuat kesimpulan dan menulis laporan penelitian.

4.9.2 Penelitian Pendahuluan

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian pendahuluan adalah sebagai berikut:

- a) Menentukan orang coba sebanyak 20 orang, diambil dari populasi secara simple random sampling.
- b) Melaksanakan pemeriksaan kesehatan terhadap orang coba.
- c) Melaksanakan pengukuran berat badan, tinggi badan, panjang tungkai dan denyut jantung istirahat.
- d) Melakukan pre-test kapasitas vital, kapasitas pernapasan maksimal dan maximal midexpiratory flow.
- e) Membagi orang coba menjadi dua kelompok perlakuan menggunakan cara *ordinally match pairing* berdasar hasil pemeriksaan kapasitas vital, yaitu kelompok perlakuan latihan fisik aerobik dan kelompok perlakuan latihan fisik anaerobik.
- f) Melaksanakan pengukuran naik turun bangku maksimum setiap sampel untuk menentukan beban latihan. Untuk menentukan beban latihan, dilakukan uji coba naik turun bangku dengan protokol sebagai berikut:

Menit	Frekuensi	Waktu
1	15 kali gerakan	1 menit
2	20 kali gerakan	1 menit
3	25 kali gerakan	1 menit
4	30 kali gerakan	1 menit
5	35 kali gerakan	sampai subyek tidak sanggup lagi melakukan tes tersebut.

Beban latihan untuk kelompok latihan fisik aerobik adalah respons *steady state* denyut jantung mencapai 60% *Heart Rate Reserve + Heart Rate rest*. Beban latihan untuk kelompok latihan fisik anaerobik adalah respons *steady state* denyut jantung mencapai 80% *Heart Rate Reserve + Heart Rate rest*.

- g) Melaksanakan penelitian pendahuluan dengan memberikan latihan naik turun bangku kepada masing-masing kelompok selama dua minggu.
- h) Melakukan post-test kapasitas vital, kapasitas pernapasan maksimal dan maximal midexpiratory flow.
- i) Menentukan sampel penelitian berdasarkan hasil post-test penelitian pendahuluan.

4.9.3 Pengumpulan data, Pengukuran dan Pemeriksaan.

4.9.3.1 Pemeriksaan Kesehatan.

Sebelum pelaksanaan pemberian program latihan, perlu dilakukan pemeriksaan kesehatan oleh dokter terhadap orang coba. Tujuannya adalah untuk mengetahui kesehatan, tidak

dalam perawatan dokter, tidak masuk rumah sakit 6 bulan terakhir, tidak ada penyakit yang sering kambuh dan tidak adanya kelainan fisik yang mengganggu dan mungkin berbahaya selama pelaksanaan latihan. Setiap orang coba yang dinyatakan sehat diberikan surat keterangan sehat.

4.9.3.2 Mengumpulkan data umur.

Yang dimaksud dengan umur dalam penelitian ini adalah usia orang coba antara 14 - 17 tahun. Data umur dikumpulkan berdasarkan dokumen biodata siswa yang tertulis pada surat keterangan lahir, akte kelahiran, buku laporan kemajuan belajar, ijazah atau surat tanda lulus. Pencatatan umur menggunakan satuan tahun.



Gambar 3. Pemeriksaan kesehatan oleh dokter.

4.9.3.3 Pengukuran Berat Badan.

Orang coba berdiri tegak di atas timbangan berat badan dengan berpakaian seminim mungkin dan tanpa alas kaki. Pencatatan hasil pengukuran berat badan menggunakan satuan kilogram. Dilakukan pada pre-test, mid-test dan post-test.



Gambar 4. Pengukuran Berat badan dan Tinggi Badan.

4.9.3.4 Pengukuran Tinggi Badan.

Pengukuran tinggi badan dilaksanakan terhadap orang coba yang berdiri dengan sikap anatomis, tanpa alas kaki.

Yaitu, berdiri tegak membelakangi batang stadiometer; kedua tumit merapat dan menyentuh lantai; tepi belakang kedua tumit dan sisi depan alat pengukur terletak pada satu garis lurus; dataran belakang pinggul, tulang belakang (punggung) dan kepala bagian belakang menempel pada batang alat pengukur. Pandangan mata ke arah depan lurus, sehingga tepi bawah rongga mata dan kedua lobang telinga dalam keadaan horisontal (Verducci 1980: 261-273). Pencatatan hasil pengukuran tinggi badan menggunakan satuan centimeter (cm). Dilakukan pada pre-test, mid-test dan post-test.

4.9.3.5 Pengukuran Panjang Tungkai.

Orang coba berdiri tegak tanpa alas kaki, kedua tungkai kaki rapat. Panjang tungkai diukur dari telapak kaki sampai dengan *throchanter major femur* (tulang paha). Pencatatan hasil pengukuran panjang tungkai menggunakan satuan centimeter (cm). Dilakukan pada pre-test, mid-test dan post-test.

4.9.3.6 Pemeriksaan Kapasitas Vital (KV), Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) dan Maximal Midexpiratory Flow (MMF).

4.9.3.6.1 Persiapan sebelum pemeriksaan:

- a) Hubungkan kabel spirometer pada terminal listrik.
- b) Hidupkan power spirometer, biarkan kira-kira 10 menit sebagai pemanasan untuk menstabilkan kemampuan.
- c) Masukkan disket program Discom-21FX pada penggerak A dan disket data pada penggerak B.

- d) Mempersiapkan operasi menu untuk kalibrasi, mengatur menu dan manajemen menu dokumen.
- e) Melaksanakan kalibrasi sesuai dengan prosedur menggunakan alat *calibration syringe*.
- f) Mengatur menu antara lain: memilih print out butir-butir yang akan diperiksa, memilih transmisi butir-butir data pemeriksaan, memasukkan tanggal dan waktu pemeriksaan.
- g) Setiap awal pemeriksaan terhadap orang coba selalu dimasukkan data informasi tentang nomor identitas, jenis kelamin, umur, tinggi badan dan berat badan. Catatan: pada waktu memasukkan data informasi ini, pada layar monitor akan selalu muncul dan mencatat temperatur ruangan dan kelembaban udara secara otomatis.
- h) Memberikan penjelasan kepada orang coba tentang langkah-langkah yang harus dilakukan pada waktu pemeriksaan Kapasitas Vital (KV), Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) dan Maximal Midexpiratory Flow (MMF).

4.9.3.6.2 Pemeriksaan Kapasitas Vital (KV):

- a) Tekan tombol "VC" (*Vital Capacity*) untuk menampilkan "VC Mode" pada layar monitor sebagai tanda dimulainya pemeriksaan Kapasitas Vital.
- b) Melakukan *zeroing* dengan menekan tombol "ZERO" untuk memperoleh keterandalan data. Pada waktu *zeroing*, sensor masih diletakkan pada tempatnya.
- c) Orang coba berdiri tegak didekat alat spirometer, ambil

- sensor dari tempatnya dan pasang mouthpiece pada sensor.
- d) Orang coba diperintah "pasang mouth piece". Tutup hidung orang coba dengan penjepit hidung, sehingga orang coba membiasakan bernafas melalui mulut.
- e) Setelah orang coba bernapas teratur, tekan tombol "START" untuk memulai pemeriksaan kapasitas vital. Pada saat ini orang coba bernapas biasa (*rest ventilation*) kira-kira 5 kali bernapas, dan pada layar monitor akan muncul gambar grafik *rest ventilation*.



Gambar 5. Pemeriksaan Kapasitas Vital, Kapasitas Pernapasan Maksimal dan Maximal Midexpiratory Flow menggunakan Super Spiro Discom-21FX.

- f) Setelah di layar monitor muncul "*VC Test*", orang coba diperintah menghirup udara (inspirasi) secara maksimal, dilanjutkan dengan menghembuskan udara (ekspirasi) se-dalam-dalamnya. Setelah ekspirasi maksimal selesai, orang coba bernapas biasa kembali, dilanjutkan dengan menekan tombol "STOP". Selanjutnya mouthpiece dan pen-jepit hidung dilepas.
- g) Hasil pemeriksaan kapasitas vital (KV) akan tampak di layar monitor berupa data grafik maupun data angka.
- h) Pemeriksaan dilakukan tiga kali ulangan.
- i) Dari tiga hasil pengukuran kapasitas vital (KV) dipilih data yang paling besar.
- j) Satuan pengukuran data kapasitas vital (KV) dapat dibaca pada kertas printing menggunakan satuan liter.
- k) Pemeriksaan Kapasitas Vital (KV) dilakukan pada pre-test, mid-test dan post-test.

4.9.3.6.3 Pemeriksaan Maximal Midexpiratory Flow (MMF):

- a) Tekan tombol "VV" (Flow Volume) untuk menampilkan "VV Mode" pada layar monitor sebagai tanda dimulainya pe-meriksaan Maximal Midexpiratory Flow (MMF).
- b) Melakukan *zeroing* dengan menekan tombol "ZERO" untuk memperoleh keterandalan data. Pada waktu *zeroing*, sensor masih diletakkan pada tempatnya.
- c) Orang coba berdiri tegak didekat alat spirometer, ambil sensor dari tempatnya dan pasang mouthpiece pada sensor.

- d) Orang coba diperintah "pasang mouth piece". Tutup hidung orang coba dengan penjepit hidung, sehingga orang coba membiasakan bernafas melalui mulut.
- e) Setelah orang coba bernapas teratur, tekan tombol "START". Pada saat ini orang coba bernapas biasa (*rest ventilation*) kira-kira 5 kali bernapas, dan pada layar monitor akan muncul gambar grafik *rest ventilation*.
- f) Setelah dilayar monitor muncul "*Max Insp.- Forced Exp*" orang coba diperintah menghirup udara (inspirasi) secara maksimal setelah akhir hembusan napas biasa, dilanjutkan dengan menghembuskan udara (ekspirasi) secara cepat dan sekuat mungkin. Setelah ekspirasi maksimal selesai, orang coba bernapas biasa kembali, dilanjutkan dengan menekan tombol "STOP". Selanjutnya mouthpiece dan penjepit hidung dilepas.
- g) Hasil pemeriksaan maximal midexpiratory flow (MMF) akan tampak di layar monitor berupa data grafik maupun data angka.
- h) Pemeriksaan dilakukan tiga kali ulangan.
- i) Dari tiga hasil pengukuran maximal midexpiratory flow (MMF) dipilih data yang paling besar.
- j) Satuan pengukuran data maximal midexpiratory flow dapat dibaca pada kertas printing menggunakan satuan liter/detik.
- k) Pemeriksaan Maximal Midexpiratory Flow (MMF) dilakukan pada pre-test, mid-test dan post-test.

4.9.3.5.4 Pemeriksaan Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM):

- a) Tekan tombol "MVV" (Maximual Voluntary Ventilation) untuk menampilkan "MVV Mode" sebagai tanda dimulainya pemeriksaan Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM).
- b) Melakukan *zeroing* dengan menekan tombol "ZERO" untuk memperoleh keterandalan data. Pada waktu *zeroing*, sensor masih diletakkan pada tempatnya.
- c) Orang coba berdiri tegak didekat alat spirometer, ambil sensor dari tempatnya dan pasang mouthpiece pada sensor.
- d) Orang coba diperintah "pasang mouthpiece". Tutup hidung orang coba dengan penjepit hidung, sehingga orang coba membiasakan bernafas melalui mulut.
- e) Setelah orang coba bernapas teratur, tekan tombol "START". Setelah dilayar monitor muncul "*Quick & Deep Res 12 sec.*", orang coba diperintah menghirup udara (inspirasi) secara cepat dan sekuat-kuatnya, dilanjutkan dengan menghembuskan udara (ekspirasi) secara cepat dan sekuat-kuatnya. Kegiatan itu dilakukan berulang-ulang. Pada layar monitor akan memberi tanda secara otomatis bahwa tes berhenti setelah 12 detik. Kemudian tekan tombol "STOP". Selanjutnya mouthpiece dan penjepit hidung dilepas.
- f) Hasil pemeriksaan kapasitas pernapasan maksimal (KPM) akan tampak di layar monitor berupa data grafik maupun data angka.
- g) Pemeriksaan dilakukan tiga kali ulangan.

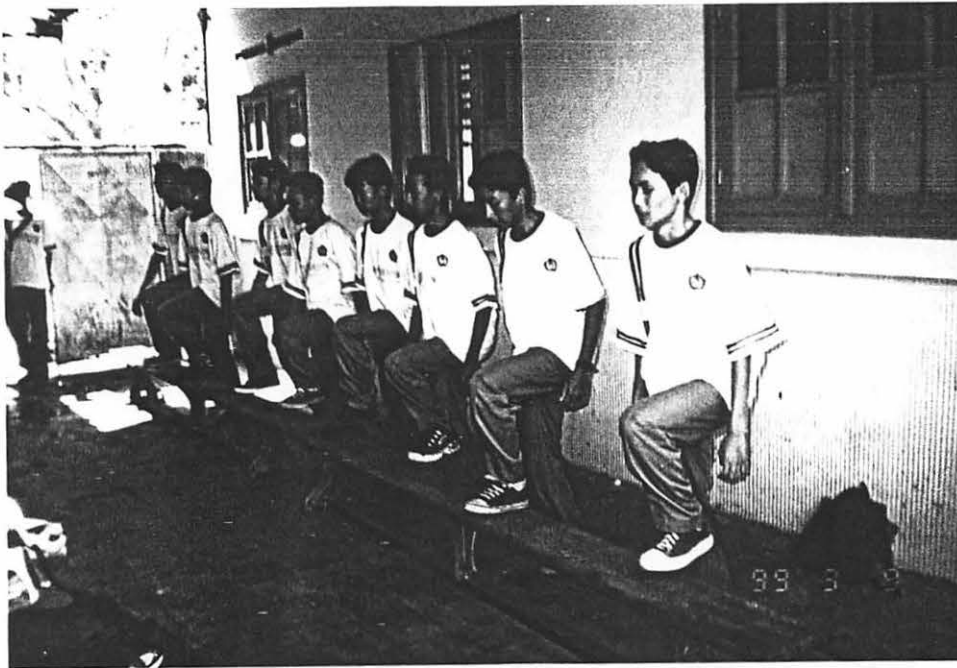
- h) Dari tiga hasil pengukuran kapasitas Pernapasan maksimal (KPM) dipilih data yang paling besar.
- i) Satuan pengukuran data kapasitas pernapasan maksimal (KPM) dapat dibaca pada kertas printing menggunakan satuan liter/menit.
- j) Pemeriksaan Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) dilakukan pada pre-test, mid-test dan post-test.

4.9.3.6.5 Menyimpan data hasil pemeriksaan Kapasitas Vital, Kapasitas Pernapasan Maksimal dan Maximal Midexpiratory Flow setiap orang coba ke dalam disket penyimpan data menggunakan "*File Management Menu*".

4.9.3.6.6 Mencetak data hasil pemeriksaan Kapasitas Vital, Kapasitas Pernapasan Maksimal dan Maximal Midexpiratory Flow setiap orang coba ke dalam kertas print-out dengan menggunakan "*File Management Menu*".

4.9.4 Melaksanakan Latihan Fisik Aerobik dan Anaerobik.

Dalam penelitian ini latihan fisik aerobik dan latihan fisik anaerobik dilaksanakan dengan memberikan latihan fisik berupa naik turun bangku yang disusun dalam program latihan. Agar pelaksanaan latihan berlangsung dengan benar maka harus sesuai petunjuk pelaksanaan latihan. (Lihat lampiran)



Gambar 6. Pelaksanaan Latihan Naik Turun Bangku.

Program latihan fisik untuk masing-masing kelompok perlakuan adalah sebagai berikut:

Program latihan fisik aerobik dengan ciri-ciri sebagai berikut:

- a. Bentuk latihan : naik turun bangku
- b. Repetisi : 450 kali gerakan naik turun
- c. Set : 1
- d. Beban : 25 - 30 kali gerakan per menit
- e. Intensitas : 60% HRR + HR Rest
- f. Frekuensi : 3 kali dalam seminggu
- g. Program : 6 minggu

Program latihan fisik anaerobik dengan ciri-ciri sebagai berikut:

- a. Bentuk latihan : naik turun bangku
- b. Repetisi : 75 kali gerakan naik turun
- c. Set : 6
- d. Beban : 40 - 45 kali gerakan per menit
- e. Interval : 3 menit, pasif
- f. Intensitas : 80% HRR + HR Rest
- g. Frekuensi : 3 kali dalam seminggu
- h. Program : 6 minggu

Dalam melaksanakan pemberian latihan fisik dilakukan tahap-tahap sebagai berikut:

- a). Latihan peregangan selama 5 menit.
- b). Latihan pemanasan: lari-lari kecil selama 5 menit.
- c). Latihan inti: naik turun bangku.
- d). Latihan pendinginan dengan jalan selama 3 menit.

4.10. Teknik Analisis data

Teknik-teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

4.10.1 nalisis statistik deskriptif, digunakan untuk mendeskripsikan hasil penelitian variabel moderator, yaitu umur, berat badan, tinggi badan dan panjang tungkai dan variabel tergantung, yaitu kapasitas vital, kapasitas pernapasan maksimal dan maximal midexpiratory flow.

4.10.2 Analisis varian, digunakan untuk:

- a) menguji homogenitas data awal variabel moderator dan variabel tergantung.
- b) menganalisis perbandingan Kapasitas Vital, Kapasitas Pernapasan Maksimal dan Maximal Midexpiratory Flow antara Kelompok Latihan Aerobik, Kelompok Latihan Anaerobik dan Kelompok Kontrol.
- c) menganalisis perbandingan Kapasitas Vital, Kapasitas Pernapasan Maksimal dan Maximal Midexpiratory Flow antar waktu Kelompok Latihan Aerobik, Kelompok Latihan Anaerobik dan Kelompok Kontrol.

4.10.3 Teknik analisis uji t, digunakan untuk menganalisis:

- a) perbandingan antara Kapasitas Vital pre-test, mid-test dan post-test pada Kelompok Latihan Aerobik, Kelompok Latihan Anaerobik dan Kelompok Kontrol.
- b) perbandingan antara Kapasitas Pernapasan Maksimal pre-test, mid-test dan post-test pada Kelompok Latihan Aerobik, Kelompok Latihan Anaerobik dan Kelompok Kontrol.
- c) perbandingan antara Maksimal Midexpiratory Flow pre-test, mid-test dan post-test pada Kelompok Latihan Aerobik, Kelompok Latihan Anaerobik dan Kelompok Kontrol.

4.10.4 Analisis kovarian digunakan untuk menganalisis pengaruh variabel moderator terhadap variabel tergantung.

Taraf signifikansi yang digunakan adalah 5%.

BAB 5

HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

Setelah dilakukan pengumpulan data menggunakan teknik pengukuran dan pemeriksaan, selanjutnya dalam bab ini disajikan hasil penelitian dan analisis data. Hasil penelitian disajikan deskripsi variabel-variabel moderator dan tergantung. Hasil analisis data disajikan antara lain: (1) uji homogenitas data awal, (2) pengaruh variabel moderator terhadap variabel tergantung, (3) perbandingan Kapasitas Vital (KV) antar kelompok dan antar waktu, (4) perbandingan Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) antar kelompok dan antar waktu, (5) perbandingan Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) antar kelompok dan antar waktu.

5.1 Hasil penelitian

Hasil penelitian disajikan menggunakan teknik statistik deskriptif dalam bentuk tabel. Hasil penelitian yang disajikan meliputi diskripsi variabel moderator dan variabel tergantung. Variabel moderator terdiri dari Umur, Berat Badan (BB), Tinggi Badan (TB) dan Panjang Tungkai (PT). Variabel tergantung terdiri dari Kapasitas Vital (KV), Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) dan Maximal Midexpiratory Flow (MMF). Setiap variabel disajikan berdasarkan hasil pengukuran dan pemeriksaan yang berbeda waktu, yaitu pre-test, mid-test dan post-test.

5.1.1 Rata-rata Hitung (Mean) dan Standard Deviasi (SD) variabel Berat Badan (BB), Tinggi Badan (TB), Panjang Tungkai (PT) dan Umur setiap kelompok.

Rata-rata Hitung (Mean) dan Standard Deviasi (SD) variabel Berat Badan (kilogram), Tinggi Badan (centimeter), Panjang Tungkai (centimeter) dan Umur (tahun) setiap kelompok disajikan dalam tabel 5.1 berikut ini.

Tabel 5.1. Rata-rata Hitung (Mean) dan Standard Deviasi (SD) variabel Berat Badan (BB), Tinggi Badan (TB), Panjang Tungkai (PT) dan Umur setiap kelompok.

Variabel	Kelompok			
	Aerobik	Anaerobik	Kontrol	
	N = 20	N = 20	N = 20	
Berat Badan	Mean	50,250	50,085	49,405
	SD	11,650	6,100	12,025
Tinggi Badan	Mean	161,900	163,800	161,700
	SD	5,522	6,063	5,959
Panjang Tungkai	Mean	90,950	92,150	90,550
	SD	4,904	4,746	5,172
Umur	Mean	16,05	15,75	15,45
	SD	0,80	0,70	0,59

Sumber: lampiran 7.

Keterangan: satuan ukuran berat badan adalah kilogram, satuan ukuran tinggi badan dan panjang tungkai adalah centimeter, satuan ukuran umur adalah tahun

5.1.2 Rata-rata Hitung (Mean) dan Standard Deviasi (SD) variabel Kapasitas Vital (KV) pada Pre-test, Mid-test dan Post-test.

Berdasarkan hasil analisis deskriptif, rata-rata hitung (Mean) Kapasitas Vital (KV) pada Pre-test, Mid-test dan Post-test secara umum semakin bertambah.

Rata-rata Hitung (Mean) dan Standard Deviasi (SD) variabel Kapasitas Vital (KV) pada Pre-test, Mid-test dan Post-test disajikan dalam tabel 5.2. berikut ini.

Tabel 5.2. Rata-rata Hitung (Mean) dan Standard Deviasi (SD) Variabel Kapasitas Vital (KV) pada Pre-test, Mid-test dan Post-test

Variabel	Kelompok			
	Aerobik	Anaerobik	Kontrol	
	N = 20	N = 20	N = 20	
KV Pre-test	Mean	3,314	3,311	3,314
	SD	0,591	0,574	0,580
KV Mid-test	Mean	3,385	3,381	3,321
	SD	0,597	0,574	0,595
KV Post-test	Mean	3,447	3,424	3,352
	SD	0,523	0,535	0,627

Sumber: lampiran 8, 10 dan 12.

Keterangan: satuan ukuran Kapasitas Vital adalah liter

5.1.3 Rata-rata Hitung (Mean) dan Standard Deviasi (SD) variabel Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) pada Pre-test, Mid-test dan Post-test

Berdasarkan hasil analisis deskriptif, rata-rata hitung (Mean) Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) pada Pre-test, Mid-test dan Post-test secara umum semakin bertambah.

Rata-rata Hitung (Mean) dan Standard Deviasi (SD) variabel Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) pada Pre-test, Mid-test dan Post-test disajikan dalam tabel 5.3. berikut.

Tabel 5.3. Rata-rata Hitung (Mean) dan Standard Deviasi (SD) Variabel Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) pada Pre-test, Mid-test dan Post-test

Variabel	Kelompok			
	Aerobik	Anaerobik	Kontrol	
	N = 20	N = 20	N = 20	
KPM Pre-test	Mean	125,535	133,470	129,910
	SD	27,739	29,630	25,971
KPM Mid-test	Mean	133,680	134,040	134,845
	SD	23,901	21,244	17,830
KPM Post-test	Mean	136,665	134,165	135,255
	SD	23,698	21,679	30,861

Sumber: lampiran 8, 10 dan 12.

Keterangan: satuan ukuran Kapasitas Pernapasan Maksimal adalah liter/menit

5.1.4 Rata-rata Hitung (Mean) dan Standard Deviasi (SD) variabel Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) pada Pre-test, Mid-test dan Post-test.

Berdasarkan hasil analisis deskriptif, rata-rata hitung (Mean) Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) Pre-test, Mid-test dan Post-test secara umum semakin bertambah.

Rata-rata Hitung (Mean) dan Standard Deviasi (SD) variabel Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) pada Pre-test, Mid-test dan Post-test disajikan dalam tabel 5.4. berikut.

