

1. REACTION TIME  
& MUSCLES

IR-PEPRUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

KK  
TKU 02/00  
Kum  
P

## TESIS

# PENGARUH LATIHAN STRIDE JUMP CROSSOVER ISTIRAHAT AKTIF DAN LATIHAN STRIDE JUMP CROSSOVER ISTIRAHAT PASIF TERHADAP WAKTU REAKSI SERTA KEKUATAN OTOT TUNGKAI

PENELITIAN EKSPERIMEN LAPANGAN



NOORTJE ANITA KUMAAT

PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
SURABAYA  
1999

PENGARUH LATIHAN STRIDE JUMP CROSSOVER  
ISTIRAHAT AKTIF DAN PASIF TERHADAP  
WAKTU REAKSI SERTA KEKUATAN  
OTOT TUNGKAI

PENELITIAN EKSPERIMEN LAPANGAN

TESIS  
UNTUK MEMPEROLEH GELAR MAGISTER  
DALAM PROGRAM STUDI ILMU KESEHATAN OLAHRAGA

OLEH:  
NOORTJE ANITA KUMAAT  
NIM: 099612265/M



PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
SURABAYA  
1999

## HALAMAN PENGESAHAN

### TESIS

Telah Disetujui Untuk Diajukan Dalam Ujian  
Pada Tanggal : 3 Pebruari 1999

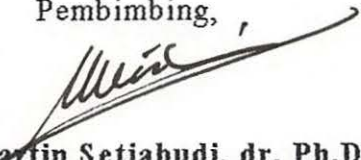
Oleh:

Pembimbing Ketua,



**Choesnan Effendi dr., AIF.**

Pembimbing,



**Prof. Martin Setiabudi, dr. Ph.D.**

Mengetahui,

Ketua Program Studi Ilmu Kesehatan Olahraga  
Program Pascasarjana Universitas Airlangga



**Prof. Martin Setiabudi, dr. Ph.D.**

NIP. 130 246 650

**PANITIA PENGUJI**

**Ketua : Prof.Dr. H. R. Soekarman, dr. AIF.**

**Anggota : Haryanto JM. dr., AIF.**

**M. Cholil Munif dr., AIF.**

**Prof. Martin Setiabudi, dr. Ph.D.**

**Choesnan Effendi dr., AIF.**

## ABSTRACT

The goal of the study was to observe the influences of *Stride Jump Crossover* training with work relief and *Stride Jump Crossover* training with rest relief upon reaction time and leg muscle strength. This study used "real experiment" by means of research design called "Randomized Pre-test - Post-test Control Group Design". The population of this study were male students of FPOK IKIP Manado in Tondano. Their amount were 78 students. Tested persons were divided into 3 groups using *matched ordinal pairing* based on test of beginning reaction time. Determining experimental group and control group were held randomly. The first group was given *Stride Jump Crossover* training with work relief, while the second group was given *Stride Jump Crossover* training with rest relief and third group was not given a treatment or called control group. The training was held during 6 weeks with training frequency 3 times a week.

Reaction time and leg muscle strength were measured 3 times: pre-giving treatment (pre-test), the last of the third weeks (post-test 1) and last of sixth week (post-test 2). Reaction time was measured using "Reaction Time Meter", while leg muscle strength was measured using "Leg Dynamometer".

Data were analysed through descriptive statistics, Anacova, Anava same subject and paired t-test at significant standard 5%.

The result of data analysis shows as below:

- a. Reaction time of *Stride Jump Crossover* training with work relief ( $X=0.459$ ) and rest relief ( $X=0.476$ ) were shorter than control group ( $X=0.607$ ), and it is significant at  $p = 0.000$ .
- b. Reaction time of *Stride Jump Crossover* training with work relief ( $X=0.459$ ) was shorter than reaction time of *Stride Jump Crossover* training with rest relief ( $X=0.476$ ), but was not significant at  $p = 0.193$ .
- c. Leg muscle strength of *Stride Jump Crossover* training with rest relief ( $X=139.558$ ) and *Stride Jump Crossover* training with rest relief ( $X=139.692$ ) increased more than the control group ( $X=97.192$ ), and it is significant at  $p = 0.000$ .
- d. Leg muscle strength of *Stride Jump Crossover* training with rest relief ( $X=139.692$ ) increased more than *Stride Jump Crossover* training with work relief ( $X=139.558$ ), but was not significant at  $p = 0.289$ .

Key words :

- Reaction time
- Leg muscle strength

## RINGKASAN

Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh latihan *Stride jump crossover istirahat aktif* (SJCIA) dan latihan *Stride jump crossover istirahat pasif* (SJCIP) terhadap waktu reaksi serta kekuatan otot tungkai. Penelitian ini menggunakan "eksperimen sungguhan" dengan rancangan penelitian "*Randomized Pretest-Posttest Control Group Design*". Sampel berjumlah 78 orang dipilih secara random dari populasi mahasiswa putra FPOK IKIP Manado di Tondano. Orang coba dibagi dalam 3 kelompok dengan cara *matched ordinal pairing*, berdasarkan tes awal waktu reaksi. Kelompok 1 diberi latihan SJCIA, kelompok 2 diberi latihan SJCIP, sedang kelompok 3 tidak diberi perlakuan atau kelompok kontrol. Latihan berlangsung selama 6 minggu dengan frekuensi latihan 3 kali perminggu.

Waktu reaksi dan kekuatan otot tungkai diukur masing-masing dengan "Reaction time meter dan leg dynamometer sebanyak 3 kali, dan hasilnya dianalisa dengan statistik deskriptif, Anacova, Anava sama subyek dan paired t-test pada taraf significant 5%. Adapun hasilnya sebagai berikut: sebelum diberi perlakuan (pretest) dengan hasil sebagai berikut: Kel.1 Reak0  $X = 0.597$  detik  $SD = 0.66$ , Kek0  $X = 98.346$  kg  $SD = 10.845$ ; Kel.2 Reak0  $X = 0.537$   $SD = 0.063$ , Kek0  $X = 96.558$   $SD = 10.349$ ; Kel.3 Reak0  $X = 0.598$   $SD = 0.067$ , Kek0  $X = 96.423$   $SD = 11.355$ . Pada akhir minggu ke-3 (posttest 1) dengan hasil sebagai berikut: Kel.1 Reak1  $X = 0.538$   $SD = 0.065$ , Kek1  $X = 116.846$   $SD = 13.455$ ; Kel.2 Reak1  $X = 0.538$   $SD = 0.050$ , Kek1  $X = 115.731$   $SD = 12.230$ ; Kel.3 Reak1  $X = 0.599$   $SD = 0.077$ , Kek1  $X = 97.250$   $SD = 9.412$ . Pada akhir minggu ke-6 (posttest 2) dengan hasil sebagai berikut: Kel.1 Reak2  $X = 0.459$   $SD = 0.048$ , Kek2  $X = 139.558$   $SD = 16.025$ , Kel.2 Reak2  $X = 0.476$   $SD = 0.048$ , Kek2  $X = 139.692$   $SD = 16.615$ , Kel.3 Reak2  $X = 0.607$   $SD = 0.074$ , Kek2  $X = 97.192$   $SD = 9.757$ .

Berdasarkan hasil analisis data tersebut didapatkan:

- a. Waktu reaksi kelompok SJCIA dan SJCIP lebih singkat dibandingkan kelompok kontrol ( $p=0.000$ ).
- b. Waktu reaksi kelompok SJCIA lebih singkat dibandingkan kelompok SJCIP, tetapi tidak secara bermakna ( $p=0.193$ ).
- c. Kekuatan otot tungkai SJCIA dan SJCIP lebih meningkat dibandingkan dengan kelompok kontrol ( $p=0.000$ ).
- d. Kekuatan otot tungkai SJCIP lebih meningkat dibandingkan dengan kelompok SJCIA, tetapi tidak secara bermakna ( $p=0.289$ ).

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kasih dan Pemurah, atas segala limpahan berkat dan karuniaNya, penelitian dan penulisan tesis ini dapat diselesaikan.

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya saya tujukan masing-masing kepada:

- Pemerintah Republik Indonesia, c.q. Menteri Pendidikan dan Kebudayaan melalui Team Manajemen Program Doktor yang membantu dalam penyediaan dana pendidikan pada Program Pascasarjana Universitas Airlangga.
- Prof. H. Soedarto, dr., DTM&H. Ph.D., Rektor Universitas Airlangga yang telah memberikan kesempatan untuk mengikuti pendidikan pada Program Pascasarjana Universitas Airlangga.
- Prof. Dr. J. Turang, Rektor IKIP Manado yang telah mendukung untuk mengikuti pendidikan Program Pascasarjana Universitas Airlangga.
- Drs. Ch. Gerungan, Dekan FPOK IKIP Manado yang memberikan izin dan memotivasi untuk mengikuti pendidikan Program Pascasarjana Universitas Airlangga.
- Prof. Dr. H. Soedijono, dr., Direktur Program Pascasarjana yang telah membantu menyiapkan fasilitas selama mengikuti pendidikan.
- Prof. Martin Setiabudi, dr., Ph.D., Ketua Program Studi Ilmu Kesehatan olahraga, sekaligus sebagai pembimbing yang penuh motivasi dan dedikasi membantu dalam penyelesaian tesis.
- Prof. Dr. R. Soekarman, dr. AIF, yang senantiasa mengarahkan dan memotivasi untuk selalu tekun dan disiplin dalam menambah ilmu selama mengikuti pendidikan pada Pascasarjana Program Studi Ilmu Kesehatan Olahraga.

- Choesnan Effendi dr., AIF, selaku pembimbing yang selalu memberikan semangat dan selalu sabar dalam mengarahkan dan membimbing dalam penulisan tesis.
- Dr. H.E. Rogi, MPd., selaku konsultan lapangan membantu dalam penelitian dan penulisan.
- M. Cholil Munif, dr., AIF., selaku konsultan statistik membantu dan membimbing dalam pengolahan data.

Dalam kesempatan ini juga saya sampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada:

- Ayahanda Samuel Kumaat dan Ibunda Syultje F. Sepang, Bapak Mertua Almarhum H. Sadju dan Ibu Mertua Hj. Karsiyah, serta Kakakku Joice J. Kumaat dan Adik-adikku Lucij O. Kumaat, Yellen D. Kumaat, dan Harry Kumaat yang karena rasa cinta dan penuh kekuatan dalam doa sehingga saya dapat menyelesaikan pendidikan.
- Suamiku Sapto Priyono dan Anakku Yudhi Putra Airlangga, yang penuh pengorbanan dan pengertian memotivasi saya untuk menyelesaikan studi.
- Sobat-sobatku: Dra. Suriah Hanafi, Drs. Jemmy Mangindaan, M.Kes, rekan-rekan IKOR angkatan tahun 1996/1997 serta Drs. Hendrik Mandagi, M.Kes. yang selalu membantu dalam penulisan.
- Rekan-rekan di FPOK IKIP Manado: Drs. A. Mokoagow, Drs. N. Piri, Drs. A. Makadada serta mahasiswa FPOK IKIP Manado yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian.



## DAFTAR ISI

Daftar Isi .....	i
Daftar Tabel .....	v
Daftar Gambar .....	vii
Daftar Grafik .....	viii
Daftar Lampiran .....	ix
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	6
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>7</b>
2.1 Sistem Saraf .....	7
2.1.1 Susunan Saraf .....	7
2.1.1.1 Reseptor Sensorik .....	7
2.1.1.2 Informasi .....	10
2.1.1.3 Efektor .....	11
2.1.2 Tingkatan Sistem Saraf .....	12
2.1.3 Struktur Fungsional Saraf .....	13
2.1.4 Neurotransmitter .....	17
2.1.4.1 Klasifikasi Neurotransmitter .....	19
2.1.4.2 penyimpanan Neurotransmitter .....	19
2.1.4.3 Sekresi Neurotransmitter .....	20
2.1.4.4 Asetilkolin Sebagai Neurotransmitter .....	21
2.2 Kontraksi Otot Skelet .....	23
2.3 Sistem Energi .....	24
2.3.1 Sistem ATP-PC .....	25

2.3.2	Sistem Glikolisis Anaerobik .....	26
2.3.3	Sistem Aerobik .....	27
2.4	Waktu Reaksi .....	27
2.4.1	Pengertian Waktu Reaksi .....	28
2.4.2	Komponen Waktu Reaksi .....	33
2.4.3	Jenis-jenis Waktu Reaksi .....	34
2.4.4	Faktor-faktor yang mempengaruhi Waktu Reaksi ....	35
2.4.5	Cara Meningkatkan Waktu Reaksi .....	40
2.4.5.1	Cara Meningkatkan Waktu Reaksi Sederhana .....	40
2.4.5.2	Cara Meningkatkan Waktu Reaksi .....	42
2.4.6	Pengukuran Waktu Reaksi .....	44
2.5	Kekuatan .....	44
2.5.1	Pengertian Kekuatan .....	44
2.5.2	Macam Kekuatan .....	45
2.5.3	Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kekuatan .....	46
2.5.4	Metode latihan Kekuatan .....	47
2.5.5	Pengukuran Kekuatan .....	48
2.6	Latihan Plaiometrik .....	49
2.6.1	Pengertian Latihan Plaiometrik .....	49
2.6.2	Dasar Fisiologi Latihan Plaiometrik .....	50
2.7	Latihan Stride Jump Crossover dan Interval Istirahat .....	51
<b>BAB 3</b>	<b>KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS PENELITIAN .....</b>	<b>55</b>
3.1	Kerangka Konseptual Penelitian .....	55
3.2	Hipotesis Penelitian .....	56
<b>BAB 4</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>57</b>
4.1	Jenis Penelitian .....	57

4.2 Rancangan Penelitian .....	57
4.3 Populasi dan Sampel .....	58
4.3.1 Populasi .....	58
4.3.2 Sampel .....	58
4.4 Variabel Penelitian .....	59
4.4.1 Variabel Bebas .....	59
4.4.2 Variabel Tergantung .....	60
4.4.3 Variabel Kendali .....	60
4.4.4 Variabel Moderator .....	60
4.5 Definisi Operasional Variabel .....	60
4.5.1 Latihan Stride Jump Crossover Istirahat Aktif .....	60
4.5.2 Latihan Stride Jump Crossover Istirahat Pasif .....	61
4.5.3 Waktu Reaksi .....	62
4.5.4 Kekuatan Otot Tungkai .....	62
4.5.5 Jenis Kelamin .....	63
4.5.6 Usia .....	63
4.5.7 Tinggi Badan .....	63
4.5.8 Berat Badan .....	63
4.5.9 Panjang Tungkai .....	64
4.6 Teknik Analisa Data .....	64
4.7 Instrumen dan Alat Penelitian .....	64
4.7.1 Instrumen Penelitian .....	64
4.7.2 Alat Penelitian .....	64
4.8 Lokasi dan Waktu Penelitian .....	65
4.9 Prosedur Pengambilan dan Pengumpulan Data .....	65
4.9.1 Sebelum Pelaksanaan Pretest .....	65
4.9.2 Pelaksanaan Pretest .....	66
4.9.3 Pelaksanaan latihan 3 Minggu Pertama .....	66
4.9.4 Pelaksanaan Posttest 1 .....	66
4.9.5 Pelaksanaan latihan 3 Minggu Kedua .....	67

4.9.6 Pelaksanaan Posttest 2 .....	67
4.9.7 Prosedur Latihan .....	67
4.9.8 Prosedur Pengukuran .....	68
4.9.8.1 Waktu Reaksi .....	68
4.9.8.2 Kekuatan Otot Tungkai.....	
<b>BAB 5 HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA .....</b>	<b>70</b>
5.1 Deskripsi Data .....	70
5.2 Hasil Perbandingan Antar Kelompok .....	72
5.3 Perbandingan Antar Waktu Pengamatan Tiap Kelompok .	78
5.4 Pengaruh Variabel Moderator Terhadap Variabel Tergantung .....	82
<b>BAB 6 PEMBAHASAN .....</b>	<b>84</b>
6.1 Sebelum Perlakuan .....	84
6.2 Setelah Perlakuan .....	84
<b>BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>91</b>
7.1 Kesimpulan .....	91
7.2 Saran .....	91
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>93</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>97</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Beberapa Neurotransmitter Pada Susunan Saraf Pusat .....	19
2.2 Pengembangan Sistem Energi Dengan Interval Training .....	53
5.1 Variabel yang Diukur Pada Saat Pretest .....	70
5.2 Variabel yang Diukur Pada Saat Posttest 1 .....	71
5.3 Variabel yang Diukur Pada Saat Posttest 2 .....	72
5.4 Hasil Perbandingan Variabel Kekuatan Otot Tungkai Antara Kelompok SJCIA dan Kelompok SJCIP .....	72
5.5 Hasil Perbandingan Variabel Kekuatan Otot Tungkai Antara Kelompok SJCIA dan Kelompok Kontrol .....	73
5.6 Hasil Perbandingan Variabel Kekuatan Otot Tungkai Antara Kelompok SJCIP dan Kelompok Kontrol .....	74
5.7 Hasil Perbandingan Variabel Waktu Reaksi Antara Kelompok SJCIA dan Kelompok SJCIP .....	74
5.8 Hasil Perbandingan Variabel Waktu Reaksi Antara Kelompok SJCIA dan Kelompok Kontrol .....	75
5.9 Hasil Perbandingan Variabel Waktu Reaksi Antara Kelompok SJCIP dan Kelompok Kontrol .....	76
5.10 Hasil Perbandingan Variabel Berat Badan Antara Kelompok SJCIA dan Kelompok SJCIP .....	76
5.11 Hasil Perbandingan Variabel Berat Badan Antara Kelompok SJCIA dan Kelompok Kontrol .....	77
5.12 Hasil Perbandingan Variabel Berat Badan Antara Kelompok SJCIP dan Kelompok Kontrol .....	77
5.13 Perbandingan Berat Badan Antar Waktu Pengamatan Kelompok SJCIA .....	78
5.14 Perbandingan Berat Badan Antar Waktu Pengamatan Kelompok SJCIP .....	78

5.15 Perbandingan Berat Badan Antar Waktu Pengamatan	
Kelompok Kontrol .....	79
5.16 Perbandingan Waktu Reaksi Antar Waktu Pengamatan	
Kelompok SJCIA .....	79
5.17 Perbandingan Waktu Reaksi Antar Waktu Pengamatan	
Kelompok SJCIP .....	80
5.18 Perbandingan Waktu Reaksi Antar Waktu Pengamatan	
Kelompok Kontrol.....	80
5.19 Perbandingan Kekuatan Otot Tungkai Antar Waktu Pengamatan	
Kelompok SJCIA .....	81
5.20 Perbandingan Kekuatan Otot Tungkai Antar Waktu Pengamatan	
Kelompok SJCIP .....	81
5.21 Perbandingan Kekuatan Otot Tungkai Antar Waktu Pengamatan	
Kelompok Kontrol.....	82
5.22 Ringkasan Hasil Uji Anacova Variabel Waktu Reaksi dengan	
Variabel Moderator .....	82
5.23 Ringkasan Hasil Uji Anacova Variabel Kekuatan Otot Tungkai	
dengan Variabel Moderator .....	83
6.1 Selisih Peningkatan Nilai Rata-rata Antara Kelompok SJCIA, SJCIP dan	
Kelompok Kontrol .....	85

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Sumbu Sensorik Somatik dari Sistem Saraf .....	10
2.2 Sumbu Motorik Somatik dari Sistem Saraf .....	11
2.3 Motorneuron dengan Akson Bermielen .....	14
2.4 Anatomi dan Fisiologi Sinar .....	15
2.5 Sintesa Penyimpanan dan Sekresi Neurotransmitter .....	20
2.6 Bagan Urutan Peristiwa Pelepasan Asetilkolin Sampai Kontraksi Otot yang Dipersarafi .....	22
2.7 Keadaan Otot Pada Saat Kontraksi dan Istirahat .....	24
2.8 Penyediaan ATP-PC Di Otot .....	26
2.9 Proses Terjadinya Waktu Reaksi .....	29
2.10 Waktu Reaksi Dilihat Melalui EMG .....	30
2.11 Hubungan Antara Waktu Reaksi, Waktu Gerak dan Waktu Respons .....	32
2.12 Gerakan Latihan Stride Jump Crossover .....	54

**DAFTAR GRAFIK**

<b>Grafik</b>	<b>Halaman</b>
6.1 Grafik Peningkatan Waktu Reaksi .....	90
6.2 Grafik Peningkatan Kekuatan Otot Tungkai .....	90



**DAFTAR LAMPIRAN**

<b>Lampiran</b>	<b>Halaman</b>
1. <b>Data Umur, Tinggi Badan, Panjang Tungkai dan Berat Badan</b> Kelompok SJCIA, SJCIP dan Kelompok Kontrol .....	98
2. <b>Data Waktu Reaksi dan Kekuatan Otot Tungkai .....</b>	101
3. <b>Kalender Kegiatan Penelitian .....</b>	103
4. <b>Rencana Penelitian .....</b>	104
5. <b>Surat Ijin Penelitian .....</b>	105
6. <b>Surat Keterangan Penunjukan dan Pengangkatan</b> Pembimbing Penelitian .....	106
7. <b>Dokumentasi Penelitian .....</b>	107
8. <b>Hasil Pengolahan Data .....</b>	108

# BAB 1

## PENDAHULUAN



### 1.1 Latar Belakang Masalah

Pembinaan olahraga mengalami kemajuan yang pesat, terutama di dalam pengembangan prestasi olahraga. Sekarang ini ilmu pengetahuan yang mendasari keberadaan manusia sebagai atlet secara langsung digambarkan dalam metodologi latihan. Pelaksanaan penelitian dari berbagai disiplin ilmu mendukung terbentuknya suatu sistem yang akan memperluas teori dan metodologi latihan sebagai suatu ilmu tersendiri. Menurut Pate, dkk (1984) ada tiga ilmu dasar yang berkembang menjadi subdisiplin ilmu bagi penelitian olahraga yaitu: psikologi olahraga, biomekanika gerak manusia dan fisiologi olahraga.

Dalam menciptakan serta mempersiapkan suatu program latihan diperlukan para pembina, pelatih dan atlet yang memahami mampu membentuk kondisi fisik yang baik. Soekarman (1987) mengatakan bahwa kondisi fisik yang tinggi tidak hanya dicapai melalui latihan keras tetapi harus dipersiapkan secara khusus sesuai dengan kebutuhan dari masing-masing cabang olahraga yang ditekuni. Bompaa (1983) menambahkan bahwa untuk mencapai hasil yang tinggi dalam suatu pertandingan harus berkaitan erat dengan kesempurnaan fisik seseorang. Komponen fisik yang mempengaruhi penampilan harus dikembangkan, yang meliputi: *strength*, *endurance*,

*muscular power, flexibility, coordination, balance, accuracy, dan reaction* (Jarver, 1989).

Setiap cabang olahraga memiliki prosentase penampilan biomotor yang utama sesuai dengan cabang olahraganya, sistem energi utama, waktu dan tipe serabut otot. Dalam hubungannya dengan penampilan olahraga Pate dkk (1984) mengatakan bahwa hampir semua penampilan olahraga tergantung pada kemampuan olahragawan dalam mengendalikan waktu dan kontraksi otot. Menurut Astrand (1986) faktor yang terpenting adalah tersedianya energi, fungsi neuromuskular dan faktor psikologis. Sementara itu Soekarman (1987) mengatakan supaya dapat mencapai hasil maksimal, maka perlu mengetahui sistem energi predominan, untuk gerakan yang cepat dan kuat tentunya tidak untuk jangka waktu yang lama tetapi hanya beberapa detik saja sehingga penyediaan energi mutlak diperlukan.

Unsur kecepatan dan kekuatan merupakan unsur fisik yang sangat diperlukan dalam beberapa cabang olahraga, misalnya sepak bola. Dalam meningkatkan kecepatan menendang, faktor yang menentukan antara lain: kecepatan kontraksi otot, kecepatan gerak menahan suatu hambatan, koordinasi berbagai macam otot dan panjang pengungkit (Jansen, 1979). Menurut Fredrick (1969) jika atlet ingin mengembangkan ketahanan, maka harus latihan ketahanan. Jika atlet ingin mengembangkan kekuatan harus latihan kekuatan dan bila ingin mengembangkan waktu reaksi yang merupakan bagian dari kecepatan reaksi, atlet harus berlatih kecepatan reaksi.

Waktu reaksi adalah periode antara diterimanya rangsang (stimuli)

dengan permulaan munculnya jawaban atau respons (Sage, 1984). Semua informasi yang diterima baik dari dalam atau dari luar disebut rangsangan. Menurut Wicrozek dalam Bompa (1983) waktu reaksi adalah kualitas yang memungkinkan memulai suatu jawaban kinetis secepat mungkin setelah menerima rangsangan. Dimana menurut Guyton (1991) waktu reaksi termasuk proses sistem saraf pusat didalam mengembangankan respons volitional (kemauan sendiri). Pertama diterima organ perasa, kemudian diantar kedalam impuls saraf dan diteruskan ke otak. Pada waktu impuls menyentuh otak, impuls akan diinterpretasi atas pengalaman yang lalu. Impuls yang lain di kirim dari otak melalui sistem saraf menuju otot-otot yang sesuai. Terakhir kontraksi otot digunakan untuk memproduksi respons. Jadi, waktu reaksi menurut (Drowatzky, 1981) termasuk waktu yang diperlukan untuk proses-proses yang terjadi didalam organ perasa, otak, saraf dan otot .

Kekuatan otot merupakan salah satu unsur yang sangat penting dan harus dimiliki oleh seorang atlet, karena setiap penampilan dalam olahraga memerlukan kekuatan otot disamping unsur lain. Menurut Boosy (1980) kekuatan adalah kemampuan otot menggunakan tenaga melawan tahanan. Sedangkan Thomson (1991) berpendapat bahwa kekuatan adalah kemampuan tubuh untuk menggunakan tenaga. Menurut Bompa (1983), kekuatan disamping untuk pencapaian prestasi juga merupakan unsur penting untuk meningkatkan kondisi fisik secara menyeluruh, sebab kekuatan selain dapat berfungsi sebagai daya penggerak setiap aktifitas fisik, juga memegang peranan penting dalam melindungi dan mencegah terjadinya

cedera dalam olahraga.

Latihan plaiometrik bertujuan mengembangkan kecepatan dan power. Untuk mengembangkan power bisa dengan cara mengembangkan kecepatan dan memelihara kekuatan atau mengembangkan kekuatan dan memelihara kecepatan dan boleh juga dengan mengembangkan kedua-duanya (Brittenham, 1992). Untuk meningkatkan waktu reaksi menurut Friedrich (1969) maka atlet harus melakukan latihan kecepatan reaksi, sedangkan Nossek (1982) mengatakan bahwa untuk meningkatkan ketahanan otot latihan harus dilakukan secara berulang-ulang.

Salah satu jenis latihan yang bertujuan untuk meningkatkan kekuatan dan kecepatan (power) serta waktu reaksi adalah latihan plaiometrik. Karena dalam latihan plaiometrik, gerakan dilakukan dengan kecepatan gerak tertentu yang melibatkan refleks regang, dimana otot sudah berada dalam keadaan siap untuk berkontraksi lagi sebelum ia berada dalam keadaan relaks.

Salah satu bentuk latihan plaiometrik yaitu *stride jump crossover*. Gerakan-gerakan seperti ini menuntut reaksi-reaksi cepat yang melibatkan sisten saraf, kontraksi otot serta refleks regang dalam menyelesaikan suatu rangkaian gerakan sempurna. Latihan *stride jump crossover* ini dapat meningkatkan waktu reaksi dan kekuatan otot tungkai. Oleh karena menurut Radcliff & Farentinos (1985) dipakai untuk ketrampilan basket, sepak bola, balap sepeda senam dan atletik.

Berdasarkan masalah yang ditemui maka peneliti berkeinginan untuk melakukan penelitian terhadap *pengaruh latihan stride jump crossover interval istirahat aktif dan interval istirahat pasif terhadap waktu reaksi serta kekuatan otot tungkai*. Dengan harapan kiranya dapat memberikan informasi secara ilmiah dalam penerapan bentuk latihan yang tepat untuk mempersiapkan kemampuan fisik atlet.

## **1.2 Rumusan Masalah**

- 1.2.1 Apakah latihan stride jump crossover istirahat aktif dan istirahat pasif berpengaruh terhadap waktu reaksi serta kekuatan otot tungkai?
- 1.2.2 Bentuk latihan interval istirahat manakah yang lebih memperpendek waktu reaksi serta meningkatkan kekuatan otot tungkai?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

### **1.3.1 Tujuan Umum**

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh latihan *stride jump crossover* istirahat aktif dan istirahat pasif terhadap pemendekan waktu reaksi serta kekuatan otot tungkai.

### **1.3.2 Tujuan Khusus**

- 1.3.2.1 Mengetahui perbedaan pengaruh hasil latihan stride jump crossover istirahat aktif dan istirahat pasif terhadap waktu reaksi serta kekuatan otot tungkai.

1.3.2.2 Mengetahui bentuk latihan manakah yang lebih efektif dalam meningkatkan waktu reaksi dan kekuatan otot tungkai.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan memberikan sumbangan pemikiran dalam pengembangan teori dan metodologi latihan bagi pembina, pelatih, guru olahraga serta atlet dalam menerapkan bentuk latihan yang tepat.

## BAB 2

# TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Sistem Saraf

Sistem saraf merupakan salah satu fungsi kontrol yang penting dalam tubuh. Umumnya sistem saraf ini mengatur aktifitas tubuh yang cepat, misalnya kontraksi otot, per-ubahan viseral dan sekresi kelenjar endokrin. Sejak pembentukannya sistem ini mempunyai sifat-sifat mengatur yang kompleks dan khusus. Saraf menerima berjuta-juta rangsangan informasi yang berasal dari bermacam-macam organ sensorik dan kesemuanya itu bersatu untuk dapat menentukan respon apa yang akan diberikan oleh tubuh (Guyton, 1991 ).

#### 2.1.1 Susunan Saraf

Organ yang paling awal mengalami diferensiasi pada masa embriogenesis dan merupakan organ yang paling besar pada waktu lahir adalah susunan saraf. Selain morfologinya yang khusus, neuron dari susunan saraf merupakan struktur yang mengatur dirinya sendiri (*self organizing and self regulating*).

Menurut Siregar (1994) sistem saraf terdiri dari reseptor sensorik, informasi dan efektor. Untuk itu akan dibahas sebagai berikut:

##### 2.1.1.1. Reseptor Sensorik

Sebagian besar aktifitas sistem saraf dimulai dari pengalaman sensoris yang berasal dari resptor sensoris, baik resptor visual, reseptor auditoris, maupun reseptor



taktil pada permukaan kulit dan lainnya. Pengalaman sensoris ini dapat menyebabkan reaksi segera, atau memori (ingatan) yang disimpan pada otak selama beberapa detik, minggu atau beberapa tahun yang kemudian akan diterjemahkan untuk menentukan reaksi tubuh pada masa yang akan datang.

Reseptor sensoris adalah struktur khusus yang dapat di rangsang oleh perubahan-perubahan lingkungan dan perubahan-perubahan dalam tubuh. Reseptor sensoris bisa merupakan bagian dari suatu neuron atau sel di khususkan untuk membentuk potensial aksi dalam neuron (Ganong, 1991). Menurut Guyton (1991) bahwa reseptor sensoris mungkin terdiri dari resptor visual, resptor auditorik, reseptor taktil yang terdapat pada permukaan kulit atau macam-macam reseptor lainnya.

Ganong (1991) mengklasifikasikan reseptor-reseptor sebagai berikut:

1. Teloseptor (penerima jarak), reseptor yang berhubungan dengan jarak.
2. Eksteroseptor, yang berhubungan dengan lingkungan luar dekat tangan.
3. Interoseptor, yang berhubungan dengan lingkungan dalam.
4. Proprioseptor, yang memberikan informasi tentang posisi badan didalam ruang.

