

TESIS

**PENGARUH MASASE TEKNIK *FRICTION* PADA TUNGKAI
SETELAH LATIHAN FISIK SUBMAKSIMAL TERHADAP
KECEPATAN PEMBUANGAN LAKTAT DARAH**

(PENELITIAN EKSPERIMENTAL LABORATORIS)



KEA
KK
TKO.24/11
Pra
P

YUDIK PRASETYO

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2008**

TESIS

**PENGARUH MASASE TEKNIK *FRICTION* PADA TUNGKAI
SETELAH LATIHAN FISIK SUBMAKSIMAL TERHADAP
KECEPATAN PEMBUANGAN LAKTAT DARAH**

(PENELITIAN EKSPERIMENTAL LABORATORIS)

**Untuk memperoleh gelar Magister
Dalam Program Studi Ilmu Kesehatan Olahraga
Pada Program Pascasarjana Universitas Airlangga Surabaya**

**Oleh:
YUDIK PRASETYO
NIM : 090610075/M**

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2008**

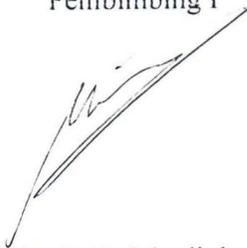
Lembar Pengesahan

TESIS INI TELAH DISETUJUI

Pada tanggal, **26** Juni 2008

Oleh

Pembimbing I



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

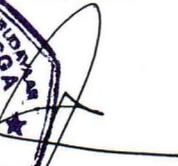
Pembimbing II



Dr. Elyana Asnar STP, dr., MS.

Mengetahui,
Ketua Program Studi Ilmu Kesehatan Olahraga
Pascasarjana Universitas Airlangga




Marko Setyawan, dr., M.S.
NIP. 131 949 832

PANITIA PENGUJI TESIS:

Ketua : Prof. Dr. Sunarko Setyawan, dr.,MS.

Anggota :

1. Prof. Martin Setiabudi, dr.,Ph.D.
2. Dr. Elyana Asnar STP, dr., MS.
3. Choesnan Effendi, dr.AIF.
4. Muhammad Cholil Munif, dr. AIF.

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-NYA sehingga tesis ini dapat diselesaikan. Banyak hambatan dan tantangan ketika menyelesaikan tesis ini, namun berkat bimbingan, bantuan moril maupun materiil serta dorongan dari berbagai pihak, akhirnya semua rintangan tersebut dapat diatasi dengan baik. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulisan tesis ini masih jauh dari sempurna, namun penulis sangat berharap tesis ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan pengembang ilmu khususnya ilmu kesehatan olahraga.

Pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati, perkenankan saya menghaturkan terimakasih yang tak terhingga dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Prof. Martin Setiabudi, dr., Ph.D. selaku pembimbing I yang dengan penuh kesabaran, penuh perhatian telah memberikan dorongan, bimbingan, dan saran sehingga tesis ini dapat diselesaikan tepat waktu.

Terimakasih yang tak terhingga dan penghargaan yang setinggi-tingginya saya ucapkan kepada Dr. Elyana Asnar STP, dr., MS. selaku pembimbing II yang dengan penuh perhatian, ikhlas, dan semangat telah memberikan dorongan, bimbingan, saran, kiat-kiat, dan jalan keluar sehingga tesis ini dapat diselesaikan tepat waktu.

Terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Pemerintah Republik Indonesia melalui Dirjen Dikti yang telah memberikan bantuan *financial* (BPPS), sehingga meringankan beban saya dalam menyelesaikan tesis ini.

Dengan selesainya tesis ini saya mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

Rektor Universitas Airlangga Prof.Dr.Fasich,Apt. yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas kepada saya untuk menempuh dan menyelesaikan pendidikan Magister di Universitas Airlangga Surabaya .

Direktur Program Pascasarjana Universitas Airlangga, Prof. Dr. Sri Hayati, SH., beserta seluruh staf pimpinan Program Pascasarjana, atas kesempatan yang telah diberikan kepada saya untuk menjadi mahasiswa Program Magister pada Pascasarjana Universitas Airlangga.

Prof. Dr. Sunarko Setyawan, dr., MS. selaku ketua Program Studi Ilmu Kesehatan Olahraga yang selalu memberikan arahan, dorongan, bimbingan sehingga tesis dapat saya selesaikan tepat waktu.

Rektor Universitas Negeri Yogyakarta Prof. Sugeng Mardiyono,Ph.D, Dekan FIK Universitas Negeri Yogyakarta Sumaryanto, M.Kes, Ketua Jurusan Pendidikan Kesehatan Rekreasi: Sumarjo, M.Kes, Sekretaris Jurusan dr.Novita Intan Arofah, serta mantan Kajur PKR Panggung Sutapa, MS, yang telah memberikan ijin untuk mengikuti pendidikan program Magister pada PPs Universitas Airlangga program studi Ilmu Kesehatan Olahraga. Dengan kebijakan, fasilitas yang diberikan beliau semua, akhirnya saya dapat menyelesaikan pendidikan dengan aman, nyaman dan selamat.

Konsultan bidang terapi fisik FIK UNY Dr.dr.Woro Kushartanti selaku konsultan di bidang masase, atas bantuan beliau akhirnya tesis dapat diselesaikan dengan baik. Konsultan bidang kesehatan olahraga Dr. Siswantoyo, yang telah memberikan wawasan, dorongan sehingga tesis dapat selesai dengan baik.

Staf pengajar Program Pascasarjana Universitas Airlangga tahun 2006/2007; Prof.Sunarko Setyawan, dr.,MS., Prof Martin Setiabudi, dr., Ph.D, Dr. Elyana Asnar STP, dr., MS, Choesnan Effendi, dr., AIF, Muh. Cholil Munif, dr., AIF, Prof. Purnomo Suryohudoyo, dr., Dr. Harjanto JM, dr., AIFM, Prof.Soedarso Djojonegoro,dr, RM Tauhid Al Amien,dr.,MSc, Harlina, dr., MS, Kuncoro Puguh Santoso,drh.,M.Kes, Tjitra Wardani, dr.,MS, Dr.Paulus Liben, dr.,MS, Dr.Anwar Maruf, drh.,M.Kes, Adrianta Suryadhana, dr. AIF.

Dekan Fakultas Ilmu Keolahragaan UNY beserta staf yang telah berkenan memberikan izin dan kesempatan kepada saya untuk melakukan penelitian. Atas dorongan, bimbingan dan fasilitas yang diberikan memberikan semangat untuk cepat menyelesaikan studi. Terimakasih kepada seluruh mahasiswa yang telah berkenan menjadi sampel dalam penelitian ini.

Kepala Laboratorium Fisiologi Fakultas Ilmu Keolahragaan UNY Panggung Sutapa, M.S. yang telah memberikan bantuan dan mengizinkan tim Fisiologi dan laboran (Joko purwoko,AMd, Istiadi), maseur (Eko, Agung) untuk membantu pada tahap pengambilan data lapangan beserta berbagai fasilitas pendukungnya. Tak lupa kepada Widiyanto teman karib seperjuangan yang selalu bercanda gurau, mengingatkan dan mendorong dalam penyelesaian S2. Kepada Sigit Nugroho yang senantiasa selalu berbagi cerita, mencarikan dan memberi solusi disaat waktu yang sangat dibutuhkan. Kepada Cerika Rismayanthi dan Eka Novita Indra terimakasih atas diskusi dan masukannya sehingga mendorongku dalam penyelesaian tesis. Kepada P Naryo, P Giyono, P Kamto (Tim Pemandu *Independent Kereta*) terima kasih atas fasilitas di kereta yang selalu diberikan selama saya studi S2.

Kepada teman-teman se-angkatan program S2 IKOR TA 2006/2007, Sisca Januarium, Rahayu Astuti, Widiyanto, Rusli, Muhammad Rajin, Olivia Andiana, Rini Ismalasari. Saya ucapkan terimakasih atas *timwork* yang dibangun selama ini. Yang selalu saling mengingatkan dan saling memberikan dorongan untuk segera menyelesaikan tesis ini. Kepada semua temen se-angkatan kami mengucapkan banyak terimakasih atas perhatian, bantuan dan jasa baiknya. Semoga kita ke depannya lebih kuat lagi membangun *networking* khususnya dalam pengembangan olahraga.

Terimakasih kepada Tim Tenis Jeruk (TTJ), TTJ selalu memberikan guyonan, dorongan, tukar pikiran sehingga membuatku fresh dan ingin cepat selesai studi. Terimakasih kepada teman-teman sekost Kedung Tarukan dengan dipandu Mas Ari, Akbar Bojonegoro, Titon Tuban, Fitril Madura, Mas Fauzan Pasuruan, Mas Andrew Jakarta, Mas Topik Jember, Edwin Sidoharjo, dan Bu Mak. Teman-teman sekost selalu memberikan guyonan, diskusi ilmiah tentang dunia kedokteran sehingga membuatku nyaman dan betah tinggal di kost.

Terimakasih kepada isteri tercinta Ety Desi Wahyuni, yang selalu sabar, memberi dukungan, penuh pengertian, serta sebagai penyemangat dalam menyelesaikan tesis ini, semoga perjuanganmu akan bermanfaat untuk semuanya dan masa datang. Rasa terimakasih juga saya haturkan kepada Bapak dan Ibu mertua saya yang selalu mengajari untuk lebih bertindak hati-hati dalam segala hal dimanapun berada.

Melalui do'a dan rasa hormat serta kasih sayang yang tak terhingga, saya haturkan kepada kedua orang tua saya: **Almarhum ayahanda Sumarwan** dan ibunda Sumidah yang telah membesarkan, mendidik, menanamkan nilai hidup

dengan penuh kesederhanaan dan tanggung jawab, tekun, semangat kerja keras pantang menyerah, sehingga saya dapat mencapai semua ini. Tatapan mata ayahanda dan ibunda saat aku hendak tiap kali berangkat ke Surabaya membuatku menjadi pemacu semangat untuk segera menyelesaikan studi. Walaupun sudah tiada, saya sangat tahu bahwa almarhum ayahanda Sumarwan mengetahui keberhasilanku menyelesaikan S2 ini. Rasa terimakasih yang tak terhingga kepada kakakku Mas Muh Jallil, Mas Istanto yang telah memberikan arahan, canda tawa sebagai pengobat lelah, dan dorongan yang sangat kuat baik lahir maupun bathin sehingga menjadikanku pembakar semangat yang tiada tara untuk segera selesai. Terimakasih juga kepada Mbak Luki, Afra Cendikia Putri Jallil yang selalu memberikan dukungan dan canda guraunya.

Semua pihak yang tidak dapat saya sebut satu persatu yang telah mendorong, membantu saya menyelesaikan tesis ini dengan baik. Semoga Allah SWT memberikan limpahan rohmat dan barokah serta inayah-Nya kepada semua pihak atas segala amal yang telah diberikan kepada saya dalam rangka penyelesaian studi.

Akhirnya kepada semua pihak, yang tidak dapat kami sebut satu-persatu, saya mengucapkan terimakasih atas segala bantuan yang diberikan kepada kami. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan ridlo-Nya kepada kita semua. Amiin.

Surabaya, Juni 2008

Penulis

RINGKASAN

Aktivitas fisik yang dilakukan dengan menggunakan intensitas tinggi dapat menyebabkan peningkatan kadar laktat dalam otot maupun darah. Asam laktat timbul pada proses pembakaran di dalam otot yang aktif dan dapat menyebabkan kelelahan. Laktat bisa hilang dengan istirahat, tetapi dengan masase proses pengeluaran sisa-sisa pembakaran ke dalam aliran darah dipercepat. Masase mempunyai tiga efek penting yaitu: 1) meningkatkan sirkulasi lokal, 2) meningkatkan *cellular permeability* (memudahkan laktat keluar dari sel otot), dan 3) mempunyai efek menenangkan pada saraf tepi dan pusat. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh pemulihan masase teknik *friction* pada tungkai terhadap kecepatan pembuangan laktat otot. Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian *randomized pretest-posttest control group design*.

Penelitian ini menggunakan sampel sebanyak 21 orang yang diambil secara acak (random) dari populasi sebanyak 240 orang FIK UNY tidak terlatih. Jumlah sampel yang terpilih kemudian dibagi menjadi 3 kelompok: masase teknik *friction* depan (otot paha depan, betis), masase teknik *friction* belakang (otot paha belakang, betis), dan *rest*. Waktu pemberian masase dan *rest* selama 5 menit. Data kadar laktat awal diukur sebelum orang coba melakukan aktivitas, kadar laktat segera setelah aktivitas maksimal diukur pada waktu orang coba mencapai kapasitas kerja maksimal, dan kadar laktat darah pemulihan diukur pada waktu orang coba telah selesai di masase 5 menit, selanjutnya 10 menit setelah latihan maksimal yang diambil dari ujung jari tangan (kapiler) sampel.

Penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa kadar laktat darah awal orang coba berkisar antara 1,6-2 mMol/l dengan jenis kelamin laki-laki, umur 21-23 tahun, berat badan antara 55-70 kg, tinggi badan antara 165-170 cm dan denyut nadi istirahat antara 65-74 denyut per menit. Kadar laktat darah dapat digunakan sebagai parameter untuk mengetahui respon aktivitas fisik. Rerata kadar laktat darah segera setelah aktivitas maksimal dengan cara mengayuh sepeda ergocycle Technogym dengan beban latihan antara 150 – 180 watt, lama aktivitas antara 6 – 8 menit adalah sebesar 9,60 – 9,65 mMol/l. Hal ini menunjukkan bahwa orang coba termasuk kelompok tidak terlatih, karena kadar laktat darah tersebut belum mencapai nilai maksimal.

Peningkatan kadar laktat tertinggi dan rerata kecepatan pembuangan laktat tercepat ada pada kelompok masase teknik *friction* depan 5 menit, hal ini disebabkan karena masase teknik *friction* depan membantu mempercepat pembuangan laktat dari otot ke darah dengan cara meningkatkan *cellular permeability*. Dengan masase teknik *friction* depan 5 menit juga akan meningkatkan mekanisme pompa vena dan pompa limfe (getah bening) secara artifisial untuk mempercepat pemulihan melalui percepatan sirkulasi. Dengan lancarnya sirkulasi pada kelompok yang menggunakan masase teknik *friction* depan, maka metabolisme aerobik juga akan meningkat dan kebutuhan ATP lebih tinggi daripada kelompok pemulihan yang lain. Kondisi ini memungkinkan lebih cepat terjadinya penggunaan laktat sebagai sumber energi dibandingkan kelompok 2 dan 3. Penggunaan laktat sebagai sumber energi akan mempercepat pembersihan laktat. Pada aktivitas maksimal bersepeda, otot yang paling aktif

adalah *vastus* (paha depan), dimana otot yang paling aktif akan terjadi akumulasi laktat tertinggi, sehingga peningkatan/pembuangan laktat terbesar melalui masase teknik *friction* depan berasal dari otot *vastus*.

Analisa data secara statistik deskriptif, uji-normalitas, uji-homogenitas, dan anova dengan taraf signifikansi 5% dengan menggunakan program SPSS secara komputerisasi. Hasil yang didapat menunjukkan bahwa: 1) pemulihan masase teknik *friction* depan 5 menit lebih cepat membuang laktat dari otot dibanding masase teknik *friction* belakang 5 menit dan *rest* 5 menit (kelompok 1 rerata: 0,914 mMol/l/menit, kelompok 2 rerata: 0,774 mMol/l/menit, dan kelompok 3: 0,674 mMol/l/menit), 2) pemulihan masase teknik *friction* depan 5 menit lebih cepat membuang laktat dari otot dibanding *rest* 5 menit, 3) pemulihan masase teknik *friction* belakang 5 menit lebih cepat membuang laktat dari otot dibanding *rest* 5 menit. Hasil tersebut menunjukkan bahwa masase yang dilakukan secara benar dapat mempercepat pembuangan laktat dari otot ke darah, sehingga dengan cepat akan mengurangi atau menghilangkan kelelahan.

ABSTRACT

The goal of this research is to know the effect of massage technique friction on leg for the wasting rate of lactate. This research uses the randomized pretest-posttest control group design.

This research picks up 21 samplers that is taken randomly from 240 from the amount of samplers that this been chosen, then divided into 3 groups: massage technique friction front (vastus, gastrocnemius), massage technique friction back (hamstring, gastrocnemius), and rest. The time give massage and rest for 5 minutes. The data of lactic acid level in the blood is taken before subjects do activity, immediately after maximum exercise, after 5 minutes of massage technique friction, and after 10 minutes, taken from the samplers fingertip.

Data can be taken from the research result and processed by using the descriptive statistic, normality test, homogeneity test, anova test with the significant level 5%, computerizingly tested with SPSS program. The result that can be obtained shows that wasting rate of lactate group 1: mean: 0.914 mMol/l/minute, group 2 mean: 0.774 mMol/l/minute, and group 3: 0.674 mMol/l/minute.

Conclusions: 1) massage technique friction front 5 minutes waste lactate from muscle faster than massage technique friction back 5 minutes and rest 5 minutes, 2) massage technique friction front 5 minutes waste lactate from muscle faster than rest 5 minutes, and 3) massage technique friction back 5 minutes waste lactate from muscle faster than rest 5 minutes

Key words: massage, blood lactate.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL DEPAN	i
HALAMAN SAMPUL DALAM	ii
HALAMAN PRASYARAT	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PANITIA PENGUJI	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
RINGKASAN	xii
ABSTRACT	xiii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR SINGKATAN	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Pengertian latihan	6
2.1.1 Dosis latihan	6
2.1.2 Prinsip-prinsip dasar latihan	7
2.2 Otot	9
2.2.1 Struktur kontraktil	10
2.2.2 Kontraksi otot	11



2.3 Sistem penyediaan energi	15
2.3.1 Sistem ATP-PC	15
2.3.2 Sistem glikolisis anaerobik	17
2.3.3 Sistem aerobik	18
2.4 Latihan anaerobik	21
2.5 Asam laktat	23
2.6 Oksigen dan peredaran darah	27
2.7 Fisiologi masase	28
BAB 3 KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS	41
3.1 Bagan Kerangka Konseptual	41
3.1 Kerangka Konseptual	42
3.2 Hipotesis	43
BAB 4 METODE PENELITIAN	44
4.1 Rancangan Penelitian	44
4.2 Populasi dan Sampel	45
4.3 Klasifikasi Variabel dan Definisi Operasional	46
4.3.1 Klasifikasi Variabel	46
4.3.2 Definisi Operasional Variabel	46
4.4 Alat/ Instrumen Penelitian	48
4.5 Lokasi dan Waktu Penelitian	49
4.5.1 Lokasi Penelitian	49
4.5.2 Waktu Penelitian	49
4.6 Prosedur Pengambilan atau Pengumpulan Data	49
4.7 Analisa Data	51
BAB 5 HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA	52
5.1 Data Penelitian	52
5.2 Data Deskriptif dan Analisis Karakteristik Orang Coba	55

5.3 Hasil Uji Normalitas Distribusi dan Homogenitas Data	57
5.4 Hasil Uji Beda (Anova)	60
BAB 6 PEMBAHASAN	63
6.1 Kadar Laktat Awal	63
6.2 Kadar Laktat Darah Segera Setelah Aktivitas Maksimal	63
6.3 Kecepatan Pembuangan Laktat Setelah DiMasase 5 menit	66
BAB 7 PENUTUP	70
7.1 Kesimpulan	70
7.2 Saran	70
DAFTAR PUSTAKA	72
LAMPIRAN	76

DAFTAR TABEL

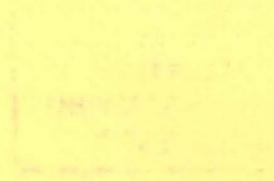
Tabel 5.1	Kelompok 1: Umur, TB, BB, dan Denyut Nadi Awal	52
Tabel 5.2	Kelompok 2: Umur, TB, BB, dan Denyut Nadi Awal	53
Tabel 5.3	Kelompok 3: Umur, TB, BB, dan Denyut Nadi Awal	53
Tabel 5.4	Kelompok 1: Kadar Laktat Darah	54
Tabel 5.5	Kelompok 2: Kadar Laktat Darah	54
Tabel 5.6	Kelompok 3: Kadar Laktat Darah	55
Tabel 5.7	Data deskriptif karakteristik orang coba pada tiga kelompok	55
Tabel 5.8	Hasil statistik deskriptif (n=7) laktat pengukuran 3 kelompok	56
Tabel 5.9	Hasil Uji Normalitas Distribusi Umur, TB, BB, DN	58
Tabel 5.10	Hasil Uji Normalitas Distribusi Kadar Laktat Darah	59
Tabel 5.11	Hasil Uji Homogenitas Data Umur, TB, BB, DN, Laktat Awal	60
Tabel 5.12	Hasil Uji Anova Terhadap Kecepatan Pembuangan Laktat	60
Tabel 5.13	Hasil Uji LSD Dengan Pairwise Comparisons	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Otot rangka	9
Gambar 2.2	Struktur kontraktile otot rangka	11
Gambar 2.3	Kontraksi otot	13
Gambar 2.4	Reaksi pembentukan ATP dari fosfocreatin (PC)	16
Gambar 2.5	Glikolisis anaerobik	17
Gambar 2.6	Siklus Krebs	20
Gambar 2.7	Kadar asam laktat pada latihan aerobik dan anaerobic	21
Gambar 2.8	Tes Conconi pembalap sepeda yang kurang terlatih	22
Gambar 2.9	Siklus Cori	25
Gambar 2.10	Pengaruh Fisiologi Masase	29
Gambar 2.11	Masase teknik <i>friction</i> pada paha bagian depan	34
Gambar 2.12	Masase teknik <i>friction</i> pada tungkai bawah bagian belakang	35
Gambar 2.13	Masase teknik <i>friction</i> pada paha bagian belakang	35
Gambar 2.14	Kadar laktat darah pada empat macam <i>recovery</i>	38
Gambar 2.15	Kecepatan hilangnya asam laktat	39
Gambar 5.1	Rerata kecepatan pembuangan laktat otot pada kelompok 1, 2, dan 3	56
Gambar 6.1	Rerata kadar laktat	64
Gambar 6.2	Rerata kecepatan pembuangan laktat otot pada kelompok 1, 2, dan 3	68
Gambar 6.3	Rerata kecepatan pembuangan laktat darah pada kelompok 1, 2, dan 3	69

DAFTAR SINGKATAN

ADP	: Adenosine Diphosphate
ATP	: Adenosine Triphosphate
PC	: Phospho Creatin
Pi	: Phosphate inorganic
NAD	: Nikotinamide Adenin Dinukleotida
FAD	: Flavin Adenin Dinukleotida
GTP	: Guanosin Triphosphate
Hb	: Hemoglobin
RPM	: Rotation Per Minute
TB	: Tinggi Badan (cm)
BB	: Berat Badan (kg)
DN Awal	: Denyut Nadi Awal
FIK	: Fakultas Ilmu Keolahragaan
UNY	: Universitas Negeri Yogyakarta
LSD	: Least Significant Difference



BAB 1

PENDAHULUAN



1.1 Latar Belakang Masalah

Aktivitas fisik yang dilakukan dengan menggunakan intensitas tinggi dapat menyebabkan peningkatan kadar asam laktat dalam otot maupun darah (Fox). Kelelahan adalah menurunnya kerja atau penampilan seseorang dalam olahraga (kesehatan/ prestasi) yang disebabkan oleh karena intensitas dan durasi sehingga menyebabkan terjadinya gangguan homeostasis (Santosa Giriwijoyo dan Muchtamadji M A, 2006: 270). Salah satu faktor yang penting dalam timbulnya kelelahan ialah mengumpulnya asam laktat. Supaya kelelahan berkurang, maka asam laktat perlu diangkut dari otot ke otot-otot lain yang dapat menggunakannya (Soekarman, 1987: 41). Oleh karena itu, kelelahan perlu segera dipulihkan dengan tujuan agar kembali ke kondisi normal. Pemulihan dapat terjadi secara spontan, tetapi dapat pula dipercepat melalui artifisial.

Pengaruh masase pada pemulihan dari latihan intensitas tinggi masih diperdebatkan. Banyak studi pada masase metode yang digunakan masih lemah, tidak adanya kontrol kendali berhubungan dengan makan, dan jangka waktu masase tidak sesuai (Robertson A, Watt J M, Galloway S D R, 2004: 173-176). Pemulihan dapat dilakukan dengan cara pemulihan aktif dan pemulihan pasif (istirahat sepenuhnya) (Fox, 1993). Masase adalah upaya pemulihan (*recovery*) yang bersifat artifisial atau bantuan, yang bertujuan untuk mempercepat diperolehnya kembali kondisi homeostasis yang normal, yaitu kondisi fisiologis yang terbaik bagi sel-sel tubuh (Santosa Giriwijoyo dan Muchtamadji M A, 2006:

270). Dengan masase, sirkulasi darah dan pasokan oksigen ke organ-organ tubuh akan lebih lancar sehingga rasa lelah dapat segera hilang (Suharto, 1999: 141). Menurut Soetrisno bahwa asam laktat timbul pada proses pembakaran di dalam otot yang aktif. Penumpukan asam laktat menyebabkan rasa lelah. Sebenarnya asam laktat bisa hilang dengan istirahat, tetapi dengan masase proses pengeluaran sisa-sisa pembakaran ke dalam aliran darah dipercepat.

Masase digunakan oleh para atlet untuk mempercepat pemulihan otot setelah penampilan olahraga (Hemmings B, 2000: 109). Penelitian Tanaka H dkk (2002) telah dilaksanakan untuk mengevaluasi pengaruh masase (teknik *effleurage*, *kneading* dan *compression*) terhadap kelelahan otot lokal yang menggunakan EMG analisa dan evaluasi kelelahan. Masase pada daerah lumbar terdapat perbedaan penting dalam kelelahan dibandingkan dengan istirahat, bahwa masase membantu subjek mengurangi kelelahan. Sedangkan penelitian yang dilakukan Micklewright, D P dkk (2003: 5) menunjukkan bahwa setelah 20 menit Wingate test (*anaerobic exercise/ cycling*) penurunan kadar laktat darah paling besar dalam kelompok *active cycling 37% VO2max Active Recovery (AR)* dan kelompok *Masase Active Recovery (MAR)* dibanding kelompok *Rest Recovery (RR)*. MAR adalah sama efektifnya pada pembuangan laktat darah seperti AR.

Penelitian yang dilakukan oleh Dolgener F A dan Morien A (1993) menunjukkan bahwa subjek (pelari terlatih) diteliti, laktat darah 20 menit setelah latihan ditemukan bahwa pasif *recovery* (berbaring terlentang) dan masase tidak mempunyai efek pada tingkat laktat darah, sedangkan subjek yang menggunakan sepeda lebih baik dalam pembuangan laktat darah 15-20 menit setelah latihan yang melelahkan (<http://tkdtutor.com/11Training/LacticAcid.htm>, 2006).

Penelitian Robertson A, Watt J M, Galloway S D R (2004: 173-176) menunjukkan bahwa setelah 20 menit Wingate test tidak ada pengaruh fisiologis dari masase tungkai dibanding dengan pasif *recovery* pada pemulihan dari latihan intensitas tinggi.

Masase yang diberikan setelah latihan yang melelahkan signifikan meningkatkan penampilan otot quadriceps dibanding dengan istirahat pasif (Rinder, A.N dan Sutherland, C.J., 1995: 99-102). Teknik masase yang khusus, diharapkan menghasilkan peningkatan lokal peredaran darah otot skelet. Secara teoritis, peningkatan aliran darah otot skelet dapat mempercepat aliran laktat untuk dieliminasi ke berbagai tempat, sebagai teknik untuk mempercepat pembersihan (Martin NA, 1998: 30-35).