Tabel 5.4. Rata-rata Hitung (Mean) dan Standard Deviasi (SD) Variabel Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) pada Pre-test, Mid-test dan Post-test

Variabel	Kelompok			
	Aerobik	Anaerobik	Kontrol	
	N = 20	N = 20	N = 20	
MMF Pre-test	Mean	5,175	5,597	4,855
	SD	0,924	1,196	1,259
MMF Mid-test	Mean	5,187	5,675	4,964
	SD	0,861	1,143	1,162
MMF Post-test	Mean	5,203	5,417	4,906
	SD	0,748	1,160	1,316

Sumber: lampiran 8, 10 dan 12.

Keterangan: satuan ukuran Maximal Midexpiratory Flow Rate adalah liter/detik

5.2 Analisis Data

5.2.1 Uji Homogenitas Data Awal.

Untuk mengetahui homogenitas data awal dilakukan analisis menggunakan uji anova satu jalan data pre-test variabel Umur, Berat Badan (BB), Tinggi Badan (TB), Panjang Tungkai (PT), Kapasitas Vital (KV), Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) dan Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF).

Hasil uji anova satu jalan menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang bermakna pada data awal semua variabel penelitian ($p > 0,05$).

Hasil uji homogenitas data awal disajikan dalam tabel 5.5. berikut ini.

Tabel 5.5. Hasil Uji Homogenitas Data Awal Variabel Umur, Berat Badan (BB), Tinggi Badan (TB), Panjang Tungkai (PT), Kapasitas Vital (KV) Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) dan Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF)

Variabel	Analisis Varian	
	F	P
Umur	3,480	0,380
Berat Badan	0,036	0,965
Tinggi Badan	0,745	0,479
Panjang Tungkai	0,539	0,586
KV	1,652	0,201
KPM	0,388	0,680
MMF	2,040	0,139

Sumber: lampiran 13.

5.2.2 Pengaruh Variabel Moderator terhadap Variabel Ter-
gantung.

5.2.2.1 Pengaruh variabel Umur, Tinggi Badan (TB), Berat
Badan (BB), Panjang Tungkai (PT) terhadap variabel Kapa-
sitas Vital (KV)

Hasil uji anakova diperoleh bahwa variabel Tinggi
Badan (TB) mempunyai pengaruh yang sangat bermakna terhadap
Kapasitas Vital ($p < 0,05$). Sedangkan variabel Umur, Berat
Badan (BB) dan Panjang Tungkai (PT) mempunyai pengaruh
yang tidak bermakna terhadap Kapasitas Vital ($p > 0,05$).

Hasil analisis pengaruh variabel Umur, Tinggi Badan
(TB), Berat Badan (BB), Panjang Tungkai (PT) terhadap
variabel Kapasitas Vital (KV) disajikan dalam tabel 5.6.
berikut ini.

Tabel 5.6. Pengaruh Variabel Umur, Tinggi Badan (TB), Berat Badan (BB), Panjang Tungkai (PT) terhadap Variabel Kapasitas Vital (KV)

Variabel	Analisis Kovarian	
	F	P
Umur	0,001	0,976
Tinggi Badan	7,596	0,008
Berat Badan	0,344	0,560
Panjang Tungkai	0,001	0,972

Sumber: lampiran 16.

5.2.2.2 Pengaruh variabel Umur, Tinggi Badan (TB), Berat Badan (BB), Panjang Tungkai (PT) terhadap variabel Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM)

Hasil uji anakova diperoleh bahwa variabel Tinggi Badan (TB) mempunyai pengaruh yang bermakna terhadap Kapasitas Pernapasan Maksimal ($p < 0,05$). Sedangkan variabel Umur, Berat Badan (BB) dan Panjang Tungkai (PT) tidak mempunyai pengaruh yang bermakna terhadap Kapasitas Vital ($p > 0,05$).

Hasil analisis pengaruh variabel Umur, Tinggi Badan (TB), Berat Badan (BB), Panjang Tungkai (PT) terhadap variabel Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) disajikan dalam tabel 5.7. berikut ini.

Tabel 5.7. Pengaruh Variabel Umur, Tinggi Badan (TB), Berat Badan (BB), Panjang Tungkai (PT) terhadap Variabel Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM).

Variabel	Analisis Kovarian	
	F	P
Umur	2,685	0,107
Tinggi Badan	4,172	0,046
Berat Badan	0,419	0,520
Panjang Tungkai	0,265	0,609

Sumber: lampiran 19.

5.2.2.3 Pengaruh variabel Umur, Tinggi Badan (TB), Berat Badan (BB), Panjang Tungkai (PT) terhadap variabel Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF).

Hasil uji anakova diperoleh bahwa variabel Umur, Tinggi Badan (TB), Berat Badan (BB) dan Panjang Tungkai (PT) mempunyai pengaruh yang tidak bermakna terhadap Maximal Midexpiratory Flow Rate ($p > 0,05$).

Hasil analisis pengaruh variabel Umur, Tinggi Badan (TB), Berat Badan (BB), Panjang Tungkai (PT) terhadap variabel Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) disajikan dalam tabel 5.8. berikut ini.

Tabel 5.8. Pengaruh Variabel Umur, Tinggi Badan (TB), Berat Badan (BB), Panjang Tungkai (PT) terhadap Variabel Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF).

Variabel	Analisis Kovarian	
	F	P
Umur	0,468	0,497
Tinggi Badan	1,212	0,276
Berat Badan	0,17	0,682
Panjang Tungkai	0,348	0,558

Sumber: lampiran 22.

5.2.3 Perbandingan Kapasitas Vital (KV) antar waktu dan antar kelompok.

5.2.3.1 Perbandingan Kapasitas Vital (KV) antar waktu Kelompok Latihan Aerobik.

Hasil uji univariat dan multivariat perbandingan Kapasitas Vital (KV) antar waktu kelompok aerobik diperoleh bahwa antara Kapasitas Vital (KV) pre-test, Kapasitas Vital (KV) mid-test dan Kapasitas Vital (KV) post-test pada kelompok latihan aerobik tidak ada perbedaan yang bermakna ($p > 0,05$)

Hasil analisis perbandingan Kapasitas Vital (KV) antar waktu Kelompok Latihan Aerobik disajikan dalam tabel 5.9. berikut ini.

Tabel 5.9. Perbandingan Kapasitas Vital (KV) antar waktu Kelompok Latihan Aerobik

Variabel	Mean	SD	Analisis Varian	
			F	p
KV Pre-Test	3,314	0,591	3,145	0,054
KV Mid-Test	3,385	0,597		
KV Post-Test	3,447	0,523		

Sumber: lampiran 14.

Keterangan: satuan ukuran Kapasitas Vital adalah liter

5.2.3.2 Perbandingan antara Kapasitas Vital (KV) pre-test, mid-test dan post-test Kelompok Latihan Aerobik secara terpisah.

Hasil analisis paired t-test Kapasitas Vital (KV) pada kelompok latihan aerobik diperoleh bahwa antara Kapasitas Vital (KV) pre-test dan Kapasitas Vital (KV) mid-test ada perbedaan yang bermakna ($p < 0,05$); antara Kapasitas Vital (KV) pre-test dan Kapasitas Vital (KV) post-test ada perbedaan yang bermakna ($p < 0,05$); antara Kapasitas Vital (KV) mid-test dan Kapasitas Vital (KV) post-test tidak ada perbedaan yang bermakna ($p > 0,05$). Berarti terdapat peningkatan Kapasitas Vital (KV) yang bermakna akibat latihan aerobik yang diberikan antara pre-test dan mid-test serta antara pre-test dan post-test. Tetapi latihan aerobik antara mid-tes dan post-test tidak menyebabkan peningkatan Kapasitas Vital (KV) secara bermakna

Hasil perbandingan antara Kapasitas Vital (KV) pre-test, mid-test dan post-test Kelompok Latihan Aerobik secara terpisah disajikan dalam tabel 5.10. berikut ini.

Tabel 5.10. Perbandingan antara Kapasitas Vital (KV) Pre-test, Mid-test dan Post-test Kelompok Latihan Aerobik secara terpisah.

Variabel	t-test	
	t	P
KV Pre-test dan KV Mid-test	-2,754	0,013
KV Pre-test dan KV Post-test	-2,187	0,041
KV Mid-test dan KV Post-test	-0,829	0,417

Sumber: lampiran 14.

5.2.3.3 Perbandingan Kapasitas Vital (KV) antar waktu Kelompok Latihan Anaerobik.

Hasil uji univariat dan multivariat perbandingan Kapasitas Vital (KV) antar waktu kelompok anaerobik diperoleh bahwa antara Kapasitas Vital (KV) pre-test, Kapasitas Vital (KV) mid-test dan Kapasitas Vital (KV) post-test kelompok latihan anaerobik tidak ada perbedaan yang bermakna ($p > 0,05$)

Hasil analisis perbandingan Kapasitas Vital (KV) antar waktu Kelompok Latihan Anaerobik disajikan dalam tabel 5.11. berikut ini.

Tabel 5.11. Perbandingan Kapasitas Vital (KV) antar waktu Kelompok Latihan Anaerobik

Variabel	Mean	SD	Analisis Varian	
			F	P
KV Pre-Test	3,611	0,574	2,774	0,075
KV Mid-Test	3,381	0,574		
KV Post-Test	3,424	0,535		

Sumber: lampiran 14.

Keterangan: satuan ukuran Kapasitas Vital adalah liter

5.2.3.4 Perbandingan antara Kapasitas Vital (KV) pre-test, mid-test dan post-test Kelompok Latihan Anaerobik secara terpisah.

Hasil analisis paired t-test Kapasitas Vital (KV) pada kelompok anaerobik diperoleh bahwa antara Kapasitas Vital (KV) pre-test dan Kapasitas Vital (KV) mid-test ada perbedaan yang bermakna ($p < 0,05$); antara Kapasitas Vital (KV) pre-test dan Kapasitas Vital (KV) post-test tidak ada perbedaan yang bermakna ($p > 0,05$); antara Kapasitas Vital (KV) mid-test dan Kapasitas Vital (KV) post-test tidak ada perbedaan yang bermakna ($p > 0,05$). Berarti terdapat peningkatan Kapasitas Vital (KV) akibat latihan anaerobik yang diberikan antara pre-test dan mid-test. Tetapi latihan anaerobik yang diberikan antara mid-test dan post-test serta antara mid-test dan post-test tidak meningkatkan Kapasitas Vital (KV) secara bermakna

Hasil perbandingan antara Kapasitas Vital (KV) pre-test, mid-test dan post-test Kelompok Latihan Anaerobik secara terpisah disajikan dalam tabel 5.12. berikut ini.

Tabel 5.12. Perbandingan antara Kapasitas Vital (KV) Pre-test, Mid-test dan Post-test Kelompok Latihan Anaerobik secara terpisah.

Variabel	t-test	
	t	p
KV Pre-test dan KV Mid-test	2,294	0,033
KV Pre-test dan KV Post-test	1,481	0,155
KV Mid-test dan KV Post-test	-0,540	0,596

Sumber: lampiran 14.

5.2.3.5 Perbandingan Kapasitas Vital (KV) antar waktu Kelompok Kontrol.

Hasil uji univariat dan multivariat perbandingan Kapasitas Vital (KV) antar waktu kelompok kontrol diperoleh bahwa antara Kapasitas Vital (KV) pre-test, Kapasitas Vital (KV) mid-test dan Kapasitas Vital (KV) post-test pada kelompok kontrol tidak ada perbedaan yang bermakna ($p > 0,05$)

Hasil analisis perbandingan Kapasitas Vital (KV) antar waktu Kelompok Kontrol disajikan dalam tabel 5.13.

Tabel 5.13. Perbandingan Kapasitas Vital (KV) antar waktu Kelompok Kontrol

Variabel	Mean	SD	Analisis Varian	
			F	P
KV Pre-Test	3,364	0,580	0,154	0,858
KV Mid-Test	3,321	0,595		
KV Post-Test	3,352	0,627		

Sumber: lampiran 14.

Keterangan: satuan ukuran Kapasitas Vital adalah liter

5.2.3.6 Perbandingan antara Kapasitas Vital (KV) pre-test, mid-test dan post-test Kelompok Kontrol secara terpisah.

Hasil analisis paired t-test Kapasitas Vital pada kelompok kontrol diperoleh bahwa antara Kapasitas Vital (KV) pre-test dan Kapasitas Vital (KV) mid-test tidak ada perbedaan yang bermakna ($p > 0,05$); antara Kapasitas Vital (KV) pre-test dan Kapasitas Vital (KV) post-test tidak ada perbedaan yang bermakna ($p > 0,05$); antara Kapasitas Vital (KV) mid-test dan Kapasitas Vital (KV) post-test tidak ada perbedaan yang bermakna ($p > 0,05$).

Hasil perbandingan antara Kapasitas Vital (KV) pre-test, mid-test dan post-test Kelompok Kontrol secara terpisah disajikan dalam tabel 5.14. berikut ini.

Tabel 5.14. Perbandingan antara Kapasitas Vital (KV) Pre-test, Mid-test dan Post-test Kelompok Kontrol secara terpisah.

Variabel	t-test	
	t	P
KV Pre-test dan KV Mid-test	0,675	0,508
KV Pre-test dan KV Post-test	0,125	0,902
KV Mid-test dan KV Post-test	-0,396	0,596

Sumber: lampiran 14.

5.2.7 Perbandingan Kapasitas Vital (KV) antar kelompok.

Hasil uji univariat perbandingan Kapasitas Vital (KV) antar kelompok diperoleh bahwa tidak ada perbedaan yang bermakna antara kelompok latihan fisik aerobik, kelompok latihan fisik anaerobik dan kelompok kontrol pada pre-test, mid-test maupun post-test ($p > 0,05$).

Hasil analisis perbandingan Kapasitas Vital (KV) antar kelompok disajikan dalam tabel 5.15. berikut ini.

Tabel 5.15. Perbandingan Kapasitas Vital (KV) antar kelompok

Variabel	Analisis Varian	
	F	P
KV Pre-test	1,652	0,201
KV Mid-test	0,086	0,918
KV Post-test	0,146	0,864

Sumber: lampiran 15.

5.2.4 Perbandingan Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) antar kelompok dan antar waktu.

5.2.4.1 Perbandingan Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) antar waktu Kelompok Latihan Aerobik.

Hasil uji univariat dan multivariat perbandingan Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) antar waktu kelompok latihan aerobik diperoleh bahwa antara Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) pre-test, Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) mid-test dan Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) post-test pada kelompok latihan aerobik ada perbedaan yang bermakna ($p < 0,05$). Berarti latihan fisik aerobik menyebabkan peningkatan Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) secara bermakna.

Hasil analisis perbandingan Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) antar waktu Kelompok Latihan Aerobik disajikan dalam tabel 5.16. berikut ini.

Tabel 5.16. Perbandingan Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) antar waktu Kelompok Latihan Aerobik

Variabel	Mean	SD	Analisis Varian	
			F	p
KPM Pre-Test	125,54	27,739	5,044	0,011
KPM Mid-Test	133,68	23,901		
KPM Post-Test	136,67	23,698		

Sumber: lampiran 17.

Keterangan: satuan ukuran Kapasitas Pernapasan Maksimal adalah liter/menit

5.2.4.2 Perbandingan antara Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) pre-test, mid-test dan post-test Kelompok Latihan Aerobik secara terpisah.

Hasil analisis paired t-test Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) pada kelompok latihan aerobik diperoleh bahwa antara Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) pre-test dan Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) mid-test ada perbedaan yang sangat bermakna ($p < 0,05$); antara Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) pre-test dan Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) post-test ada perbedaan yang bermakna ($p < 0,05$); antara Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) mid-test dan Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) post-test tidak ada perbedaan yang bermakna ($p > 0,05$). Berarti terdapat peningkatan Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) yang sangat bermakna akibat latihan aerobik yang diberikan antara pre-test dan mid-test; serta terdapat peningkatan Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) yang bermakna akibat latihan aerobik antara pre-test dan post-test. Tetapi latihan aerobik antara mid-test dan post-test tidak menyebabkan peningkatan Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) secara bermakna.

Hasil perbandingan antara Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) pre-test, mid-test dan post-test Kelompok Latihan Aerobik secara terpisah disajikan dalam tabel 5.17. berikut ini.

Tabel 5.17. Perbandingan antara Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) Pre-test, Mid-test dan Post-test Kelompok Latihan Aerobik secara terpisah.

Variabel	t-test	
	t	p
KPM Pre-test dan KPM Mid-test	-4,099	0,001
KPM Pre-test dan KPM Post-test	-2,767	0,012
KPM Mid-test dan KPM Post-test	-0,679	0,506

Sumber: lampiran 17.

5.2.4.3 Perbandingan Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) antar waktu Kelompok Latihan Anaerobik.

Hasil uji univariat dan multivariat perbandingan Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) antar waktu diperoleh bahwa antara Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) pre-test, Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) mid-test dan Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) post-test pada kelompok latihan anaerobik tidak ada perbedaan yang bermakna ($p > 0,05$)

Hasil analisis perbandingan Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) antar waktu Kelompok Latihan Anaerobik disajikan dalam tabel 5.18. berikut ini.

Tabel 5.18. Perbandingan Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) antar waktu Kelompok Latihan Anaerobik

Variabel	Mean	SD	Analisis Varian	
			F	P
KPM Pre-Test	133,47	29,630	0,008	0,992
KPM Mid-Test	134,04	21,244		
KPM Post-Test	133,67	21,679		

Sumber: lampiran 17.

Keterangan: satuan ukuran Kapasitas Pernapasan Maksimal adalah liter/menit

5.2.4.4 Perbandingan antara Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) pre-test, mid-test dan post-test Kelompok Latihan Anaerobik secara terpisah.

Hasil analisis paired t-test Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) pada kelompok latihan anaerobik diperoleh bahwa antara Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) pre-test dan Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) mid-test tidak ada perbedaan yang sangat bermakna ($p > 0,05$); antara Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) pre-test dan Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) post-test tidak ada perbedaan yang bermakna ($p > 0,05$); antara Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) mid-test dan Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) post-test tidak ada perbedaan yang bermakna ($p > 0,05$).

Hasil perbandingan antara Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) pre-test, mid-test dan post-test Kelompok Latihan Anaerobik secara terpisah disajikan dalam tabel 5.19.

Tabel 5.19. Perbandingan antara Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) Pre-test, Mid-test dan Post-test Kelompok Latihan Anaerobik secara terpisah.

Variabel	t-test	
	t	p
KPM Pre-test dan KPM Mid-test	-0,118	0,907
KPM Pre-test dan KPM Post-test	-0,042	0,967
KPM Mid-test dan KPM Post-test	-0,088	0,931

Sumber: lampiran 17.

5.2.4.5 Perbandingan Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) antar waktu Kelompok Kontrol.

Hasil uji univariat dan multivariat perbandingan Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) antar waktu kelompok kontrol diperoleh bahwa antara Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) pre-test, Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) mid-test dan Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) post-test pada kelompok kontrol tidak ada perbedaan yang bermakna ($p > 0,05$)

Hasil analisis perbandingan Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) antar waktu Kelompok Kontrol disajikan dalam tabel 5.20. berikut ini.



Tabel 5.20. Perbandingan Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) antar waktu Kelompok Kontrol

Variabel	Mean	SD	Analisis Varian	
			F	P
KPM Pre-Test	129,91	25,971	1,542	0,227
KPM Mid-Test	134,85	17,830		
KPM Post-Test	135,26	30,861		

Sumber: lampiran 17.

Keterangan: satuan ukuran Kapasitas Pernapasan Maksimal adalah liter/menit

5.2.4.6 Perbandingan antara Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) pre-test, mid-test dan post-test Kelompok Kontrol secara terpisah.

Hasil analisis paired t-test Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) pada kelompok kontrol diperoleh bahwa antara Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) pre-test dan Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) mid-test tidak ada perbedaan yang sangat bermakna ($p > 0,05$); antara Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) pre-test dan Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) post-test tidak ada perbedaan yang bermakna ($p > 0,05$); antara Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) mid-test dan Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) post-test tidak ada perbedaan yang bermakna ($p > 0,05$).

Hasil perbandingan antara Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) pre-test, mid-test dan post-test Kelompok Latihan Anaerobik secara terpisah disajikan dalam tabel 5.21.

Tabel 5.21. Perbandingan antara Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) Pre-test, Mid-test dan Post-test Kelompok Kontrol secara terpisah.

Variabel	t-test	
	t	p
KPM Pre-test dan KPM Mid-test	-1,731	0,100
KPM Pre-test dan KPM Post-test	-1,885	0,075
KPM Mid-test dan KPM Post-test	-0,096	0,925

Sumber: lampiran 17.

5.2.4.7 Perbandingan Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) antar kelompok.

Hasil uji univariat perbandingan Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) antar kelompok diperoleh bahwa tidak ada perbedaan yang bermakna antara kelompok latihan fisik aerobik, kelompok latihan fisik anaerobik dan kelompok kontrol pada pre-test, mid-test maupun post-test ($p > 0,05$).

Hasil analisis perbandingan Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) antar kelompok disajikan dalam tabel 5.22. berikut ini.

Tabel 5.22. Perbandingan Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) antar kelompok.

Variabel	Analisis Varian	
	F	P
KPM Pre-test	0,388	0,680
KPM Mid-test	0,015	0,985
KPM Post-test	0,064	0,938

Sumber: lampiran 18.

5.2.5 Perbandingan Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) antar kelompok dan antar waktu.

5.2.5.1 Perbandingan Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) antar waktu Kelompok Latihan Aerobik.

Hasil uji univariat dan multivariat perbandingan Maximal Midexpiratory Flow (MMF) antar waktu kelompok latihan aerobik diperoleh bahwa antara Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) pre-test, Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) mid-test dan Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) post-test pada kelompok latihan aerobik tidak ada perbedaan yang bermakna ($p > 0,05$). Berarti tidak terdapat peningkatan Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) yang bermakna akibat latihan aerobik.

Hasil analisis perbandingan Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) antar waktu Kelompok Latihan Aerobik disajikan dalam tabel 5.23. berikut ini.

Tabel 5.23. Perbandingan Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) antar waktu Kelompok Latihan Aerobik

Variabel	Mean	SD	Analisis Varian	
			F	p
MMF Pre-Test	5,175	0,924	0,025	0,976
MMF Mid-Test	5,187	0,861		
MMF Post-Test	5,203	0,748		

Sumber: lampiran 20.

Keterangan: satuan ukuran Maximal Midexpiratory Flow Rate adalah liter/detik

5.2.5.2 Perbandingan antara Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) pre-test, mid-test dan post-test Kelompok Latihan Aerobik secara terpisah.

Hasil analisis paired t-test Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) pada kelompok kontrol diperoleh bahwa antara Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) pre-test dan Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) mid-test tidak ada perbedaan yang sangat bermakna ($p > 0,05$); antara Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) pre-test dan Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) post-test tidak ada perbedaan yang bermakna ($p > 0,05$); antara Maximal Midexpiratory Flow (MMF) mid-test dan Maximal Midexpiratory Flow (MMF) post-test tidak ada perbedaan yang bermakna ($p > 0,05$)

Hasil perbandingan antara Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) pre-test, mid-test dan post-test Kelompok Latihan Aerobik secara terpisah disajikan dalam tabel 5.24.

Tabel 5.24. Perbandingan antara Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) Pre-test, Mid-test dan Post-test Kelompok Latihan Aerobik secara terpisah.

Variabel	t-test	
	t	p
MMF Pre-test dan MMF Mid-test	-0,285	0,778
MMF Pre-test dan MMF Post-test	-0,174	0,864
MMF Mid-test dan MMF Post-test	-0,112	0,912

Sumber: lampiran 20.

5.2.5.3 Perbandingan Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) antar waktu Kelompok Latihan Anaerobik.

Hasil uji univariat dan multivariat perbandingan Maximal Midexpiratory Flow (MMF) antar waktu kelompok latihan anaerobik diperoleh bahwa antara Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) pre-test, Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) mid-test dan Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) post-test pada kelompok latihan anaerobik tidak ada perbedaan yang bermakna ($p > 0,05$). Berarti tidak terdapat peningkatan Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) yang bermakna akibat latihan anaerobik.

Hasil analisis perbandingan Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) antar waktu Kelompok Latihan Anaerobik disajikan dalam tabel 5.25. berikut ini.

Tabel 5.25. Perbandingan Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) antar waktu Kelompok Latihan Anaerobik

Variabel	Mean	SD	Analisis Varian	
			F	p
MMF Pre-Test	5,597	1,196	0,802	0,456
MMF Mid-Test	5,675	1,143		
MMF Post-Test	5,417	1,160		

Sumber: lampiran 20.

Keterangan: satuan ukuran Maximal Midexpiratory Flow Rate adalah liter/detik

5.2.5.4 Perbandingan antara Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) pre-test, mid-test dan post-test Kelompok Latihan Anaerobik secara terpisah.