Siregar (1994) mengklasifikasikan reseptor menurut lokasinya sebagai berikut:

### **1. Eksteroreseptor**

Reseptor yang memberikan respon terhadap stimulus yang datang dari luar tubuh, seperti cahaya, suara, baha kimia dan sebagainya. Eksteroreseptor merupakan

reseptor yang serabutnya terutama menimbulkan perasaan sadar. Ini termasuk mekanoreseptor, reseptorvisual, chemoreseptor dan termoreseptor.

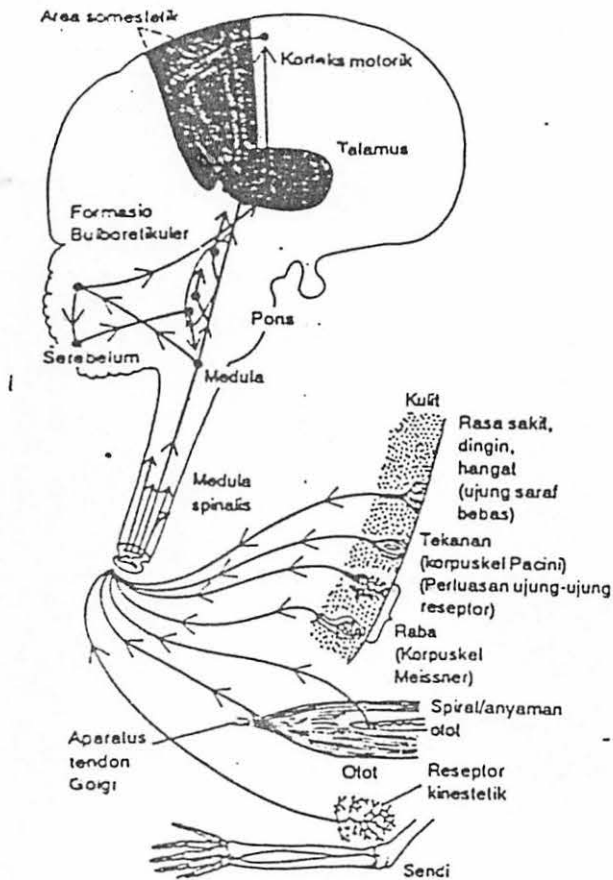
## **2. Interoseptor**

Reseptor ini dari sistem saraf otonom dan disebut juga viseroseptor yang memberikan perasaan sadar dan juga mempunyai fungsi regulasi. Interoseptor terdapat pada bagian lapisan mukosa dan dinding otot polos saluran pernapasan, pencernaan, saluran kemi dan memberikan respon terhadap bahan-bahan yang masuk seperti debu yang masuk kedalam saluran pernapasan, makanan pada saluran pencernaan, batu pada saluran khemi, perubahan susunan kimia dan tekanan.

## **3. Proprioseptor**

Reseptor yang terutama mempunyai fungsi regulasi dan hampir semuanya adalah mekanoreseptor yang memberikan sinyal terhadap kecepatan, besarnya regangan dan tekanan otot. Jadi reseptor ini merupakan reseptor sensori yang memberikan respon terhadap rangsangan yang ditimbulkan oleh pergerakan aktif otot atau perubahan posisi. Reseptor ini terdapat pada otot rangka, tendon dan persendian, dinding otot jantung, pembuluh darah dan saluran pencernaan.

Menurut Harris (1994) reseptor sensoris merupakan pintu gerbang dimana dunia luar dapat berhubungan dengan susunan saraf manusia. Reseptor sensoris mampu merubah berbagai jenis energi menjadi impuls saraf (potensial aksi) berjalan melalui serabut-serabut aferen sensoris ke susunan saraf pusat. Hal ini dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Sumbu Sensorik somatik dari sistem saraf  
(Guyton, 1991 )

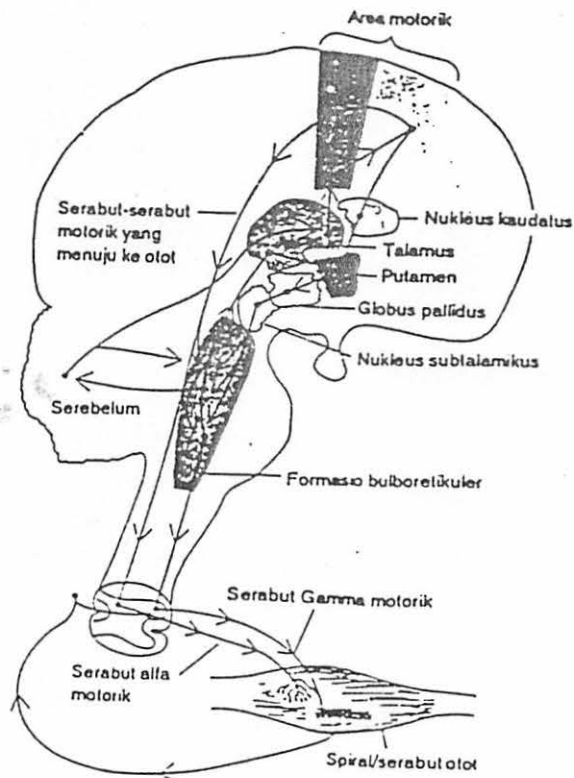
#### 2.1.1.2. Informasi

Informasi dari reseptor-reseptor selalu memasuki sistem saraf pusat melalui saraf-saraf spinal dan dihantarkan menuju ke:

1. Medulla spinalis pada susunan tingkat
2. Substansi retikularis dari medulla, pons dan mensecephalon
3. Cerebellum
4. Thalamus
5. Area somestetik dari cortex cerebri

### 2.1.1.3. Efektor

Efektor atau bagian motoris dari sistem saraf yang menghantarkan sinyal ke otot dan kelenjar. Peran penting dari sistem saraf mengatur aktifitas tubuh melalui peng-aturan: kontraksi otot skelet seluruh tubuh, kontraksi otot polos organ dalam dan sekresi kelenjar eksokrin dan endokrin disebagian besar tubuh. Seluruh aktifitas ini disebut fungsi motorik dari sistem saraf, sedangkan otot dan kelenjar disebut efektor karena otot dan kelenjar ini melaksanakan fungsinya sesuai yang diperintahkan oleh sinyal sarafnya. Untuk jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Sumbu Motorik sistem saraf (Guyton, 1991 )

### 2.1.2 Tingkatan Sistem Saraf

Terdapat tiga tingkatan utama dari sistem saraf yang mempunyai fungsi khusus, yaitu:



#### a. Tingkat *Medulla Spinalis*

Sinyal sensoris dihantarkan melalui saraf-saraf spinal menuju ke tiap segmen dari medulla spinalis dan menyebabkan respons motoris lokal. Seluruh respons motoris medulla spinalis bersifat otomatis dan terjadi hampir segera sebagai reaksi terhadap sinyal sensoris, respons ini terjadi menurut pola tertentu yang disebut refleksi. Informasi sensoris memasuki *medulla spinalis* pada *cornu posterior*. Setelah itu setiap impuls akan berjalan melalui dua jalur. Pertama, melalui serabut saraf yang berakhir di substansi gricera medulla spinalis yang akan memberi respons berupa refleksi lokal. Kedua, impuls akan dihantar menuju ke tingkat yang lebih tinggi pada medulla spinalis sendiri, ke batang otak atau cortex cerebri. Neuron motorik pada medulla spinalis terdiri atas dua bagian yaitu: motor neuron anterior dan interneuron. Motor neuron anterior berlokasi pada cornu anterior, dari sini keluar serabut saraf yang meninggalkan medulla spinalis dan mensarafi serabut otot rangka. Motor neuron anterior ini terdiri dari  $\alpha$ -motor neuron ( $\alpha$  motor neuron) dan  $\delta$ -motor neuron ( $\delta$  motor neuron). Dari  $\alpha$ -motor neuron keluar serabut saraf tipe A- $\alpha$  yang mensarafi serabut otot rangka yang besar, sedangkan  $\delta$ -motor neuron mensarafi serabut otot khusus yang disebut serabut intrafusul yang merupakan bagian dari muscle spindle. Interneuron terdapat pada semua daerah substansi gricera pada cornu posterior, cornu anterior dan daerah diantara keduanya. Neuron ini sangat banyak

jumlahnya dan saling berhubungan satu dengan lainnya, sebagian besar diantaranya langsung mensarafi motor neuron anterior. Saling hubungan antara interneuron dan motor neuron anterior bertanggung jawab terhadap berbagai fungsi integratif medulla spinalis. Motor neuron dapat juga dibagi dalam dua bagian yaitu: upper motor neuron dan lower motor neuron.

Upper motor neuron terdapat pada neuron di otak dan medulla spinalis, sedangkan lower motor neuron merupakan neuron yang terdapat pada motor neuron yang langsung men-sarafi otot.

#### ***b. Tingkat Otak Bagian Bawah***

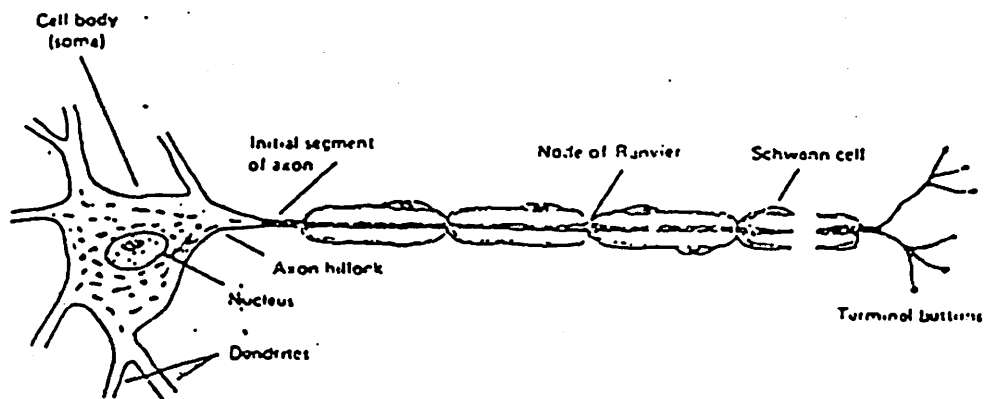
Bagian ini mengatur aktifitas tubuh yang terjadi di bawah kesadaran, seperti misalnya kontrol tekanan darah arterial dan pernapasan.

#### ***c. Tingkat Otak Lebih Tinggi atau Tingkat Kortikal***

Cortex cerebri merupakan daerah penyimpanan informasi. Disini pula disimpan pola-pola dari respons motoris dan juga berfungsi untuk memunculkan informasi-informasi yang disimpan untuk merespons rangsangan yang relevan.

### **2.1.3 Struktur Fungsional Saraf**

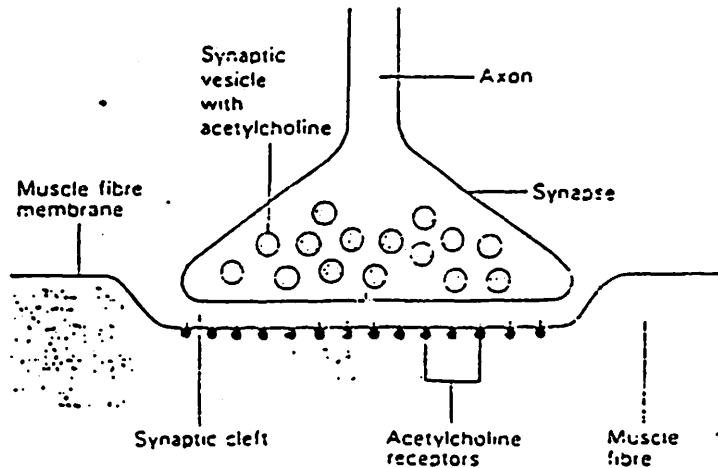
Neuron sebagai unit fungsional dari susunan saraf mempunyai struktur dan ukuran yang bervariasi, namun memiliki struktur yang umum sama yaitu badan sel (cell body atau soma) dan juluran-juluran sitoplasma yang disebut neurit. Neurit ini terdiri dari akson dan beberapa dendrit seperti yang terlihat dalam gambar 2.3.



Gambar 2.3 Motorneuron dengan akson bermeilin

(Ganong, 1990 )

Bagian neuron yang menjulur keluar dari badan sel yang berfungsi untuk menghantar impuls ke badan sel disebut dendrit, sedangkan yang menjulur keluar dari badan sel melalui akson hillock berfungsi untuk menghantar impuls yang berasal dari badan sel disebut akson. Bagian awal dari akson disebut initial segment. Pada bagian ujung akson bercabang-cabang dan berakhir pada bongkol sinaptik (*synaptic knob* atau *terminal buttons*). Bongkol sinaptik ini mengandung granula atau vesikel (kantong) yang berisi neurotransmitter yang berfungsi sebagai zat penghantar transisi sinaptik. Neurotransmitter yang terdapat pada sinap adalah asetilkolin. Selain itu juga banyak terdapat mitokondria penghasil ATP yang digunakan untuk sintesa neurotransmitter baru, karena jumlah yang disimpan didalam vesikel hanya cukup untuk kegiatan maksimum beberapa detik sampai beberapa menit (Guyton, 1991). Anatomi fisiologi dari sinap dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Anatomi dan Fisiologi Sinap (Komi, 1992 )

Pada susunan saraf pusat, akson diselubungi oleh selubung myelin, merupakan lapisan yang mempunyai resistensi listrik yang tinggi, sehingga berfungsi sebagai isolator listrik. Dengan adanya lapisan myelin, penghantaran impuls akan terjadi dari satu nodus ke nodus ranvier lainnya. Penghantaran yang demikian disebut sebagai penghantaran loncat (*saltatory conduction*). Konduksi saltatori menyebabkan rambatan impuls sepanjang akson akan berlangsung dengan kecepatan tinggi. Penghantaran impuls lebih tinggi pada akson yang tebal, memiliki selubung myelin yang tebal dengan jarak antar nodus ranvier yang panjang (Sukardi, 1985 ).

Secara fungsional neuron di bagi atas neuron afferen (sensoris) yang berfungsi menghantarkan impuls sensoris ke susunan saraf pusat dan neuron efferent (motorik) yang membawa impuls motorik ke perifer. Terdapat empat daerah fungsional, yaitu:

- a. Daerah reseptor (dendritice zone) yaitu daerah terjadinya perubahan potensial yang berasal dari berbagai hubungan sinaptik yang diintegrasikan.
- b. Daerah potensial aksi mulai dirambatkan.



- c. Daerah penyebaran potensial aksi (akson).
- d. Ujung saraf (nerve ending) dimana potensial aksi akan menyebabkan pelepasan neurotransmitter.

Dalam menjalankan fungsinya setiap neuron berhubungan dengan neuron lain, neuron dengan kelenjar atau neuron dengan otot melalui proses transmisi sinaptik. Akson dari satu neuron (*sel pre-sinap*) berhubungan dengan dendrit, akson atau badan sel dari neuron lain, kelenjar atau otot (*sel post-sinap*). Impuls pada presinap menyebabkan pelepasan neuron transmitter yang berdifusi melalui celah sinaptik. Pada sel postsinap, neurotransmitter akan terikat dengan reseptor khusus yang terdapat pada permukaan membran dan menimbulkan potensial aksi bila terjadi pada neuron, sekresi pada kelenjar dan kontraksi pada otot.

Impuls pada neuron presinap dihantar sampai ke bongkol sinaptik sehingga terjadi potensial aksi sinaptik (*synaptic potential*). Impuls pada bongkol sinaptik menyebabkan pelepasan asetilkolin dari vesikel-vesikel sinaptik yang selanjutnya berdifusi ke celah sinaptik dan kemudian terikat dengan reseptor khusus pada membran postsinap. Bila impuls mencapai bongkol sinaptik maka terjadi perlambatan sebelum terjadi respons pada sel postsinap (*synaptic delay*). Perlambatan ini disebabkan oleh waktu yang dibutuhkan untuk:

- a) pelepasan neurotransmitter
- b) difusi neurotransmitter ke membran neuron postsinap
- c) aktifitas neurotransmitter pada membran postsinap.

d) difusi natrium kedalam untuk meningkatkan potensial aksi postsinap (Guyton, 1991 ).

Dengan demikian, semakin banyak sinap yang dilalui semakin lambat penghantaran impuls yang terjadi. Hubungan sinaptik antara neuron (motor neuron dengan serabut otot rangka) dikenal sebagai hubungan saraf otot yang terjadi pada neuromuscular junction.

#### 2.1 4 Neurotransmitter

Secara teori terdapat dua cara yang ditemukan untuk mengirimkan sinyal dari sebuah sel saraf ke sel saraf lain, yakni dengan perantaraan listrik dan kimia melalui bangunan yang disebut gap junction. Gap junction tersebut adalah sebuah struktur dinamik yang permeabilitasnya dikendalikan oleh selnya sendiri. Oleh karena itu komunikasi antar sel yang tidak menggunakan sinyal listrik, diketahui menggunakan bahan-bahan kimiawi yang dapat digolongkan dalam 3 (tiga) kategori yaitu sebagai mediator kimia setempat, hormon dan neurotransmitter (Subowo, 1995 ).

Beberapa bahan kimia yang berfungsi sebagai neurotransmitter beserta losinya dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Beberapa Neurotransmitter Pada Susunan Saraf Pusat (Siregar, 1994 )

NEUROTRANSMITTER	LOKASI
1. Asetilkolin	Neuromuscular junction; preganglion otonom postganglion parasimpatis; postganglion simpatis kelenjar keringat; neuron di otak.
2. Amine	
Norepinefrin	Sebagian besar postganglion simpatis; korteks serebri; hipotalamus; batang otak; serebellum medulla spinalis.
Epinefrin	Hipotalamus; thalamus; medulla spinalis.
Dopamin	Striatum; hipotalamus; sistem limbik; median eminence; interneuron pada retina.
Serotonin	Hipotalamus; sistem limbik; serebellum; medulla spinalis; retina.
Histamin	Hipotalamus.
3. Asam amino	
Glutamat	Korteks serebri; batang otak.
GABA	Serebellum; korteks serebri; retina.
4. Purine	
Adenosin	Neokorteks; korteks olfaktorik; serebellum Hippocampus.
ATP	Aferen primer ?
5. Neuropeptida	
Substansi P	Neuron aferen; retina; banyak bagian di otak.
VIP	Postganglion neuron kolinergik; korteks serebri; hipotalamus; retina.
CCK	Korteks serebri; hipotalamus; retina.
Neuropeptida Y	Neuron adrenergik; hipotalamus.
TRH	Hipotalamus; retina; bagian lain dari otak.
$\beta$ -endorphin	Hipotalamus; thalamus; batang otak.
Angiotensin II	Hipotalamus; amigdala; batang otak.
Neurotensin	Hipotalamus; retina.
ANP	Hipotalamus; batang otak.

#### 2.1.4.1 Klasifikasi Neurotransmitter

Berdasarkan struktur kimianya neurotransmitter dapat dibagi dalam 5 (lima) bagian yaitu: asetilkolin, golongan amine, golongan asam amino, golongan purin dan golongan neuropeptida (Siregar, 1994). Asetilkolin, golongan amine dan golongan asam amino merupakan neurotransmitter dengan molekul yang kecil dan bekerja cepat. Golongan ini berperan untuk respons dan kerja cepat, seperti transmisi sinyal sensoris ke otak dan sinyal motorik ke otot. Sedangkan golongan purin dan neuropeptida merupakan transmitter dengan molekul besar bekerja lebih lambat dari yang lain.

#### 2.1.4.2 Penyimpanan Neurotransmitter

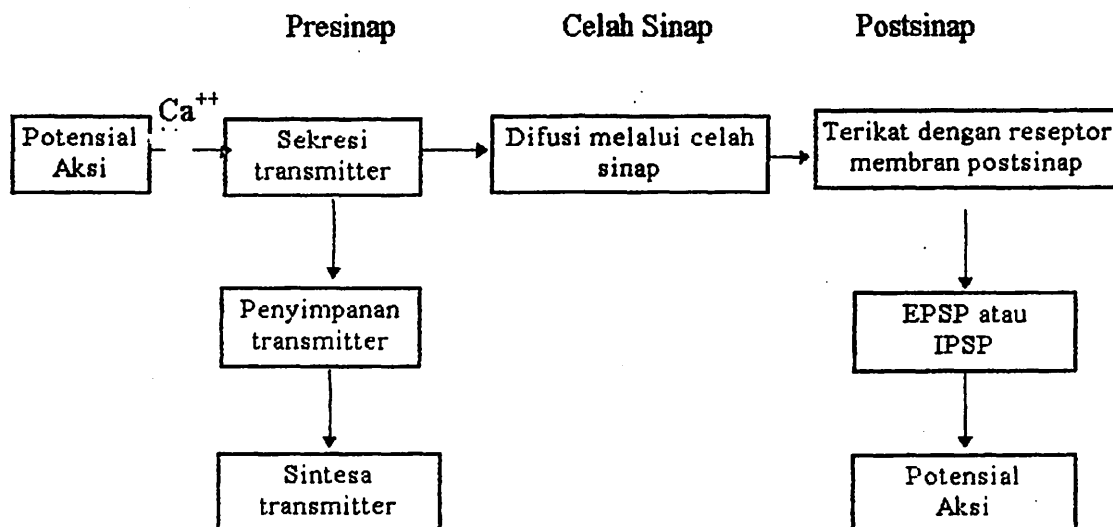
Menurut Siregar (1994) dari beberapa penelitian anatomi, biokimia dan farmakologi terbukti bahwa neurotransmitter nampaknya disimpan dalam beberapa bentuk yaitu:

- a. dalam vesikel yang terdapat pada terminal presinaptik
- b. pada larutan dalam bentuk sitoplasma
- c. dalam bentuk terikat dengan enzim, protein dan ion metal.

Fungsi penyimpanan yang khusus ini untuk melindungi transmitter dari kerusakan oleh enzim yang terdapat pada terminal presinaptik, bila penyimpanan mengalami gangguan transmitter akan mengalami kerusakan. Hal ini akan menghambat fungsi neurotransmitter.

### 2.1.4.3 Sekresi Neurotransmitter

Proses sekresi neurotransmitter tergantung dari konsentrasi ion  $\text{Ca}^{++}$ . Potensial aksi yang terjadi pada akson akan diantarkan ke terminal presinap. Pada proses tersebut  $\text{Ca}^{++}$  akan masuk dan menyebabkan pelepasan neurotransmitter. Mekanisme yang terjadi sehingga ion  $\text{Ca}^{++}$  menyebabkan sekresi neurotransmitter sebagai berikut: ion  $\text{Ca}^{++}$  masuk melalui saluran  $\text{Ca}^{++}$  ( $\text{Ca}^{++}$  channel) ke terminal presinaptik dan terikat dengan protein yang terdapat pada permukaan sebelah dalam membran presinap yang disebut release sites. Ikatan ini menyebabkan vesikel yang berisi neurotransmitter akan terikat dan melakukan penyatuan dengan membran sel presinaptik. tempat dimana penyatuan ini terjadi akan terbuka ke bagian luar membran sel sehingga neurotransmitter akan di sekresi atau eksitosis. Proses sintesa, penyimpanan dan sekresi neurotransmitter dapat dilihat dalam gambar 2.5.



Gambar 2.5 Sintesa, penyimpanan dan sekresi neurotransmitter (Siregar, 1994 )

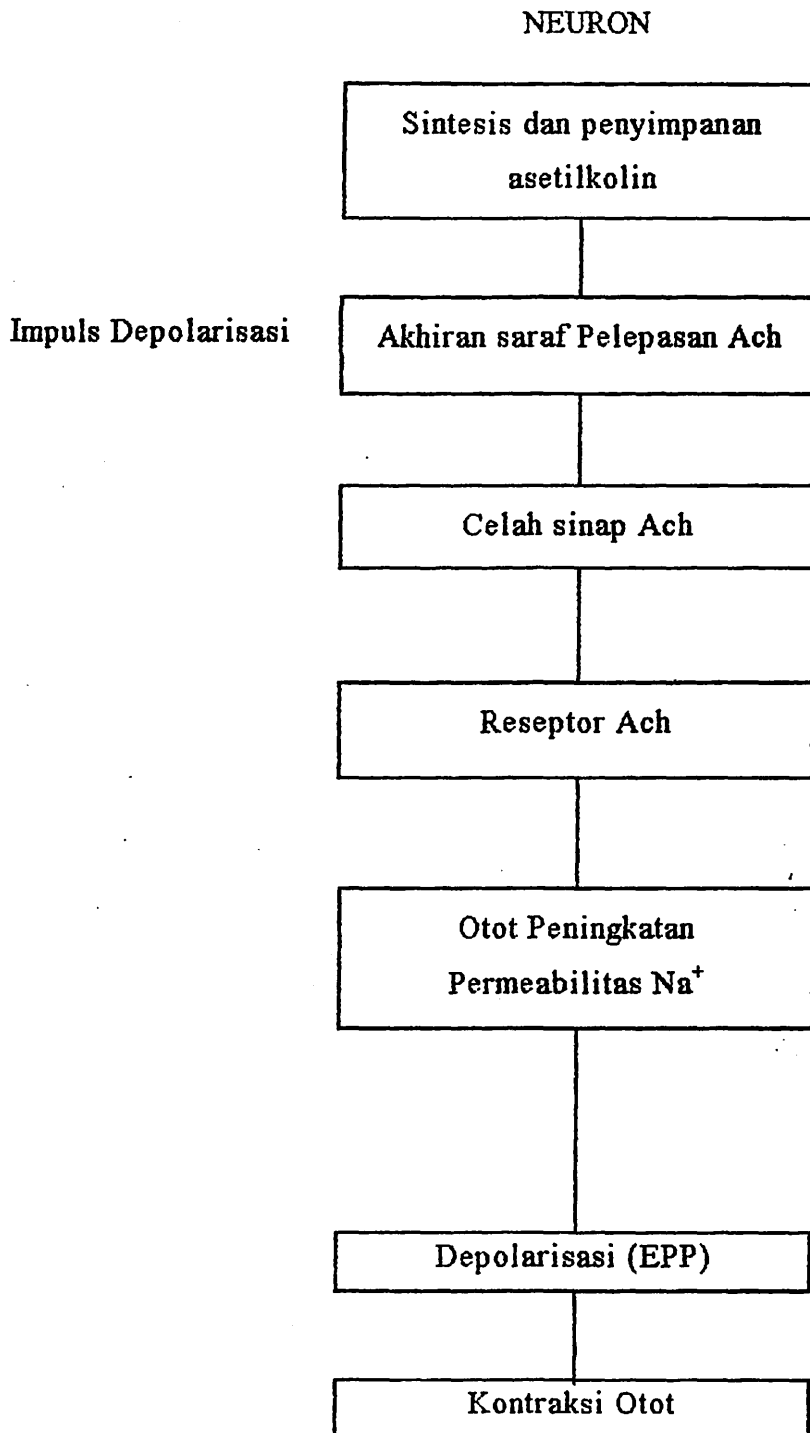
#### 2.1.4.4 Asetilkolin Sebagai Neurotransmitter

Asetilkolin merupakan neurotransmitter pertama yang berhasil diisolasi. Struktur asetilkolin yang merupakan asitilestor dari kholin.

Dari beberapa penelitian telah berhasil diketahui bahwa asetilkolin berfungsi sebagai neurotransmitter pada:

- a. semua terminal presinap simpatis dan pada simpatis susunan saraf otonom.
- b. semua terminal presinap post ganglion para simpatis.
- c. medulla adrenal.
- d. susunan saraf pusat terutama pada sel-sel paramidal korteks motoris gangliabasalis.
- e. terminal presinaptik post ganglion simaptis kelenjar keringat.

Asetilkolin yang tersimpan dalam vesikel akan di sekresi dengan proses aksositosis yang di dahului dengan potesial aksi. Sekresi asetilkolin tergantung pada ion  $Ca^{+}$ . Deretan peristiwa dalam neuromuskular dapat diuraikan sebagai berikut: Asetilklin yang dibuat oleh sel motor neuron dan selanjutnya disimpan secara terpisah-pisah dalam gelumbang pada ujung-ujung akhir akson. Apabila terdapat impuls yang mencapai akhiran akson tersebut, maka asetilkolin dilepas dalam celah sinaptik yang selanjutnya berdifusi. Asetilkolin yang mencapai membran otot yang akan menurunkan EPP. Apabila EPP mencapai tingkat kritis, terbangkitlah potesial aksi pada membran otot disekitarnya dan pada gilirannya akan menimbulkan aktifitas unsur-unsur kontraktil dari otot. Asetilkolin tersebut segera dirusak oleh enzim asetilkolinesterase (*Acht*) atau berdifusi ke sekitarnya. Sebagaimana digambarkan pada bagan berikut ini.



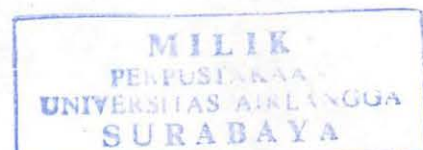
**Gambar 2.6 Bagan Urutan Peristiwa Pelepasan Asetilkolin sampai kontraksi otot yang dipersarafi**

## 2.2 Kontraksi Otot Skelet

Sistem saraf berperan dalam suatu kontraksi, melalui sistem saraf pusat. Sinyal atau impuls perintah dikoordinasikan menuju kardiovaskular maupun otot skelet (Rowell, 1992). Saat otot berkontraksi garis Z yang membatasi miofibril saling mendekat karena kedua filamen kontraktil (aktin dan miosin) saling menarik (*sliding*) sedangkan saat istirahat garis Z saling berjauhan sebagaimana terlihat pada gambar 2.7.

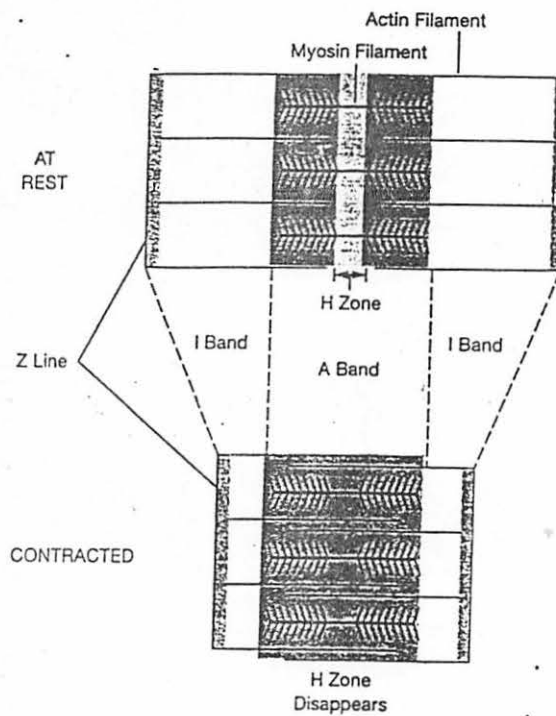
Saat otot berkontraksi membutuhkan peranan ATP dan ion  $Ca^{+}$ . ATP diperlukan untuk menimbulkan tenaga sedangkan ion  $Ca^{+}$  berfungsi mengikat troponin C untuk membuka aktif site. Menurut Fox (1988) mekanisme terjadinya kontraksi otot berdasarkan teori: "*sliding filament*", yang prosesnya sebagai berikut:

- a) Dimulai dengan timbulnya impuls listrik yang disebabkan potensial aksi yang berasal dari saraf ke serabut otot.
- b) Ujung saraf mengeluarkan neurotransmitter asetilkolin.
- c) Asetilkolin selanjutnya berikatan dengan membran pada membran serabut otot.
- d) Setelah membran terbuka maka ion  $Na^{++}$  masuk sehingga potensial aksi mulai terjadi.
- e) Selanjutnya potensial aksi dirambatkan pada retikulum sarkoplasma hingga ke triad (2 sisterna dan T tubulus) akibatnya ion  $Ca^{+}$  keluar dari sisterna.
- f) Ion  $Ca^{++}$  mengikat troponin C, sehingga terjadi binding site, akibatnya filamen aktin dan filamen miosin saling mengikat dan terjadilah kontraksi.
- g) Setelah itu ion  $Ca^{+}$  kembali dipompa ke dalam retikulum sarkoplasmik untuk menunggu potensial aksi yang baru.