Kelelahan berdampak buruk bagi penampilan atlet pada pertandingan berikutnya. Disinilah letak pentingnya atlet dan khususnya pelatih agar dapat menggunakan cara pemulihan yang tepat. Masase bukan saja mempercepat pembuangan laktat dari otot ke darah, namun juga membantu otot untuk mempercepat membentuk energi. Sejauh ini masih kontroversi manfaat masase pada saat istirahat pendek menjelang pertandingan berikutnya atau setelah latihan. Diharapkan dengan melakukan penelitian, akan mendapatkan bukti empiris bahwa penggunaan teknik pemulihan yang benar akan mempercepat pembuangan laktat otot ke peredaran darah.

1.2. Rumusan Masalah

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

1. Apakah pemulihan dengan masase teknik *friction* depan 5 menit lebih cepat membuang laktat dari otot dibanding *rest* 5 menit?
2. Apakah pemulihan dengan masase teknik *friction* belakang 5 menit lebih cepat membuang laktat dari otot dibanding *rest* 5 menit?
3. Apakah pemulihan dengan masase teknik *friction* depan 5 menit lebih cepat membuang laktat dari otot dibanding masase teknik *friction* belakang dan *rest* 5 menit?

1.3. Tujuan Penelitian

1.3.1. Tujuan Umum

Tujuan umum penelitian adalah:

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan bentuk pemulihan yang tepat pada otot lokal dalam kecepatan pembuangan laktat.

1.3.2. Tujuan Khusus

Tujuan khusus penelitian adalah:

1. Membuktikan bahwa pemulihan dengan masase teknik *friction* depan 5 menit lebih cepat membuang laktat dari otot dibanding *rest* 5 menit.
2. Membuktikan bahwa pemulihan dengan masase teknik *friction* belakang 5 menit lebih cepat membuang laktat dari otot dibanding *rest* 5 menit.

3. Membuktikan bahwa pemulihan dengan masase teknik *friction* depan 5 menit lebih cepat membuang laktat dari otot dibanding masase teknik *friction* belakang dan *rest* 5 menit.

1.4. Manfaat Penelitian

1. Manfaat akademis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dan memberikan sumbangan bagi pengembangan ilmu keolahragaan di Indonesia pada umumnya untuk para pembina olahraga, *personal trainer*, guru olahraga dan lebih khusus bagi orang dalam pelaksanaan program latihan, selain itu juga untuk menjawab kontroversi mengenai manfaat masase pada saat istirahat pendek menjelang pertandingan berikutnya atau setelah latihan.

2. Manfaat praktis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat sebagai acuan dalam memberikan bentuk pemulihan yang tepat untuk mempercepat pembuangan laktat, terutama dalam hubungannya dengan menyusun dan melaksanakan program latihan.

BAB 2

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Pengertian latihan

Bompa (1994: 3) latihan merupakan suatu kegiatan olahraga yang sistematis dalam waktu yang panjang, ditingkatkan secara bertahap dan perorangan, bertujuan membentuk manusia yang berfungsi fisiologis dan psikologisnya untuk memenuhi tuntutan tugas. Menurut pendapat Fox (1993: 693) bahwa latihan adalah suatu program latihan fisik untuk mengembangkan seorang atlet dalam menghadapi pertandingan penting. Peningkatan kemampuan ketrampilan dan kapasitas energi diperhatikan sama.

2.1.1 Dosis latihan

Penentuan dosis latihan adalah menetapkan tentang ukuran beban latihan yang harus dilakukan oleh atlet untuk jangka waktu tertentu (James Tangkudung, 2006). Ada dua bentuk dosis latihan yaitu dosis eksternal dan dosis internal. Dosis eksternal (*outer load*) adalah jumlah beban kerja yang dirancang bagi seorang atlet yang menyusun kerangka sesi dari suatu program latihan. Untuk menyusun program latihan yang benar, seorang pelatih perlu mengenal karakteristik dosis eksternal. Komponen dosis eksternal adalah volume, yaitu jumlah kerja yang ditampilkan selama satu sesi latihan atau suatu fase latihan. Volume latihan dapat berupa durasi, jarak tempuh dan jumlah pengulangan/ repetisi (Bompa, 1994).

Beban latihan fisik harus terukur (Bouchard, 1990). Beban latihan dapat dikatakan sebagai dosis latihan fisik. Yang dimaksud dosis latihan antara lain:

a) Intensitas latihan dapat diartikan sebagai kualitas beban (ringan, sedang, berat atau *low moderate, sub maximal, maximal, super maximal*), b) Frekuensi latihan merupakan jumlah kejadian/ ulangan, c) Durasi latihan diartikan sebagai lamanya latihan dilaksanakan. Durasi latihan juga akan mempengaruhi perubahan adaptasi tubuh, d) Jenis latihan atau bentuk latihan. Yang dimaksud jenis adalah karakteristik latihan dari intensitas, frekuensi dan durasi latihan (Fox, 1993).

2.1.2 Prinsip-prinsip dasar latihan.

Program latihan hendaknya menerapkan prinsip-prinsip dasar latihan guna mencapai kinerja fisik yang maksimal bagi seseorang. Prinsip-prinsip dasar latihan yang secara umum harus diperhatikan adalah sebagai berikut:

a. Prinsip beban berlebih (*the overload principles*).

Pendapat Fox (1993: 687) dikemukakan bahwa intensitas kerja harus bertambah secara bertahap melebihi ketentuan program latihan merupakan kapasitas kebugaran yang bertambah baik. Bompa (1994: 29) bahwa pemberian beban latihan yang melebihi kebiasaan kegiatan sehari-hari secara teratur. Hal itu bertujuan agar sistem fisiologis dapat menyesuaikan dengan tuntutan fungsi yang dibutuhkan untuk tingkat kemampuan tinggi.

b. Prinsip kekhususan (*the principles of specificity*).

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

c. Prinsip individual (*the principles of individuality*).

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

d. Prinsip beban latihan meningkat bertahap (*the principles of progressive increase load*).

Seseorang yang melakukan latihan, pemberian beban harus ditingkatkan secara bertahap, teratur dan ajeg hingga mencapai beban maksimum (Bompa, 1994: 44).

e. Prinsip Kembali Asal (*the principles of reversibility*).

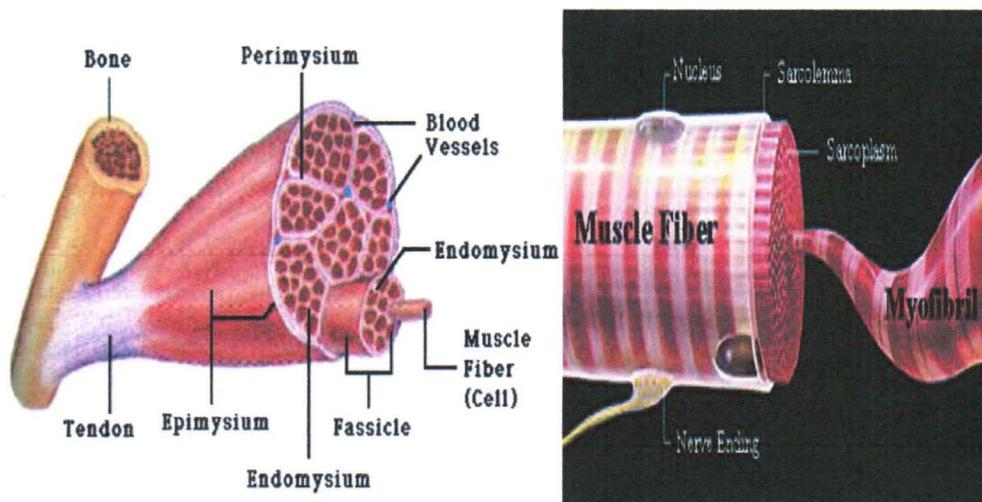
Djoko P.I (2000: 11) bahwa kebugaran yang telah dicapai seseorang akan berangsur-angsur menurun bahkan bisa hilang sama sekali, jika latihan tidak dikerjakan secara teratur dengan takaran yang tepat.

f. Prinsip mengenal sumber energi utama (*the principles of predominant energi system*).

Setiap jenis olahraga melibatkan sumber energi utama yang berbeda dengan jenis olahraga lain. Oleh karena itu, Bompa (1994) mengemukakan bahwa mengenal sistem energi dalam berbagai macam aktivitas olahraga dapat digunakan untuk memberikan penekanan terhadap variasi sistem energi yang diberikan pada suatu latihan.

2.2 Otot

Otot rangka (otot bergaris, otot lurik) adalah organ somatik yang fungsinya dipengaruhi oleh kemauan dimana inervasinya dilakukan oleh saraf motorik somatik tipe $A\alpha$. Fungsi utama otot rangka yaitu kontraksi dalam menggerakkan anggota tubuh. Fungsi lain adalah menghasilkan panas tubuh, memberi bentuk tubuh serta melindungi organ yang lebih dalam (Choesnan Effendi dan Kuncoro, P.S., 2006: 51).



Gambar 2.1. Otot rangka

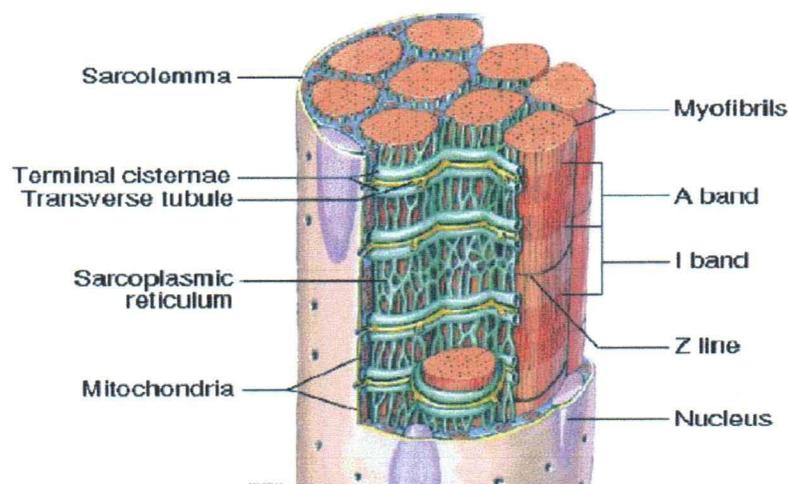
(<http://www.uoguelph.ca/zoology/devobio/210labs/sketchmuscle1.html>)

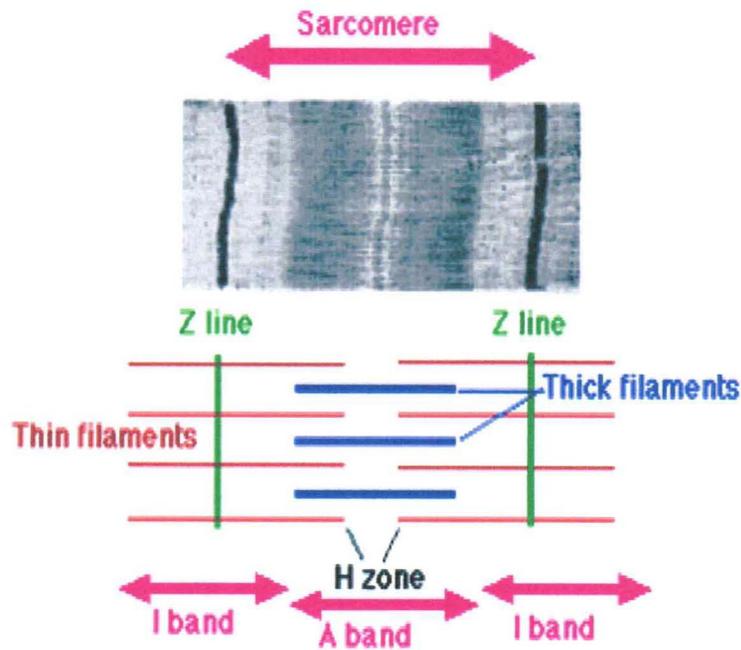
Tiap serabut otot diseputi oleh jaringan pengikat yang disebut endomysium. Beberapa serabut otot bergabung membentuk berkas otot atau fasikulus, yang diseliputi oleh jaringan pengikat perimysium. Beberapa berkas otot bergabung membentuk gumpal otot, yang diselaputi oleh jaringan pengikat epimysium. Dalam selaput otot terdapat serabut kolagen, serabut elastis dan fibroblas dan pembuluh darah (<http://www.bio-um.blogspot.com>).

2.2.1 Struktur kontraktil

Struktur kontraktil otot rangka pada serabut otot rangka yaitu miofibril terdiri dari 2 filamen: filamen tipis (*actin filament*) dan filamen tebal (*myosin filament*). Pada gambaran mikroskopis terlihat garis-garis gelap dan terang, yaitu I band, A band, H zone dan Z line. Antara dua Z lines disebut sarcomere. Gambaran gelap akibat adanya filamen tebal dan tipis, gambaran terang karena hanya ada filamen tipis (Choesnan Effendi dan Kuncoro, P.S.,2006: 53). Sarkolema terdiri atas membran plasma sel otot yang dilapisi oleh suatu lamina basal halus yang ekstraseluler, serta sedikit miofibril kolagen. Retikulum endoplasma yang agranuler sangat banyak dan merupakan suatu sistem tubuli dan sistem bermembran sambung-menyambung membentuk selubung di sekitar miofibril. Sarkoplasma memiliki banyak sarkosom yang besar dan penuh dengan Krista terdapat di bawah sarkolema (<http://www.bio-um.blogspot.com>).

Sarcoplasmic Reticulum





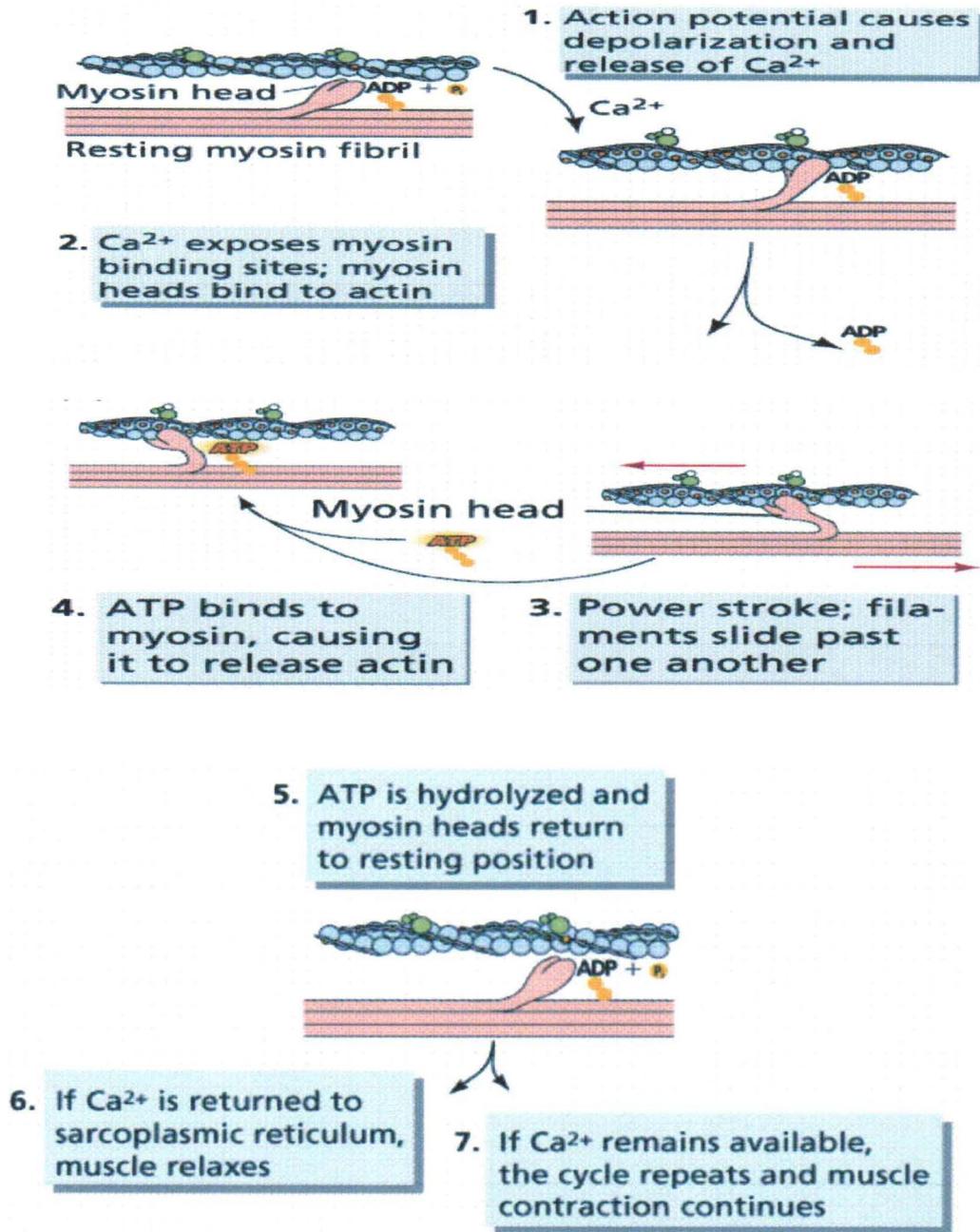
Gambar 2.2. Struktur kontraktif otot rangka
(<http://www.uoguelph.ca/zoology/devobio/210labs/sketchmuscle1.html>)

2.2.2 Kontraksi otot

Serabut-serabut otot rangka dirangsang oleh serabut-serabut saraf besar bermielin. Serabut-serabut saraf ini melekat pada serabut-serabut otot rangka dalam hubungan saraf otot (*neuromuscular junction*) yang terletak di pertengahan otot. Ketika potensial aksi sampai pada pertengahan *neuromuscular junction*, terjadi depolarisasi dari membran saraf menyebabkan dilepaskan *acetylcholin*, kemudian akan terikat pada *motor end plate membrane*, menyebabkan terjadinya pelepasan ion kalsium (Lita Feriyawati, 2005).

Otot dirangsang dan menimbulkan potensial aksi pada membran sel otot, maka ion Ca^{++} di luar sel akan masuk ke dalam sel otot disertai pelepasan ion Ca^{++} dalam jumlah yang besar dari sarkoplasma retikulum (gudang ion Ca^{++}) dalam sel sehingga kadar ion Ca^{++} disekitar elemen kontraktif otot meningkat. Ion

Ca^{++} tersebut akan terikat pada troponin C. Bila ion Ca^{++} terikat pada troponin C, maka terjadi perubahan bentuk jalinan dari troponin-tropomiosin. Perubahan jalinan tersebut membuka daerah aktif (*active site*) dari pita aktin, sehingga *cross bridge* melekat pada pita aktin, sehingga terjadi hubungan antara pita aktin dan miosin. Ketika *cross bridge* melekat pada pita aktin, ATP yang ada di *cross bridge* terhidrolisis menjadi ADP dan sejumlah energi dilepaskan. Energi tersebut digunakan untuk menggerakkan pita aktin saling mendekat satu sama lainnya diantara pita miosin, sehingga dengan demikian sarkomer memendek dan timbul tegangan otot. Ikatan antara *cross bridge* dengan pita aktin akan semakin kuat apabila ATP *cross bridge* berubah menjadi ADP (Ilhamjaya Patellongi, dkk, 2000: 80). Setelah itu, otot mengalami *recharging* (mengalami pengisian kembali). ADP di *cross bridge* dengan adanya energi kembali membentuk ATP, sehingga ikatan antara aktin dengan *cross bridge* menjadi lemah, selanjutnya dengan adanya ATP ion Ca^{++} diangkut secara aktif masuk ke retikulum sarkoplasma. Dengan demikian troponin C akan bebas dari ion Ca^{++} . Bebasnya troponin dari ion Ca^{++} menyebabkan jalinan troponin-tropomiosin menutup kembali daerah aktif dari pita aktin, sehingga *cross bridge* terlepas dari pita aktin. Selanjutnya, aktin saling menjauh satu sama lain menyebabkan sarkomer kembali pada panjang semula dan dengan demikian terjadilah relaksasi.



Gambar 2.3. Kontraksi otot

(Gambar mekanisme kontraksi otot. Brooks, G.A, Fahey, T.D. & White, T.P. (1996) dalam <http://www.wikipedia.com> 18 Desember 2006)

Menurut Choesnan Effendi (2007: 17) actin filamen tersusun dari kumpulan molekul actin yang membentuk pilinan (helix) ganda, kumpulan



molekul tropomyosin juga membentuk pilinan ganda dan troponin molekul. Dalam troponin terdapat 3 bagian yaitu T, I dan C. Sedangkan myosin filamen merupakan kumpulan molekul myosin tipe II. Myosin II adalah dobel trimer yang membentuk pilinan. Tiap molekul myosin II terdiri rod/ batang, hinge/ leher dan head/ kepala. Pada saat relaksasi posisi head myosin tidak terikat, tetapi ketika kontraksi head myosin terikat/ menempel pada bagian aktif dari filament actin (*binding site of actin*). Keadaan menempelnya head myosin pada actin disebut kontraksi (*sliding* antara actin dan myosin).

Pada saat melakukan aktivitas maksimal bersepeda, melibatkan berbagai otot pada ekstremitas bawah. Terdapat 3 kelompok besar otot penggerak utama pada saat aktivitas maksimal bersepeda yaitu: otot *quadriceps*, *hamstring*, dan *gastrocnemius*. Otot quadriceps femoris terdiri dari otot *vastus lateralis*, *vastus medialis*, *vastus intermedius*, dan *rectus femoris*. Keempat otot ini bersama-sama melekat pada patella melalui tendon quadriceps dan merupakan otot ekstensor yang kuat pada sendi lutut. Hamstring adalah salah satu tendon yang menyusun pada permukaan belakang lutut, yang terdiri dari *semitendineus*, *semimembranous* dan *biceps femoris caput longus*. Hamstring pada manusia terletak pada bagian belakang paha. Hamstring melintasi dan bekerja pada sendi lutut dan panggul. Sedangkan otot yang lain adalah otot gastrocnemius yang berfungsi sebagai planta fleksi tumit dan fleksi lutut, otot soleus yang berfungsi sebagai planta fleksi tumit, otot iliopsoas berfungsi sebagai fleksi panggul, dan otot sartorius yang berfungsi sebagai fleksor lutut dan panggul (Bartock, 2004: 308).

2.3 Sistem penyediaan energi.

Energi diperoleh dari degradasi metabolic terutama karbohidrat dan lemak baik melalui proses secara aerobik maupun anaerobik. Energi hasil degradasi metabolik ini tak dapat langsung digunakan untuk kontraksi otot, melainkan digunakan untuk membentuk senyawa kimia yaitu ATP (Adenosin Tri Phosphat) yang tertimbun dalam otot (Ganong, 2001). Sistem energi dalam tubuh manusia dapat digolongkan menjadi: (1) sistem ATP-PC (*phosphagen system*), (2) sistem asam laktat (*lactic acid system*), (3) sistem aerobik (*aerobic system*) (Soekarman, 1987).

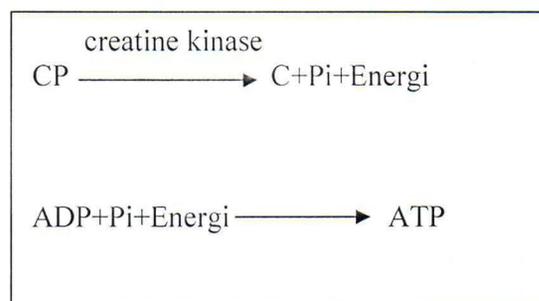
2.3.1 Sistem ATP-PC (*phosphagen system*).

Sistem energi anaerobik dibedakan menjadi dua, yaitu: 1) sistem energi anaerobik alaktik, dan 2) sistem energi anaerobik laktik. Sistem energi anaerobik alaktik disediakan oleh sistem ATP-PC, sedangkan sistem energi anaerobik laktik disediakan oleh sistem asam laktat (Bompa, 1994: 22-23). Selama dalam proses pemenuhan kebutuhan energi, kedua sistem ini tidak memerlukan oksigen.

Pada setiap awal kerja otot, kebutuhan energi dipenuhi oleh persediaan ATP yang terdapat dalam sel otot (Fox, dkk, 1988: 14). Artinya semua energi yang dibutuhkan untuk menjalankan fungsi tubuh berasal dari ATP, yang hanya mampu menopang kerja kira-kira 6 detik (Soekarman, 1991: 29). Jumlah ATP yang disimpan di dalam sel otot sangat sedikit, sehingga olahragawan akan kehilangan energi dengan sangat cepat apabila melakukan latihan fisik dengan beban cukup berat. Dengan demikian, sistem energi ATP hanya dapat optimal untuk kerja dalam jangka pendek. Kerja otot dapat berlangsung lebih lama apabila

sistem energi ATP dapat ditopang dengan sistem yang lain, yaitu *Phospho Creatin* (PC) yang tersimpan di dalam sel otot. Dengan menggunakan bantuan sumber energi *Phospho Creatin* (PC) dapat memperpanjang kerja otot hingga mencapai kira-kira 10 detik (Nossek, 1982: 71-72).

Phospho Creatin (PC) merupakan sumber energi yang paling cepat untuk membentuk ATP pada proses pemenuhan energi. PC (*Phospho Creatin*) yaitu senyawa kimia yang digunakan untuk memecah atau mensintesa ATP yang telah digunakan sehingga menghasilkan energi kembali. ATP dan PC sering disebut sebagai sistem fosfagen yang merupakan sumber energi yang dapat digunakan secara cepat karena tidak tergantung pada reaksi kimia yang panjang, tidak memerlukan oksigen, dan ATP-PC tertimbun dalam mekanisme kontraktile dalam otot (Soekarman, 1991: 12). Proses terjadinya pembentukan ATP adalah dengan pemecahan *creatin* dan *phosphate*. Proses tersebut akan menghasilkan energi yang dipakai untuk mensintesis ADP+P menjadi ATP, dan selanjutnya akan dirubah lagi menjadi ADP+P yang menyebabkan terjadinya pelepasan energi yang dibutuhkan untuk kontraksi otot. Perubahan CP ke C+P tidak menghasilkan tenaga yang dapat dipakai langsung untuk kontraksi otot, melainkan dipakai untuk mensintesis ADP+P menjadi ATP.

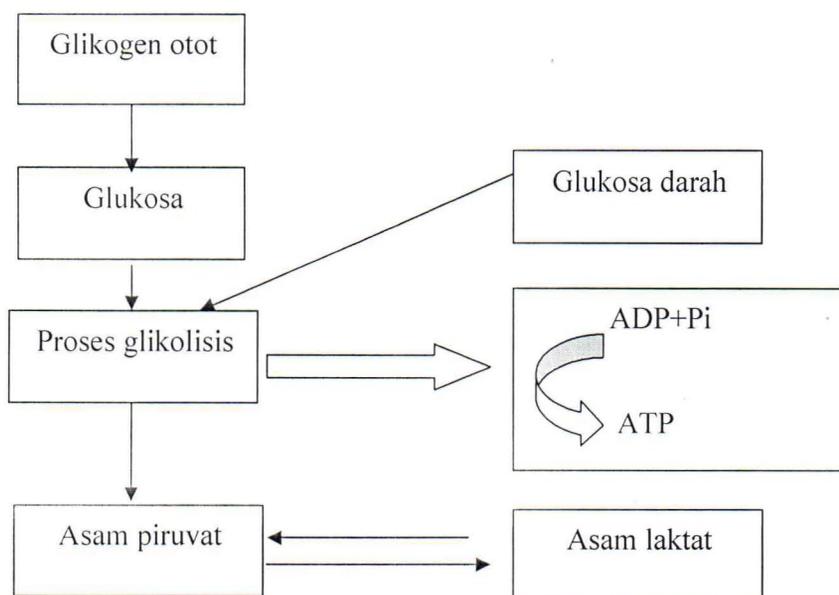


Gambar 2.4. Reaksi pembentukan ATP dari fosfocreatin (PC)

2.3.2 Sistem asam laktat (sistem glikolisis anaerobik).

Sistem glikolisis anaerobik dapat diartikan sebagai sistem yang dapat memecah glikogen yang tersimpan di dalam otot tanpa oksigen untuk mendapatkan energi yang akan digunakan untuk mensintesa ATP. Proses ini lebih kompleks dibandingkan dengan sistem fosfagen (Soekarman, 1987: 23-24). Glikolisis anaerobik memiliki ciri-ciri sebagai berikut: (1) Menyebabkan terbentuknya asam laktat yang dapat menyebabkan kelelahan, (2) Tidak membutuhkan oksigen, (3) Hanya menggunakan karbohidrat, (4) menghasilkan energi untuk mensintesa ATP (Fox, 1993: 21).