Hasil analisis paired t-test Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) pada kelompok latihan anaerobik diperoleh bahwa antara Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) pre-test dan Maximal Midexpiratory Flow (MMF) mid-test tidak ada perbedaan yang sangat bermakna ($p > 0,05$); antara Maximal Midexpiratory Flow (MMF) pre-test dan Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) post-test tidak ada perbedaan yang bermakna ($p > 0,05$); antara Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) mid-test dan Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) post-test tidak ada perbedaan yang bermakna ($p > 0,05$).

Hasil perbandingan antara Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) pre-test, mid-test dan post-test Kelompok Latihan Anaerobik secara terpisah disajikan dalam tabel 5.26.

Tabel 5.26. Perbandingan antara Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) Pre-test, Mid-test dan Post-test Kelompok Latihan Anaerobik secara terpisah.

Variabel	t-test	
	t	p
MMF Pre-test dan MMF Mid-test	-0,472	0,642
MMF Pre-test dan MMF Post-test	0,754	0,460
MMF Mid-test dan MMF Post-test	1,197	0,246

Sumber: lampiran 20.

5.2.5.5 Perbandingan Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) antar waktu Kelompok Kontrol

Hasil uji univariat dan multivariat perbandingan Maximal Midexpiratory Flow (MMF) antar waktu kelompok kontrol diperoleh bahwa antara Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) pre-test, Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) mid-test dan Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) post-test pada kelompok kontrol tidak ada perbedaan yang bermakna ($p > 0,05$).

Hasil analisis perbandingan Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) antar waktu Kelompok Kontrol disajikan dalam tabel 5.27. berikut ini.

Tabel 5.27. Perbandingan Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) antar waktu Kelompok Kontrol

Variabel	Mean	SD	Analisis Varian	
			F	P
MMF Pre-Test	4,855	1,259	0,157	0,856
MMF Mid-Test	4,964	1,162		
MMF Post-Test	4,906	1,316		

Sumber: lampiran 20.

Keterangan: satuan ukuran Maximal Midexpiratory Flow Rate adalah liter/detik

5.2.5.6 Perbandingan antara Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) pre-test, mid-test dan post-test Kelompok Kontrol secara terpisah.

Hasil analisis paired t-test Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) pada kelompok kontrol diperoleh bahwa antara Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) pre-test dan Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) mid-test ada perbedaan yang sangat bermakna ($p < 0,05$); antara Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) pre-test dan Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) post-test tidak ada perbedaan yang bermakna ($p > 0,05$); antara Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) mid-test dan Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) post-test tidak ada perbedaan yang bermakna ($p > 0,05$)

Hasil perbandingan antara Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) pre-test, mid-test dan post-test Kelompok Kontrol secara terpisah disajikan dalam tabel 5.28.

Tabel 5.28. Perbandingan antara Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) Pre-test, Mid-test dan Post-test Kelompok Kontrol secara terpisah.

Variabel	t-test	
	t	p
MMF Pre-test dan MMF Mid-test	-2,211	0,039
MMF Pre-test dan MMF Post-test	-0,215	0,832
MMF Mid-test dan MMF Post-test	0,247	0,807

Sumber: lampiran 20.

5.2.5.7 Perbandingan Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) antar kelompok.

Hasil uji univariat perbandingan Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) antar kelompok diperoleh bahwa tidak ada perbedaan yang bermakna antara kelompok latihan fisik aerobik, kelompok latihan fisik anaerobik dan kelompok kontrol pada pre-test, mid-test maupun post-test ($p > 0,05$).

Hasil analisis perbandingan Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) antar kelompok disajikan dalam tabel 5.29. berikut ini.

Tabel 5.29. Perbandingan Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF) antar kelompok

Variabel	Analisis Varian	
	F	p
MMF Pre-test	2,040	0,139
MMF Mid-test	2,220	0,118
MMF Post-test	1,032	0,363

Sumber: lampiran 21.

BAB 6

PEMBAHASAN

Setelah dilaksanakan kegiatan penelitian, diperoleh hasil penelitian dan dilakukan analisis data, selanjutnya pada bab ini dilakukan pembahasan. Pembahasan meliputi tentang jenis dan rancangan penelitian, populasi dan sampel, variabel penelitian, teknik analisis data, latihan fisik, pembahasan hasil penelitian, kelemahan dan keterbatasan penelitian.

6.1 Pembahasan Jenis dan Rancangan Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental sungguhan. Zainuddin (1988:56) menjelaskan bahwa penelitian eksperimental pada dasarnya adalah ingin menguji hubungan antara suatu sebab (*couse*) dengan akibat (*effect*). Pengujian tersebut dilakukan dalam kondisi terkontrol. Konsep dasarnya adalah membuat dua situasi dengan kondisi yang identik. Kepada salah satu situasi diberikan intervensi (perlakuan) sebagai "*sebab*". Selanjutnya dibandingkan dengan situasi yang tidak dikenai perlakuan. Jika ada perbedaan maka perbedaan tersebut sebagai "*akibat*" yang disebabkan oleh adanya intervensi. Menurut Zainuddin (1988: 61), perlakuan adalah suatu prosedur atau kondisi (dapat berupa kombinasi dari beberapa faktor yang efeknya akan diukur dan dibandingkan dengan perlakuan lain. Berdasarkan

konsep tersebut, dalam penelitian ini latihan fisik aerobik dan latihan fisik anaerobik adalah perlakuan sebagai "sebab" yang dikenakan pada kelompok perlakuan tertentu. Di lain pihak terdapat kelompok kontrol yang tidak dikenai perlakuan. Dan yang dimaksud sebagai "akibat" dalam penelitian ini adalah perubahan pada Kapasitas Vital (KV), Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) dan Maximal Midexpiratory Flow Rate (MMF).

Lebih lanjut Zainuddin (1988:61) menjelaskan bahwa suatu penelitian eksperimen disebut sebagai penelitian eksperimen sungguhan (*true experimental*) jika memenuhi tiga prinsip, yaitu replikasi, randomisasi dan adanya kelompok kontrol atau perlakuan banding.

Menurut Zainuddin (1988:63), dijelaskan bahwa replikasi adalah banyaknya unit eksperimen yang mendapat perlakuan sama pada kondisi tertentu. Dalam penelitian ini terdapat dua unit eksperimen, yaitu kelompok yang mendapat perlakuan latihan aerobik dan kelompok yang mendapat perlakuan latihan anaerobik. Sehingga prinsip replikasi telah terpenuhi, sebab kelompok latihan aerobik maupun kelompok latihan anaerobik diberikan perlakuan dengan beban yang sama dalam kondisi tertentu. Bentuk latihan sebagai perlakuan adalah naik turun bangku, program latihan diberikan selama enam minggu dan tiga kali latihan dalam seminggu.

Selain kelompok eksperimen, maka dalam penelitian ini peneliti memberikan perlakuan terhadap variabel-variabel

bebas serta memasukkan variabel kontrol dalam pola eksperimen. Menurut Sudjana(1988:56), dengan memasukkan variabel kontrol ke dalam pola eksperimen, hal tersebut berarti bahwa hasil yang diperoleh benar-benar merupakan akibat perlakuan atau manipulasi variabel-variabel bebas, bukan faktor lain. Zainuddin (1988:66) menyatakan juga bahwa penelitian dikatakan eksperimental jika menggunakan perlakuan kontrol atau perlakuan banding. Perlakuan kontrol dapat menghasilkan uji kemaknaan menjadi lebih sensitif atau meningkatkan kuat uji (*power test*). Hal tersebut terjadi oleh karena perlakuan kontrol akan mengurangi besarnya kesalahan eksperimental.

Sutrisnohadi (1983:223) menyatakan bahwa salah satu cara yang sangat terkenal dalam statistik untuk memperoleh sampel yang representatif adalah cara randomisasi. Sampel yang diperoleh dengan cara ini disebut sampel random. Suatu sampel adalah sampel random jika setiap individu dalam populasi diberi kesempatan yang sama untuk ditugaskan menjadi anggota sampel. Dalam penelitian ini sampel diambil dari populasi menggunakan teknik simple random sampling. Dengan demikian randomisasi dalam penelitian ini telah dipenuhi. Sehingga terpenuhi pula salah satu prinsip sebagai penelitian eksperimen sungguhan.

Thomas (1990:307) menjelaskan bahwa disebut rancangan eksperimen sungguhan karena kelompok-kelompok dibentuk secara random, memungkinkan diasumsikan bahwa kedua kelompok

tersebut sebanding pada permulaan penelitian. Oleh karena kelompok-kelompok dalam penelitian ini telah diambil dengan cara undian dari sampel random, maka randomisasi telah sesuai dengan pendapat tersebut di atas. Dengan demikian rancangan penelitian ini telah memenuhi salah satu prinsip sebagai rancangan eksperimen sungguhan.

Thomas (1990:298-305) menyatakan bahwa randomisasi menjamin asumsi bahwa kelompok-kelompok tidak berbeda pada permulaan penelitian. Proses randomisasi mengendalikan validitas internal, terutama terhadap pengaruh pengalaman (*history*) dan maturasi (*maturation*). Pengalaman yaitu peristiwa yang terjadi selama eksperimen yang bukan bagian dari perlakuan. Maturasi yaitu tindakan-tindakan pada subyek-subyek yang dilakukan sebagai suatu hasil waktu yang lalu. Memilih secara random adalah kunci untuk mengendalikan validitas eksternal. Validitas eksternal adalah kemampuan untuk menggeneralisasi hasil percobaan.

Berdasarkan pembahasan tersebut di atas, maka prinsip-prinsip replikasi, randomisasi dan adanya kelompok kontrol dalam penelitian ini telah terpenuhi. Oleh karena telah memenuhi tiga prinsip tersebut, maka penelitian ini dapat disebut sebagai penelitian eksperimen sungguhan.

Zainuddin (1988:67) menyatakan bahwa rancangan experimental sungguhan dianggap sebagai rancangan penelitian yang paling mantap, karena mempunyai validitas eksternal dan validitas internal yang paling tinggi. Validitas eksternal

akan memberikan jawaban atas pertanyaan seberapa jauh atau seberapa besar derajat representatifitas hasil penelitian dapat digeneralisasi (dianggap berlaku) untuk populasinya. Maka dalam penelitian ini validitas eksternal telah diupayakan melalui randomisasi. Validitas internal akan menjawab atas pertanyaan: apakah perlakuan memang benar-benar menghasilkan perbedaan atau kemaknaan hasil. Selain itu, apakah adanya perbedaan pengaruh bukan karena adanya kesalahan eksperimental atau faktor dari luar eksperimen. Usaha untuk meningkatkan validitas internal penelitian ini telah dilakukan replikasi dan adanya kelompok kontrol.

Dalam penelitian ini menggunakan rancangan penelitian *Randomized Pretest-Posttest Control Group Design*". Menurut Thomas (1990:309), rancangan penelitian tersebut disebut *pretest-posttest randomized-groups design*, dan menurut Zainuddin (1988:73) disebut *the pretest-posttest control group design*. Jenis penelitian dan rancangan penelitian tersebut merupakan salah satu jenis penelitian yang sesuai dengan permasalahan dan tujuan penelitian ini. Seperti yang dikemukakan Thomas (1990:297) bahwa penelitian eksperimen berusaha untuk mengetahui hubungan sebab dan akibat. Suatu variabel bebas dimanipulasi untuk ditetapkan pengaruhnya terhadap variabel tergantung. Sebab dan akibat dapat ditentukan hanya dengan menggunakan cara berfikir logis atas rancangan eksperimen yang bagus. Proses berfikir logis tersebut menetapkan bahwa tidak ada keterangan

penyebab lain yang dapat mengubah variabel tergantung kecuali melakukan manipulasi variabel bebas. Permasalahan dan tujuan penelitian ini adalah membandingkan dua fenomena, yaitu latihan aerobik dan latihan anaerobik sebagai variabel bebas, dicari perbedaan pengaruhnya terhadap kapasitas vital, kapasitas pernapasan maksimal dan Maximal Midexpiratory flow rate sebagai variabel tergantung.

Data penelitian dikumpulkan sendiri oleh peneliti menggunakan teknik pengukuran dan pemeriksaan, bukan data yang dikumpulkan oleh orang lain, diperoleh selama proses penelitian. Menurut Zainuddin (1988:47), berdasarkan asal datanya maka termasuk rancangan penelitian primer. Sedangkan berdasarkan analisis data yang dilakukan maka rancangan penelitian ini termasuk penelitian analitis. Analisis data mengarah dari sampel menuju ke populasi. Bersifat *induktif* atau *inferensial*. Berdasarkan data dari sampel (statistik) digeneralisasi menuju ke data populasi (parameter).

6.2 Pembahasan Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah siswa laki-laki kelas 1, Sekolah Menengah Umum Laboratorium Universitas Negeri Malang tahun ajaran 1999/2000. Jumlah semua siswa laki-laki kelas 1 adalah 103 orang. Dilihat dari jumlahnya maka populasi tersebut termasuk populasi terhingga, terdiri dari elemen dengan jumlah tertentu (Suharsimi, 1989:103).

Dalam penelitian ini pemberian perlakuan penelitian

tidak dilakukan terhadap populasi tetapi dilakukan terhadap sampel. Sutrisnohadi (1977:222) menjelaskan bahwa syarat utama agar dapat ditarik suatu generalisasi adalah jika sampel yang digunakan dalam penelitian menjadi cermin dari populasi, sampel harus mewakili populasi. Proses dan prosedur pengambilan sampel dalam penelitian ini telah dilakukan menggunakan kaidah-kaidah teknik pengambilan sampel yaitu sampel diambil secara random. Sudjana (1988:72) menyatakan bahwa dalam menarik sampel dari populasi supaya diperoleh sampel yang representatif, harus diupayakan agar setiap subyek dalam populasi memiliki peluang yang sama menjadi unsur sampel. Ini hanya bisa dilakukan apabila menarik sampel melalui teori peluang atau yang disebut *probability samples*. Salah satu teknik penarikan *probability samples* adalah *simple random sampling*. Zainuddin (1988:90) menyatakan bahwa pada random sampling, tiap unit atau individu populasi mempunyai kesempatan atau probabilitas yang sama untuk menjadi sampel.

Sampel penelitian ini diambil dari populasi dengan teknik *simple random sampling*, dilakukan dengan cara undian. Cara ini digunakan karena populasi dianggap homogen, ada daftar dan nomor urut dari seluruh unit populasi. Keuntungan digunakannya cara ini adalah harga rata-rata sampel merupakan estimator rata-rata populasi yang tidak bias dan cara pelaksanaannya mudah. Tetapi cara ini juga memiliki kelemahan, yaitu sampel dapat menyebar pada jarak

yang jauh atau justru akan mengumpul pada area tertentu (Zainuddin 1988:92).

Ada beberapa alasan dilakukannya pengambilan sampel secara *simple random sampling* sebagai berikut. (1) Pengambilan sampel berdasarkan atas asas-asas probabilitas, maka penggunaan data dari sampel untuk pengambilan kesimpulan tentang populasi dapat dipertanggung-jawabkan. Dengan *random sampling* akan menentukan validitas eksternal hasil penelitian, dalam pengertian menentukan seberapa besar atau sejauh mana keberlakuan generalisasi hasil penelitian tersebut (Zainuddin 1988:85). (2) Jika populasi homogen, sampel adalah identik dengan populasinya, (3) Ada keterbatasan waktu, tenaga dan biaya penelitian (Zainuddin, 1988:87). Oleh karena jumlah obyek relatif lebih sedikit dibanding dengan seluruh obyek (populasi), maka biaya dan tenaga untuk pengumpulan data akan lebih sedikit. Selain itu waktu yang digunakan baik untuk pengumpulan data maupun analisis data akan lebih cepat.

Sampel penelitian ini diambil dari populasi yang mempunyai kriteria: (a) jenis kelamin laki-laki kelas 1, (b) berusia antara 14 - 17 tahun, (c) bukan atlet, (d) tidak ada kelainan fisik atau sakit. Sampel diambil dari populasi yaitu seluruh siswa laki-laki kelas 1 dengan pertimbangan kepatuhan siswa dan ketertiban. Zainuddin (1988:87) menjelaskan bahwa populasi adalah keseluruhan atau himpunan obyek dengan ciri yang sama. Sampel adalah himpunan bagian

ordinally match pairing. Salah satu kelompok diberi latihan fisik aerobik dan kelompok lain diberi latihan fisik an-aerobik. Bentuk latihan fisik untuk dua kelompok tersebut adalah latihan naik turun bangku dengan beban latihan sesuai program latihan fisik masing-masing kelompok. Latihan fisik diberikan 3 kali seminggu, selama dua minggu. Kemudian pada akhir program latihan fisik dilakukan post-test. Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan tersebut selanjutnya dilakukan penentuan besarnya sampel menggunakan rumus Higgins dan Klinbaum (1985:24-35).

6.3 Pembahasan Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik analisis statistik deskriptif, analisis varian dan analisis varian faktorial sama subyek.

Teknik statistik diskriptif digunakan untuk mengatur, meringkas, menyajikan data variabel Umur, Tinggi badan, Berat badan, anjang tungkai, Kapasitas Vital, Kapasitas Pernapasan Maksimal dan Maximal Midexpiratory Flow Rate. Teknik statistik deskriptif yang digunakan adalah pusat kecenderungan (*central tendency*) terutama rata-rata hitung (mean) dan ukuran penyebaran (*variability*) yaitu standard deviasi.

Teknik statistik yang digunakan untuk analisis data dalam penelitian ini adalah *analysis of variance* (ANOVA). Anova satu jalan digunakan untuk uji homogenitas data awal.

Selain itu teknik anava, digunakan untuk menganalisis: (a) perbandingan kapasitas vital antar kelompok dan antar waktu; (b) perbandingan kapasitas pernapasan maksimal antar kelompok dan antar waktu; dan (c) perbandingan Maximal Midexpiratory flow antar kelompok dan antar waktu .

Menurut Sanders (1990:382), *analysis of variance* adalah istilah yang diberikan untuk pendekatan yang memungkinkan menguji apakah dua atau lebih mean populasi yang tidak diketahui mungkin sama.

Menurut definisi Triola (1995:574), analisis varian adalah metode yang digunakan untuk menguji kesamaan tiga atau lebih mean populasi dengan menganalisis varian sampel.

Sudjana (1988:143) menjelaskan bahwa analisis varian digunakan untuk menguji hipotesis yang berkenaan dengan perbedaan dua *mean* atau lebih.

Thomas (1990:310) menjelaskan bahwa dalam rancangan penelitian *pretest-posttest randomized-group design* digunakan paling tidak tiga cara analisis statistik, yaitu Factorial ANOVA, ANCOVA sederhana dan ANOVA sederhana. Dengan Factorial ANOVA, kita dapat memanipulasi lebih dari satu variabel bebas dan menganalisis secara statistik pengaruhnya terhadap variabel tergantung.

ANCOVA sederhana adalah kombinasi regresi dan ANOVA. Teknik ini digunakan untuk menentukan variabel tergantung terhadap beberapa variabel pengganggu (disebut *covariate*). ANOVA sederhana adalah perluasan dari t-test.

Dengan ANOVA sederhana memungkinkan menguji hipotesis nol antara dua atau lebih mean kelompok dengan batasan bahwa dua kelompok atau lebih itu tingkatannya sama dengan variabel bebas. Dalam penelitian ini teknik statistik anakova digunakan untuk menganalisis pengaruh variabel-variabel moderator terhadap variabel-variabel tergantung.

Menurut Ardhana (1982:103) dan Triola (1995:575) dijelaskan bahwa ada anggapan-anggapan dasar yang mendasari penggunaan analisis varian, yaitu (1) populasi mempunyai varian (atau standard deviasi) yang sama, (2) populasi mempunyai distribusi yang normal, dan (3) kelompok-kelompok ditarik secara bebas. Anggapan tentang populasi mempunyai varian yang sama berarti populasi harus homogen, sehingga varian skor-skor dalam masing-masing kelompok hanya berbeda secara kebetulan. Ardhana (1982:104) menganjurkan bahwa tes signifikansi diantara varian-varian kelompok (sampel) tersebut digunakan tes homogenitas varian ciptaan Barlett jika perbedaan-perbedaan yang diperoleh sangat ekstrim.

Ardhana (1982:104) menuliskan bahwa test F yang mendasari analisis varian ternyata tidak terlalu peka terhadap kurang normalnya distribusi populasi dan juga perbedaan tersebut tidak terlalu ekstrim dan tidak disertai oleh suatu perbedaan kemencengan. Dengan kata lain, analisis disebut "*robust*" terhadap penyimpangan dari kedua anggapan tersebut.

6.4 Pembahasan Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini ada dua variabel bebas (*independent variabel*) yaitu latihan fisik aerobik dan latihan fisik anaerobik, yang bentuk latihannya berupa naik turun bangku.

Menurut Zainuddin (1988:26) dijelaskan bahwa variabel bebas merupakan faktor yang menjadi pokok permasalahan yang diteliti. Berdasarkan fungsinya variabel bebas termasuk variabel sebab. Sudjana (1988:24) menjelaskan bahwa variabel bebas adalah variabel perlakuan atau sengaja dimanipulasi untuk diketahui intensitasnya atau pengaruhnya terhadap variabel terikat. Menurut Thomas (1990:13), variabel bebas (*independent variable*) adalah suatu variabel yang diteliti untuk dimanipulasi. Seringkali disebut variabel eksperimen atau variabel perlakuan.

Variabel tergantung (*dependent variable*) dalam penelitian ini terdiri dari tiga variabel, yaitu Kapasitas Vital (KV), Kapasitas Pernapasan Maksimal (KPM) dan maximal mid-expiratory Flow Rate (MMF).

Zainuddin (1988:26) menyatakan bahwa variabel tergantung (*dependent variable*) atau variabel kriteria adalah variabel yang besarnya tergantung dari variabel bebas yang diberikan dan diukur untuk menentukan ada tidaknya pengaruh (kriteria) dari variabel bebas.

Thomas (1990:61) menjelaskan bahwa variabel tergantung (*dependent variable*) adalah variabel yang diukur untuk me-

netapkan pengaruh variabel bebas, juga disebut variabel hasil (*yield*).

Menurut pendapat Sudjana (1988:24), variabel terikat adalah variabel yang timbul akibat variabel bebas. Oleh sebab itu variabel terikat merupakan tolok ukur atau indikator keberhasilan variabel bebas.

Thomas (1990:61, 514) menjelaskan bahwa variabel kategorik (*categorical variable*) kadang-kadang menunjukkan seperti variabel moderator. Variabel kategorik ini adalah jenis variabel bebas yang tidak dapat dimanipulasi karena berupa kategori, contohnya: umur, ras, jenis kelamin.

Menurut Zainuddin (1988:26), variabel moderator adalah variabel yang penting tetapi tidak diutamakan. Dalam penelitian ini terdapat empat variabel moderator, yaitu umur, tinggi badan, berat badan dan panjang tungkai. Variabel-variabel moderator tersebut akan dicari pengaruhnya terhadap variabel tergantung.

Dalam penelitian ini terdapat dua variabel kendali, yaitu jenis kelamin dan status sehat. Oleh Zainuddin (1988:26), dijelaskan bahwa variabel kendali atau variabel kontrol adalah variabel yang dikendalikan atau dikontrol, dibuat sama antar kelompok yang diteliti. Thomas (1990:61, 515) menjelaskan bahwa variabel kontrol adalah faktor-faktor yang dapat mempengaruhi hasil dan terdapat di luar penelitian. Suatu variabel kendali dapat menjadi variabel kategorik jika peneliti menghendaki menelitinya.

6.5 Pembahasan Latihan Fisik.

Dalam penelitian ini, bentuk latihan fisik untuk kelompok latihan fisik aerobik maupun kelompok latihan fisik anaerobik adalah naik turun bangku. Hazeldine (1985: 18) menyusun metode latihan *circuit training* yang dapat menghasilkan perubahan kebugaran umum, kekuatan otot dan kecepatan. Salah satu bentuk latihan fisik yang terdapat pada *circuit training* tersebut adalah naik turun bangku (*bench stepping*). Fox (1993:435) menyarankan sepuluh jenis latihan fisik yang dapat digunakan selama latihan, salah satu jenis latihan tersebut adalah naik turun bangku (*bench stepping*). Rushall dan Pyke (1990:244) mencantumkan *bench stepping* (naik turun bangku) sebagai salah satu jenis latihan dalam *circuit training*.

