

1. EXERCISE

2. PHYSICAL FITNESS - PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

3. IMMUNE RESPONSE

Diterbitkan Untuk  
Ujian Disertasi Tahap II

## PENGARUH LATIHAN AEROBIK TERHADAP KESEGERAN JASMANI DAN RESPONS IMUN



KK  
DTS  
DK K 29/02  
Rah  
P.

MILIK  
PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
SURABAYA

OLEH :

SETYA RAHAYU

PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
SURABAYA  
1999

**PENGARUH LATIHAN AEROBIK TERHADAP KESEGERAN  
JASMANI DAN RESPONS IMUNOLOGIK TUBUH**

**DISERTASI**

Untuk memperoleh Gelar Doktor  
dalam Ilmu Kedokteran  
pada Program Pascasarjana universitas Airlangga Surabaya  
di bawah pimpinan Rektor Universitas airlangga  
**Prof H Soedarto, dr, DTM&H,PhD**  
untuk dipertahankan di hadapan  
Rapat Terbuka Senat Universitas Airlangga

OLEH:

SETYA RAHAYU  
NIM. 099311482/D

**PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
SURABAYA  
1999**

ii

PENGARUH LATIHAN AEROBIK TERHADAP KESEGERAN  
JASMANI DAN RESPONS IMUNOLOGIK TUBUH

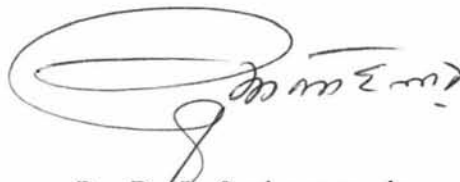
Perbaikan

disertasi ini telah disetujui

tanggal 15 Juni 1999

Untuk Ujian Tahab II

PROMOTOR



Pro Dr. R. Soekarman, dr  
NIP. 130445292

KO-PROMOTOR



Dr. Suhartono Taat Putra, dr, MS  
NIP. 130934628

Telah diuji pada ujian tertutup  
Tanggal, 21 April 1999

---

PANITIA PENGUJI DISERTASI

Ketua : Prof Purnomo Suryohudoyo, dr

Anggota : 1. Prof Dr R Soekarman, dr  
2. Dr Suhartono Taat Putra, dr, MS  
3. Prof Martin Setiabudi, dr, PhD  
4. Prof Dr Lukman O.T.M.P  
5. Widodo J Pudjiraharjo, dr, MS, MPH,Dr.PH  
6. Dr Sunarko Setyawan , dr,MS

Ditetapkan dengan Surat Keputusan

Rektor Universitas Airlangga

Nomor: 3890/JO3/PP/1999

Tanggal 30 April 1999

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kepada Allah Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang yang telah memberikan limpahan rahmat dan karuniaNya sehingga saya dapat menyelesaikan disertasi ini.

Berbagai masalah yang muncul silih berganti dalam penyelesaian disertasi ini, akhirnya dapat teratasi berkat bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

Prof Dr H R Soekarman, dr, AIF, sebagai Promotor yang telah tulus ikhlas dengan penuh kesabaran membantu, membimbing, memberikan dukungan, arahan, koreksi dan saran secara terus-menerus sehingga saya dapat menyelesaikan disertasi ini.

Dr Suhartono Taat Putra, dr, MS, sebagai Ko-promotor yang telah tulus ikhlas dengan penuh kesabaran membantu, membimbing, memberikan koreksi, saran, masukan dan arahan yang sangat bermanfaat sehingga saya dapat menyelesaikan disertasi ini.

Pemerintah Republik Indonesia c.q. Menteri Pendidikan dan Kebudayaan melalui Tim Management Program Doktor yang telah memberikan bantuan finansial sehingga meringankan beban saya dalam menyelesaikan pendidikan doktor.

Rektor Universitas Airlangga Prof H Soedarto, dr, DTM&H, PhD, yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk mengikuti dan menyelesaikan program doktor ini. Demikian kepada Prof Bambang Rahino Setokoesoemo, dr, mantan Rektor Universitas Airlangga yang telah memberi kesempatan untuk menempuh program doktor pada Program Pascasarjana Universitas Airlangga.

Direktur Program Pascasarjana Universitas Airlangga Prof Dr H Soedijono, dr, dan mantan Direktur Program Pascasarjana Universitas Airlangga Prof Dr Soetarjadi, Apt, yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk mengikuti program doktor pada Program Pascasarjana Universitas Airlangga.

Staf Pengajar Program Pascasarjana UNAIR pada semester I sampai III angkatan 1993/1993: Prof H Bambang Rahino Setokoesoemo, dr; Prof Abdul Gani, SH, MS; Prof Purnomo Suryohudoyo, dr; Prof Eddy Pranowo Soediby, dr, MPH; Prof Dr Pitono Soeparto, dr, DSAK; Prof Dr Thomas Kardjito, dr; Prof Dr Noor Rahman, dr; Prof Rachmat Santoso, dr; Prof Dr P G Konthen, dr; Widodo JP, dr, MS, MPH, DrPh; Fuad Amsyari, dr, MPH, PhD; Dr M Zainuddin, Apt; Prof Dr Yoes Priyatna Dahlan, dr, MSc; Dr Judajana, dr; Dr Sarmanu, Drh, MS; dr Suhartono Taat Putra, dr, MS; Dr Irwan Setiabudi, dr; Prof J Glinka; Dr Julia Maria, drg, MS; Dr Theodorus I Setiawan, dr; Prof Dr Lukas Widyanto, dr; Prof Dr Pramono Hadi, dr; Dr Djoko Soemantri, yang telah membekali ilmu pengetahuan serta meberikan dorongan dan bimbingan.

Semua panitia penguji disertasi tahap 1: Prof Purnomo Suryohudoyo, dr; Prof Dr H R Soekarman, dr; Dr Suhartono Taat Putra, dr, MS; Prof Martin Setiabudi, dr, PhD; Prof Dr Lukman OT, MP; Widodo JP, dr, MS, MPH, DrPh dan Dr Sunarko Setyawan, dr, MS, yang telah banyak membantu memberikan koreksi, saran dan masukan untuk perbaikan disertasi ini.

Guru dan Dosen saya sejak saya di Sekolah Dasar, Sekolah Menengah Pertama, Sekolah Guru Olahraga, Fakultas Pendidikan Olahraga dan Kesehatan IKIP Semarang dan Ilmu Kesehatan Olahraga Program Pascasarjana Universitas Airlangga Surabaya, saya

sampaikan penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala pendidikan dan bimbingan yang telah diberikan kepada saya.

Rektor IKIP Semarang Prof Rasdi Ekosiswojo, Drs, MSc dan mantan Rektor IKIP Semarang Prof Dr Retmono atas ijin yang diberikan kepada saya untuk mengikuti Pendidikan Program Doktor, serta dorongan dan spiritnya kepada saya guna menyelesaikan pendidikan ini.

Dekan FPOK IKIP Semarang Tohar, Drs dan mantan Dekan FPOK IKIP Semarang Prof Dr Dumadi, atas ijin dan semangat serta dorongan yang diberikan kepada saya untuk mengikuti dan menyelesaikan pendidikan Program Doktor.

Prof Martin Setiabudi, dr, PhD, kepada laboratorium Ilmu Faal Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga yang telah memberi kesempatan kepada saya untuk dapat menggunakan fasilitas yang ada dilaboratorium dan atas dorongan serta motivasi yang diberikan kepada saya untuk melanjutkan pendidikan S3.

Prof Dr Lukas Widyanto, dr, yang telah berkenan meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberi bimbingan, pengarahan dan motivasi kepada saya.

Prof Dr Lukman OT, MP, guru besar dari FPOK IKIP Negeri Surabaya yang telah banyak memberikan masukan untuk perbaikan penelitian dan disertasi ini.

Prof Dr Yoes Prijatna Dahlan, dr, MSc, Pimpinan Laboratorium TDRC beserta Staf yang telah mengijinkan dan membantu saya untuk menggunakan fasilitas yang ada di Laboratorium TDRC.