Pada proses kontraksi itu sendiri dituntut energi dalam hal ini terjadinya sejumlah ATP. Peran ATP yaitu saat sliding dimana head dari misoin (cross bridge) melekat pada celah filamen aktin yang terbuka akibat binding site. Setelah head dari misoin menempel, ATP pada head tersebut terurai dan menimbulkan tenaga, head menarik filamen aktin sehingga garis Z mengecil dan terjadilah kontraksi.



Gambar 2.7 Keadaan otot pada saat kontraksi dan istirahat (Fox, 1988 )

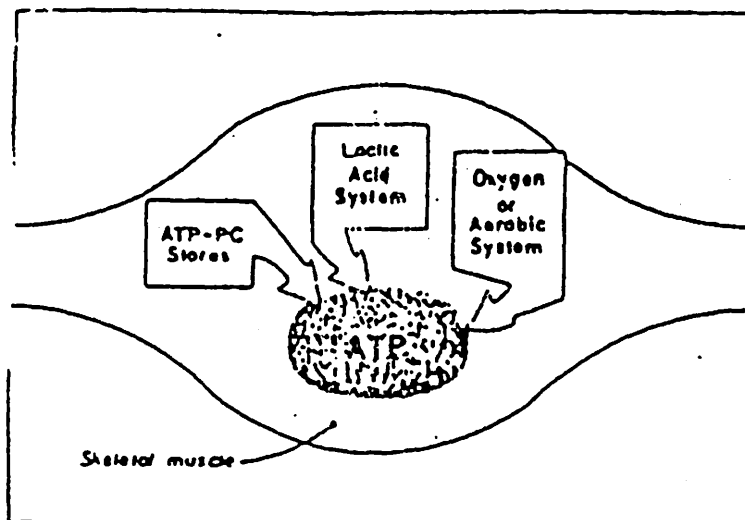
### 2.3 Sistem Energi

Energi didefinisikan sebagai kemampuan untuk melakukan kerja (McArdle, 1991). Sistem energi yang diperlukandalam suatu aktifitas otot akan diperoleh melalui

persenyawaan ATP (adenosin trifosfat). Bila ATP pecah menjadi ADP dan Pi, maka sejumlah energi akan keluar dan energi ini merupakan sumber energi yang digunakan otot. ATP merupakan sumber utama yang langsung digunakan dalam kontraksi otot. Apabila otot berkontraksi berulang-ulang, maka ATP harus dibentuk kembali. Menurut Fox (1988) pembentukan ATP dalam tubuh melalui 3 macam. 1) melalui sistem ATP-PC (sistem fosfagen), 2) sistem glikolisis anaerobik (sistem asam laktat) dan 3) sistem aerobik (sistem oksigen).

### **2.3.1 Sistem ATP-PC (Sistem Fosfagen)**

Bila otot berkontraksi berulang-ulang maka ATP harus dibentuk. Untuk membentuk ATP kembali melalui pemecahan PC (fosfo kreatin). Oleh karena PC merupakan senyawa kimia yang mengandung P (fosfat) dan juga tertimbun dalam otot. Apabila PC dipecah akan dihasilkan energi yang segera digunakan untuk keperluan resintesa ATP. Reaksi pemecahan ATP-PC dalam sel berlangsung sangat cepat. Pada saat ATP digunakan, PC segera terurai dan melepaskan energi yang dapat diberikan hanya sedikit. Sistem ATP-PC ini merupakan sumber energi secara cepat untuk mensintesa ATP, sehingga sangatlah tepat untuk olahraga yang memerlukan kecepatan. Fosfagen yang tersimpan dalam otot hanya sedikit, sehingga hanya dapat digunakan untuk gerakan yang singkat dan berat selama 5 sampai 10 detik. Dengan latihan yang lebih cepat dan berat, maka jumlah sistem ATP-PC dapat ditingkatkan (Soekarman, 1991 ).



Gambar 2.8 Penyediaan ATP-PC di otot (Bowers, 1992 )

### 2.3.2 Sistem Glikolisis Anaerobik (Sistem Asam Laktat)

Karbohidrat dalam tubuh dikonversi menjadi glukosa yang dapat digunakan segera dan selebihnya disimpan dalam otot dan hati dalam bentuk glikogen. Glukosa atau glikogen ini digunakan sebagai energi untuk memenuhi ATP manakala ATP-PC habis. Bila sebuah molekul glukosa masuk ke dalam sel untuk menyediakan energi, maka molekul tersebut mengalami senyawa reaksi kimia yang disebut glikolisis, sedang bila rangkaian reaksi ini dimulai dengan glikogen maka disebut glikogenolisis (McArdle, 1991 ).

Produksi akhir dari rangkaian glikolisis ini adalah asam piruvat. Bila cukup oksigen maka asam piruvat mengalami proses glikolisis aerobik didalam mitokondria, sedangkan bila tidak cukup oksigen maka asam piruvat diakutasi menjadi laktat (O'Shea, 1982). Oleh karena itu glikolisis anaerobik ini disebut juga sistem asam laktat.

Semua olahraga yang memerlukan kecepatan, pertama-tama menggunakan sistem ATP-PC dan kemudian baru sistem asam laktat. Selanjutnya asam laktat dapat diubah menjadi glukosa didalam hati. Glikolisis anaerobik ini terutama digunakan untuk olahraga yang memakan waktu 1 sampai 3 menit (Katch, 1983; Soekarman, 1991).

### **2.3.3 Sistem Aerobik (Sistem Oksigen)**

Metabolisme aerobik meskipun terjadi di otot, tetapi letaknya agak jauh dari mekanisme kontraktif. Karena itu pengaruhnya lebih lambat dibandingkan metabolisme anaerobik, sehingga tidak dapat digunakan secara cepat. Reaksi aerobik ini terjadi didalam mitokondria dan dapat dibagi menjadi tiga seri utama, yaitu: glikolisis aerobik, siklus Kreb's dan sistem transport elektron.

## **2.4 Waktu Reaksi**

Gerakan tubuh manusia yang menyangkut gerakan yang kompleks atau gerakan yang berkelanjutan memerlukan kesiapan mental untuk mengendalikan peningkatan gerakan, sehingga waktu respons yang dibutuhkan makin berkurang. Jika informasi berkaitan dengan penampilan suatu kemampuan yang harus diproses secara bertahap melalui sejumlah tahapan proses, maka lebih banyak waktu yang dibutuhkan untuk merancang gerakan tersebut. Gambaran tentang pengambilan keputusan dan mekanisme efektor dapat diukur melalui waktu reaksi subjek atau waktu gerakan dan melihat apakah terjadi manipulasi pengaruh dalam interval waktu (Kerr, 1983).

Penelitian-penelitian lain menunjukkan bahwa fasilitas aktifitas alpha motor neuron yang lebih dahulu dari permulaan respon adalah suatu waktu atau suatu tugas dari aktu reaksi, dengan bukti dasar bahwa pemisahan antara proses-proses itu meliputi kontrol permulaan respons dan perolehan respons, kekuatan atau ukuran respons (Kerr, 1982). Untuk menyeleksi dan memulai respon yang sesuai, waktu aktual yang diperlukan untuk menyelesaikan fase keputusan ini disebut waktu reaksi. Waktu reaksi melalui komponen pusat (waktu yang dibutuhkan untuk menyeleksi respons) maupun komponen perifer (waktu yang dibutuhkan untuk mengawali respons).

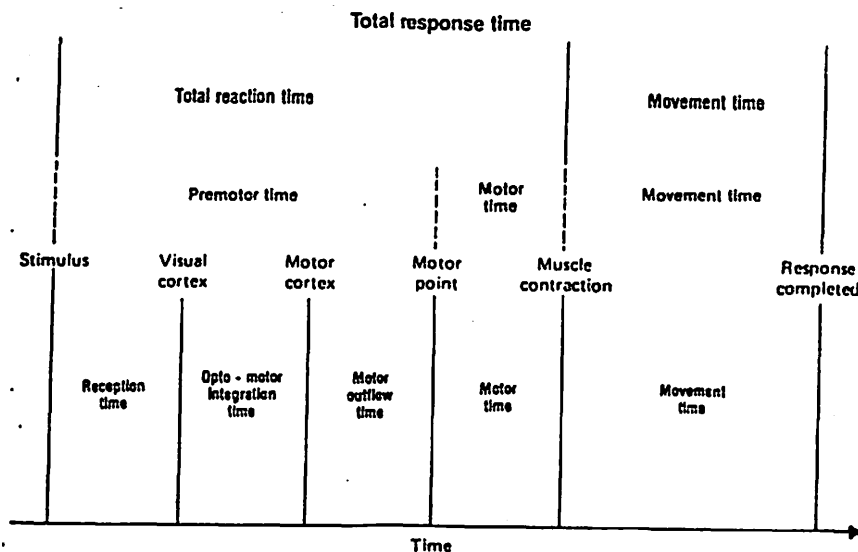
Dengan mengamati pengaruh waktu dan banyaknya segmen gerakan, akan nampak pada praktek suatu ketrampilan dimana terlihat pengaruh pada penampilan gerakan itu sendiri maupun pada kecepatan waktu mengambil keputusan. Begitu rumitnya suatu rangkaian waktu reaksi sehingga perlu diadakan penelitian dan pemahaman yang sangat jelas agar memudahkan para olahragawan menganalisa kecepatan bereaksi sebelum melakukan ketrampilan khusus serta hasil dari gerakan itu sendiri.

#### 2.4.1 Pengertian Waktu Reaksi

Menurut Lagesce & Hayes, dalam mempelajari waktu reaksi beberapa ilmuwan mengemukakan bahwa waktu reaksi dipandang sebagai fungsi dari bagaimana informasi diproses oleh mekanisme pemrosesan pusat (Kerr, 1982). Menurut Wiccrozek (1975) waktu reaksi adalah kualitas yang memungkinkan memulai suatu jawaban kinetis secepat mungkin setelah menerima rangsangan. Waktu reaksi menurut Siregar (1980) melibatkan penyatuan (integrasi) dari pusat sistem saraf

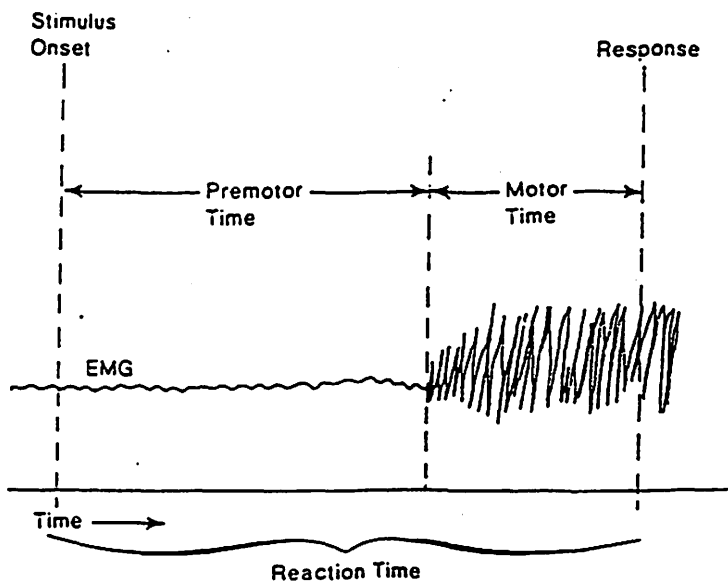
sebelah atas yaitu persepsi dari stimulus (suara, cahaya) dan permulaan gerakan tepat. Pandapat dari Drowatsky (1981) seorang pelari yang memiliki waktu reaksi baik di saat meninggalkan balok start, berlari lebih cepat dibandingkan pelari-pelari lain yang mempunyai waktu reaksi jelek. Hal ini menggambarkan pentingnya waktu reaksi dalam penampilan gerak.

Secara sederhana Nossek (1982) mengatakan bahwa waktu reaksi merupakan selang waktu atau jangka waktu dalam rangsangan dan permulaan gerakan motor (otot). Selanjutnya Bompa (1983) menjelaskan bahwa waktu reaksi menunjuk pada waktu antara individu diberi rangsangan dan reaksi otot atau gerakan pertama dilakukan individu tersebut. Philips & Hornak (1979); Johnson & Nelson (1984) sependapat bahwa waktu reaksi adalah interval antara pemberian stimulus dan permulaan respons. Untuk lebih jelas terjadinya waktu reaksi dapat dilihat dalam gambar 2.9.



Gambar 2.9 Proses terjadinya waktu reaksi (Kerr, 1980 )

Gambaran mengenai waktu reaksi yang dikemukakan pada gambar 2.9 sesuai dengan pendapat Botwinich & Thomson yang dikutip oleh Singer (1975) mengusulkan bahwa waktu reaksi tetap melibatkan waktu premotor dan motoris. Waktu premotor adalah waktu yang hilang dari saat stimulus mulai dimunculkan hingga terjadi pemucuan pada otot, dan waktu motoris adalah batas mulainya otot memberikan respon aktualnya. Kerr (1980) menjelaskan bahwa waktu premotor biasanya berhubungan dengan pemrosesan pusat dan waktu motor biasanya berkaitan dengan penundaan periferal dalam otot. Hasil studi yang dilakukan Botwinich memberikan indikasi bahwa waktu premotor dan waktu reaksi memiliki hubungan yang sangat erat, meskipun tidak ada hubungan langsung (Kerr, 1980). Magil (1975) menggambarkan seperti berikut pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 Waktu reaksi dilihat melalui EMG (Magil, 1975 )

Ganong (1991) mengatakan bahwa waktu reaksi adalah waktu antara pemberian rangsangan dan jawaban otot. dalam suatu cabang olahraga, waktu reaksi merupakan salah satu faktor penting yang ikut menentukan kualitas pada cabang olahraga tersebut. Kenyataan yang tidak dapat diragukan lagi bahwa atlet yang dapat bergerak dengan cepat mempunyai keuntungan besar. Bagaimanapun suatu tugas dengan waktu terlalu singkat maka waktu reaksi menjadi faktor utama (Philips & Honark, 1979). Nakmura (1984) berasumsi bahwa waktu reaksi terdiri dari dua fase berurutan, yaitu fase kelambatan dan fase pengembangan cepat.

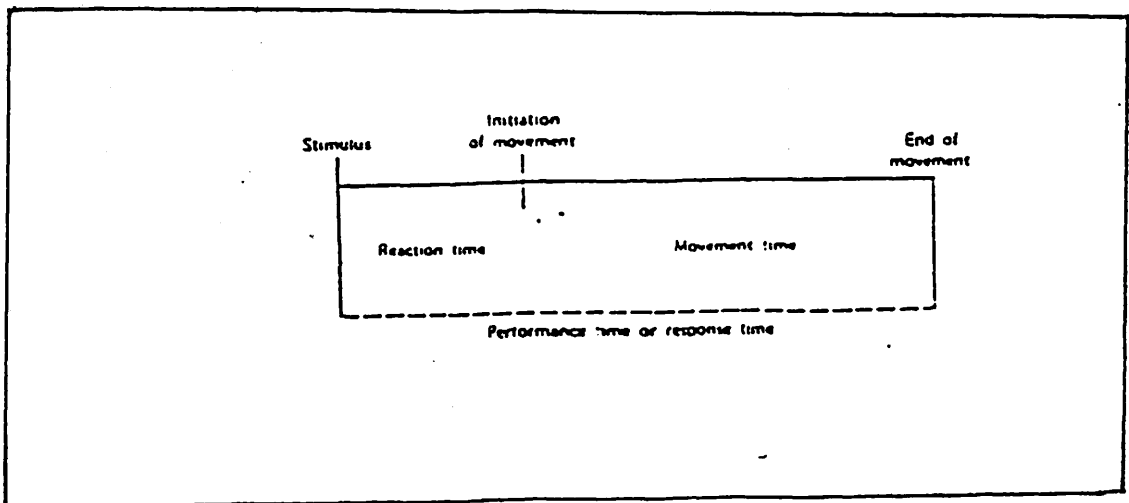
Pada dasarnya saat waktu reaksi impuls saraf dikirim atau dibawah ke otak dan diproses, kemudian impuls tersebut dikirim ke otot dan gerakan dimulai (Sage, 1989). Waktu reaksi secara umum dikenal sebagai latensi respons yaitu waktu yang berlaku diantara pemberian stimulus dan munculnya suatu respons. Istilah latensi respons menunjukkan bahwa proses pemberian respons tetap yang tersembunyi (tidak tampak) sampai menyentuh otot-otot pada saat respons dapat diamati, diproduksi. Sedangkan latensi adalah suatu kondisi ketidakaktifan diantara penerapan suatu stimulus dan awal suatu reaksi (Drowatzky, 1981).

Menurut Philips & Honark (1979), antara waktu reaksi, waktu gerak dan waktu respons sangat berhubungan. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 2.11.

Waktu reaksi adalah waktu antara pemberian rangsang dan permulaan suatu jawaban spontan. Waktu gerak adalah waktu yang diterima untuk melakukan suatu tugas lengkap setelah permulaan gerakan (Philips & Honark, 1979). Jensen & Fisher (1979) berpendapat bahwa waktu gerak adalah mulai berakhirnya waktu reaksi yaitu waktu yang diperlukan diantara permulaan gerakan dan penyelesaiannya.



Drowatzky (1981) menambahkan bahwa waktu gerak menggambarkan kecepatan penampilan. Sedangkan waktu respons atau waktu penampilan adalah jumlah total waktu reaksi dan waktu gerak. Seperti lari cepat 100 yard dengan waktu 9,4 detik menunjukkan waktu respons, yang sebenarnya merupakan gabungan dari waktu reaksi dan waktu gerak. Pendapat yang hampir sama dikemukakan Jensen & Fisher (1979) bahwa waktu respons adalah gabungan antara waktu reaksi dan waktu gerak, yakni total waktu yang diperlukan dari permulaan stimulus sampai aktifitas itu diselesaikan. Menurut Stuart (1977) pada Heart rate 115 per menit merupakan penampilan waktu reaksi yang optimal sedangkan waktu gerakan terdapat perbedaan yang bermakna antara istirahat dengan test heart rate 175 per menit.



Gambar 2.11 Hubungan antara waktu reaksi, waktu gerak dan waktu respons (Philips & Honark, 1979 )

### 2.4.2 Komponen Waktu Reaksi

Zatzyorski sebagaimana dikutip oleh Bempa (1983) mengatakan bahwa waktu reaksi terdiri dari lima komponen, yaitu:

- a) Munculnya stimulus pada tingkat reseptor, yaitu suatu struktur khusus yang sangat peka terhadap jenis-jenis rangsangan tertentu.
- b) Perambatan atau propagasi stimulus ke sistem saraf pusat.
- c) Pengiriman melalui jalan kecil saraf dan produksi sinyal efektor (suatu urat atau otot, atau kelenjar yang bergerak memberi reaksi terhadap impuls-impuls yang tiba melewati neuron-neuron efferen yakni yang membawa pergi dari sistem saraf pusat.
- d) Pengiriman sinyal dari sistem saraf pusat ke otot.
- e) Stimulasi atau perangsangan otot untuk melakukan kerja mekanis.

Waktu yang paling banyak dibutuhkan adalah pada saat komponen yang ketiga.

Sedangkan Teicher sebagaimana dikutip oleh Jensen & Fisher (1979) membagi waktu reaksi menjadi 4 fase dengan berdasarkan sudut pandang fisiologis, sebagai berikut:

- a) Permulaan stimulus
- b) Periode latensi pertama, selama proses reseptor berlangsung.
- c) Periode latensi kedua yang melibatkan pengiriman impuls sensoris pusat ke serabut-serabut otot (waktu perhatian/ pemikiran).
- d) Penundaan didalam proses motorik mendahului kontraksi otot.

Menurut **Wiecrozek (1975)** waktu reaksi adalah kualitas yang sangat spesifik yang terlibat melalui anekaragam macam jalan. Keanekaragaman tersebut dikelompokkan dalam 3 tahap, yakni:

**a. Pada tingkat rangsangan**

Dalam situasi persepsi tanda yang bersifat penglihatan, perabaan, pendengaran, proprioseptif, vestibular serta rasionali.

**b. Pada tingkat pengambilan keputusan**

Dari keanekaragaman tanda yang diterima maka perlu dilakukan suatu persepsi sehingga reaksi yang diberikan sesuai dengan tanda atau rangsangan.

**c. Pada tingkat pengorganisasian reaksi kinetis**

Pilihan persepsi umumnya diikuti dengan menetapkan pilihan diantara bermacam respons kinetis yang dibuat.

### **2.4.3 Jenis-Jenis Waktu Reaksi**

**Nossek (1982)** dan **Bompa (1983)** membagi waktu reaksi menjadi 2 jenis, yaitu: 1) waktu reaksi sederhana dan 2) waktu reaksi kompleks.

Waktu reaksi sederhana ditentukan sebelumnya respons yang sadar terhadap sinyal yang diketahui sebelumnya dilakukan secara mendadak, misalnya bunyi pistol dalam lari cepat (**Bompa, 1983**). Reaksi sederhana diterapkan dalam gerakan-gerakan yang didalamnya seorang atlet mengetahui gerakan yang akan dilakukan, misalnya start yang tinggi (**Nossek, 1982**). Nomor-nomor lari 100m termasuk

dalam jenis waktu reaksi sederhana yaitu pada saat adanya rangsangan berbunyi pistol, pada saat atlet memberikan respons gerak permulaan gerak lari. Sebagaimana telah dikemukakan sebelumnya, waktu reaksi ini disebut waktu reaksi start. Dalam reaksi start ini hanya ada stimulus tunggal, tidak ada berbagai stimulus yang harus dipilih salah satunya. Disamping itu semua atlet sudah mengetahui sebelumnya terhadap rangsangan yang akan diterimanya. Sedangkan waktu reaksi kompleks adalah pilihan menunjuk pada kasus dimana individu dihadapkan pada beberapa stimulus dan harus memilih atau menentukan diantara beberapa stimulus tersebut (Bompa, 1983). Reaksi kompleks dilakukan dalam permainan-permainan dan olahraga yang bersifat pertarungan. Disini situasi yang kompetitif menentukan reaksi gerak selanjutnya dari seorang atlet (Nossek, 1982).

#### 2.4.4 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Waktu Reaksi

Menurut Wicrozek (1975) bahwa efisiensi dalam kecepatan reaksi dipengaruhi oleh beberapa unsur, yaitu: *a)* tingkat pengenalan terhadap situasi persepsi, *b)* tingkat pengenalan terhadap jawaban kinetis yang harus dibuat, *c)* mutu kondisi fisik umum. Sedangkan menurut Drowatzky (1981) faktor-faktor yang mempengaruhi latensi respons dibagi dalam dua kategori yang luas, yaitu: *a)* waktu reaksi yang ditentukan oleh karakteristik subjek yang bersifat individu, seperti usia, jenis kelamin, belajar, motivasi, kemampuan fisik dan kemampuan mental, *b)* faktor-faktor yang berkaitan dengan karakteristik tugas atau aktifitas. Variabel-variabel tugas itu termasuk hakekat dan kompleksitas stimulus dan kompleksitas tugas.

Faktor-faktor yang mempengaruhi waktu reaksi yang ditentukan oleh karakteristik subjek adalah sebagai berikut:

*a. Bawaan atau Genetik*

Mengenai karakteristik subjek, Singer (1981) mengatakan bahwa waktu reaksi sama halnya dengan kecepatan pada umumnya ditentukan oleh faktor-faktor bawaan atau keturunan.

*b. Usia*

Waktu reaksi pada anak-anak adalah lambat tetapi meningkat secara perlahan-lahan seiring dengan bertambahnya usia, dan mencapai puncaknya pada usia dewasa muda atau usia perguruan tinggi (Karpovick, 1959). Namun suatu pendapat yang sangat berbeda dikemukakan oleh Teicher sebagaimana dikutip oleh Jensen & Fisher (1979) bahwa waktu reaksi meningkat kira-kira usia 30 tahun, setelah periode latensi tumbuh lebih lama, tetapi bahkan pada usia 60 tahun waktu reaksi lebih cepat daripada usia 10 tahun.

Suatu bukti empiris yang dikemukakan oleh Sinclair & Moyls yang meneliti karakteristik kecepatan 12 orang penjaga gawang Hockey yang berusia 9-18 tahun dengan tiga variabel dependen (*reaction time*, *movement time*, dan *total respons time*) dan satu variabel tidak tertentu. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa seluruh variabel dependen berkurang waktunya sesuai dengan perkembangan pemain secara kronologis dan dengan pengalaman (Berner & Labine, 1987 ).

### *c. Jenis Kelamin*

Teicher & Tripp mengemukakan bahwa waktu reaksi pria lebih cepat daripada wanita. Didalam suatu studi tentang waktu reaksi gerakan anggota tubuh antara pria dan wanita didapati bahwa reaksi pada wanita lebih lambat dibanding pria, walaupun perbedaannya kecil. Perbedaan ini kemungkinan berdasarkan fakta bahwa pria terlatih memerlukan aktifitas yang lebih cepat dari wanita (Jansen & Fisher, 1979 ).

### *d. Tingkat Kesiapan Individu*

Waktu reaksi dipengaruhi oleh tingkat kesiapan individu dalam bertindak. Menurut Jansen & Fisher (1979) bahwa imajinasi dan antisipasi suatu tindakan mempersiapkan otot-otot untuk bergerak sebelum stimulus memicu suatu respons. Smith menemukan subjek yang menghasilkan waktu reaksi 7% lebih cepat jika otot-ototnya dalam keadaan tegang yang berlawanan dengan kondisi rileks. Studi tentang efek persiapan atau pendahuluan ketegangan ketegangan otot pada latensi menunjukkan bahwa periode latensi diperpendek sebagai hasil ketegangan (Jansen & Fisher, 1979). Williams & Gazali (1983) dalam studi waktu reaksi pengemudi terhadap adanya gangguan angin buatan menemukan bahwa waktu reaksi yang lebih pendek didapatkan apabila terdapat suatu syarat pada penglihatan fisik, lebih ia mengatakan bahwa waktu reaksi pengemudi yang berpengalaman lebih cepat dari yang belum berpengalaman.

#### *e. Pengaruh Sinyal Persiapan*

Teicher mengatakan bahwa setiap sinyal menyebabkan seorang atlet berkonsentrasi terhadap stimulus dan untuk mempersiapkan otot-ototnya guna memberikan respons yang cepat terhadap stimulus yang diberikan dan waktu reaksi meningkat jika persiapan diberikan sebelum stimulus (Jansen & Fisher, 1979). Menurut Salmon (1984) bahwa aktifitas yang dikeluarkan oleh stimulus kronis sangat sederhana dibandingkan dengan pola aktifitas rumit dan jangkauan impuls yang diterima otot yang menjalani latihan daya tahan, otot menyesuaikan diri terhadap tahap awal respons.

#### *f. Pengaruh Jumlah Reseptor Yang Di Rangsang*

Jumlah yang lebih besar dari reseptor yang dirangsang menyebabkan lebih pendek periode latensi dan lebih pendek waktu reaksi. Ditemukan bahwa kombinasi cahaya, suara dan kejutan yang simultan menyebabkan meningkatnya waktu reaksi. Morehouse & Miller mengemukakan bahwa waktu reaksi diperlambat oleh stimulus yang terlalu kompleks, dan berkesinambungan yang mengacaukan bunyi dan sinyal suara yang berubah-ubah keras dan pelan (Jansen & Fisher, 1979). Dua faktor utama yang mempengaruhi alokasi perbaikan dan pematapan rangkaian perhatian adalah: harapan subjek dimana stimuli akan muncul dan prioritas yang diberikan pada tugas. Dibuktikan adanya penurunan kerja ketika individu mengharapkan stimuli pada satu bidang tetapi kenyataan muncul pada bidang lain atau isyarat terjadi pada tugas lainnya (Furst dkk, 1986 ).

### *g. Atlet dan Non Atlet*

Menurut Karpovich (1959) bahwa atlet memiliki waktu reaksi lebih cepat dari non atlet. Hal ini terlihat juga pada hubungan waktu reaksi dan waktu refleksi. Pelari-pelari cepat memiliki waktu reaksi dan waktu refleksi patela lebih baik dari pelari-pelari jarak jauh. Dalam studi mengenai hubungan antara aktifitas muskular dengan waktu terjadinya refleksi patela didapati bahwa waktu terjadinya refleksi mempunyai kecenderungan menjadi lebih pendek dengan melaksanakan latihan. Waktu terjadinya refleksi dipengaruhi oleh berbagai prosedur latihan. Hal yang sama dikemukakan oleh Brown & Tuttle (1966) bahwa waktu terjadinya refleksi menjadi lebih pendek pada subjek yang terlatih. Akan tetapi menurut Williams (1985) bahwa latihan dengan intensitas tinggi merusak waktu reaksi sedangkan latihan intensitas rendah tidak mempermudah waktu reaksi.

Marga dan kolega menemukan bahwa latihan mempunyai pengaruh terhadap velositas konduksi dari saraf sensorik dan saraf motorik dan kelelahan otot memperpendek konduksi pada serabut saraf spiral namun waktu terjadinya refleksi secara total tidak berubah (Charles, 1966). Disisi lain Kyrolainen & Komi (1994) melaporkan bahwa atlet yang dilatih ketahanan fisik mempunyai sensitifitas lebih baik untuk mengubah stimuli mekanik.

### *h. Kelelahan*

Kelelahan fisiologis memperpanjang waktu reaksi. Beberapa eksperimen menunjukkan bahwa kurang tidur memiliki sedikit pengaruh terhadap waktu reaksi, jika objek berkon-sentrasi pada stimulus (Jansen & Fisher, 1979). Dari studi yang



dilakukan oleh Chumura dan kolega (1994) tentang waktu reaksi selama latihan bertingkat, menemukan bahwa waktu reaksi pada pemain sepak bola yang masih muda saat latihan menurun dengan pemberian latihan beban yang bertingkat, peningkatan lebih lanjut dari latihan beban ini akan menyebabkan penurunan secara cepat kemampuan psikomotor pemain tersebut, karena adanya peningkatan kadar asam laktat darah yang akan meningkatkan proses anaerobik.

#### 2.4.5 Cara Meningkatkan Waktu Reaksi

Dalam usaha meningkatkan kecepatan reaksi perlu memperhatikan prinsip-prinsip yang harus diikuti. Wicrowzek (1975) mengemukakan bahwa pengembangan waktu reaksi dapat dicapai dengan: a) meningkatkan pengenalan terhadap situasi persepsi khusus tersebut. b) mengotomatisasi semaksimal mungkin jawaban motorik yang perlu atau perilaku kinetis yang dipilih dalam situasi nyata.

##### 2.4.5.1 Cara Meningkatkan waktu Reaksi Sederhana

###### a. Metode Reaksi Berulang-ulang

Zatzyorky mengemukakan bahwa pengembangan waktu reaksi sederhana dapat dicapai dengan metode reaksi berulang-ulang, didasarkan pada kesiagaan atau kesiapan (arousal) dari individu setelah datangnya rangsangan, baik secara sinyal atau aba-aba (visual atau suara) atau perubahan kondisi pelaksanaan suatu ketrampilan. Misalnya start yang berulang-ulang selang waktu yang bervariasi diantara aba-aba "siap" (*get set*) dan aba-aba start, merubah arah perjalanan dengan aba-aba dari pelatih, mengantisipasi dan memberikan reaksi secara berbeda

terhadap ketrampilan atau gerak yang diketahui yang dilakukan dengan seorang lawan dan sebagainya (Bompa, 1983 ).