Sistem glikolisis anaerobik mampu memperpanjang kerja otot selama kira-kira 120 detik (McArdle, dkk, 1986: 348). Untuk olahraga yang memakan waktu 1 sampai 3 menit, energi yang digunakan terutama dari glikolisis anaerobik (Soekarman, 1987: 24). Selanjutnya asam laktat dapat diubah menjadi glukosa lagi di dalam hati.



Gambar 2.5. Glikolisis anaerobik

Apabila aktivitas fisik terus berlanjut sedangkan penyediaan energi dari sistem anaerobik alaktit sudah tidak mencukupi lagi, maka energi akan disediakan dengan cara mengurai glikogen dan glukosa melalui jalur glikolisis anaerobik (tanpa bantuan oksigen), glikolisis anaerobik menghasilkan energi (2-3 ATP), juga menghasilkan asam laktat. Asam laktat yang terbentuk dan tertumpuk menyebabkan sel menjadi asam yang akan mempengaruhi efisiensi kerja otot, nyeri otot dan kelelahan. Asam laktat dapat diolah menjadi energi kembali dalam bentuk glukosa melalui siklus Corry.

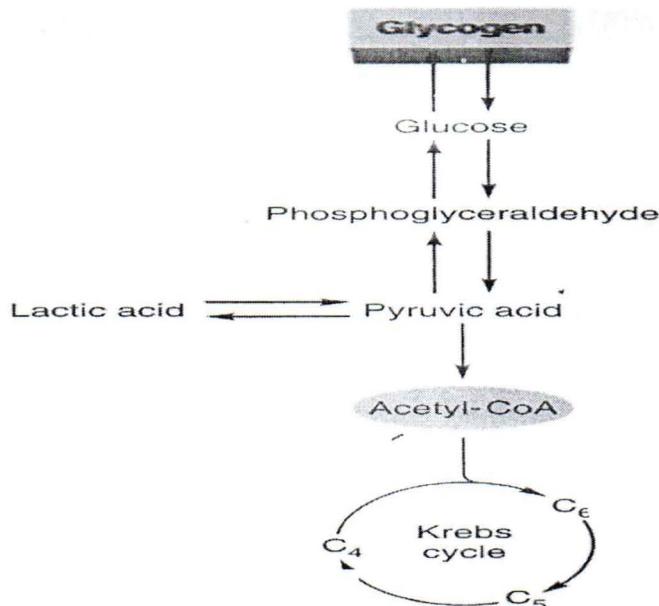
2.3.3 Sistem aerobik (*aerobic system*).

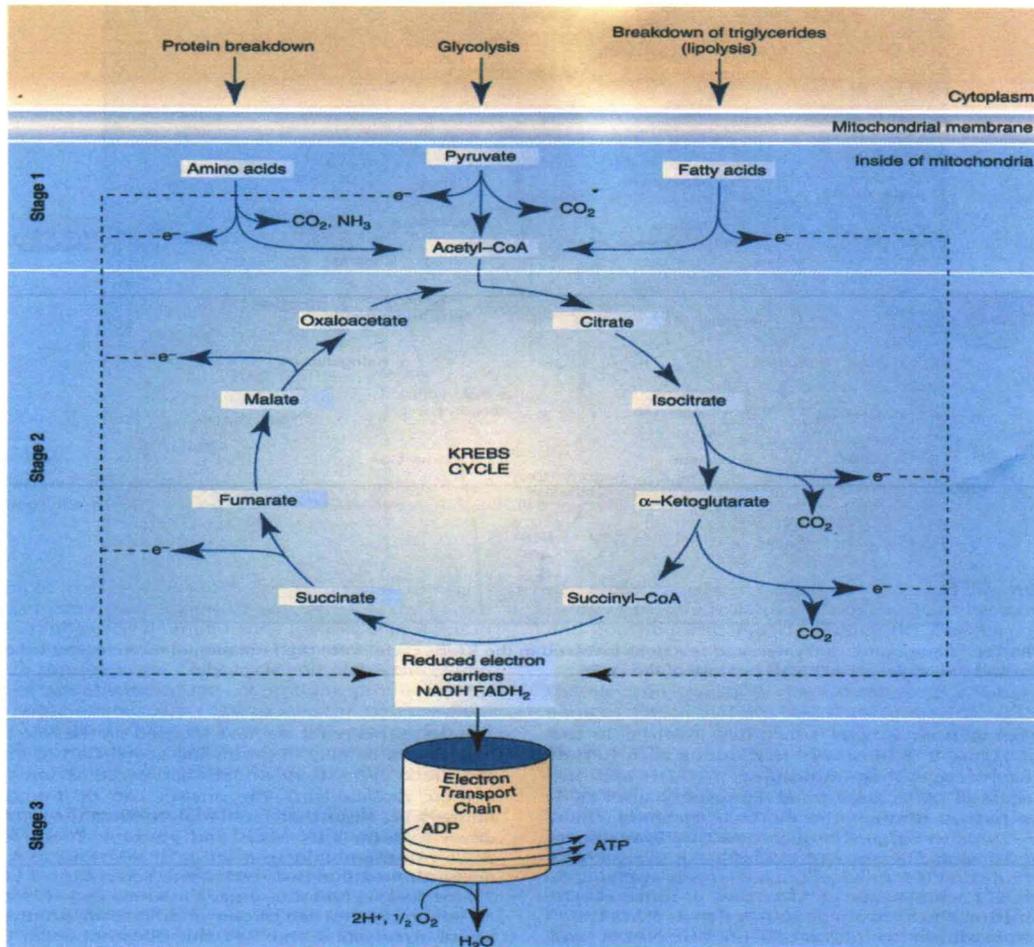
Sistem aerobik adalah suatu sistem penyediaan ATP dalam otot yang berasal dari metabolisme lemak. Sistem ini digunakan untuk olahraga ketahanan yang tidak memerlukan gerakan yang cepat. Oleh karena letaknya agak jauh dari mekanisme kontraktil sehingga pengaruhnya juga lebih lambat. Reaksi aerobik memerlukan oksigen untuk memproduksi energi dalam meresintesis ATP dan menghasilkan glikogen yang sudah dipecah didalam mitokondria. Proses ini dapat dibagi menjadi (1) glikolisis aerobik, (2) siklus krebs, dan (3) sistem transportasi elektron (Soekarman, 1991).

Pada tahap I (glikolisis aerobik), rangkaian reaksinya sama dengan pada proses glikolisis anaerobik, dimana glikogen atau glukosa mengalami serangkaian reaksi kimia menjadi asam piruvat. Pada glikolisis anaerobik asam piruvat tidak masuk ke dalam mitokondria, tetapi membentuk asam laktat didalam sitoplasma. Sedangkan bila oksigen cukup, sebagian besar asam piruvat akan masuk kedalam mitokondria melalui sistem enzim yang kompleks, dan mengalami serangkaian

reaksi kimia di siklus Krebs. Setelah asam piruvat difasilitasi masuk ke dalam matriks mitokondria, akan bereaksi dengan koenzim A membentuk asetil koenzim A (asetil-koA). Asetil-koA yang terbentuk, kemudian bereaksi dengan asam oksaloaset membentuk asam sitrat, untuk selanjutnya melakukan serangkaian reaksi dalam siklus asam sitrat (siklus Krebs). Setiap mol asetil yang turut serta dalam siklus ini akan menghasilkan ikatan dehidrogenasi dengan tiga buah reduksi NAD^+ (NADH_2) dan sebuah reduksi FAD (FADH_2). Terbentuk pula GTP yang mengandung sejumlah energi yang sepadan dengan ATP (Ilhamjaya Patellongi dkk, 2000: 13).

Dengan adanya oksigen, maka pemecahan glikogen secara penuh menjadi karbondioksida (CO_2) dan air (H_2O) yang akan menghasilkan ATP. Karbondioksida yang dihasilkan berdifusi secara bebas dari sel otot ke dalam paru-paru untuk dibuang melalui pernapasan. Sedangkan air yang dihasilkan bermanfaat dalam sel itu sendiri karena sebagian besar dari sel itu adalah air (Sukadiyanto, 2003: 41)..





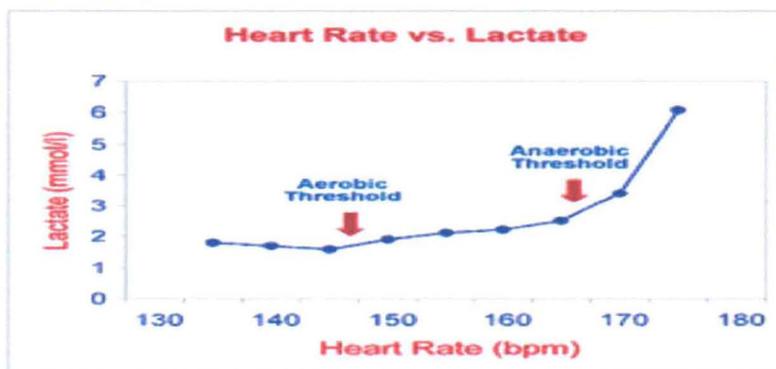
Gambar 2.6. Siklus Krebs
(Powers S K, 2007)

Untuk aktivitas dengan intensitas rendah (*low intensity*) yang dilakukan dalam waktu lama atau lebih dari 2 menit (*long duration*), energi disediakan melalui sistem energi aerobik, yakni pemecahan nutrisi bakar (karbohidrat, lemak dan protein) dengan bantuan oksigen. ATP yang dihasilkan oleh sistem ini 20 kali lebih banyak dari pada yang dihasilkan oleh sistem anaerobik, yakni sejumlah 38-39 ATP.

2.4 Latihan anaerobik

Getchell (1979: 32) menjelaskan bahwa pada suatu kerja dengan intensitas dan kecepatan tinggi dalam waktu yang pendek memerlukan energi segera, yang tidak dapat diperoleh secara cepat dari sumber aerobik. Keadaan ini ada proses lain yang disebut metabolisme anaerobik. Anaerobik berarti tanpa oksigen, sehingga energi anaerobik dikeluarkan jika masukan oksigen tidak cukup. Soekarman (1987) juga menjelaskan bahwa prinsip latihan anaerobik adalah memberikan beban latihan secara maksimum, dilaksanakan dalam waktu yang pendek dan diulang beberapa kali.

Ada sejumlah metode untuk menghitung denyut jantung latihan, pada umumnya menggunakan rentangan antara 60%-80% dari denyut jantung maksimal. Denyut jantung sasaran tergantung dari jenis latihan dan kesegaran jasmani individu. Latihan anaerobik diperlukan denyut jantung yang lebih tinggi, dilakukan latihan dalam periode yang pendek (Kent, 1994: 457). Sharkey (1984: 10) menuliskan dalam tabel tentang intensitas latihan, yaitu latihan fisik dengan intensitas giat menggunakan metabolisme anaerobik, denyut jantung mencapai di atas 160.

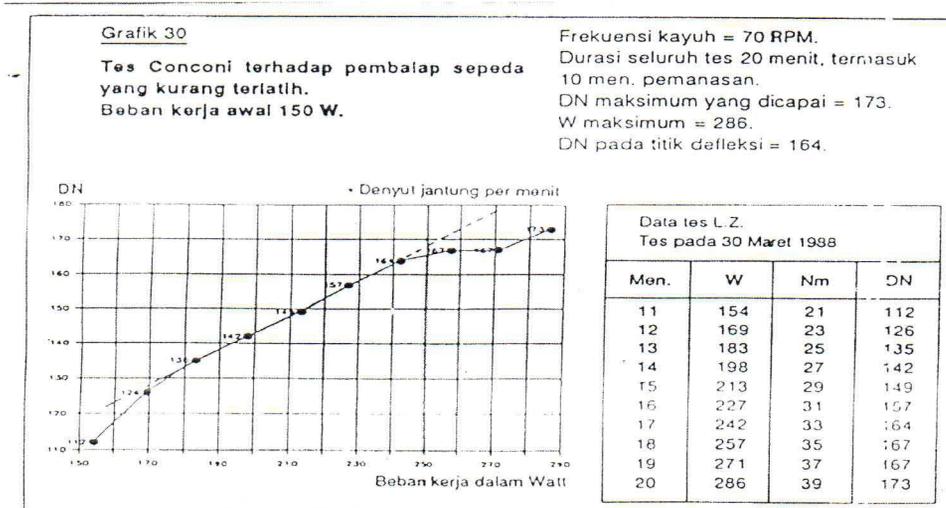


Gambar 2.7. Kadar asam laktat pada latihan aerobik dan anaerobik

(btc.montana.edu, 2007)

Apabila beban kerja ditingkatkan, maka akan terjadi pergeseran penggunaan sistem energi dari sistem aerobik bergeser ke sistem energi anaerobik. Jika beban kerja terus ditingkatkan, maka akan terjadi peningkatan kadar asam laktat darah. Sistem energi anaerobik akan mengakibatkan penumpukan asam laktat.

Pada tes conconi terhadap pembalap sepeda yang kurang terlatih terlihat denyut nadi titik defleksi 164 per menit dan denyut nadi maksimum yang dicapai adalah 173 per menit. Pelaksanaan tes yaitu: setelah pemanasan selama 10 menit, maka tes dimulai. Beban kerja ditingkatkan 10 sampai dengan 15 watt setiap menit. Beban kerja pada permulaan tes tergantung pada kondisi orang yang dites. Pembalap sepeda yang kurang terlatih start pada 150 watt dan atlet yang terlatih baik pada 200 watt. Frekuensi mengayuh sepeda dipertahankan pada tingkat konstan, misal: 70 RPM, dan frekuensi yang lebih tinggi sebesar 80 RPM. Tes ini diakhiri ketika orang yang dites tak dapat lagi meneruskan kerja (Janssen Peter GJM, 1993: 96).



96

Gambar 2.8. Tes Conconi pembalap sepeda yang kurang terlatih (Janssen Peter GJM, 1993).

Gleeson (1989: 377-393) mengatakan bahwa lari 5 menit di atas treadmill kebutuhan oksigen meningkat 5 kali. Semakin tinggi intensitas latihan kebutuhan oksigen akan semakin tinggi, sehingga terjadi penurunan ketersediaan oksigen di jaringan. Hal ini menyebabkan penurunan pH dan meningkatnya kandungan laktat.

2.5 Asam laktat

Asam laktat adalah sisa buangan (*waste by product*) sebagai hasil reaksi kimia dalam kontraksi otot (http://www.csmngt.com/lactic_acid.htm). Akumulasi laktat di dalam otot terjadi selama latihan yang pendek/singkat dan dengan intensitas tinggi (Myers J and Ashley E, 1997: 789). Kadar asam laktat orang sehat pada keadaan istirahat sekitar 1,1 mMol/l (Neiman, 1986), 1-1,88 mMol/l (Fox, 1993) dan 1-2 mMol/l (Janssen, 1993). Latihan secara umum dapat meningkatkan kadar asam laktat darah. Latihan pada tingkat tinggi dapat meningkatkan konsentrasi asam laktat darah. Konsentrasi asam laktat yang tinggi dapat menimbulkan dampak yang merugikan bagi tubuh. Kadar asam laktat darah yang melebihi 6 mMol/l dapat mengganggu mekanisme kerja sel otot sampai pada tingkat koordinasi gerakan (Janssen, 1993: 51). Toleransi terhadap ketinggian konsentrasi laktat pada otot dan darah selama melakukan latihan tidak diketahui secara pasti. Namun, toleransi kadar asam laktat pada manusia diperkirakan mencapai diatas 20 mMol/l darah, bahkan bisa mencapai diatas 30mMol/l pada latihan dinamis dengan intensitas tinggi (aminuddin, sunarko setyawan: 2003:149).

Setelah cadangan ATP-CP habis dan tidak tersedia oksigen yang cukup, pembentukan ATP masih dapat dilakukan dengan cara pemecahan glikogen, yang sering disebut glikolisis anaerobik. Proses ini lebih rumit bila dibanding dengan sistem fosfagen, sebab untuk proses ini diperlukan 12 macam reaksi secara berurutan sehingga pembentukannya berjalan lambat. Rangkaian reaksi ini ditemukan tahun 1930-an oleh Gustav Embden dan Otto Meyerhoff. Oleh karena itu glikolisis kadang-kadang disebut juga alur Embden-Meyerhof (Fox, 1993: 19). Produk akhir dari glikolisis anaerobik adalah asam laktat. Asam laktat akan menurunkan pH dalam otot maupun darah. Selanjutnya, penurunan pH ini akan menghambat kerja enzim-enzim glikolitik dan mengganggu reaksi kimia di dalam sel otot. Keadaan ini akan mengakibatkan kontraksi otot bertambah lemah dan akhirnya otot mengalami kelelahan (Fox, 1993: 126).

Menurut Steven (1983: 56) efek yang merugikan dari peningkatan laktat akan ditanggulangi dengan dua cara:

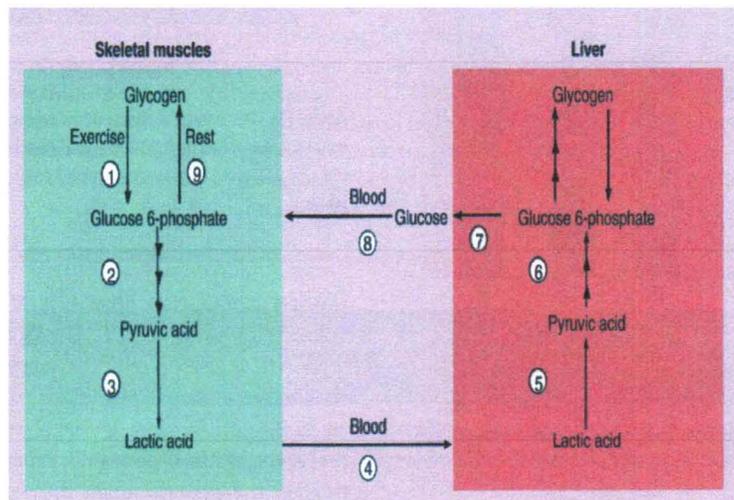
1. Sistem buffer di dalam sel terutama protein di dalam sel untuk mempertahankan pH darah.
2. Kadar laktat apabila cukup tinggi, maka laktat akan berdifusi keluar dari sel masuk ke darah, selama aliran darah ke otot yang aktif mencukupi sehingga penumpukan laktat dalam sitosol dapat dicegah.

Laktat yang masuk ke dalam darah selanjutnya akan digunakan:

1. Untuk di oksidasi dalam sel-sel otot aerobik dalam tubuh yaitu: sel otot yang kurang aktif seperti misalnya otot lengan selama bersepeda, serta otot yang mengandung banyak mitokondria dan pembuluh darah kapiler (otot yang banyak mengandung serat "*slow twitch*"). Laktat tersebut akan

dirubah menjadi asam piruvat yang kemudian masuk ke siklus Krebs untuk dioksidasi secara aerobik.

- Untuk diresintesis menjadi glukosa melalui proses enzimatik yang disebut glukoneogenesis terutama dalam sel hati.



Gambar 2.9. Siklus Cori
(Powers S K, 2007)

Asam laktat yang terakumulasi dalam darah dan otot setelah suatu kerja yang melelahkan akan disingkirkan melalui cara: (1) dirubah menjadi glikogen hati, (2) menjadi glukosa darah, (3) menjadi protein dan (4) dioksidasi melalui sistem aerobik membentuk ATP, CO₂ dan H₂O. (Ilhamjaya Patellongi, dkk, 2000: 70).

Menurut Soekarman (1987: 37-38) kelelahan otot dapat terjadi khususnya pada waktu berolahraga disebabkan berbagai hal, antara lain:

a. Kelelahan pada *neuromuscular junction*

Kelelahan semacam ini biasa terjadi di otot cepat (*fast twitch fibers*). Yang menyebabkan tidak dapat diteruskannya impuls ialah karena penghantar kimia (*chemical transmitter*) menjadi berkurang.

b. Kelelahan dari mekanisme kontraksi

- Berkurangnya cadangan ATP dan PC. ATP merupakan sumber energi yang langsung untuk kontraksi otot, dan PC langsung digunakan untuk menggantinya. Pada latihan berat terlihat kemunduran kadar ATP dan PC, namun sesudah 2 menit kadar itu meningkat kembali. Sesudah kelelahan terjadi, masih tetap 76% ATP dan PC didapatkan dalam otot.
- Penumpukan asam laktat di dalam otot sebagai hasil glikolisis anaerobik. Asam laktat di dalam otot berdisosiasi menjadi ion H^+ dan ion laktat. Peningkatan ion H^+ menyebabkan penurunan pH di dalam cairan ekstra dan intraseluler. Penurunan pH tersebut akan menghambat pengikatan oksigen oleh Hb di paru, menghambat kerja enzim fosfofruktokinase dan enzim myofibril ATP-ase yang berperan penting dalam sintesis ATP. Perubahan ini menyebabkan otot terganggu sehingga menyebabkan kelelahan.
- Berkurangnya cadangan glikogen. Pada olahraga untuk waktu yang lama persediaan glikogen dalam otot menjadi berkurang atau habis. Hal ini akan menyebabkan rasa lelah dan koordinasi otot-otot menjadi tidak baik.

c. Kelelahan karena susunan saraf pusat.

Hal ini disebabkan oleh gangguan-gangguan lokal yang dikirimkan ke saraf pusat melewati saraf perasa (sensorik) dan otak mengirimkan impuls penghambat ke sistem motor sehingga kerja otot menjadi berkurang.

Menurut Purba (2006: 149) selain faktor di atas, timbulnya kelelahan dapat juga disebabkan oleh akumulasi zat metabolit pada otot yang berkontraksi terus menerus. Zat metabolit tersebut, disebut "P" faktor, berupa kinin atau ion K^+ . Kemungkinan lain, dapat terjadi akibat akumulasi ion Ca^+ di dalam

mitokondria otot. Akumulasi ion Ca^+ tersebut menghambat proses fosforilasi yang mengakibatkan terganggunya proses pembentukan energi. Penyebab lainnya, yaitu terjadinya peningkatan suhu inti oleh karena meningkatnya metabolisme tubuh, suhu panas lingkungan dan kelembaban udara. Peningkatan suhu inti tubuh di batas normal dapat menyebabkan gangguan fosforilasi pada waktu metabolisme pembentukan energi di dalam otot, keadaan ini menjadi penyebab terjadinya kelelahan.

Parameter akumulasi asam laktat sebagai indikator kelelahan diperkuat oleh pendapat Westerblad, yang menjelaskan dalam penelitiannya bahwa kelelahan otot disebabkan oleh asidosis intraseluler akibat akumulasi asam laktat. Peningkatan kadar asam laktat dalam plasma atau otot selama aktivitas berat disebabkan oleh kebutuhan energi yang sangat tinggi, berupa peningkatan kebutuhan energi sekitar 100 kali lipat dibandingkan dengan kondisi istirahat. Dalam kondisi aktivitas yang sangat berat kebutuhan energi diperoleh dari metabolisme anaerob. Dalam keadaan anaerob terjadi metabolisme glukosa yang tidak sempurna dengan hasil akhir berupa 2 ATP ditambah produk sisa berupa asam laktat (Taruna Ikrar, 2006).

2.6 Oksigen dan peredaran darah

Energi atau tenaga yang di dapat tanpa memerlukan oksigen disebut anaerobik. Penguraian secara kimiawi akan menghasilkan asam laktat yang akan menyebabkan tubuh terasa lelah. Proses lanjutan agar asam laktat tidak berlebihan di dalam tubuh, peran oksigen sangat diperlukan. Perjalanan oksigen dari paru-paru ke tubuh secara singkat yaitu: melalui pernapasan udara yang mengandung

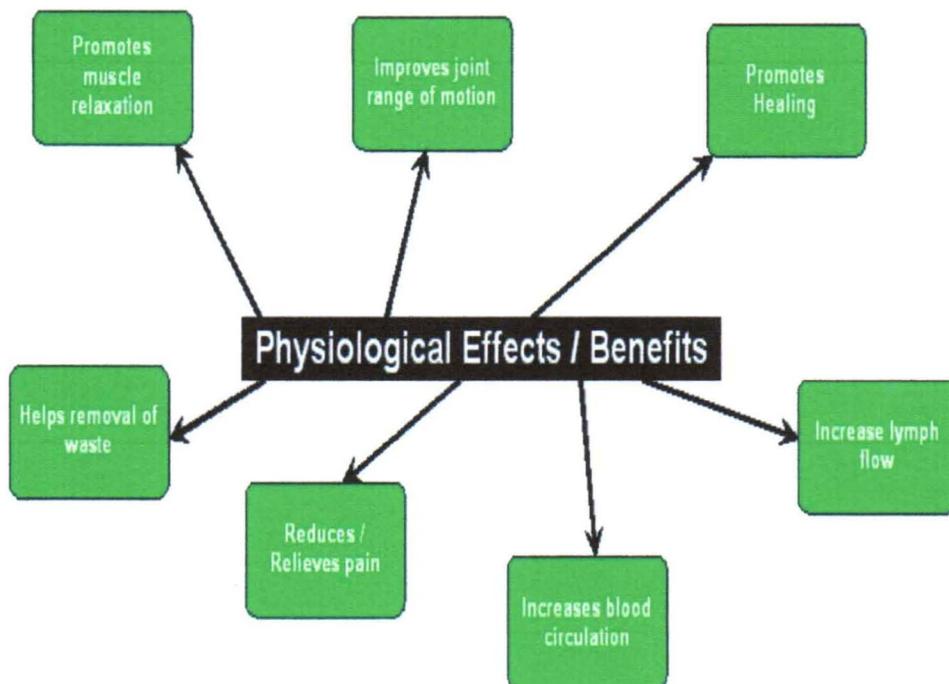
oksigen masuk ke dalam paru-paru, di bagian paru-paru yang disebut alveolus, oksigen tersebut diserap atau diikat oleh butir-butir darah merah yang disebut dengan hemoglobin. Selanjutnya melalui jaringan pembuluh darah, oksigen yang sudah diikat oleh hemoglobin dibawa merata keseluruh tubuh. Pentingnya oksigen bagi manusia, sehingga pasokan oksigen terhenti selama beberapa menit, sel-sel dalam tubuh yang rentan akan rusak dan mati yang akan mengakibatkan gangguan-gangguan pada tubuh manusia. Terganggunya sirkulasi darah akan menyebabkan lambatnya penghilangan asam laktat yang menjadi penyebab adanya rasa lelah (Suharto, 1999: 141-142).

2.7 Fisiologi masase

Masase adalah aktivasi mekanisme pompa vena dan pompa limfe (getah bening) secara artifisial untuk mempercepat pemulihan melalui percepatan sirkulasi dalam kondisi istirahat total (berbaring dengan relax). Pada saat otot berkontraksi pembuluh-pembuluh vena dan limfe di dalam dan di sekitar otot terjepit, sehingga darah dan limfe terperas keluar dari pembuluh; kemudian pada saat relaksasi, pembuluh-pembuluh itu terisi kembali oleh darah dan limfe yang tadi telah terperas ke luar. Dengan aktifnya sistem pompa otot, terjadilah percepatan sirkulasi darah di dalam otot yang aktif. Percepatan sirkulasi ini membantu mempercepat pemulihan (di dalam aktivitas olahraga) oleh terjadinya percepatan pasokan semua zat kebutuhan jaringan serta percepatan pembuangan sampah (asam laktat). Pada olahraga terlihat jelas, selain terjadi aktivasi sistem sirkulasi yang bersifat sistemik (aktivasi dari Ergosistem II), terjadi juga aktivasi

sistem sirkulasi yang bersifat lokal pada setiap otot yang aktif (Santosa Giriwijoyo dan Muchtamadji M A, 2006: 273).