Widodo JP, dr, MS, MPH, DrPh, yang telah membantu dalam menyusun metodologi penelitian dan memberikan banyak masukan untuk penyempurnaan disertasi ini.

Dr Sunarko Setyawan, dr, MS, atas bimbingan, saran dan bantuan dalam bidang imuologi olahraga dan bantuannya dalam pemeriksaan subset limfosit CD4+ dan CD8+ sehingga saya dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan disertasi ini.

Elyana Asnar STP, dr, MS, yang telah banyak membantu dalam menyediakan berbagai literatur yang saya perlukan selama saya melanjutkan studi di UNAIR.

Sdr Abdul Kholik, ahli Madya bidang statistik staf laboratorium komputasi jurusan Statistik fakultas MIPA ITS Surabaya, yang telah membantu dalam analisis data penelitian.

Dr Paulus Liben, dr, MS, staf pengajar FK UNAIR yang telah memberikan masukan untuk perbaikan disertasi ini.

Seluruh Staf Perpustakaan Universitas Airlangga atas segala bantuan yang telah diberikan.

Pimpinan Laboratorium Klinik Prodia Cabang Semarang beserta Stafnya atas kebaikan dan bantuan yang telah diberikan kepada saya dalam pengambilan sampel penelitian.

Pimpinan Laboratorium Klinik Prodia Surabaya beserta stafnya atas kebaikan dan bantuan yang telah diberikan dalam membantu pengukuran variabel penelitian saya.

Kepala Sekolah dan Guru Olahraga SMU Negeri Semarang yang telah memberikan ijin dan bantuan penelitian yang saya lakukan.

Siswa SMU Negeri 1 Semarang yang telah dengan sukarela dan pengertian yang besar bersedia menjadi orang coba dengan mengalami berkali-kali latihan dan tes. Karena tanpa kedisiplinan mereka mustahil penelitian ini dapat dilaksanakan.

Sejawat di FPOK IKIP Semarang beserta staf yang selalu membantu saya selama saya menyelesaikan studi S3.



Keluarga Mbah Soeparman dan Keluarga Bapak Sumardi (almarhum) yang selalu mendukung, memberi semangat dan bantuan dengan ikhlas kepada saya selama melanjutkan studi di Unair.

Ayahanda Soekarno dan Ibunda Sukarti tercinta yang telah mendidik dan membesarkan saya dengan penuh kasih sayang dan selalu memberikan dukungan, bantuan dan mendoakan saya.

Bapak Subuh dan Ibu Kasimah mertua saya tercinta yang dengan penuh pengertian selalu membantu, mendukung dan mendoakan saya.

Bapak John J Verhoeven, Ir, yang telah memberikan dukungan, semangat dan membantu kami sekeluarga baik moril maupun materiil selama saya menyelesaikan pendidikan.

Yang tercinta suami saya Gunawan, Spd dan ketiga anak saya tercinta : Shanty, Wulan dan Pita atas segala pengertian, pengorbanan, dorongan, semangat dan bantuan yang tak terhingga yang telah diberikan kepada saya untuk melanjutkan dan menyelesaikan pendidikan doktor ini.

Kepada semua pihak, handai taulan dan para sejawat yang tak dapat saya sebutkan satu persatu namanya, atas segala bantuannya selama saya menempuh pendidikan doktor ini.

Akhirnya semoga Allah yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang melimpahkan rahmat dan karuniaNya kepada semua pihak yang telah membantu saya dengan ikhlas selama saya menyelesaikan pendidikan doktor ini. Amin.

## RINGKASAN

Latihan fisik merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia. Sampai saat ini penilaian hasil latihan fisik yang berupa kebugaran jasmani masih diarahkan pada peningkatan prestasi yang berdasar pada kinerja fisik. Padahal kebugaran jasmani bukan sekedar *physical fitness* saja, tapi lebih dari itu, sebab kebugaran jasmani mempunyai aspek yang lebih luas yang mencakup fungsi seluruh tubuh termasuk sistem imun, kemampuan fisik saja belum mencerminkan sistem ketahanan imunologik tubuh. Latihan fisik pada hakekatnya stressor fisik yang antara lain dapat mempengaruhi homeostasis dari sistem ketahanan imunologik tubuh. Indikator kebugaran jasmani berdasarkan kinerja fisik belum ada kesesuaian dengan dengan indikator ketahanan imunologik tubuh. Sebab orang yang mempunyai kemampuan kinerja fisik baik belum tentu orang tersebut mempunyai daya tahan tubuh yang baik terhadap penyakit. Demikian sebaliknya orang yang mempunyai daya tahan tubuh yang baik terhadap penyakit belum tentu orang tersebut kemampuan kinerja fisiknya juga baik. Seharusnya latihan fisik dapat meningkatkan kemampuan kinerja fisik tanpa menurunkan ketahanan imunologik tubuh.. Namun sampai saat ini dosis latihan yang demikian itu belum diketahui. Oleh karena itu dalam penelitian ini digunakan suatu *paradigma fisiobiologi* dengan 2 konsep pendekatan yaitu *konsep neuromuskuloskeletal* dan *psikoneuroimunologi* untuk mencari dosis latihan fisik yang dapat meningkatkan kebugaran jasmani tanpa menurunkan ketahanan imunologik tubuh.

Sebagai rumusan masalah adalah: Apakah dosis latihan aerobik dengan intensitas 65-75% DJM (denyut jantung maksimal) dengan frekuensi 2, 3 dan 4 kali

perminggu dapat meningkatkan kebugaran jasmani berdasarkan indikator kinerja fisik tanpa menurunkan respons imun? Dosis latihan manakah diantara 2, 3 dan 4 kali perminggu yang dapat meningkatkan kebugaran jasmani secara optimal dan menunjukkan respons imun yang lebih baik berdasarkan pola?

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan dosis latihan fisik yang dapat meningkatkan kebugaran jasmani yang optimal berdasarkan indikator kinerja fisik tanpa menurunkan kinerja sistem imun. Adapun tujuan khusus penelitian ini, meliputi:

- 1) Membuktikan bahwa dosis latihan aerobik dengan intensitas 65-75% DJM frekuensi 2, 3 dan 4 kali perminggu selama 6 minggu dapat meningkatkan kebugaran jasmani berdasarkan indikator kinerja fisik tanpa menurunkan respons imun; 2) Membuktikan bahwa latihan aerobik dengan intensitas 65-75% DJM frekuensi 3 dan 4 kali perminggu dapat meningkatkan kebugaran jasmani secara optimal dan menunjukkan respons imun yang lebih baik berdasarkan pola.

Untuk maksud tersebut dilakukan penelitian *eksperimental* dengan *randomized pretest-posttest control group design*. Sampel diambil dari populasi siswa Sekolah Menengah Umum dengan kriteria: jenis kelamin laki-laki, umur-15-17 tahun, tidak ada kelainan fisik, sehat dan tingkat kebugaran jasmani sedang serta bukan atlet. Dari seluruh siswa yang memenuhi kriteria sampel diambil sejumlah 60 orang secara random yang selanjutnya dibagi menjadi 4 kelompok secara random, yaitu kelompok latihan dengan frekuensi 2 kali perminggu, kelompok latihan dengan frekuensi 3 kali perminggu, kelompok latihan dengan frekuensi 4 kali perminggu dan kelompok kontrol. tanpa diberi latihan. Variabel bebas (perlakuan)

yaitu latihan aerobik lari menempuh jarak 1600 meter dengan kecepatan konstan dan intensitas latihan berkisar 65-75% denyut jantung maksimal (DJM)., dengan frekuensi 2, 3 dan 4 kali perminggu, selama 6 minggu. Untuk mengukur variabel tergantung dilakukan uji kesegaran jasmani di lapangan dan pengujian laboratorik imunologik. Variabel kesegaran jasmani berdasarkan indikator kinerja fisik meliputi: *sprint* 50 meter, lompat jauh tanpa awalan, *pull-up*, *shuttle-run* 4 x 10 meter, *sit-up*, kelentukan togok dan lari jauh 1000 meter. Sedangkan variabel respons imun, meliputi: *eosinofil*, *basofil*, *neutrofil*, *monosit*, *total limfosit*, *sub set limfosit T CD4+* dan *CD8+*, *Imunoglobulin (Ig) A*, *IgG* dan *IgM*.