### *b. Metode Analitis*

Metode analitis ini menunjuk pada penampilan atau pelaksanaan bagian-bagian ketrampilan atau elemen-elemen teknik dalam kondisi-kondisi yang ringan (lebih mudah), dimana reaksi terhadap sinyal atau kecepatan gerak dipermudah. Misalnya seorang atlet memberikan reaksi lebih cepat terhadap sinyal atau aba-aba start, jika tangannya diangkat agak lebih tinggi daripada kakinya. Dalam kondisi seperti ini berat tubuh atlet tidak merata sama, karenaitu ia dapat bereaksi dengan tangannya lebih cepat daripada kondisi atau keadaan normal (Bompa, 1993 ).

### *c. Metode Sensomotorik*

Gellerstain mengemukakan bahwa metode sensomotorik menunjuk pada hubungan diantara waktu rreaksi dan kemampuan seseorang untuk membedakan selang atau interval-interval mikro persepuluh detik. Hal ini diasumsikan bahwa orang yang dapat merasakan perbedaan waktu diantara berbagai repetisi, memiliki waktu reaksi yang baik. Setiap latihan seharusnya dilakukan dalam tiga tahap, yaitu:

Tahap I Sinyal atau aba-aba dari pelatih, atlet melakukan start dengan kecepatan maksimal dalam jarak yang pendek.

Tahap II Seperti tahap I, tetapi atlet harus menaksir atau memperkirakan waktu penampilan sebelum pelatih memberikan waktu yang tepat itu.

Tahap III Pada saat itu atlet harus melakukan start dalam waktu yang ditentukan sebelumnya. Akibatnya atlet belajar untuk mengatur waktu reaksinya.

Peningkatan waktu reaksi sangat tergantung pada kemampuan konsentrasi atlet, untuk mengatur waktu reaksinya, dan dimana perhatian atlet dikonsentrasikan. Jika konsentrasi diarahkan pada gerakan yang ditampilkan dari pada kearah aba-aba start, maka waktu reaksi atlet lebih pendek. Waktu reaksi juga lebih pendek jika selama beberapa mili detik (per sepuluh detik) sebelum start otot-otot secara isometris ditegangkan atau dalam keadaan tegang; yakni tekanan terhadap balok start. Akhirnya, waktu reaksi juga tergantung pada selang waktu sebelum aba-aba siap dan start adalah 1,5 detik.

#### **2.4.5.2 Peningkatan Waktu Reaksi Kompleks**

##### ***a. Reaksi Terhadap Objek Bergerak***

Reaksi untuk objek bergerak, khususnya untuk olahraga tim dan melibatkan dua lawan. Misalnya, jika anggota tim melakukan pasing bola, maka penerima harus melihat bola itu, menilai atau menentukan arah dan pecepatannya, menseleksi rencana tindakannya dan menampilkannya. Empat elemen ini terdiri dari reaksi yang tersembunyi (tidak nampak), yang memerlukan waktu antara 0:25 - 1:00 detik. Periode waktu terlama diperlukan pada elemen pertama, khususnya jika objek itu diterima secara tidak terpikir oleh pemain. Waktu sensorial (yang berkaitan dengan panca indera), waktu yang diperlukan untuk melakukan tiga elemen yang lain adalah jauh lebih pendek yaitu: 0,05 detik (Bompa, 1983). Oleh karena itu, pada saat latihan, pelatih seharusnya banyak menekankan pada elemen pertama: yaitu kemampuan memvisualisasikan objek yang bergerak itu. Berbagai latihan dimana pola aktifitas dalam tinju dan sebagainya diberikan kepada pemain dari posisi, arah, atau

kecepatan yang tidak diharapkan atau diduga sebelumnya, meningkatkan reaksi terhadap objek yang bergerak. Juga penggunaan berbagai permainan pada tempat yang lebih kecil daripada ukuran sebenarnya akan meningkatkan reaksi seseorang terhadap objek bergerak.

### *b. Reaksi Selektif*

Selektif atau penentuan respons motorik yang tepat dari suatu persediaan respons yang mungkin terhadap tindakan-tindakan persediaan yang ditampilkan dengan pola-pola atau lawan-lawan bahkan sebagai hasil perubahan yang cepat dari lingkungan penampilan. Misalnya, seorang petinju mengambil sikap bertahan, dan memilih atau menentukan reaksi yang terbaik untuk memberikan respons terhadap tindakan-tindakan lawannya. Pengembangan reaksi selektif seharusnya diberikan dengan cara progresif. Misalnya didalam olahraga tinju, atlet itu pertama diajar reaksi yang standar untuk elemen-elemen teknik yang diberikan. Sambil atlet mengotomatisasi ketrampilan itu, ia diajar variasi reaksi standar yang kedua. Tahap selanjutnya elemen-elemen baru harus ditambah agar ia mengetahui ketrampilan-ketrampilan bertahan dan menyerang dengan tepat terhadap tindakan yang diberikan dan harus memilih salah satu kondisi dengan tepat dan efektif. Zatzoryky mengatakan bahwa atlet kelas top bereaksi dengan kecepatan yang sama baik untuk waktu reaksi sederhana maupun waktu reaksi kompleks. Ia menyarankan bahwa setiap gerakan memiliki dua tahap, yaitu: 1) tahap isometrik atau tahap pada saat ketegangan otot adalah tinggi, secara merata didistribusikan dalam otot itu, dan siap untuk bereaksi, 2) tahap isotonik, pada saat gerakan yang sederhana atau reaksi berlangsung.

#### 2.4.6 Pengukuran Waktu Reaksi

Pengukuran waktu reaksi dapat dilakukan, antara lain dengan:

1. Yardstick reaction time test (Arnol, 1984 ).
2. Nelson Reaction Time Test (Johnson & Nelson, 1984) yang terdiri dari:  
Nelson hand reaction time dan Nelson foot reaction time.

#### 2.5 Kekuatan

Kekuatan merupakan komponen yang sangat penting guna meningkatkan kondisi fisik secara keseluruhan, karena kekuatan otot merupakan daya penggerak setiap aktifitas fisik, serta melindungi kemungkinan cedera. Dengan kekuatan seseorang akan dapat memukul dan menendang bola lebih keras, berlari lebih cepat, melempar lebih jauh serta dapat membantu memperkuat stabilitas sendi-sendi.

Clarke (1980) mengatakan bahwa kekuatan adalah penentu utama pencapaian prestasi olahraga dan unsur lain merupakan penunjang yang terbentuk bersamaan dalam proses peningkatan atau pembentukan kekuatan. Menurut Nossek (1982) bahwa untuk meningkatkan kemampuan fisik salah satu kegiatan penting yang harus dilakukan adalah meningkatkan tekanan terhadap otot yang dilatih secara berulang-ulang.

##### 2.5.1 Pengertian Kekuatan

Menurut Fox (1988) kekuatan otot adalah daya sebuah otot, atau sekelompok otot yang dapat digunakan melawan suatu tahanan dalam usaha maksimal. Sedangkan Wilmore & Costill (1989) kekuatan adalah kemampuan dari otot untuk menggunakan tenaga.

Seikat otot sebagian besar tergantung pada ukurannya, tepatnya kekuatan otot tungkai sangat berhubungan dengan kumpulan serabut otot yang berperan pada gerakan tungkai, ini berarti tergantung pada jumlah dan diameter serabut otot. Kekuatan otot ini juga sangat dipengaruhi oleh kemampuan sistem saraf dalam mengerahkan unit gerak. Kekuatan otot maksimal dapat terjadi bila jumlah unit gerak dirangsang sesering mungkin, kemampuan otot beradaptasi dengan rangsangan memberikan penampilan ketrampilan yang sesuai dengan kekuatan yang dibutuhkan untuk kesesuaian teknik gerakan (Pate dkk, 1984). Lamb (1984) mengatakan bahwa kekuatan otot tergantung pada unit gerak yang dirangsang dalam otot serta frekuensi unit gerak yang diaktifkan.

### 2.5.2 Macam Kekuatan

O'Shea (1970) membagi kekuatan otot menjadi dua, yaitu: kekuatan dinamis dan kekuatan statis. Kekuatan dinamis menunjuk pada kekuatan otot yang dapat digunakan ketika gerakan yang jelas diperlihatkan pada bentuk kerja misalnya mengangkat beban. Kekuatan statis ditunjukkan pada penggunaan otot dalam gerakan nyata misalnya bentuk kerja. Nossek (1982) dan Bompa (1990) membagi kekuatan dalam dua jenis, yaitu kekuatan absolut dan kekuatan relatif. Kekuatan absolut adalah kekuatan maksimal yang mampu dipindahkan olahragawan (berat badannya), dan kekuatan relatif adalah perbandingan antara kekuatan maksimal dengan berat badan.

Bila ditinjau dari segi latihan Nossek (1982) membagi lagi kekuatan ini menjadi 3 (tiga) tipe, yaitu: kekuatan maksimal, kekuatan daya ledak dan kekuatan daya tahan. Kekuatan maksimal tergantung pada daya tahan otot, jumlah jaringan, struktur dan

bentuk otot. Kekuatan daya ledak adalah untuk menanggulangi tahanan yang rendah dengan percepatan maksimal dengan tipe gerakan tunggal. Kekuatan daya tahan adalah untuk melawan tahanan yang percepatannya kurang dari maksimal dengan tujuan gerakan berulang-ulang.

### **2.5.3 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kekuatan**

Fox (1984) mengemukakan beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan, yakni:

#### **a. Aspek anatomis dan fisiologis**

- Jenis serabut otot rangka
- Besar otot rangka bersangkutan
- Jumlah cross bridge yang terlibat

#### **b. Aspek biokimia fisiologis**

Sistem metabolisme energi terutama metabolisme anaerobik.

#### **c. Aspek biomekanis kinesiologi**

- Sudut sendi
- Kekuatan
- Interaksi posisi antar bagian tubuh dengan sistem mekanika gaya secara keseluruhan.

Selain faktor-faktor tersebut diatas, menurut Soekarman (1989) kekuatan dipengaruhi oleh jenis kelamin dan umur. Setiap latihan dengan menggunakan beban yang dilakukan secara teratur dan terarah akan memberikan pengaruh terhadap perkembangan kekuatan, baik wanita maupun laki-laki. Mayer dan kolega (1994) mengatakan bahwa perbedaan kebutuhan antara macam-macam gerakan dan perkembangan pada gaya tenaga putar dimana kekuatan maksimum laki-laki lebih tinggi dari pada perempuan dilihat dari *range of motion*.

Hilangnya kekuatan pada para manula memiliki implikasi penting bagi kesehatan. Bahkan pada manula yang sehat menunjukkan perbandingan hilangnya kekuatan 1,5% pertahun dan tenaga 3,5% pertahun (rata-rata antara usia 65-84 tahun). Dilain pihak manula sangat tua tetapi sehat, setidaknya sangat responsif terhadap latihan kekuatan sebagaimana orang dewasa muda. Kehilangan kekuatan dan tenaga terjadi seiring dengan meningkatnya usia (Young, 1994). Larson (1979) mengatakan bahwa penurunan kekuatan pada usia tua dapat diamati sebagai salah satu yang berhubungan sangat bermakna dengan areal serabut otot cepat yang mengalami atrofi. Kebanyakan studi mengenai kekuatan dan usia memperlihatkan bahwa kekuatan maksimum terdapat pada usia 25-30 tahun.

#### **2.5.4 Metode Latihan Kekuatan**

Latihan kekuatan dilakukan dengan rangsangan yang kuat serta mengaktifkan sebanyak mungkin serabut otot dalam kontraksi tunggal (Nossek, 1982). Latihan kekuatan ini diarahkan untuk memperbesar otot, dengan tanpa mengabaikan prinsip-prinsip beban berlebih, beban bertambah, beban beraturan dan prinsip kekhususan.



Prinsip beban lebih menggambarkan kuatnya kontraksi terus menerus untuk rangsangan elektrik dan gambaran *electrically evoked torque* (EET) pada ergometer menyebabkan kontraksi nyeri otot dan perlawanan terhadap nyeri otot (Miller, 1993 ).

Penambahan beban hendaknya dapat memberikan rangsangan pada otot (Brooks & Fahey, 1984). Untuk meningkatkan kekuatan, bentuk latihan yang efektif adalah latihan beban, karena dapat meningkatkan kekuatan, power dan daya tahan (Nossek, 1982). Selain itu bentuk latihan isometrik, isotonik serta isokinetik dapat meningkatkan kekuatan otot (Lamb & Fox, 1984 ).

### 2.5.5 Pengukuran Kekuatan

Untuk mengetahui peningkatan kekuatan otot, maka instrumen dan bentuk tes yang tepat sangatlah penting untuk memberikan gambaran kekuatan maksimum. Sebab penggunaan instrumen dan bentuk tes yang tidak sesuai akan memberikan hasil yang tidak maksimal. Sebagai contoh untuk mengukur kekuatan maksimal tungkai mengangkat suatu beban, maka instrumen yang sesuai adalah *half* atau *full squat lift*, dengan angkatan tunggal. Apabila ingin melakukan tes daya tahan kekuatan otot tungkai, maka instrumen tersebut diatas dimodifikasi dengan melakukan angkatan berulang-ulang dengan jumlah beban dibawah kemampuan maksimum.

Cara lain untuk mengukur kekuatan yaitu dengan menggunakan alat seperti dinamometer, yang antara seperti *Back and Leg dynamometer*, suatu alat yang dapat dipakai untuk mengukur kekuatan otot-otot punggung dan otot-otot tungkai; *Grip dynamometer*, suatu alat yang dapat digunakan untuk mengukur kekuatan genggam dari tangan.

## 2.6 Latihan Plaiometrik

### 2.6.1 Pengertian Latihan Plaiometrik

Latihan plaiometrik meliputi kekuatan dan kecepatan yang digunakan untuk kontraksi otot pada karakteristik gerakan *eksplosive stretch shorten cycle* (SSC). Tipe latihan ini meliputi gerakan dinamik SSC untuk meningkatkan gerakan atlet dengan hasil periode pendek setiap waktu. Latihan plaiometrik merupakan metode latihan untuk mengembangkan tenaga (power) eksplosif, sebuah komponen penting untuk sebagian besar penampilan otot. Dewasa ini plaiometrik merujuk pada latihan yang berhubungan dengan kontraksi otot yang sangat kuat dalam merespons beban cepat secara dinamik dan melibatkan perentangan otot. Latihan plaiometrik menurut Verostanski membantu mengembangkan sistem neuromuskular secara menyeluruh untuk gerakan tenaga, tidak hanya jaringan kontraktile saja.

Latihan plaiometrik membantu atlet sepak bola, bola basket, angkat berat, renang, base ball dan olahraga lainnya yang menuntut ketrampilan tenaga dalam kombinasi antara kecepatan dan kekuatan. Yang merupakan manfaat dari pelatihan plaiometrik, gerakan plaiometrik didasarkan pada kontraksi refleksi serabut otot yang ditimbulkan oleh pembebanan cepat sehingga meregang dari serabut otot yang sama (Brittenham, 1992). Menurut Chu (1992) latihan plaiometrik adalah latihan yang memungkinkan otot untuk mencapai kekuatan maksimal dalam waktu sesingkat mungkin. Menurut Kraner (1993) bahwa latihan plaiometrik menekankan pembakaran otot pada gerakan ekstensik (memanjang) dalam upaya meningkatkan prestasi gerakan konsentrik (memendek) yang selanjutnya.

### 2.6.2 Dasar Fisiologi Latihan Plaiometrik

Ada dua faktor penting yang menjadi dasar fisiologis dari kerja latihan plaiometrik yaitu:

- a. Adanya rangkaian elastis otot melalui tendon, cross bridge, aktin dan miosin yang menyusun serabut otot.
- b. Muscle spindle (proprioceptor) yang berupa sensor-sensor berperan mendeteksi perubahan panjang otot dan kecepatan regangan otot.

Elastisitas otot merupakan faktor penting yang menyebabkan latihan plaiometrik dapat menghasilkan daya ledak yang lebih besar dibanding kontraksi konsentrik sederhana. Otot-otot dengan cepat menyimpan tekanan yang dihasilkan oleh regangan yang cepat sehingga memproses suatu jenis energi elastis potensial.

Regangan atau miotatik adalah proses refleks untuk kecepatan pada regangan otot dan merupakan respons refleks yang tercepat dalam tubuh manusia. Alasannya karena ada hubungan langsung dari reseptor sensorik dalam otot menuju ke sel-sel dalam spinal cord dan segera kembali ke serabut otot untuk berkontraksi. Refleks lain lebih lambat dibandingkan refleks regang karena refleks lain harus dipindah melalui berbagai jalur (interneuron) setelah menghasilkan reaksi.

Dalam keseluruhan fungsi muscle spindle mampu mengeluarkan dua tipe respon yakni, statik dan dinamik. Respons statik terjadi bila serabut intrafusal terentang dengan lambat, yang diakibatkan oleh peregangan serabut otot rangka secara perlahan-lahan. Respons ini dapat berlanjut selama beberapa menit sepanjang serabut otot rangka tetap teregang. Respons dinamis terjadi dimana resptor utama diaktifkan

oleh perubahan yang cepat pada serabut intrafusul. Yang penting pada respons dinamis ini tampak merupakan suatu kecepatan yang mendadak ditempat terjadinya regangan. Fungsi utama dari muscle spindle adalah untuk memperoleh apa yang disebut dengan regangan atau refleks miotatik, dimana proses neuromukular dianggap mengembangkan dasar tindakan plaiometrik.

## **2.7 Latihan Stride Jump Crossover Dan Interval Istirahat**

### ***a. Latihan Stride Jump Crossover***

Gerakan latihan *stride jump crossover* adalah sebagai berikut: berdiri disamping kotak setinggi 35 cm dengan salah satu kaki (kiri) dan kaki yang satu lagi (kanan) bertumpu di atas lantai, dan kedua lengan lurus kebawah disamping badan. Lengan diayunkan ke atas sambil melompat ke atas setinggi mungkin dengan menolakan tungkai yang ditekukkan (kiri). Turun dengan kedua kaki secara bersamaan, kaki kanan mendarat di atas kotak sedangkan kiri di atas lantai. Rangkaian gerakan ini dilakukan berulang-ulang sebanyak 8-16 kali (4-8 kiri ; 4-8 kanan). Dengan kecepatan irama metronom 40 - 60 kali setiap menit.

### ***b. Interval Istirahat***

Banyak variasi latihan yang dapat dipakai dalam mengembangkan kondisi fisik atlet, khususnya pengembangan sistem energi yang sesuai dengan kebutuhan dari masing-masing cabang olahraga. Salah satu program latihan yang telah diteliti secara sistematis dan ilmiah adalah latihan interval (Bowers, 1992 ).

Program latihan fisik yang berlangsung secara berselang antara interval kerja (*work interval*) dan interval istirahat (*rest interval*) disebut *interval training* (Annarino, 1976). Interval istirahat dapat berupa istirahat aktif sehingga disebut *work relief interval*, misalnya jogging ringan (*light jogging*). Sedangkan pada interval istirahat pasif atlet beristirahat dengan duduk, disebut *rest relief interval*.

Tujuan dari pemberian istirahat ini adalah untuk memberi kesempatan bagi tubuh untuk melakukan pemulihan. Pentingnya waktu pemulihan untuk melanjutkan kinerja (Kelly, 1976). Latihan berselang ini merupakan dasar untuk semua cabang olahraga dan dianggap sebagai suatu metode latihan yang baik (Amarino, 1976).

Pada latihan interval beban kerja yang harus diberikan bila ingin mengutamakan sistem anaerobik lebih dominan maka beban kerja harus maksimal atau mendekati maksimal. Apabila pada fase istirahat diberi beban kerja ringan sedang, misalnya jogging maka disebut latihan anaerobik berselang aktif, dan bila fase istirahat diberi beban kerja ringan misalnya jalan atau duduk disebut latihan anaerobik berselang pasif (Bowers, 1992).

Berdasarkan tabel 2.2, dapat dikembangkan program latihan sesuai dengan sistem energi yang akan dikembangkan. Tergantung intensitas kerja, lama fase kerja atau fase istirahatnya, jumlah ulangan kerja. Sebagai misal, apabila ingin mengembangkan sistem ATP-PC, maka fase kerja antara 10-25 detik, perbandingan fase kerja dan fase istirahat adalah 1:3, fase istirahatnya berupa istirahat pasif. Jumlah set 4-5, repetisi 8-10 kali setiap set.

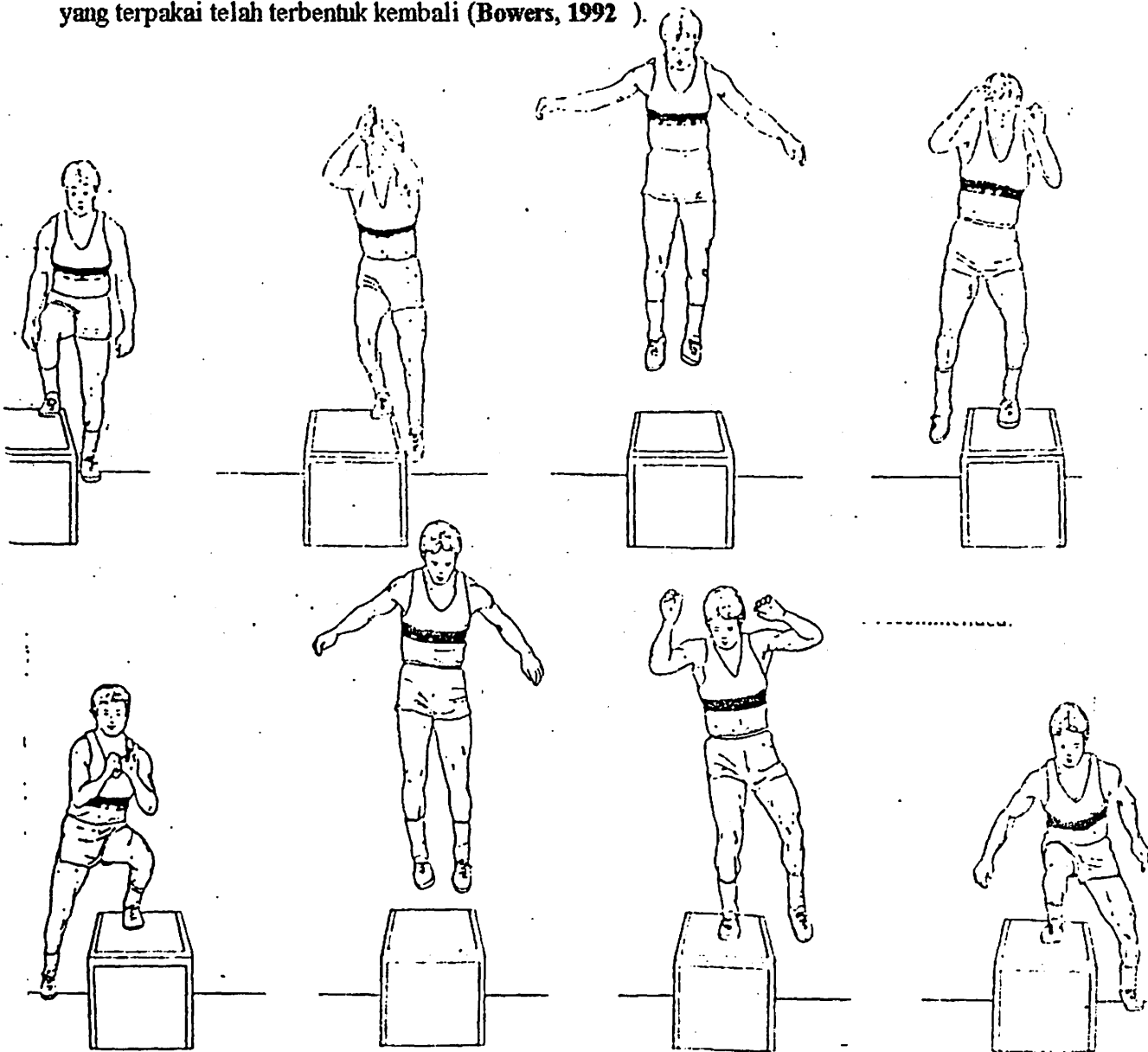
Tabel 2.2 Pengembangan Sistem Energi Dengan Interval Training (Bowers, 1992 )

Major Energy System	Training Time (Minutes: Seconds)		Repetitions per Workout	Sets per Workout	Repetitions per Set	Work-Rest Ratio	Type of Rest Interval ....
	Run	Swim					
ATP-CP	0:10		50	5	10	1:3	Rest-relief
	0:15		45	5	9		Rest-relief
	0:20		40	4	10		
	0:25		32	4	8		
ATP-CP-LA	0:30		25	5	5	1:3	Work-relief (e.g. light to mid exercise)
	0:40-0:50		20	4	5		
	1:00-1:10		15	3	5		
LA-O <sub>2</sub>	1:20		10	2	5	1:2	
	1:30-2:00		8	2	4	1:2	Work-relief
	2:10-2:40		6	1	6		
O <sub>2</sub>	2:50-3:00		4	1	4	1:1	Rest-relief
	3:00-4:00		4	1	4	1:1	Rest-relief
Major Energy System	Training Distance (Yards)		Repetitions per Workout	Sets per Workout	Repetitions per Set	Work-Rest Ratio	Type of Rest Interval ....
	Run	Swim					
ATP-CP	55	15	50	5	10	1:3	Rest-relief (e.g. walking)
	110	25	24	3	8		
ATP-CP-LA	220	50	16	4	4	1:2	Work-relief (light to mid exercise)
LA	440	100	8	2	4		
LA-O <sub>2</sub>	660	150	5	1	5	1:2	Work-relief
	880	200	4	2	2	1:1	Rest-relief
O <sub>2</sub>	1100	300	3	1	3	1:1/2	Rest-relief
	1320	350	3	1	3	1:1/2	

Modified from Fox and Mathews (1974)

Apabila ingin meningkatkan sistem energi ATP-PC-LA yang lebih dominan, maka beban kerja harus diberikan pada saat fase kerja adalah beban anaerobik yang berlangsung selama 30-80 detik dengan fase istirahat berupa kerja ringan, dan perbandingan fase kerja dengan fase istirahat adalah 1:2 - 1:3.

Pada akhir dari suatu latihan yang berintensitas maksimal, maka akan terjadi proses pulih asal, yakni ATP-PC yang terpakai akan dibentuk dan disimpan kembali dalam otot, begitu pula asam laktat yang terbentuk selama latihan akan dibersihkan atau disingkirkan sehingga mencapai kadar yang sama seperti sebelumnya. Pulih asal ATP-PC berlangsung dengan cepat pada 30 detik pertama, yaitu sekitar 50% yang terpakai telah terbentuk kembali (Bowers, 1992 ).

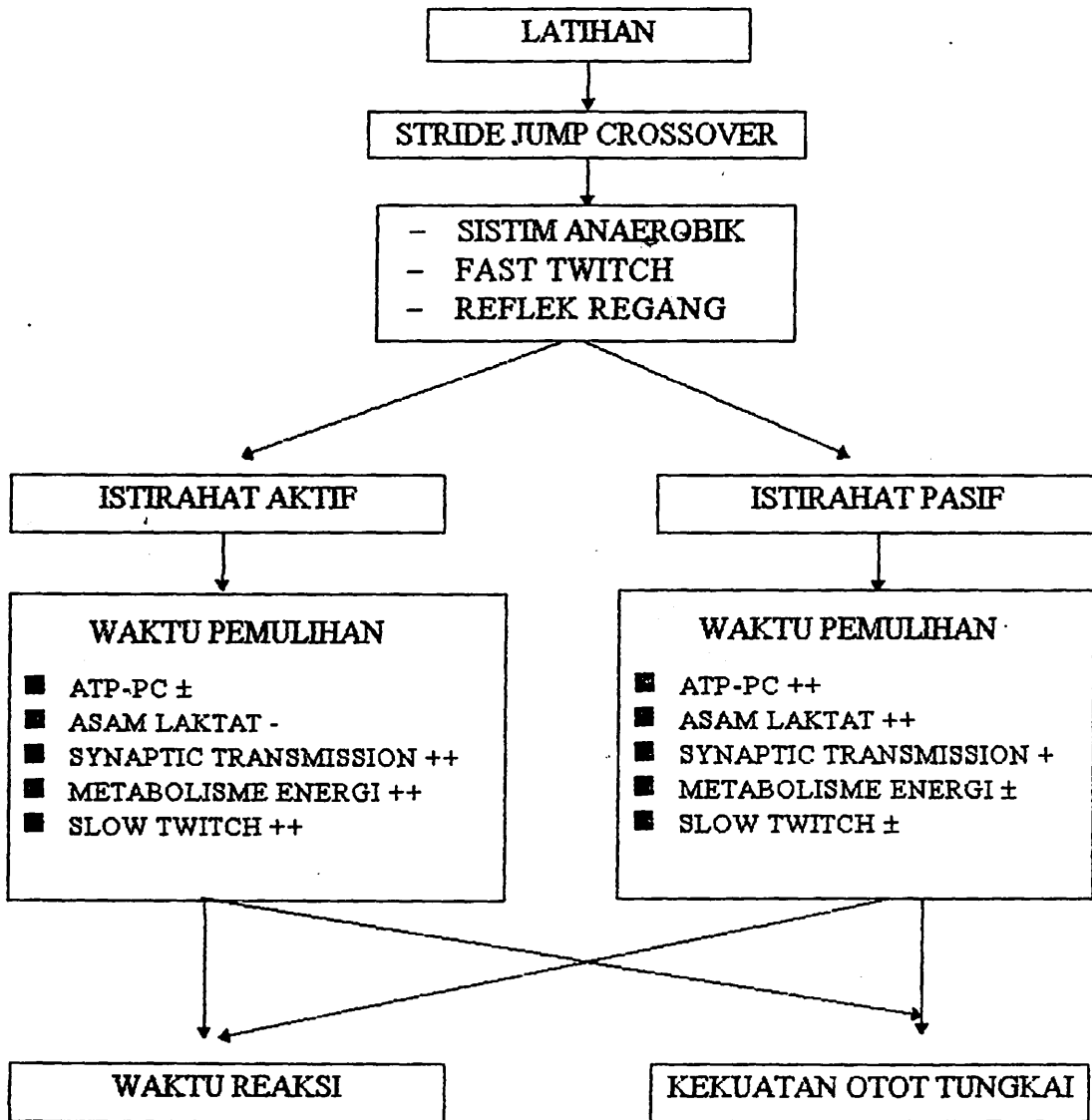


Gambar 12. Gerakan latihan stride jump cross over (Radcliff & Farentinos, 1985 )

# BAB 3

## KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS PENELITIAN

### 3.1 Kerangka Konseptual Penelitian





### **3.2 Hipotesis**

- 3.2.1. Latihan Stride Jump Crossover istirahat aktif memperpendek waktu reaksi dan meningkatkan kekuatan otot tungkai.**
- 3.2.2. Latihan Stride Jump Crossover istirahat pasif memperpendek waktu reaksi dan meningkatkan kekuatan otot tungkai.**
- 3.2.3. Latihan stride jump crossover istirahat aktif lebih memperpendek waktu reaksi dibandingkan dengan latihan stride jump crossover istirahat pasif.**
- 3.2.4. Latihan stride jump crossover istirahat pasif lebih meningkatkan kekuatan otot tungkai dibandingkan dengan latihan stride jump crossover istirahat aktif.**

## BAB 4

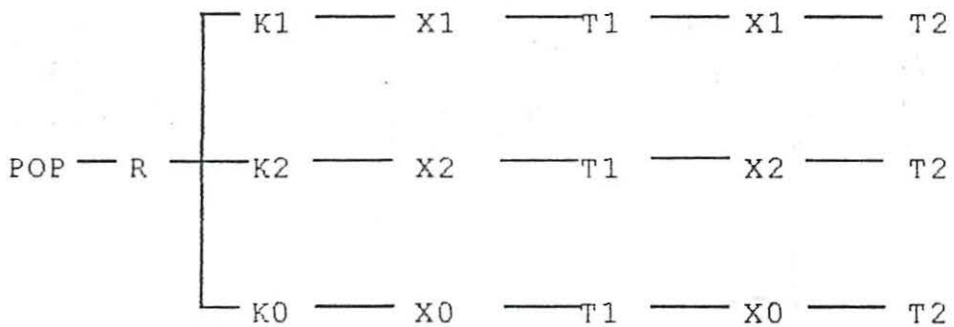
### METODOLOGI PENELITIAN

#### 4.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen sungguhan karena adanya kriteria randomisasi, replikasi, dan kontrol (Zainuddin, 1990).