Masase mempunyai efek lokal pada otot dan jaringan lunak, mengurangi radang, melunakkan jaringan, mengurangi asam laktat di dalam otot, merangsang *oxygenation* jaringan, memisahkan adhesi, mempengaruhi relaksasi serabut otot dan merangsang penyembuhan jaringan atau kerusakan otot. Efek lainnya meliputi peningkatan sistem kebal (*immune system*), pengurangan tekanan darah, penenang dan relaksasi sistem saraf pusat, merangsang *parasympathetic*, menghambat sensasi saraf mengenai rasa sakit, merangsang sirkulasi darah dan getah bening, menurunkan denyut jantung, meningkatkan temperatur kulit, pelepasan *endorphin*, perubahan hormon seperti *cortisol*, merangsang pelepasan *substance P*, merangsang pelepasan *somatostatin*, dan membuang toksin darah (<http://www.intelihealth.com>).



Gambar 2.10. Pengaruh Fisiologi Masase.
(<http://www.elitesportsmasase.co.uk/index.htm>).

Beberapa studi menunjukkan bukti pengaruh dari masase, antara lain: 1) kemampuan dalam merelaksasi otot skelet, 2) meningkatkan sirkulasi darah dan limfe, 3) dan menurunkan kegelisahan, 4) pengaruh immunologi dari masase, terutama pada kesehatan individual (Diane Z, Steven E K, Samuel C S, Steven J S, Jacqueline A B, 2000: 83). Menurut Basoeki (1991: 38) masase memberi pengaruh mekanis, yaitu masase pada tubuh menimbulkan panas yang dibutuhkan untuk pelaksanaan gerak dan tekanan pada pembuluh darah dapat memperlancar peredaran darah, selain itu juga menimbulkan pembesaran permeabilitas atau melebarnya dinding sel.

Pemulihan merupakan kondisi yang sangat berperan bagi atlet dalam mencapai prestasi tinggi. Kemampuan dalam pemulihan mutlak diperlukan untuk menghadapi serangkaian pertandingan atau perlombaan yang padat dilaksanakan dan kontinuitas yang tinggi, sehingga dengan kemampuan pemulihan yang baik, atlet dapat lebih siap fisik dan psikis menghadapi beban kerja berikutnya (Fatkur Rohman K, 2003: 4).

Menurut Mantuankota (2003: 2) ditinjau dari tujuannya, masase dibagi menjadi 3 bagian yaitu: 1) Tindakan preparatif, yaitu untuk mempersiapkan olahragawan memiliki kondisi tubuh yang baik, sehingga dapat menanggulangi setiap ketegangan yang timbul dalam pertandingan/perlombaan, 2) Tindakan preventif, yaitu kelanjutan dari preparatif dan penyaluran darah yang baik dalam tubuh, sehingga koordinasi dari semua alat gerak dapat berfungsi dengan baik, 3) Tindakan kuratif, yaitu perbaikan kembali ke keadaan normal, setelah mengalami ketegangan-ketegangan. Hal ini masase yang diberikan hanya terbatas pada jaringan tubuh yang sehat, yaitu untuk memperbaiki kondisi fisik olahragawan

sesudah melakukan aktivitas jasmani, dan mempercepat hilangnya zat-zat kelelahan dalam tubuh.

Masase dapat dibedakan menjadi beberapa macam yaitu: 1) *sport massage* adalah masase yang khusus digunakan atau diberikan kepada orang sehat badannya, terutama olahragawan karena pelaksanaannya memerlukan terbukanya hampir seluruh bagian tubuh, 2) *segment massage* adalah *masase* yang ditujukan untuk membantu penyembuhan terhadap gangguan atau kelainan-kelainan fisik yang disebabkan karena penyakit tertentu (contoh: *oriental massage, tsubo massage, accupuncture massage*), 3) *cosmetic massage* adalah masase yang khusus ditujukan untuk memelihara serta meningkatkan kecantikan muka maupun keindahan tubuh beserta bagian-bagiannya, 4) Masase yang lain: *erotic massage, sensuale massage, shiatsu, reflexy massage* (Bambang P, 2001: 3).

Sport massage dapat menghilangkan kelelahan otot atau memulihkan kondisi fisik. Manipulasi yang digunakan dalam *sport massage* yaitu:

1. *Effleurage* (menggosok)

Caranya adalah dengan menggunakan seluruh permukaan telapak tangan dan jari-jari untuk menggosok daerah-daerah tubuh yang lebar dan tebal. Tujuannya adalah untuk memperlancar peredaran darah dan cairan getah bening (*limphe*).

2. *Petrissage* (memijat).

Caranya adalah dengan memeras atau memijat otot-otot serta jaringan penunjangnya, dengan gerakan menekan otot ke bawah dan kemudian memerasnya. Untuk otot-otot besar, masase menggunakan seluruh telapak tangan dan jari-jari, sedangkan otot-otot kecil menggunakan permukaan jari-

jari. Tujuannya adalah untuk memperbaiki pertukaran zat di dalam otot dan memperbaiki hyperamia.

3. *Friction* (menggerus).

Manipulasi *friction* caranya adalah melakukan gerusan dengan ujung-ujung jari-jari atau pangkal telapak tangan dengan gerak-gerak seperti spiral. Tujuan dari manipulasi *friction* yaitu untuk membantu mendorong timbunan dari sisa-sisa pembakaran (asam laktat) yang terdapat pada otot, melancarkan aliran darah lokal, merangsang syaraf perifer dan meningkatkan kemampuan gerak di jaringan-jaringan (kontraksilitas). Manipulasi *friction* merupakan salah satu cara dari *sport massage* dan menurut beberapa pendapat lebih cepat menghilangkan kelelahan dibandingkan dengan manipulasi lainnya. Maka manipulasi ini merupakan manipulasi pokok dalam *sport massage*.

4. *Shaking* (menggoncang).

Shaking dapat dilakukan dengan seluruh permukaan telapak tangan dan jari-jari, dua tangan bersama-sama atau satu tangan saja dengan cara digoncang ke kanan dan ke kiri atau ke atas dan ke bawah. Tujuannya adalah memperlancar peredaran darah, terutama dalam penyebaran sari-sari makanan ke dalam jaringan.

5. *Tapotement* (memukul).

Manipulasi tapotement merupakan gerakan memukul dengan beberapa variasi yaitu *hacking*, *clapping*, *beating*, *punding*. Tujuannya adalah merangsang saraf tepi, melancarkan peredaran darah dan merangsang organ tubuh bagian dalam.

6. *Walken* (menggosok maju mundur)

Manipulasi *walken* digunakan pada daerah pinggang dan punggung. Tujuannya adalah untuk membantu kerja pembuluh darah balik (vena) dan memanaskan badan.

7. *Vibration* (menggetar).

Caranya menggunakan ujung-ujung jari atau seluruh telapak tangan. Tujuannya adalah untuk merangsang saraf secara halus dan lembut agar mengurangi/melemahkan rangsang yang berlebihan pada saraf yang dapat menimbulkan ketegangan. Cara ini sulit dilakukan, maka biasanya menggunakan alat bantu dari listrik (*vibrator elektrik*).

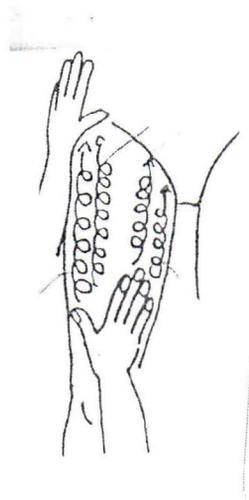
8. *Stroking* (mengurut).

Stroking mirip *effleurage* tetapi arahnya tidak menentu dan dilakukan dengan ujung-ujung jari terutama tiga jari tengah atau hanya ibu jari. Tujuan manipulasi *stroking* adalah memberi efek menenangkan, mengurangi rasa sakit, dan menghilangkan kekejangan.

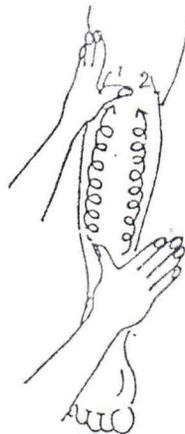
(Bambang P, Matuankotta).

Menurut Giam C.K dkk (1993: 175-178) manipulasi *friction* dilakukan dengan mempergunakan ujung-ujung jari atau juga dapat dilakukan dengan jempol agar dapat lebih dalam. Gerakan *friction* yaitu lingkaran-lingkaran kecil/spiral. Tekanan harus disesuaikan dengan daerah-daerah tubuh dan harus hati-hati. Penekanan harus diakhiri dengan suatu gerakan melingkar kecil, sehingga iramanya tidak akan terhenti secara tiba-tiba. Pada seorang yang bugar, kembalinya cairan tambahan atau limfe ke sirkulasi melalui saluran-saluran limfe cukup efisien, tetapi dapat mengalami gangguan setelah latihan atau aktivitas yang

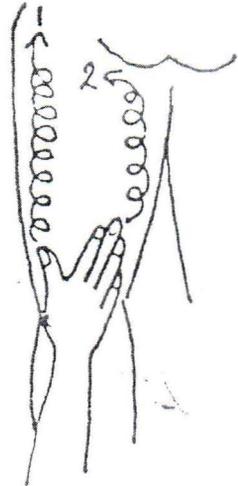
lebih berat daripada biasanya. Dalam keadaan demikian, otot-otot dapat membengkak, tegang dan kaku sehingga masase apabila dilakukan dengan benar akan membantu mengalirkannya kembali ke pembuluh limfe, mengurangi kekakuan dan mempercepat pemulihan. Asam laktat yang menumpuk dalam jaringan tubuh dan menyebabkan kekakuan otot dapat dialirkan melalui masase.



Gambar 2.11. Masase teknik *friction* pada paha depan



Gambar 2.12. Masase teknik *friction* pada tungkai bawah bagian belakang



Gambar 2.13. Masase teknik *friction* pada paha bagian belakang

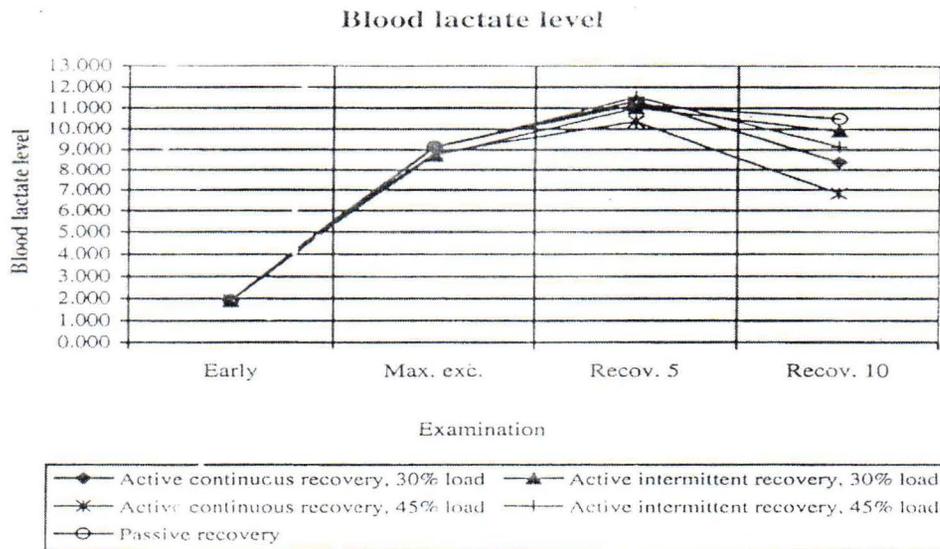
Menurut Fatkur Rohman K (2003: 1-2) mengatakan bahwa faktor- faktor yang dipertimbangkan dalam pemberian masase, antara lain: 1) Cabang olahraga; pertimbangan cabang olahraga berkaitan dengan karakteristiknya dalam penggunaan otot-otot yang terlibat secara dominan untuk melaksanakan gerakan. Pada cabang olahraga tenis, tenis meja dan bulutangkis, masase diberikan lebih banyak pada otot-otot bagian lengan dan bahu, berbeda jika dikenakan pada atlet cabang olahraga lari, lompat atau sepakbola, 2) Kondisi tubuh atlet; pertimbangan kondisi tubuh khususnya otot, tidak selalu dalam keadaan yang sama atau selalu baik. Kadang ototnya terasa halus dan elastis saat dipegang, tetapi sering pula menjadi kaku dan sakit ketika dipegang. Keberagaman kondisi itu memerlukan pemberian masase yang beragam pula, 3) Kontra indikasi terhadap masase; atlet yang menderita suatu gangguan atau penyakit dapat merupakan kontra indikasi terhadap masase, perlu diketahui lebih dahulu sebelum masase diberikan. Oleh karena itu, catatan kesehatan atlet sangat penting bagi seorang maseur dalam melaksanakan tugasnya, 4) Waktu; pada keadaan waktu yang relatif sedikit,

masase diberikan hanya pada bagian tubuh yang paling aktif saja. Mengenai durasi masase tidak terdapat batasan yang pasti. Sebagai patokan umum, untuk *general* masase dilakukan tidak lebih dari tiga perempat jam, sedangkan untuk masase lokal diberikan tidak lebih dari seperempat jam, 5) Cuaca; pemberian masase harus disesuaikan dengan keadaan cuaca. Pada daerah beriklim dingin, pemberian masase dilakukan secara lebih intensif dibandingkan pada daerah tropis, karena keadaan cuaca secara langsung mempengaruhi kondisi fisik atlet.

Laktat adalah bahan yang dilepaskan oleh otot pada kerja yang berat/lama, akumulasi dari kelelahan otot pembuangannya ke dalam aliran darah. Masase adalah cara yang bagus untuk mempercepat aliran darah, juga untuk membantu pembuangan laktat (Hemmings B, 2000: 109). Menurut Tanaka H dkk (2002) bahwa masase telah digunakan secara luas di dalam penanganan kondisi atlet. Pengurangan kelelahan dan peningkatan fungsi otot adalah harapan yang utama bermanfaat. Di dalam penelitian ini, durasi masase hanya lima menit, dengan pertimbangan bahwa lima menit dengan masase manual cukup untuk menimbulkan suatu reaksi fisiologis di dalam lokal sekitar jaringan berdasar pada hasil studi di Jepang sebelumnya. Studi itu menunjukkan suatu peningkatan aliran darah intramuscular (*intramuscular blood flow*) setelah lima menit rangsangan masase menggunakan suatu alat masase mekanik komersil. Sedangkan Penelitian yang dilakukan Nancy A. Martin, Robert F. Zoeller, Robert J. Robertson, Scott M. Lephart (1998: 30-35) menunjukkan bahwa setelah *supramaximal leg exercise*: 15 menit antara *sport massage* (*effleurage, petrissage, tapotement, compression*) dan istirahat terdapat pengaruh yang signifikan, sedangkan 20 menit dengan *active*

recovery pada 40% VO_2 Max berpengaruh signifikan penurunan kadar laktat dibandingkan dengan *sport massage* dan kondisi istirahat.

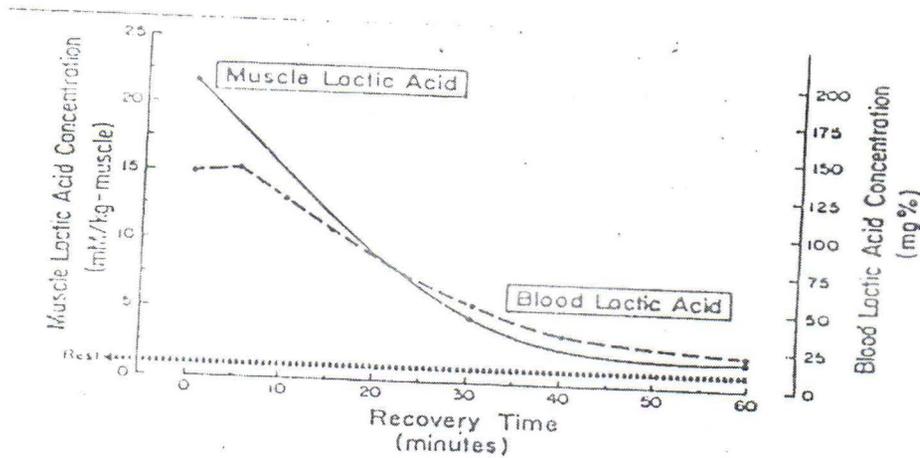
Latihan dan istirahat, keduanya merupakan hal yang khas dan merupakan komponen yang diperlukan dalam latihan. Seseorang yang berolahraga untuk tujuan kesehatan dan ingin memperoleh kesuksesan yang tinggi, maka harus menganggap keduanya sama penting. Secara optimal proses latihan yang berkelanjutan harus disusun sehingga jam latihannya berada selama fase kompensasi yang berlebih dari latihan sebelumnya. Karena jarang sekali terjadi suatu pemulihan yang penuh diantara jam latihan (Bompa, T.O., 1994). Pemulihan laktat dari aktivitas fisik maksimal sangat ditentukan oleh aktivitas berikutnya (Juel, 1997: 2). Hal ini akan mempengaruhi mekanisme keluarnya laktat dari otot ke darah, meningkatnya aliran darah, ambilan laktat oleh hati, jantung dan otot rangka (Weltman, 1981). Kecepatan pengeluaran laktat akan mempengaruhi proses metabolisme berikutnya, sehingga laktat dapat segera dimetabolisme kembali membentuk energi melalui siklus Krebs (Bangsbo, 1994). Pemulihan laktat yang penting adalah meningkatkan aliran darah, meningkatkan cardiac output, meningkatkan transport laktat sehingga cepat membentuk energi kembali (Falk, 1995: 1).



Gambar 2.14. Kadar laktat darah pada lima macam *recovery*
(Sugiharto dkk. 2002)

Penelitian Sugiharto (2002: 83) terlihat puncak kadar laktat tertinggi untuk masing-masing *recovery* adalah pada 5 menit *recovery*. Hal ini menunjukkan bahwa pada menit-menit awal asam laktat banyak yang terbuang dari otot menuju darah. Dalam latihan masa sekarang, pelatih harus selalu berusaha untuk menemukan metode yang dapat memberikan kemampuan seseorang mencapai prestasinya. Salah satu cara yang paling efektif untuk mencapai tujuan tersebut adalah melalui penggunaan teknik pemulihan. Pemulihan harus benar-benar dimengerti sehingga akan menjadi faktor yang menentukan dalam latihan dan pertandingan.

Kecepatan hilangnya asam laktat tergantung pada lancarnya peredaran darah. Dengan peredaran darah yang lancar, asam laktat lebih cepat dihilangkan. Setelah latihan yang melelahkan, pemulihan dengan istirahat pasif selama 25 menit dapat hilangnya asam laktat 50%, dan setelah pemulihan selama 60 menit asam laktat hilangnya 95% dari penumpukan asam laktat (Fox, 1988: 50).



Gambar 2.15. Kecepatan hilangnya asam laktat
(Fox, 1988: 50)

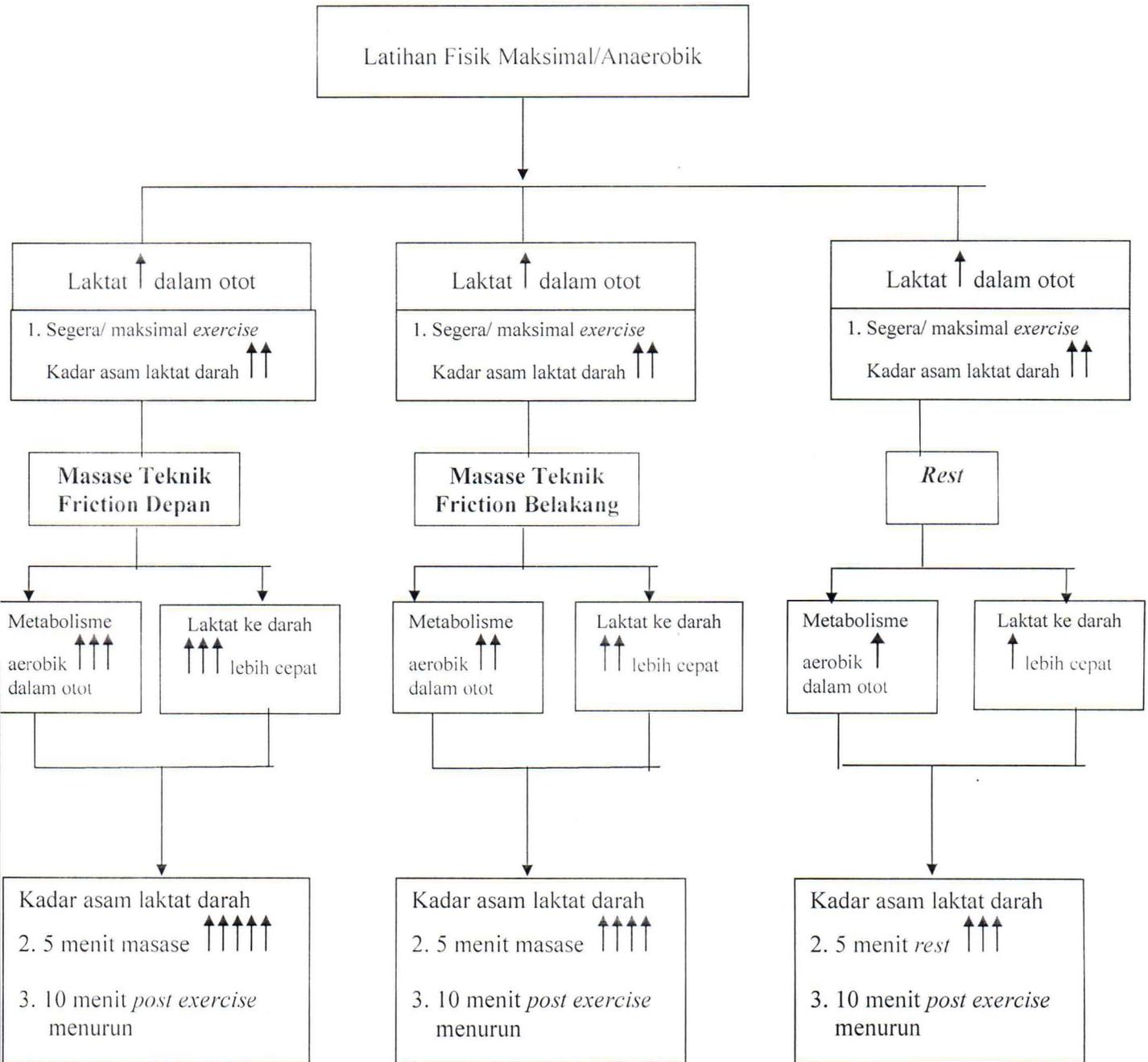
Masase sering digunakan oleh olahragawan yang mengikuti kompetisi yang berlangsung lama, dengan waktu antara untuk istirahat yang pendek (misalnya pelompat galah, pemain anggar, sepakbola, pesenam). Dalam keadaan demikian masase dapat diberikan pada waktu antara untuk membantu pemulihan sehingga menyegarkan atlet dan mencapai puncak prestasi (Giam C.K dkk, 1993: 175). Menurut Gupta dkk (1996:106-110) bahwa setelah latihan, salah satu faktor yang mempengaruhi kelelahan adalah penumpukan asam laktat yang berlebihan di dalam otot. Masase mempunyai arti penting yaitu mempercepat pemulihan setelah latihan, dimana masase mempunyai tiga efek yaitu: 1) meningkatkan sirkulasi lokal, 2) Meningkatkan *cellular permeability* (dengan demikian memudahkan asam laktat keluar dari sel otot), dan 3) mempunyai efek menenangkan pada saraf tepi dan pusat. Penelitian Gupta dkk menggunakan masase dengan teknik (*kneading* dan *stroking*) dibanding pasif *recovery* hasilnya tidak berbeda signifikan. Masase dengan waktu 10 menit adalah panjangnya periode istirahat

yang umum dalam suatu situasi *game*. Jika ada waktu tersedia lebih, suatu periode *masase* yang lebih panjang meliputi seluruh tubuh mungkin memberikan hasil lebih baik.

BAB 3

KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS PENELITIAN

3.1 Bagan Kerangka Konseptual



3.2. Kerangka Konseptual

Pencapaian prestasi olahraga dapat dilakukan dengan latihan, baik yang bersifat latihan aerobik maupun anaerobik. Aktivitas fisik yang dilakukan dengan menggunakan energi utama anaerobik akan merangsang produksi laktat, sehingga laktat akan meningkat di dalam otot. Peningkatan laktat menyebabkan penurunan pH. Penurunan pH akan menyebabkan pembentukan ATP dan proses kontraksi otot mengalami gangguan, sehingga menyebabkan kelelahan yang akhirnya akan menghambat pencapaian prestasi. Oleh karena itu, diperlukan optimalisasi pemulihan setelah latihan fisik. Optimalisasi pemulihan dilakukan dengan pemulihan masase teknik *friction*.

Pada penelitian ini terdiri dari tiga kelompok: kelompok 1 dengan masase teknik *friction* depan (otot paha depan, betis), kelompok 2 dengan masase teknik *friction* belakang (otot paha belakang, betis), dan kelompok 3 dengan *rest*. Waktu pemberian masase dan *rest* selama 5 menit. Pembuangan laktat dari otot ke darah terbanyak berturut-turut pada kelompok 1, 2, kemudian 3. Hal ini disebabkan karena masase diberikan pada otot-otot yang paling aktif dengan penumpukan asam laktat terbanyak (kelompok 1).

Pemulihan laktat berhubungan erat dengan kecepatan metabolisme aerobik otot, kebutuhan ATP, dan kelancaran aliran darah yang membawa laktat dari otot aktif yang memproduksi laktat dibawa ke dalam otot yang kurang aktif untuk dimetabolisme menjadi piruvat guna membentuk energi kembali melalui proses oksidasi dan proses pembentukan glikogen kembali (*glukoneogenesis*).

Di duga bahwa pemulihan dengan masase teknik *friction* pada otot yang aktif akan lebih cepat membuang laktat dari otot ke darah dibanding pada otot

yang kurang aktif. Peningkatan metabolisme aerobik di dalam otot dan kelancaran aliran darah yang membawa laktat akan memberikan kontribusi dalam pemulihan.

3.3 Hipotesis Penelitian

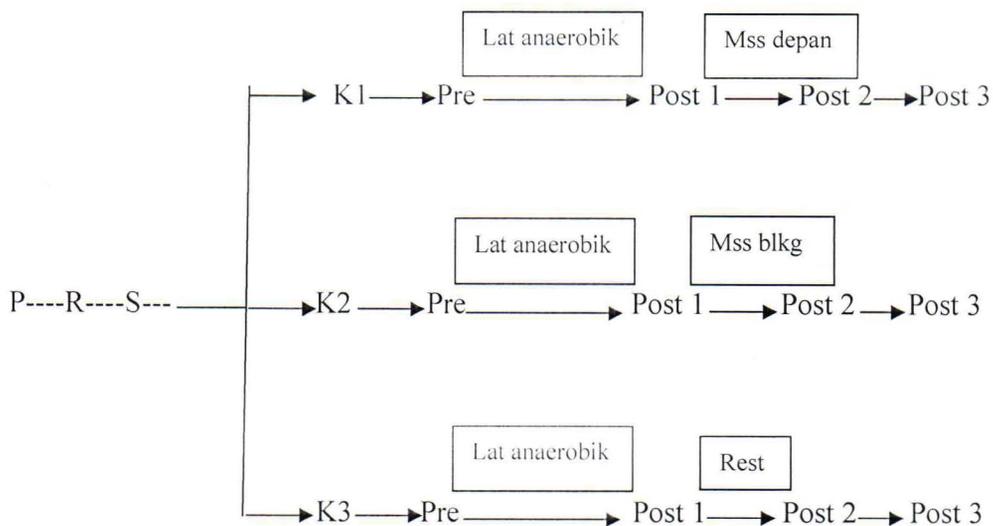
1. Pemulihan masase teknik *friction* depan 5 menit lebih cepat membuang laktat dari otot dibanding *rest* 5 menit.
2. Pemulihan masase teknik *friction* belakang 5 menit lebih cepat membuang laktat dari otot dibanding *rest* 5 menit.
3. Pemulihan masase teknik *friction* depan 5 menit lebih cepat membuang laktat dari otot dibanding masase teknik *friction* belakang 5 menit dan *rest* 5 menit.