Dengan menggunakan uji analisis varian terhadap variabel kesegaran jasmani, dapat dibuktikan bahwa dosis latihan aerobik intensitas 65-75% DJM dengan frekuensi 2, 3 dan 4 kali per minggu dapat meningkatkan nilai indeks kesegaran jasmani ACSPT. Pada kelompok dosis latihan 2 kali perminggu peningkatan hanya terjadi pada kemampuan lari 1000 meter ( $P < 0,05$ ) dan peningkatan nilai indeks kesegaran jasmani ( $P < 0,05$ ). Pada kelompok dosis latihan 3 kali perminggu nilai indeks kesegaran jasmani meningkat sangat bermakna ( $P < 0,01$ ), peningkatan tersebut antara lain disebabkan oleh meningkatnya kemampuan *sprint* 50 meter, lompat jauh tanpa awalan, *shuttle-run* dan lari 1000 meter. Pada kelompok dosis latihan frekuensi 4 kali per minggu nilai indeks kesegaran jasmani meningkat sangat signifikan ( $P < 0,01$ ), yang didukung oleh meningkatnya kemampuan *sprint* 50 meter, lompat jauh tanpa awalan, *shuttle-run*, *sit-up*, dan lari jauh 1000 meter. Dengan anava dibuktikan bahwa kelompok dosis latihan frekuensi 3 dan 4 kali perminggu tidak

terdapat perbedaan yang bermakna ( $P > 0,05$ ), kelompok 3 dan 4 kali perminggu menunjukkan hasil yang lebih baik ( $P < 0,01$ ).

Dengan menggunakan uji analisis multivariat terhadap variabel respons imun, menunjukkan bahwa berdasarkan ketujuh variabel respons imun IgA, IgG, IgM, PMN, TCD4+, TCD8+ dan Monosit antara ketiga dosis latihan 2, 3 dan 4 kali perminggu tidak menurunkan respons imun. Untuk melihat variabel pembeda terkuat yang membedakan antara ketiga dosis latihan tersebut dilakukan uji diskriminan. Berdasarkan analisis diskriminan diperoleh 4 variabel pembeda, yaitu: IgG, IgM, TCD4+ dan Monosit. Perbedaan tersebut ternyata terjadi antara kelompok dosis latihan 2 dan 4 kali perminggu dan antara kelompok dosis latihan 3 dan 4 kali perminggu, sedangkan antara kelompok dosis latihan 2 dan 3 kali perminggu tidak terdapat perbedaan yang bermakna. Dari hasil analisis diskriminan kelompok dosis latihan 2 dan 3 kali perminggu menunjukkan respons imun seluler (TCD8+ dan Monosit) yang lebih baik dibandingkan dengan kelompok dosis latihan 4 kali perminggu. Sedangkan pada kelompok dosis latihan 4 kali perminggu menunjukkan respons imun humoral (IgG dan IgM) yang lebih baik dibandingkan kelompok dosis latihan 2 dan 3 kali perminggu. Namun analisis multivariat berdasarkan pola respons imun yang terbentuk antara ketiga kelompok dosis latihan perbedaannya tidak signifikan. ( $P > 0,05$ ).

Berdasarkan hasil dan analisis statistik yang diperoleh maka dapat disimpulkan bahwa dosis latihan aerobik 2, 3 dan 4 kali perminggu dapat meningkatkan kesegaran jasmani berdasarkan indikator kinerja fisik tanpa terjadi penurunan respons imun. Dan dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa dosis

latihan aerobik intensitas 65-75% DJM frekuensi 3 dan 4 kali perminggu selama 6 minggu dapat meningkatkan kebugaran jasmani secara optimal dan menunjukkan respons imun yang lebih baik berdasarkan pola, pada orang dewasa muda laki-laki bukan atlet.

## ABSTRACT

**Key words:** medium intensity aerobic exercise, physical fitness, immune response.

An experimental study on untrained male students of Senior High School was performed to observe the effects of medium intensity aerobic exercise with a frequency of 2, 3 and 4 times per week on physical fitness and immune responses.

The randomized pretest-posttest control group design were used in this study. Independent variable was exercise aerobic of medium intensity. The loads (intensity) of aerobic exercises were controlled by heart rate (65-75% MHR). Exercises were performed during 6 weeks with a frequency's of 2, 3 and 4 times per week. The sixty subjects of untrained young males 15-17 years old were grouped into four groups: first group exercise with a frequency's 2 times per week, second group 3 times per week, third group 4 times per week and fourth for control group (without exercise). Dependent variables were physical fitness and immune responses. The physical fitness test and immune responses were taken before and 6 week after physical training program. Physical fitness variables including: 50 meter sprint, standing broad jump, pull ups, 4x10 meter shuttle-run, sit-ups, forward flexion of thrunk and 1000 meter distance-run. According to immunological variables: eosinophyl, basophyl, neutrophyl, monocyte, total lymphocytes, sub-set lymphocyte TCD4+ and TCD8+ cells, IgA, IgG and IgM.

The results show that aerobic exercise of medium intensity could increase physical fitness index value (dose 2x/week  $P < 0,05$ ; 3x/week  $P < 0,01$ ; 4x/week  $P < 0,01$ ). Significant deference was evidance for the physical fitness index value between doses 2, 3 and 4 x/week (2x/week  $<$  3x/week = 4x/week). The effect of aerobic exercise toward the response immune (1) exercise aerobic 2x/week increase the PMN and monosit; (2) aerobic exercises 3x/week increase the PMN, Ts, monosit); (3) aerobic exercises 4x/week increase IgA, IgG. The result of multivariate analysis show deference between dose 2, 3 and 4 times/week (2x/week = 3x/week  $<$  4x/week).

Finally this study which use physiobiology paradigm based with neuromusculoskeletal and psychoneuroimmunology concept on the modulation of skeletal muscle and immune system activity cause by aerobic exercises, suggest that a dose aerobic exercise of medium intensity 2x/week can be used for maintenance physical fitness and immune respons, and a dose 3x/week can be used increse physical fitness and maintenance immune respons, and dose aerobik exercise 4x/week can be used to increase physical fitness performance as well as improve a immune response.

## DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI .....	xvi
DAFTAR GAMBAR .....	xx
DAFTAR TABEL .....	xxii
DAFTAR ISTILAH .....	xxiv
DAFTAR SINGKATAN .....	xxvi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xviii
1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Manfaat Hasil Penelitian .....	6 A
2 TINJAUAN PUSTAKA .....	6 B
2.1 Kesegaran Jasmani .....	6
2.1.1 Pengertian Kesegaran Jasmani .....	6
2.1.2 Komponen Kesegaran Jasmani .....	8
2.1.3 Manfaat dan Kesegaran Jasmani .....	10
2.1.4 Faktor Yang Mempengaruhi Kesegaran Jasmani .....	11
2.2 Latihan Fisik .....	12
2.2.1 Pengertian Latihan Fisik .....	12
2.2.2 Prinsip-prinsip Latihan Fisik .....	14
2.2.3 Latihan Aerobik .....	16