Tinggi bangku yang digunakan untuk latihan naik turun bangku adalah 30 centimeter. Tinggi bangku tersebut mengacu pada tinggi bangku yang digunakan pada step test yang dikembangkan oleh Stone (1987:257), yaitu 12 inci (30,48 centimeter). Dari berbagai step test yang dikembangkan oleh beberapa ahli, tinggi bangku tersebut adalah yang paling sesuai dengan panjang tungkai dan tinggi badan orang coba dalam penelitian ini.

Jumlah langkah latihan naik turun bangku yang dilakukan oleh orang coba, baik kelompok latihan aerobik maupun anaerobik adalah 450 langkah. Kelompok latihan aerobik melakukan latihan naik turun bangku secara terus menerus.

Sedangkan kelompok latihan anaerobik melakukan latihan naik turun bangku secara interval. Jumlah langkah adalah 450 langkah yang dibagi dalam 6 set, sehingga setiap set terdiri dari 75 langkah naik turun bangku. Diantara set yang satu dengan lainnya ada istirahat selama 3 menit. Beban latihan naik turun bangku untuk kelompok latihan aerobik adalah 25 - 30 langkah per menit. Sedangkan untuk kelompok latihan anaerobik adalah 40 - 45 langkah per menit.

Berdasarkan jumlah langkah naik turun bangku untuk kedua kelompok latihan maka dapat ditentukan lama latihan untuk setiap kelompok. Untuk kelompok latihan aerobik adalah 450 langkah dilakukan dengan 25 - 30 langkah per menit, sehingga lama latihan kira adalah 15 - 18 menit. Brooks (1984:518) menjelaskan bahwa lama latihan fisik harus antara 15 hingga 60 menit terus menerus melakukan kegiatan tergantung pada intensitas latihan. Fox (1993: 434) mengemukakan bahwa latihan fisik dilakukan terus menerus pada intensitas yang cocok antara 15 sampai dengan 60 menit per hari. Kent (1994:456) menjelaskan bahwa lama optimum latihan tergantung pada intensitas dan tingkat kesegaran seseorang, untuk mengembangkan kesehatan disarankan lama latihan minimum 15 menit. Rushall dan Pyke (1990: 204) memaparkan bahwa lama latihan 30 menit hingga 3 jam termasuk intensitas rendah, sedangkan lama latihan 15 menit hingga 1 jam termasuk intensitas tinggi.

Untuk kelompok latihan anaerobik adalah 450 langkah di-

bagi dalam 6 set, maka setiap set terdiri dari 75 langkah dan setiap set dilakukan dengan 40 - 45 langkah per menit, berarti setiap set memerlukan waktu kira-kira 1 menit 52 detik hingga 1 menit 40 detik. Dijelaskan oleh Soekarman (1987:58) bahwa prinsip latihan anaerobik ini adalah memberikan beban latihan secara maksimum, dilaksanakan dalam waktu yang pendek dan diulang beberapa kali.

Dijelaskan oleh Fox (1993:291) bahwa intensitas latihan pada umumnya ditentukan dengan memonitor denyut jantung, cara tidak langsung untuk menafsir oksigen yang digunakan oleh tubuh. Intensitas latihan fisik untuk kelompok latihan aerobik adalah denyut jantung mencapai $60\% \text{ Heart Rate Reserve} + \text{Resting Heart Rate}$. *Heart Rate Reserve* adalah $\text{Maximum Heart Rate} - \text{Resting Heart Rate}$ (jumlah denyut jantung maksimal dikurangi jumlah denyut jantung istirahat). Menurut Janssen (1987:28), denyut jantung dipengaruhi oleh umur, maka untuk menentukan jumlah denyut jantung maksimal digunakan rumus: $220 - \text{umur}$ (dalam tahun). Pendapat tersebut didukung oleh Fox (1993:431) bahwa *Maximum Heart Rate* bervariasi dari orang per orang. *Maximum Heart Rate* tidak dapat ditentukan secara langsung, kemudian diperkirakan berdasarkan rumus $220 - \text{umur}$. Sehingga apabila seseorang berumur 15 tahun, maka denyut jantung maksimalnya adalah $220 - 15 = 205$ denyut per menit. Denyut jantung latihan yang menggambarkan intensitas latihan kerap kali diperoleh dari prosentase terhadap denyut

jantung maksimal. Bila intensitas latihan yang diinginkan adalah 60% dari denyut jantung maksimal, maka jumlah denyut jantung latihan adalah $60\% \times 205 = 123$ denyut permenit. Namun perlu dicermati bahwa cara penghitungan tersebut tidak mempertimbangkan tingkat keterlatihan seseorang.

Fox (1993:328) menyatakan bahwa seseorang yang terlatih cenderung mempunyai denyut jantung istirahat lebih sedikit dibanding seseorang yang tidak terlatih. Karvonen membuat rumus yang ditulis oleh Lamb (1984:198) bahwa intensitas latihan fisik menggunakan respon denyut jantung. Rumus tersebut untuk mengetahui denyut jantung latihan fisik adalah: *Heart Rate exercise = Heart Rate rest + % (Heart Rate maximum - Heart Rate rest)*. Sehingga bila seseorang yang berumur 15 tahun dan denyut jantung istirahatnya 60 denyut per menit, intensitas latihan yang diinginkan adalah 60% maka denyut jantung sebagai respon intensitas latihan adalah $60 + 60\% (220 - 15 - 60) = 147$ denyut per menit.

Pendapat Brooks (1984:518) bahwa intensitas latihan antara 60% hingga 90% dari *maximum heart rate reserve + resting heart rate*.

McArdle (1981:274) memaparkan bahwa sebagai ketentuan umum, kapasitas aerobik akan diperbaiki jika intensitas latihan yang cukup untuk meningkatkan denyut jantung sampai kira-kira 70% dari maksimum. Ini sama dengan 50% sampai dengan 55% dari kapasitas maksimum aerobik atau mencapai denyut jantung 130 sampai dengan 140 kali per menit.

Sebagai metode pengganti yang sama efektifnya adalah menetapkan *training threshold* yaitu latihan mencapai denyut jantung kira-kira 60% dari selisih antara denyut jantung istirahat dan denyut jantung maksimal. Ini dihitung dengan rumus: $Heart\ Rate\ threshold = Heart\ Rate\ rest + (Heart\ Rate\ maximum - Heart\ Rate\ rest)$.

Intensitas latihan fisik untuk kelompok latihan anaerobik adalah *denyut jantung mencapai 80% Heart Rate Reserve + Heart Rate istirahat*. Fox (1993:431) menyebutkan bahwa latihan akan cukup giat jika target heart rate (THR) mencapai antara 60% hingga 90% dari maximum heart rate reserve (HRR). Janssen (1987:50) menyatakan bahwa suatu peningkatan kapasitas umum anaerobik dapat juga dilatih. Suatu peningkatan energi tinggi phosphate (contoh: creatine phosphate dan ATP) memungkinkan dengan kerja interval sub-maksimal, intensitas 80% - 90% dari maksimum, lamanya beban kerja 10 hingga 20 detik dengan istirahat yang cukup lama untuk mencegah terkumpulnya laktat yang tinggi di dalam badan.

Frekuensi latihan fisik dalam penelitian ini adalah 3 kali per minggu. Sharkey (1984:37) menjelaskan bahwa dua atau tiga kali latihan per minggu cukup untuk memperoleh katagori kesegaran rendah pada permulaan program. Brooks (1984:518) memaparkan juga bahwa frekuensi latihan harus dilakukan 3 hingga 5 kali per minggu. Ikut serta latihan 2 kali per minggu atau kurang tidak menghasilkan perbaikan

konsumsi O₂ maksimal yang cukup.

Fox (1993:295) memberikan saran tentang frekuensi latihan untuk program latihan daya tahan adalah antara 3 hingga 5 kali per minggu dan untuk program latihan sprint atau anaerobik adalah 3 kali per minggu. Selanjutnya Fox (1993:431) menganjurkan bahwa latihan dilakukan 3 hingga 5 kali per minggu. Saran tersebut berdasarkan penemuan bahwa kebugaran akan diperbaiki jika latihan 1 kali dalam seminggu, tetapi akan lebih baik jika latihan 3 hingga 5 kali perminggu. Frekuensi 6 hingga 7 kali perminggu, kebugaran menjadi turun kembali secara mendatar dan resiko terjadinya cedera bertambah akibat beban berlebih.

Menurut Kent (1994:457), secara kasar disarankan bahwa latihan aerobik paling sedikit 3 hingga 5 kali per minggu, latihan anaerobik paling sedikit 3 kali per minggu.

Dalam penelitian ini, beban latihan antara kelompok latihan aerobik dan kelompok latihan anaerobik dibedakan dalam intensitas latihan dan frekuensi langkah per menit. Respons beban latihan tersebut telah diamati pada sistem kardiovaskular yang berupa respons denyut jantung sebagai indikatornya. Respons denyut jantung untuk beban latihan fisik kelompok aerobik ditunjukkan dalam keadaan mencapai 60% Heart Rate Reserve + Heart Rate istirahat. Sedangkan respons denyut jantung untuk beban latihan fisik kelompok anaerobik ditunjukkan dalam keadaan mencapai 80% Heart Rate Reserve + Heart Rate istirahat.

6.6 Pembahasan Hasil Penelitian

6.6.1 Uji Homogenitas data awal.

Hasil uji homogenitas data awal terhadap variabel-variabel penelitian menunjukkan tidak adanya perbedaan yang bermakna. Hasil selengkapnya menunjukkan bahwa variabel Umur, Berat badan, Tinggi badan, Panjang tungkai, Kapasitas Vital, Kapasitas Pernapasan Maksimal dan Maximal Midexpiratory Flow Rate mempunyai data yang homogen. Dengan demikian data awal penelitian ini memenuhi kriteria tentang homogenitas karena tidak menunjukkan penyebaran yang mengganggu homogenitas data awal.

6.6.2 Perbandingan *Kapasitas Vital* antar kelompok dan antar waktu.

Hasil analisis *univariat anava*, perbandingan *Kapasitas Vital* antar kelompok diperoleh bahwa tidak ada perbedaan yang bermakna antara kelompok latihan fisik *aerobik*, kelompok latihan fisik *anaerobik* dan kelompok *kontrol* terhadap *Kapasitas Vital* ($p = 0,864 > 0,05$). Maka hipotesis yang menyatakan bahwa ada perbedaan *Kapasitas Vital* antara kelompok latihan *aerobik*, kelompok latihan *anaerobik* dan kelompok *kontrol* ditolak.

Maka hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa latihan fisik *aerobik* dibanding dengan *latihan fisik anaerobik* dan *tidak latihan* ternyata tidak ada perbedaan pengaruh yang bermakna terhadap *Kapasitas Vital*. Dapat dikatakan pula

bahwa pemberian perlakuan program latihan naik turun bangku dengan beban respons latihan fisik 60% denyut jantung cadangan (*60% heart rate reserve*) dibanding dengan program latihan naik turun bangku dengan beban respons latihan fisik 80% denyut jantung cadangan (*80% heart rate reserve*) dan tidak latihan ternyata tidak ada perbedaan pengaruh yang bermakna terhadap *Kapasitas Vital*.

Dengan demikian dalam penelitian ini dihasilkan bahwa latihan fisik *anaerobik* tidak lebih meningkatkan *Kapasitas Vital* dibanding latihan fisik *aerobik*.

Hasil analisis *univariat* dan *multivariat anava*, perbandingan *Kapasitas Vital* antar waktu pada kelompok latihan fisik *aerobik* diperoleh bahwa latihan fisik *aerobik* tidak menyebabkan peningkatan *Kapasitas Vital* secara bermakna ($p = 0,054 > 0,05$). Maka hipotesis yang menyatakan bahwa latihan fisik *aerobik* menyebabkan peningkatan *Kapasitas Vital* ditolak.

Sharkey (1984:19) menjelaskan bahwa latihan aerobik terlihat memperbaiki kapasitas total paru, paling tidak dua hal yaitu berkurangnya volume residu dan meningkatnya cadangan inspirasi dan *Kapasitas Vital*.

Morehouse (1976:270) menjelaskan bahwa pada seseorang yang paru-parunya normal, latihan fisik mempunyai pengaruh sedikit terhadap ventilasi paru-paru. *Kapasitas Vital* dan besarnya aliran udara bertambah sedikit karena meningkatnya kekuatan dan kelenturan otot-otot dada dan diaphragma,

tetapi hampir tidak cukup memperbaiki kapasitas daya tahan.

Berdasarkan pendapat tersebut di atas, ada kemungkinan tidak meningkatnya Kapasitas Vital dalam penelitian ini oleh karena latihan fisik *aerobik* tersebut tidak secara langsung mengembangkan kekuatan otot-otot pernapasan. Sebab respons beban latihan tidak secara langsung mengembangkan kekuatan otot-otot pernapasan.

Tetapi jika dilihat hasil analisis *paired t-test* diperoleh bahwa antara *Kapasitas Vital pre-test* dan *mid-test* pada kelompok latihan fisik *aerobik* ada perbedaan yang bermakna ($p = 0,013 < 0,05$); antara *Kapasitas Vital pre-test* dan *post-test* pada kelompok latihan *aerobik* ada perbedaan yang bermakna ($p = 0,041 < 0,05$); antara *kapasitas vital mid-test* dan *post-test* pada kelompok latihan *aerobik* tidak ada perbedaan yang bermakna ($p = 0,417 > 0,05$). Maka latihan *aerobik* dari *pre-test* sampai dengan *mid-test* dan dari *pre-test* sampai dengan *post-test* menyebabkan peningkatan *Kapasitas Vital*. Tetapi latihan *aerobik* dari *mid-test* sampai dengan *post-test* tidak menyebabkan peningkatan *Kapasitas Vital*. Dengan demikian latihan *aerobik* pada tiga minggu pertama lebih meningkatkan *Kapasitas Vital* dibanding latihan *aerobik* pada tiga minggu kedua. Selain itu, latihan *aerobik* pada tiga minggu pertama menjadi penyebab yang terutama dalam meningkatkan *Kapasitas Vital*.

Hasil analisis *univariat* dan *multivariat anava* perbandingan *Kapasitas Vital* antar waktu pada kelompok latihan

fisik *anaerobik* diperoleh bahwa latihan fisik *anaerobik* tidak menyebabkan peningkatan *Kapasitas Vital* secara bermakna ($p = 0,075 > 0,05$). Maka hipotesis yang menyatakan bahwa latihan fisik *anaerobik* menyebabkan peningkatan *Kapasitas Vital* ditolak.

Fox (1993:214, 216) menguraikan bahwa *Kapasitas Vital* dipengaruhi oleh sikap badan, kekuatan otot-otot pernapasan, serta kemampuan mengembang paru-paru dan thoraks (*compliance*). Ditambahkan bahwa meningkatnya kekuatan dan daya tahan otot-otot pernapasan sebagai hasil latihan dapat membantu memperbesar volume paru-paru, asal program latihan ini terutama khusus untuk otot-otot ventilasi.

Pengaruh latihan terhadap *cardiorespiratory* dijelaskan oleh Bowers (1992:256) baik pada waktu istirahat maupun selama olahraga. Pengaruh terhadap pernapasan, pada umumnya volume paru (volume cadangan inspirasi, volume cadangan ekspirasi, volume residual, volume total paru dan *Kapasitas Vital*) atlet lebih besar daripada bukan atlet dengan jenis kelamin dan ukuran badan yang sama. Perubahan itu dihasilkan oleh meningkatnya kekuatan otot-otot skelet ventilasi.

Pada penelitian ini, orang coba yang digunakan adalah bukan atlet. Sehingga latihan fisik *anaerobik* dalam jangka waktu yang ditentukan dalam penelitian ini belum dapat mengubah *Kapasitas Vital* yang bukan atlet. Mungkin juga latihan fisik *anaerobik* tidak secara khusus membebani otot-otot ventilasi.

Jika dilihat hasil analisis *paired t-test* diperoleh bahwa antara *Kapasitas Vital pre-test* dan *mid-test* pada kelompok latihan *anaerobik* ada perbedaan yang bermakna ($p = 0,033 < 0,05$); antara *Kapasitas Vital pre-test* dan *post-test* pada kelompok latihan *anaerobik* tidak ada perbedaan yang bermakna ($p = 0,155 > 0,05$); antara *Kapasitas Vital mid-test* dan *post-test* pada kelompok latihan *anaerobik* tidak ada perbedaan yang bermakna ($p = 0,596 > 0,05$). Dengan demikian maka latihan *anaerobik* dari *pre-test* sampai dengan *mid-test* menyebabkan peningkatan *Kapasitas Vital*. Tetapi latihan *anaerobik pre-test* sampai dengan *post-test* dan dari *mid-test* sampai dengan *post-test* tidak menyebabkan peningkatan *Kapasitas Vital*. Pembahasan lebih lanjut dapat disebutkan bahwa latihan *anaerobik* pada tiga minggu pertama lebih meningkatkan *Kapasitas Vital* dibanding latihan *anaerobik* pada tiga minggu kedua.

Hasil uji *anakova* tentang pengaruh variabel-variabel *moderator* terhadap *Kapasitas Vital* diperoleh bahwa *tinggi badan* mempunyai pengaruh yang sangat bermakna terhadap *Kapasitas Vital* ($p = 0,008 < 0,05$). Maka hipotesis yang menyatakan ada pengaruh *tinggi badan* terhadap *Kapasitas Vital* diterima. Sedangkan *berat badan*, *panjang tungkai* dan *umur* tidak mempunyai pengaruh yang bermakna terhadap *kapasitas vital* ($p > 0,05$). Maka hipotesis yang menyatakan ada pengaruh *umur*, *berat badan* dan *panjang tungkai* terhadap *Kapasitas Vital* ditolak.

6.6.3 Perbandingan *Kapasitas Pernapasan Maksimal* antar kelompok dan antar waktu.

Hasil analisis *univariat anava*, perbandingan *Kapasitas Pernapasan Maksimal* antar kelompok diperoleh bahwa tidak ada perbedaan yang bermakna antara kelompok latihan fisik *aerobik*, kelompok latihan fisik *anaerobik* dan kelompok *kontrol* terhadap *Kapasitas Pernapasan Maksimal* ($p = 0,938 > 0,05$). Maka hipotesis yang menyatakan bahwa ada perbedaan *Kapasitas Pernapasan Maksimal* antara kelompok latihan *aerobik*, kelompok latihan *anaerobik* dan kelompok *kontrol* ditolak.

Maka hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa latihan fisik *aerobik* dibanding dengan *latihan fisik anaerobik* dan *tidak latihan* ternyata tidak ada perbedaan pengaruh yang bermakna terhadap *Kapasitas Pernapasan Maksimal*. Dapat dikatakan pula bahwa pemberian perlakuan program latihan naik turun bangku dengan beban respons latihan fisik 60% denyut jantung cadangan (*60% heart rate reserve*) dibanding dengan program latihan naik turun bangku dengan beban respons latihan fisik 80% denyut jantung cadangan (*80% heart rate reserve*) dan *tidak latihan* ternyata tidak ada perbedaan pengaruh yang bermakna terhadap *kapasitas pernapasan maksimal*.

Dengan demikian dalam penelitian ini dihasilkan bahwa latihan fisik *anaerobik* tidak lebih meningkatkan *Kapasitas Pernapasan Maksimal* dibanding latihan fisik *aerobik*.

Hasil analisis *univariat* dan *multivariat anava*, perbandingan *Kapasitas Pernapasan Maksimal* antar waktu pada kelompok latihan fisik *aerobik* diperoleh bahwa latihan fisik *aerobik* menyebabkan peningkatan *Kapasitas Pernapasan Maksimal* secara bermakna ($p = 0,011 < 0,05$). Maka hipotesis yang menyatakan bahwa latihan fisik *anaerobik* menyebabkan peningkatan *Kapasitas Pernapasan Maksimal* diterima.

Berdasarkan hasil analisis *paired t-test* diperoleh bahwa antara *Kapasitas Pernapasan Maksimal pre-test* dan *mid-test* pada kelompok latihan *aerobik* ada perbedaan yang sangat bermakna ($p = 0,001 < 0,05$); antara *Kapasitas Pernapasan Maksimal pre-test* dan *post-test* pada kelompok latihan *aerobik* ada perbedaan yang bermakna ($p = 0,012 < 0,05$); antara *Kapasitas Pernapasan Maksimal mid-test* dan *post-test* pada kelompok latihan *aerobik* tidak ada perbedaan yang bermakna ($p = 0,506 > 0,05$). Dengan demikian latihan *aerobik* dari *pre-test* sampai dengan *mid-test* dan latihan fisik *aerobik* dari *pre-test* sampai dengan *post-test* menyebabkan peningkatan *Kapasitas Pernapasan Maksimal*. Tetapi latihan *aerobik* dari *mid-test* sampai dengan *post-test* tidak menyebabkan peningkatan *Kapasitas Pernapasan Maksimal*. Selanjutnya, latihan *aerobik* pada tiga minggu pertama lebih meningkatkan *Kapasitas Pernapasan Maksimal* dibanding latihan *aerobik* pada tiga minggu kedua. Selain itu, latihan *aerobik* pada tiga minggu pertama menjadi penyebab yang utama dalam meningkatkan *Kapasitas Pernapasan Maksimal*.

Hasil analisis *univariat* dan *multivariat anava* perbandingan *Kapasitas Pernapasan Maksimal* antar waktu pada kelompok latihan fisik *anaerobik* diperoleh bahwa latihan fisik *anaerobik* tidak menyebabkan peningkatan *Kapasitas Pernapasan Maksimal* secara bermakna ($p = 0,992 > 0,05$). Maka hipotesis yang menyatakan bahwa latihan fisik *anaerobik* menyebabkan peningkatan *Kapasitas Pernapasan Maksimal* ditolak.

Jika dilihat hasil analisis *paired t-test* diperoleh bahwa antara *Kapasitas Pernapasan Maksimal pre-test* dan *mid-test* pada kelompok latihan *anaerobik* tidak ada perbedaan yang bermakna ($p = 0,907 > 0,05$); antara *Kapasitas Pernapasan Maksimal pre-test* dan *post-test* pada kelompok latihan *anaerobik* tidak ada perbedaan yang bermakna ($p = 0,967 > 0,05$); antara *Kapasitas Pernapasan Maksimal mid-test* dan *post-test* pada kelompok latihan fisik *anaerobik* tidak ada perbedaan yang bermakna ($p = 0,931 > 0,05$). Dengan demikian maka latihan *anaerobik* dari *pre-test* sampai dengan *mid-test*; latihan fisik *anaerobik* dari *pre-test* sampai dengan *post-test* dan latihan fisik *anaerobik* dari *mid-test* sampai dengan *post-test* tidak menyebabkan peningkatan *Kapasitas Pernapasan Maksimal*.

Hasil uji anakova tentang pengaruh variabel-variabel *moderator* terhadap *Kapasitas Pernapasan Maksimal* diperoleh bahwa *tinggi badan* mempunyai pengaruh yang bermakna terhadap *Kapasitas Pernapasan Maksimal* ($p = 0,046 < 0,05$).

Maka hipotesis yang menyatakan ada pengaruh tinggi badan terhadap *Kapasitas Pernapasan Maksimal* diterima. Sedangkan berat badan, panjang tungkai dan umur tidak mempunyai pengaruh yang bermakna terhadap *Kapasitas Pernapasan Maksimal* ($p > 0,05$). Maka hipotesis yang menyatakan ada pengaruh umur, berat badan dan panjang tungkai terhadap *Kapasitas Pernapasan Maksimal* ditolak.

6.6.4 Perbandingan *Maximal Midexpiratory Flow Rate* antar kelompok dan antar waktu.

Hasil analisis univariat anava perbandingan *Maximal Midexpiratory Flow Rate* antar kelompok diperoleh bahwa tidak ada perbedaan yang bermakna antara kelompok latihan fisik aerobik, kelompok latihan fisik anaerobik dan kelompok kontrol terhadap *Maximal Midexpiratory Flow Rate* ($p = 0,363 > 0,05$). Maka hipotesis yang menyatakan bahwa ada perbedaan *Maximal Midexpiratory Flow Rate* antara kelompok latihan aerobik, kelompok latihan anaerobik dan kelompok kontrol ditolak.

Berdasarkan hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa latihan fisik aerobik dibanding dengan latihan fisik anaerobik dan tidak latihan ternyata tidak ada perbedaan pengaruh yang bermakna terhadap *Maximal Midexpiratory Flow Rate*. Dapat dikatakan pula bahwa pemberian perlakuan program latihan naik turun bangku dengan beban respons latihan fisik 60% denyut jantung cadangan (*60% heart rate*

reserve) dibanding dengan program latihan naik turun bangku dengan beban respons latihan fisik 80% denyut jantung cadangan (*80% heart rate reserve*) dan tidak latihan ternyata tidak ada perbedaan pengaruh yang bermakna terhadap *Maximal Midexpiratory Flow Rate*.