BAB 4

METODA PENELITIAN

4.1 Rancangan Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian experimental dengan menggunakan rancangan penelitian *randomized pretest-posttest control group design* (Zainudin, 2000: 52).



Keterangan:

P : Populasi

R : Randomisasi

S : Sampel

K1 : Kelompok pemulihan dengan masase teknik *friction* depan

K2 : Kelompok pemulihan dengan masase teknik *friction* belakang

K3 : Kelompok pemulihan dengan *rest*

Pre : Pretest laktat darah

Post 1 : Kadar laktat darah segera setelah *maximal exercise*

Post 2 : Kadar laktat darah 5 menit *post maximal exercise*.

Post 3 : Kadar laktat darah 10 menit *post maximal exercise*.

Hasil diambil dari perlakuan sesaat (respon akut)

4.2 Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah mahasiswa FIK UNY angkatan tahun 2007. Sampel diambil dari populasi yang memiliki kriteria umum dan kriteria khusus. Kriteria umum: jenis kelamin laki-laki, umur 21-23 tahun, tinggi badan 165-170 cm, berat badan 55-60 kg, bukan atlet, sehat dan bersedia mengikuti penelitian. Untuk kriteria khusus: denyut jantung awal 60-80 denyut/ menit, kadar laktat darah awal 1-2 mMol/l, dan mampu melakukan aktivitas fisik maksimal dengan test beban bertingkat pada sepeda ergometer.

Besar sampel:

Untuk mengetahui besarnya sampel dalam penelitian ini menggunakan rumus sebagai berikut:

$$n = (Z\alpha + Z\beta)^2 \sum D^2 / \delta^2$$

Dengan $\sum D^2 / \delta^2 = 1$, maka

$$n = (Z\alpha + Z\beta)^2$$

$$n = (1,65 + 0,842)^2$$

$n = 6,21$ dibulatkan menjadi 7 (Steel & Torrie, 1981).

Keterangan :

n = Besarnya sampel

$Z\alpha$ = deviasi standar normal α 0,05 = 1,65 (satu arah)

$Z\beta$ = deviasi standar normal β 0,2 = 0,842 (satu arah)

ΣD = Simpangan baku

δ = beda mean kelompok kontrol dan perlakuan

Penelitian ini menggunakan sampel sebanyak 7 orang untuk masing-masing kelompok, sehingga secara keseluruhan menggunakan sampel sebanyak 21 orang yang diperoleh secara random dengan sistem undian.

4.3 Klasifikasi Variabel dan Definisi Operasional

4.3.1 Klasifikasi variabel

Variabel bebas : 1. Masase teknik *friction* depan
2. Masase teknik *friction* belakang
3. *Rest*

Variabel tergantung : Kecepatan pembuangan laktat

Variabel kendali : 1. Jenis kelamin
2. Umur orang coba
3. Waktu pemulihan

Variabel moderator : 1. Tinggi Badan
2. Berat Badan

4.3.2 Definisi operasional variabel

1. Atlet adalah olahragawan yang khusus melakukan latihan untuk mengembangkan ketangkasan, kekuatan, kecepatan untuk memperoleh prestasi yang tinggi dalam bidang olahraga.
2. Latihan submaksimal adalah aktivitas fisik orang coba yang telah mencapai intensitas submaksimal (antara 80 – 90 % dari DJM).

3. Kapasitas kerja maksimal adalah kapasitas tubuh dalam melakukan kerja, yang ditentukan dengan orang coba melakukan kerja di atas sepeda ergometer dengan mengayuh pedal dengan kecepatan 50 RPM (50 repetisi per menit), dengan beban awal 1 kp (kp adalah kilo pound), dimana $RPM \times KP$ adalah watt. ($50 \text{ Rpm} \times Kp = 50 \text{ watt}$) sebagai lanjutan pemanasan selama 5 menit atau telah mencapai denyut jantung 110/menit, kemudian pada menit-menit berikutnya beban dinaikan 10 watt per menit, hingga orang coba tidak dapat lagi melanjutkan kerja tersebut, atau tidak dapat memutar pedal lagi secara konstan dan sempurna pada kecepatan 50 RPM. Kapasitas kerja maksimal dinyatakan dengan banyaknya watt yang dicapai pada akhir tes.
4. Masase adalah upaya pemulihan (*recovery*) yang bersifat artifisial atau bantuan, yang bertujuan untuk mempercepat diperolehnya kembali kondisi homeostasis yang normal, yaitu kondisi fisiologis yang terbaik bagi sel-sel tubuh.
5. Pemulihan setelah aktivitas fisik maksimal adalah pemulihan yang dilakukan setelah aktivitas fisik maksimal secara *rest*, masase teknik *friction* depan, belakang selama 5 menit untuk membuang laktat dari otot ke darah.
6. Pemulihan masase teknik *friction* depan adalah pemulihan yang dilakukan setelah menghentikan aktivitas fisik maksimal dilanjutkan dengan masase teknik *friction* pada otot *vastus* (2,5 menit) kemudian *gastrocnemius* (2,5 menit) dengan posisi terlentang. Waktu keseluruhan masase adalah 5 menit.
7. Pemulihan masase teknik *friction* belakang adalah pemulihan yang dilakukan setelah menghentikan aktivitas fisik maksimal dilanjutkan dengan masase teknik *friction* pada otot *hamstring* (2,5 menit) kemudian *gastrocnemius* (2,5 menit) dengan posisi telungkup. Waktu keseluruhan masase adalah 5 menit



8. Pemulihan *rest* adalah pemulihan yang dilakukan setelah menghentikan aktivitas fisik maksimal tidak dilanjutkan dengan aktivitas fisik ringan (istirahat sepenuhnya) dengan cara orang coba berbaring selama 5 menit.
9. Peningkatan laktat darah adalah besar peningkatan kadar laktat darah selama 5 menit pemulihan, baik pada masase teknik *friction* depan, belakang maupun *rest* yang diukur pada 5 menit pertama.
10. Kecepatan pembuangan laktat adalah kecepatan kadar laktat darah selama 5 menit pemulihan, baik pada masase teknik *friction* depan, belakang maupun *rest* yang dihitung dengan cara: hasil pengukuran laktat setelah setelah dimasase 5 menit dikurangi hasil pengukuran laktat setelah pemulihan 10 menit. Hasil pengurangan yang didapat, kemudian dibagi 5.
11. Kadar laktat darah adalah besar kadar laktat darah kapiler yang diambil dari ujung jari, yang diperiksa sebelum melakukan aktivitas, segera setelah aktivitas maksimal, setelah dimasase 5 menit, dan setelah pemulihan 10 menit (5 menit kedua).

4.4 Alat/ Instrumen Penelitian

1. Sepeda ergometer Technogym
2. Lactat Pro untuk menentukan laktat darah
3. Softclick dan jarum
4. Alkohol, kapas, dan tissue
5. Pengukur denyut nadi
6. Stadiometer
7. Timbangan berat badan

4.5 Lokasi dan Waktu Penelitian

4.5.1 Lokasi penelitian

Penelitian dilaksanakan di Lab Kondisi Fisik FIK, UNY (Jln. Colombo No 1. Yogyakarta).

4.5.2 Waktu penelitian

Penelitian dilaksanakan tanggal 6 Mei s/d 17 Mei 2008.

4.6 Prosedur Pengambilan atau Pengumpulan data

1. Sampel diberikan penjelasan tujuan penelitian, manfaat penelitian bagi perkembangan ilmu dan bagi sampel.
2. Menawarkan kesediaan menjadi sampel secara suka rela, dengan dibuktikan dengan pengisian surat pernyataan kesediaan yang diketahui oleh pejabat FIK.
3. Dari populasi dilakukan pemilihan sampel untuk memperoleh sampel dengan kriteria yang telah ditetapkan.
4. Besar sampel yang terpilih dibagi menjadi 3 kelompok yaitu kelompok kontrol dan 2 kelompok perlakuan. Pembagian kelompok dilakukan secara random.
5. Orang coba sebelum melakukan aktivitas fisik dengan cara mengayuh sepeda ergometer, terlebih dahulu diberikan penjelasan tentang cara pelaksanaannya diantaranya beban dan kecepatan yang digunakan.
6. Melakukan pengukuran denyut jantung dan pengambilan sampel darah sebelum orang coba melakukan aktivitas fisik maksimal, untuk pemeriksaan kadar laktat darah *pre test*.
7. Melakukan *stretching* terlebih dahulu pada otot tungkai.

8. Orang coba naik sepeda ergometer dengan mengatur posisi sedel dan kayuhan sesantai mungkin (sampai orang coba merasa pada posisi yang paling enak), dilanjutkan dengan pemanasan.
9. Orang coba melakukan aktivitas fisik maksimal. Pada saat mencapai kapasitas kerja maksimal, dilakukan pengambilan sampel darah guna pemeriksaan kadar laktat darah.
10. Melakukan pemulihan dengan masase teknik *friction* depan, belakang, dan *rest* selama 5 menit.
11. Pengambilan sampel darah untuk pemeriksaan kadar laktat darah pada waktu pemulihan. Pemeriksaan laktat darah dilakukan 2 kali, yaitu pada 5 menit pertama (*post test 2*) dan 5 menit kedua (*post test 3*).

Prosedur pemeriksaan dengan Lactat Pro:

1. Calibration strip dimasukkan dalam alat Lactat Pro (pada bagian *strip inlet*).
2. Setelah masuk, dalam *display*/ layar terlihat F-7.
3. Apabila muncul F-7 berarti alat dalam keadaan normal/ baik.
4. Langkah selanjutnya, calibration strip diambil menggunakan kapas/ tissue yang bersih.
5. Test strip dimasukkan pada *strip inlet*.
6. Jarum dimasukan pada *softclick*.
7. Ujung jari yang mau diambil darahnya dibersihkan dengan alkohol.
8. Setelah bersih, kemudian laboran mengambil darah kapiler dengan cara menekan *softclick*.

9. Satu tetes darah keluar dari kapiler/ ujung jari lalu didekatkan pada Test Strip (ujung bulatan).
10. Darah yang keluar jangan diteteskan lewat atas, tetapi ditempelkan pada Test Strip (ujung bulatan).
11. Kadar laktat akan muncul dilayar.

4.7 Analisa Data

Penelitian ini menggunakan analisa data secara statistik deskriptif, uji-normalitas, uji-homogenitas, dan anova dengan taraf signifikansi 5%. Uji statistik di atas menggunakan program SPSS secara komputerisasi.

BAB 5

HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

5.1 Data Penelitian

Bagian ini memuat data yang relevan dengan tujuan dan hipotesisnya. Penyajian data hasil penelitian dapat berupa tabel, grafik, gambar atau bagan yang disusun sesuai tahapan pelaksanaan penelitian. Data penelitian ini didapat dari tiga kelompok yaitu kelompok (perlakuan) ada 2, yaitu masase teknik *friction* depan dan masase teknik *friction* belakang, dan 1 kelompok (kontrol) yang tidak diberikan perlakuan. Ketiga kelompok ini sebelumnya dilakukan pencatatan umur, pengukuran berat badan, tinggi badan, dan denyut nadi awal dapat dilihat pada tabel 5.1, 5.2, 5.3 (halaman 81, lampiran 5).

Tabel 5.1. Kelompok 1: Masase Teknik *Friction* Depan (Umur, Tinggi Badan, Berat Badan, dan Denyut Nadi Awal).

No	Umur (tahun)	TB (cm)	BB (kg)	DN Awal (denyut per menit)
1.	21	170	58	74
2.	22	165	55	74
3.	21	170	60	69
4.	21	168	58	65
5.	21	170	60	65
6.	21	165	57	69
7.	21	168	57	69

Tabel 5.2. Kelompok 2: Masase Teknik *Friction* Belakang (Umur, Tinggi Badan, Berat Badan, dan Denyut Nadi Awal).

No	Umur (tahun)	TB (cm)	BB (kg)	DN Awal (denyut per menit)
1.	21 th	170 cm	60	69
2.	21 th	170 cm	58	69
3.	21 th	170 cm	59	65
4.	22 th	165 cm	56	74
5.	21 th	168 cm	57	69
6.	21 th	165 cm	56	74
7.	21 th	168 cm	57	68

Tabel 5.3. Kelompok 3: Kontrol (Umur, Tinggi Badan, Berat Badan, dan Denyut Nadi Awal).

No	Umur	TB	BB	DN Awal
1.	21 th	167 cm	57	69
2.	21 th	168 cm	57	74
3.	21 th	170 cm	59	69
4.	21 th	168 cm	58	74
5.	21 th	168 cm	57	69
6.	21 th	167 cm	56	74
7.	21 th	168 cm	56	69

Hasil penelitian diperoleh data kadar laktat darah awal, laktat segera setelah aktivitas maksimal, laktat setelah di masase 5 menit, dan laktat setelah pemulihan 10 menit. Data kadar laktat awal diukur sebelum orang coba melakukan aktivitas, kadar laktat segera setelah aktivitas maksimal diukur pada

waktu orang coba mencapai kapasitas kerja maksimal, dan kadar laktat darah pemulihan diukur pada waktu orang coba telah selesai di masase 5 menit, dan 10 menit setelah latihan maksimal dapat dilihat pada tabel 5.4, 5.5, 5.6 (halaman 81, lampiran 5).

Tabel 5.4. Kelompok 1: Masase Teknik *Friction* Depan (Kadar Laktat Darah).

No	Pre (mMol/l)	Post 1 (mMol/l)	Post 2 (mMol/l)	Post 3 (mMol/l)
1.	2	9,7	11	6,4
2.	1,6	9,3	10,7	6,2
3.	1,8	10	11,7	7
4.	1,7	9,4	10,6	6,2
5.	1,9	9,6	10,9	6,2
6.	2	9,7	11,5	6,7
7.	1,9	9,5	11	6,5

Tabel 5.5. Kelompok: Masase Teknik *Friction* Belakang (Kadar Laktat Darah).

No	Pre (mMol/l)	Post 1 (mMol/l)	Post 2 (mMol/l)	Post 3 (mMol/l)
1.	1,9	9,6	10,6	6,7
2.	1,9	10	11,4	7,2
3.	2	10	11,2	7,1
4.	1,8	9,5	10,6	6,8
5.	1,8	9,6	10,6	6,9
6.	1,7	9,3	10,3	6,6
7.	1,8	9,3	10,3	6,6

Tabel 5.6. Kelompok: Kontrol (Kadar Laktat Darah).

No	Pre (mMol/l)	Post 1 (mMol/l)	Post 2 (mMol/l)	Post 3 (mMol/l)
1.	1,7	9,7	10,5	7,1
2.	1,9	9,7	10,5	7,2
3.	2	9,6	10,4	7,2
4.	1,9	9,5	10,4	6,9
5.	2	9,7	10,5	7
6.	1,7	10	10,9	7,5
7.	1,8	9,4	10,2	6,9

Selanjutnya data hasil penelitian diolah dengan statistik deskriptif, uji normalitas, uji homogenitas, dan anova menggunakan program SPSS secara komputerisasi.

5.2. Data Deskriptif dan Analisis Karakteristik Orang Coba

Data deskriptif orang coba pada kelompok 1, 2 dan 3 dapat dilihat pada tabel 5.7. (halaman 82, lampiran 5).

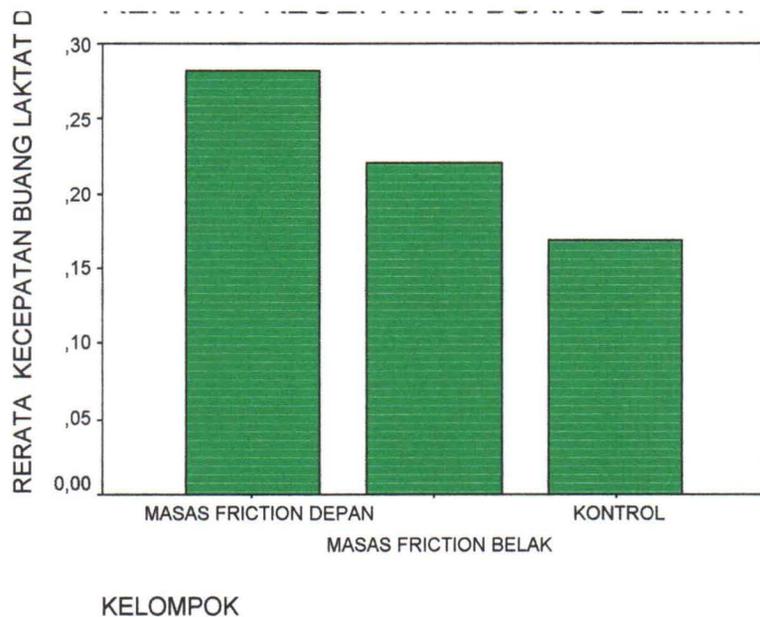
Tabel 5.7. Data deskriptif karakteristik orang coba pada tiga kelompok.

KELOMPOK		UMUR	TINGGI BADAN	BERAT BADAN	DENYUT NADI
MASAS FRICTION DEPAN	Mean	21,14	167,57	57,86	69,29
	Std. Deviation	,38	2,51	1,77	3,68
	N	7	7	7	7
MASAS FRICTION BELAKANG	Mean	21,14	168,00	57,57	69,71
	Std. Deviation	,38	2,24	1,51	3,25
	N	7	7	7	7
KONTROL	Mean	21,14	168,00	57,14	71,14
	Std. Deviation	,38	1,00	1,07	2,67
	N	7	7	7	7

Data deskriptif hasil pengukuran kadar laktat darah awal, laktat segera setelah aktivitas maksimal, laktat setelah di masase 5 menit, dan laktat setelah pemulihan 10 menit (5 menit kedua) dapat dilihat pada tabel 5.8. (halaman 82 dan 100, lampiran 5).

Tabel 5.8. Hasil statistik deskriptif (n=7) kadar laktat pada pengukuran tiga kelompok.

Kelompok		LAKT AWAL	LAKT POS LATH	LAKT POS MASAS 5 Ment	LAKT POS ISTRHAT 10 Ment	KECEPTN PEMBUANG LAKTAT Otot	KECEPTN PEMBUANG LAKTAT Darah
		(mMol/l)	(mMol/l)	(mMol/l)	(mMol/l)	(mMol/l/men)	(mMol/l/men)
MASAS FRICION DEPAN	Mean	1,843	9,600	11,029	6,457	,2857	,9143
	S. D	,151	,231	,355	,305	0,0395	0,0276
	N	7	7	7	7		7
MASAS FRICION BELAKANG	Mean	1,843	9,614	10,714	6,843	,2200	,7743
	S. D	0,0975	,291	,426	,237	0,0305	0,0411
	N	7	7	7	7		7
KONTROL	Mean	1,857	9,657	10,486	7,114	,1657	,6743
	S. D	,127	,190	,212	,212	0,0975	0,0225
	N	7	7	7	7		7



Gambar 5.1. Rerata kecepatan pembuangan laktat otot pada kelompok 1, 2 dan 3.

5.3. Hasil Uji Normalitas Distribusi dan Homogenitas Data Pada Variabel Umur, Tinggi Badan, Berat Badan, Denyut Nadi, dan Kadar Laktat.

Uji normalitas distribusi terhadap variabel umur, tinggi badan, berat badan, dan denyut nadi pada kelompok 1 (masase teknik *friction* depan) memberikan hasil bahwa: (1) umur berdistribusi normal ($p=0,057$), (2) tinggi badan berdistribusi normal ($p=0,660$), (3) berat badan berdistribusi normal ($p=0,974$), (4) denyut nadi berdistribusi normal ($p=0,794$).

Uji normalitas distribusi terhadap variabel umur, tinggi badan, berat badan, dan denyut nadi pada kelompok 2 (masase teknik *friction* belakang) memberikan hasil bahwa: (1) umur berdistribusi normal ($p=0,057$), (2) tinggi badan berdistribusi normal ($p=0,803$), (3) berat badan berdistribusi normal ($p=0,891$), (4) denyut nadi berdistribusi normal ($p=0,549$).

Uji normalitas distribusi terhadap variabel umur, tinggi badan, berat badan, dan denyut nadi pada kelompok 3 (kontrol) memberikan hasil bahwa: (1) umur berdistribusi normal ($p=0,057$), (2) tinggi badan berdistribusi normal ($p=0,334$), (3) berat badan berdistribusi normal ($p=0,699$), (4) denyut nadi berdistribusi normal ($p=0,324$).

Uji normalitas distribusi terhadap variabel umur, tinggi badan, berat badan, dan denyut nadi pada ketiga kelompok dapat dilihat pada tabel 5.9, (halaman 83-84, lampiran 5).

Tabel 5.9. Hasil Uji Normalitas Distribusi ($n=7$) variabel umur, tinggi badan, berat badan, denyut nadi pada ketiga kelompok.

Kelompok	Umur (tahun)	TB (cm)	BB (kg)	DN Awal (denyut per menit)
Masase Teknik <i>Friction</i> Depan	0,057	0,660	0,974	0,794
Masase Teknik <i>Friction</i> Belakang	0,057	0,803	0,891	0,549
Kontrol	0,057	0,334	0,699	0,324

Uji normalitas distribusi variabel kadar laktat darah pada kelompok 1 (masase teknik *friction* depan) memberikan hasil bahwa: (1) kadar laktat darah awal berdistribusi normal ($p=0,891$), (2) kadar laktat darah segera setelah aktivitas maksimal berdistribusi normal ($p=0,963$), (3) laktat darah setelah di masase 5 menit berdistribusi normal ($p=0,789$), (4) laktat darah setelah pemulihan 10 menit berdistribusi normal ($p=0,856$), dan (5) kecepatan pembuangan laktat berdistribusi normal ($p=0,691$).

Uji normalitas distribusi variabel kadar laktat darah pada kelompok 2 (masase teknik *friction* belakang) memberikan hasil bahwa: (1) kadar laktat darah awal berdistribusi normal ($p=0,810$), (2) kadar laktat darah segera setelah aktivitas maksimal berdistribusi normal ($p=0,839$), (3) laktat darah setelah di masase 5 menit berdistribusi normal ($p=0,470$), (4) laktat darah setelah pemulihan 10 menit berdistribusi normal ($p=0,996$), dan (5) kecepatan pembuangan laktat berdistribusi normal ($p=0,867$).

Uji normalitas distribusi variabel kadar laktat darah pada kelompok 3 (kontrol) memberikan hasil bahwa: (1) kadar laktat darah awal berdistribusi normal ($p=0,934$), (2) kadar laktat darah segera setelah aktivitas maksimal berdistribusi normal ($p=0,696$), (3) laktat darah setelah di masase 5 menit

berdistribusi normal ($p=0,430$), (4) laktat darah setelah pemulihan 10 menit berdistribusi normal ($p=0,943$), dan (5) kecepatan pembuangan laktat berdistribusi normal ($p=0,985$).

Uji normalitas distribusi variabel kadar laktat darah awal, kadar laktat darah segera setelah aktivitas maksimal, laktat darah setelah di masase 5 menit, laktat darah setelah pemulihan 10 menit, kecepatan pembuangan laktat pada ketiga kelompok dapat dilihat pada tabel 5.10 (halaman 84-85, lampiran 5).

Tabel 5.10. Hasil Uji Normalitas Distribusi ($n=7$) variabel kadar laktat darah awal, segera setelah aktivitas maksimal, setelah di masase 5 menit, setelah pemulihan 10 menit, dan kecepatan pembuangan laktat pada ketiga kelompok.

Kelompok	Laktat Awal (mMol/l)	Laktat Pos Aktivts Max (mMol/l)	Laktat Pos Masg 5 Men (mMol/l)	Laktat Pos Istrht 10 Men (mMol/l)	Kecepatan Pembuang Laktat (mMol/l/men)
Masase Teknik <i>Friction</i> Depan	0,891	0,963	0,789	0,856	0,691
Masase Teknik <i>Friction</i> Belakg	0,810	0,839	0,470	0,996	0,867
Kontrol	0,934	0,696	0,430	0,943	0,985

Uji homogenitas data pada variabel umur, tinggi badan, berat badan, denyut nadi, dan kadar laktat darah awal antar kelompok memberikan hasil bahwa: (1) variabel umur pada kelompok 1,2, dan 3 memiliki data yang homogen ($p=1,000$), (2) variabel tinggi badan pada kelompok 1,2, dan 3 memiliki data yang homogen ($p=0,901$), (3) variabel berat badan pada kelompok 1,2, dan 3 memiliki data yang homogen ($p=0,668$), (4) variabel denyut nadi pada kelompok 1,2, dan 3 memiliki data yang homogen ($p=0,542$), (5) variabel kadar laktat darah awal pada kelompok 1,2, dan 3 memiliki data yang homogen ($p=0,971$) dapat dilihat pada tabel 5.11. (halaman 87, lampiran 5).

Tabel 5.11. Hasil Uji Homogenitas Data (n=7) variabel umur (tahun), tinggi badan (cm), berat badan (kg), denyut nadi (per menit), dan kadar laktat darah awal (mMol/l).

		F	Sig.
UMUR	Between Groups	0,000	1,000
TINGGI BADAN	Between Groups	0,105	0,901
BERAT BADAN	Between Groups	0,413	0,668
DENYUT NADI	Between Groups	0,635	0,542
LAKTAT AWAL	Between Groups	0,029	0,971

Hasil uji normalitas distribusi dan homogenitas data di atas menunjukkan bahwa semua variabel (umur, tinggi badan, berat badan, denyut nadi, dan kadar laktat darah) memiliki distribusi normal dan memiliki data yang homogen.

5.4. Hasil Uji Beda terhadap variabel kecepatan pembuangan laktat.

Uji beda (anova) terhadap variabel kadar laktat darah memberikan hasil bahwa ada perbedaan yang sangat bermakna ($p=0,000$) antara kecepatan pembuangan laktat pada kelompok 1, 2 dan 3, dapat dilihat pada tabel 5.12 (halaman 97, lampiran 5).

Tabel 5.12. Hasil Uji Anova (n=7) variabel kadar laktat darah.

Variabel	F	P
Laktat antar kelompok	74,169	0,000

Keterangan: membandingkan kecepatan pembuangan laktat kelompok 1, 2 dan 3.

Hasil uji anova di atas dilanjutkan dengan uji *Least Significant Difference* (LSD) dengan *pairwise comparisons*. Hasil uji LSD *pairwise comparisons* memberikan hasil $p < 0,05$, yaitu: (1) ada perbedaan yang sangat bermakna ($p = 0,000$) antara kecepatan pembuangan laktat pada kelompok 1 dan 2, (2) ada perbedaan yang sangat bermakna ($p = 0,000$) antara kecepatan pembuangan laktat pada kelompok 1 dan 3, (3) ada perbedaan yang sangat bermakna ($p = 0,000$) antara kecepatan pembuangan laktat pada kelompok 2 dan 3 dapat dilihat pada tabel 5.13 (halaman 97, lampiran 5).

Tabel 5.13. Hasil Uji *Significant Difference* (LSD) dengan *pairwise comparisons* variabel kecepatan pembuangan laktat antara kelompok 1, 2 dan 3.

Variabel	Laktat-K1	Laktat-K2	Laktat-K3
Laktat-K1	-	0,139 $p = 0,000 < 0,05$	0,237 $p = 0,000 < 0,05$
Laktat-K2	-	-	0,098 $p = 0,000 < 0,05$
Laktat-K3	-	-	-

Keterangan:

Laktat-K1: kecepatan pembuangan laktat pada kelompok 1

Laktat-K2: kecepatan pembuangan laktat pada kelompok 2

Laktat-K3: kecepatan pembuangan laktat pada kelompok 3

Hasil uji LSD di atas memberikan arti bahwa: (1) masase teknik *friction* depan 5 menit lebih cepat dalam pembuangan laktat dari otot ke darah dibandingkan dengan *rest* 5 menit (2) masase teknik *friction* belakang 5 menit lebih cepat dalam pembuangan laktat dari otot ke darah dibandingkan dengan *rest*

5 menit, (3) masase teknik *friction* depan 5 menit lebih cepat dalam pembuangan laktat dari otot ke darah dibandingkan dengan masase teknik *friction* belakang 5 menit.