2.2.4 Latihan Aerobik Jenis Lari .....	18
2.2.5 Analisis Teknik Gerak Lari .....	19
2.3 Pengaruh Latihan Pada Kesegaran Jasmani .....	20
2.3.1 Pengaruh Latihan Pada kinerja Fisik .....	21
2.3.2 Pengaruh Latihan Pada Otot Skelet .....	23
2.3.3 Peran Sistem Saraf pada Latihan Fisik.....	27
2.3.4 Adaptasi Otot Skelet Pada Latihan Aerobik.....	37
2.3.5 Pengaruh Latihan Pada Kardiorespiratori .....	40
2.4 Peran Dan Adaptasi Sistem Imun Pada latihan Fisik .....	45
2.4.1. Sistem Imun .....	45
2.4.2 Sel Sistem Imun .....	45
2.4.3 Tipe-tipe Sel Imun .....	47
2.4.4 Immunoglobulin dan Antibodi .....	52
2.4.5 Sitokin .....	57
2.4.6 Proses Respons Imun .....	59
2.4.7 Hubungan Sistem Saraf, Sistem Endokrin Dan Sistem Imun .....	61
2.4.8 Pengaruh Latihan Fisik Terhadap Stres dan Sistem Imun .....	67
2.4.8 Pengaruh Latihan Aerobik Pada Respons Imun .....	72
3. KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS .....	80
3.1 Kerangka Konseptual Penelitian .....	80
3.2 Hipotesis .....	82
4 METODE PENELITIAN .....	84
4.1 Jenis Dan Rancangan Penelitian .....	84

4.1.1 Jenis Penelitian .....	84
4.1.2 Rancangan Penelitian .....	84
4.2 Konsep Pendekatan .....	86
4.3 Populasi, Sampel dan Teknik Pengambilan Sampel .....	86
4.3.1 Populasi dan Sampel .....	86
4.3.2 Status Kesehatan Sampel .....	87
4.3.3 Teknik Pengambilan Sampel .....	87
4.3.4 Penentuan Besar Sampel .....	88
4.4 Variabel Penelitian .....	89
4.4.1 Variabel Bebas .....	89
4.4.2 Variabel Tergantung .....	89
4.4.3 Variabel Moderator .....	90
4.5 Definisi Operasional Variabel .....	90
4.6 Tata Laksana Penelitian .....	91
4.6.1 Persiapan Penelitian .....	91
4.6.2 Membuat Jadwal Penelitian .....	91
4.6.3 Pelaksanaan Penelitian .....	91
4.7 Alat pengumpulan Data .....	92
4.7.1 Instrumen Untuk Mengukur Kesegaran jasmani.....	92
4.7.2 Instrumen Untuk Mengukur Variabel Respons Imun.....	93
4.7.2 Instrumen Untuk mengukur Variabel Moderator .....	94
4.8 Teknik Analisis Data .....	94
4.8.1 Analisis Data Kesegaran Jasmani .....	94

4.8.2 Analisis Data Respons Imun .....	96
5 HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS .....	99
5.1 Hasil Pengukuran Kreteria Sampel .....	99
5.2 Hasil Analisis Variabel Tergantung .....	101
5.2.1 Variabel Kesegaran Jasmani .....	101
5.2.2 Variabel Tergantung Respons Imun .....	107
5.2.3 Respons Imun Pada Setiap Tingkat Kesegaran Jasmani .....	111
6 PEMBAHASAN .....	112
7. KESIMPULAN DAN SARAN .....	128
7.1 Kesimpulan .....	128
7.2 Saran .....	128
DAFTAR PUSTAKA .....	131
LAMPIRAN .....	153

**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
Gambar 2.1 : Suatu model yang menggambarkan pola hubungan yang kompleks antara aktivitas fisik , kesegaran jasmani dan kesehatan .....	11
Gambar 2.2 : Skema dari mekanisme adaptasi umum .....	16
Gambar 2.3 : Bagan yang menunjukkan fungsi, hubungan dan perkaitan lintasan-lintasan motorik .....	35
Gambar 2.4 : Bagan hubungan sistem motorik pyramidalis dan extrapyramidalis .....	36
Gambar 2.5 : Pendewasaan limfosit, perkembangan limfosit dewasa sebelum bertemu dengan antigen terjadi jaringan limfosit primer dan respons imun terhadap konfigurasi asing terjadi di jaringan limfoid perifer .....	46
Gambar 2.6 : Pendewasaan fagosit mononuklear .....	48
Gambar 2.7 : Diagram skematik molekul imunoglobulin .....	52
Gambar 2.8 : Perubahan limfosit B dan T masing-masing pada respons imun humoral dan seluler .....	59
Gambar 2.9 : Bagan respons imun humoral primer dan sekunder .....	60
Gambar 2.10 : Interaksi antara sistem saraf, sistem endokrin dan sistem imun	62
Gambar 2.11 : Diagram skematik hubungan antara otak, HPA Axis dan sel imun .....	64

komponen dari sistem imun .....	66
Gambar 2.13 : Efek kortisol pada cell mediated immunity .....	70
Gambar 5.1 : Grafik <i>mean</i> nilai indeks kesegaran jasmani hasil pretest dan posttest .....	103
Gambar 5.2 : Grafik delta <i>mean</i> perubahan nilai-T indeks kesegaran jasmani kelompok 2, 3 dan 4 kali per minggu .....	104
Gambar 5.3 : Pola respons imun pada kelompok dosis latihan 2, 3 dan 4 kali per minggu .....	110



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 : Leukosit dan limfosit sirkulasi .....	47
Tabel 2.2 : Sitokin .....	58
Tabel 2.3 : Latihan fisik sedang dan sitokin .....	79
Tabel 4.1 : Tabel nilai-T indeks kesegaran jasmani ACSPT untuk Pelajar SLTA Putra .....	95
Tabel 4.2 : Norma tes kesegaran jasmani bagi pelajar SLTA putra .....	96
Tabel 5.1 : Mean dan SD variabel umur, berat badan, tinggi badan dan panjang tungkai .....	99
Tabel 5.2 : Mean dan SD hasil tes pemeriksaan laboratorik .....	100
Tabel 5.3 : Data Mean dan SD perubahan komponen kesegaran jasmani pada setiap kelompok .....	101
Tabel 5.4 : Mean dan SD hasil pretest dan posttest nilai-T indeks kesegaran jasmani .....	102
Tabel 5.5 : Perubahan nilai-T indeks kesegaran jasmani ACSPT kelompok dosis latihan 2, 3, 4 kali perminggu dan kelompok kontrol .....	103
Tabel 5.6 : Hasil perbandingan perubahan nilai-T indeks kesegaran jasmani antara kelompok dosis latihan 2, 3, 4 kali per minggu dan kelompok kontrol .....	105
Tabel 5.7 : Kategori kesegaran jasmani hasil latihan .....	106

Tabel 5.8 : Mean dan SD respons imun kelompok dosis latihan 2, 3 dan 4 kali per minggu ..	107
Tabel 5.9 : Ringkasan analisis diskriminan .....	108
Tabel 5.10 : Pengelompokan respons imun berdasarkan kelompok dosis latihan	109
Tabel 5.11 : Angka besaran variabel respons imun yang membentuk pola respons imun pada setiap kelompok dosis latihan .....	110

## DAFTAR ISTILAH

### **Kesegaran jasmani (Physical Fitness)**

Kesegaran jasmani yang dimaksud dalam penelitian ini adalah physical fitness yang dilihat dari kemampuan kinerja muskuloskeletal.

### **Imunologi olahraga (Exercise-Immunology)**

adalah ilmu yang mempelajari perubahan pada sistem imun selama latihan fisik (olahraga) (Mackinnon, 1992).

### **Ketahanan Imunologik Tubuh**

Ketahanan imunologik tubuh yang dimaksud dalam penelitian ini adalah ketahanan tubuh yang dicerminkan oleh sistem imun.

### **Pola Respons Imun**

Pola respons imun adalah bentuk respons ketahanan imunologik tubuh yang dicerminkan oleh besarnya kontribusi variabel penyusun pola.

### **Sehat (Health)**

Sehat artinya dalam keadaan fisik yang baik, bebas dari sakit (mengacu pada keadaan tubuh yang bebas dari penyakit (Salim, 1991).

Sehat berarti dalam keadaan baik segenap badan dan bagian-bagiannya (bebas dari sakit) (Tim Penyusun Kamus Pusat Pembinaan dan Pengembangan Bahasa, 1989)

Sehat yaitu keadaan tubuh yang bebas dari penyakit dan tahan terhadap faktor-faktor potogen (Virus, 1995).