#### 4.2 Rancangan Penelitian

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Randomized Control Group Pretest-Posttest Design* (Zainuddin, 1988). Dengan gambaran skematis sebagai berikut:



Dimana :

R = Pengambilan sampel Secara Random

K1 = Kelompok eksperimen 1 (Latihan stride jump crossover istirahat aktif)



K2 = Kelompok eksperimen 2 (latihan stride jump crossover istirahat pasif)

K0 = Kelompok kontrol (Tanpa perlakuan)

X1 = Perlakuan 1

X2 = Perlakuan 2

X0 = Tanpa perlakuan

T1 = Posttest 1

T2 = Posttest 2

### **4.3 Populasi Dan Sampel**

#### **4.3.1 Populasi**

Sebagai populasi dalam penelitian ini adalah mahasiswa putra FPOK IKIP Manado di Tondano semester II, IV, VI tahun ajaran 1997/1998, yang berjumlah 261 orang, berusia antara 19-23 tahun.

#### **4.3.2 Sampel**

Sampel dalam penelitian pendahuluan diambil secara acak (undian) sebanyak 30 orang dengan berdasarkan data waktu reaksi kelompok eksperimen 1 penelitian pendahuluan dengan, harga-harga sebagai berikut:  
 $X_t = 0,55005$ ,  $X_c = 0,59485$ ,  $S_c = 0,04851$ .

Dengan memasukan harga-harga tersebut diatas dalam rumus penentuan besarnya sampel seperti berikut ini:

$$n_x = \frac{1}{1-f} \times \frac{2(Z_\alpha + Z_\beta)^2 S_c^2}{[X(c) - X(t)]^2} \quad (\text{Higgins, 1985})$$

Dimana:

$n$  = jumlah sampel

$X_t$  = rata-rata posttest kelompok eksperimen

$X_c$  = rata-rata posttest kelompok kontrol

$S_c$  = Simpangan baku posttest kelompok kontrol

$f$  = Proporsi yang gagal ditentukan oleh 0.05

$Z_\alpha = 1,96$

$Z_\beta = 1,28$

maka didapatkan besar sampel untuk masing-masing kelompok sebanyak 25,91 yang dibulatkan ke atas menjadi 26. Karena dalam penelitian ini digunakan tiga kelompok, maka jumlah keseluruhannya adalah 78 orang.

#### 4.4 Variabel Penelitian

##### 4.4.1 Variabel bebas

- Latihan stride jump crossover istirahat aktif
- Latihan stride jump crossover istirahat pasif

#### **4.4.2 Variabel tergantung**

- Waktu reaksi
- Kekuatan otot tungkai

#### **4.4.3 Variabel kendali**

- Jenis kelamin
- Usia

#### **4.4.4 Variabel moderator**

- Tinggi badan
- Berat badan
- Panjang tungkai

### **4.5 Definisi Operasional Variabel**

#### **4.5.1 Latihan Stride Jump Crossover Istirahat Aktif**

Yang dimaksud dengan latihan stride jump crossover istirahat aktif dalam penelitian ini adalah bentuk latihan fisik (plaiometrik) yang dilakukan dengan urutan gerakan sebagai berikut: berdiri disamping kotak setinggi 35 cm dengan salah satu kaki (kiri) dan kaki yang satu lagi (kanan) bertumpu di atas lantai, dan kedua lengan lurus kebawah disamping badan. Lengan diayunkan keatas sambil melompat ke atas setinggi mungkin dengan menolakkan tungkai yang ditekukkan (kiri). Turun dengan kedua kaki secara bersamaan, kaki kanan mendarat di atas kotak sedangkan

kiri di atas lantai. Rangkaian gerakan ini dilakukan berulang-ulang sebanyak 8-16 kali (4-8 kiri ; 4-8 kanan). Dengan kecepatan irama metronom frekuensinya ditentukan 76 kali setiap menit. Lama istirahat diantara set sekitar 2 menit sambil lari-lari kecil (jogging). Peningkatkan jumlah ulangan bertambah secara progresif sesuai dengan kemajuan orang coba.

Secara singkat program latihannya diatur sebagai berikut:

Jumlah set	= 4
Ulangan	= 8 - 16 kali (8 kiri- 8 kanan)
Kecepatan irama	= 76 kali per menit
Istirahat	= 2 menit sambil jogging
Frekuensi	= 3 kali seminggu
Lama latihan	= 2 bulan.

#### 4.5.2 Latihan stride jump crossover istirahat pasif

Yang dimaksud dengan latihan stride jump crossover istirahat pasif dalam penelitian ini adalah bentuk latihan fisik (plaiometrik) yang dilakukan dengan urutan gerakan sebagai berikut: berdiri disamping kotak setinggi 35 cm dengan salah satu kaki (kiri) dan kaki yang satu lagi (kanan) bertumpu di atas lantai, dan kedua lengan lurus kebawah disamping badan. Lengan diayunkan keatas sambil melompat ke atas setinggi dengan menolakkan tungkai yang ditekukkan (kiri). Turun dengan kedua kaki secara bersamaan, kaki kanan mendarat di atas kotak sedangkan kiri di atas lantai. Rangkaian gerakan ini dilakukan berulang-

ulang sebanyak 8-16 kali (8 kiri - 8 kanan). Dengan kecepatan irama metronom 76 kali setiap menit. Lama istirahat antara diantara set sekitar 2 menit sambil duduk-duduk. Peningkatan jumlah ulangan secara progresif sesuai dengan kemajuan orang coba.

Secara singkat program latihannya diatur sebagai berikut:

Jumlah set	= 4
Ulangan	= 8 - 16 kali (8 kiri- 8 kanan)
Kecepatan irama	= 76 kali setiap menit
Istirahat	= 2 menit sambil duduk
Frekuensi	= 3 kali seminggu
Lama latihan	= 2 bulan.

#### 4.5.3 Waktu Reaksi

Yang dimaksud dengan waktu reaksi dalam penelitian ini adalah lamanya waktu yang dibutuhkan oleh kaki orang coba untuk bergerak ke depan menekan tombol reaksi setelah melihat signal (nyala lampu) pada alat *reaction time meter*. Satuan yang digunakan untuk menyatakan waktu reaksi ini adalah detik, dengan tingkat ketelitian 1/10.000 detik.

#### 4.5.4 Kekuatan Otot Tungkai

Yang dimaksud dengan kekuatan otot tungkai dalam penelitian ini adalah kemampuan otot-otot tungkai untuk melakukan dorongan terhadap alat *leg dynamometer*. Posisi awal kedua lutut ditekuk dengan sudut

115 derajat. Kemudian melakukan dorongan ke bawah secara perlahan tetapi bertenaga (*powerfull*). Pengukuran dilakukan 3 (tiga) kali, dan nilai tertinggi merupakan kekuatan maksimal. Satuan ukuran yang digunakan adalah kilogram (kg).

#### **4.5.5 Jenis Kelamin**

Yang dimaksud dengan jenis kelamin dalam penelitian ini adalah jenis kelamin orang coba yang secara anatomis dan biologis berkelamin pria.

#### **4.5.6 Usia**

Yang dimaksud dengan usia dalam penelitian ini adalah usia biologis berdasarkan tahun kelahiran.

#### **4.5.7 Tinggi Badan**

Yang dimaksud dengan tinggi badan dalam penelitian ini adalah tinggi badan orang coba saat berdiri tegak, yang diukur dari batas bawah dari telapak kaki (lantai) sampai pada ujung tertinggi dari bagian kepala, dengan menggunakan stadiometer merk SMIC dengan tingkat ketelitian 0,1 centimeter. Hasil pengukuran dicatat dua desimal di belakang koma (Verducci, 1980).

#### **4.5.8 Berat Badan**

Yang dimaksud dengan berat badan dalam penelitian ini adalah berat badan orang coba yang diukur dengan stadiometer, dicatat dalam satuan kilogram (kg) dengan dua desimal di belakang koma (Verducci, 1980)..



#### **4.5.9 Panjang Tungkai**

Yang dimaksud dengan panjang tungkai dalam penelitian ini adalah panjang jarak antara crista illiaca dengan telapak kaki. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan stadiometer dengan satuan ukuran centimeter (cm).

#### **4.6 Teknik Analisis Data**

Data yang diperoleh dari tes awal (pretest), posttest 1 dan posttest 2 dari masing-masing variabel tergantung diolah dengan menggunakan analisa statistik deskriptif, anava sama subjek, dan anacova serta uji beda "t" dengan taraf signifikansi 5%.

#### **4.7 Instrumen Dan Alat Penelitian**

##### **4.7.1 Instrumen Penelitian**

Instrumen yang dipakai untuk mengukur waktu reaksi adalah tes waktu reaksi yang dikembangkan oleh Laboratorium Ilmu Faal FK-UNAIR dengan tingkat ketelitian 1/10.000 detik.

Instrumen yang dipakai untuk mengukur kekuatan otot tungkai adalah leg dynamometer test dengan satuan ukuran kilogram (kg).

##### **4.7.2 Alat Penelitian**

- reaction time meter
- leg dynamometer

- 6 (enam) buah bangku ukuran tinggi 35 cm , lebar 40 cm, panjang 50 cm
- Stop watch digital
- Stadiometer
- Pluit/Sempritan
- Timbangan berat
- Alat tulis menulis

#### **4.8 Lokasi Dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di dalam gedung olahraga FPOK IKIP Manado di Tondano selama 3 (tiga) bulan dimulai pada tanggal 3 Maret 1998 sampai 30 Mei 1998.

Pelaksanaan penelitian (latihan dan test) dilakukan pada sore hari mulai pukul 14.30 sampai pukul 16.30 WITA.

#### **4.9 Prosedur Pengambilan Dan Pengumpulan Data**

##### **4.9.1 Sebelum Pelaksanaan Pretest**

- Mengurus surat izin penelitian.
- Mempersiapkan alat yang akan digunakan dalam penelitian.
- Menginventarisir jumlah seluruh mahasiswa putra FPOK IKIP Manado semester II, IV dan VI.
- Mempersiapkan tenaga pembantu (teknis).

#### 4.9.2 Pelaksanaan Pretest

Pelaksanaan pengukuran terhadap semua variabel penelitian (kecuali variabel bebas) dilaksanakan setelah dilakukan pengambilan sampel secara random. Demi kelancaran, maka mekanisme pengumpulan data diatur dengan urutan sebagai berikut: Pos 1 pengukuran berat dan tinggi badan serta panjang tungkai, pos 2 pengukuran waktu reaksi dan pos 3 pengukuran kekuatan otot tungkai.

#### 4.9.3 Pelaksanaan Latihan 3 minggu pertama

Pada kelompok eksperimen dilakukan latihan selama 4 minggu (tahap 1) sebagai berikut:

K1 = diberi latihan stride jump crossover istirahat aktif.

K2 = diberi latihan stride jump crossover istirahat pasif.

K3 = tidak diberi latihan tetapi diawasi untuk tidak melakukan aktifitas ekstra melebihi aktifitas hari-hari sebelumnya atau dengan mengikuti latihan kelompok eksperimen secara diam-diam.

#### 4.9.4 Pelaksanaan Posttest 1

Setelah melakukan latihan selama 9 (sembilan) kali, dilakukan posttest 1 terhadap variabel waktu reaksi dan kekuatan otot tungkai serta berat badan.

#### **4.9.5 Pelaksanaan Latihan 3 minggu kedua**

Dengan berdasarkan hasil posttest 1 maka latihan dilanjutkan dengan memperhatikan prinsip latihan overload secara progresif.

#### **4.9.6. Pelaksanaan Posttest 2**

Cara pengukuran untuk variabel waktu reaksi, kekuatan otot tungkai dan berat pada posttest 2 sama seperti pada pretest dan posttest 1.

#### **4.9.7 Prosedur Latihan**

Pelaksanaan latihan terdiri atas 3 (tiga) tahap, yaitu:

##### ***a. Latihan Pendahuluan***

Latihan pendahuluan dilakukan selama 10-15 menit dengan stretching exercise kemudian dilanjutkan dengan gerakan berirama (senam-senam). Hal ini dimaksudkan agar terjadi perubahan secara fisiologis seperti meningkatnya suhu tubuh, aktifitas enzim dalam metabolisme sistem energi, peningkatan aliran darah dan untuk mencegah kemungkinan cedera.

##### ***b. Latihan Inti***

Pada latihan inti ini orang coba dibagi 2 (dua) kelompok eksperimen. Setiap kelompok dibagi lagi menjadi 6 kelompok kecil (sesuai dengan jumlah bangku) yang masing-masing terdiri dari 4 orang.

Karena keterbatasan jumlah bangku, maka yang terlebih dahulu melakukan latihan hanya satu kelompok. Setelah salah satu kelompok selesai melakukan seluruh set latihan dilanjutkan oleh kelompok yang lainnya. Hal ini dilakukan secara bergantian pada setiap hari latihan.

### *c. Latihan Penutup*

Latihan penutup dilakukan dengan intensitas sedang sampai ringan dengan tujuan agar mempercepat proses pulih asal, memperlancar sirkulasi, mempercepat pembuangan asam laktat serta mengurangi ketegangan otot.

## **4.9.8 Prosedur Pengukuran**

### **4.9.8.1 Waktu Reaksi**

Pengukuran waktu reaksi pada pretest, posttest 1 maupun posttest 2 dilakukan dengan reaction time test dengan alat digital light reaction time meter. Dengan prosedur sebagai berikut: orang coba duduk dikursi dalam ruangan yang tenang, menghadap alat reaction time, kedua ujung jari kaki berada dekat tombol warna dan pandangan mata tertuju pada lampu-lampu yang akan menimbulkan cahaya merah. Petugas memunculkan cahaya warna secara acak dalam warna merah, biru dan kuning dan hijau. Berdasarkan pemunculan cahaya warna tersebut, orang coba berusaha dengan segera menekan tombol warna sesuai dengan cahaya warna lampu. Waktu antara munculnya stimulus (cahaya lampu) dan kecepatan menekan tombol warna dicatat dalam satuan waktu 1/10.000 detik.

#### 4.9.8.2 Kekuatan Otot Tungkai

Sebagaimana pada pengukuran waktu reaksi, maka pengukuran kekuatan otot tungkai dilakukan pada pretest, posttest 1 dan posttest 2. Alat yang digunakan untuk mengukur kekuatan otot tungkai adalah digital Leg Dynamometer buatan Jepang merek Nagoya yang berskala kilogram.

Karena menggunakan Leg Dynamometer, maka yang diukur adalah kekuatan statik otot tungkai. Pelaksanaan pengukuran dilakukan sebagai berikut :

- a. Mengatur jarum pada posisi 0 (nol).
- b. Setelah naik, sampel mengambil sikap berdiri dengan kedua kaki berada di atas dinamometer. Kemudian kedua lutut membentuk sudut  $115^{\circ}$ . Posisi rantai berada diantara kedua paha, kedua tangan memegang ujung tongkat agar tidak terlepas saat menarik dinamometer.
- c. Sebelum mengangkat atau menarik, posisi punggung harus tegak lurus terhadap lantai. Gerakan mengangkat atau menarik keatas harus dilakukan oleh kedua tungkai tidak menghentak tetapi makin lama makin kuat (secara perlahan-lahan) sampai lutut menjadi lurus.
- d. Setiap sampel melakukan 3 kali. Hasil terbaik digunakan untuk mengestimasi besarnya kekuatan dalam skala Kilogram.

## BAB 5

## HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

Data-data penelitian yang telah dikumpul pada pretest, posttest 1 dan posttest 2 dianalisis dengan uji statistik deskriptif, uji normalitas, uji homogenitas, uji anacova, uji anava yang diikuti dengan uji banding ganda menggunakan uji "t" pada taraf kepercayaan 5%. Rangkuman hasil-hasil analisis tersebut disajikan dalam tabel-tabel dibawah ini.

## 5.1 Deskripsi Data

Deskripsi data disini meliputi SD dan Mean dari berbagai variabel masing-masing kelompok.

Tabel 5.1 Variabel yang diukur pada saat pretest

Variabel	Statistik	Kelompok1	Kelompok2	Kelompok3
Umur (thn)	Mean	21.000	20.808	20.731
	SD	1.470	1.357	1.485
Tinggi Badan (cm)	Mean	164.923	164.885	164.481
	SD	4.185	4.203	5.053
Panjang Tungkai (cm)	Mean	98.500	98.462	97.885
	SD	3.184	2.966	3.060
BB <sub>0</sub> (kg)	Mean	63.1	63.0	62.6
	SD	5.2	4.7	5.7
Reak <sub>0</sub> (dt)	Mean	0.597	0.597	0.598
	SD	0.066	0.063	0.067
Kek <sub>0</sub> (kg)	Mean	96.558	96.558	96.423
	SD	10.845	10.349	11.355

Keterangan :

Kelompok1 : latihan stride jump crossover istirahat aktif

Kelompok 2 : latihan stride jump crossover istirahat pasif

Kelompok 3 : kelompok kontrol

BB<sub>0</sub> : berat badan pretest

Reak<sub>0</sub> : waktu reaksi pretest

Kek<sub>0</sub> : kekuatan otot tungkai pretest

**Tabel 5.2** Variabel yang diukur pada saat posttest 1

Variabel	Statistik	Kelompok1	Kelompok2	Kelompok3
BB <sub>1</sub>	Mean	62.9	62.7	62.1
	SD	5.1	4.8	5.8
Reak <sub>1</sub>	Mean	0.538	0.538	0.599
	SD	0.065	0.050	0.077
Kek <sub>1</sub>	Mean	116.846	115.731	97.250
	SD	13.455	12.230	9.412

Keterangan :

BB<sub>1</sub> : berat badan posttest 1

Reak<sub>1</sub> : waktu reaksi posttest 1

Kek<sub>1</sub> : kekuatan otot tungkai posttest 1



**Tabel 5.3** Variabel yang diukur pada saat posttest 2

Variabel	Statistik	Kelompok1	Kelompok2	Kelompok3
BB <sub>2</sub>	Mean	62.7	62.4	62.7
	SD	5.2	4.7	5.6
Reak <sub>2</sub>	Mean	0.459	0.476	0.607
	SD	0.048	0.048	0.074
Kek <sub>2</sub>	Mean	139.558	139.692	97.192
	SD	16.025	16.165	9.757

Keterangan :

BB<sub>2</sub> : berat badan posttest 2

Reak<sub>2</sub> : waktu reaksi posttest 2

Kek<sub>2</sub> : kekuatan otot tungkai posttest 2

## 5.2 Hasil Perbandingan Antar Kelompok

**Tabel 5.4** Hasil perbandingan variabel kekuatan otot tungkai antara kelompok SJCIA (K1) dan kelompok SJCIP (K2).

Variabel	Beda Mean	F	P
Kek <sub>0</sub>	1.788	0.353	0.554
Kek <sub>1</sub>	1.155	0.116	0.735
Kek <sub>2</sub>	0.134	0.001	0.973

Keterangan :

SJCIA : Stride Jump Crossover Istirahat Aktif

SJCIP : Stride Jump Crossover Istirahat Pasif

Berdasarkan tabel 5.4 di atas, maka perbandingan kekuatan otot tungkai antara kelompok SJCIA dan kelompok SJCIP pada saat pretest ( $kek_0$ ) tidak terdapat perbedaan yang bermakna ( $p = 0,554$ ), pada saat posttest 1 ( $kek_1$ ) tidak terdapat perbedaan yang bermakna ( $p = 0.735$ ). Pada saat posttest 2 ( $kek_2$ ) tidak terdapat perbedaan yang bermakna ( $p = 0.973$ ).

**Tabel 5.5** Hasil perbandingan variabel kekuatan otot tungkai antara kelompok SJCIA (K1) dan kelompok kontrol (K 3).

Variabel	Beda Mean	F	P
Kek <sub>0</sub>	1.928	0.408	0.525
Kek <sub>1</sub>	19.596	35.726	0.000
Kek <sub>2</sub>	42.500	111.450	0.000

Berdasarkan tabel 5.5 di atas, maka perbandingan kekuatan otot tungkai antara kelompok SJCIA dan kelompok kontrol pada saat pretest ( $kek_0$ ) tidak terdapat perbedaan yang bermakna ( $p = 0,525$ ), pada saat posttest 1 ( $kek_1$ ) terdapat perbedaan yang bermakna ( $p = 0.000$ ). Pada saat posttest 2 ( $kek_2$ ) terdapat perbedaan yang bermakna ( $p = 0.000$ ).

**Tabel 5.6 Hasil perbandingan variabel kekuatan otot tungkai antara kelompok SJCIP (K2) dan kelompok kontrol (K3)**

Variabel	Beda Mean	F	P
Kek <sub>0</sub>	0.135	0.002	0.964
Kek <sub>1</sub>	17.481	31.774	0.000
Kek <sub>2</sub>	42.500	112.159	0.000

Berdasarkan tabel 5.6 di atas, maka perbandingan kekuatan otot tungkai antara kelompok SJCIP dan kelompok kontrol pada saat pretest (kek<sub>0</sub>) tidak terdapat perbedaan yang bermakna ( $p = 0,964$ ), pada saat posttest 1 (kek<sub>1</sub>) terdapat perbedaan yang bermakna ( $p = 0.000$ ). Pada saat posttest 2 (kek<sub>2</sub>) terdapat perbedaan yang bermakna ( $p = 0.000$ )

**Tabel 5.7 Hasil perbandingan variabel waktu reaksi antara kelompok SJCIA (K1) dan kelompok SJCIP (K2)**

Variabel	Beda Mean	F	P
Reak <sub>0</sub>	0.000	0.000	0.993
Reak <sub>1</sub>	0.000	0,001	0.978
Reak <sub>2</sub>	0.017	1.048	0.309

Berdasarkan tabel 5.7 di atas, maka perbandingan kekuatan otot tungkai antara kelompok SJCIA dan kelompok SJCIP pada saat pretest (Reak<sub>0</sub>) tidak terdapat perbedaan yang bermakna ( $p = 0,993$ ), pada saat posttest 1 (Reak<sub>1</sub>) tidak terdapat perbedaan yang bermakna ( $p = 0.978$ ). Pada saat posttest 2 (Reak<sub>2</sub>) tidak terdapat perbedaan yang bermakna ( $p = 0.309$ )

**Tabel 5.8 Hasil perbandingan variabel waktu reaksi antara kelompok SJCIA (K1) dan kelompok kontrol (K3)**

Variabel	Beda Mean	F	P
Reak <sub>0</sub>	0.001	0.004	0.951
Reak <sub>1</sub>	0.061	11.162	0.001
Reak <sub>2</sub>	0.148	83.555	0.000

Berdasarkan tabel 5.8 di atas, maka perbandingan waktu reaksi antara kelompok SJCIA dan kelompok kontrol pada saat pretest (Reak<sub>0</sub>) tidak terdapat perbedaan yang bermakna ( $p = 0,951$ ), pada saat posttest 1 (Reak<sub>1</sub>) terdapat perbedaan yang bermakna ( $p = 0.001$ ). Pada saat posttest 2 (Reak<sub>2</sub>) terdapat perbedaan yang bermakna ( $p = 0.000$ ).

**Tabel 5.9 Hasil perbandingan variabel waktu reaksi antara kelompok SJICIP (K2) dan kelompok kontrol (K3)**

Variabel	Beda Mean	F	P
Reak <sub>0</sub>	0.001	0.005	0.944
Reak <sub>1</sub>	0.061	11.351	0.001
Reak <sub>2</sub>	0.131	65.890	0.000

Berdasarkan tabel 5.9 di atas, maka perbandingan waktu reaksi antara kelompok SJICIP dan kelompok kontrol pada saat pretest (Reak<sub>0</sub>) tidak terdapat perbedaan yang bermakna ( $p = 0,944$ ), pada saat posttest 1 (Reak<sub>1</sub>) terdapat perbedaan yang bermakna ( $p = 0.001$ ). Pada saat posttest 2 (Reak<sub>2</sub>) terdapat perbedaan yang bermakna ( $p = 0.000$ ).

**Tabel 5.10** Hasil perbandingan variabel berat antara kelompok SJCIA (K1) dan kelompok SJCIP (K2)

Variabel	Beda Mean	F	P
BB <sub>0</sub>	0.134	0.009	0.926
BB <sub>1</sub>	0.193	0,017	0.895
BB <sub>2</sub>	0.250	0.030	0.863

Berdasarkan tabel 5.10 di atas, maka perbandingan berat badan antara kelompok SJCIA dan kelompok SJCIP pada saat pretest (BB<sub>0</sub>) tidak terdapat perbedaan yang bermakna ( $p = 0,926$ ), pada saat posttest 1 (BB<sub>1</sub>) tidak terdapat perbedaan yang bermakna ( $p = 0.895$ ). Pada saat posttest 2 (BB<sub>2</sub>) tidak terdapat perbedaan yang bermakna ( $p = 0.863$ ).

**Tabel 5.11** Hasil perbandingan variabel berat badan antara kelompok SJCIA (K1) dan kelompok kontrol (K3)

Variabel	Beda Mean	F	P
BB <sub>0</sub>	0.519	0.129	0.720
BB <sub>1</sub>	0.770	0.280	0.598
BB <sub>2</sub>	0.000	0.000	1.000

Berdasarkan tabel 5.11 di atas, maka perbandingan berat badan antara kelompok SJCIA dan kelompok kontrol pada saat pretest (BB<sub>0</sub>) tidak terdapat perbedaan yang bermakna ( $p = 0,720$ ), pada saat posttest 1 (BB<sub>1</sub>) tidak terdapat perbedaan yang bermakna ( $p = 0.598$ ). Pada saat posttest 2 (BB<sub>2</sub>) tidak terdapat perbedaan yang bermakna ( $p = 1.000$ ).

**Tabel 5.12** Hasil perbandingan variabel berat badan antara kelompok SJCIP (K2) dan kelompok kontrol (K3)

Variabel	Beda Mean	F	P
BB <sub>0</sub>	0.385	0.071	0.791
BB <sub>1</sub>	0.477	0.157	0.693
BB <sub>2</sub>	0.250	0.030	0.863

Berdasarkan tabel 5.12 di atas, maka perbandingan berat badan antara kelompok SJCIP dan kelompok kontrol pada saat pretest (BB<sub>0</sub>) tidak terdapat perbedaan yang bermakna ( $p = 0,791$ ), pada saat posttest 1 (BB<sub>1</sub>) tidak terdapat perbedaan yang bermakna ( $p = 0.693$ ). Pada saat posttest 2 (BB<sub>2</sub>) tidak terdapat perbedaan yang bermakna ( $p = 0.863$ ).

### 5.3 Perbandingan Antar Waktu Pengamatan Tiap Kelompok

**Tabel 5.13** Perbandingan berat badan antar waktu pengamatan kelompok SJCIA

Antar Pengamatan	Mean Beda	SD Beda	Uji t	P
BB <sub>0</sub> - BB <sub>1</sub>	0.231	0.380	3.094	0.005
BB <sub>0</sub> - BB <sub>2</sub>	0.442	0.432	5.222	0.001
BB <sub>1</sub> - BB <sub>2</sub>	0.212	2.404	2.668	0.013

Berat badan kelompok SJCIA terdapat perbedaan secara bermakna antara BB<sub>0</sub> - BB<sub>1</sub> ( $p = 0.005$ ), BB<sub>0</sub> - BB<sub>2</sub> ( $p = 0.001$ ), BB<sub>1</sub> - BB<sub>2</sub> ( $p = 0.013$ ).

Berdasarkan tabel 5.12 di atas, maka perbandingan berat badan antara kelompok SJCIP dan kelompok kontrol pada saat pretest ( $BB_0$ ) tidak terdapat perbedaan yang bermakna ( $p = 0,791$ ), pada saat posttest 1 ( $BB_1$ ) tidak terdapat perbedaan yang bermakna ( $p = 0.693$ ). Pada saat posttest 2 ( $BB_2$ ) tidak terdapat perbedaan yang bermakna ( $p = 0.863$ ). Kemudian perbandingan berat badan antara SJCIP dan kelompok kontrol pada keseluruhan test ( $BB_0$ ,  $BB_1$ , dan  $BB_2$ ) terdapat perbedaan yang sangat bermakna ( $p = 0.000$ ).

### 5.3 Perbandingan Antar Waktu Pengamatan Tiap Kelompok

**Tabel 5.13** Perbandingan berat badan antar waktu pengamatan kelompok SJCIA

Antar Pengamatan	Mean Beda	SD Beda	Uji t	P
$BB_0 - BB_1$	0.231	0.380	3.094	0.005
$BB_0 - BB_2$	0.442	0.432	5.222	0.001
$BB_1 - BB_2$	0.212	2.404	2.668	0.013

Berat badan kelompok SJCIA terdapat perbedaan secara bermakna antara  $BB_0 - BB_1$  ( $p = 0.005$ ),  $BB_0 - BB_2$  ( $p = 0.001$ ),  $BB_1 - BB_2$  ( $p = 0.013$ ).

**Tabel 5.14** Perbandingan berat badan antar waktu pengamatan kelompok SJCIP

Antar Pengamatan	Mean Beda	SD Beda	Uji t	P
$BB_0 - BB_1$	0.288	0.280	5.091	0.000
$BB_0 - BB_2$	0.558	0.294	9.667	0.000
$BB_1 - BB_2$	0.269	2.380	3.610	0.001

Berat badan kelompok SJCIP terdapat perbedaan secara bermakna.  $BB_0 - BB_1$  ( $p = 0.000$ ),  $BB_0 - BB_2$  ( $p = 0.000$ ),  $BB_1 - BB_2$  ( $p = 0.001$ ).

**Tabel 5.15** Perbandingan berat badan antar waktu pengamatan kelompok kontrol

Antar Pengamatan	Mean Beda	SD Beda	Uji t	P
$BB_0 - BB_1$	0.481	1.873	1.309	0.203
$BB_0 - BB_2$	-0.077	0.417	-0.941	0.356
$BB_1 - BB_2$	-0.558	1.856	-1.532	0.138

Berat badan kelompok 3 tidak ada perbedaan secara bermakna.  $BB_0 - BB_1$  ( $p = 0.203$ ),  $BB_0 - BB_2$  ( $p = 0.356$ ),  $BB_1 - BB_2$  ( $p = 0.138$ ).

**Tabel 5.16** Perbandingan waktu reaksi antar waktu pengamatan kelompok SJCIA

Antar Pengamatan	Mean Beda	SD Beda	Uji t	P
$Reak_0 - Reak_1$	0.059	0.048	6.214	0.000
$Reak_0 - Reak_2$	0.137	0.069	10.197	0.000
$Reak_1 - Reak_2$	0.079	0.057	7.022	0.000

Waktu reaksi pada kelompok SJCIA terdapat peningkatan secara bermakna pada setiap pengamatan.  $Reak_0 - Reak_1$  ( $p = 0.000$ ),  $Reak_0 - Reak_2$  ( $p = 0.000$ ),  $Reak_1 - Reak_2$  ( $p = 0.000$ ).