BAB 6

PEMBAHASAN

6.1. Kadar Laktat Awal.

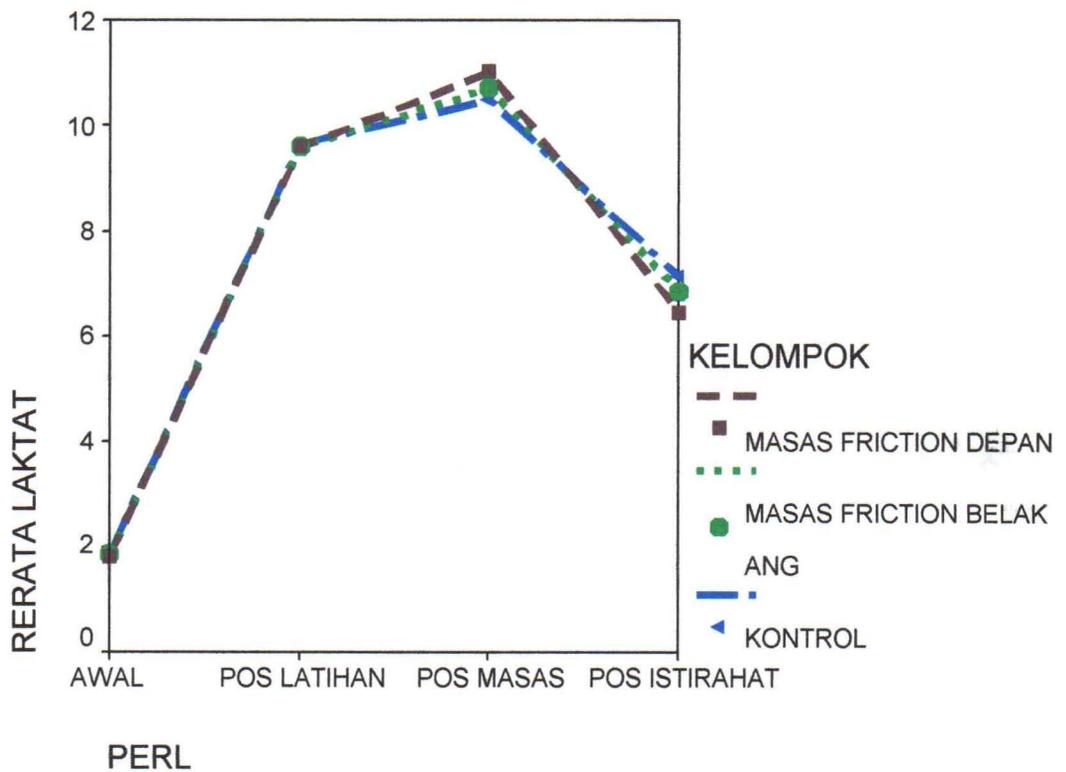
Penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa kadar laktat darah orang coba berkisar antara 1.6-2 mMol/l dengan jenis kelamin laki-laki, umur 21-23 tahun, berat badan antara 55-70 kg, tinggi badan antara 165-170 cm dan denyut nadi istirahat antara 65-74 denyut per menit. Kadar laktat darah dapat digunakan sebagai parameter untuk mengetahui respon aktivitas fisik (Janssen, 1993). Kadar asam laktat orang sehat pada keadaan istirahat sekitar 1,1 mMol/l (Neiman, 1986), 1-1,88 mMol/l (Fox, 1993) dan 1-2 mMol/l (Janssen, 1993). Pengukuran kadar laktat awal dalam penelitian ini dilakukan sebelum orang coba melakukan aktivitas fisik.

Parameter akumulasi asam laktat sebagai indikator kelelahan diperkuat oleh pendapat Westerblad, yang menjelaskan dalam penelitiannya bahwa kelelahan otot disebabkan oleh asidosis intraseluler akibat akumulasi asam laktat (Taruna Ikrar, 2006). Kadar laktat awal merupakan suatu kriteria yang ditetapkan dalam pemilihan sampel. Hal ini karena kadar laktat darah di atas rata-rata kadar normal merupakan indikasi adanya kelelahan, bahkan dalam pencapaian anaerobiknya cenderung berlangsung lebih cepat (Janssen, 1993).

6.2 Kadar Laktat Darah Segera Setelah Aktivitas Maksimal.

Aktivitas fisik yang dilakukan dengan menggunakan intensitas tinggi dapat menyebabkan peningkatan kadar asam laktat dalam otot maupun darah

(Fox). Akumulasi laktat di dalam otot terjadi selama latihan yang pendek/singkat dan dengan intensitas tinggi (Myers J and Ashley E, 1997: 789). Apabila beban kerja ditingkatkan, maka akan terjadi pergeseran penggunaan sistem energi dari sistem aerobik bergeser ke sistem energi anaerobik. Jika beban kerja terus ditingkatkan, maka akan terjadi peningkatan kadar asam laktat darah. Sistem energi anaerobik akan mengakibatkan penumpukan asam laktat. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan nilai rerata kadar laktat darah sebelum aktivitas fisik dan segera setelah aktivitas fisik maksimal dapat dilihat pada tabel 5.8. (halaman 56).



Gambar 6.1. Rerata Kadar Laktat

Berdasarkan uji normalitas dengan Kolmogorov-Smirnov Test antar kelompok pada penelitian yang telah dilakukan tidak menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna ($p > 0,05$) antara kadar laktat maksimal pada kelompok 1, 2, dan 3. Keadaan ini menggambarkan bahwa kemampuan maksimal yang dimiliki orang coba pada tiap-tiap kelompok memiliki nilai yang seimbang. Dari nilai rerata kadar laktat darah awal, laktat segera setelah aktivitas maksimal, laktat setelah di *masase* 5 menit, laktat setelah pemulihan 10 menit pada tabel 5.8 terlihat adanya peningkatan kadar laktat darah sebelum aktivitas fisik dan segera setelah aktivitas fisik maksimal. Kondisi ini menunjukkan bahwa aktivitas fisik yang dilakukan memiliki respon peningkatan metabolisme untuk memenuhi kebutuhan energi yang dibutuhkan.

Latihan pada tingkat tinggi dapat meningkatkan konsentrasi asam laktat darah. Konsentrasi asam laktat yang tinggi dapat menimbulkan dampak yang merugikan bagi tubuh. Kadar asam laktat darah yang melebihi 6 mMol/l dapat mengganggu mekanisme kerja sel otot sampai pada tingkat koordinasi gerakan (Janssen, 1993: 51). Kadar laktat darah yang tinggi akan sangat merugikan kinerja seseorang, sebab penimbunan laktat akan menyebabkan kelelahan dan menurunnya kekuatan otot.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil bahwa rerata kadar laktat darah segera setelah aktivitas maksimal dengan cara mengayuh sepeda ergocycle Technogym dengan beban latihan antara 150 – 180 watt, lama aktivitas antara 6 – 8 menit adalah sebesar 9,60 – 9,65 mMol/l. Hal ini menunjukkan bahwa orang coba termasuk kelompok tidak terlatih, karena kadar laktat darah tersebut belum mencapai nilai maksimal. Kadar laktat darah

maksimal pada orang dapat mencapai nilai 15,2 mMol/l (Gleeson, 1989: 377-393), bahkan bisa mencapai nilai 20 mMol/l dan diatas 30 mMol/l pada latihan dinamis dengan intensitas tinggi (Aminuddin, Sunarko Setyawan: 149).

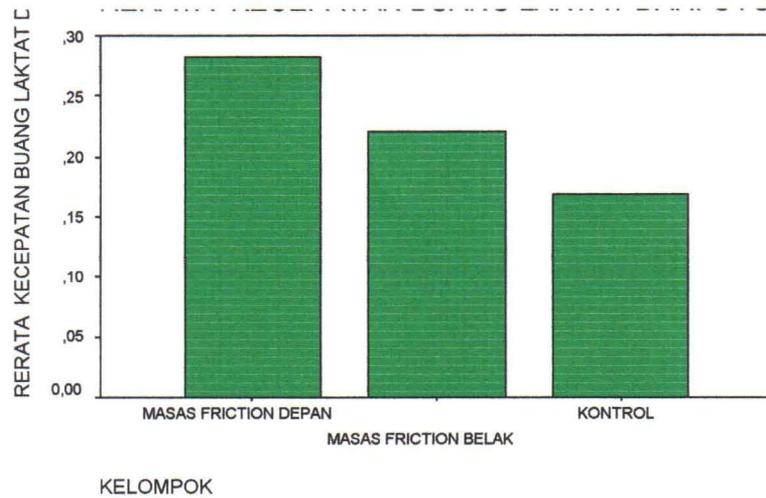
6.3 Kecepatan Pembuangan Laktat Setelah Di *Masase* 5 menit

Kecepatan hilangnya asam laktat tergantung pada lancarnya peredaran darah. Dengan peredaran darah yang lancar, asam laktat lebih cepat dihilangkan (Fox, 1988: 50). Menurut Gupta dkk (1996:106-110) bahwa setelah latihan, salah satu faktor yang mempengaruhi kelelahan adalah penumpukan asam laktat yang berlebihan di dalam otot. *Masase* mempunyai arti penting yaitu mempercepat pemulihan setelah latihan, dimana *masase* mempunyai tiga efek yaitu: 1) meningkatkan sirkulasi lokal, 2) Meningkatkan *cellular permeability* (dengan demikian memudahkan asam laktat keluar dari sel otot), dan 3) mempunyai efek menenangkan pada saraf tepi dan pusat. *Masase* teknik *friction* caranya adalah melakukan gerusan dengan ujung-ujung jari-jari atau pangkal telapak tangan dengan gerak seperti spiral. Tujuannya yaitu untuk membantu mendorong timbunan dari sisa-sisa pembakaran (asam laktat) yang terdapat pada otot, melancarkan aliran darah lokal, merangsang syaraf perifer dan meningkatkan kemampuan gerak di jaringan-jaringan/kontraksilitas (Bambang P, Matuankotta).

Rerata kadar laktat darah setelah pemulihan *masase* teknik *friction* depan 5 menit, *masase* teknik *friction* belakang 5 menit, dan *rest* 5 menit menunjukkan peningkatan dibanding dengan rerata pada saat segera setelah aktivitas fisik maksimal. Kenaikan ini disebabkan karena laktat berdifusi ke darah, sehingga kadar laktat darah meningkat (Guyton, 1995: 620). Peningkatan kadar laktat

tertinggi dan rerata kecepatan pembuangan laktat tercepat ada pada kelompok *masase* teknik *friction* depan 5 menit, hal ini disebabkan karena *masase* teknik *friction* depan membantu mempercepat pembuangan laktat dari otot ke darah dengan cara meningkatkan *cellular permeability* (memudahkan asam laktat keluar dari sel otot). Dengan *masase* teknik *friction* depan 5 menit juga akan meningkatkan mekanisme pompa vena dan pompa limfe (getah bening) secara artifisial untuk mempercepat pemulihan melalui percepatan sirkulasi. Dengan aktifnya sistem pompa otot, terjadilah percepatan sirkulasi darah di dalam otot yang aktif. Percepatan sirkulasi ini membantu mempercepat pemulihan (di dalam aktivitas olahraga) oleh terjadinya percepatan pasokan semua zat kebutuhan jaringan serta percepatan pembuangan sampah/asam laktat (Santosa Giriwijoyo dan Muchtamadji M A, 2006: 273).

Dengan lancarnya sirkulasi pada kelompok yang menggunakan *masase* teknik *friction* depan, maka metabolisme aerobik juga akan meningkat dan kebutuhan ATP lebih tinggi daripada kelompok pemulihan yang lain. Kondisi ini memungkinkan lebih cepat terjadinya penggunaan laktat sebagai sumber energi dibandingkan kelompok 2 dan 3. Penggunaan laktat sebagai sumber energi akan mempercepat pembersihan laktat. Pada aktivitas maksimal bersepeda, otot yang paling aktif adalah *vastus* (paha depan), dimana otot yang paling aktif akan terjadi akumulasi laktat tertinggi, sehingga peningkatan/pembuangan laktat terbesar melalui *masase* teknik *friction* depan berasal dari otot *vastus*. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan nilai rerata kadar laktat darah setelah pemulihan *masase* teknik *friction* depan 5 menit, *masase* teknik *friction* belakang 5 menit, dan *rest* 5 menit dapat dilihat pada tabel 5.8. (halaman 56).

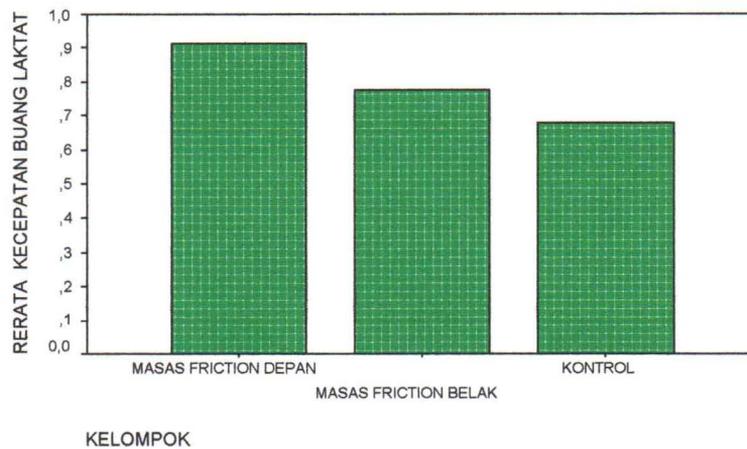


Gambar 6.2. Rerata kecepatan pembuangan laktat otot pada kelompok 1, 2 dan 3.

Pemulihan merupakan kondisi yang sangat berperan bagi atlet dalam mencapai prestasi tinggi. Kemampuan dalam pemulihan mutlak diperlukan untuk menghadapi serangkaian pertandingan atau perlombaan yang padat dilaksanakan dan kontinuitas yang tinggi, sehingga dengan kemampuan pemulihan yang baik, atlet dapat lebih siap fisik dan psikis menghadapi beban kerja berikutnya (Fatkur Rohman K, 2003: 4) Hasil penelitian diatas menunjukkan bahwa *masase* yang dilakukan secara benar dapat mempercepat pembuangan laktat dari otot ke darah, sehingga dengan cepat akan mengurangi atau menghilangkan kelelahan.

Pemulihan kadar laktat darah juga berhubungan dengan intensitas aktivitas fisik yang dilakukan. Hal ini berkaitan dengan transport laktat dari otot aktif ke otot yang kurang aktif. Salah satu faktor yang penting dalam timbulnya kelelahan ialah mengumpulnya asam laktat. Supaya kelelahan berkurang, maka asam laktat perlu diangkut dari otot ke otot lain yang dapat menggunakannya (Soekarman, 1987: 41). Oleh karena itu, kelelahan perlu segera dipulihkan dengan tujuan agar

kembali ke kondisi normal. Pemulihan dapat terjadi secara spontan, tetapi dapat pula dipercepat melalui artifisial/masase.



Gambar 6.3. Rerata kecepatan pembuangan laktat darah pada kelompok 1, 2 dan 3.

Laktat yang masuk kedalam darah selanjutnya akan digunakan: (1) untuk di oksidasi dalam sel otot aerobik dalam tubuh yaitu: sel otot yang kurang aktif seperti otot lengan selama bersepeda, serta otot yang mengandung banyak mitokondria dan pembuluh darah kapiler (otot yang banyak mengandung serat “*slow twitch*”). Laktat tersebut akan diubah menjadi asam piruvat yang kemudian masuk ke siklus Krebs untuk dioksidasi secara aerobik, (2) untuk disintesis menjadi glukosa melalui proses enzimatik yang disebut glukoneogenesis terutama dalam sel hati (Steven, 1983: 56). Asam laktat yang terakumulasi dalam darah dan otot setelah suatu kerja yang melelahkan akan disingkirkan melalui cara: (1) diubah menjadi glikogen hati, (2) menjadi glukosa darah, (3) menjadi protein dan (4) dioksidasi melalui sistem aerobik membentuk ATP, CO₂ dan H₂O (Ilhamjaya Patellongi, dkk, 2000: 70).

BAB 7

PENUTUP

7.1. Kesimpulan.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pemulihan masase teknik *friction* belakang 5 menit lebih cepat membuang laktat dari otot dibanding *rest* 5 menit.
2. Pemulihan masase teknik *friction* belakang 5 menit lebih cepat membuang laktat dari otot dibanding *rest* 5 menit.
3. Pemulihan masase teknik *friction* depan 5 menit lebih cepat membuang laktat dari otot dibanding masase teknik *friction* belakang 5 menit dan *rest* 5 menit.

7.2. Saran.

Berdasarkan hasil yang dibahas dalam penelitian dan kesimpulan tersebut di atas, maka peneliti memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Bentuk pemulihan yang diberikan dalam penelitian ini adalah bentuk pemulihan masase teknik *friction* depan 5 menit dan pemulihan masase teknik *friction* belakang 5 menit. Berdasar bentuk pemulihan di atas perlu dikembangkan lagi dengan memberikan bentuk pemulihan masase teknik lain yang berbeda atau kombinasi dari beberapa teknik masase, sehingga akan didapatkan bentuk pemulihan yang paling efektif untuk mempercepat pembuangan laktat dari otot ke darah.
2. Disarankan untuk para pelatih, maseur dapat memberikan bentuk pemulihan yang paling efektif untuk mempercepat pembuangan laktat dari otot ke darah

yang digunakan dalam penyusunan program latihan, sehingga dapat meningkatkan prestasi olahraga yang optimal.

3. Kelemahan dalam penelitian ini tidak dilakukan biopsi otot, sehingga masih diperlukan penelitian lebih lanjut dengan melakukan biopsi otot.
4. Masih diperlukan penelitian lebih lanjut dengan menambah variabel yang lebih spesifik untuk mengungkap faktor apa saja yang dapat mempercepat pembuangan laktat dari otot ke darah.

Daftar Pustaka

- Aminuddin, Sunarko Setyawan. (2003). *Pengaruh Kontraksi Isometrik dan Isotonik Terhadap Kadar Asam Laktat Darah*. Majalah Ilmu Faal Indonesia, Volume 2, Nomor 3).
- Anonim. (2007). retrife dari (btc.montana.edu/.../graphics/Aerobic.JPG).
- Bambang P. (2001). Materi Pelatihan ”*Sport Massage*”. Yogyakarta: KONI DIY.
- Bangsbo J, Graham T, Johansen L, Saltin B. (1994). *Muscle Lactate Metabolism in Recovery from Intense Exhaustive Exercise: Impact of Light Exercise*. J App Physiol.
- Barteck O. (2004). *All Around Fitness*. Konemann.
- Bompa, T.O., (1994). *Theory and Methodology of Training*, Third edition, Toronto, Ontario Canada: Kendall/ Hunt Publishing Company.
- Choesnan Effendi dan Kuncoro, P.S. (2006). *Faal Sel, Cair Tubuh dan Sel Eksitabel*. Surabaya: Laboratorium Ilmu Faal, Universitas Airlangga.
- Diane Z, Steven E K, Samuel C S, Steven J S, Jacqueline A B. (2000). *Immunological Effects of Massage Therapy During Academic Stress*. American Psychosomatic Society.
- Djoko P.I. (2000). *Panduan Latihan Kebugaran (Yang Efektif dan Aman)*. Yogyakarta: Lukman Offset.
- Falk B, Einbinder M, Weinstein Y, Epstein S, Karni Y, et al. (1995). *Blood Lactate Concentration Following Exercise: Effects of Heat Exposure and of Active Recovery in Heat-Acclimatized Subjects*. Int J Sport Med, 16 (1).
- Fatkur Rohman K. (2003). *Pelatihan Sport Massage Untuk Mencegah Cidera*. Simposium, Lokakarya dan Pelatihan Kedokteran Olahraga Nasional Ke-2. Surabaya: Hotel Hilton International Surabaya.
- Fox. E.L., Bowers. R.W., dan Foss. M.L. (1988). *The Physiological Basis of Physical Education and Athletic*. New York: Sunder Company.
- Fox. E.L., Bowers. R.W., dan Foss. M.L. (1993). *The Physiological Basis for Exercise and Sport*, fifth edition. Iowa: Brown & Benchmark Publishers. pp: 19, 21, 55, 126.
- Getchell, B. (1979). *Physical Fitness: A Way of Life*. New York: John Wiley & Sons, Inc.

- Giam C.K dkk (1993). *Ilmu Kedokteran Olahraga: alih bahasa Hartono Satmoko*. Jakarta: Binarupa Aksara.
- Gleeson TT and Dalessio PM. (1989). *Lactate and glycogen metabolism in the lizard, *deposaurus dorsalis* following exhaustive exercise*. J Experimental Biology. 144: 377-393.
- Gupta dkk. (1996). *Comparative Study Of Lactate Removal In Short Term Massage Of Extremities, Active Recovery And A Passive Recovery Period After Supramaximal Exercise Sessions*. Int J Sports Med vol 17, pp106-110.
- Guyton. (1995). *Fisiologi Manusia dan Mekanisme Penyakit*. Alih Bahasa: Petrus Andrianto. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Hemmings B. (2000). *Effects of massage on physiological restoration, perceived recovery, and related sports performance*. BMJ Specialty Journals.
- Janssen Peter GJM. (1993). *Latihan-laktat-denyut nadi (Training Lactate Pulse Rate)*. Oule Finland, Polar Electro. Penerjemah: Pringgoatmojo dan M Abdullah hal: 51
- Juel C. (1997). *Lactate-proton Cotranaport in Skeletal Muscle*. Physiol Rev. 77 (2)
- Kent M. (1994). *The Oxford Dictionary of Sports Science and Medicine*. Oxford: Oxford University Press.
- Knowledge For Taekwondo Professionals*.
<http://tkdtutor.com/11Training/LacticAcid.htm>. (2006). (online 18 Desember 2007).
- Kontraksi otot*. <http://www.wikipedia.com>. (18 Desember 2006).
- Lactic Acid/ Lactate Threshold*. http://www.csmngt.com/lactic_acid.htm. (online 31 Juli 2007).
- Lihanjaya Patellogi, dkk. (2000). *Fisiologi Olahraga*. Makasar: Bagian Ilmu Faal, Fakultas Kedokteran Universitas Hasanudin. Hal: 70.
- Lita Feriyawati. (2005). *Anatomi Sistem Saraf dan Peranannya Dalam Regulasi Kontraksi Otot Rangka*. Sumatera Utara: Fakultas Kedokteran.
- Massage*.
<http://www.intelihealth.com/IH/ihtIH/WSIHW000/8513/34968/365286.html>? (online 18 Desember 2007).
- Matuankotta. (2003). *Peran Sport Massage Pada Pencegahan dan Terapi Cedera Olahraga*. Surabaya: Simposium, Lokakarya dan Pelatihan Kedokteran Olahraga Nasional ke II.

- McArdle, William D. et.all. (1986). *Exercises Physiology*. Philadelphia, PA: Lee & Febiger.
- Micklewright, D P.¹; Beneke, R FACSM¹; Gladwell, V¹; Sellens, M H.¹. (2003). *Blood Lactate Removal Using Combined Massage And Active Recovery*. *Medicine & Science in Sports & Exercise*:Volume 35(5) Supplement 1May 2003p S317.
- Myers J and Ashley E. (1997). *Dangerous Curves: A Perspective on Exercise, Lactate, and the Anaerobic Threshol*. American College of Chest Physicians. (<http://www.chestjournal.org/misc/reprints.shtml>). ISSN: 0012-3692. (online 25 Juli 2007).
- Nancy A. Martin, Robert F. Zoeller, Robert J. Robertson, Scott M. Lephart. (1998). *The Comparative Effects of Sports Massage, Active Recovery, and Rest in Promoting Blood Lactate Clearance After Supramaximal Leg Exercise*. *Journal of Athletic Training*. (online 31 Juli 2007).
- Neiman DC. (1986). *The Sports Medicine Fitness Course*, California, Bull Publishing Co. pp: 205-216.
- Nossek J. (1982). *General Theory of Training*. Lagos: Pan African Press, Ltd.
- Otot rangka. <http://www.bio-um.blogspot.com/2007/04/jaringan-otot.html>. (online 2 Maret 2007).
- Powers S K dan Edward T H. (2007). *Exercise Physiology: Theory and Application to Fitness and Performance, Sixth Edition*. McGraw-Hill International Edition.
- Purba. (2006). *Kardiovaskular dan Faal Olahraga*. Bandung: Bagian Faal, Fakultas Kedokteran, Universitas Padjadjaran.
- Rinder, A.N dan Sutherland, C.J. (1995). *An investigation of the effects of massage on quadriceps performance after exercise fatigue*. *Complement The Nurs Midwifery*.
- Robertson A, Watt J M, Galloway S D R. (2004). *Effects of leg massage on recovery from high intensity cycling exercise*. *Br J Sports Med* 2004;38:173-176.
- Santosa Giriwijoyo dan Muchtamadji M A. (2006). *Ilmu Faal Olahraga: Fungsi Tubuh Manusia pada Olahraga untuk Kesehatan dan Prestasi*. Bandung.
- Sharkey, B J. (1984). *Physiology of Fitness, 2th. edition*. Illinois: Human Kinetic Publisher, Inc.
- Soekarman. (1987). *Dasar Olahraga untuk Pembina, Pelatih dan Atlet*. Jakarta: Inti Idayu Press.

Soekarman. (1991). *Energi dan Sistem Energi Predominan Pada Olahraga*. Jakarta: KONI Pusat.

Skeletal Muscle.

<http://www.uoguelph.ca/zoology/devobio/210labs/sketchmuscle1.html>
(online 2 Maret 2007).

Sports Massage. <http://www.elitesportsmassage.co.uk/index.htm>. (online 25 Mei 2008).

Steven RH. (1983). *Sport Medicine: Prevention, Evaluation, Management and Rehabilitation*. New Jersey: Hall. Inc. Englewood Cliffs.

Sugiharto, Soekarman, Purnomo Suryohudoyo. (2002). *Blood Lactate and Heart Rate Recovery after Physical Activity*. Airlangga University School of Medicine: Folia Medica Indonesiana.

Suharto. (1999). *Pedoman dan Modul Penataran Pelatih Fitness Center Tingkat Terampil*. Jakarta: DepDikNas Pusat Kesegaran Jasmani dan Rekreasi.

Sukadiyanto. (2003). *Pengantar Teori dan Metodologi Melatih Fisik*. Yogyakarta: Fakultas Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Yogyakarta.

Tanaka H, Leisman G, Mori H, and Nishijo K. (2002). *The effect of massage on localized lumbar muscle fatigue*. <http://www.pubmedcentral.nih.gov/>

Taruna Ikrar. (2006). *Efektivitas Pemberian Kombinasi Vitamin B1, B6, B12 Per Oral Untuk Mengatasi Kelelahan*. Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia.

Weltman A, Weltman JY, Kanaley JA, Rogol AD, Veldhuis JD. (1981). *Repeated Bouts of Exercise Alter The Blood Lactate RPE Relation*. Med Sci Sport Exerc.

Widodo J. Pudjirahardjo dkk. (1993). *Metode Penelitian dan Statistik Terapan*. Surabaya: Airlangga University Press.

Zainudin M. (2000). *Metodologi Penelitian*. Surabaya: Universitas Airlangga.