### **Fit**

Fit artinya mampu, sesuai, cocok (Simon, 1983).

Fit artinya berdaya tahan baik, sehat (Salim, 1991).

Fit artinya suatu keadaan berdaya tahan bagi tubuh untuk melakukan aktivitas fisik (Tim Penyusun Kamus Pusat Pembinaan dan Pengembangan Bahasa, 1989).

### **Fitness**

artinya kemampuan (Simon, 1983).

### **Fisik**

artinya badan atau jasmani (Salim, 1991)

### **Fisiologik/Physiological**

adalah karakteristik dari atau peningkatan normal atau berfungsi secara sehat (Simon, 1983).

### **Physical Fitness**

artinya kemampuan fisik, atau kemampuan melakukan kerja otot dengan baik (Bouchard, 1990).



**Physiological Fitness**

adalah kemampuan fungsi-fungsi sistem tubuh (Bouchard, 1990), diantaranya adalah kemampuan fungsi sistem imun.

**Dosis**

adalah beban yang terukur (takaran) (Salim, 1991).

**Dosis Latihan Fisik**

adalah beban latihan fisik yang terukur yang meliputi: jenis, intensitas, waktu dan frekuensi latihan (Bouchard, 1990).

**Respons Dosis Latihan**

adalah merupakan tanggapan tubuh terhadap pengaruh beban (dosis) latihan fisik, yang antara lain dapat dilihat pada respons sistem neuromuskuler, kardio respiratori, kardiovaskuler dan metabolisme (energi) atau sistem tubuh lainnya, termasuk sistem imun (Bouchard, 1990).

## DAFTAR SINGKATAN

ACSPFT	: Asian Committee on the Standardization of Physical Fitness Test
HR	: Heart Rate
MHR	: Maximal Heart Rate
HRR	: Heart Rate Reserve
ADCC	: Antibody Dependent Cell Mediated Cytotoxicity
APC	: Antigen Presenting Cell
FITC	: Fluorescein Isothyocyanate
FIP	: Ficol Isopaque
IFN	: Interferon
Ig	: Immunoglobulin
IL	: Interleukin
LGL	: Large Granular Lymphocytes
MHC	: Major Histocompatibility Complex
NK	: Natural Killer
Tc	: T cytotoxic
TcR	: T cell Receptor
Th	: T helper

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	1. Daftar SMU Negeri di Kotamadia Semarang.....	152
Lampiran	2. Protokol Penelitian.....	153
Lampiran	3. Jadwal Latihan .....	154
Lampiran	4. Informed Consent.....	155
Lampiran	5. Tes Kebugaran Jasmani ACSPT .....	156
Lampiran	6. Pengukuran Darah Lengkap (DL).....	161
Lampiran	7. Metode Pengukuran Subset limfosit Th dan Ts .....	166
Lampiran	8. Metode Pengukuran Imunoglobulin (Ig).....	168
Lampiran	9. Hasil Uji Statistik Kriteria Sampel .....	169
	9.1 Hasil Umur (UM) .....	169
	9.2 Berat Badan (BB).....	170
	9.3 Tinggi Badan (TB) .....	171
	9.4 Panjang Tungkai .....	172
	9.5 Tekanan Darah .....	173
	9.6 Tabel Hasil pemeriksaan Laboratorik .....	178
	9.7 Analisis Statistik Hasil Pemeriksaan Laboratorium .....	181
Lampiran	10. Hasil Tes Kebugaran Jasmani ACSPT.....	182
	10.1 Hasil Pretest Kebugaran Jasmani ACSPT .....	182
	10.2 Hasil Posttest Kebugaran Jasmani ACSPT .....	186
Lampiran	11. Hasil Uji Statistik Variabel Kebugaran Jasmani .....	190
	11.1 Uji Anava Nilai-T .....	190
	11.2 Analisis Multivariat variabel komponen Kebugaran Jasmani..	202

Lampiran	12. Variabel Respons Imun .....	212
	12.1 Data Asli Variabel Respons Imun .....	212
	12.2 Data Perubahan Respons Imun .....	215
	12.3 Hasil Uji Statistik Variabel Respons Imun .....	217

## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Sejauh ini latihan fisik dan olahraga banyak dikaitkan dengan peningkatan kesegaran jasmani dan kesehatan individu sebagai upaya meningkatkan kualitas sumberdaya manusia. Namun demikian masih memerlukan banyak penelitian ilmiah yang mendukung pernyataan tersebut. Karena sampai saat ini penilaian hasil latihan terutama masih diarahkan pada peningkatan prestasi yang berdasar pada kemampuan kinerja fisik (Rushall, 1992; Nieman, 1997). Padahal kualitas sumber daya manusia yang diharapkan bukan sekedar punya kemampuan kinerja fisik yang baik saja akan tetapi juga sehat (Bouchard, 1990). Sehat artinya bukan hanya bebas dari penyakit tetapi juga punya daya tahan terhadap patogen (Virus, 1995). Untuk itu dalam menilai kesegaran jasmani hasil latihan fisik tidak cukup hanya melihat kemampuan kinerja fisiknya saja tetapi juga harus memperhatikan kualitas kinerja sistem imun tubuh. Namun sejauh ini belum ada dosis latihan yang optimal untuk kedua kinerja sistem tubuh tersebut.

Dosis latihan yang terlalu menekankan pada peningkatan kemampuan kinerja fisik dan kurang memperhatikan kondisi sistem imun, dapat menimbulkan gangguan homeostasis pada sistem imun yang dapat mempengaruhi kinerja sistem tubuh yang lain disamping dapat menyebabkan tubuh menjadi rentan terhadap penyakit, sehingga kemungkinan kemampuan kinerja fisik yang dicapai juga tidak dapat optimal. Bila dosis latihan yang optimal untuk meningkatkan kemampuan kinerja fisik tanpa

Fox (1988) yang pertama yaitu mengetahui sistem energi utama yang dipakai untuk melakukan suatu aktivitas, dan kemudian menyusun program latihan dengan prinsip overload yang mengembangkan sistem energi yang khusus yang lebih dari pada yang lain.

Pengertian aerobik berkaitan erat dengan aktivitas latihan yang dilakukan dengan adanya oksigen, yaitu adanya kemampuan pada individu untuk menggunakan oksigen yang cukup untuk memenuhi kebutuhan pada waktu melakukan latihan fisik (Shangold & Mirkin, 1988).

Pada latihan aerobik sistem oksigen merupakan sumber energi predominan. Latihan aerobik ini merangsang kerja jantung, pembuluh darah dan paru. Peranan latihan fisik yang teratur menurut sistem aerobik dapat meningkatkan kesegaran jasmani dan kesehatan (Cooper, 1993). Latihan aerobik akan meningkatkan kapasitas aerobik, cadangan tenaga menjadi lebih besar, sehingga tubuh akan lebih mampu mempertahankan kondisi pada suatu aktivitas (Cooper, 1983).

Latihan aerobik dapat dibedakan berdasarkan cara pelaksanaannya, yaitu latihan yang terus-menerus (kontinyu), latihan interval dan fartlek (Hazeldin, 1989). Latihan menerus (kontinyu) dapat dipertahankan untuk waktu 5 menit atau lebih, dan dapat dikategorikan dalam latihan untuk waktu lama. Pada latihan aerobik yang menerus tersebut, metabolisme energi yang bekerja terutama sistem metabolisme aerobik, sedangkan bahan bakar yang digunakan terutama lemak (Soekarman, 1991; Pate, 1993).

menurunkan kinerja sistem imun sudah diketemukan, maka tujuan latihan fisik untuk meningkatkan kesegaran jasmani dan kesehatan akan benar-benar terwujud.