**Tabel 5.17** Perbandingan waktu reaksi antar waktu pengamatan kelompok SJCIP

Antar Pengamatan	Mean Beda	SD Beda	Uji t	P
Reak <sub>0</sub> - Reak <sub>1</sub>	0.059	0.051	5.905	0.000
Reak <sub>0</sub> - Reak <sub>2</sub>	0.121	0.070	8.741	0.000
Reak <sub>1</sub> - Reak <sub>2</sub>	0.062	2.042	7.569	0.000

Waktu reaksi kelompok 3 terdapat peningkatan secara bermakna pada setiap pengamatan. Reak<sub>0</sub> - Reak<sub>1</sub> ( $p = 0.000$ ), Reak<sub>0</sub> - Reak<sub>2</sub> ( $p = 0.000$ ), Reak<sub>1</sub> - Reak<sub>2</sub> ( $p = 0.000$ )

**Tabel 5.18** Perbandingan waktu reaksi antar waktu pengamatan kelompok kontrol

Antar Pengamatan	Mean Beda	SD Beda	Uji t	P
Reak <sub>0</sub> - Reak <sub>1</sub>	-0.001	0.048	-0.058	0.955
Reak <sub>0</sub> - Reak <sub>2</sub>	-0.09	0.031	-1.413	0.170
Reak <sub>1</sub> - Reak <sub>2</sub>	-0.08	2.049	-0.839	0.409

Waktu reaksi kelompok kontrol tidak ada peningkatan secara bermakna pada setiap pengamatan. (Reak<sub>0</sub> - Reak<sub>1</sub> ( $p = 0.955$ ), Reak<sub>0</sub> - Reak<sub>2</sub> ( $p = 0.170$ ), Reak<sub>1</sub> - Reak<sub>2</sub> ( $p = 0.409$ )).

**Tabel 5.19** Perbandingan kekuatan otot tungkai antar waktu pengamatan kelompok SJCIA

Antar Pengamatan	Mean Beda	SD Beda	Uji t	P
Kek <sub>0</sub> - Kek <sub>1</sub>	-18.500	8,295	-11.373	0.000
Kek <sub>0</sub> - Kek <sub>2</sub>	-41.212	8,867	-23.699	0.000
Kek <sub>1</sub> - Kek <sub>2</sub>	-22.712	8,336	-13.893	0,000

Kekuatan otot tungkai kelompok SJCIA meningkat secara bermakna pada setiap pengamatan. Kek<sub>0</sub> - Kek<sub>1</sub> ( $p = 0.000$ ), Kek<sub>0</sub> - Kek<sub>2</sub> ( $p = 0.000$ ), Kek<sub>1</sub> - Kek<sub>2</sub> ( $p = 0.000$ ).

**Tabel 5.20** Perbandingan kekuatan otot tungkai antar waktu pengamatan kelompok SJCIP

Antar Pengamatan	Mean Beda	SD Beda	Uji t	P
Kek <sub>0</sub> - Kek <sub>1</sub>	-19.173	4.416	-22.140	0.000
Kek <sub>0</sub> - Kek <sub>2</sub>	-43.135	8.475	-25.951	0.000
Kek <sub>1</sub> - Kek <sub>2</sub>	-23.962	6.405	-19.077	0,000

Kekuatan otot tungkai kelompok SJCIP meningkat secara bermakna pada setiap pengamatan. Kek<sub>0</sub> - Kek<sub>1</sub> ( $p = 0.000$ ), Kek<sub>0</sub> - Kek<sub>2</sub> ( $p = 0.000$ ), Kek<sub>1</sub> - Kek<sub>2</sub> ( $p = 0.000$ ).

**Tabel 5.21** Perbandingan kekuatan otot tungkai antar waktu pengamatan kelompok kontrol

Antar Pengamatan	Mean Beda	SD Beda	Uji t	P
Kek <sub>0</sub> - Kek <sub>1</sub>	-0.827	4.905	-0.860	0.398
Kek <sub>0</sub> - Kek <sub>2</sub>	-0.769	4.663	-0.847	0.405
Kek <sub>1</sub> - Kek <sub>2</sub>	-0.058	3.894	-0.076	0,940

Kekuatan otot tungkai kelompok kontrol tidak ada peningkatan secara bermakna pada setiap pengamatan. Kek<sub>0</sub> - Kek<sub>1</sub> ( $p = 0.398$ ), Kek<sub>0</sub> - Kek<sub>2</sub> ( $p = 0.405$ ), Kek<sub>1</sub> - Kek<sub>2</sub> ( $p = 0.940$ ).

#### 5.4 Pengaruh Variabel Moderator Terhadap Variabel Tergantung

**Tabel 5.22** Ringkasan Hasil Uji Anacova Variabel Waktu Reaksi 2 (Reak<sub>2</sub>) Dengan Variabel Moderator

Variabel	F	P
Kelompok	70.349	0.000
Berat Badan <sub>2</sub>	3.205	0.078
Panjang Tungkai	0.092	0.763
Waktu Reaksi <sub>0</sub>	23.537	0.000
Tinggi Badan	0.631	0.430

Berdasarkan data tersebut pada tabel 5.22 maka variabel waktu reaksi 2 (Reak<sub>2</sub>) pada ketiga kelompok terdapat perbedaan yang sangat bermakna ( $p=0.000$ ), Panjang tungkai ( $p = 0.763$ ), tinggi badan ( $p = 0.430$ ) dan berat badan 2 (BB<sub>2</sub>) ( $p = 0.078$ ). Dari hasil uji anacova ini menunjukkan bahwa setelah 8 minggu latihan, variabel moderator tinggi badan, panjang tungkai, berat badan tidak menunjukkan pengaruh yang

bermakna ( $p > 0.05$ ). Kesimpulan dari perhitungan antara  $Reak_0$  dan  $Reak_2$  terdapat perbedaan yang sangat bermakna ( $p = 0.000$ ). Dilihat dari uji LSD maka antara kelompok SJCIA dan kelompok SJCIP tidak terdapat perbedaan yang bermakna ( $p = 0.193$ ), kelompok SJCIA dan kelompok kontrol terdapat perbedaan yang bermakna ( $p = 0.000$ ), kelompok SJCIP dan kelompok kontrol terdapat perbedaan yang sangat bermakna ( $p = 0.000$ ).

**Tabel 5.23 Ringkasan Hasil Uji Anacova Variabel Kekuatan 2 ( $Kek_2$ ) Dengan Variabel Moderator**

Variabel	F	P
Kelompok	263.561	0.000
Berat Badan <sub>2</sub>	0.758	0.387
Panjang Tungkai	1.900	0.172
Kekuatan <sub>0</sub> ( $Kek_0$ )	205.206	0.000

Variabel moderator tidak memberikan pengaruh yang bermakna terhadap variabel kekuatan otot tungkai 2 ( $Kek_2$ ) ( $p = 0,05$ ). Kesimpulan lain bahwa antara kedua kelompok perlakuan dengan kelompok kontrol terdapat perbedaan yang sangat bermakna ( $p = 0,000$ ). Kemudian diikuti dengan uji LSD pada variabel  $Kek_2$  antara kelompok SJCIA dan kelompok SJCIP tidak terdapat perbedaan yang bermakna ( $p = 0.289$ ), kelompok SJCIA dan kelompok kontrol terdapat perbedaan yang bermakna ( $p = 0.000$ ), kelompok SJCIP dan kelompok kontrol terdapat perbedaan yang bermakna ( $p = 0.000$ ).

## BAB 6

### PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengolahan data yang dilakukan melalui perhitungan statistik deskriptif yang diikuti dengan uji Anakova, uji Anava dan uji t dengan taraf signifikan 5% secara komputerasi, selanjutnya dibahas menyangkut penalaran hasil penelitian baik secara teori maupun secara empiris. Penelitian ini menggunakan dua model latihan stride jump crossover istirahat aktif (SJCIA) dan stride jump crossover istirahat pasif (SJCIP). Dengan variabel tergantunya adalah waktu reaksi dan kekuatan otot tungkai yang masing-masing diukur dengan reaction time meter dan leg dynamometer.

#### 6.1 Sebelum Perlakuan

Dalam penelitian ini kondisi orang coba sebelum diberi perlakuan diketahui dari data pretest yang telah dianalisis. Pada uji normalitas total sampel, disimpulkan dalam kondisi berdistribusi normal ( $p > 0.05$ ). Begitu juga uji homogenitas disimpulkan bahwa variabel PT, BB, TB, umur pada masing-masing kelompok dalam keadaan homogen ( $p > 0.05$ ). Berdasarkan uji anakova diketahui bahwa variabel moderator tidak ada pengaruhnya pada variabel tergantung ( $p > 0.05$ ).

#### 6.2 Setelah Perlakuan

Berdasarkan hasil pretest (P0), posttest 1 (P1) dan posttest 2 (P2) pada kelompok 1 dan 2 dengan menggunakan uji paired t-test, dapat disimpulkan bahwa

istirahat pasif memberi pengaruh yang sangat bermakna (lihat tabel 5.9, 5.10, 5.12, 5.13). Dilihat dari perbedaan selisih peningkatan nilai rata-rata kedua kelompok penelitian.

**Tabel 6.1** Selisih peningkatan nilai rata-rata antara kelompok 1, 2 dan 3

Variabel dari - ke	Rata-rata Kel. 1	Rata-rata Kel. 2	Rata-rata Kel. 3	Selisih K1/K2	Selisih K1/K3	Selisih K2/K3
<b>Waktu reaksi</b>						
Reak <sub>0</sub> -Reak <sub>1</sub>	0.059	0.059	-0.001	0.000	0.058	0.000
Reak <sub>0</sub> -Reak <sub>2</sub>	0.138	0.121	-0.009	0.017	0.129	0.112
Reak <sub>1</sub> -Reak <sub>3</sub>	0.079	0.062	-0.008	0.017	0.071	0.054
<b>Kekuatan otot tungkai</b>						
Kek <sub>0</sub> - Kek <sub>1</sub>	18.500	19.173	0.827	0.673	17.673	18.346
Kek <sub>0</sub> - Kek <sub>2</sub>	41.212	43.134	0.769	0.927	40.443	42.365
Kek <sub>1</sub> - Kek <sub>2</sub>	22.713	23.961	0.058	0.248	22.655	23.905

Dari tabel 6.1 terlihat bahwa peningkatan nilai rata-rata variabel waktu reaksi posttest 1 dan posttest 2 (Reak<sub>1</sub>-Reak<sub>2</sub>) antara kelompok SJCIA dan kelompok SJCIIP tidak terdapat perbedaan yang bermakna, tetapi secara deskriptif ada perbedaan walaupun sedikit (0.017). Kemudian variabel kekuatan otot tungkai posttest 1 dan posttest 2 (Kek<sub>1</sub>-Kek<sub>2</sub>) tidak ada perbedaan pengaruh, tetapi secara deskriptif ada perbedaan antar kelompok (0.248). Hal ini menunjukkan bahwa untuk meningkatkan waktu reaksi dan kekuatan otot tungkai diperlukan waktu yang lebih lama, yaitu lebih dari 6 minggu.

### a. Variabel Waktu Reaksi

Dengan uji anakova antar kelompok pada posttest 2 untuk variabel waktu reaksi terdapat perbedaan yang sangat bermakna. Dilanjutkan dengan uji Fisher's LSD (least significant difference) disimpulkan:

- antara kelompok 1 dan kelompok 2 tidak terdapat perbedaan yang bermakna ( $p = 0.193$ ).
- antara kelompok 1 dan kelompok 3 terdapat perbedaan yang sangat bermakna ( $p=0.000$ ).
- antara kelompok 2 dan kelompok 3 terdapat perbedaan yang sangat bermakna ( $p=0.000$ ).

Hasil tersebut menunjukkan bahwa masing-masing kelompok menunjukkan peningkatannya yang berbeda, kecuali pada kelompok SJCIA dan kelompok SJCIP variabel waktu reaksi. Untuk membuktikan hipotesis perlu dicari kelompok mana yang lebih memperpendek waktu reaksi, untuk itu perlu melihat grafik kecenderungan memperpendek waktu reaksi antara kelompok SJCIA dan kelompok SJCIP. Karena latihan SJCIA lebih memperpendek waktu reaksi dibandingkan latihan SJCIP, maka hipotesis yang pertama dapat diterima jika dikonfirmasi dengan teori yang mengatakan bila dilihat dari waktu reaksi penampilan serta bentuk latihan yang cepat dan kuat, dalam waktu yang pendek, maka sistem energi utama yang dipakai dalam latihan ini adalah sistem ATP-PC (anaerobik). Dengan melakukan latihan yang bersifat anaerobik, terjadi peningkatan pada potongan melintang serabut otot tipe II (serabut otot cepat). Meningkatnya persentase serabut otot tipe II, akan juga meningkatkan kekuatan dan daya tahan (Costill, 1979).

Karena bentuk latihan SJCIA dan latihan SJCIP merupakan bentuk latihan yang menggunakan gerakan-gerakan yang cepat dalam waktu yang relatif singkat maka metabolismenya adalah anaerobik. Ditinjau dari pemulihan antara set yang satu dengan set yang lain, maka kelompok latihan SJCIA dan latihan SJCIP baik dalam mengembangkan sistem energi ATP-PC. Hal ini akan merangsang pembentukan asam laktat melalui glikolisis anaerobik dan merangsang penggunaan asam laktat sebagai sumber energi selama pemulihan, dan selama pemulihan aktif lebih cepat merangsang penyingkiran asam laktat melalui jalur oksidasi, asam laktat menjadi  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ . Sehingga kecepatan akumulasi asam laktat lebih rendah, ambang rangsang anaerobik lebih meningkat, kemudian latihan anaerobik istirahat aktif lebih mengaktifkan pompa otot dan respirasi pernapasan, sehingga kecepatan distribusi sampah metabolisme termasuk asam laktat akan lebih cepat. Bowers (1992) mengatakan bahwa pembuangan asam laktat baik dalam otot maupun darah akan lebih cepat dibuang pada waktu melakukan istirahat aktif melalui gerakan jogging terus-menerus, selama periode pemulihan. Pada pemulihan dengan jogging, aliran darah yang membawa asam laktat ke otot-otot maupun kecepatan metabolisme otot-otot yang aktif sangat meningkat dan jogging pada periode pemulihan lebih banyak menggunakan serabut otot lambat dalam mengoksidasi asam laktat, sehingga tidak cepat terjadi kelelahan.

#### **b. Variabel Kekuatan Otot Tungkai**

Dengan uji anakova kelompok pada posttest 2 untuk variabel kekuatan otot tungkai terdapat perbedaan yang sangat bermakna. Selanjutnya dengan uji Fisher's



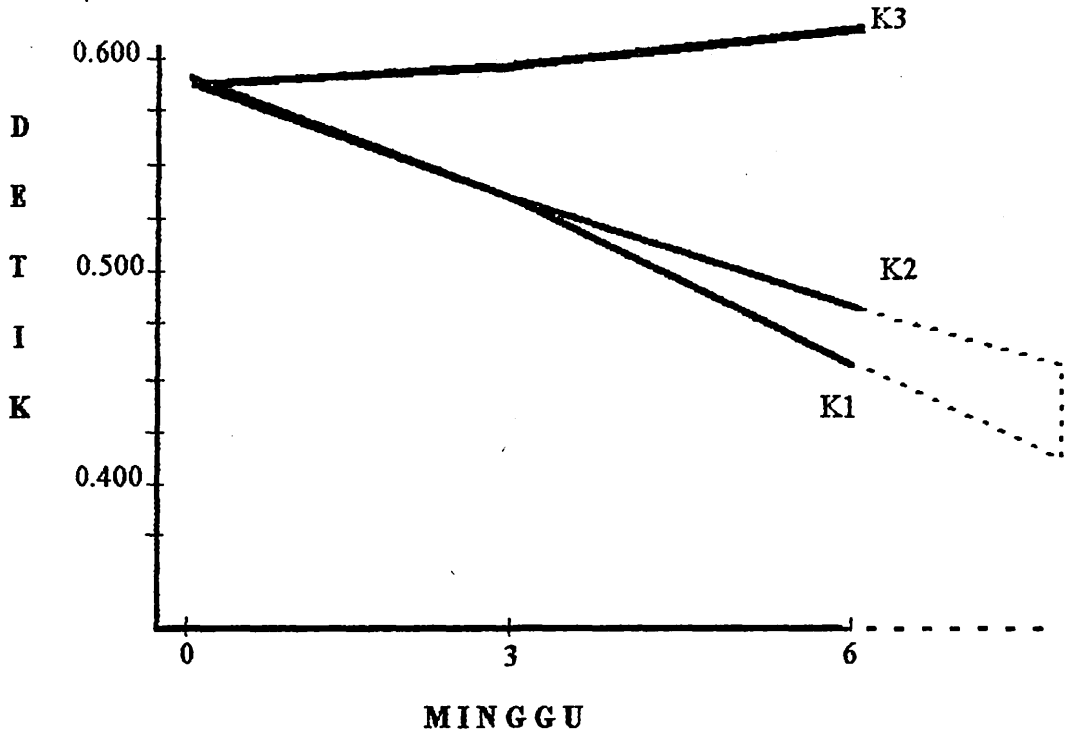
LSD disimpulkan:

- antara kelompok 1 dan kelompok 2 tidak terdapat perbedaan yang sangat bermakna ( $p=0.289$ ).
- antara kelompok 1 dan kelompok 3 terdapat perbedaan yang sangat bermakna ( $p=0.000$ ).
- antara kelompok 2 dan kelompok 3 terdapat perbedaan yang sangat bermakna ( $p=0.000$ ).

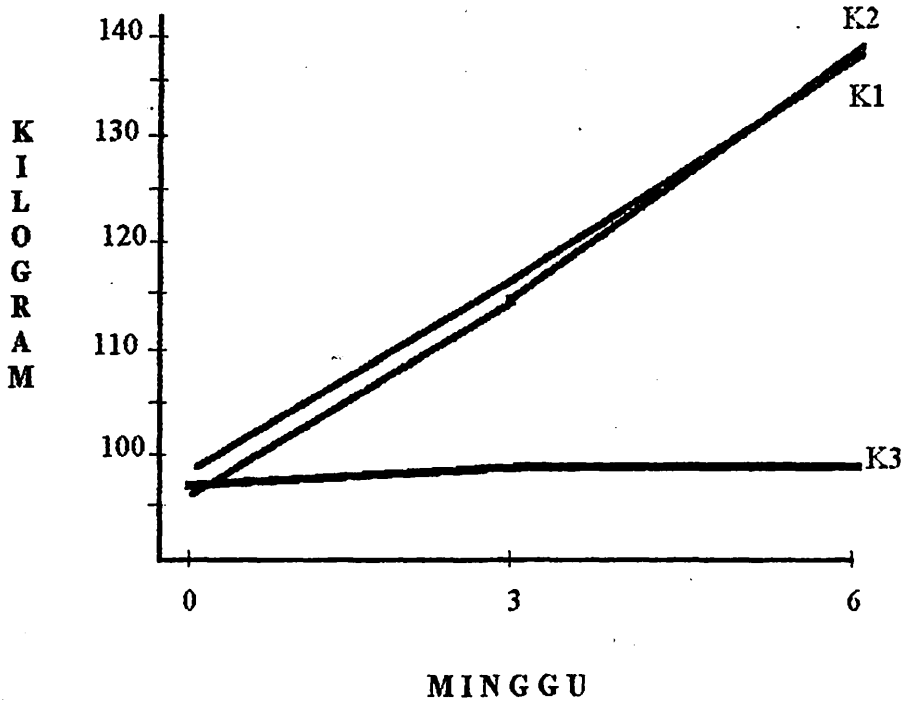
Untuk membuktikan hipotesis yaitu latihan *stride jump crossover* istirahat pasif lebih meningkatkan kekuatan otot tungkai dibandingkan latihan *stride jump crossover* istirahat aktif dilihat dalam grafik peningkatan kekuatan otot tungkai tidak ada perbedaan secara bermakna ( $p = 0.289$ ). Kenyataannya latihan *stride jump crossover* istirahat aktif (SJCIA) dan *stride jump crossover* istirahat pasif (SJCIPI) sangat baik dalam meningkatkan kekuatan otot tungkai. Ini sesuai dengan yang dikatakan oleh Lamb (1984) bahwa peningkatan fungsi neuromuskuler dari pelatihan yang menghasilkan peningkatan kekuatan disebabkan oleh: adaptasi sistem saraf yang menghasilkan pengaruh rangsangan terhadap alpha motor neuron dan penurunan pengaruh inhibisi (hambatan) terhadap alpha motor neuron, sehingga kemampuan kontraksi otot secara sadar menghasilkan peningkatan kekuatan. Peningkatan kemampuan otot dikarenakan adanya perbaikan sistem saraf dan fungsi organ tubuh serta peningkatan efisiensi kerja terutama pada otot-otot yang terlatih (Chu, 1992). Tidak terdapatnya perbedaan yang bermakna antara latihan *stride jump crossover* istirahat aktif dan pasif terhadap waktu rekasi dan kekuatan otot tungkai disebabkan oleh:

1. Latihan stride jump crossover istirahat aktif dan istirahat pasif memiliki bentuk gerakan latihan yang sama, dengan demikian jelas bahwa otot-otot yang dilatih juga sama.
2. Aktivitas istirahat pada latihan stride jump crossover istirahat aktif adalah jogging dengan intensitas ringan, berbeda dengan beban kerja istirahat pasif yaitu duduk di tempat, sehingga latihan stride jump crossover istirahat pasif dan aktif belum dapat memberikan perbedaan yang bermakna terhadap peningkatan kekuatan otot tungkai dan memperpendek waktu reaksi.
3. Pemberian latihan seharusnya diatas 6 minggu sehingga perbedaannya akan nampak.
4. Kesalahan teknik pengukuran dalam penelitian dan keadaan sampel yang kurang kooperatif.
5. Intensitas latihan antara latihan Stride Jump Crossover Istirahat Aktif dan latihan Stride Jump Crossover Istirahat Pasif terdapat perbedaan.
6. Keadaan jumlah sampel yang masih kurang.

Gratik 6.1 **GRAFIK PENINGKATAN WAKTU REAKSI**



Gratik 6.2. **GRAFIK PENINGKATAN KEKUATAN OTOT TUNGKAI**



Berdasarkan grafik 6.1 tersebut maka peningkatan waktu reaksi kelompok SJCIA pada 0 minggu Reak 0  $X = 0.597$ , pada 3 minggu Reak 1  $X = 0.538$ , pada 6 minggu Reak 2  $X = 0.459$ . Kelompok SJICIP pada 0 minggu Reak 0  $X = 0.597$ , pada 3 minggu Reak 1  $X = 0.538$ , pada 6 minggu Reak 2  $X = 0.476$ . Kelompok kontrol pada 0 minggu Reak 0  $X = 0.598$ , pada 3 minggu Reak 1  $X = 0.599$ , pada 6 minggu Reak 2  $X = 0.607$ .

Hasil perbandingan peningkatan waktu reaksi pada 6 minggu (Reak 2) antara kelompok SJCIA dan kelompok SJICIP tidak terdapat perbedaan yang bermakna ( $P = 0.193$ ), antara kelompok SJCIA dan kelompok kontrol terdapat perbedaan yang sangat bermakna ( $P = 0.000$ ), antara kelompok SJICIP dan kelompok kontrol terdapat perbedaan yang sangat bermakna ( $P = 0.000$ ).

Kemudian dilihat pada grafik kecenderungan setelah 6 minggu latihan antara kelompok SJCIA dan kelompok SJICIP terlihat bahwa kelompok SJCIA lebih memperpendek waktu reaksi dibandingkan kelompok SJICIP.

Berdasarkan grafik 6.2 tersebut maka peningkatan kekuatan otot tungkai kelompok SJCIA pada 0 minggu Kek 0  $X = 98.346$ , pada 3 minggu Kek 1  $X = 116.846$ , 6 minggu Kek 2  $X = 139.558$ . Kelompok SJICIP pada 0 minggu Kek 0  $X = 96.558$ , pada 3 minggu Kek 1  $X = 115.731$ , pada 6 minggu Kek 2  $X = 139.692$ . Kelompok kontrol pada 0 minggu Kek 0  $X = 96.423$ , pada 3 minggu Kek 1  $X = 97.250$  pada 6 minggu Kek 2  $X = 97.192$ .

Hasil perbandingan peningkatan kekuatan otot tungkai pada 6 minggu latihan antara kelompok SJCIA dan kelompok SJICIP tidak terdapat perbedaan yang bermakna ( $P = 0.289$ ), antara kelompok SJCIA dan kelompok kontrol terdapat perbedaan yang sangat bermakna ( $P = 0.000$ ), antara kelompok SJICIP dan kelompok kontrol terdapat perbedaan yang sangat bermakna ( $P = 0.000$ ).

## BAB 7

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa data dan pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Waktu reaksi kelompok latihan Stride Jump Crossover Istirahat Aktif dan latihan Stride Jump Crossover Istirahat Pasif lebih pendek dibandingkan kelompok kontrol ( $p = 0.000$ ).
2. Waktu reaksi kelompok latihan Stride Jump Crossover Istirahat Aktif lebih pendek dibandingkan kelompok latihan Stride Jump Crossover Istirahat Pasif tetapi tidak secara bermakna ( $p = 0.193$ ).
3. Kekuatan otot tungkai kelompok latihan Stride Jump Crossover Istirahat Aktif dan latihan Stride Jump Crossover Istirahat Pasif lebih meningkat dibandingkan kelompok kontrol ( $p = 0.000$ ).
4. Kekuatan otot tungkai kelompok latihan Stride Jump Crossover Istirahat Pasif lebih meningkat dibandingkan kelompok latihan Stride Jump Crossover Istirahat Aktif tetapi tidak secara bermakna ( $p = 0.289$ ).

#### 7.2 Saran

Adapun saran yang dapat dikemukakan berdasarkan hasil penelitian ini sebagai berikut:

- a. Untuk meningkatkan waktu reaksi disarankan untuk menggunakan bentuk latihan plaiometrik stride jump crossover baik dengan istirahat aktif maupun pasif sebagai salah satu alternatif.
- b. Untuk meningkatkan kekuatan otot tungkai disarankan agar menggunakan bentuk latihan plaiometrik stride jump crossover baik dengan istirahat aktif maupun pasif sebagai salah satu alternatif.

## DAFTAR PUSTAKA

- Annarino AA. 1979. *Developmental Conditioning for Woman and Man*. Second edition. The C.V. Mosby Company, USA. p. 251.
- Astrand PO. and Rodahl K. 1989. *Textbook of Work Physiology*. 3rd Ed., Mc Graw-Hill Company, New York. pp. 389-445.
- Berner R. 1987. *Performance Parameter in Children and Adolescent*. Int J. Sport Med. 4:211-227.
- Bompa TO. 1990. *The Theory and Methodology of Training*. 1st ed., IOWA Kirkendall/Hunt Pub. Company. pp. 263-265, 318-321
- Bowers RW. and Fox EL. 1992. *Sport Physiology*. Saunders Company, Japan IWB. pp. 34-36, 167-169, 230.
- Brittenham G. 1992. *Plyometric Exercise A Word of Caution*. JOPERD, pp. 20-23.
- Brooks GA. and Fahey TD. 1984. *Exercise Physiology Human Bioenergetic and Its Application*. John Wuhry and Sons Inc., New York. ps. 250-257
- Charles M. 1966. *Exercise and the Patellar Reflex*. J Appl. Physiol 21:15-18
- Chu DA. 1992. *Jumping Into Plyometrics*. Leisure Press, California. pp. 1-5, 13.
- Chmura J. 1994. *Choice Reaction Time During Graded Exercise In Relation to Blood Lactate and Plasma Catecholamine Thresholds*. Int J Sport Med 15(4):172-176.
- Clarke DH. 1980. *Muscular Strength and Endurance Method for Development*. Gigihon Publishing Company, Salt Lake City Utah. pp. 20-28.
- Costill DL. 1979. *Adaptation in Skeletal Muscle Following Strength Training*. J. Appl. Physiol: Respirat Environ. Exercise Physiol. 46(1): 96-99.

- Drowatzky and John N. 1981. *Motor Learning Principle and Practice*. Burgess Publishing Company, Minnesota. pp. 107-108, 121-122.
- Fox EL. 1993. *The Physiological Basis for Excercise and Sport*. WM. C. Brown Communication, Ins., USA. pp.16-25, 101, 285-289.
- Fox EL. 1988. *The Physiological Basis pf Physical Education and Athletics*. WB Saunders Company, Philadelphia pp. 283.
- Friedrick JA. 1969. *Priciples of Conditioning and Training*. Journal of Physical Education, New Jersey Prentice-Hall Inc. pp. 52-53, 165-167.
- Frust M. Tanenbaum G. 1986. *Influence of Attentional Focus on Reaction Time*. Psychological, 56; pp. 299-302.
- Ganong WF. 1991. *Review of Medical Physiology*. 15th Ed., Prentice-Hall, Inc., New Jersey. pp. 101-110.
- Guyton AC. 1991. *Textbooks of Medical Physiology*. WB Saunders Company, New York. pp. 67-72.
- Harre D. 1982. *Principles of Sport Training, Introduction to Theory and Method of Training*. Sport Verolag, Berlin. pp. 10, 73-92.
- Humphries BJ. 1995. *The Effect Braking Device in Reducing the Ground Impact Forces Inherent in Plyometric Training*. Int J Sport Med 16 (2) : 129-133.
- Higgins JE. and Kluibaum A.P. 1985. *Design Methodology for Randomized Clinical Trials With Neuromuscular Disease*. Germany Int J Sports Med. 17:57.
- Jansen CR. Fisher and Gart A, 1979. *Scientific Basis Athletic Conditionong*. Lea and Febiger, Philadelphia. pp. 166, 193-195.
- Jarver, 1989. *Principles of Speed and East European Summary*. J. Appl. Physiol. 5:27.
- Johnson BL. and Nelson JK. 1986. *Practical Measurement and Evaluation in Physical Educator*. WMC Brown Company Publisher, Philadelphia. pp. 253-257.
- Kelly SS. 1976. *The Effect of Age on Neuromuscular Transmission*. J Physiology. 274:51-62.



- Kerr R. 1980. *Psychomotor Learning*, Sounders Collage Publishing, USA. pp. 213-227.
- Komi PV. 1992. *Strength than Power in Sport*. Blacwell Scientific Publication, California. pp. 221-227.
- Kramer FJ. 1993. *Changes in Rowing Ergometer Weight Lifting, Vertical Jump and Isokinetic Performance in Response to Standard and Standard Plus Plyometric Training Programs*. Int J. Sport Med. 14(8):449-454.
- Kyrolainen H. 1994. *Stretch Reflex Responses Following Mechanical Stimulation in Power and Endurance Trained Athletes*. Int J Sport Med 15(6):290-294.
- Lamb DR. 1984. *Physiology and Adaptation*. Macmillan Publishing Co., Nwe York. pp. 272-276.
- Magil RA. 1989. *Motor Learning Concepts and Application*. WM.C. Brown Publisher, USA. pp. 177-178.
- McArdle WD., Ketch FI., Katch VL. 1986. *Exercise Physiology, Energy, Nutrition and Human Performance*. Lea and Febiger, Philadelphia. pp. 30,75,83,100,252,30.
- Miller C. 1993. *Strength Training by Electrostimulation Conditions For Efficiency*. Int J Sport Med 14(8):20-28.
- Nakmura R. 1984. *Two Components of Motor Time the Tension Lug and the Tension Developing Phase, Perceptual and Motor Skill*. 59:907-912.
- Nossek J. 1982. *General Theory of Training*. Lagos National Institute for Sports: Pan African Press Ltd. pp. 76.
- O'Shea JP. 1976. *Scientific Principles and Methodology Strength Fitness*. 2nd ed. Sydney: Addison-Wesley Publishing Company, p. 24.
- Pate RR. McClanaghan, Rotella R. 1984. *Scientific Foundation of Coaching*. Philadelphia Publisher, pp. 280, 299-303.
- Philips DA. Hovnak J. 1979. *Measurement and Evaluation in Physical Education*. Jhon Wiley and Sons Inc., New York. pp. 259-264.
- Radcliff JC. Farentinos RC. 1985. *Plyometrics*. Human Kinetics Publisher, Inc, pp. 1-5, 50-52.