Lampiran 1: Penjelasan Untuk Mendapat Persetujuan (*information for consent*)

Penjelasan dan informasi yang diberikan antara lain:

1. Penelitian ini perlu dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan bentuk pemulihan yang tepat pada otot lokal dalam kecepatan pembuangan laktat darah.
2. Penelitian ini perlu dilakukan pada subyek penelitian karena subyek bukan atlet (tidak terlatih), sehat dan mampu mengayuh sepeda ergyocycle.
3. Subyek diikutsertakan dalam penelitian karena bermanfaat/penting bagi subyek bahwa pemulihan *massage* teknik *friction* mempercepat pembuangan laktat sehingga cepat mengurangi kelelahan khususnya dalam penampilan olahraga.
4. Subyek diukur tinggi badan, berat badan, denyut nadi awal dan tes darah guna pemeriksaan kadar laktat darah. Pemeriksaan kadar laktat darah dilakukan 4 kali dibagian ujung jari (kapiler). Pemeriksaan kadar laktat dilakukan oleh tim laboratorium fisiologi FIK UNY.
5. Manfaat penelitian untuk subyek: (1) memberikan pengetahuan bahwa *massage* teknik *friction* sangat penting dalam pemulihan setelah olahraga, atau antar pertandingan olahraga, (2) memberikan pengetahuan tentang bagian otot lokal yang perlu *dimassage* atau segera dipulihkan.
Manfaat penelitian untuk orang lain: hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dan memberikan sumbangan bagi pengembangan ilmu keolahragaan di Indonesia pada umumnya untuk para pembina olahraga, *personal trainer*, guru olahraga dan lebih khusus bagi orang dalam pelaksanaan program latihan, selain itu juga untuk menjawab kontroversi mengenai manfaat *massage* pada saat istirahat pendek menjelang pertandingan berikutnya atau setelah latihan.
6. Tidak menimbulkan resiko pada subyek penelitian karena ditangani oleh tenaga ahli (tim laboratorium fisiologi FIK UNY).
7. Semua catatan baik nama, alamat subyek penelitian yang bersifat pribadi dirahasiakan sepenuhnya.
8. Penelitian ini bersifat bebas dan tanpa paksaan, subyek bebas mengundurkan diri sewaktu waktu sebagai sampel dari penelitian ini jika merasa dirugikan tanpa adanya sangsi yang memberatkan.

Yang memberi penjelasan,

Yudik Prasetyo, S.Or.

Yogyakarta, 2008
Yang menerima penjelasan,

(.....)

Lampiran 2: Permohonan pengisian *information for consent*

Surat :*Information for Consent* (Pemberitahuan) Yogyakarta, 2008

Kepada Yth:
**Mahasiswa FIK UNY
di Yogyakarta.**

Dengan hormat,

Saya, Yudik Prasetyo peserta Program Pascasarjana (S2 Ilmu Kesehatan Olahraga) Universitas Airlangga Surabaya angkatan 2006/2007. Saya akan melakukan penelitian dengan judul:

“PENGARUH MASASE TEKNIK *FRICTION* PADA TUNGKAI SETELAH
LATIHAN FISIK SUBMAKSIMAL TERHADAP KECEPATAN
PEMBUANGAN LAKTAT DARAH“.

Pembimbing I penelitian ini adalah: Prof. Martin Setiabudi,dr.,Ph.D. Dengan pembimbing II Dr. Elyana Asnar TP,dr.,MS.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan bentuk pemulihan yang tepat pada otot lokal dalam kecepatan pembuangan laktat darah. Penelitian ini meliputi pemeriksaan kesehatan awal (tes fisik) dan tes darah guna pemeriksaan kadar laktat darah. Penelitian ini bersifat bebas dan tanpa paksaan, saudara bebas mengundurkan diri sewaktu waktu sebagai sampel dari penelitian ini jika merasa dirugikan tanpa adanya sangsi yang memberatkan.

Jika saudara setuju, silahkan mengisi dan menanda tangani *informed consent* yang telah disediakan. Atas partisipasi saudara kami sampaikan banyak terimakasih.

Yogyakarta, 2008
Hormat saya,

Yudik Prasetyo, S.Or.

**SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN
SEBAGAI SUBYEK PENELITIAN**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama :
Umur :
Pekerjaan :
Alamat :
Telp / Hp :

Dengan sesungguhnya menyatakan bahwa, setelah memperoleh penjelasan sepenuhnya dan menyadari tujuan, manfaat serta resiko yang mungkin timbul dalam penelitian yang berjudul:

“ PENGARUH MASASE TEKNIK *FRICTION* PADA TUNGKAI TERHADAP
SETELAH LATIHAN FISIK SUBMAKSIMAL KECEPATAN
PEMBUANGAN LAKTAT DARAH”

Dengan sukarela menyetujui diikutsertakan dan bersedia menjadi sampel, dengan catatan bila suatu waktu saya merasa dirugikan dalam bentuk apapun, maka saya akan mengundurkan diri dan membatalkan persetujuan ini.

Yogyakarta, 2008

Penanggung Jawab Penelitian

Yang Menyatakan

(Yudik Prasetyo, S.Or)

(.....)

Lampiran 3: Surat Kelaikan Etik

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

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

No. 04/EC/KEPK/FKUA/2008

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

**Pengaruh Massage Teknik Friction Pada Tungkai
Terhadap Kecepatan Pembuangan Laktat**

PENELITI UTAMA :

Yudik Prasetyo, S.Or

UNIT / LEMBAGA / TEMPAT PENELITIAN :

Laboratorium Kondisi Fisik

Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Yogyakarta

DINYATAKAN LAIK ETIK

Surabaya, 9 Juni 2008



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

Lampiran 4: Surat Ijin Penelitian



UNIVERSITAS AIRLANGGA FAKULTAS KEDOKTERAN

No. : 1375/JO3.1.17/PP.17/2008
 Lamp. : -
 Hal : Ijir penelitian S2
 a. r : Yudik Prasetyo, S.Or

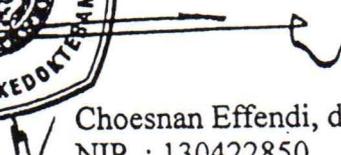
8 April 2008

Kepada Yth,
 Dekan
 Fakultas Ilmu Keolahragaan
 Universitas Negeri
 Yogyakarta

Sehubungan dengan rencana penelitian Saudara Yuwik Prasetyo, S.Or NIM. 090610075/M mahasiswa Program Pascasarjana S2 Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga Program Studi Ilmu Kesehatan Olahraga dengan judul penelitian Pengaruh *Massage Teknik Friction* Pada Tungkai Terhadap Kecepatan Pembuangan Laktat, dengan ini mohon bantuan Saudara untuk memberikan ijin penelitian di Ir.stansi Saudara bagi mahasiswa tersebut diatas.

Demikian atas bantuan Saudara, kami ucapkan terima kasih.

Rh. Dekan,



Choesnan Effendi, dr., AIFM
 NIP. : 130422850

Tindakan Yth,
 - Ketua TK^{PSM} FK. Unair
 - Yang bersangkutan

NO	Umur (tahun)	TB (cm)	BB (kg)	DN Awal (denyut per menit)	Kadar Laktat Awal (mMol/l)	Segea Setlh Max Exercis (mMol/l)	Setlh di Massage 5 mnt (mMol/l)	Setlh Pemulihn 10 mnt (mMol/l)
1.	21	170	58	74	2	9,7	11	6,4
2.	22	165	55	74	1,6	9,3	10,7	6,2
3.	21	170	60	69	1,8	10	11,7	7
4.	21	168	58	65	1,7	9,4	10,6	6,2
5.	21	170	60	65	1,9	9,6	10,9	6,2
6.	21	165	57	69	2	9,7	11,5	6,7
7.	21	168	57	69	1,9	9,5	11	6,5
8.	21	170	60	69	1,9	9,6	10,6	6,7
9.	21	170	58	69	1,9	10	11,4	7,2
10.	21	170	59	65	2	10	11,2	7,1
11.	22	165	56	74	1,8	9,5	10,6	6,8
12.	21	168	57	69	1,8	9,6	10,6	6,9
13.	21	165	56	74	1,7	9,3	10,3	6,6
14.	21	168	57	68	1,8	9,3	10,3	6,6
15.	21 th	167 cm	57	69	1,7	9,7	10,5	7,1
16.	21 th	168 cm	57	74	1,9	9,7	10,5	7,2
17.	21 th	170 cm	59	69	2	9,6	10,4	7,2
18.	21 th	168 cm	58	74	1,9	9,5	10,4	6,9
19.	21 th	168 cm	57	69	2	9,7	10,5	7
20.	21 th	167 cm	56	74	1,7	10	10,9	7,5
21.	21 th	168 cm	56	69	1,8	9,4	10,2	6,9

Means

Report

KELOMPOK		UMUR	TINGGI BADAN	BERAT BADAN	DENYUT NADI
MASAS FRICTION DEPAN	Mean	21,14	167,57	57,86	69,29
	Std. Deviation	,38	2,51	1,77	3,68
	N	7	7	7	7
MASAS FRICTION BELAKANG	Mean	21,14	168,00	57,57	69,71
	Std. Deviation	,38	2,24	1,51	3,25
	N	7	7	7	7
KONTROL	Mean	21,14	168,00	57,14	71,14
	Std. Deviation	,38	1,00	1,07	2,67
	N	7	7	7	7

Means

Report

KELOMPOK		LAKTAT AWAL	LAKTAT POS LATIHAN	LAKTAT POS MASAS 5 MN	LAKTAT POS ISTIRAHAT 10 M	KECEPATA N BUANG LAKTAT
MASAS FRICTION DEPAN	Mean	1,843	9,600	11,029	6,457	,9143
	Std. Deviation	,151	,231	,355	,305	2,760E-02
	N	7	7	7	7	7
MASAS FRICTION BELAKANG	Mean	1,843	9,614	10,714	6,843	,7743
	Std. Deviation	9,759E-02	,291	,426	,237	4,117E-02
	N	7	7	7	7	7
KONTROL	Mean	1,857	9,657	10,486	7,114	,6743
	Std. Deviation	,127	,190	,212	,212	2,225E-02
	N	7	7	7	7	7
Total	Mean	1,848	9,624	10,743	6,805	,7876
	Std. Deviation	,121	,230	,397	,367	,1052
	N	21	21	21	21	21

NPar Tests untuk Uji Normalitas Distribusi

KELOMPOK = MASAS FRICTION DEPAN

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		UMUR	TINGGI BADAN	BERAT BADAN	DENYUT NADI
N		7	7	7	7
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	21,14	167,57	57,86	69,29
	Std. Deviation	,38	2,51	1,77	3,68
Most Extreme Differences	Absolute	,504	,276	,182	,245
	Positive	,504	,276	,182	,245
	Negative	-,353	-,262	-,172	-,185
Kolmogorov-Smirnov Z		1,335	,730	,482	,649
Asymp. Sig. (2-tailed)		,057	,660	,974	,794

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. KELOMPOK = MASAS FRICTION DEPAN

KELOMPOK = MASAS FRICTION BELAKANG

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		UMUR	TINGGI BADAN	BERAT BADAN	DENYUT NADI
N		7	7	7	7
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	21,14	168,00	57,57	69,71
	Std. Deviation	,38	2,24	1,51	3,25
Most Extreme Differences	Absolute	,504	,243	,219	,301
	Positive	,504	,196	,219	,301
	Negative	-,353	-,243	-,149	-,192
Kolmogorov-Smirnov Z		1,335	,643	,579	,797
Asymp. Sig. (2-tailed)		,057	,803	,891	,549

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. KELOMPOK = MASAS FRICTION BELAKANG

KELOMPOK = KONTROL**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		UMUR	TINGGI BADAN	BERAT BADAN	DENYUT NADI
N		7	7	7	7
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	21,14	168,00	57,14	71,14
	Std. Deviation	,38	1,00	1,07	2,67
Most Extreme Differences	Absolute	,504	,357	,267	,360
	Positive	,504	,357	,267	,360
	Negative	-,353	-,214	-,161	-,286
Kolmogorov-Smirnov Z		1,335	,945	,708	,953
Asymp. Sig. (2-tailed)		,057	,334	,699	,324

- a. Test distribution is Normal.
b. Calculated from data.
c. KELOMPOK = KONTROL

NPar Tests**KELOMPOK = MASAS FRICTION DEPAN****One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		LAKTAT AWAL	LAKTAT POS LATIHAN	LAKTAT POS MASAS 5 MN	LAKTAT POS ISTIRAHAT 10 M	KECEPATA N BUANG LAKTAT
N		7	7	7	7	7
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	1,843	9,600	11,029	6,457	,9143
	Std. Deviation	,151	,231	,355	,305	2,760E-02
Most Extreme Differences	Absolute	,219	,190	,246	,229	,269
	Positive	,149	,190	,246	,229	,269
	Negative	-,219	-,101	-,194	-,199	-,160
Kolmogorov-Smirnov Z		,579	,502	,652	,606	,712
Asymp. Sig. (2-tailed)		,891	,963	,789	,856	,691

- a. Test distribution is Normal.
b. Calculated from data.
c. KELOMPOK = MASAS FRICTION DEPAN

KELOMPOK = MASAS FRICTION BELAKANG

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		LAKTAT AWAL	LAKTAT POS LATIHAN	LAKTAT POS MASAS 5 MN	LAKTAT POS ISTIRAHAT 10 M	KECEPAT AN BUANG LAKTAT
N		7	7	7	7	7
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	1,843	9,614	10,714	6,843	,7743
	Std. Deviation	9,759E-02	,291	,426	,237	4,117E-02
Most Extreme Differences	Absolute	,241	,234	,320	,155	,226
	Positive	,241	,234	,320	,155	,226
	Negative	-,187	-,193	-,165	-,153	-,203
Kolmogorov-Smirnov Z		,638	,619	,847	,411	,598
Asymp. Sig. (2-tailed)		,810	,839	,470	,996	,867

- a. Test distribution is Normal.
- b. Calculated from data.
- c. KELOMPOK = MASAS FRICTION BELAKANG

KELOMPOK = KONTROL

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		LAKTAT AWAL	LAKTAT POS LATIHAN	LAKTAT POS MASAS 5 MN	LAKTAT POS ISTIRAHAT 10 M	KECEPAT AN BUANG LAKTAT
N		7	7	7	7	7
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	1,857	9,657	10,486	7,114	,6743
	Std. Deviation	,127	,190	,212	,212	2,225E-02
Most Extreme Differences	Absolute	,203	,268	,330	,200	,173
	Positive	,177	,268	,330	,200	,168
	Negative	-,203	-,161	-,200	-,156	-,173
Kolmogorov-Smirnov Z		,538	,709	,874	,529	,457
Asymp. Sig. (2-tailed)		,934	,696	,430	,943	,985

- a. Test distribution is Normal.
- b. Calculated from data.
- c. KELOMPOK = KONTROL

Oneway (untuk Uji Homogenitas Data Awal)

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error
UMUR	MASAS FRICTION DEPAN	7	21,14	,38	,14
	MASAS FRICTION BELAKANG	7	21,14	,38	,14
	KONTROL	7	21,14	,38	,14
	Total	21	21,14	,36	7,82E-02
TINGGI BADAN	MASAS FRICTION DEPAN	7	167,57	2,51	,95
	MASAS FRICTION BELAKANG	7	168,00	2,24	,85
	KONTROL	7	168,00	1,00	,38
	Total	21	167,86	1,93	,42
BERAT BADAN	MASAS FRICTION DEPAN	7	57,86	1,77	,67
	MASAS FRICTION BELAKANG	7	57,57	1,51	,57
	KONTROL	7	57,14	1,07	,40
	Total	21	57,52	1,44	,31
DENYUT NADI	MASAS FRICTION DEPAN	7	69,29	3,68	1,39
	MASAS FRICTION BELAKANG	7	69,71	3,25	1,23
	KONTROL	7	71,14	2,67	1,01
	Total	21	70,05	3,17	,69
LAKTAT AWAL	MASAS FRICTION DEPAN	7	1,843	,151	5,714E-02
	MASAS FRICTION BELAKANG	7	1,843	9,759E-02	3,689E-02
	KONTROL	7	1,857	,127	4,809E-02
	Total	21	1,848	,121	2,638E-02

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
UMUR	Between Groups	,000	2	,000	,000	1,000
	Within Groups	2,571	18	,143		
	Total	2,571	20			
TINGGI BADAN	Between Groups	,857	2	,429	,105	,901
	Within Groups	73,714	18	4,095		
	Total	74,571	20			
BERAT BADAN	Between Groups	1,810	2	,905	,413	,668
	Within Groups	39,429	18	2,190		
	Total	41,238	20			
DENYUT NADI	Between Groups	13,238	2	6,619	,635	,542
	Within Groups	187,714	18	10,429		
	Total	200,952	20			
LAKTAT AWAL	Between Groups	9,524E-04	2	4,762E-04	,029	,971
	Within Groups	,291	18	1,619E-02		
	Total	,292	20			

General Linear Model

Within-Subjects Factors

Measure: MEASURE_1

PERL	Dependent Variable
1	LAKPRE
2	LAKPL
3	LAK5M
4	LAK10M

Between-Subjects Factors

	Value Label	N
KELOMPOK	1 MASAS FRICTION DEPAN	7
	2 MASAS FRICTION BELAKANG	7
	3 KONTROL	7

Descriptive Statistics

	KELOMPOK	Mean	Std. Deviation	N
LAKTAT AWAL	MASAS FRICTION DEPAN	1,843	,151	7
	MASAS FRICTION BELAKANG	1,843	9,759E-02	7
	KONTROL	1,857	,127	7
	Total	1,848	,121	21
LAKTAT POS LATIHAN	MASAS FRICTION DEPAN	9,600	,231	7
	MASAS FRICTION BELAKANG	9,614	,291	7
	KONTROL	9,657	,190	7
	Total	9,624	,230	21
LAKTAT POS MASAS 5 MN	MASAS FRICTION DEPAN	11,029	,355	7
	MASAS FRICTION BELAKANG	10,714	,426	7
	KONTROL	10,486	,212	7
	Total	10,743	,397	21
LAKTAT POS ISTIRAHAT 10 M	MASAS FRICTION DEPAN	6,457	,305	7
	MASAS FRICTION BELAKANG	6,843	,237	7
	KONTROL	7,114	,212	7
	Total	6,805	,367	21

Multivariate Tests^a

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
PERL	Pillai's Trace	,099	,511 ^a	3,000	14,000	,681
	Wilks' Lambda	,901	,511 ^a	3,000	14,000	,681
	Hotelling's Trace	,109	,511 ^a	3,000	14,000	,681
	Roy's Largest Root	,109	,511 ^a	3,000	14,000	,681
PERL * TB	Pillai's Trace	,192	1,106 ^a	3,000	14,000	,379
	Wilks' Lambda	,808	1,106 ^a	3,000	14,000	,379
	Hotelling's Trace	,237	1,106 ^a	3,000	14,000	,379
	Roy's Largest Root	,237	1,106 ^a	3,000	14,000	,379
PERL * BB	Pillai's Trace	,043	,208 ^a	3,000	14,000	,889
	Wilks' Lambda	,957	,208 ^a	3,000	14,000	,889
	Hotelling's Trace	,045	,208 ^a	3,000	14,000	,889
	Roy's Largest Root	,045	,208 ^a	3,000	14,000	,889
PERL * KEL	Pillai's Trace	,940	4,438	6,000	30,000	,003
	Wilks' Lambda	,081	11,770 ^a	6,000	28,000	,000
	Hotelling's Trace	11,145	24,147	6,000	26,000	,000
	Roy's Largest Root	11,121	55,607 ^b	3,000	15,000	,000

a. Exact statistic

b. The statistic is an upper bound on F that yields a lower bound on the significance level.

c.

Design: Intercept+TB+BB+KEL

Within Subjects Design: PERL

Tests of Within-Subjects Effects

Measure: MEASURE_1

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
PERL	4,165E-02	3	1,388E-02	,556	,646
PERL * TB	1,938E-02	3	6,460E-03	,259	,855
PERL * BB	5,054E-03	3	1,685E-03	,068	,977
PERL * KEL	1,908	6	,318	12,748	,000
Error(PERL)	1,198	48	2,495E-02		

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

Source	PERL	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
PERL	Linear	2,948E-02	1	2,948E-02	,723	,408
	Quadratic	6,656E-03	1	6,656E-03	,253	,622
	Cubic	5,513E-03	1	5,513E-03	,706	,413
PERL * TB	Linear	1,073E-04	1	1,073E-04	,003	,960
	Quadratic	1,094E-02	1	1,094E-02	,416	,528
	Cubic	8,335E-03	1	8,335E-03	1,067	,317
PERL * BB	Linear	7,943E-05	1	7,943E-05	,002	,965
	Quadratic	2,105E-05	1	2,105E-05	,001	,978
	Cubic	4,953E-03	1	4,953E-03	,634	,437
PERL * KEL	Linear	,240	2	,120	2,939	,082
	Quadratic	,935	2	,467	17,796	,000
	Cubic	,734	2	,367	46,998	,000
Error(PERL)	Linear	,653	16	4,078E-02		
	Quadratic	,420	16	2,626E-02		
	Cubic	,125	16	7,808E-03		

Tests of Between-Subjects Effects

Measure: MEASURE_1

Transformed Variable: Average

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	3,967E-02	1	3,967E-02	,224	,642
TB	2,111E-02	1	2,111E-02	,119	,734
BB	6,669E-02	1	6,669E-02	,377	,548
KEL	4,982E-02	2	2,491E-02	,141	,870
Error	2,833	16	,177		

Estimated Marginal Means

1. KELOMPOK

Estimates

Measure: MEASURE_1

KELOMPOK	Mean	Std. Error
MASAS FRICTION DEPAN	7,224 ^a	,086
MASAS FRICTION BELAKANG	7,249 ^a	,080
KONTROL	7,291 ^a	,085

a. Evaluated at covariates appeared in the model:
TINGGI BADAN = 167,86, BERAT BADAN = 57,52.

Pairwise Comparisons

Measure: MEASURE_1

(I) KELOMPOK	(J) KELOMPOK	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^a
MASAS FRICTION DEPAN	MASAS FRICTION BELAKANG	-2,564E-02	,118	,831
MASAS FRICTION DEPAN	KONTROL	-6,713E-02	,129	,609
MASAS FRICTION BELAKANG	MASAS FRICTION DEPAN	2,564E-02	,118	,831
MASAS FRICTION BELAKANG	KONTROL	-4,150E-02	,116	,724
KONTROL	MASAS FRICTION DEPAN	6,713E-02	,129	,609
KONTROL	MASAS FRICTION BELAKANG	4,150E-02	,116	,724

Based on estimated marginal means

a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

Univariate Tests

Measure: MEASURE_1

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	1,246E-02	2	6,228E-03	,141	,870
Error	,708	16	4,427E-02		

The F tests the effect of KELOMPOK. This test is based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

2. PERL

Estimates

Measure: MEASURE_1

PERL	Mean	Std. Error
1	1,848 ^a	,025
2	9,624 ^a	,049
3	10,743 ^a	,076
4	6,805 ^a	,057

a. Evaluated at covariates appeared in the model:
TINGGI BADAN = 167,86, BERAT BADAN = 57,52.

Pairwise Comparisons

Measure: MEASURE_1

(I) PERL	(J) PERL	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^a
1	2	-7,776	,051	,000
	3	-8,895	,072	,000
	4	-4,957	,059	,000
2	3	-1,119	,033	,000
	4	2,819	,024	,000
3	4	3,938	,035	,000

Based on estimated marginal means

a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

Multivariate Tests

	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Pillai's trace	1,000	12318,871 ^a	3,000	14,000	,000
Wilks' lambda	,000	12318,871 ^a	3,000	14,000	,000
Hotelling's trace	2639,758	12318,871 ^a	3,000	14,000	,000
Roy's largest root	2639,758	12318,871 ^a	3,000	14,000	,000

Each F tests the multivariate effect of PERL. These tests are based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

a. Exact statistic

2. PERL

Estimates

Measure: MEASURE_1

PERL	Mean	Std. Error
1	1,848 ^a	,025
2	9,624 ^a	,049
3	10,743 ^a	,076
4	6,805 ^a	,057

a. Evaluated at covariates appeared in the model:
TINGGI BADAN = 167,86, BERAT BADAN = 57,52.

Pairwise Comparisons

Measure: MEASURE_1

(I) PERL	(J) PERL	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^a
1	2	-7,776	,051	,000
	3	-8,895	,072	,000
	4	-4,957	,059	,000
2	3	-1,119	,033	,000
	4	2,819	,024	,000
3	4	3,938	,035	,000

Based on estimated marginal means

a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

Multivariate Tests

	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Pillai's trace	1,000	12318,871 ^a	3,000	14,000	,000
Wilks' lambda	,000	12318,871 ^a	3,000	14,000	,000
Hotelling's trace	2639,758	12318,871 ^a	3,000	14,000	,000
Roy's largest root	2639,758	12318,871 ^a	3,000	14,000	,000

Each F tests the multivariate effect of PERL. These tests are based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

a. Exact statistic

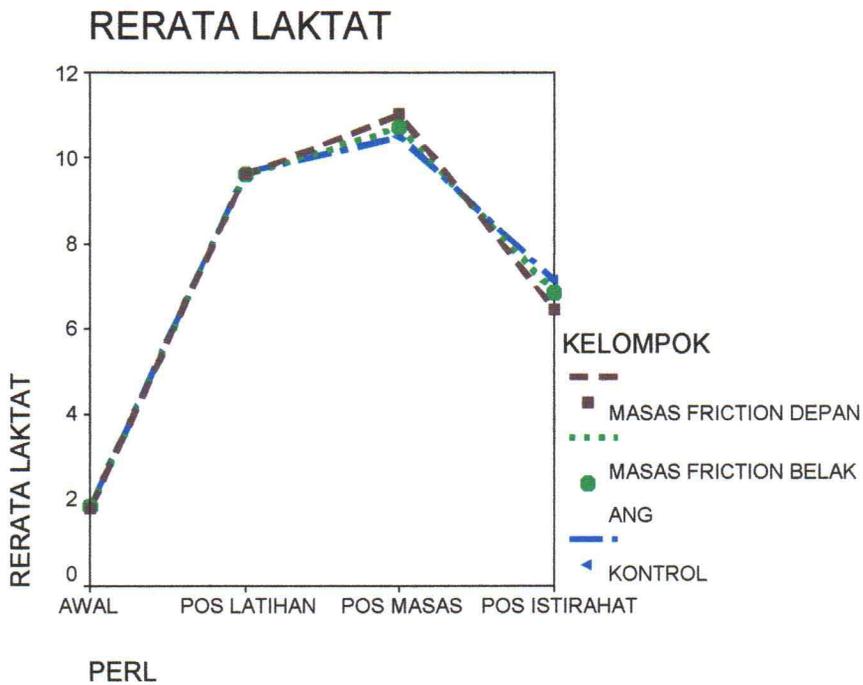
3. KELOMPOK * PERL

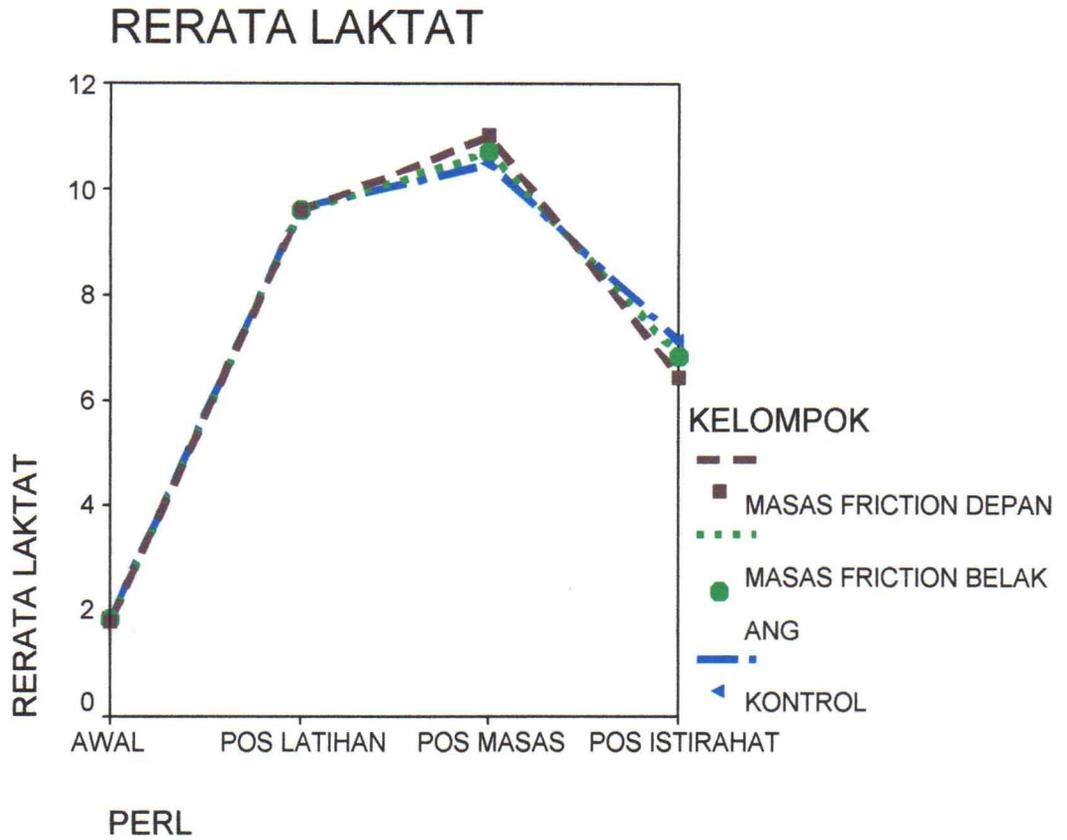
Measure: MEASURE_1

KELOMPOK	PERL	Mean	Std. Error
MASAS FRICTION DEPAN	1	1,829 ^a	,047
	2	9,603 ^a	,091
	3	11,015 ^a	,142
	4	6,449 ^a	,107
MASAS FRICTION BELAKANG	1	1,841 ^a	,043
	2	9,607 ^a	,085
	3	10,710 ^a	,131
	4	6,840 ^a	,099
KONTROL	1	1,874 ^a	,046
	2	9,661 ^a	,090
	3	10,504 ^a	,140
	4	7,125 ^a	,106

a. Evaluated at covariates appeared in the model:
TINGGI BADAN = 167,86, BERAT BADAN = 57,52.