Latihan fisik pada hakekatnya *stressor* yang diberikan kepada tubuh untuk menghasilkan adaptasi yang dapat meningkatkan kapasitas fungsional berbagai sistem dalam tubuh (Lamb, 1984; Viru, 1985; Viru, 1995; David, 1997). Namun pada kenyataannya pembinaan olahraga melalui latihan fisik yang terlalu ditekankan pada peningkatan kinerja fisik sering menimbulkan gangguan homeostasis dari sistem imun, sehingga dapat menimbulkan kerentanan terhadap penyakit (Hoffman, 1994; Nieman, 1997). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pada orang yang bukan atlet yang menjalani program latihan fisik sampai pada satu bulan pertama menurunkan IgA, IgG dan IgM (Putra, 1992), menurunkan total limfosit dan rasio Th/Ts (Baj, 1992). Latihan fisik dengan intensitas lebih dari 75% maximal heart rate (MHR) dapat menekan sistem imun (Strasner, 1997). Hasil penelitian menunjukkan bahwa latihan fisik dengan intensitas 80-90% HRR dengan frekuensi 3 kali perminggu ternyata dapat menurunkan respons imun adaptif yang terlihat pada penurunan limfosit B dan rasio Th/Ts, sedangkan latihan aerobik dengan intensitas 55-65% heart rate reserve (HRR) selama 20 menit dengan frekuensi 3 kali perminggu memberikan respons imun yang lebih baik (Setyawan, 1996), namun menurut beberapa pakar, latihan dengan intensitas 55-65% HRR kurang efektif untuk meningkatkan kemampuan kinerja fisik. Oleh karena itu dalam penelitian ini digunakan intensitas latihan 65-75% MHR dengan harapan respons imun tidak terganggu dan dapat meningkatkan kinerja fisik yang mendukung kesegaran jasmani.

Frekuensi latihan yang digunakan untuk meningkatkan kinerja fisik pada umumnya adalah 3 sampai 5 kali perminggu (Cooper, 1982; Cooper, 1993; Fox, 1988). Penelitian terhadap latihan fisik dengan intensitas latihan 85-90% MHR, lama latihan 30 menit dengan frekuensi 1, 3 dan 5 kali perminggu, setelah 20 kali latihan hasilnya menunjukkan bahwa yang paling menguntungkan adalah latihan dengan frekuensi 3 kali perminggu meskipun peningkatan VO<sub>2</sub> max hanya 2/3 nya dari latihan 5 kali perminggu, tetapi kemungkinan terjadinya cedera kurang 1/3 dibandingkan dengan latihan dengan frekuensi 5 kali perminggu (Pollock, 1977). Latihan dengan frekuensi 2 kali perminggu cukup untuk mempertahankan daya tahan (endurance) (Fox, 1988), tetapi latihan tersebut kurang efektif untuk meningkatkan kemampuan jantung, pembuluh darah, dan kapasitas aerobik (Cooper, 1993). Pada periode persiapan latihan dapat dilakukan 2-4 kali perminggu (Nossek, 1982). Berdasarkan kajian tersebut dalam penelitian ini frekuensi latihan ditetapkan 2, 3 dan 4 kali perminggu.

Lama latihan fisik yang diperlukan untuk melihat efek latihan tersebut tergantung pada bagian tubuh mana yang dilatih. Peningkatan kemampuan kardiovaskuler dan kapasitas aerobik sudah dapat dilihat setelah 1-2 minggu (Hixon, 1977). Peningkatan kinerja fisik akan terjadi setelah diberi latihan selama 6 minggu atau lebih (Fox, 1984). Otot yang dilatih akan menghasilkan peningkatan jumlah filamen aktin dan miosin serta meningkatkan kadar enzim, terutama yang berfungsi untuk menyediakan energi serta meningkatkan kemampuan sistem saraf, peningkatan tersebut terjadi setelah menjalani latihan selama 4-6 minggu (Lamb, 1984). Pengaruh latihan pada sistem imun sudah mulai kelihatan setelah diberi program latihan selama



6 minggu (Putra, 1992; Setyawan, 1996). Untuk mengetahui pengaruh latihan pada penelitian ini lama program latihan ditetapkan 6 minggu.

Pengaruh model latihan yang dirancang ini terhadap peningkatan kinerja fisik berdasarkan indikator indeks kesegaran jasmani ACSPPFT yang komponen kinerja fisiknya lebih kompleks pada orang yang bukan atlet belum pernah diteliti, demikian pula terhadap kinerja sistem imun. Berdasarkan hasil penelitian pengaruh latihan fisik pada sistem imun menunjukkan bahwa latihan fisik dengan intensitas 75% MHR, frekuensi 3 kali perminggu, ternyata pada orang yang bukan atlet pada satu bulan pertama masih dirasakan sebagai *stressor* yang dapat menurunkan respons imun (Putra, 1992). Dari kenyataan tersebut dirasakan masih ada masalah mendasar dalam pembinaan latihan fisik, yaitu masih belum diketemukannya dosis latihan yang optimal yang dapat meningkatkan kinerja fisik, tetapi tidak mengganggu atau bahkan memperbaiki respons imun. Berdasarkan masalah tersebut di atas maka perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan dosis latihan fisik aerobik (lari 1600 meter dengan intensitas 65-75% MHR) frekuensi latihan 2, 3 dan 4 kali perminggu dengan paradigma Fisiobiologis dan menggunakan konsep neuromuskuloskeletal dan konsep psikoneuroimunologis.

## 1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah dosis latihan aerobik frekuensi 2, 3 dan 4 kali perminggu selama 6 minggu dapat meningkatkan kesegaran jasmani?

2. Apakah ada perbedaan perubahan respons imun antara kelompok dosis latihan aerobik 2, 3 dan 4 kali perminggu
3. Kelompok dosis latihan aerobik mana antara 2, 3 dan 4 kali perminggu yang menunjukkan peningkatan kesegaran jasmani yang optimal dan menunjukkan respons imun yang lebih baik berdasarkan pola ?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan umum penelitian ini yaitu ingin mendapatkan dosis latihan fisik aerobik yang optimal untuk meningkatkan kesegaran jasmani berdasarkan kinerja fisik tanpa menurunkan respons imun.

Tujuan khusus yaitu:

1. Membuktikan bahwa dosis latihan aerobik intensitas 65-75% DJM, frekuensi 2, 3 dan 4 kali per minggu selama 6 minggu dapat meningkatkan nilai indeks kesegaran jasmani.
2. Melihat perbedaan perubahan respons imun antara kelompok dosis latihan aerobik intensitas 65-75% DJM, frekuensi 2, 3 dan 4 kali per minggu.
3. Menentukan dosis latihan yang dapat meningkatkan kesegaran jasmani secara optimal dengan kualitas perubahan respons imun yang lebih baik berdasarkan pola antara dosis latihan aerobik intensitas 65-75% DJM frekuensi 2, 3 dan 4 kali per minggu.

#### 1.4 Manfaat Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Untuk memperkaya dan melengkapi rujukan bidang ilmu kesehatan olahraga, khususnya yang berkaitan dengan dosis latihan aerobik yang selama ini telah banyak digunakan sebagai upaya meningkatkan kualitas sumber daya manusia, khususnya yang berkaitan dengan kesegaran jasmani dan kesehatan.
2. Dapat digunakan oleh para pelatih dan guru olahraga khususnya serta masyarakat pada umumnya, sebagai masukan untuk menyusun program latihan fisik yang efektif, khususnya untuk menentukan dosis latihan aerobik yang baik untuk meningkatkan kesegaran jasmani dan kesehatan, sehingga dapat meningkatkan kualitas hidup bila didukung oleh berbagai faktor lain.

**BAB 2****TINJAUAN PUSTAKA****2.1 Kesegaran Jasmani**

Untuk membahas pengaruh latihan aerobik terhadap kesegaran jasmani berdasarkan konsep kinerja fisik dan imunologi olahraga, diperlukan kajian perihal kesegaran jasmani dan komponen- komponen kesegaran jasmani. Selanjutnya akan dibahas tentang latihan fisik dan hubungan atau pengaruh latihan fisik aerobik dengan kesegaran jasmani berdasarkan indikator kinerja fisik maupun imunologik.