- Sage H. 1984. *Motor Learning and Control A Neuropsychological Approach*. Wai C. Brown Publisher, Iowa. pp. 245-246.
- Salmons S. 1994. *Exercise, Stimulation and Type Transformation of Skeletal Muscle*. Int. J Sport Med 1(3):136-141.
- Singer R. 1975. *Motor Learning and Human Performance and Application to Physical Education Skill*. McMillan Publishing, New York. pp. 162-195.
- Siregar H. 1995. *Neurofisiologi, Ujung Pandang: Ilmu Faal Fakultas Kedokteran*, pp. 71-74.
- Soekarman R. 1987. *Dasar-dasar Olahraga untuk Membina Pelatih dan Atlit*. PT. Idayu Press, Jakarta.
- Stuart L. 1977. *Multiple Choice Reaction Time of Movement Time During Physical Exertion*. Res Quart 42(4):405-409.
- Subowo. 1993. *Neurologi*. Penerbit Bumi Angkasa, Jakarta. pp. 51-53.
- Wicrozek. 1975. *International Olympic Committee Solidarity: Masalah-masalah Kedokteran Olahraga, Latihan Olahraga dan Coaching*. Terjemahan Oleh: Moh. Soebroto. Ditjen PLSPO, Dep. P dan K, Jakarta. pp. 39-41.
- Williams LRT., Pottinger PR., Shapcott DG. 1985. *Effect of Exercise on Choice Reactions Latency and Movement Speed, Perceptual and Motor Skill*. Int. J. Sport Med 60:67-71.
- Zainuddin M. 1988. *Metodology Penelitian*. PPS UNAIR, Surabaya. pp. 99-103.

## LAMPIRAN 1

DATA UMUR, TINGGI BADAN, PANJANG TUGKAI DAN BERAT  
 BADAN KELOMPOK EKSPERIMEN 1  
 (Stride Jump Crossover Istirahat Aktif)

No	! Umur (th)	! Tinggi Badan (cm)	! Panjang Tungkai (cm)	Berat Badan (kg)		
				! Pretest	! Posttest 1	! Posttest 2
1	21	160	94.5	58	58	58
2	21	160.5	95	56	55.5	55.5
3	20	168	100	65	65	64
4	22	165.5	98.5	60.5	60	60
5	23	170	104	70	69.5	69.5
6	19	172	104.5	68	68	68
7	19	159.5	96	55.5	55.5	55
8	23	164	99.5	68	67.5	68
9	23	165	96	60	60	60
10	20	164.5	97	64.5	64.5	64
11	20	169	99.5	68	67.5	68
12	19	160.5	94	60	60	59.5
13	21	168	100.5	68.5	68.5	68
14	21	170	102	70	70	70
15	19	158.5	94	54.5	54	54
16	22	162	95.5	59.5	58	58
17	19	163	98	60	60	59.5
18	23	166	99.5	65	65	64
19	23	158.5	97	60	60	60
20	23	165	96.5	66	65.5	65
21	20	167	99	64.5	64.5	64
22	22	161	95.5	58	58	57
23	20	170.5	102	70.5	70	70
24	21	172	104	71	70.5	70.5
25	22	162	98.5	56.5	57	57
26	20	166	101.5	63.5	63	63

MILIK  
 PERPUSTAKAAN  
 UNIVERSITAS AIRLANGGA  
 SURABAYA

**DATA UMUR, TINGGI BADAN, PANJANG TUGKAI DAN BERAT  
BADAN KELOMPOK EKSPERIMEN 2  
(Stride Jump Crossover Istirahat Pasif)**

No	! Umur (th)	! Tinggi Badan (cm)	! Panjang Tungkai (cm)	Berat Badan (kg)		
				! Pretest	! Posttest 1	! Posttest 2
1	! 22	! 170.5	! 102	! 68	! 67.5	! 67
2	! 20	! 159	! 95.5	! 56	! 56	! 55.5
3	! 20	! 164.5	! 99.5	! 60.5	! 60	! 60
4	! 19	! 165	! 98	! 65	! 64.5	! 64
5	! 19	! 168	! 101.5	! 68.5	! 68	! 68
6	! 23	! 160	! 97.5	! 60	! 59.5	! 59.5
7	! 22	! 159.5	! 94	! 57.5	! 57	! 57
8	! 22	! 171	! 100.5	! 68.5	! 68.5	! 68
9	! 20	! 165.5	! 99	! 64	! 64	! 64
10	! 20	! 164	! 97.5	! 64.5	! 64.5	! 64
11	! 21	! 167	! 103	! 67	! 66.5	! 66.5
12	! 22	! 150.5	! 95.5	! 54.5	! 54	! 54
13	! 21	! 166.5	! 98.5	! 59	! 59	! 58.5
14	! 21	! 165	! 97	! 61.5	! 61.5	! 61
15	! 19	! 169	! 100.5	! 66	! 65.5	! 65.5
16	! 23	! 160.5	! 95	! 60.5	! 60	! 60.5
17	! 19	! 170	! 103	! 68.5	! 68.5	! 68
18	! 20	! 164.5	! 96	! 65	! 65	! 64
19	! 20	! 162.5	! 95.5	! 60.5	! 60	! 59.5
20	! 23	! 160	! 95.5	! 55	! 54	! 54
21	! 21	! 163.5	! 96	! 61.5	! 61.5	! 61
22	! 21	! 169.5	! 100	! 69	! 68.5	! 69
23	! 21	! 172	! 104.5	! 70.5	! 70.5	! 70
24	! 20	! 165	! 99	! 59.5	! 59	! 59
25	! 19	! 168.5	! 101.5	! 67	! 67	! 66.5
26	! 21	! 158.5	! 94.5	! 60	! 60	! 59

**DATA UMUR, TINGGI BADAN, PANJANG TUGKAI DAN BERAT  
BADAN KELOMPOK EKSPERIMEN 3  
(Kelompok Kontrol)**

No	Umur (th)	Tinggi Badan (cm)	Panjang Tungkai (cm)	Berat Badan (kg)		
				Pretest	Posttest 1	Posttest 2
1	22	157.5	98.5	54.5	54	54.5
2	19	158	97.5	54.5	54	54
3	20	165.5	97	60	60	61
4	20	169	95.5	60.5	60.5	60
5	21	162	99.5	62	62	62
6	22	160	94.5	62.5	62.5	63
7	19	157.5	90	53	53	53
8	19	156	89	55.5	55.5	56
9	23	160.5	95	60	60	60
10	20	165	97.5	60	60	60
11	22	166	98	65	65.5	65
12	22	166.5	100	66	66	66.5
13	21	164	97.5	66.5	66.5	67
14	19	165.5	99	58	58.5	58
15	21	168	99.5	61.5	61	61.5
16	21	170.5	102	69	69	69
17	19	172.5	102	72	71	71
18	23	159.5	92.5	60.5	60	60.5
19	23	171	100	70.5	70	70.5
20	19	168.5	101	70	70	70
21	19	157	92.5	54.5	55	55
22	20	164.5	99.5	65	65	65.5
23	22	167	98.5	65.5	65.5	65.5
24	21	170.5	101	68	68.5	68.5
25	23	172	104.5	72.5	72	72
26	19	162.5	100.5	60.5	60	60.5

## LAMPIRAN 2

## DATA WAKTU REAKSI KELOMPOK EKSPERIMEN 1,2 DAN 3

NO	KELOMPOK 1			KELOMPOK 2			KELOMPOK 3		
	PRETEST	POSTTEST 1	POSTTEST 2	PRETEST	POSTTEST 1	POSTTEST 2	PRETEST	POSTTEST 1	POSTTEST 2
1	0,4811	0,4637	0,4032	0,5013	0,5136	0,4295	0,4754	0,4811	0,5024
2	0,5027	0,4811	0,3918	0,5051	0,5002	0,4716	0,5218	0,5129	0,5284
3	0,5255	0,5069	0,4760	0,5258	0,4348	0,4342	0,5223	0,5192	0,5340
4	0,5264	0,4921	0,4358	0,5259	0,4269	0,4063	0,5301	0,5427	0,5334
5	0,5315	0,5255	0,5047	0,5380	0,5361	0,5286	0,5309	0,5249	0,5218
6	0,5342	0,4776	0,4812	0,5384	0,5240	0,4881	0,5444	0,5600	0,5420
7	0,5479	0,4650	0,4665	0,5481	0,5096	0,4745	0,5452	0,5461	0,5456
8	0,5525	0,5401	0,4191	0,5501	0,5427	0,4627	0,5572	0,5944	0,6117
9	0,5589	0,4483	0,4366	0,5549	0,5031	0,4389	0,5573	0,6181	0,5630
10	0,5608	0,4880	0,4094	0,5602	0,4929	0,4147	0,5612	0,5426	0,5541
11	0,5617	0,4750	0,4528	0,5628	0,5515	0,5392	0,5615	0,5768	0,5330
12	0,5634	0,5367	0,5037	0,5629	0,5472	0,6507	0,5641	0,5551	0,5712
13	0,5755	0,5445	0,3761	0,5770	0,5384	0,4252	0,5697	0,5601	0,5704
14	0,5891	0,5918	0,5800	0,5889	0,5611	0,4980	0,5921	0,6424	0,5892
15	0,5964	0,5872	0,4141	0,6001	0,5993	0,5066	0,5938	0,5991	0,5892
16	0,6120	0,4396	0,4096	0,6021	0,5471	0,4706	0,6143	0,6118	0,5972
17	0,6287	0,5030	0,4558	0,6306	0,5248	0,4421	0,6228	0,7004	0,6928
18	0,6442	0,6161	0,5114	0,6355	0,5513	0,5300	0,6454	0,6662	0,6455
19	0,6533	0,5764	0,4880	0,6547	0,5714	0,4395	0,6509	0,6049	0,6821
20	0,6588	0,5435	0,4625	0,6550	0,5029	0,4012	0,6632	0,5822	0,7431
21	0,6650	0,6282	0,5026	0,6669	0,5828	0,4937	0,6643	0,6780	0,6933
22	0,6691	0,5910	0,4474	0,6683	0,6417	0,5801	0,6695	0,7010	0,6743
23	0,6741	0,5491	0,4553	0,6772	0,5124	0,4762	0,6721	0,5029	0,6151
24	0,6839	0,6716	0,4981	0,6838	0,5903	0,4515	0,6845	0,7103	0,7446
25	0,6991	0,6637	0,5339	0,6998	0,6371	0,5164	0,6930	0,6857	0,6670
26	0,7220	0,5899	0,4275	0,7006	0,5392	0,4919	0,7411	0,7825	0,7271

## DATA KEKUATAN OTOT TUNGKAI KELOMPOK EKSPERIMEN 1,2 DAN 3

NO	KELOMPOK 1			KELOMPOK 2			KELOMPOK 3		
	PRETEST	POSTTEST 1	POSTTEST 2	PRETEST	POSTTEST 1	POSTTEST 2	PRETEST	POSTTEST 1	POSTTEST 2
1	83,5	110,5	122	94	105	118,5	103	100	0,5024
2	87,5	120,5	127	87,5	114	143	87,5	92	0,5284
3	107	137,5	150	97	108,5	135,5	112	111	0,5340
4	92,5	114	141,5	105,5	126	157,5	85,5	87	0,5334
5	98	109,5	124,5	96	116,5	148	94,5	108	0,5218
6	104,5	142	150,5	84	98	117,5	105	100	0,5420
7	113	130,5	146	109,5	132,5	154,5	87,5	90	0,5456
8	85,5	116	139,5	94	120,5	140	87,5	89	0,6117
9	89	100,5	133,5	114,5	132,5	154,5	86	90	0,5630
10	112	124,5	146,5	105,5	127	150,5	102	103	0,5541
11	108	131,5	157	109	130,5	161	93,5	85	0,5330
12	102	126	158,5	87,5	105	121,5	84	87	0,5712
13	88	97,5	125	87,5	110	120,5	81,5	88	0,5704
14	92,5	101	119,5	84	97,5	125	120	115	0,5892
15	98	110	135	90,5	112	136,5	97	98	0,5892
16	97,5	118,5	141	98	115	145	82	84	0,5972
17	85	94	109,5	83,5	96,5	111,5	117,5	114	0,6928
18	118	131	167	85,5	100,5	119,5	112,5	106	0,6455
19	96,5	111,5	134,5	116	135,5	172	95	97	0,6821
20	116	126	162	104,5	124	150	88	85	0,7431
21	89,5	100	120,5	111	130,5	163,5	84,5	92	0,6933
22	106	119,5	145,5	96,5	116	138	96	94	0,6743
23	114,5	137,5	170	87	102,5	126,5	106	104	0,6151
24	99	115	148,5	82,5	105,5	124,5	109	110	0,7446
25	90	114	136	98,5	119,5	142	99,5	104	0,6670
26	84	99,5	118	101,5	128	155,5	90,51	92	0,7271

## KALENDER KEGIATAN PENELITIAN

KEGIATAN/ WAKTU	1997				1998									
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Studi Kepustakaan	X	X	X	X										
Penyusunan Proposal	X	X	X											
Persiapan Penelitian				X	X	X								
Pelaksanaan Penelitian							X	X	X					
Penyusunan Data									X					
Analisa Data									X	X				
Penulisan Tesis							X	X	X	X	X			
Ujian Tesis												X		
Revisi Tesis													X	X

## Keterangan:

x : Pelaksanaan Kegiatan

1-10 : Bulan Pelaksanaan Kegiatan



## RENCANA LATIHAN

Minggu Ke	Hari Ke	Jml. Set	Repetisi	Istirahat Aktif	Istirahat Pasif	Intensitas (% Maks)
I	1	4	08 kali	Jogging	Duduk	60%
	2	4	08 kali	Jogging	Duduk	60%
	3	4	08 kali	Jogging	Duduk	60%
II	1	4	08 kali	Jogging	Duduk	60%
	2	4	08 kali	Jogging	Duduk	60%
	3	4	08 kali	Jogging	Duduk	60%
III	1	4	12 kali	Jogging	Duduk	60%
	2	4	12 kali	Jogging	Duduk	60%
	3	4	12 kali	Jogging	Duduk	60%
POST-TEST I						
I	1	4	12 kali	Jogging	Duduk	60%
	2	4	12 kali	Jogging	Duduk	60%
	3	4	12 kali	Jogging	Duduk	60%
II	1	4	16 kali	Jogging	Duduk	60%
	2	4	16 kali	Jogging	Duduk	60%
	3	4	16 kali	Jogging	Duduk	60%
III	1	4	16 kali	Jogging	Duduk	60%
	2	4	16 kali	Jogging	Duduk	60%
	3	4	16 kali	Jogging	Duduk	60%
POST-TEST II						

Catatan: Intensitas latihan ditentukan melalui irama metronom



DEPARTEMEN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

Institut Keguruan dan Ilmu Pendidikan Negeri Manado

FAKULTAS PENDIDIKAN OLAHRAGA DAN KESEHATAN

ALAMAT : KAMPUS IKIP MANADO DI TONDANO

IJIN PENELITIAN

Nomor : 343 /K02.174/1978

Sehubungan dengan penyelesaian thesis atas :

- N a m a : Dra. Noortje Anita Kumaat
- N I P : 132 086 839
- Pangkat/Gol: Penata Muda / IIIa
- Jabatan : Peserta tugas belajar Pasca Sarjana pada Universitas Airlangga Surabaya

Dengan ini Dekan FPOK IKIP Manado di Tondano memberikan ijin untuk melaksanakan penelitian pada mahasiswa FPOK IKIP Manado di Tondano. Demikian ijin penelitian ini di buat untuk kegunaannya.



Tondano, 2 Maret 1988

Dekan,



rs. Charles Gerungan  
Nip. 130 262 579

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
INSTITUT KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN MANADO**

**KEPUTUSAN**

**REKTOR INSTITUT KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN MANADO**  
NOMOR: 1735/KO2/PP/1998

Tentang

**Penunjukan dan Pengangkatan Pembimbing Penelitian penyusunan Thesis  
atas nama : Dra. Noortje Anita Kumaat Mahasiswa Pascasarjana  
Universitas Airlangga Surabaya.**

**REKTOR INSTITUT KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN MANADO**

- Memperhatikan** : Surat Ketua Program Studi Ilmu Kesehatan Olahraga Universitas Airlangga Surabaya nomor : 768/JO3.11/I KOR/T/1997 tanggal 26 Nopember 1997 tentang permohonan kesediaan sebagai pembimbing.
- Menimbang** : 1. Bahwa untuk membimbing/mengarahkan dan demi kelancaran penelitian untuk penyusunan Thesis atas nama : Dra. Noortje Anita Kumaat Nim : 099612265/M perlu menunjuk pembimbing.
2. Bahwa nama tersebut di bawah ini memenuhi syarat untuk diangkat sebagai pembimbing penelitian/penyusunan Thesis bagi mahasiswa yang bersangkutan.
3. Bahwa untuk maksud tersebut pada butir 1 dan 2 di atas perlu menerbitkan surat keputusan.
- Mengingat** : 1. Undang-undang Nomor : 2 Tahun 1989 ;
2. Peraturan Pemerintah nomor : 30 Tahun 1990 ;
3. Keputusan Presiden RI :
- 3.1. Nomor 275 Tahun 1965 ;
- 3.2. Nomor 68/M Tahun 1995 ;
4. Keputusan Mendikbud RI :
- 4.1. Nomor : 0468/0/1992 ;
- 4.2. Nomor : 056/U/1994 ;
- 4.3. Nomor : 0217/U/1994 ;

**MEMUTUSKAN**

- Menetapkan Pertama** : Menunjuk dan mengangkat
- N a m a** : Dr. H.E. Rogi, MPd
- N I P** : 130 162 377
- Pangkat/Golongan** : Pembina IV/A
- selaku pembimbing penelitian penyusunan Thesis S2 Mahasiswa Ilmu Kesehatan Olah-raga Program Pascasarjana Universitas Airlangga Surabaya atas nama : Dra. Noortje Anita Kumaat NIM : 099612265/M.
- Kedua** : Pembimbing bertugas memberikan pengarahan dan petunjuk/saran yang menyangkut materi dan teknis penelitian dalam rangka penyusunan Thesis.
- Ketiga** : Surat keputusan ini berlaku pada tanggal ditetapkan sampai selesai mpenyusunan Thesis.
- Dengan ketentuan apabila dikemudian hari terdapat kekeliruan dalam ketetapan ini akan diperbaiki sebagaimana mestinya.

**Tembusan :**

1. Dekan FPOK IKIP Manado
2. Ketua Program Studi Ilmu Kesehatan Olahraga Universitas Airlangga Surabaya
3. Direktur PPS Universitas Airlangga Surabaya
4. Yang bersangkutan untuk diketahui dan dilaksanakan
5. Arsip

TESIS

Ditetapkan di : TONDANO  
pada Tanggal : 17 April 1998.

**REKTOR**

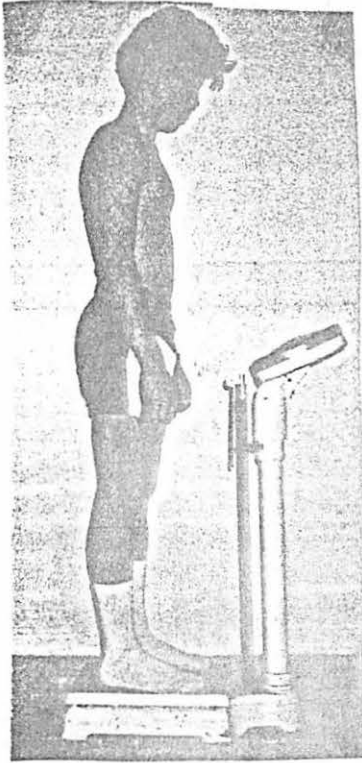
PROF. DR. JAN TURANG

PENCARUTAN SURAT F 130 239 771

NOORLTE ANITA KUMAAT



PENGUKURAN BERAT BADAN



PENGUKURAN  
TINGGI BADAN



PENGUKURAN  
PANJANG TUNGKAI



PENGUKURAN WAKTU REAKSI



PENGUKURAN KEKUATAN OTOT TUNGKAI



## Lampiran: 8

## Tests of Normality

	Kelompok latihan	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Umur	Stride jump crossover istirahat aktif	,175	26	,039	,881	26	,010**
	Stride jump crossover istirahat pasif	,186	26	,021	,898	26	,015
	Kontrol	,186	26	,021	,867	26	,010**
Tinggi badan	Stride jump crossover istirahat aktif	,104	26	,200*	,951	26	,328
	Stride jump crossover istirahat pasif	,121	26	,200*	,950	26	,316
	Kontrol	,092	26	,200*	,949	26	,295
Panjang tungkai	Stride jump crossover istirahat aktif	,104	26	,200*	,945	26	,252
	Stride jump crossover istirahat pasif	,143	26	,184	,951	26	,328
	Kontrol	,150	26	,138	,944	26	,242

\*\* . This is an upper bound of the true significance.

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

a. Lilliefors Significance Correction

## Tests of Normality

	Kelompok latihan	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Berat badan awal	Stride jump crossover istirahat aktif	,155	26	,110	,933	26	,106
	Stride jump crossover istirahat pasif	,125	26	,200*	,946	26	,261
	Kontrol	,105	26	,200*	,955	26	,378
Berat badan pos tes 1	Stride jump crossover istirahat aktif	,174	26	,041	,932	26	,096
	Stride jump crossover istirahat pasif	,137	26	,200*	,947	26	,276
	Kontrol	,115	26	,200*	,941	26	,202
Berat badan pos tes 2	Stride jump crossover istirahat aktif	,158	26	,095	,931	26	,091
	Stride jump crossover istirahat pasif	,131	26	,200*	,948	26	,291
	Kontrol	,087	26	,200*	,955	26	,375

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

a. Lilliefors Significance Correction

## Tests of Normality

	Kelompok latihan	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Waktu reaksi awal	Stride jump crossover istirahat aktif	,154	26	,115	,954	26	,357
	Stride jump crossover istirahat pasif	,165	26	,066	,927	26	,075
	Kontrol	,164	26	,070	,954	26	,368
Waktu reaksi pos tes 1	Stride jump crossover istirahat aktif	,108	26	,200*	,954	26	,359
	Stride jump crossover istirahat pasif	,123	26	,200*	,959	26	,427
	Kontrol	,115	26	,200*	,956	26	,385
Waktu reaksi pos tes.2	Stride jump crossover istirahat aktif	,069	26	,200*	,977	26	,791
	Stride jump crossover istirahat pasif	,107	26	,200*	,971	26	,631
	Kontrol	,144	26	,174	,915	26	,040

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

a. Lilliefors Significance Correction

## Tests of Normality

	Kelompok latihan	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kekuatan otot tungkai awal	Stride jump crossover istirahat aktif	,128	26	,200*	,934	26	,106
	Stride jump crossover istirahat pasif	,155	26	,107	,934	26	,107
	Kontrol	,156	26	,106	,931	26	,091
Kekuatan otot tungkai pos tes 1	Stride jump crossover istirahat aktif	,111	26	,200*	,965	26	,501
	Stride jump crossover istirahat pasif	,107	26	,200*	,944	26	,232
	Kontrol	,143	26	,183	,927	26	,077
Kekuatan otot tungkai pos tes 2	Stride jump crossover istirahat aktif	,091	26	,200*	,978	26	,797
	Stride jump crossover istirahat pasif	,133	26	,200*	,960	26	,434
	Kontrol	,164	26	,069	,923	26	,062

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

a. Lilliefors Significance Correction



**Rata-rata berat badan awal, pos 1 dan pos2  
pada ketiga kelompok latihan**

	Kelompok latihan					
	Stride jump crossover istirahat aktif		Stride jump crossover istirahat pasif		Kontrol	
	Mean	Std Dev.	Mean	Std Dev.	Mean	Std Dev.
Berat badan awal	63,1	5,2	63,0	4,7	62,6	5,7
Berat badan pos tes 1	62,9	5,1	62,7	4,8	62,1	5,8
Berat badan pos tes 2	62,7	5,2	62,4	4,7	62,7	5,6

**Rata-rata waktu reaksi awal, pos 1 dan pos2  
pada ketiga kelompok latihan**

	Kelompok latihan					
	Stride jump crossover istirahat aktif		Stride jump crossover istirahat pasif		Kontrol	
	Mean	Std Dev.	Mean	Std Dev.	Mean	Std Dev.
Waktu reaksi awal	.5968	.0665	.5967	.0632	.5980	.0668
Waktu reaksi pos tes 1	.5383	.0653	.5378	.0500	.5985	.0768
Waktu reaksi pos tes 2	.4594	.0479	.4758	.0477	.6066	.0745

**Rata-rata kekuatan otot tungkai awal, pos 1 dan pos2  
pada ketiga kelompok latihan**

	Kelompok latihan					
	Stride jump crossover istirahat aktif		Stride jump crossover istirahat pasif		Kontrol	
	Mean	Std Dev.	Mean	Std Dev.	Mean	Std Dev.
Kekuatan otot tungkai awal	98.35	10.85	96.56	10.35	96.42	11.35
Kekuatan otot tungkai pos tes 1	116.85	13.45	115.73	12.23	97.25	9.41
Kekuatan otot tungkai pos tes 2	139.56	16.03	139.69	16.62	97.19	9.76

## Lampiran 8.

## Statistik deskriptif

THE FOLLOWING RESULTS ARE FOR:

KEL = 1.000

	UMUR	TB	PT
N OF CASES	26	26	26
MEAN	21.000	164.923	98.500
STANDARD DEV	1.470	4.185	3.184
STD. ERROR	0.288	0.821	0.624

THE FOLLOWING RESULTS ARE FOR:

KEL = 2.000

	UMUR	TB	PT
N OF CASES	26	26	26
MEAN	20.808	164.885	98.462
STANDARD DEV	1.357	4.203	2.966
STD. ERROR	0.266	0.824	0.582

THE FOLLOWING RESULTS ARE FOR:

KEL = 3.000

	UMUR	TB	PT
N OF CASES	26	26	26
MEAN	20.731	164.481	97.885
STANDARD DEV	1.485	5.053	3.606
STD. ERROR	0.291	0.991	0.707

## SUMMARY STATISTICS FOR UMUR

## ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	SUM OF SQUARES	DF	MEAN SQUARE	F	PROBABILITY
BETWEEN GROUPS	1.000	2	0.500	0.242	0.786
WITHIN GROUPS	155.154	75	2.069		

## MATRIX OF PAIRWISE ABSOLUTE MEAN DIFFERENCES

	1	2	3
2	0.192	0.000	
3	0.269	0.077	0.000

## TUKEY HSD MULTIPLE COMPARISONS

## MATRIX OF PAIRWISE COMPARISON PROBABILITIES

	1	2	3
2	0.880	1.000	
3	0.779	0.980	1.000

## SUMMARY STATISTICS FOR TB

## ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	SUM OF SQUARES	DF	MEAN SQUARE	F	PROBABILITY
BETWEEN GROUPS	3.122	2	1.561	0.077	0.926
WITHIN GROUPS	1517.740	75	20.237		

## MATRIX OF PAIRWISE ABSOLUTE MEAN DIFFERENCES

	1	2	3
2	0.038	0.000	
3	0.442	0.404	0.000

## TUKEY HSD MULTIPLE COMPARISONS

## MATRIX OF PAIRWISE COMPARISON PROBABILITIES

	1	2	3
2	1.000	1.000	
3	0.933	0.944	1.000

## SUMMARY STATISTICS FOR PT

## BARTLETT TEST FOR HOMOGENEITY OF GROUP VARIANCES

CHI-SQUARE = 0.975 DF= 2 PROBABILITY = 0.614

## ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	SUM OF SQUARES	DF	MEAN SQUARE	F	PROBABILITY
BETWEEN GROUPS	6.179	2	3.090	0.290	0.749
WITHIN GROUPS	798.615	75	10.648		

## MATRIX OF PAIRWISE ABSOLUTE MEAN DIFFERENCES

	1	2	3
2	0.038	0.000	
3	0.615	0.577	0.000

## TUKEY HSD MULTIPLE COMPARISONS

## MATRIX OF PAIRWISE COMPARISON PROBABILITIES

	1	2	3
2	0.999	1.000	
3	0.776	0.800	1.000

THE FOLLOWING RESULTS ARE FOR:

KEL = 1.000

	BB0	BB1	BB2
N OF CASES	26	26	26
MEAN	63.115	62.885	62.673
STANDARD DEV	5.174	5.139	5.202
STD. ERROR	1.015	1.008	1.020

THE FOLLOWING RESULTS ARE FOR:

KEL = 2.000

	BB0	BB1	BB2
N OF CASES	26	26	26
MEAN	62.981	62.692	62.423
STANDARD DEV	4.670	4.756	4.717
STD. ERROR	0.916	0.933	0.925

THE FOLLOWING RESULTS ARE FOR:

KEL = 3.000

	BB0	BB1	BB2
N OF CASES	26	26	26
MEAN	62.596	62.115	62.673
STANDARD DEV	5.713	5.782	5.644
STD. ERROR	1.120	1.134	1.107

## SUMMARY STATISTICS FOR BBO

## ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	SUM OF SQUARES	DF	MEAN SQUARE	F	PROBABILITY
BETWEEN GROUPS	3.776	2	1.888	0.070	0.933
WITHIN GROUPS	2030.404	75	27.072		

## MATRIX OF PAIRWISE ABSOLUTE MEAN DIFFERENCES

	1	2	3
2	0.135	0.000	
3	0.519	0.385	0.000

## TUKEY HSD MULTIPLE COMPARISONS

## MATRIX OF PAIRWISE COMPARISON PROBABILITIES

	1	2	3
2	0.995	1.000	
3	0.931	0.962	1.000

## SUMMARY STATISTICS FOR BB1

## ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	SUM OF SQUARES	DF	MEAN SQUARE	F	PROBABILITY
BETWEEN GROUPS	8.333	2	4.167	0.152	0.860
WITHIN GROUPS	2061.346	75	27.485		

## MATRIX OF PAIRWISE ABSOLUTE MEAN DIFFERENCES

	1	2	3
2	0.192	0.000	
3	0.769	0.577	0.000

## TUKEY HSD MULTIPLE COMPARISONS

## MATRIX OF PAIRWISE COMPARISON PROBABILITIES

	1	2	3
2	0.990	1.000	
3	0.857	0.917	1.000

## SUMMARY STATISTICS FOR BB2

## ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	SUM OF SQUARES	DF	MEAN SQUARE	F	PROBABILITY
BETWEEN GROUPS	1.083	2	0.542	0.020	0.980
WITHIN GROUPS	2029.288	75	27.057		

## MATRIX OF PAIRWISE ABSOLUTE MEAN DIFFERENCES

	1	2	3
2	0.250	0.000	
3	0.000	0.250	0.000

## TUKEY HSD MULTIPLE COMPARISONS

## MATRIX OF PAIRWISE COMPARISON PROBABILITIES

	1	2	3
2	0.984	1.000	
3	1.000	0.984	1.000

LEVELS ENCOUNTERED DURING PROCESSING ARE:

KEL	1.000	2.000	3.000
-----	-------	-------	-------

DEPENDENT VARIABLE MEANS

	BB0	BB1	BB2
	62.897	62.564	62.590

LEAST SQUARES MEANS.