Dengan demikian dalam penelitian ini dihasilkan bahwa latihan fisik *anaerobik* tidak lebih meningkatkan *Maximal Midexpiratory Flow Rate* dibanding latihan *aerobik*.

Hasil analisis *univariat* dan *multivariat anava*, perbandingan *Maximal Midexpiratory Flow Rate* antar waktu pada kelompok latihan fisik *aerobik* diperoleh bahwa latihan fisik *aerobik* tidak menyebabkan peningkatan *Maximal Midexpiratory Flow Rate* yang bermakna ($p = 0,976 > 0,05$). Maka hipotesis yang menyatakan bahwa latihan fisik *aerobik* menyebabkan peningkatan *Maximal Midexpiratory Flow Rate* ditolak.

Jika dilihat hasil analisis *paired t-test* diperoleh bahwa antara *Maximal Midexpiratory Flow Rate pre-test* dan *mid-test* pada kelompok latihan *aerobik* tidak ada perbedaan yang bermakna ($p = 0,778 > 0,05$); antara *Maximal Midexpiratory Flow Rate pre-test* dan *post-test* pada kelompok latihan *aerobik* tidak ada perbedaan yang bermakna ($p = 0,864 > 0,05$); antara *Maximal Midexpiratory Flow Rate mid-test* dan *post-test* pada kelompok latihan *aerobik* tidak ada perbedaan yang bermakna ($p = 0,912 > 0,05$). Dengan demikian latihan fisik *aerobik* pada tiga minggu pertama

maupun tiga minggu kedua tidak menyebabkan perubahan *Maximal Midexpiratory Flow Rate*.

Hasil analisis *univariat* dan *multivariat anava*, perbandingan *Maximal Midexpiratory Flow Rate* antar waktu pada kelompok latihan fisik *anaerobik* diperoleh bahwa latihan fisik *anaerobik* tidak menyebabkan peningkatan *Maximal Midexpiratory Flow Rate* yang bermakna ($p = 0,456 > 0,05$). Maka hipotesis yang menyatakan bahwa latihan fisik *anaerobik* menyebabkan peningkatan *Maximal Midexpiratory Flow Rate* ditolak.

Untuk mengetahui pengaruh latihan pada tiga minggu pertama dan tiga minggu kedua perlu dilihat hasil analisis *paired t-test*. Diperoleh bahwa antara *Maximal Midexpiratory Flow Rate pre-test* dan *mid-test* pada kelompok latihan *anaerobik* tidak ada perbedaan yang bermakna ($p = 0,642 > 0,05$); antara *Maximal Midexpiratory Flow Rate pre-test* dan *post-test* pada kelompok latihan *anaerobik* tidak ada perbedaan yang bermakna ($p = 0,460 > 0,05$); antara *Maximal Midexpiratory Flow Rate mid-test* dan *post-test* pada kelompok latihan *anaerobik* tidak ada perbedaan yang bermakna ($p = 0,246 > 0,05$). Dengan demikian latihan fisik *anaerobik* pada tiga minggu pertama maupun pada tiga minggu kedua tidak meningkatkan *Maximal Midexpiratory Flow Rate*.

Hasil uji *anakova* pengaruh variabel-variabel *moderator* terhadap *Maximal Midexpiratory Flow Rate* diperoleh bahwa *Umur, Berat badan, Tinggi badan dan Panjang tungkai* tidak

mempunyai pengaruh yang bermakna terhadap *Maximal Midexpiratory Flow Rate* ($p > 0,05$). Maka hipotesis yang menyatakan ada pengaruh *Umur, Berat badan, Tinggi badan dan Panjang tungkai* terhadap *Maximal Midexpiratory Flow Rate* ditolak.

Salah satu faktor yang mungkin menyebabkan latihan fisik *aerobik* dan latihan fisik *anaerobik* dalam penelitian ini tidak meningkatkan *Kapasitas Vital, Kapasitas Pernapasan Maksimal* dan *Maximal Midexpiratory Flow Rate* adalah lama waktu program latihan dan frekuensi latihan. Dalam penelitian ini program latihan dilaksanakan selama 6 minggu dengan frekuensi 3 kali dalam seminggu. Sehingga lama program latihan dan frekuensi latihan tersebut belum dapat mengembangkan *Kapasitas Vital, Kapasitas Pernapasan Maksimal* dan *Maximal Midexpiratory Flow Rate*.

6.7 Pembahasan Kelemahan dan Keterbatasan Penelitian.

Perlu disadari bahwa dalam pelaksanaan penelitian ini terdapat kelemahan dan keterbatasan. Peneliti sebagai manusia biasa tidak lepas dari kelemahan dan keterbatasan. Sehingga ada kemungkinan kelemahan dan keterbatasan tersebut akan mempengaruhi hasil penelitian. Tetapi peneliti berusaha mengatasi dan mengurangi kelemahan dan keterbatasan tersebut sebatas kemampuan peneliti. Kelemahan dan keterbatasan serta usaha mengatasinya dilakukan pembahasan sebagai berikut.

6.7.1 Dalam penelitian ini terdapat kelemahan dan keterbatasan yang berasal dari orang coba, antara lain: (1) selama masa pelaksanaan penelitian, kegiatan olahraga atau latihan-latihan fisik yang dilakukan oleh orang coba diluar jangkauan pengawasan peneliti, karena orang coba tidak di asramakan, (2) kebiasaan merokok yang dilakukan oleh beberapa orang coba, (3) kondisi kesehatan orang coba selama masa pelaksanaan penelitian, (4) kesungguhan dan semangat orang coba kurang dalam melakukan latihan aerobik atau anaerobik berupa latihan naik turun bangku pada waktu pemberian perlakuan sesuai beban latihan, (5) kesalahan orang coba pada waktu melakukan pengukuran dan pemeriksaan pernapasan menggunakan spirometer.

Usaha-usaha untuk mengurangi kelemahan dan keterbatasan yang berasal dari orang coba tersebut ialah dengan cara: (1) memberikan penjelasan tentang tujuan dan pentingnya penelitian serta memohon agar orang coba tidak melakukan kegiatan atau latihan fisik selain latihan pada waktu pemberian perlakuan selama masa pelaksanaan penelitian; (2) kepada orang coba yang biasa merokok dimohon untuk tidak merokok selama masa pelaksanaan penelitian; (3) dilakukan pemeriksaan kesehatan pada awal kegiatan penelitian dan memohon agar orang coba selalu menjaga kondisi kesehatannya; (4) agar supaya orang coba melakukan latihan aerobik atau anaerobik dengan sungguh-sungguh maka digunakan musik dan metronom sebagai alat pemandu langkah naik-turun bangku

yang sesuai dengan beban latihan, serta memberikan dorongan semangat kepada orang coba selama mereka melakukan latihan; (5) kepada orang coba diberikan penjelasan secara rinci cara dan langkah-langkah pengukuran dan pemeriksaan pernapasan menggunakan spirometer.

6.7.2 Kelemahan dan keterbatasan lain adalah ketrampilan para pembantu pelaksana dalam melakukan pengukuran dan pemeriksaan. Untuk mengatasi keterbatasan ketrampilan para pembantu pelaksana pengukuran dan pemeriksaan maka terlebih dahulu dilakukan pelatihan dan diskusi. Dalam hal ini, pelatihan diberikan oleh dr. Nasrun sebagai dosen ilmu faal dan ketua seksi laboratorium respirasi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang.

6.7.3 Kelemahan dan keterbatasan lain dalam penelitian ini adalah metode yang digunakan untuk menentukan beban latihan fisik. Dalam penelitian ini, beban latihan fisik ditentukan berdasarkan respons denyut jantung menggunakan *The Heart Rate Reserve Method* yang dikembangkan oleh Karvonen (Fox, 1993:291) dengan rumus: $Heart Rate exercise = Heart Rate rest + \% (Heart Rate maximum - Heart Rate rest)$.

Ada metode lain untuk menentukan beban latihan yaitu metode yang berdasarkan konsep ambang anaerobik (*anaerobic threshold*). Ambang anaerobik adalah intensitas beban kerja atau konsumsi oksigen yang mana metabolisme anaerobik dipercepat (Fox, 1993:207). Ambang anaerobik adalah keadaan

ketika penimbunan asam laktat melebihi batas. Untuk mencapai ambang anaerobik, konsentrasi asam laktat darah sebesar 4 mMol/L (Fox:1993:293). Berdasarkan konsep tersebut ada dua metode yaitu *Minute Ventilation and the Anaerobic Threshold Method* dan *Blood Lactic Acid and the Anaerobic Threshold Method*. Metode yang pertama menyatakan bahwa ventilasi semenit meningkat secara linier dengan meningkatnya beban kerja. Metode kedua dilakukan dengan cara menentukan besarnya asam laktat darah selama melakukan dua atau lebih beban latihan (Fox, 1993:293). Conconi mengembangkan metode untuk menentukan ambang anaerobik tanpa mengukur laktat, sehingga tanpa mengambil sampel darah. Ambang anaerobik ditentukan dengan mengkorelasikan antara jarak lari dengan denyut nadi (Janssen, 1987:80-93).

Metode The Heart Rate Reserve digunakan karena lebih mudah dan sederhana dalam menentukan beban latihan baik secara teknis pelaksanaan maupun penghitungan dibanding dengan metode lain.

6.7.4 Keterbatasan dan kelemahan lainnya adalah waktu yang tersedia untuk melaksanakan kegiatan penelitian. Ventilasi maksimum seseorang dapat dicapai tergantung dari sempurnanya seluruh anatomi pernapasan termasuk otot-otot pernapasan, pengendalian dan tahanan dalam paru-paru. Berbagai volume dan Kapasitas Pernapasan Maksimal dipengaruhi oleh luas permukaan badan dan bentuk badan juga oleh posisi

badan (Fox, 1993:213). Luas permukaan badan ditaksir dari berat badan dan tinggi badan yang dapat dihitung menggunakan nomograf.

Mengacu pada bahasan tentang luas permukaan badan yang ditaksir dari berat dan tinggi badan inilah maka penelitian ini mempunyai keterbatasan dalam hal lama waktu program latihan. Diketahui bahwa perkembangan berat badan dan tinggi badan relatif memerlukan waktu yang lama. Karena volume dan kapasitas pernapasan dipengaruhi oleh luas permukaan badan sehingga penelitian tentang volume dan kapasitas paru sangat tergantung oleh lama waktu program latihan sebagai perlakuan penelitian. Program latihan dalam penelitian ini dilaksanakan selama 6 minggu, sehingga perkembangan berat badan dan tinggi badan selama masa penelitian relatif sedikit. Sehingga ada kemungkinan bahwa faktor perkembangan berat badan dan tinggi badan mempunyai hubungan yang menyebabkan tidak meningkatnya Kapasitas Vital dan Kapasitas Pernapasan Maksimal.

BAB 7

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan.

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan, maka penelitian ini disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Latihan anaerobik tidak lebih meningkatkan kapasitas vital dibandingkan latihan aerobik.
- 2) Latihan anaerobik tidak lebih meningkatkan kapasitas pernapasan maksimal dibandingkan latihan aerobik.
- 3) Latihan aerobik tidak lebih meningkatkan maximal midexpiratory flow rate dibandingkan latihan anaerobik.

Saran-saran.

Berikut ini disampaikan saran-saran:

- 1) Penelitian tentang pengaruh latihan terhadap sistem pernapasan masih sangat kurang. Maka disarankan agar dilakukan penelitian dengan berbagai variabel tergantung dan variabel bebas dan menggunakan populasi dan sampel yang lebih besar.
- 2) Disarankan agar dilakukan penelitian tentang pengaruh latihan terhadap sistem pernapasan dengan program latihan dalam waktu yang lebih lama.
- 3) Disarankan agar dalam menentukan intensitas latihan digunakan metode ambang anaerobik dengan menghitung asam laktat darah.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrianta, S., Munif, M.C., Soekarman, 1980. *Flow - Volume Curve, Kegunaannya pada Pemeriksaan Fungsi Paru*, Surabaya: Konggres Nasional II Ikatan Dokter Paru Indonesia.
- Annarino, A.A., 1976. *Developmental Conditioning for Women and Men*, London: The C. V. Mosby Company.
- Anthony, C.P., 1960. *Textbook of Anatomy and Physiology*, Fifth edition, St.Louis: The C.V. Mosby Co.
- Ardhana, W., 1982. *Beberapa Metode Statistik untuk Penelitian Pendidikan*, Surabaya: Usaha Nasional.
- Astrand, P.O. dan Rodahl, K., 1986. *Textbook of Work Physiology, Physiological Bases of Exercise*, Third edition, New York: McGraw-Hill Book Company.
- Berger, R.A., 1982. *Applied Exercise Physiology*, Philadelphia: Lea & Febiger.
- Bompa, T.O., 1994. *Theory and Methodology of Training*, Third edition, Toronto, Ontario Canada: Kendall/Hunt Publishing Company
- Bouchard, C., Brunell, J., dan Godbout, P., 1975. Physical Qualities and Training, dalam Wieczorek, E. (Ed), *Problems of Sports Medicine and of Sport Training and Coaching* (11-19). Olympic Solidarity of the International Olympic Committee.
- Bowers, R.W., 1992. *Sports Physiology*, 3th edition, Ohio: Wm.C.Brown Publisher.
- Bradley, J.D., 1975. *Respiratory Mechanics*, CBMBS
- Brooks, G.A., dan Fahey, T.D., 1984. *Exercise Physiology, Human Bioenergetics and Its Applications*, New York: John Wiley & Sons.
- Cameron, J.R., Skofroonick, J.G., Grant, R.M., 1992. *Physics of The Body*, Madison: Medical Physics Publishing
- Clarke, D.H., dan Clarke, H.H., 1984. *Research Processes in Physical Education*, Second edition, New Jersey: Prentice-Hall, Inc., Englewood Clifts.

- Clarke, H.H., dan Jarman, 1960. *Scholastic Achievement of Boys 9, 12 and 15 Years of Age as Related to Various Strength and Growth Measurement*, The Research Quarterly, 32: 155-161.
- Clarke, H.H., 1976. *Application of Measurement to Health and Physical Education*, Fifth edition, New Jersey: Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs.
- Cooper, K.H., 1982. *The Aerobics Program for Total well-being*, New Yor: M. Evans &Co., Inc.
- Falls, H.B., Wallis, E.L., Logan, G.A., 1969. *Foundations of Conditioning*, New York: Academic Press.
- Fardy, P.S., 1980. Training for Aerobic Power, dalam Burke, E.J., *Toward an Understanding of Human Performance*, Second edition, New York: Movement Publication.
- Fox, T.L.E.L., Bowers, R.W., dan Foss, M.L. 1993. *The Physiological Basis for Exercise and Sport*, Fifth edition, Iowa: Brown & Benchmark Publishers.
- Ganong, W.F., 1989. *Review of Medical Physiology*, Fourteenth edition, Prentice-Hall International Inc.
- Getchell, B., 1979. *Physical Fitness: A Way of Life*, New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Gibbins, J.A., Cunningham, D.A., Shaw, D.B., Eynon, R.B., 1972. The Effect of Swimming Training on Selected Aspect of the Pulmonary Function of Young Girls - Apreliminary Report. dalam Taylor, A.W., (Ed.), *Training Scientific Basis and Application*, Illinois: Charles C Thomas Publisher.
- Golding, L.A., dan Bos, R.R., 1967. *Scientific Foundation of Physical Fitness Programs*, Minneapolis: Burgess Publishing Company.
- Grinton, S., Powers, S., Lawer, J., Criswell, D., Dodd, S. and Edwards, W., 1992. Endurance training-induced increases in expiratory muscle oxidative capacity, dalam *Medicine and Science in Sport and Exercise*, Vol. 24, No. 5, pp. 551-555.
- Guyton, A.C., Hall, J.E., 1994. *Textbook of Medical Physiology*, Philadelphia: W.B. Saunders Company.

- Hawkey, R., 1991. *Sport Science*, Second edition, London: Hodder & Stoughton
- Hazeldine, R., 1985, *Fitness for Sport*, Malborough: The Crowood Press.
- Higgins, J.E., dan Kleinbaum, A.P., 1985. *Design Methodology For Randomized Clinical Trials, part II of The Series of The Basis of Randomized Clinical Trials with an Emphasis on Contraceptive Research*, Family Health International, p.p. 24-35
- Janssen, P.G.J.M., 1987. *Training Lactate Pulse Rate*, New York: Polar Electro Oy.
- Johnson, B.L., dan Nelson, J.K., 1986. *Practical Measurements for Evaluation in Physical Education*, Fourth edition, New York: Macmillan Publishing Company.
- Kapit, W., Macey, R., Meisami, E., 1987. *The Physiology Coloring Book*, Sydney: Harper Collins Publisher.
- Kent M., 1994. *The Oxford Dictionary of Sports Science and Medicine*, Oxford: Oxford University Press.
- Lamb, R.D., 1984. *Physiology of Exercise*, Second edition, New York: Macmillan Publishing Company
- Luttgens, K. and Hamilton, N., 1997. *Kinesiology*, Ninth edition, Sydney: Brown & Benchmark Publisher.
- McArdle, W.D. dan Katch, F.I., Katch, V.L., 1981. *Exercise Physiology: Energi, Nutrition and Human Performance*, Philadelphia: Lea & Febiger.
- Morehouse, L.E. dan Miller, A.T., 1976. *Physiology of Exercise*, Seventh edition, The C.V. Mosby Company.
- Munandar, A., 1979. *Iktisar Anatomi Alat Gerak dan Ilmu Gerak*, Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran E.G.C.
- Munif, M. C., Soekarman, Moedjono, 1990. *Maximal Midexpiratory Flow Rate*, Semarang: Konggres ke III Ikatan Ahli Ilmu Faal Indonesia.
- Operation Manual, *Super Spiro Discom-21FX*, Tokyo: Chest M.I. Incorporation.
- Piscopo, J., dan Baley, J.A., 1981. *Kinesiology The Science of Movement*, New York: John Wiley & Sons, Inc.

- Previte, J.J., 1983. *Human Physiology*, New York: McGraw-Hill Book Company.
- Radiopoetro, 1965. *Anatomi Klinik*, Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Reid, J.G., Thomson, J.M., 1985. *Exercise Prescription for Fitness*, New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Rushall, B.S. dan Pyke, F.S., 1990. *Training for Sport and Fitness*, Melbourne: The Macmillan Company of Australia Pty Ltd.
- Safrit, M.J., 1981. *Evaluation in Physical Education*, 2th. edition, New Jersey: Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs.
- Sharkey, B.J., 1986. *Coaches Guide to Sport Physiology*, Illinois: Human Kinetic Publisher, Inc.
- Sharkey, B.J., 1984. *Physiology of Fitness*, 2th. edition, Illinois: Human Kinetic Publisher, Inc.
- Soekarman, 1998, *Kapasitas Pernapasan Maksimal untuk Evaluasi Faal Paru-paru*, Surabaya: Universitas Airlangga.
- Soekarman, 1987, *Dasar Olahraga untuk Pembina, Pelatih dan Atlet*, Jakarta: Inti Idayu Press.
- Stone, W.J., 1987. *Adult Fitness Programs: Planning, Designing, Managing and Improving Fitness Programs*, London: Scott, Foresman and Company.
- Strauss, R.H., 1979. *Sport Medicine and Physiology*, Philadelphia: W.B. Saunders Company.
- Subagyo, 1996, *Traktus Respiratorius*, Laboratorium Anatomi Histologi, Universitas Airlangga Surabaya.
- Sudjana, N., 1988. *Tuntunan Penyusunan Karya Ilmiah, Makalah, Skripsi, Tesis, Disertasi*, Bandung: C.V. Sinar Baru.
- Suharsimi, A., 1989. *Prosedur Penelitian suatu Pendekatan Praktik*, Jakarta: PT. Bina Aksara.
- Sutrisnohadi, 1983. *Statistik*, Yogyakarta: Yayasan Penerbitan Fakultas Psikologi, Universitas Gajahmada.
- Thomas, J.R., dan Nelson, J.K., 1990. *Research Methods in Physical Activity*, Second edition, Illinois: Human Kinetics Books.

- Triola, M.F., 1995. *Elementary Statistics*, Sixth edition, Philadelphia: Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
- Verducci, F.M., 1980. *Measurement Concepts in Physical Education*, London: The C.V. Mosby Company.
- Verenando, A., 1975. Medical Aspects of Sports Training and Coaching, dalam Wieczorek, E. (Ed), *Problems of Sports Medicine and of Sport Training and Coaching* p.p. 137-141. Olympic Solidarity of the International Olympic Committee.
- West, J.B., 1985. *Physiological Basis of Medical Practice*, Eleventh edition, London: Williams & Wilkins.
- Whipp, B., 1978. Respiration during Muscular Exercise, dalam *Basic Book of Sports Medicine*, Olympic Solidarity of the International Olympic Committee.
- Wuest, D.E., 1995. *Foundations of Physical Education and Sport*, 12th edition, St.Luis: Mosby-Year Book, Inc.
- Zainuddin, M., 1988. *Metodologi Penelitian*, Fakultas Farmasi Universitas Airlangga Surabaya.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1.

JADWAL KEGIATAN PENELITIAN

Jenis Kegiatan	1999/2000											
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	
1. Studi Kepustakaan	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
2. Menyusun Usulan	XX	XX	XX									
3. Persiapan Penelitian			XX	XX	XX							
4. Pelaksanaan Penelitian						XX	XX	XX	XX			
5. Pengumpulan Data						XX	XX	XX	XX			
6. Analisis Data										XX	X	
7. Penulisan Laporan										XX	XX	
8. Ujian											X	X
9. Revisi												XX

Lampiran 2.

CARA MENYAMAKAN BEBAN LATIHAN

- 1) Menentukan intensitas latihan fisik menggunakan respons denyut jantung. Rumus untuk menentukan intensitas latihan adalah sebagai berikut (Lamb, 1984:198):

$$\text{HR Ex.} = \text{HR Rest} + \% (\text{HR Max.} - \text{HR Rest})$$

Keterangan:

HR Ex. = denyut jantung latihan

HR Rest = denyut jantung istirahat (diambil dalam keadaan duduk)

HR Max. = prediksi denyut jantung maksimal (220 - umur)

% = prosentase intensitas dari HR Max - HR Rest

- 2) Menentukan beban latihan untuk kelompok latihan fisik aerobik adalah respons *steady state* denyut jantung mencapai 60% *Heart Rate Reserve + Heart Rate rest*. Beban latihan untuk kelompok latihan fisik anaerobik adalah respons *steady state* denyut jantung mencapai 80% *Heart Rate Reserve + Heart Rate rest*.
- 3) Kelompok latihan aerobik diberikan latihan naik turun bangku setinggi 30 centimeter. Untuk mencapai respons denyut jantung 60% *Heart Rate Reserve + Heart Rate rest* diperlukan waktu antara hingga 5 menit 25 detik untuk 131 langkah hingga 4 menit 50 detik untuk 136 gerak langkah. Sehingga latihan naik turun bangku dilaksanakan dengan frekuensi gerak langkah antara 25 - 30 gerak langkah permenit. Dilaksanakan terus menerus sebanyak 450 gerak langkah.

- 4) Kelompok latihan anaerobik diberikan latihan naik turun bangku setinggi 30 centimeter dengan frekuensi antara 40 - 45 gerak langkah permenit. Untuk mencapai 80% *Heart Rate Reserve + Heart Rate rest* diperlukan waktu antara 1 menit 40 detik dengan 45 gerak langkah permenit hingga 1 menit 52 detik dengan 40 gerak langkah permenit. Untuk itu latihan naik turun bangku dilaksanakan 75 gerak langkah dalam 6 set dengan interval istirahat 3 menit.
- 5) Latihan fisik aerobik dilaksanakan sebagai berikut:
- a. Bentuk latihan : naik turun bangku
 - b. Repetisi : 450 kali gerakan naik turun bangku
 - c. Set : 1
 - d. Beban : 25 - 30 kali gerakan per menit
 - e. Intensitas : 60% HRR + HR Rest
 - f. Frekuensi : 3 kali dalam seminggu
 - g. Program : 6 minggu
- 6) Latihan fisik anaerobik dilaksanakan sebagai berikut:
- a. Bentuk latihan : naik turun bangku
 - b. Repetisi : 75 kali gerakan naik turun bangku
 - c. Set : 6
 - d. Beban : 40 - 45 kali gerakan per menit
 - e. Istirahat : 3 menit, pasif
 - f. Intensitas : 80% HRR + HR Rest
 - g. Frekuensi : 3 kali dalam seminggu
 - h. Program : 6 minggu

Lampiran 3.