Kesegaran jasmani diambil dari istilah bahasa inggris *Physiological Fitness* atau *Physical Fitness*, yang merupakan bagian dari total fitness. Total fitness sendiri terdiri dari komponen : anatomical, physiological fitness, dan psychological fitness.

*Physiological fitness* atau *physical fitness* ini dalam Bahasa Indonesia diterjemahkan bermacam- macam, antara lain : kesegaran jasmani, kesehatan jasmani, kemampuan jasmani, kesempataan jasmani dan kebugaran. Tetapi istilah kesegaran jasmani lebih banyak dikenal dan lebih banyak digunakan, bahkan dalam GBHN menggunakan istilah kesegaran jasmani.

**2.1.1 Pengertian Kesegaran Jasmani**

Kesegaran jasmani merupakan salah satu pendukung kualitas hidup manusia, sebenarnya pengertiannya sangat kompleks. Oleh sebab itu agar dapat diperoleh pemahaman yang komprehensif, sebelum membahas tentang pengaruh latihan terhadap kesegaran jasmani, dalam bab ini akan diuraikan tinjauan teoritik yang membahas tentang kesegaran jasmani.

Pengertian kesegaran jasmani menurut beberapa pakar antara lain sebagai berikut:

Definisi kesegaran jasmani adalah kesanggupan dan kemampuan untuk melakukan pekerjaan dengan efisien, tanpa menimbulkan kelelahan yang berarti (hasil seminar kesegaran jasmani Nasional yang diselenggarakan oleh direktorat Jendral olahraga dan pemuda 1971).

Menurut Cureton seorang pionir dalam gerakan fitness, physical fitness adalah kemampuan yang baik untuk menggunakan tubuh dan kapasitas kerja dalam periode waktu yang cukup lama, tanpa mengurangi efisiensi. Sedangkan O' Toole dan douglass mendefinisikan physical fitness adalah kemampuan seseorang untuk melakukan aktivitas sehari-hari tanpa mengalami kelelahan yang berarti masih mempunyai cukup energi untuk menikmati kegiatan rekreasi dan hobi dan masih dapat mengerjakan kegiatan tak terduga (darurat) lainnya (Shangold, 1988).

Seseorang dikatakan mempunyai kesegaran jasmani baik, bila mempunyai kesanggupan dan kemampuan untuk mengerjakan tugas sehari-hari secara efisien dengan cukup kekuatan dan daya tahan, tanpa timbul kelelahan yang berarti dan dengan sisa tenaganya masih dapat menikmati waktu luang dan siap menghadapi kesukaran/bahaya yang mungkin timbul dimana orang yang kesegaran jasmaninya tidak baik tidak akan mampu melakukan.

Kesegaran jasmani (physical fitness) adalah kemampuan tubuh untuk menyesuaikan fungsi fisiologinya terhadap keadaan lingkungan dan atau terhadap tugas fisik yang memerlukan kerja otot, dengan cukup efisien, tanpa mengalami kelebihan

yang berlebihan dan telah memperoleh pemulihan yang sempurna sebelum datangnya tugas-tugas pada hari berikutnya.

### 2.1.2 Komponen Kesegaran Jasmani

Kesegaran jasmani pengertiannya sangat kompleks, dan karena kompleksnya itu baru dapat dipahami jika mengetahui tentang komponen - komponennya atau unsur-unsurnya. Ada banyak komponen yang saling betautan antara yang satu dengan yang lain, tetapi setiap koomponen mempunyai ciri sendiri-sendiri, yang masing-masing mempunyai andil yang pokok pada kesegaran jasmani seseorang (Hasnan Said, 1992).

Menurut Seaton (1974) komponen kesegaran jasmani meliputi: kesegaran fisik, organik dan motorik. Fisik meliputi proporsi tubuh, yang berhubungan dengan tulang, lemak, otot, tinggi badan, berat badan. Organik menyangkut efisiensi dari organ-organ tubuh, antara lain: jantung, paru, ginjal, hati dan lain-lain. motorik yaitu yang berkaitan dengan kekuatan, kecepatan, daya ledak, daya tahan otot, kelincahan, keseimbangan dan kelentukan.

Sharkey (1984) membagi komponen kesegaran jasmani menjadi 2 bagian, yaitu: kemampuan aerobik dan kemampuan otot. Kemampuan aerobik menurut Sharkey (1984) merupakan yang paling penting dan dominan., baik dalam olahraga kesehatan maupun dalam olahraga prestasi, disamping kemampuan otot. Kemampuan otot terdiri dari komponen utama: kekuatan, daya tahan, kelentukan, kecepatan, daya ledak, kelincahan, keseimbangan dan koordinasi/ ketrampilan.

Beberapa pakar ada yang membedakan antara komponen kesegaran jasmani dengan komponen kesegaran motorik. Dimana komponen kesegaran jasmani, meliputi:

kekuatan otot, daya tahan jantung dan pernafasan dan komposisi tubuh. Sedangkan komponen lainnya termasuk unsur kesegaran motorik (Rink, 1984; Hafen, 1988).

Beberapa pakar lain juga mengemukakan bahwa komponen kesegaran jasmani meliputi 9 kemampuan, yaitu:

1. Kekuatan dan daya tahan otot (Muscular Strength and Muscular Endurance)
2. Daya tahan jantung, peredaran darah dan pernafasan (Cardiovascular-Respiratory Endurance)
3. Kekuatan ledak otot (Muscular Power/Explosive Power)
4. Kelentukan (Flexibility)
5. Kecepatan (Speed)
6. Kelincahan (Agility)
7. Koordinasi (Coordination)
8. Keseimbangan (Balance)
9. Ketepatan (Accuracy) (Bucher, 1972; Hasnan Said, 1992; Larson, 1951)

Dan akhir-akhir ini banyak disarankan agar komponen kesegaran jasmani sebaiknya juga mencakup ketahanan tubuh terhadap penyakit (Resistance to Disease) (Hasnan Said, 1992).

Kesegaran jasmani dalam penelitian ini meliputi komponen kemampuan kinerja fisik dan imunologik tubuh. Indikator kesegaran jasmani berdasarkan konsep kinerja fisik umum tersebut meliputi: kecepatan, kekuatan, daya ledak, kelincahan, kelenturan dan daya tahan. Sedangkan indikator ketahanan tubuh imunologik, meliputi: respon imun seluler (neutrofil, eosinofil, basofil, monosit, total limfosit, limfosit T- supressor dan ratio T4/T8) dan respon imun humoral (Ig A, Ig G dan Ig M).

### 2.1.3 Manfaat dan Tujuan Kesegaran Jasmani

Tingkat kesegaran jasmani pada setiap orang tidak sama, dapat berbeda pada setiap individu yang satu dengan yang lainnya dan bahkan berbeda dari individu itu sendiri, dari waktu ke waktu dapat berubah.

Secara umum fungsi kesegaran jasmani adalah sebagai penunjang kesanggupan dan kemampuan setiap manusia, yang berguna untuk mempertinggi daya kerja (Dirjen Pemuda dan Olahraga, 1971).