KEL =	1.000 N OF CASES =	26.000
-------	--------------------	--------

	BB0	BB1	BB2
LS. MEAN	63.115	62.885	62.673
SE	1.020	1.028	1.020

KEL =	2.000 N OF CASES =	26.000
-------	--------------------	--------

	BB0	BB1	BB2
LS. MEAN	62.981	62.692	62.423
SE	1.020	1.028	1.020

KEL =	3.000 N OF CASES =	26.000
-------	--------------------	--------

	BB0	BB1	BB2
LS. MEAN	62.596	62.115	62.673
SE	1.020	1.028	1.020

UNIVARIATE AND MULTIVARIATE REPEATED MEASURES ANALYSIS

BETWEEN SUBJECTS

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
KEL	7.220	2	3.610	0.045	0.956
ERROR	6054.878	75	80.732		

WITHIN SUBJECTS

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	5.368	2	2.684	6.085	0.003
Waktu*KEL	5.972	4	1.493	3.385	0.011
ERROR	66.160	150	0.441		

SINGLE DEGREE OF FREEDOM POLYNOMIAL CONTRASTS

POLYNOMIAL TEST OF ORDER 1 (LINEAR)

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	3.692	1	3.692	49.570	0.000
Waktu*KEL	2.971	2	1.486	19.944	0.000
ERROR	5.587	75	0.074		



## POLYNOMIAL TEST OF ORDER 2 (QUADRATIC)

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	1.675	1	1.675	2.074	0.154
Waktu*KEL	3.001	2	1.501	1.858	0.163
ERROR	60.574	75	0.808		

## MULTIVARIATE REPEATED MEASURES ANALYSIS

TEST OF: Waktu		HYPOTH. DF	ERROR DF	F	P
WILKS' LAMBDA=	0.592	2	74	25.545	0.000
PILLAI TRACE =	0.408	2	74	25.545	0.000
H-L TRACE =	0.690	2	74	25.545	0.000

TEST OF: Waktu*KEL		HYPOTH. DF	ERROR DF	F	P
WILKS' LAMBDA=	0.633	4	148	9.509	0.000
PILLAI TRACE =	0.368	4	150	8.445	0.000
H-L TRACE =	0.579	4	146	10.572	0.000
THETA =	0.366 S = 2, M = -.5, N = 36.0 PROB =				0.000

Perbandingan antar kelompok 1 dan 2

## UNIVARIATE F TESTS

VARIABLE	SS	DF	MS	F	P
BB0	0.236	1	0.236	0.009	0.926
ERROR	2030.404	75	27.072		
BB1	0.481	1	0.481	0.017	0.895
ERROR	2061.346	75	27.485		
BB2	0.813	1	0.813	0.030	0.863
ERROR	2029.288	75	27.057		

## MULTIVARIATE TEST STATISTICS

HOTELLING-LAWLEY TRACE =	0.016				
F-STATISTIC =	0.383	DF =	3, 73	PROB =	0.765

Perbandingan antara kelompok 1 dan 3

## UNIVARIATE F TESTS

VARIABLE	SS	DF	MS	F	P
BB0	3.505	1	3.505	0.129	0.720
ERROR	2030.404	75	27.072		
BB1	7.692	1	7.692	0.280	0.598
ERROR	2061.346	75	27.485		
BB2	0.000	1	0.000	0.000	1.000
ERROR	2029.288	75	27.057		

## MULTIVARIATE TEST STATISTICS

HOTELLING-LAWLEY TRACE =	0.350				
F-STATISTIC =	8.526	DF =	3, 73	PROB =	0.000

Perbandingan antara kelompok 2 dan 3

UNIVARIATE F TESTS

VARIABLE	SS	DF	MS	F	P
BB0	1.923	1	1.923	0.071	0.791
ERROR	2030.404	75	27.072		
BB1	4.327	1	4.327	0.157	0.693
ERROR	2061.346	75	27.485		
BB2	0.812	1	0.812	0.030	0.863
ERROR	2029.288	75	27.057		

MULTIVARIATE TEST STATISTICS

HOTELLING-LAWLEY TRACE = 0.504  
 F-STATISTIC = 12.270 DF = 3, 73 PROB = 0.000

Perubahan antar waktu

THE FOLLOWING RESULTS ARE FOR: KEL = 1.000

DEPENDENT VARIABLE MEANS

BB0	BB1	BB2
63.115	62.885	62.673

UNIVARIATE AND MULTIVARIATE REPEATED MEASURES ANALYSIS

WITHIN SUBJECTS

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	2.545	2	1.272	15.435	0.000
ERROR	4.122	50	0.082		

SINGLE DEGREE OF FREEDOM POLYNOMIAL CONTRASTS

POLYNOMIAL TEST OF ORDER 1 (LINEAR)

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	2.543	1	2.543	27.268	0.000
ERROR	2.332	25	0.093		

POLYNOMIAL TEST OF ORDER 2 (QUADRATIC)

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	0.002	1	0.002	0.022	0.882
ERROR	1.790	25	0.072		

Perbandingan antar waktu

PAIRED SAMPLES T-TEST ON BB0 VS BB1 WITH 26 CASES

MEAN DIFFERENCE = 0.231  
 SD DIFFERENCE = 0.380  
 T = 3.094 DF = 25 PROB = 0.005

PAIRED SAMPLES T-TEST ON BB0 VS BB2 WITH 26 CASES

MEAN DIFFERENCE = 0.442  
 SD DIFFERENCE = 0.432  
 T = 5.222 DF = 25 PROB = 0.000

PAIRED SAMPLES T-TEST ON BB1 VS BB2 WITH 26 CASES

MEAN DIFFERENCE = 0.212  
 SD DIFFERENCE = 0.404  
 T = 2.668 DF = 25 PROB = 0.013

THE FOLLOWING RESULTS ARE FOR: KEL = 2.000

DEPENDENT VARIABLE MEANS

BB0	BB1	BB2
62.981	62.692	62.423



UNIVARIATE AND MULTIVARIATE REPEATED MEASURES ANALYSIS

WITHIN SUBJECTS

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	4.045	2	2.022	38.570	0.000
ERROR	2.622	50	0.052		

SINGLE DEGREE OF FREEDOM POLYNOMIAL CONTRASTS

POLYNOMIAL TEST OF ORDER 1 (LINEAR)

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	4.043	1	4.043	93.444	0.000
ERROR	1.082	25	0.043		

POLYNOMIAL TEST OF ORDER 2 (QUADRATIC)

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	0.002	1	0.002	0.026	0.873
ERROR	1.540	25	0.062		

Perbandingan antar waktu

PAIRED SAMPLES T-TEST ON BB0 VS BB1 WITH 26 CASES

MEAN DIFFERENCE = 0.288  
 SD DIFFERENCE = 0.289  
 T = 5.091 DF = 25 PROB = 0.000

PAIRED SAMPLES T-TEST ON BB0 VS BB2 WITH 26 CASES

MEAN DIFFERENCE = 0.558  
 SD DIFFERENCE = 0.294  
 T = 9.667 DF = 25 PROB = 0.000

PAIRED SAMPLES T-TEST ON BB1 VS BB2 WITH 26 CASES

MEAN DIFFERENCE = 0.269  
 SD DIFFERENCE = 0.380  
 T = 3.610 DF = 25 PROB = 0.001

THE FOLLOWING RESULTS ARE FOR: KEL = 3.000

DEPENDENT VARIABLE MEANS

BB0	BB1	BB2
62.596	62.115	62.673

UNIVARIATE AND MULTIVARIATE REPEATED MEASURES ANALYSIS

WITHIN SUBJECTS

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	4.750	2	2.375	1.999	0.146
ERROR	59.417	50	1.188		

SINGLE DEGREE OF FREEDOM POLYNOMIAL CONTRASTS

POLYNOMIAL TEST OF ORDER 1 (LINEAR)

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	0.077	1	0.077	0.885	0.356
ERROR	2.173	25	0.087		

POLYNOMIAL TEST OF ORDER 2 (QUADRATIC)

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	4.673	1	4.673	2.041	0.165
ERROR	57.244	25	2.290		

Perbandingan antar waktu

PAIRED SAMPLES T-TEST ON BB0 VS BB1 WITH 26 CASES

MEAN DIFFERENCE = 0.481  
 SD DIFFERENCE = 1.873  
 T = 1.309 DF = 25 PROB = 0.203

PAIRED SAMPLES T-TEST ON BB0 VS BB2 WITH 26 CASES

MEAN DIFFERENCE = -0.077  
 SD DIFFERENCE = 0.417  
 T = -0.941 DF = 25 PROB = 0.356

PAIRED SAMPLES T-TEST ON BB1 VS BB2 WITH 26 CASES

MEAN DIFFERENCE = -0.558  
 SD DIFFERENCE = 1.856  
 T = -1.532 DF = 25 PROB = 0.138

THE FOLLOWING RESULTS ARE FOR:

KEL = 1.000

	REAK0	REAK1	REAK2
N OF CASES	26	26	26
MEAN	0.597	0.538	0.459
STANDARD DEV	0.066	0.065	0.048
STD. ERROR	0.013	0.013	0.009

THE FOLLOWING RESULTS ARE FOR:

KEL = 2.000

	REAK0	REAK1	REAK2
N OF CASES	26	26	26
MEAN	0.597	0.538	0.476
STANDARD DEV	0.063	0.050	0.048
STD. ERROR	0.012	0.010	0.009

THE FOLLOWING RESULTS ARE FOR:

KEL = 3.000

	REAK0	REAK1	REAK2
N OF CASES	26	26	26
MEAN	0.598	0.599	0.607
STANDARD DEV	0.067	0.077	0.074
STD. ERROR	0.013	0.015	0.015

LEVELS ENCOUNTERED DURING PROCESSING ARE:

KEL  
           1.000          2.000          3.000

DEPENDENT VARIABLE MEANS

	REAK0	REAK1	REAK2
	0.597	0.558	0.514

LEAST SQUARES MEANS.

KEL = 1.000 N OF CASES = 26.000

	REAK0	REAK1	REAK2
LS. MEAN	0.597	0.538	0.459
SE	0.013	0.013	0.011

KEL = 2.000 N OF CASES = 26.000

	REAK0	REAK1	REAK2
LS. MEAN	0.597	0.538	0.476
SE	0.013	0.013	0.011

KEL = 3.000 N OF CASES = 26.000

	REAK0	REAK1	REAK2
LS. MEAN	0.598	0.599	0.607
SE	0.013	0.013	0.011

UNIVARIATE AND MULTIVARIATE REPEATED MEASURES ANALYSIS

BETWEEN SUBJECTS

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
KEL	0.234	2	0.117	12.887	0.000
ERROR	0.680	75	0.009		

WITHIN SUBJECTS

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	0.271	2	0.135	96.078	0.000
Waktu*KEL	0.168	4	0.042	29.843	0.000
ERROR	0.211	150	0.001		

SINGLE DEGREE OF FREEDOM POLYNOMIAL CONTRASTS

POLYNOMIAL TEST OF ORDER 1 (LINEAR)

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	0.270	1	0.270	152.006	0.000
Waktu*KEL	0.166	2	0.083	46.793	0.000
ERROR	0.133	75	0.002		

## POLYNOMIAL TEST OF ORDER 2 (QUADRATIC)

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	0.000	1	0.000	0.352	0.555
Waktu*KEL	0.002	2	0.001	0.830	0.440
ERROR	0.078	75	0.001		

## MULTIVARIATE REPEATED MEASURES ANALYSIS

TEST OF: Waktu		HYPOTH. DF	ERROR DF	F	P
WILKS' LAMBDA=	0.330	2	74	75.076	0.000
PILLAI TRACE =	0.670	2	74	75.076	0.000
H-L TRACE =	2.029	2	74	75.076	0.000

TEST OF: Waktu*KEL		HYPOTH. DF	ERROR DF	F	P
WILKS' LAMBDA=	0.440	4	148	18.795	0.000
PILLAI TRACE =	0.564	4	150	14.715	0.000
H-L TRACE =	1.266	4	146	23.108	0.000
THETA =	0.558	S = 2, M = -0.5, N = 36.0	PROB =	0.000	

Perbandingan antara kelompok 1 dan 2

## UNIVARIATE F TESTS

VARIABLE	SS	DF	MS	F	P
REAK0	0.000	1	0.000	0.000	0.993
ERROR	0.322	75	0.004		
REAK1	0.000	1	0.000	0.001	0.978
ERROR	0.317	75	0.004		
REAK2	0.004	1	0.004	1.048	0.309
ERROR	0.253	75	0.003		

## MULTIVARIATE TEST STATISTICS

HOTELLING-LAWLEY TRACE =	0.027				
F-STATISTIC =	0.659	DF = 3,	73	PROB =	0.580

Perbandingan antara kelompok 1 dan 3

## UNIVARIATE F TESTS

VARIABLE	SS	DF	MS	F	P
REAK0	0.000	1	0.000	0.004	0.951
ERROR	0.322	75	0.004		
REAK1	0.047	1	0.047	11.162	0.001
ERROR	0.317	75	0.004		
REAK2	0.282	1	0.282	83.555	0.000
ERROR	0.253	75	0.003		

## MULTIVARIATE TEST STATISTICS

HOTELLING-LAWLEY TRACE =	1.568				
F-STATISTIC =	38.156	DF = 3,	73	PROB =	0.000



Perbandingan antara kelompok 2 dan 3

UNIVARIATE F TESTS

VARIABLE	SS	DF	MS	F	P
REAK0	0.000	1	0.000	0.005	0.944
ERROR	0.322	75	0.004		
REAK1	0.048	1	0.048	11.351	0.001
ERROR	0.317	75	0.004		
REAK2	0.222	1	0.222	65.890	0.000
ERROR	0.253	75	0.003		

MULTIVARIATE TEST STATISTICS

HOTELLING-LAWLEY TRACE = 1.228  
 F-STATISTIC = 29.891 DF = 3, 73 PROB = 0.000

THE FOLLOWING RESULTS ARE FOR: KEL = 1.000

DEPENDENT VARIABLE MEANS

REAK0	REAK1	REAK2
0.597	0.538	0.459

UNIVARIATE AND MULTIVARIATE REPEATED MEASURES ANALYSIS

WITHIN SUBJECTS

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	0.248	2	0.124	71.950	0.000
ERROR	0.086	50	0.002		

SINGLE DEGREE OF FREEDOM POLYNOMIAL CONTRASTS

POLYNOMIAL TEST OF ORDER 1 (LINEAR)

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	0.246	1	0.246	103.979	0.000
ERROR	0.059	25	0.002		

POLYNOMIAL TEST OF ORDER 2 (QUADRATIC)

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	0.002	1	0.002	1.674	0.208
ERROR	0.027	25	0.001		

Perbandingan antar waktu

PAIRED SAMPLES T-TEST ON REAK0 VS REAK1 WITH 26 CASES

MEAN DIFFERENCE = 0.059  
 SD DIFFERENCE = 0.048  
 T = 6.214 DF = 25 PROB = 0.000

PAIRED SAMPLES T-TEST ON REAK0 VS REAK2 WITH 26 CASES

MEAN DIFFERENCE = 0.137  
 SD DIFFERENCE = 0.069  
 T = 10.197 DF = 25 PROB = 0.000

PAIRED SAMPLES T-TEST ON REAK1 VS REAK2 WITH 26 CASES

MEAN DIFFERENCE = 0.079  
 SD DIFFERENCE = 0.057  
 T = 7.022 DF = 25 PROB = 0.000

THE FOLLOWING RESULTS ARE FOR:  
DEPENDENT VARIABLE MEANS

KEL = 2.000

REAK0	REAK1	REAK2
0.597	0.538	0.476

UNIVARIATE AND MULTIVARIATE REPEATED MEASURES ANALYSIS

WITHIN SUBJECTS

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	0.190	2	0.095	61.269	0.000
ERROR	0.077	50	0.002		

SINGLE DEGREE OF FREEDOM POLYNOMIAL CONTRASTS

POLYNOMIAL TEST OF ORDER 1 (LINEAR)

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	0.190	1	0.190	76.400	0.000
ERROR	0.062	25	0.002		

POLYNOMIAL TEST OF ORDER 2 (QUADRATIC)

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	0.000	1	0.000	0.065	0.800
ERROR	0.015	25	0.001		

Perbandingan antar waktu

PAIRED SAMPLES T-TEST ON REAK0 VS REAK1 WITH 26 CASES

MEAN DIFFERENCE = 0.059  
SD DIFFERENCE = 0.051  
T = 5.905 DF = 25 PROB = 0.000

PAIRED SAMPLES T-TEST ON REAK0 VS REAK2 WITH 26 CASES

MEAN DIFFERENCE = 0.121  
SD DIFFERENCE = 0.070  
T = 8.741 DF = 25 PROB = 0.000

PAIRED SAMPLES T-TEST ON REAK1 VS REAK2 WITH 26 CASES

MEAN DIFFERENCE = 0.062  
SD DIFFERENCE = 0.042  
T = 7.569 DF = 25 PROB = 0.000

THE FOLLOWING RESULTS ARE FOR:  
DEPENDENT VARIABLE MEANS

KEL = 3.000

REAK0	REAK1	REAK2
0.598	0.599	0.607

UNIVARIATE AND MULTIVARIATE REPEATED MEASURES ANALYSIS

WITHIN SUBJECTS

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	0.001	2	0.001	0.636	0.534
ERROR	0.048	50	0.001		

SINGLE DEGREE OF FREEDOM POLYNOMIAL CONTRASTS

POLYNOMIAL TEST OF ORDER 1 (LINEAR)

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	0.001	1	0.001	1.997	0.170
ERROR	0.012	25	0.000		

POLYNOMIAL TEST OF ORDER 2 (QUADRATIC)

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	0.000	1	0.000	0.173	0.681
ERROR	0.036	25	0.001		

Perbandingan antar waktu

PAIRED SAMPLES T-TEST ON REAK0 VS REAK1 WITH 26 CASES

MEAN DIFFERENCE = -0.001  
SD DIFFERENCE = 0.048  
T = -0.058 DF = 25 PROB = 0.955

PAIRED SAMPLES T-TEST ON REAK0 VS REAK2 WITH 26 CASES

MEAN DIFFERENCE = -0.009  
SD DIFFERENCE = 0.031  
T = -1.413 DF = 25 PROB = 0.170

PAIRED SAMPLES T-TEST ON REAK1 VS REAK2 WITH 26 CASES

MEAN DIFFERENCE = -0.008  
SD DIFFERENCE = 0.049  
T = -0.839 DF = 25 PROB = 0.409

LEVELS ENCOUNTERED DURING PROCESSING ARE:

KEL  
           1.000          2.000          3.000

DEP VAR: REAK2       N:       78   MULTIPLE R: 0.851   SQUARED MULTIPLE R: 0.724

ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	SUM-OF-SQUARES	DF	MEAN-SQUARE	F-RATIO	P
KEL	0.324	2	0.162	70.349	0.000
BB2	0.007	1	0.007	3.205	0.078
PT	0.000	1	0.000	0.092	0.763
REAK0	0.054	1	0.054	23.557	0.000
TB	0.001	1	0.001	0.631	0.430
ERROR	0.163	71	0.002		

ADJUSTED LEAST SQUARES MEANS.

		ADJ. LS MEAN	SE	N
KEL	= 1.000	0.459	0.009	26
KEL	= 2.000	0.477	0.009	26
KEL	= 3.000	0.606	0.009	26

ROW	KEL
1	1.000
2	2.000
3	3.000

USING LEAST SQUARES MEANS.

POST HOC TEST OF REAK2

USING MODEL MSE OF .002 WITH 71. DF.

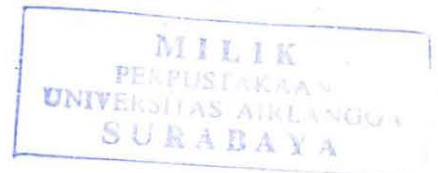
MATRIX OF PAIRWISE MEAN DIFFERENCES:

	1	2	3
2	0.018	0.000	
3	0.146	0.129	0.000

FISHER'S LEAST-SIGNIFICANT-DIFFERENCE TEST.

MATRIX OF PAIRWISE COMPARISON PROBABILITIES:

	1	2	3
2	0.193	1.000	
3	0.000	0.000	1.000



THE FOLLOWING RESULTS ARE FOR:

KEL = 1.000

	KEK0	KEK1	KEK2
N OF CASES	26	26	26
MEAN	98.346	116.846	139.558
STANDARD DEV	10.845	13.455	16.025
STD. ERROR	2.127	2.639	3.143

THE FOLLOWING RESULTS ARE FOR:

KEL = 2.000

	KEK0	KEK1	KEK2
N OF CASES	26	26	26
MEAN	96.558	115.731	139.692
STANDARD DEV	10.349	12.230	16.615
STD. ERROR	2.030	2.399	3.258

THE FOLLOWING RESULTS ARE FOR:

KEL = 3.000

	KEK0	KEK1	KEK2
N OF CASES	26	26	26
MEAN	96.423	97.250	97.192
STANDARD DEV	11.355	9.412	9.757
STD. ERROR	2.227	1.846	1.914

LEVELS ENCOUNTERED DURING PROCESSING ARE:

KEL	1.000	2.000	3.000
DEPENDENT VARIABLE MEANS			
	KEK0	KEK1	KEK2
	97.109	109.942	125.481

LEAST SQUARES MEANS.

KEL	=	1.000	N OF CASES =	26.000
		KEK0	KEK1	KEK2
LS. MEAN		98.346	116.846	139.558
SE		2.129	2.318	2.838
KEL	=	2.000	N OF CASES =	26.000
		KEK0	KEK1	KEK2
LS. MEAN		96.558	115.731	139.692
SE		2.129	2.318	2.838
KEL	=	3.000	N OF CASES =	26.000
		KEK0	KEK1	KEK2
LS. MEAN		96.423	97.250	97.192
SE		2.129	2.318	2.838

UNIVARIATE AND MULTIVARIATE REPEATED MEASURES ANALYSIS

BETWEEN SUBJECTS

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
KEL	22602.675	2	11301.338	26.817	0.000
ERROR	31607.048	75	421.427		

WITHIN SUBJECTS

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	31488.521	2	15744.261	691.304	0.000
Waktu*KEL	14965.600	4	3741.400	164.278	0.000
ERROR	3416.212	150	22.775		

SINGLE DEGREE OF FREEDOM POLYNOMIAL CONTRASTS

POLYNOMIAL TEST OF ORDER 1 (LINEAR)

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	31393.391	1	31393.391	1095.633	0.000
Waktu*KEL	14881.119	2	7440.559	259.676	0.000
ERROR	2148.990	75	28.653		

POLYNOMIAL TEST OF ORDER 2 (QUADRATIC)

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	95.130	1	95.130	5.630	0.020
Waktu*KEL	84.482	2	42.241	2.500	0.089
ERROR	1267.221	75	16.896		

MULTIVARIATE REPEATED MEASURES ANALYSIS

TEST OF: Waktu		HYPOTH. DF	ERROR DF	F	P
WILKS' LAMBDA=	0.064	2	74	540.611	0.000
PILLAI TRACE =	0.936	2	74	540.611	0.000
H-L TRACE =	14.611	2	74	540.611	0.000

TEST OF: Waktu*KEL		HYPOTH. DF	ERROR DF	F	P	
WILKS' LAMBDA=	0.126	4	148	67.240	0.000	
PILLAI TRACE =	0.874	4	150	29.118	0.000	
H-L TRACE =	6.936	4	146	126.580	0.000	
THETA =	0.874 S =	2, M =	-.5, N =	36.0	PROB =	0.000

Perbandingan antara kelompok 1 dan 2

UNIVARIATE F TESTS

VARIABLE	SS	DF	MS	F	P
KEK0	41.582	1	41.582	0.353	0.554
ERROR	8841.394	75	117.885		
KEK1	16.173	1	16.173	0.116	0.735
ERROR	10480.125	75	139.735		
KEK2	0.236	1	0.236	0.001	0.973
ERROR	15701.740	75	209.357		

MULTIVARIATE TEST STATISTICS

HOTELLING-LAWLEY TRACE =	0.022				
F-STATISTIC =	0.535	DF =	3, 73	PROB =	0.660

Perbandingan antara kelompok 1 dan 3

UNIVARIATE F TESTS

VARIABLE	SS	DF	MS	F	P
KEK0	48.077	1	48.077	0.408	0.525
ERROR	8841.394	75	117.885		
KEK1	4992.120	1	4992.120	35.726	0.000
ERROR	10480.125	75	139.735		
KEK2	23332.736	1	23332.736	111.450	0.000
ERROR	15701.740	75	209.357		

MULTIVARIATE TEST STATISTICS

HOTELLING-LAWLEY TRACE =	5.148				
F-STATISTIC =	125.263	DF =	3, 73	PROB =	0.000



Perbandingan antara kelompok 2 dan 3

UNIVARIATE F TESTS

VARIABLE	SS	DF	MS	F	P
KEK0	0.236	1	0.236	0.002	0.964
ERROR	8841.394	75	117.885		
KEK1	4440.005	1	4440.005	31.774	0.000
ERROR	10480.125	75	139.735		
KEK2	23481.250	1	23481.250	112.159	0.000
ERROR	15701.740	75	209.357		

MULTIVARIATE TEST STATISTICS

HOTELLING-LAWLEY TRACE = 5.733  
 F-STATISTIC = 139.510 DF = 3, 73 PROB = 0.000

THE FOLLOWING RESULTS ARE FOR: KEL = 1.000

DEPENDENT VARIABLE MEANS

KEK0	KEK1	KEK2
98.346	116.846	139.558

UNIVARIATE AND MULTIVARIATE REPEATED MEASURES ANALYSIS

WITHIN SUBJECTS

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	22155.942	2	11077.971	306.435	0.000
ERROR	1807.558	50	36.151		

SINGLE DEGREE OF FREEDOM POLYNOMIAL CONTRASTS

POLYNOMIAL TEST OF ORDER 1 (LINEAR)

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	22079.082	1	22079.082	561.641	0.000
ERROR	982.793	25	39.312		

POLYNOMIAL TEST OF ORDER 2 (QUADRATIC)

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	76.861	1	76.861	2.330	0.139
ERROR	824.764	25	32.991		

Perbandingan antar waktu

PAIRED SAMPLES T-TEST ON KEK0 VS KEK1 WITH 26 CASES

MEAN DIFFERENCE = -18.500  
 SD DIFFERENCE = 8.295  
 T = -11.373 DF = 25 PROB = 0.000

PAIRED SAMPLES T-TEST ON KEK0 VS KEK2 WITH 26 CASES

MEAN DIFFERENCE = -41.212  
 SD DIFFERENCE = 8.867  
 T = -23.699 DF = 25 PROB = 0.000

PAIRED SAMPLES T-TEST ON KEK1 VS KEK2 WITH 26 CASES

MEAN DIFFERENCE = -22.712  
 SD DIFFERENCE = 8.336  
 T = -13.893 DF = 25 PROB = 0.000

THE FOLLOWING RESULTS ARE FOR: KEL = 2.000

DEPENDENT VARIABLE MEANS

KEK0	KEK1	KEK2
96.558	115.731	139.692

UNIVARIATE AND MULTIVARIATE REPEATED MEASURES ANALYSIS

WITHIN SUBJECTS

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	24287.096	2	12143.548	550.526	0.000
ERROR	1102.904	50	22.058		

SINGLE DEGREE OF FREEDOM POLYNOMIAL CONTRASTS

POLYNOMIAL TEST OF ORDER 1 (LINEAR)

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	24187.736	1	24187.736	673.461	0.000
ERROR	897.889	25	35.916		

POLYNOMIAL TEST OF ORDER 2 (QUADRATIC)

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	99.361	1	99.361	12.116	0.002
ERROR	205.014	25	8.201		

Perbandingan antar waktu

PAIRED SAMPLES T-TEST ON KEK0 VS KEK1 WITH 26 CASES

MEAN DIFFERENCE = -19.173  
 SD DIFFERENCE = 4.416  
 T = -22.140 DF = 25 PROB = 0.000

PAIRED SAMPLES T-TEST ON KEK0 VS KEK2 WITH 26 CASES

MEAN DIFFERENCE = -43.135  
 SD DIFFERENCE = 8.475  
 T = -25.951 DF = 25 PROB = 0.000

PAIRED SAMPLES T-TEST ON KEK1 VS KEK2 WITH 26 CASES

MEAN DIFFERENCE = -23.962  
 SD DIFFERENCE = 6.405  
 T = -19.077 DF = 25 PROB = 0.000

THE FOLLOWING RESULTS ARE FOR: KEL = 3.000

DEPENDENT VARIABLE MEANS

KEK0	KEK1	KEK2
96.423	97.250	97.192

UNIVARIATE AND MULTIVARIATE REPEATED MEASURES ANALYSIS

WITHIN SUBJECTS

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	11.083	2	5.542	0.548	0.582
ERROR	505.750	50	10.115		

SINGLE DEGREE OF FREEDOM POLYNOMIAL CONTRASTS

POLYNOMIAL TEST OF ORDER 1 (LINEAR)

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	7.692	1	7.692	0.717	0.405
ERROR	268.308	25	10.732		

POLYNOMIAL TEST OF ORDER 2 (QUADRATIC)

SOURCE	SS	DF	MS	F	P
Waktu	3.391	1	3.391	0.357	0.556
ERROR	237.442	25	9.498		

Perbandingan antar waktu

PAIRED SAMPLES T-TEST ON KEK0 VS KEK1 WITH 26 CASES

MEAN DIFFERENCE = -0.827  
 SD DIFFERENCE = 4.905  
 T = -0.860 DF = 25 PROB = 0.398

PAIRED SAMPLES T-TEST ON KEK0 VS KEK2 WITH 26 CASES

MEAN DIFFERENCE = -0.769  
 SD DIFFERENCE = 4.633  
 T = -0.847 DF = 25 PROB = 0.405

PAIRED SAMPLES T-TEST ON KEK1 VS KEK2 WITH 26 CASES

MEAN DIFFERENCE = 0.058  
 SD DIFFERENCE = 3.894  
 T = 0.076 DF = 25 PROB = 0.940

Anakova untuk menguji efek variabel moderator

LEVELS ENCOUNTERED DURING PROCESSING ARE:

KEL  
 1.000                      2.000                      3.000

DEP VAR:      KEK2              N:              78      MULTIPLE R: 0.956      SQUARED MULTIPLE R: 0.915

ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	SUM-OF-SQUARES	DF	MEAN-SQUARE	F-RATIO	P
KEL	29289.092	2	14644.546	263.651	0.000
BB2	42.086	1	42.086	0.758	0.387
KEK0	11398.225	1	11398.225	205.206	0.000
PT	105.529	1	105.529	1.900	0.172
ERROR	3999.260	72	55.545		

ADJUSTED LEAST SQUARES MEANS.

			ADJ. LS MEAN	SE	N
KEL	=	1.000	138.256	1.467	26
KEL	=	2.000	140.468	1.467	26
KEL	=	3.000	97.717	1.476	26

ROW	KEL
1	1.000
2	2.000
3	3.000

USING LEAST SQUARES MEANS.

POST HOC TEST OF      KEK2

USING MODEL MSE OF      55.545 WITH      72. DF.

MATRIX OF PAIRWISE MEAN DIFFERENCES:

	1	2	3
2		2.212	0.000
3		-40.539	-42.751

FISHER'S LEAST-SIGNIFICANT-DIFFERENCE TEST.

MATRIX OF PAIRWISE COMPARISON PROBABILITIES:

	1	2	3
2		0.289	1.000
3		0.000	0.000