PETUNJUK PELAKSANAAN LATIHAN NAIK TURUN BANGKU

Persiapan: Sikap permulaan orang coba berdiri tegak menghadap bangku.

Pelaksanaan: Langkah naik bangku diawali kaki kiri, berikutnya diikuti kaki kanan melangkah naik bangku di samping kaki kiri. Pada waktu dua kaki berdampingan, posisi badan berdiri tegak, dua tungkai kaki harus lurus. Selanjutnya langkah pertama turun bangku diawali kaki kiri, dilanjutkan kaki kanan melangkah turun bangku sampai kembali ke sikap tegak seperti pada sikap permulaan. Gerakan langkah kaki naik turun bangku tersebut dilakukan berulang-ulang mengikuti irama metronom yang telah diatur sesuai dengan ketentuan jumlah langkah per menit masing-masing orang coba. Dari langkah kaki kiri naik bangku sampai dengan kaki kanan turun bangku kembali dihitung sebagai satu kali gerakan.

Ketentuan latihan untuk masing-masing kelompok:

Untuk kelompok latihan fisik aerobik melakukan latihan fisik naik turun bangku sebanyak 450 kali gerakan terus menerus, dengan beban antara 25 - 30 kali gerakan langkah per menit. Sehingga waktu yang digunakan untuk latihan naik turun bangku kelompok aerobik adalah 15 menit.

Untuk kelompok latihan fisik anaerobik melakukan latihan fisik naik turun bangku sebanyak 75 kali gerakan, dengan 40 - 45 kali gerakan per menit, dilakukan 6 set dan lama interval 3 menit.

Lampiran 4: Gambar hasil pemeriksaan kapasitas vital, kapasitas pernapasan maksimal dan maximal mid-expiratory flow.

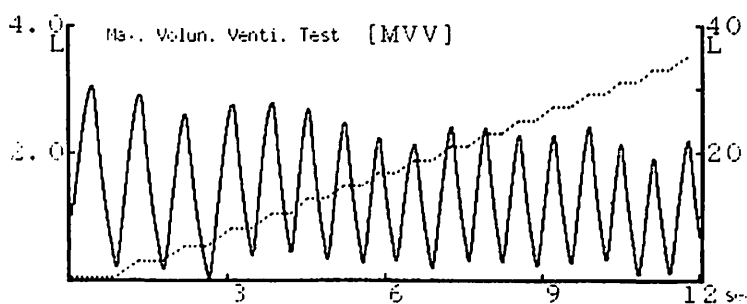
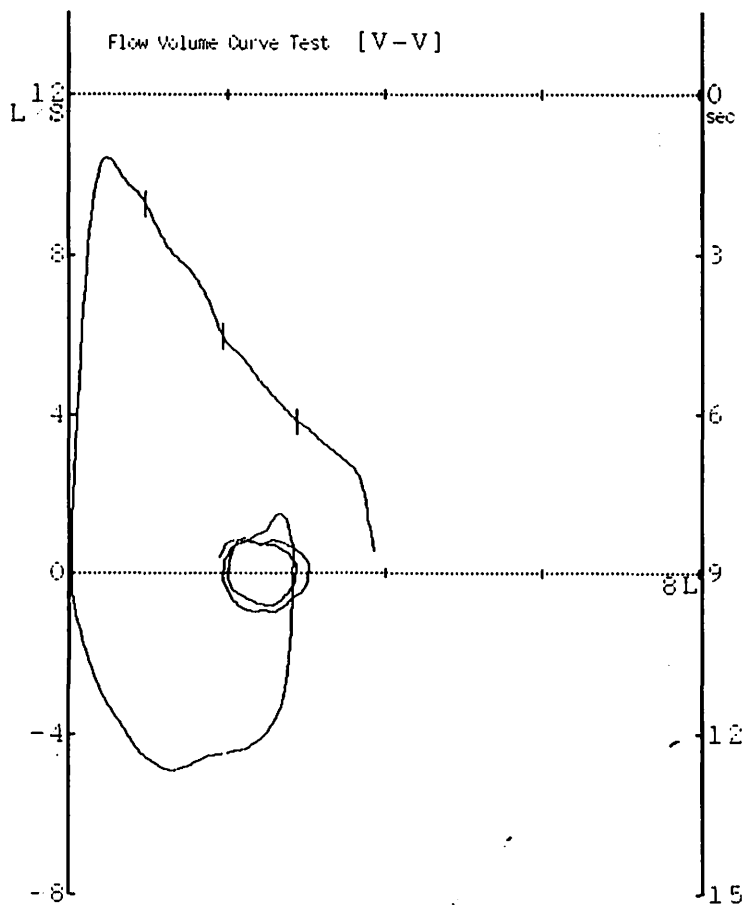
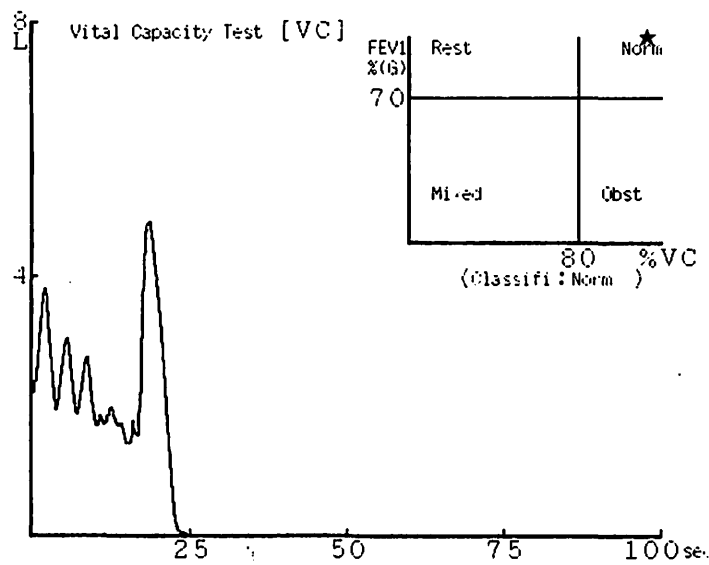
Test Report

Name : SUMARTONO : Male
 Date : 99 / 8 / 19
 ID No. : 74
 Age : 16 Height : 171 cm
 Weight : 62 Kg B S A : 1.726 m²
 Temp : 28 °C

Test Para.	Unit	Meas	Pred	%Pred
V C L		4.84	4.25	113.9 %
T V L		0.94	-----	-----
E R V L		1.71	-----	-----
I R V L		2.19	-----	-----
I C L		3.13	-----	-----
F E F R	L/S	10.54	9.53	110.6 %
V 7 5	L/S	9.38	8.49	110.5 %
V 5 0	L/S	6.10	6.31	96.7 %
V 2 5	L/S	3.84	3.73	102.9 %
V 1 0	L/S	2.88	-----	-----
V50/V25		1.59	-----	-----
V75/HT	L S/m	5.49	-----	-----
V50/HT	L S/m	3.57	-----	-----
V25/HT	L S/m	2.25	1.63	138.0 %
M V V	L min	192.0	134.7	142.5 %
T V L		2.18	-----	-----
R - R	*1	16	-----	-----
MVV/ESA	*2	111.2	-----	-----
A V I	L	1.25	-----	-----

*1: R. Rate 12sec *2: L/min/m2

Test Para.	Meas	Pred	BL1	BL2	Judg
% V C	113.9	100.0	80.0	60.0	F-
FEV1% (G)	100.0	85.8	78.6	64.3	F-
V25/HT	2.25	1.63	1.31	1.00	F-



Lampiran 5. Penghitungan besar sampel

HASIL PRES-TEST DAN POST-TEST PENELITIAN PENDAHULUAN

	Pre-Test		Post-test	
	Kel. Aerobik	Kel. Anaerobik	Kel Aerobik	Kel Anaerobik
	3,39	3,35	3,42	3,87
	3,17	3,28	3,27	3,84
	3,08	3,04	3,16	3,55
	2,97	2,99	3,01	3,38
	2,86	2,81	2,93	3,36
	2,76	2,81	2,84	3,16
	2,71	2,69	2,75	2,95
	2,55	2,65	2,62	2,92
	2,51	2,46	2,64	2,97
	2,39	2,44	2,54	2,91
SUM	28,39	28,52	29,18	32,91
MEAN	2,84	2,85	2,92	3,29
SD	0,30	0,30	0,28	0,35
f	0,05		0,05	
Za	1,96		1,96	
Zb	1,28		1,28	

Penghitungan besar sampel penelitian (n) menggunakan rumus Higgin dan Klinbaum (1985):

$$n = \frac{1}{1 - f} \times \frac{2 (Za + Zb)^2 \times Sc^2}{(Xc - Xt)^2}$$

$$n = \frac{1,0}{0,95} \times \frac{2 \times (3,24)^2 \times 0,35^2}{-0,37^2}$$

$$n = 1,05 \times \frac{2 \times 10,498 \times 0,12}{0,14}$$

$$n = 1,05 \times \frac{2,59}{0,14} = 1,05 \times 18,64$$

$$n = 19,63$$

Lampiran 6.

HASIL PENGUMPULAN DATA PENELITIAN PRE-TEST
VARIABEL MODERATOR

KELOMPOK AEROBIK

NO.	N A M A	UMUR	BB	TB	PT
1.	SM	16	62,20	171	97
2.	PPY	16	56,30	162	92
3.	ES	17	54,90	162	90
4.	GSCN	16	53,50	166	89
5.	SB	17	94,00	163	85
6.	HWW	17	47,10	165	91
7.	EP	15	44,70	162	93
8.	WY	17	44,30	161	90
9.	AS	15	46,40	161	91
10.	TMP	17	42,90	153	87
11.	AR	16	44,80	163	92
12.	IT	16	50,10	165	101
13.	DWS	16	44,40	168	98
14.	RS	17	54,30	157	89
15.	SRB	17	53,00	169	98
16.	AA	15	43,10	165	92
17.	AK	15	40,60	153	86
18.	PML	16	48,10	166	93
19.	RA	15	38,90	149	84
20.	NSA	15	41,40	157	81
	MEAN	16,050	50,250	161,900	90,950
	SD	0,805	11,650	5,522	4,904

Keterangan:

BB = Berat Badan (kilogram)

TB = Tinggi Badan (centimeter)

PT = Panjang Tungkai (centimeter)

Lanjutan lampiran 6.

KELOMPOK ANAEROBIK

NO.	N A M A	UMUR	BB	TB	PT
1.	MBR	17	52,30	169	87
2.	AHS	15	61,90	173	93
3.	DW	17	56,20	168	97
4.	HP	15	53,30	173	93
5.	ECH	16	52,00	164	97
6.	NAP	16	57,00	171	97
7.	WTFA	15	41,30	155	85
8.	RAZ	16	47,40	157	93
9.	AY	15	59,00	164	93
10.	AP	15	47,20	165	93
11.	DH	15	48,40	160	89
12.	AS	16	44,50	166	94
13.	WIH	16	52,80	172	104
14.	RHW	16	48,10	161	90
15.	PAS	16	50,40	166	88
16.	MIF	15	57,40	161	95
17.	MFZ	17	38,00	159	91
18.	DS	15	45,20	163	94
19.	MK	16	44,30	150	83
20.	PH	16	45,00	159	87
	MEAN	15,750	50,085	163,800	92,150
	SD	0,698	6,100	6,063	4,746

Keterangan:

BB = Berat Badan (kilogram)

TB = Tinggi Badan (centimeter)

PT = Panjang Tungkai (centimeter)

Lanjutan lampiran 6.

KELOMPOK KONTROL

NO.	N A M A	UMUR	BB	TB	PT
1.	DW	16	55,90	173	101
2.	OS	16	96,70	175	100
3.	YYH	16	50,30	162	90
4.	YLS	15	45,80	153	88
5.	OHP	16	44,10	159	86
6.	HPri	15	49,00	168	93
7.	LDS	16	41,80	161	89
8.	ASH	16	45,60	164	93
9.	YS	15	46,90	164	95
10.	YW	16	41,10	158	85
11.	SMD	16	46,30	167	93
12.	ARo	16	52,30	159	93
13.	ABP	14	45,10	163	81
14.	II	15	55,90	168	98
15.	ASet	15	42,60	158	89
16.	SAW	15	42,30	153	87
17.	AI	15	54,50	159	92
18.	AWS	16	53,30	159	87
19.	RP	15	40,40	155	84
20.	NSY	15	38,20	156	87
	MEAN	15,450	49,405	161,700	90,550
	SD	0,589	12,025	5,959	5,172

Keterangan:

BB = Berat Badan (kilogram)

TB = Tinggi Badan (centimeter)

PT = Panjang Tungkai (centimeter)

Lampiran 7.

HASIL PENGUMPULAN DATA PENELITIAN PRE-TEST
VARIABEL TERGANTUNG

KELOMPOK AEROBIK

NO.	N A M A	KV	KPM	MMF
1.	SM	4,84	192,00	6,10
2.	PPY	4,16	136,30	3,84
3.	ES	4,09	147,50	5,96
4.	GSCN	3,82	163,40	6,19
5.	SB	3,75	91,50	4,63
6.	HWW	3,55	141,50	5,11
7.	EP	3,53	147,50	5,00
8.	WY	3,36	129,20	6,14
9.	AS	3,33	107,60	5,42
10.	TMP	3,26	112,10	4,45
11.	AR	3,20	149,10	5,47
12.	IT	3,12	75,30	5,89
13.	DWS	3,11	102,90	5,32
14.	RS	3,02	125,00	5,58
15.	SRB	2,99	141,60	7,07
16.	AA	2,82	91,20	3,10
17.	AK	2,79	123,50	4,36
18.	PML	2,62	114,70	5,19
19.	RA	2,62	130,10	4,03
20.	NSA	2,30	88,70	4,65
	MEAN	3,314	125,535	5,175
	SD	0,591	27,739	0,924

Keterangan:

KV = Kapasitas Vital (liter)

KPM = Kapasitas Pernapasan Maksimal (liter/menit)

MMF = Maximal Midexpiratory Flow Rate (liter/detik)

Lanjutan lampiran 7.

KELOMPOK ANAEROBIK

NO.	N A M A	KV	KPM	MMF
1.	MBR	4,81	164,90	5,74
2.	AHS	4,19	192,00	5,78
3.	DW	4,07	182,30	7,76
4.	HP	3,72	118,20	4,10
5.	ECH	3,66	113,10	5,55
6.	NAP	3,56	161,60	6,64
7.	WTFA	3,52	101,00	5,35
8.	RAZ	3,36	119,90	5,89
9.	AY	3,33	149,10	5,43
10.	AP	3,28	119,40	4,40
11.	DH	3,18	99,90	4,96
12.	AS	3,15	141,90	7,43
13.	WIH	3,11	169,00	6,58
14.	RHW	3,08	154,10	8,32
15.	PAS	2,95	125,70	4,91
16.	MIF	2,82	123,60	3,99
17.	MFZ	2,78	104,70	4,22
18.	DS	2,65	140,60	5,24
19.	MK	2,61	112,00	5,32
20.	PH	2,38	76,40	4,32
	MEAN	3,311	133,470	5,597
	SD	0,574	29,630	1,196

Keterangan:

KV = Kapasitas Vital (liter)

KPM = Kapasitas Pernapasan Maksimal (liter/menit)

MMF = Maximal Midexpiratory Flow Rate (liter/detik)

Lanjutan lampiran 7.

KELOMPOK KONTROL

NO.	N A M A	KV	KPM	MMF
1.	DW	4,67	166,80	6,17
2.	OS	4,53	159,40	6,32
3.	YYH	3,88	131,50	4,78
4.	YLS	3,88	152,50	2,74
5.	OHP	3,64	158,40	6,59
6.	HPri	3,56	123,10	3,61
7.	LDS	3,42	145,60	4,17
8.	ASH	3,41	123,10	5,85
9.	YS	3,30	116,80	4,83
10.	YW	3,29	148,90	6,77
11.	SMD	3,15	125,60	4,21
12.	ARo	3,15	156,40	5,97
13.	ABP	3,10	93,70	3,29
14.	II	3,09	167,70	6,49
15.	ASet	2,95	87,40	2,73
16.	SAW	2,84	92,70	5,03
17.	AI	2,76	111,60	4,79
18.	AWS	2,68	140,00	5,08
19.	RP	2,57	97,60	4,16
20.	NSY	2,41	99,40	3,51
	MEAN	3,314	129,910	4,855
	SD	0,580	25,971	1,259

Keterangan:

KV = Kapasitas Vital (liter)

KPM = Kapasitas Pernapasan Maksimal (liter/menit)

MMF = Maximal Midexpiratory Flow Rate (liter/detik)

Lampiran 8.

HASIL PENGUMPULAN DATA PENELITIAN MID-TEST
VARIABEL MODERATOR

KELOMPOK AEROBIK

NO.	N A M A	UMUR	BB	TB	PT
1.	SM	16	62,90	171	97
2.	PPY	16	57,10	163	92
3.	ES	17	55,50	163	90
4.	GSCN	16	54,70	167	89
5.	SB	17	93,70	163	85
6.	HWW	17	48,40	165	91
7.	EP	15	45,90	163	93
8.	WY	17	45,40	162	91
9.	AS	15	47,70	162	91
10.	TMP	17	44,60	153	87
11.	AR	16	46,10	163	92
12.	IT	16	51,50	165	101
13.	DWS	16	45,40	168	98
14.	RS	17	56,70	157	89
15.	SRB	17	53,90	169	98
16.	AA	15	45,30	165	92
17.	AK	15	42,60	153	87
18.	PML	16	51,20	166	93
19.	RA	15	42,20	150	84
20.	NSA	15	43,40	158	82
	MEAN	16,050	51,710	162,300	91,100
	SD	0,805	11,128	5,405	4,753

Keterangan:

BB = Berat Badan (kilogram)

TB = Tinggi Badan (centimeter)

PT = Panjang Tungkai (centimeter)

Lanjutan lampiran 8.

KELOMPOK ANAEROBIK

NO.	N A M A	UMUR	BB	TB	PT
1.	MBR	17	52,30	169	87
2.	AHS	15	61,90	173	93
3.	DW	17	56,20	168	97
4.	HP	15	53,30	173	93
5.	ECH	16	52,00	164	97
6.	NAP	16	57,00	171	97
7.	WTFA	15	41,30	156	86
8.	RAZ	16	47,40	157	93
9.	AY	15	59,00	165	94
10.	AP	15	47,20	165	93
11.	DH	15	48,40	160	89
12.	AS	16	44,50	166	94
13.	WIH	16	52,80	172	104
14.	RHW	16	48,10	162	90
15.	PAS	16	50,40	166	88
16.	MIF	15	57,40	161	95
17.	MFZ	17	38,00	159	91
18.	DS	15	45,20	164	94
19.	MK	16	44,30	151	84
20.	PH	16	45,00	159	87
	MEAN	15,750	50,085	164,050	92,300
	SD	0,698	6,100	5,861	4,595

Keterangan:

BB = Berat Badan (kilogram)

TB = Tinggi Badan (centimeter)

PT = Panjang Tungkai (centimeter)

Lanjutan lampiran 8.

KELOMPOK KONTROL

NO.	N A M A	UMUR	BB	TB	PT
1.	DW	16	55,90	173	101
2.	OS	16	96,70	175	100
3.	YYH	16	50,30	162	91
4.	YLS	15	45,80	153	88
5.	OHP	16	44,10	159	86
6.	HPri	15	49,00	168	93
7.	LDS	16	41,80	161	89
8.	ASH	16	45,60	164	93
9.	YS	15	46,90	164	95
10.	YW	16	41,10	158	86
11.	SMD	16	46,30	167	93
12.	ARo	16	52,30	159	93
13.	ABP	14	45,10	163	82
14.	II	15	55,90	168	98
15.	ASet	15	42,60	159	89
16.	SAW	15	42,30	154	87
17.	AI	15	54,50	160	92
18.	AWS	16	53,30	159	87
19.	RP	15	40,40	155	85
20.	NSY	15	38,20	156	87
	MEAN	15,450	49,405	161,850	90,750
	SD	0,589	12,025	5,842	4,969

Keterangan:

BB = Berat Badan (kilogram)

TB = Tinggi Badan (centimeter)

PT = Panjang Tungkai (centimeter)

Lampiran 9.

HASIL PENGUMPULAN DATA PENELITIAN MID-TEST
VARIABEL TERGANTUNG

KELOMPOK AEROBIK

NO.	N A M A	KV	KPM	MMF
1.	SM	4,86	184,30	6,26
2.	PPY	4,32	151,60	3,95
3.	ES	4,18	137,60	6,05
4.	GSCN	4,02	173,30	6,32
5.	SB	3,86	112,80	4,48
6.	HWW	3,41	135,40	5,22
7.	EP	3,55	153,70	5,07
8.	WY	3,47	136,90	6,25
9.	AS	3,39	110,70	5,31
10.	TMP	3,40	121,40	4,52
11.	AR	3,05	159,40	5,07
12.	IT	3,17	82,70	5,66
13.	DWS	3,16	122,60	5,47
14.	RS	3,16	122,50	5,61
15.	SRB	3,21	153,10	6,65
16.	AA	2,89	109,20	3,34
17.	AK	2,62	137,30	4,51
18.	PML	2,83	125,40	5,32
19.	RA	2,67	138,90	4,16
20.	NSA	2,47	104,80	4,52

MEAN	3,385	133,680	5,187
SD	0,597	23,901	0,861

Keterangan:

KV = Kapasitas Vital (liter)

KPM = Kapasitas Pernapasan Maksimal (liter/menit)

MMF = Maximal Midexpiratory Flow Rate (liter/detik)

Lanjutan lampiran 9.

KELOMPOK ANAEROBIK

NO.	N A M A	KV	KPM	MMF
1.	MBR	4,86	155,70	5,89
2.	AHS	4,31	181,20	5,56
3.	DW	4,19	101,80	7,84
4.	HP	3,76	137,80	7,22
5.	ECH	3,73	117,30	5,41
6.	NAP	3,68	148,40	6,27
7.	WTFA	3,42	114,50	5,48
8.	RAZ	3,29	127,10	5,72
9.	AY	3,51	143,40	5,57
10.	AP	3,43	131,60	4,56
11.	DH	3,26	112,30	5,12
12.	AS	3,17	148,10	7,42
13.	WIH	3,02	153,90	6,37
14.	RHW	3,10	158,70	7,73
15.	PAS	3,19	139,40	4,64
16.	MIF	2,94	135,30	3,99
17.	MFZ	2,76	115,40	4,07
18.	DS	2,77	148,10	5,12
19.	MK	2,79	119,20	5,38
20.	PH	2,43	91,60	4,14
	MEAN	3,381	134,040	5,675
	SD	0,574	21,244	1,143

Keterangan:

KV = Kapasitas Vital (liter)

KPM = Kapasitas Pernapasan Maksimal (liter/menit)

MMF = Maximal Midexpiratory Flow Rate (liter/detik)

Lanjutan lampiran 9.

KELOMPOK KONTROL

NO.	N A M A	KV	KPM	MMF
1.	DW	4,79	153,60	5,87
2.	OS	4,52	171,50	6,43
3.	YYH	3,95	145,10	4,91
4.	YLS	3,91	144,20	3,27
5.	OHP	3,36	147,80	6,86
6.	HPri	3,47	126,30	3,78
7.	LDS	3,53	133,10	4,02
8.	ASH	3,68	134,40	5,62
9.	YS	3,24	129,60	4,95
10.	YW	3,13	146,30	6,86
11.	SMD	3,22	141,20	4,49
12.	ARo	3,26	158,60	5,74
13.	ABP	3,02	114,90	3,62
14.	II	3,04	146,10	6,68
15.	ASet	2,79	108,70	3,01
16.	SAW	2,81	116,20	4,87
17.	AI	2,86	117,30	4,93
18.	AWS	2,77	146,40	5,26
19.	RP	2,62	108,90	4,24
20.	NSY	2,44	106,70	3,86
	MEAN	3,321	134,845	4,964
	SD	0,595	17,830	1,162

Keterangan:

KV = Kapasitas Vital (liter)

KPM = Kapasitas Pernapasan Maksimal (liter/menit)

MMF = Maximal Midexpiratory Flow Rate (liter/detik)

Lampiran 10.