Profile Plots





ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
LAKTAT AWAL	Between Groups	9,524E-04	2	4,762E-04	,029	,971
	Within Groups	,291	18	1,619E-02		
	Total	,292	20			
LAKTAT POS LATIHAN	Between Groups	1,238E-02	2	6,190E-03	,107	,899
	Within Groups	1,046	18	5,810E-02		
	Total	1,058	20			
LAKTAT POS MASAS 5 MN	Between Groups	1,040	2	,520	4,433	,027
	Within Groups	2,111	18	,117		
	Total	3,151	20			
LAKTAT POS ISTIRAHAT 10 M	Between Groups	1,527	2	,763	11,82	,001
	Within Groups	1,163	18	6,460E-02		
	Total	2,690	20			

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: KECEPATAN BUANG LAKTAT

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	,205 ^a	4	5,119E-02	49,867	,000
Intercept	2,028E-04	1	2,028E-04	,198	,663
TB	3,037E-05	1	3,037E-05	,030	,866
BB	2,046E-04	1	2,046E-04	,199	,661
KEL	,152	2	7,614E-02	74,169	,000
Error	1,642E-02	16	1,027E-03		
Total	13,248	21			
Corrected Total	,221	20			

a. R Squared = ,926 (Adjusted R Squared = ,907)

**Estimated Marginal Means
KELOMPOK**

Estimates

Dependent Variable: KECEPATAN BUANG LAKTAT

KELOMPOK	Mean	Std. Error
MASAS FRICTION DEPAN	,913 ^a	,013
MASAS FRICTION BELAKANG	,774 ^a	,012
KONTROL	,676 ^a	,013

a. Evaluated at covariates appeared in the model:
TINGGI BADAN = 167,86, BERAT BADAN = 57,52.

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: KECEPATAN BUANG LAKTAT

(I) KELOMPOK	(J) KELOMPOK	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^a
MASAS FRICTION DEPAN	MASAS FRICTION BELAKANG	,139	,018	,000
MASAS FRICTION DEPAN	KONTROL	,237	,020	,000
MASAS FRICTION BELAKANG	KONTROL	9,817E-02	,018	,000

Based on estimated marginal means

a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

Descriptive Statistics

Dependent Variable: KECEPATAN BUANG LAKTAT

KELOMPOK	Mean	Std. Deviation	N
MASAS FRICTION DEPAN	,9143	2,760E-02	7
MASAS FRICTION BELAKANG	,7743	4,117E-02	7
KONTROL	,6743	2,225E-02	7
Total	,7876	,1052	21

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: KECEPATAN BUANG LAKTAT

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	,205 ^a	4	5,119E-02	49,867	,000
Intercept	2,028E-04	1	2,028E-04	,198	,663
TB	3,037E-05	1	3,037E-05	,030	,866
BB	2,046E-04	1	2,046E-04	,199	,661
KEL	,152	2	7,614E-02	74,169	,000
Error	1,642E-02	16	1,027E-03		
Total	13,248	21			
Corrected Total	,221	20			

a. R Squared = ,926 (Adjusted R Squared = ,907)

Estimated Marginal Means**KELOMPOK****Estimates**

Dependent Variable: KECEPATAN BUANG LAKTAT

KELOMPOK	Mean	Std. Error
MASAS FRICTION DEPAN	,913 ^a	,013
MASAS FRICTION BELAKANG	,774 ^a	,012
KONTROL	,676 ^a	,013

a. Evaluated at covariates appeared in the model:
TINGGI BADAN = 167,86, BERAT BADAN = 57,52.

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: KECEPATAN BUANG LAKTAT

(I) KELOMPOK	(J) KELOMPOK	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^a
MASAS FRICTION DEPAN	MASAS FRICTION BELAKANG	,139	,018	,000
	KONTROL	,237	,020	,000
MASAS FRICTION BELAKANG	KONTROL	9,817E-02	,018	,000

Based on estimated marginal means

- a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

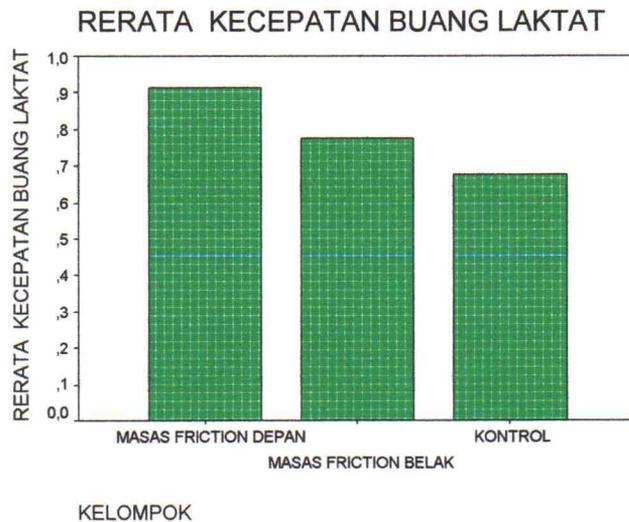
Univariate Tests

Dependent Variable: KECEPATAN BUANG LAKTAT

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	,152	2	7,614E-02	74,169	,000
Error	1,642E-02	16	1,027E-03		

The F tests the effect of KELOMPOK. This test is based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

Profile Plots



Oneway

Descriptives

PENURUNAN LAKTAT

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error
MASAS FRICTION DEPAN	7	4,5714	,1380	5,2E-02
MASAS FRICTION BELAKANG	7	3,8714	,2059	7,8E-02
KONTROL	7	3,3714	,1113	4,2E-02
Total	21	3,9381	,5258	,1147

ANOVA

PENURUNAN LAKTAT

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5,087	2	2,543	103,374	,000
Within Groups	,443	18	2,460E-02		
Total	5,530	20			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

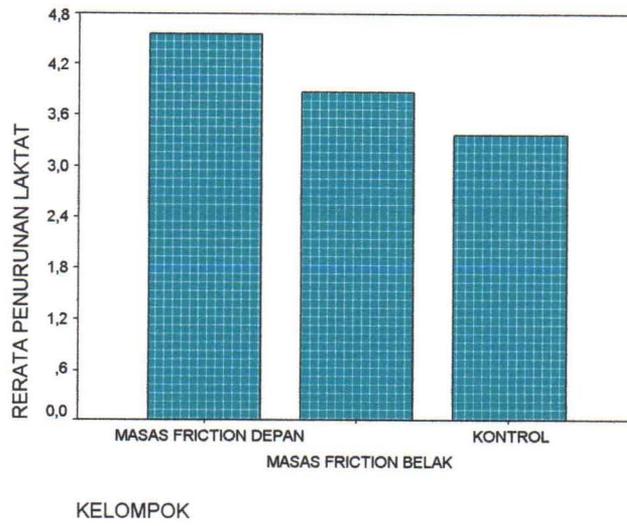
Dependent Variable: PENURUNAN LAKTAT

LSD

(I) KELOMPOK	(J) KELOMPOK	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
MASAS FRICTION DEPAN	MASAS FRICTION BELAKANG	,7000*	8,384E-02	,000
	KONTROL	1,2000*	8,384E-02	,000
MASAS FRICTION BELAKANG	MASAS FRICTION DEPAN	-,7000*	8,384E-02	,000
	KONTROL	,5000*	8,384E-02	,000
KONTROL	MASAS FRICTION DEPAN	-1,2000*	8,384E-02	,000
	MASAS FRICTION BELAKANG	-,5000*	8,384E-02	,000

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Means Plots



Multivariate Tests^c

Effect		Value	F	Hypothesis s df	Error df	Sig.
Intercept	Pillai's Trace	,094	,730 ^a	2,000	14,000	,499
	Wilks' Lambda	,906	,730 ^a	2,000	14,000	,499
	Hotelling's Trace	,104	,730 ^a	2,000	14,000	,499
	Roy's Largest Root	,104	,730 ^a	2,000	14,000	,499
UMR	Pillai's Trace	,030	,213 ^a	2,000	14,000	,811
	Wilks' Lambda	,970	,213 ^a	2,000	14,000	,811
	Hotelling's Trace	,030	,213 ^a	2,000	14,000	,811
	Roy's Largest Root	,030	,213 ^a	2,000	14,000	,811
TB	Pillai's Trace	,133	1,071 ^a	2,000	14,000	,369
	Wilks' Lambda	,867	1,071 ^a	2,000	14,000	,369
	Hotelling's Trace	,153	1,071 ^a	2,000	14,000	,369
	Roy's Largest Root	,153	1,071 ^a	2,000	14,000	,369
BB	Pillai's Trace	,021	,153 ^a	2,000	14,000	,859
	Wilks' Lambda	,979	,153 ^a	2,000	14,000	,859
	Hotelling's Trace	,022	,153 ^a	2,000	14,000	,859
	Roy's Largest Root	,022	,153 ^a	2,000	14,000	,859
KEL	Pillai's Trace	,930	6,521	4,000	30,000	,001
	Wilks' Lambda	,084	17,168 ^a	4,000	28,000	,000
	Hotelling's Trace	10,753	34,947	4,000	26,000	,000
	Roy's Largest Root	10,737	80,530 ^b	2,000	15,000	,000

a. Exact statistic

b. The statistic is an upper bound on F that yields a lower bound on the significance level.

c. Design: Intercept+UMR+TB+BB+KEL

Tests of Between-Subjects Effects

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	KECEPATAN BUANG LAKTAT DARI OTOT	5,124E-02 ^a	5	1,025E-02	10,35	,000
	KECEPATAN BUANG LAKTAT DARI DARAH	,205 ^b	5	4,099E-02	37,82	,000
Intercept	KECEPATAN BUANG LAKTAT DARI OTOT	7,298E-04	1	7,298E-04	,737	,404
	KECEPATAN BUANG LAKTAT DARI DARAH	1,879E-06	1	1,879E-06	,002	,967
UMR	KECEPATAN BUANG LAKTAT DARI OTOT	4,336E-06	1	4,336E-06	,004	,948
	KECEPATAN BUANG LAKTAT DARI DARAH	1,691E-04	1	1,691E-04	,156	,698
TB	KECEPATAN BUANG LAKTAT DARI OTOT	6,398E-04	1	6,398E-04	,646	,434
	KECEPATAN BUANG LAKTAT DARI DARAH	6,590E-05	1	6,590E-05	,061	,809
BB	KECEPATAN BUANG LAKTAT DARI OTOT	3,250E-04	1	3,250E-04	,328	,575
	KECEPATAN BUANG LAKTAT DARI DARAH	2,142E-04	1	2,142E-04	,198	,663
KEL	KECEPATAN BUANG LAKTAT DARI OTOT	3,467E-02	2	1,733E-02	17,51	,000
	KECEPATAN BUANG LAKTAT DARI DARAH	,152	2	7,622E-02	70,33	,000
Error	KECEPATAN BUANG LAKTAT DARI OTOT	1,485E-02	15	9,901E-04		
	KECEPATAN BUANG LAKTAT DARI DARAH	1,626E-02	15	1,084E-03		
Total	KECEPATAN BUANG LAKTAT DARI OTOT	1,118	21			
	KECEPATAN BUANG LAKTAT DARI DARAH	13,248	21			
Corrected Total	KECEPATAN BUANG LAKTAT DARI OTOT	6,610E-02	20			
	KECEPATAN BUANG LAKTAT DARI DARAH	,221	20			

a. R Squared = ,775 (Adjusted R Squared = ,700)

b. R Squared = ,927 (Adjusted R Squared = ,902)

Estimated Marginal Means KELOMPOK

Estimates

Dependent Variable	KELOMPOK	Mean	Std. Error
KECEPATAN BUANG LAKTAT DARI OTOT	MASAS FRICTION DEPAN	,282 ^a	,013
	MASAS FRICTION BELAKANG	,221 ^a	,012
	KONTROL	,169 ^a	,013
KECEPATAN BUANG LAKTAT DARI DARAH	MASAS FRICTION DEPAN	,913 ^a	,013
	MASAS FRICTION BELAKANG	,774 ^a	,012
	KONTROL	,676 ^a	,013

a. Evaluated at covariates appeared in the model: UMUR = 21,14, TINGGI BADAN = 167,86, BERAT BADAN = 57,52.

Pairwise Comparisons

Dependent Variable	(I) KELOMPOK	(J) KELOMPOK	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^a
KECEPATAN BUANG LAKTAT DARI OTOT	MASAS FRICTION DEPAN	MASAS FRICTION BELAKANG	6,176E-02	,018	,003
		KONTROL	,114	,019	,000
	MASAS FRICTION BELAKANG	KONTROL	5,198E-02	,017	,009
KECEPATAN BUANG LAKTAT DARI DARAH	MASAS FRICTION DEPAN	MASAS FRICTION BELAKANG	,140	,018	,000
		KONTROL	,238	,020	,000
	MASAS FRICTION BELAKANG	KONTROL	9,813E-02	,018	,000

Based on estimated marginal means

a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

Multivariate Tests

	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Pillai's trace	,930	6,521	4,000	30,000	,001
Wilks' lambda	,084	17,168 ^a	4,000	28,000	,000
Hotelling's trace	10,753	34,947	4,000	26,000	,000
Roy's largest root	10,737	80,530 ^b	2,000	15,000	,000

Each F tests the multivariate effect of KELOMPOK. These tests are based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

a. Exact statistic

b. The statistic is an upper bound on F that yields a lower bound on the significance level.

Estimated Marginal Means

KELOMPOK

Estimates

Dependent Variable	KELOMPOK	Mean	Std. Error
KECEPATAN BUANG LAKTAT DARI OTOT	MASAS FRICTION DEPAN	,282 ^a	,013
	MASAS FRICTION BELAKANG	,221 ^a	,012
	KONTROL	,169 ^a	,013
KECEPATAN BUANG LAKTAT DARI DARAH	MASAS FRICTION DEPAN	,913 ^a	,013
	MASAS FRICTION BELAKANG	,774 ^a	,012
	KONTROL	,676 ^a	,013

a. Evaluated at covariates appeared in the model: UMUR = 21,14, TINGGI BADAN = 167,86, BERAT BADAN = 57,52.

Pairwise Comparisons

Dependent Variable	(I) KELOMPOK	(J) KELOMPOK	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^a
KECEPATAN BUANG LAKTAT DARI OTOT	MASAS FRICTION DEPAN	MASAS FRICTION BELAKANG	6,176E-02	,018	,003
		KONTROL	,114	,019	,000
	MASAS FRICTION BELAKANG	KONTROL	5,198E-02	,017	,009
KECEPATAN BUANG LAKTAT DARI DARAH	MASAS FRICTION DEPAN	MASAS FRICTION BELAKANG	,140	,018	,000
		KONTROL	,238	,020	,000
	MASAS FRICTION BELAKANG	KONTROL	9,813E-02	,018	,000

Based on estimated marginal means

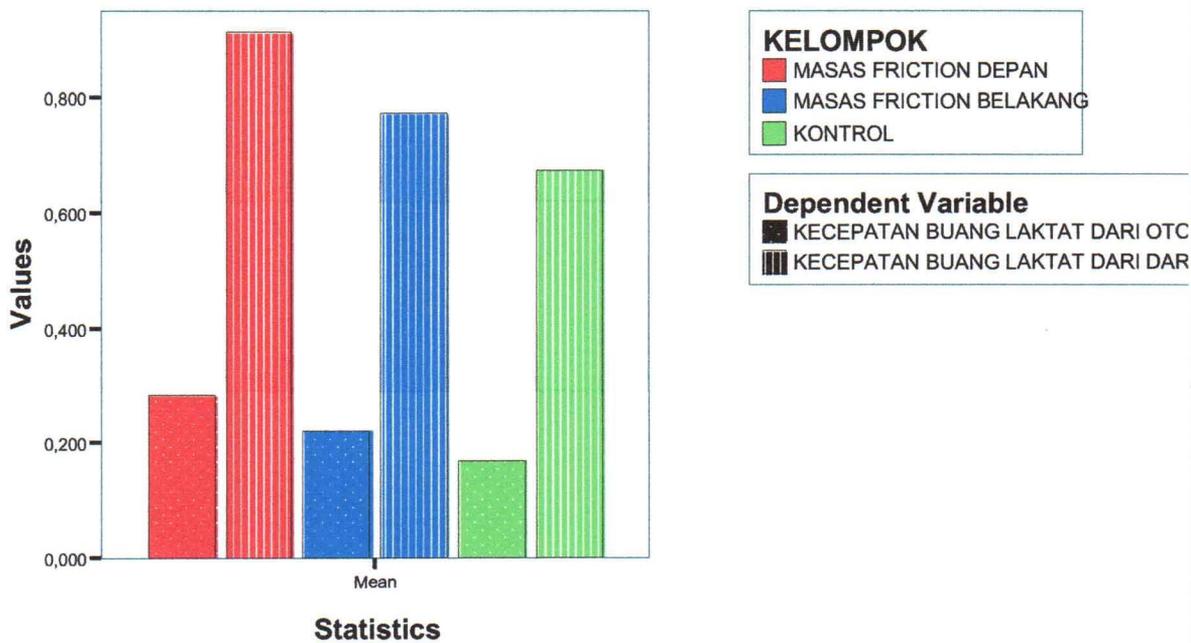
a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

Multivariate Tests

	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Pillai's trace	,930	6,521	4,000	30,000	,001
Wilks' lambda	,084	17,168 ^a	4,000	28,000	,000
Hotelling's trace	10,753	34,947	4,000	26,000	,000
Roy's largest root	10,737	80,530 ^b	2,000	15,000	,000

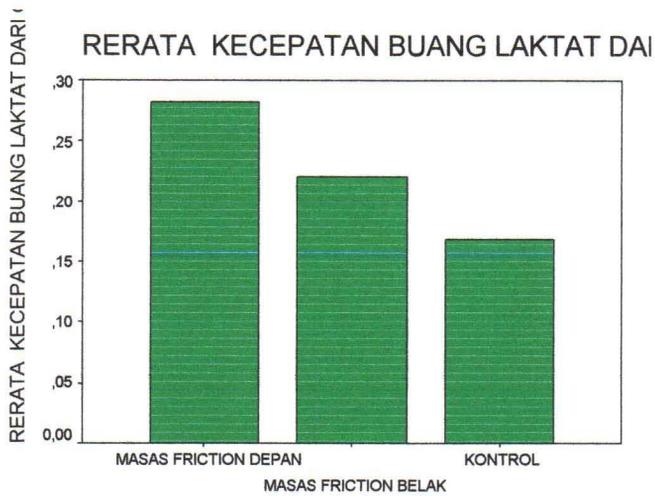
Each F tests the multivariate effect of KELOMPOK. These tests are based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

- a. Exact statistic
- b. The statistic is an upper bound on F that yields a lower bound on the significance level.



Profile Plots

KECEPATAN BUANG LAKTAT DARI OTOT



KELOMPOK

KECEPATAN BUANG LAKTAT DARI DARAH



KELOMPOK

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

KELOMPOK	Value Label	N
1	MASAS FRICTION DEPAN	7
2	MASAS FRICTION BELAKANG	7
3	KONTROL	7

Descriptive Statistics

Dependent Variable: KECEPATAN BUANG LAKTAT TOTAL

KELOMPOK	Mean	Std. Deviation	N
MASAS FRICTION DEPAN	,3143	1,618E-02	7
MASAS FRICTION BELAKANG	,2771	9,512E-03	7
KONTROL	,2543	9,759E-03	7
Total	,2819	2,786E-02	21

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: KECEPATAN BUANG LAKTAT TOTAL

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1,284E-02 ^a	2	6,419E-03	43,021	,000
Intercept	1,669	1	1,669	11185,021	,000
KEL	1,284E-02	2	6,419E-03	43,021	,000
Error	2,686E-03	18	1,492E-04		
Total	1,684	21			
Corrected Total	1,552E-02	20			

a. R Squared = ,827 (Adjusted R Squared = ,808)

Estimated Marginal Means**KELOMPOK****Estimates**

Dependent Variable: KECEPATAN BUANG LAKTAT TOTAL

KELOMPOK	Mean	Std. Error
MASAS FRICTION DEPAN	,314	,005
MASAS FRICTION BELAKANG	,277	,005
KONTROL	,254	,005

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: KECEPATAN BUANG LAKTAT TOTAL

(I) KELOMPOK	(J) KELOMPOK	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^a
MASAS FRICTION DEPAN	MASAS FRICTION BELAKANG	3,714E-02	,007	,000
	KONTROL	6,000E-02	,007	,000
MASAS FRICTION BELAKANG	KONTROL	2,286E-02	,007	,003

Based on estimated marginal means

- a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

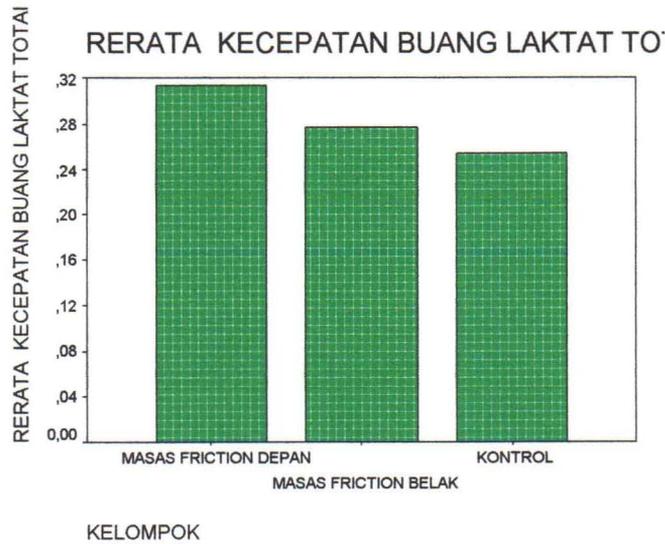
Univariate Tests

Dependent Variable: KECEPATAN BUANG LAKTAT TOTAL

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	1,284E-02	2	6,419E-03	43,021	,000
Error	2,686E-03	18	1,492E-04		

The F tests the effect of KELOMPOK. This test is based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

Profile Plots



Lampiran 6: Dokumentasi Penelitian



Sepeda Ergometer Technogym



Pengukur denyut nadi

Lactate Pro



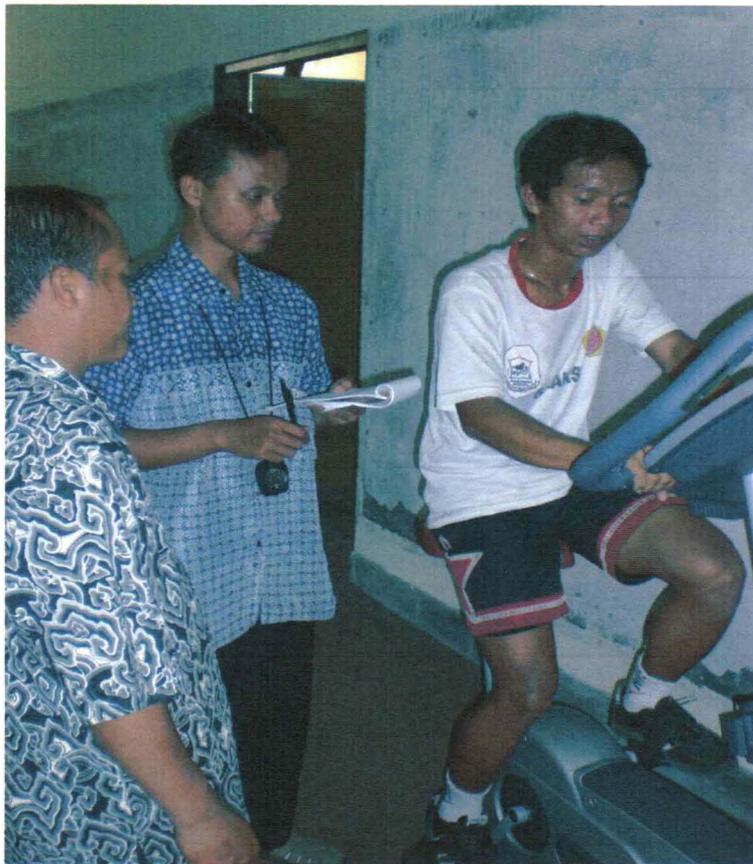
Timbangan Berat Badan



Stadiometer



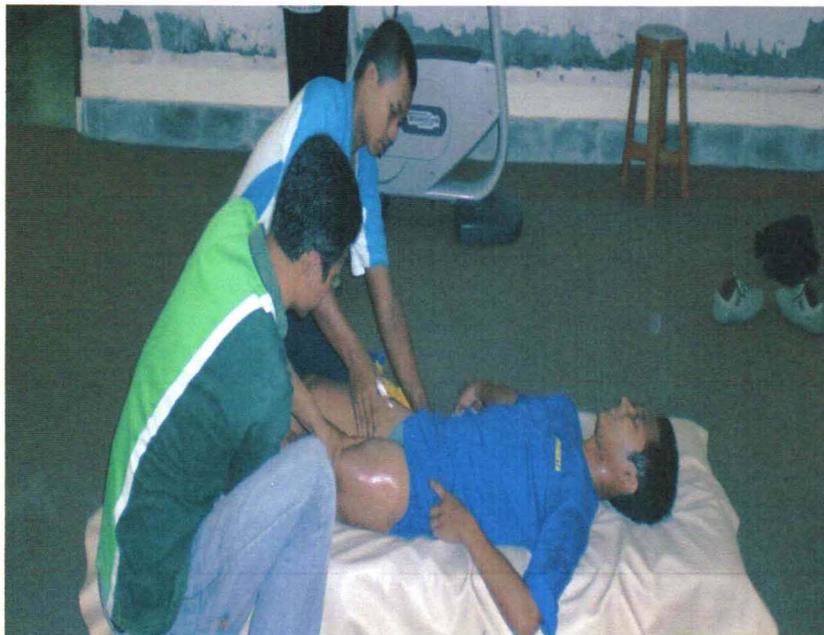
Persiapan pemeriksaan



Aktivitas maksimal dengan sepeda ergometer Technogym



Pengambilan laktat segera setelah aktivitas maksimal



Massage teknik friction pada otot vastus



Massage teknik friction pada otot hamstring



Massage teknik friction pada otot gastrocnemius