HASIL PENGUMPULAN DATA PENELITIAN POST-TEST
VARIABEL MODERATOR

KELOMPOK AEROBIK

NO.	N A M A	UMUR	BB	TB	PT
1.	SM	16	53,80	171	97
2.	PPY	16	57,40	164	92
3.	ES	17	55,60	163	91
4.	GSCN	16	54,70	167	89
5.	SB	17	97,10	163	85
6.	HWW	17	47,80	165	91
7.	EP	15	46,20	163	94
8.	WY	17	45,90	163	91
9.	AS	15	47,90	162	92
10.	TMP	17	44,30	154	88
11.	AR	16	46,50	163	92
12.	IT	16	51,80	165	101
13.	DWS	16	45,80	168	98
14.	RS	17	56,90	158	89
15.	SRB	17	54,10	169	98
16.	AA	15	45,90	164	93
17.	AK	15	42,70	154	87
18.	PML	16	51,20	166	93
19.	RA	15	42,30	151	85
20.	NSA	15	43,60	158	82
	MEAN	16,050	51,575	162,550	91,400
	SD	0,805	11,476	5,064	4,673

Keterangan:

BB = Berat Badan (kilogram)

TB = Tinggi Badan (centimeter)

PT = Panjang Tungkai (centimeter)

Lanjutan lampiran 10.

KELOMPOK ANAEROBIK

NO.	N A M A	UMUR	BB	TB	PT
1.	MBR	17	53,60	170	87
2.	AHS	15	64,10	173	93
3.	DW	17	59,40	168	97
4.	HP	15	53,40	173	93
5.	ECH	16	52,10	164	97
6.	NAP	16	59,20	171	97
7.	WTFA	15	42,50	156	86
8.	RAZ	16	49,60	157	93
9.	AY	15	59,90	165	94
10.	AP	15	48,60	165	93
11.	DH	15	49,70	160	90
12.	AS	16	46,40	166	94
13.	WIH	16	54,50	172	104
14.	RHW	16	50,20	162	91
15.	PAS	16	52,60	166	88
16.	MIF	15	59,50	161	95
17.	MFZ	17	40,60	160	91
18.	DS	15	46,00	164	94
19.	MK	16	45,70	153	84
20.	PH	16	47,20	160	87
	MEAN	15,750	51,740	164,300	92,400
	SD	0,698	6,155	5,613	4,543

Keterangan:

BB = Berat Badan (kilogram)

TB = Tinggi Badan (centimeter)

PT = Panjang Tungkai (centimeter)

Lanjutan lampiran 10.

KELOMPOK KONTROL

NO.	N A M A	UMUR	BB	TB	PT
1.	DW	16	57,60	173	101
2.	OS	16	96,10	175	100
3.	YYH	16	51,50	163	91
4.	YLS	15	47,60	155	89
5.	OHP	16	44,70	159	86
6.	HPri	15	49,80	168	93
7.	LDS	16	43,60	162	89
8.	ASH	16	46,40	164	93
9.	YS	15	47,70	164	95
10.	YW	16	41,90	159	86
11.	SMD	16	49,10	167	93
12.	ARo	16	53,50	159	93
13.	ABP	14	46,60	163	83
14.	II	15	57,50	168	98
15.	ASet	15	44,20	159	89
16.	SAW	15	43,70	155	87
17.	AI	15	56,60	161	92
18.	AWS	16	55,40	159	87
19.	RP	15	41,70	155	84
20.	NSY	15	40,10	156	87
	MEAN	15,450	50,765	162,200	90,800
	SD	0,589	11,675	5,591	4,925

Keterangan:

BB = Berat Badan (kilogram)

TB = Tinggi Badan (centimeter)

PT = Panjang Tungkai (centimeter)

Lampiran 11.

HASIL PENGUMPULAN DATA PENELITIAN POST-TEST
VARIABEL TERGANTUNG

KELOMPOK AEROBIK

NO.	N A M A	KV	KPM	MMF
1.	SM	4,50	192,90	5,56
2.	PPY	3,96	143,50	3,26
3.	ES	3,98	179,20	5,00
4.	GSCN	4,05	173,50	6,12
5.	SB	3,86	104,20	4,40
6.	HWW	3,70	163,30	4,92
7.	EP	3,35	111,70	5,03
8.	WY	3,88	130,90	7,15
9.	AS	3,33	121,10	4,76
10.	TMP	3,95	128,10	4,71
11.	AR	3,63	146,50	5,36
12.	IT	3,03	110,10	5,40
13.	DWS	3,20	127,90	5,74
14.	RS	3,06	137,50	5,55
15.	SRB	3,30	142,70	5,88
16.	AA	3,18	136,10	5,01
17.	AK	2,93	121,50	5,08
18.	PML	3,07	132,90	5,53
19.	RA	2,46	116,90	4,73
20.	NSA	2,52	112,80	4,87
	MEAN	3,447	136,665	5,203
	SD	0,523	23,698	0,748

Keterangan:

KV = Kapasitas Vital (liter)

KPM = Kapasitas Pernapasan Maksimal (liter/menit)

MMF = Maximal Midexpiratory Flow Rate (liter/detik)



Lanjutan lampiran 11.

KELOMPOK ANAEROBIK

NO.	N A M A	KV	KPM	MMF
1.	MBR	3,85	122,10	4,12
2.	AHS	4,32	194,10	6,98
3.	DW	4,04	155,80	7,54
4.	HP	4,36	157,70	6,06
5.	ECH	3,88	131,20	5,11
6.	NAP	3,87	152,30	4,64
7.	WTF A	3,45	112,10	5,16
8.	RAZ	3,31	132,90	5,76
9.	AY	3,37	137,30	4,85
10.	AP	3,67	127,30	3,54
11.	DH	3,26	99,90	4,96
12.	AS	3,12	144,50	6,77
13.	WIH	3,56	140,10	5,51
14.	RHW	3,29	151,80	7,71
15.	PAS	3,09	141,80	3,83
16.	MIF	3,61	128,80	5,81
17.	MFZ	2,72	105,80	3,74
18.	DS	2,50	126,10	4,95
19.	MK	2,63	117,40	5,52
20.	PH	2,57	104,30	5,78
	MEAN	3,424	134,165	5,417
	SD	0,535	21,679	1,160

Keterangan:

KV = Kapasitas Vital (liter)

KPM = Kapasitas Pernapasan Maksimal (liter/menit)

MMF = Maximal Midexpiratory Flow Rate (liter/detik)

Lanjutan lampiran 11.

KELOMPOK KONTROL

NO.	N A M A	KV	KPM	MMF
1.	DW	4,77	188,20	6,20
2.	OS	4,24	178,40	6,16
3.	YYH	3,65	137,20	3,84
4.	YLS	3,67	141,70	6,78
5.	OHP	3,79	173,70	5,78
6.	HPri	3,64	106,10	3,71
7.	LDS	3,31	155,10	4,61
8.	ASH	3,68	123,10	5,85
9.	YS	3,35	111,00	4,82
10.	YW	3,75	150,70	7,40
11.	SMD	3,34	139,00	3,92
12.	ARo	2,79	157,40	6,43
13.	ABP	3,36	92,80	2,98
14.	II	4,01	186,70	5,26
15.	ASet	2,66	77,50	2,43
16.	SAW	2,51	118,40	4,25
17.	AI	3,08	110,20	4,58
18.	AWS	2,49	135,10	5,22
19.	RP	2,62	123,70	4,85
20.	NSY	2,33	99,10	3,05
	MEAN	3,352	135,255	4,906
	SD	0,627	30,861	1,316

Keterangan:

KV = Kapasitas Vital (liter)

KPM = Kapasitas Pernapasan Maksimal (liter/menit)

MMF = Maximal Midexpiratory Flow Rate (liter/detik)

Lampiran 12.

HASIL PENGUKURAN DENYUT JANTUNG ISTIRAHAT, DENYUT JANTUNG MAKSIMAL, DENYUT JANTUNG CADANGAN DAN DENYUT JANTUNG SASARAN PERMENIT

KELOMPOK AEROBIK

NO.	NAMA	UMUR	HR ! Istirahat	HR ! Maksimal	HR ! Cadangan	HR ! SASARAN
1.	SM	16	65	204	139	148
2.	PPY	16	67	204	137	149
3.	ES	17	68	203	135	149
4.	GSCN	16	64	204	140	148
5.	SB	17	71	203	132	150
6.	HWW	17	66	203	137	148
7.	EP	15	70	205	135	151
8.	WY	17	68	203	135	149
9.	AS	15	70	205	135	151
10.	TMP	17	67	203	136	149
11.	AR	16	63	204	141	148
12.	IT	16	65	204	139	148
13.	DWS	16	68	204	136	150
14.	RS	17	67	203	136	149
15.	SRB	17	67	203	136	149
16.	AA	15	69	205	136	151
17.	AK	15	68	205	137	150
18.	PML	16	64	204	140	148
19.	RA	15	67	205	138	150
20.	NSA	15	65	205	140	149

Lanjutan lampiran 12.

KELOMPOK ANAEROBIK

NO.	NAMA	UMUR	HR Istirahat	HR Maksimal	HR Cadangan	HR SASARAN
1.	MBR	17	69	203	134	176
2.	AHS	15	68	205	137	178
3.	DW	17	64	203	139	175
4.	HP	15	65	205	140	177
5.	ECH	16	66	204	138	176
6.	NAP	16	63	204	141	176
7.	WTFA	15	68	205	137	178
8.	RAZ	16	67	204	137	177
9.	AY	15	67	205	138	177
10.	AP	15	69	205	136	178
11.	DH	15	70	205	135	178
12.	AS	16	67	204	137	177
13.	WIH	16	63	204	141	176
14.	RHW	16	65	204	139	176
15.	PAS	16	63	204	141	176
16.	MIF	15	66	205	139	177
17.	MFZ	17	64	203	139	175
18.	DS	15	68	205	137	178
19.	MK	16	67	204	137	177
20.	PH	16	65	204	139	176

**UMUR, BERAT BADAN, TINGGI BADAN DAN
PANJANG TUNGKAI MENURUT KELOMPOK**

	KELOMPOK					
	AEROBIK		ANAEROBIK		KONTROL	
	Mean	Std Dev	Mean	Std Dev	Mean	Std Dev
UMUR	16	1	16	1	15	1
BERAT BADAN	50,25	11,95	50,08	6,26	49,40	12,34
TINGGI BADAN	162	6	164	6	162	6
PANJANG TUNGKAI	91	5	92	5	91	5

**KAPASITAS VITAL AWAL, KAPASITAS PERNAFASAN AWAL DAN
MMF AWAL MENURUT KELOMPOK**

	KELOMPOK					
	AEROBIK		ANAEROBIK		KONTROL	
	Mean	Std Dev	Mean	Std Dev	Mean	Std Dev
KV AWAL	3,31	,61	3,61	,43	3,36	,61
KPM AWAL	125,53	28,46	133,47	30,40	129,91	26,65
MMF AWAL	5,18	,95	5,60	1,23	4,85	1,29

**KAPASITAS VITAL TENGAH, KAPASITAS PERNAFASAN TENGAH DAN
MMF TENGAH MENURUT KELOMPOK**

	KELOMPOK					
	AEROBIK		ANAEROBIK		KONTROL	
	Mean	Std Dev	Mean	Std Dev	Mean	Std Dev
KV TENGAH	3,39	,60	3,38	,59	3,32	,61
KPM TENGAH	133,68	24,52	134,04	21,80	134,84	18,29
MMF TENGAH	5,19	,88	5,68	1,17	4,96	1,19

**KAPASITAS VITAL AKHIR, KAPASITAS PERNAFASAN AKHIR DAN
MMF AKHIR MENURUT KELOMPOK**

	KELOMPOK					
	AEROBIK		ANAEROBIK		KONTROL	
	Mean	Std Dev	Mean	Std Dev	Mean	Std Dev
KV AKHIR	3,45	,54	3,42	,55	3,35	,64
KPM AKHIR	136,67	24,31	133,67	22,64	135,26	31,66
MMF AKHIR	5,20	,77	5,42	1,19	4,91	1,35

Oneway

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
UMUR	Between Groups	3,600	2	1,800	3,460	,038
	Within Groups	29,650	57	,520		
	Total	33,250	59			
BERAT BADAN	Between Groups	8,024	2	4,012	,036	,965
	Within Groups	6350,605	57	111,414		
	Total	6358,629	59			
TINGGI BADAN	Between Groups	53,733	2	26,867	,745	,479
	Within Groups	2055,200	57	36,056		
	Total	2108,933	59			
PANJANG TUNGKAI	Between Groups	27,733	2	13,867	,539	,586
	Within Groups	1466,450	57	25,727		
	Total	1494,183	59			

Oneway

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
KV AWAL	Between Groups	1,008	2	,504	1,652	,201
	Within Groups	17,382	57	,305		
	Total	18,390	59			
KPM AWAL	Between Groups	631,856	2	315,928	,388	,680
	Within Groups	46436,606	57	814,677		
	Total	47068,462	59			
MMF AWAL	Between Groups	5,540	2	2,770	2,040	,139
	Within Groups	77,384	57	1,358		
	Total	82,923	59			

EELOMPOK AEROBIK

DEPENDENT VARIABLE MEANS

KV1	KV2	KV3
3.314	3.395	3.447

UNIVARIATE AND MULTIVARIATE REPEATED MEASURES ANALYSIS
WITHIN SUBJECTS

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	0.180	2	0.090	3.145	0.054
ERROR	1.084	38	0.029		

SINGLE DEGREE OF FREEDOM POLYNOMIAL CONTRASTS

POLYNOMIAL TEST OF ORDER 1 (LINEAR)

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	0.177	1	0.177	4.785	0.041
ERROR	0.702	19	0.037		

POLYNOMIAL TEST OF ORDER 2 (QUADRATIC)

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	0.003	1	0.003	0.130	0.722
ERROR	0.382	19	0.020		

PAIRED SAMPLES T-TEST ON KV1 VS KV2 WITH 20 CASES

MEAN DIFFERENCE = -0.081
 SD DIFFERENCE = 0.131
 T = -2.754 DF = 19 PROB = 0.013

PAIRED SAMPLES T-TEST ON KV1 VS KV3 WITH 20 CASES

MEAN DIFFERENCE = -0.133
 SD DIFFERENCE = 0.272
 T = -2.187 DF = 19 PROB = 0.041

PAIRED SAMPLES T-TEST ON KV2 VS KV3 WITH 20 CASES

MEAN DIFFERENCE = -0.053
 SD DIFFERENCE = 0.283
 T = -0.829 DF = 19 PROB = 0.417

KELOMPOK ANAEROBIK

DEPENDENT VARIABLE MEANS

KV1	KV2	KV3
3.611	3.381	3.424

UNIVARIATE AND MULTIVARIATE REPEATED MEASURES ANALYSIS
WITHIN SUBJECTS

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	0.598	2	0.299	2.774	0.075
ERROR	4.096	38	0.108		

SINGLE DEGREE OF FREEDOM POLYNOMIAL CONTRASTS

POLYNOMIAL TEST OF ORDER 1 (LINEAR)

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	0.350	1	0.350	2.194	0.155
ERROR	3.028	19	0.159		

POLYNOMIAL TEST OF ORDER 2 (QUADRATIC)

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	0.248	1	0.248	4.418	0.049
ERROR	1.068	19	0.056		

PAIRED SAMPLES T-TEST ON KV1 VS KV2 WITH 20 CASES

MEAN DIFFERENCE = 0.230
SD DIFFERENCE = 0.448
T = 2.294 DF = 19 PROB = 0.033

PAIRED SAMPLES T-TEST ON KV1 VS KV3 WITH 20 CASES

MEAN DIFFERENCE = 0.187
SD DIFFERENCE = 0.565
T = 1.481 DF = 19 PROB = 0.155

PAIRED SAMPLES T-TEST ON KV2 VS KV3 WITH 20 CASES

MEAN DIFFERENCE = -0.043
SD DIFFERENCE = 0.356
T = -0.540 DF = 19 PROB = 0.596

KELOMPOK KONTROL

DEPENDENT VARIABLE MEANS

KV1	KV2	KV3
3.364	3.321	3.352

UNIVARIATE AND MULTIVARIATE REPEATED MEASURES ANALYSIS
WITHIN SUBJECTS

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	0.020	2	0.010	0.154	0.858
ERROR	2.499	38	0.066		

SINGLE DEGREE OF FREEDOM POLYNOMIAL CONTRASTS

POLYNOMIAL TEST OF ORDER 1 (LINEAR)

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	0.001	1	0.001	0.016	0.902
ERROR	1.758	19	0.093		

POLYNOMIAL TEST OF ORDER 2 (QUADRATIC)

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	0.019	1	0.019	0.481	0.496
ERROR	0.741	19	0.039		

PAIRED SAMPLES T-TEST ON KV1 VS KV2 WITH 20 CASES

MEAN DIFFERENCE = 0.044
 SD DIFFERENCE = 0.288
 T = 0.675 DF = 19 PROB = 0.508

PAIRED SAMPLES T-TEST ON KV1 VS KV3 WITH 20 CASES

MEAN DIFFERENCE = 0.012
 SD DIFFERENCE = 0.430
 T = 0.125 DF = 19 PROB = 0.902

PAIRED SAMPLES T-TEST ON KV2 VS KV3 WITH 20 CASES

MEAN DIFFERENCE = -0.032
 SD DIFFERENCE = 0.356
 T = -0.396 DF = 19 PROB = 0.696

LEVELS ENCOUNTERED DURING PROCESSING ARE:

KEL
 1.000 2.000 3.000

DEPENDENT VARIABLE MEANS

	KV1	KV2	KV3
	3.430	3.365	3.408

LEAST SQUARES MEANS.

KEL = 1.000 N OF CASES = 20.000

	KV1	KV2	KV3
LS. MEAN	3.314	3.395	3.447
SE	0.123	0.134	0.129

KEL = 2.000 N OF CASES = 20.000

	KV1	KV2	KV3
LS. MEAN	3.611	3.381	3.424
SE	0.123	0.134	0.129

KEL = 3.000 N OF CASES = 20.000

	KV1	KV2	KV3
LS. MEAN	3.364	3.321	3.352
SE	0.123	0.134	0.129

UNIVARIATE AND MULTIVARIATE REPEATED MEASURES ANALYSIS
BETWEEN SUBJECTS

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
KEL	0.498	2	0.249	0.288	0.751
ERROR	49.259	57	0.864		

WITHIN SUBJECTS

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	0.128	2	0.064	0.952	0.389
Waktu*KEL	0.670	4	0.167	2.485	0.047
ERROR	7.679	114	0.067		

SINGLE DEGREE OF FREEDOM POLYNOMIAL CONTRASTS

POLYNOMIAL TEST OF ORDER 1 (LINEAR)

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	0.015	1	0.015	0.151	0.699
Waktu*KEL	0.513	2	0.257	2.667	0.078
ERROR	5.488	57	0.096		

POLYNOMIAL TEST OF ORDER 2 (QUADRATIC)

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	0.114	1	0.114	2.960	0.091
Waktu*KEL	0.156	2	0.078	2.030	0.141
ERROR	2.191	57	0.038		

PERBANDINGAN ANTAR KELOMPOK

UNIVARIATE F TESTS

VARIABLE	SS	DF	MS	F	P
KV1	1.008	2	0.504	1.652	0.201
ERROR	17.382	57	0.305		
KV2	0.062	2	0.031	0.086	0.918
ERROR	20.484	57	0.359		
KV3	0.098	2	0.049	0.146	0.864
ERROR	19.073	57	0.335		

MULTIVARIATE TEST STATISTICS

HOTELLING-LAWLEY TRACE = 0.209
 F-STATISTIC = 1.885 DF = 6, 108 PROB = 0.090

PERBANDINGAN ANTARA KEL 1 DAN 2

UNIVARIATE F TESTS

VARIABLE	SS	DF	MS	F	P
KV1	0.879	1	0.879	2.883	0.095
ERROR	17.382	57	0.305		
KV2	0.002	1	0.002	0.005	0.941
ERROR	20.484	57	0.359		
KV3	0.006	1	0.006	0.017	0.898
ERROR	19.073	57	0.335		

MULTIVARIATE TEST STATISTICS

HOTELLING-LAWLEY TRACE = 0.198
 F-STATISTIC = 3.635 DF = 3, 55 PROB = 0.018

PERBANDINGAN ANTARA KEL 1 DAN 3

UNIVARIATE F TESTS

VARIABLE	SS	DF	MS	F	P
KV1	0.025	1	0.025	0.082	0.776
ERROR	17.382	57	0.305		
KV2	0.055	1	0.055	0.152	0.698
ERROR	20.484	57	0.359		
KV3	0.090	1	0.090	0.270	0.606
ERROR	19.073	57	0.335		

MULTIVARIATE TEST STATISTICS

HOTELLING-LAWLEY TRACE = 0.029
 F-STATISTIC = 0.524 DF = 3, 55 PROB = 0.668
 PERBANDINGAN ANTARA KEL 2 DAN 3

UNIVARIATE F TESTS

VARIABLE	SS	DF	MS	F	P
KV1	0.608	1	0.608	1.993	0.164
ERROR	17.382	57	0.305		
KV2	0.036	1	0.036	0.100	0.753
ERROR	20.484	57	0.359		
KV3	0.051	1	0.051	0.153	0.697
ERROR	19.073	57	0.335		

MULTIVARIATE TEST STATISTICS

HOTELLING-LAWLEY TRACE = 0.087
 F-STATISTIC = 1.600 DF = 3, 55 PROB = 0.200

ANAKOVA DEP VAR : KV3 IND.VAR : KEL COVARIABLE : KV1, BB,PT,TB,UMJR

LEVELS ENCOUNTERED DURING PROCESSING ARE:
KEL

1.000 2.000 3.000

DEP VAR: KV3 N: 60 MULTIPLE R: 0.790 SQUARED MULTIPLE R: 0.625

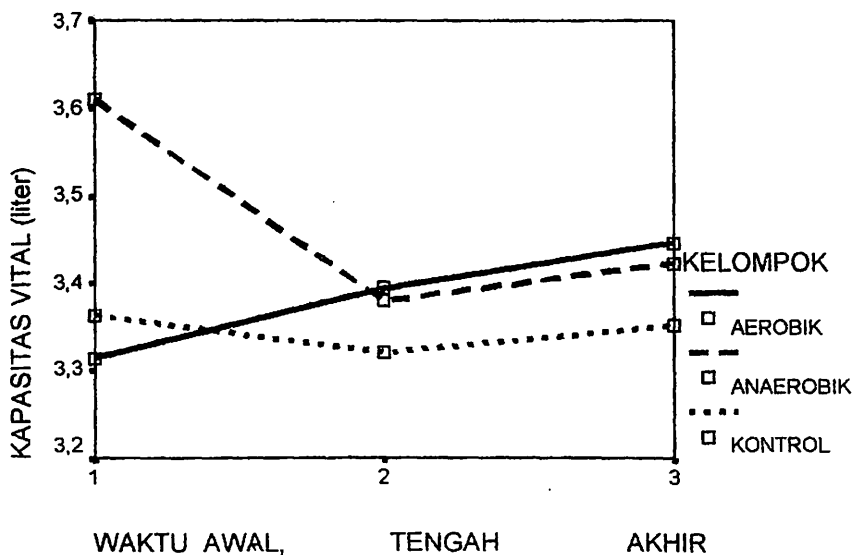
ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	SUM-OF-SQUARES	DF	MEAN-SQUARE	F-RATIO	P
KEL	0.538	2	0.269	1.946	0.153
KV1	3.122	1	3.122	22.570	0.000
BB	0.048	1	0.048	0.344	0.560
PT	0.000	1	0.000	0.001	0.972
TB	1.051	1	1.051	7.596	0.008
UMJR	0.000	1	0.000	0.001	0.976
ERROR	7.193	52	0.138		

ADJUSTED LEAST SQUARES MEANS.

KEL	=	ADJ. LS MEAN	SE	N	
KEL	=	1.000	3.526	0.088	20
KEL	=	2.000	3.280	0.086	20
KEL	=	3.000	3.417	0.086	20

KV AWAL, TENGAH DAN AKHIR
MASING-MASING KELOMPOK



KELOMPOK AEROBIK

DEPENDENT VARIABLE MEANS

KPM1	KPM2	KPM3
125.535	133.680	136.665

UNIVARIATE AND MULTIVARIATE REPEATED MEASURES ANALYSIS
WITHIN SUBJECTS

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	1327.521	2	663.760	5.044	0.011
ERROR	5000.506	38	131.592		

SINGLE DEGREE OF FREEDOM POLYNOMIAL CONTRASTS

POLYNOMIAL TEST OF ORDER 1 (LINEAR)

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	1238.769	1	1238.769	7.657	0.012
ERROR	3073.941	19	161.786		

POLYNOMIAL TEST OF ORDER 2 (QUADRATIC)

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	88.752	1	88.752	0.875	0.361
ERROR	1926.565	19	101.398		

PAIRED SAMPLES T-TEST ON KPM1 VS KPM2 WITH 20 CASES

MEAN DIFFERENCE = -8.145
 SD DIFFERENCE = 8.886
 T = -4.099 DF = 19 PROB = 0.001

PAIRED SAMPLES T-TEST ON KPM1 VS KPM3 WITH 20 CASES

MEAN DIFFERENCE = -11.130
 SD DIFFERENCE = 17.988
 T = -2.767 DF = 19 PROB = 0.012

PAIRED SAMPLES T-TEST ON KPM2 VS KPM3 WITH 20 CASES

MEAN DIFFERENCE = -2.985
 SD DIFFERENCE = 19.673
 T = -0.679 DF = 19 PROB = 0.506

KELOMPOK ANAEROBIK

DEPENDENT VARIABLE MEANS

	KPM1	KPM2	KPM3
	133.470	134.040	133.665

UNIVARIATE AND MULTIVARIATE REPEATED MEASURES ANALYSIS
WITHIN SUBJECTS

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	3.357	2	1.678	0.008	0.992
ERROR	7958.036	38	209.422		

SINGLE DEGREE OF FREEDOM POLYNOMIAL CONTRASTS

POLYNOMIAL TEST OF ORDER 1 (LINEAR)

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	0.380	1	0.380	0.002	0.967
ERROR	4057.245	19	213.539		

POLYNOMIAL TEST OF ORDER 2 (QUADRATIC)

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	2.977	1	2.977	0.014	0.905
ERROR	3900.792	19	205.305		

PAIRED SAMPLES T-TEST ON KPM1 VS KPM2 WITH 20 CASES

MEAN DIFFERENCE = -0.570
 SD DIFFERENCE = 21.626
 T = -0.118 DF = 19 PROB = 0.907

PAIRED SAMPLES T-TEST ON KPM1 VS KPM3 WITH 20 CASES

MEAN DIFFERENCE = -0.195
 SD DIFFERENCE = 20.666
 T = -0.042 DF = 19 PROB = 0.967

PAIRED SAMPLES T-TEST ON KPM2 VS KPM3 WITH 20 CASES

MEAN DIFFERENCE = 0.375
 SD DIFFERENCE = 19.020
 T = 0.088 DF = 19 PROB = 0.931

KELOMPOK KONTROL

DEPENDENT VARIABLE MEANS

KPM1	KPM2	KPM3
129.910	134.845	135.255

UNIVARIATE AND MULTIVARIATE REPEATED MEASURES ANALYSIS
WITHIN SUBJECTS

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	353.942	2	176.971	1.542	0.227
ERROR	4362.118	38	114.793		

SINGLE DEGREE OF FREEDOM POLYNOMIAL CONTRASTS

POLYNOMIAL TEST OF ORDER 1 (LINEAR)

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	285.690	1	285.690	3.554	0.075
ERROR	1527.535	19	80.397		

POLYNOMIAL TEST OF ORDER 2 (QUADRATIC)

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	68.252	1	68.252	0.457	0.507
ERROR	2834.583	19	149.189		

PAIRED SAMPLES T-TEST ON KPM1 VS KPM2 WITH 20 CASES

MEAN DIFFERENCE = -4.935
 SD DIFFERENCE = 12.751
 T = -1.731 DF = 19 PROB = 0.100

PAIRED SAMPLES T-TEST ON KPM1 VS KPM3 WITH 20 CASES

MEAN DIFFERENCE = -5.345
 SD DIFFERENCE = 12.680
 T = -1.885 DF = 19 PROB = 0.075

PAIRED SAMPLES T-TEST ON KPM2 VS KPM3 WITH 20 CASES

MEAN DIFFERENCE = -0.410
 SD DIFFERENCE = 19.115
 T = -0.096 DF = 19 PROB = 0.925

LEVELS ENCOUNTERED DURING PROCESSING ARE:

KEL
 1.000 2.000 3.000

DEPENDENT VARIABLE MEANS

	KPM1	KPM2	KPM3
	129.638	134.188	135.195

LEAST SQUARES MEANS.

KEL = 1.000 N OF CASES = 20.000

	KPM1	KPM2	KPM3
LS. MEAN	125.535	133.680	136.665
SE	6.382	4.849	5.925

KEL = 2.000 N OF CASES = 20.000

	KPM1	KPM2	KPM3
LS. MEAN	133.470	134.040	133.665
SE	6.382	4.849	5.925

KEL = 3.000 N OF CASES = 20.000

	KPM1	KPM2	KPM3
LS. MEAN	129.910	134.845	135.255
SE	6.382	4.849	5.925

UNIVARIATE AND MULTIVARIATE REPEATED MEASURES ANALYSIS
BETWEEN SUBJECTS

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
KEL	103.225	2	51.612	0.031	0.970
ERROR	95941.116	57	1683.177		

WITHIN SUBJECTS

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	1051.848	2	525.924	3.461	0.035
Waktu*KEL	632.972	4	158.243	1.042	0.389
ERROR	17320.660	114	151.936		

SINGLE DEGREE OF FREEDOM POLYNOMIAL CONTRASTS

POLYNOMIAL TEST OF ORDER 1 (LINEAR)

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	926.296	1	926.296	6.098	0.017
Waktu*KEL	598.543	2	299.272	1.970	0.149
ERROR	8658.721	57	151.907		

POLYNOMIAL TEST OF ORDER 2 (QUADRATIC)

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	125.552	1	125.552	0.826	0.367
Waktu*KEL	34.429	2	17.214	0.113	0.893
ERROR	8661.939	57	151.964		

PERBANDINGAN ANTAR KELOMPOK

UNIVARIATE F TESTS

VARIABLE	SS	DF	MS	F	P
KPM1	631.856	2	315.928	0.388	0.680
ERROR	46436.606	57	814.677		
KPM2	14.232	2	7.116	0.015	0.985
ERROR	26809.470	57	470.342		
KPM3	90.108	2	45.054	0.064	0.938
ERROR	40015.701	57	702.030		

MULTIVARIATE TEST STATISTICS

HOTELLING-LAWLEY TRACE = 0.096
 F-STATISTIC = 0.860 DF = 6, 108 PROB = 0.527

PERBANDINGAN ANTARA KEL 1 DAN 2

UNIVARIATE F TESTS

VARIABLE	SS	DF	MS	F	P
KPM1	629.642	1	629.642	0.773	0.383
ERROR	46436.606	57	814.677		
KPM2	1.296	1	1.296	0.003	0.958
ERROR	26809.470	57	470.342		
KPM3	90.000	1	90.000	0.128	0.722
ERROR	40015.701	57	702.030		

MULTIVARIATE TEST STATISTICS

HOTELLING-LAWLEY TRACE = 0.095
 F-STATISTIC = 1.733 DF = 3, 55 PROB = 0.171

PERBANDINGAN ANTARA KEL 1 DAN 3

UNIVARIATE F TESTS

VARIABLE	SS	DF	MS	F	P
KPM1	191.406	1	191.406	0.235	0.630
ERROR	46436.606	57	814.677		
KPM2	13.572	1	13.572	0.029	0.866
ERROR	26809.470	57	470.342		
KPM3	19.881	1	19.881	0.028	0.867
ERROR	40015.701	57	702.030		

MULTIVARIATE TEST STATISTICS

HOTELLING-LAWLEY TRACE = 0.022
 F-STATISTIC = 0.407 DF = 3, 55 PROB = 0.749

PERBANDINGAN ANTARA KEL 2 DAN 3
 UNIVARIATE F TESTS

VARIABLE	SS	DF	MS	F	P
KPM1	126.736	1	126.736	0.156	0.695
ERROR	46436.606	57	814.677		
KPM2	6.480	1	6.480	0.014	0.907
ERROR	26809.470	57	470.342		
KPM3	25.281	1	25.281	0.036	0.850
ERROR	40015.701	57	702.030		

MULTIVARIATE TEST STATISTICS

HOTELLING-LAWLEY TRACE = 0.027
 F-STATISTIC = 0.488 DF = 3, 55 PROB = 0.692

ANAKOVA DEP VAR : KPM3 IND, VAR : KEL DAN COVARIABLE : KPM1, BB, TB, PT, UMUR

LEVELS ENCOUNTERED DURING PROCESSING ARE:

KEL
 1.000 2.000 3.000

DEP VAR: KPM3 N: 60 MULTIPLE R: 0.557 SQUARED MULTIPLE R: 0.311

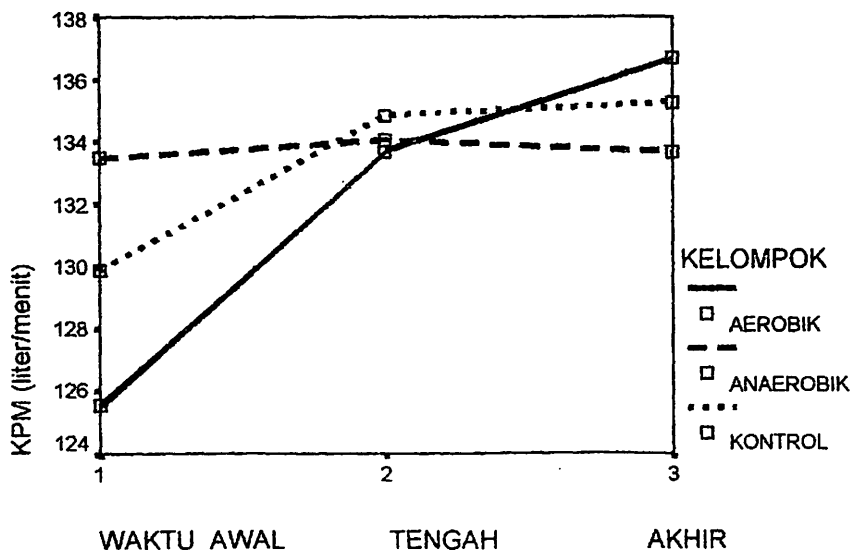
ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	SUM-OF-SQUARES	DF	MEAN-SQUARE	F-RATIO	P
KEL	612.326	2	306.163	0.587	0.560
KPM1	14483.549	1	14483.549	57.205	0.000
BB	218.504	1	218.504	0.419	0.520
PT	138.157	1	138.157	0.265	0.609
TB	2176.413	1	2176.413	4.172	0.046
UMUR	1400.667	1	1400.667	2.685	0.107
ERROR	27649.280	52	521.685		

ADJUSTED LEAST SQUARES MEANS.

KEL	=	1.000	ADJ. LS MEAN	SE	N
KEL	=	2.000	135.494	5.284	20
KEL	=	3.000	139.041	5.272	20

KPM AWAL, TENGAH DAN AKHIR
 KETIGA KELOMPOK



KELOMPOK AEROBIK

DEPENDENT VARIABLE MEANS

MMF1	MMF2	MMF3
5.175	5.187	5.203

UNIVARIATE AND MULTIVARIATE REPEATED MEASURES ANALYSIS
WITHIN SUBJECTS

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	0.008	2	0.004	0.025	0.976
ERROR	6.089	38	0.160		

SINGLE DEGREE OF FREEDOM POLYNOMIAL CONTRASTS

POLYNOMIAL TEST OF ORDER 1 (LINEAR)

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	0.008	1	0.008	0.030	0.864
ERROR	4.909	19	0.258		

POLYNOMIAL TEST OF ORDER 2 (QUADRATIC)

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	0.000	1	0.000	0.001	0.977
ERROR	1.180	19	0.062		

PAIRED SAMPLES T-TEST ON MMF1 VS MMF2 WITH 20 CASES

MEAN DIFFERENCE = -0.012
 SD DIFFERENCE = 0.188
 T = -0.285 DF = 19 PROB = 0.778

PAIRED SAMPLES T-TEST ON MMF1 VS MMF3 WITH 20 CASES

MEAN DIFFERENCE = -0.028
 SD DIFFERENCE = 0.719
 T = -0.174 DF = 19 PROB = 0.864

PAIRED SAMPLES T-TEST ON MMF2 VS MMF3 WITH 20 CASES

MEAN DIFFERENCE = -0.016
 SD DIFFERENCE = 0.640
 T = -0.112 DF = 19 PROB = 0.912

KELOMPOK ANAEROBIK

DEPENDENT VARIABLE MEANS

MMF1	MMF2	MMF3
5.597	5.675	5.417

UNIVARIATE AND MULTIVARIATE REPEATED MEASURES ANALYSIS
WITHIN SUBJECTS

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	0.700	2	0.350	0.802	0.456
ERROR	16.572	38	0.436		

SINGLE DEGREE OF FREEDOM POLYNOMIAL CONTRASTS

POLYNOMIAL TEST OF ORDER 1 (LINEAR)

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	0.322	1	0.322	0.568	0.460
ERROR	10.775	19	0.567		

POLYNOMIAL TEST OF ORDER 2 (QUADRATIC)

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	0.377	1	0.377	1.237	0.280
ERROR	5.797	19	0.305		

PAIRED SAMPLES T-TEST ON MMF1 VS MMF2 WITH 20 CASES

MEAN DIFFERENCE = -0.079
 SD DIFFERENCE = 0.743
 T = -0.472 DF = 19 PROB = 0.642

PAIRED SAMPLES T-TEST ON MMF1 VS MMF3 WITH 20 CASES

MEAN DIFFERENCE = 0.180
 SD DIFFERENCE = 1.065
 T = 0.754 DF = 19 PROB = 0.460

PAIRED SAMPLES T-TEST ON MMF2 VS MMF3 WITH 20 CASES

MEAN DIFFERENCE = 0.258
 SD DIFFERENCE = 0.964
 T = 1.197 DF = 19 PROB = 0.246

KELOMPOK KONTROL

DEPENDENT VARIABLE MEANS

MMF1	MMF2	MMF3
4.855	4.964	4.906

UNIVARIATE AND MULTIVARIATE REPEATED MEASURES ANALYSIS
WITHIN SUBJECTS

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	0.119	2	0.059	0.157	0.856
ERROR	14.425	38	0.380		

SINGLE DEGREE OF FREEDOM POLYNOMIAL CONTRASTS

POLYNOMIAL TEST OF ORDER 1 (LINEAR)

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	0.027	1	0.027	0.046	0.832
ERROR	10.895	19	0.573		

POLYNOMIAL TEST OF ORDER 2 (QUADRATIC)

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	0.092	1	0.092	0.497	0.489
ERROR	3.530	19	0.186		

PAIRED SAMPLES T-TEST ON MMF1 VS MMF2 WITH 20 CASES

MEAN DIFFERENCE = -0.109
 SD DIFFERENCE = 0.220
 T = -2.211 DF = 19 PROB = 0.039

PAIRED SAMPLES T-TEST ON MMF1 VS MMF3 WITH 20 CASES

MEAN DIFFERENCE = -0.052
 SD DIFFERENCE = 1.071
 T = -0.215 DF = 19 PROB = 0.832

PAIRED SAMPLES T-TEST ON MMF2 VS MMF3 WITH 20 CASES

MEAN DIFFERENCE = 0.058
 SD DIFFERENCE = 1.040
 T = 0.247 DF = 19 PROB = 0.807

LEVELS ENCOUNTERED DURING PROCESSING ARE:

KEL
 1.000 2.000 3.000

DEPENDENT VARIABLE MEANS

	MMF1	MMF2	MMF3
	5.209	5.275	5.175

LEAST SQUARES MEANS.

KEL = 1.000 N OF CASES = 20.000

	MMF1	MMF2	MMF3
LS. MEAN	5.175	5.187	5.203
SE	0.261	0.244	0.253

KEL = 2.000 N OF CASES = 20.000

	MMF1	MMF2	MMF3
LS. MEAN	5.597	5.675	5.417
SE	0.261	0.244	0.253

KEL = 3.000 N OF CASES = 20.000

	MMF1	MMF2	MMF3
LS. MEAN	4.855	4.964	4.906
SE	0.261	0.244	0.253

UNIVARIATE AND MULTIVARIATE REPEATED MEASURES ANALYSIS
BETWEEN SUBJECTS

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
KEL	12.953	2	6.476	2.039	0.140
ERROR	181.035	57	3.176		

WITHIN SUBJECTS

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	0.310	2	0.155	0.476	0.622
Waktu*KEL	0.516	4	0.129	0.397	0.811
ERROR	37.086	114	0.325		

SINGLE DEGREE OF FREEDOM POLYNOMIAL CONTRASTS

POLYNOMIAL TEST OF ORDER 1 (LINEAR)

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	0.033	1	0.033	0.071	0.790
Waktu*KEL	0.323	2	0.162	0.347	0.709
ERROR	26.579	57	0.466		

POLYNOMIAL TEST OF ORDER 2 (QUADRATIC)

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	0.277	1	0.277	1.501	0.226
Waktu*KEL	0.193	2	0.097	0.524	0.595
ERROR	10.507	57	0.184		

PERBANDINGAN ANTAR KELOMPOK

UNIVARIATE F TESTS

VARIABLE	SS	DF	MS	F	P
MMF1	5.540	2	2.770	2.040	0.139
ERROR	77.384	57	1.358		
MMF2	5.296	2	2.648	2.220	0.118
ERROR	67.980	57	1.193		
MMF3	2.634	2	1.317	1.032	0.363
ERROR	72.757	57	1.276		

MULTIVARIATE TEST STATISTICS

HOTELLING-LAWLEY TRACE = 0.091
 F-STATISTIC = 0.822 DF = 6, 108 PROB = 0.555

PERBANDINGAN ANTARA KEL 1 DAN 2

UNIVARIATE F TESTS

VARIABLE	SS	DF	MS	F	P
MMF1	1.777	1	1.777	1.309	0.257
ERROR	77.384	57	1.358		
MMF2	2.381	1	2.381	1.997	0.163
ERROR	67.980	57	1.193		
MMF3	0.458	1	0.458	0.359	0.552
ERROR	72.757	57	1.276		

MULTIVARIATE TEST STATISTICS

HOTELLING-LAWLEY TRACE = 0.041
 F-STATISTIC = 0.754 DF = 3, 55 PROB = 0.525

PERBANDINGAN ANTARA KEL 1 DAN 3

UNIVARIATE F TESTS

VARIABLE	SS	DF	MS	F	P
MMF1	1.027	1	1.027	0.757	0.388
ERROR	77.384	57	1.358		
MMF2	0.500	1	0.500	0.419	0.520
ERROR	67.980	57	1.193		
MMF3	0.882	1	0.882	0.691	0.409
ERROR	72.757	57	1.276		

MULTIVARIATE TEST STATISTICS

HOTELLING-LAWLEY TRACE = 0.020
 F-STATISTIC = 0.362 DF = 3, 55 PROB = 0.780

PERBANDINGAN ANTARA KEL 2 DAN 3
 UNIVARIATE F TESTS

VARIABLE	SS	DF	MS	F	P
MMF1	5.506	1	5.506	4.055	0.049
ERROR	77.384	57	1.358		
MMF2	5.062	1	5.062	4.245	0.044
ERROR	67.980	57	1.193		
MMF3	2.611	1	2.611	2.046	0.158
ERROR	72.757	57	1.276		

MULTIVARIATE TEST STATISTICS

HOTELLING-LAWLEY TRACE = 0.076
 F-STATISTIC = 1.396 DF = 3, 55 PROB = 0.254

EVELS ENCOUNTERED DURING PROCESSING ARE:

KEL 1.000 2.000 3.000

DEP VAR: MMF3 N: 60 MULTIPLE R: 0.675 SQUARED MULTIPLE R: 0.455

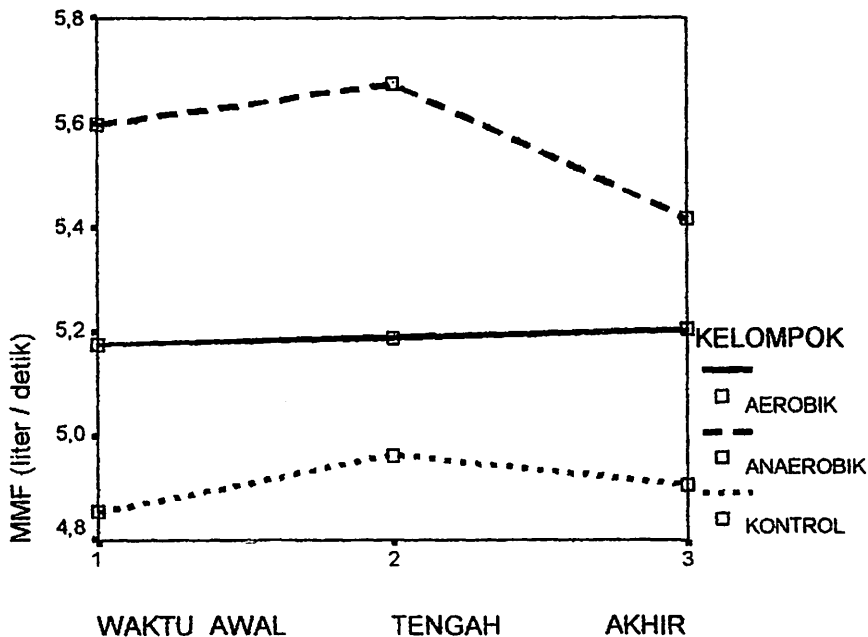
ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	SUM-OF-SQUARES	DF	MEAN-SQUARE	F-RATIO	P
KEL	0.203	2	0.101	0.129	0.880
MMF1	23.983	1	23.983	30.375	0.000
BB	0.134	1	0.134	0.170	0.682
PT	0.275	1	0.275	0.348	0.558
TB	0.957	1	0.957	1.212	0.276
UMUR	0.370	1	0.370	0.468	0.497
ERROR	41.057	52	0.790		

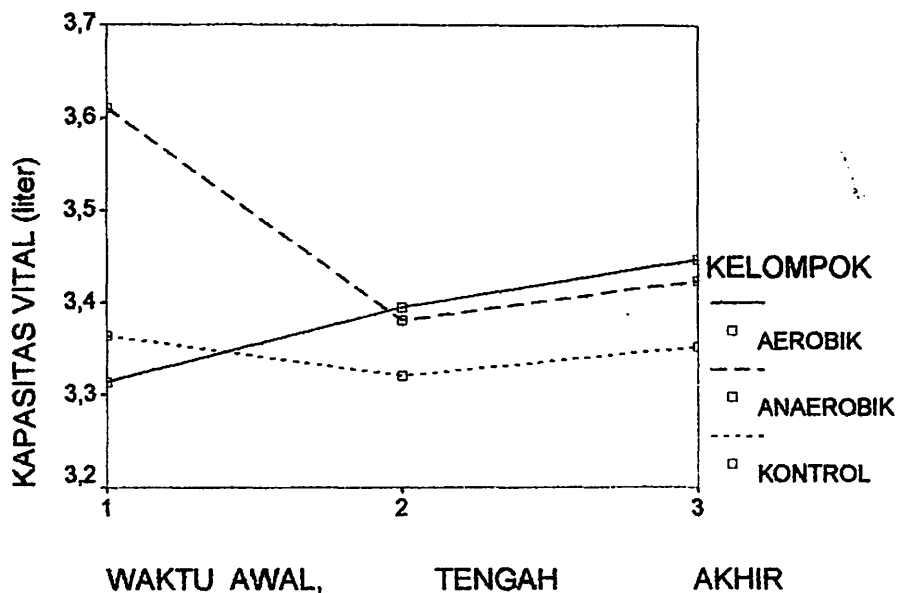
ADJUSTED LEAST SQUARES MEANS.

KEL	=	ADJ. LS MEAN	SE	N	
KEL	=	1.000	5.249	0.207	20
KEL	=	2.000	5.180	0.205	20
KEL	=	3.000	5.098	0.205	20

MMF AWAL, TENGAH DAN AKHIR



KV AWAL, TENGAH DAN AKHIR MASING-MASING KELOMPOK



DOKUMENTASI