Sasaran dan tujuan kesegaran jasmani adalah sebagai berikut:

a. Golongan yang dihubungkan dengan pekerjaannya :

1. Kesegaran jasmani bagi pelajar dan mahasiswa untuk meningkatkan kemampuan belajar.
2. Kesegaran jasmani bagi olahragawan untuk meningkatkan prestasi.

b. Golongan yang dihubungkan dengan keadaan :

1. Kesegaran jasmani bagi penderita cacat untuk rehabilitasi.
2. Kesegaran jasmani untuk ibu hamil untuk perkembangan bayi dalam kandungan dan untuk mempersiapkan diri menghadapi kelahiran.

c. Golongan yang dihubungkan dengan usia :

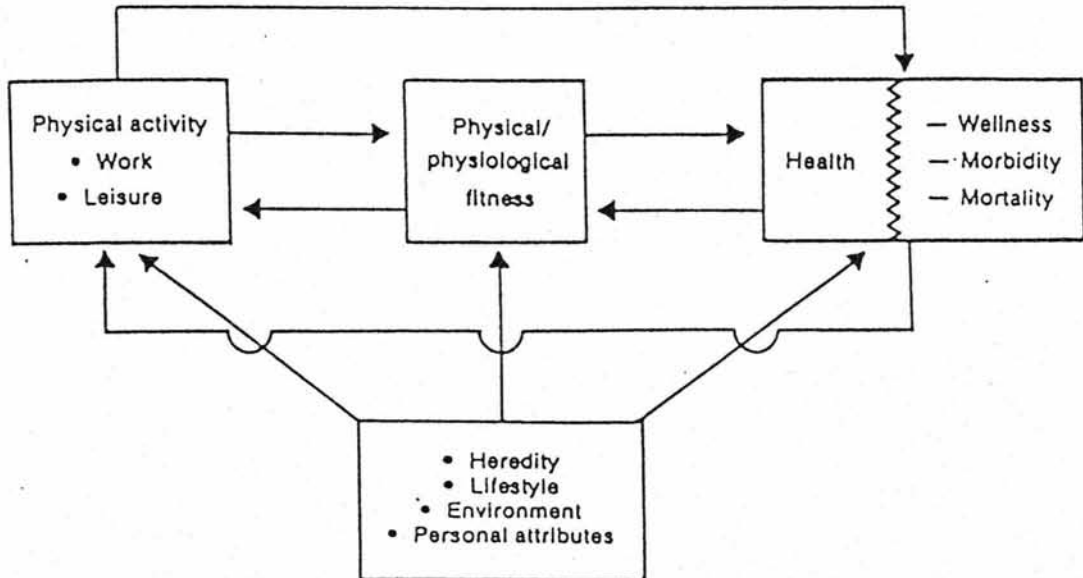
1. Kesegaran jasmani bagi anak - anak menjamin pertumbuhan dan perkembangan yang baik.
2. Kesegaran jasmani bagi orang tua adalah untuk mempertahankan kondisi fisik (Engkos Kosasih, 1990 ).



### 2.3.4 Faktor Yang Mempengaruhi Kesegaran Jasmani

Kesegaran jasmani dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, terutama oleh kondisi kesehatan dan kebiasaan aktivitas fisik, disamping dipengaruhi oleh hereditas, gaya hidup, lingkungan dan sifat kepribadian individu yang bersangkutan (Bouchart, 1990).

Aktifitas fisik dapat mempengaruhi kesegaran jasmani dan kesehatan tubuh. Dan sebaliknya kesegaran jasmani juga dapat mempengaruhi aktivitas fisik dan kesehatan individu yang bersangkutan. Demikian pula kesehatan dapat mempengaruhi aktivitas fisik dan kesegaran jasmani seseorang, seperti yang terlihat pada skema berikut ini:



Gambar 2.1 : Suatu model yang menggambarkan pola hubungan yang kompleks antara aktivitas fisik, kesegaran jasmani dan kesehatan (Bouchard, 1990: 50).

Kebiasaan hidup aktif mempunyai pengaruh yang positif pada kesegaran jasmani dan kesehatan. Salah satunya yaitu kebiasaan melakukan aktivitas fisik dengan baik dan teratur.

Bentuk aktivitas fisik yang dapat mempengaruhi kesegaran jasmani dan kesehatan tersebut antara lain latihan fisik. Latihan fisik dapat berpengaruh positif, atau negatif pada kesegaran jasmani dan kesehatan, tergantung dari kemampuan adaptasi tubuh terhadap dosis latihan yang diberikan (Virus, 1995), dosis latihan tersebut meliputi: jenis, intensitas, waktu dan frekuensi latihan (Bouchard, 1990).

Latihan fisik merupakan salah satu bentuk aktivitas fisik yang dapat dimanipulasi dan dimanfaatkan sebagai alat untuk membina meningkatkan dan mempertahankan kesegaran jasmani dan kesehatan (Virus, 1995). Oleh karena itu perlu dicari suatu dosis latihan yang dapat menghasilkan pengaruh positif untuk meningkatkan kesegaran jasmani yang optimal tanpa mengganggu kesehatan (respons imun).

## **2.2 Latihan Fisik**

### **2.2.1 Pengertian Latihan Fisik**

Menurut Kamus Umum Bahasa Indonesia, latihan adalah pelajaran untuk membiasakan atau untuk memperoleh suatu kecakapan (Poerwadarminto, 1984). Latihan yang dimaksud di sini adalah latihan fisik, yaitu pengulangan beberapa gerak tertentu secara teratur dan sistematis, berirama dengan tujuan untuk meningkatkan kemampuan tubuh (Brooks, 1984; Bouchard, 1990).

Apa yang dimaksud dengan latihan fisik , banyak orang yang sudah tahu. Tetapi karena latihan fisik mempunyai banyak dimensi yang berbeda-beda maka definisi latihan fisik perlu dikemukakan disini, agar terdapat pengertian yang tidak jauh berbeda antara satu dengan yang lainnya., khususnya yang berkaitan dengan kesegaran jasmani dan kesehatan.

Definisi yang dikemukakan antara lain: Latihan fisik adalah setiap kegiatan fisik yang menggunakan kelompok otot-otot besar yang mengandung sifat permainan, berisi perjuangan dengan diri sendiri atau terhadap orang lain, atau konfrontasi dengan unsur-unsur alam (Rene mahue, 1964).

Menurut Bompa (1989) latihan fisik atau *physical training* adalah aktivitas olahraga yang sistematis, dalam jangka lama, progresif dan individual, yang bertujuan membentuk fungsi fisiologik dan psikologik manusia untuk memenuhi tugas-tugas yang diperlukan .

Latihan fisik pada prinsipnya adalah memberikan stress fisik pada tubuh, secara teratur, sistematis dan berkesinambungan sedemikian rupa, sehingga dapat meningkatkan kemampuan dalam melakukan kerja (Brooks, 1984).

Dari beberapa pengertian latihan fisik tersebut, dapat disimpulkan bahwa latihan fisik harus memberikan beban yang cukup pada fisik, sistematis, dilakukan secara teratur dan berkesinambungan untuk mendapatkan adaptasi fisiologik dan psikologik untuk meningkatkan kemampuan tubuh.

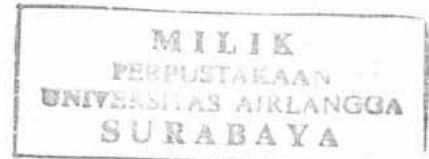
### 2.2.2 Prinsip-prinsip Latihan Fisik

Secara fisiologik maksud dari latihan fisik adalah memberikan stres fisik pada tubuh yang dapat menghasilkan respon adaptasi. Latihan fisik yang dianjurkan hanya sepanjang tubuh mampu untuk beradaptasi terhadap stres usaha fisik atau beban yang overload untuk tubuh. Bila latihan yang diberikan terlalu ringan untuk tubuh, adaptasi tidak akan terjadi (tidak memberikan efek), demikian pula bila stres/beban latihan terlalu berat sehingga tidak dapat ditolerir oleh tubuh akan mengakibatkan cedera atau overtraining (Brooks, 1984).

Adapun prinsip-prinsip latihan fisik utama yang perlu diperhatikan dalam menyusun program latihan adalah latihan harus overload dan progresif (O'Shea, 1976), yang mana dapat diwujudkan pada dosis latihan dalam bentuk intensitas, durasi, maupun frekuensi latihan. Secara umum yang perlu diperhatikan dalam menyusun program latihan antara lain:

#### a) Intensitas latihan

Untuk meningkatkan kemampuan kerja sistem-sistem di dalam tubuh, tubuh harus diberi beban melebihi beban aktivitas sehari-hari (tubuh harus dipaksa untuk melakukan kerja yang lebih keras dari biasa), ini sesuai dengan prinsip overload (beban berlebih) (Brooks, 1984; Fox, 1988). Dengan prinsip overload menjamin beban makin meningkat, yang diberikan secara bertahap, dalam jangka waktu tertentu (O'Shea, 1976).



**b) Progressif**

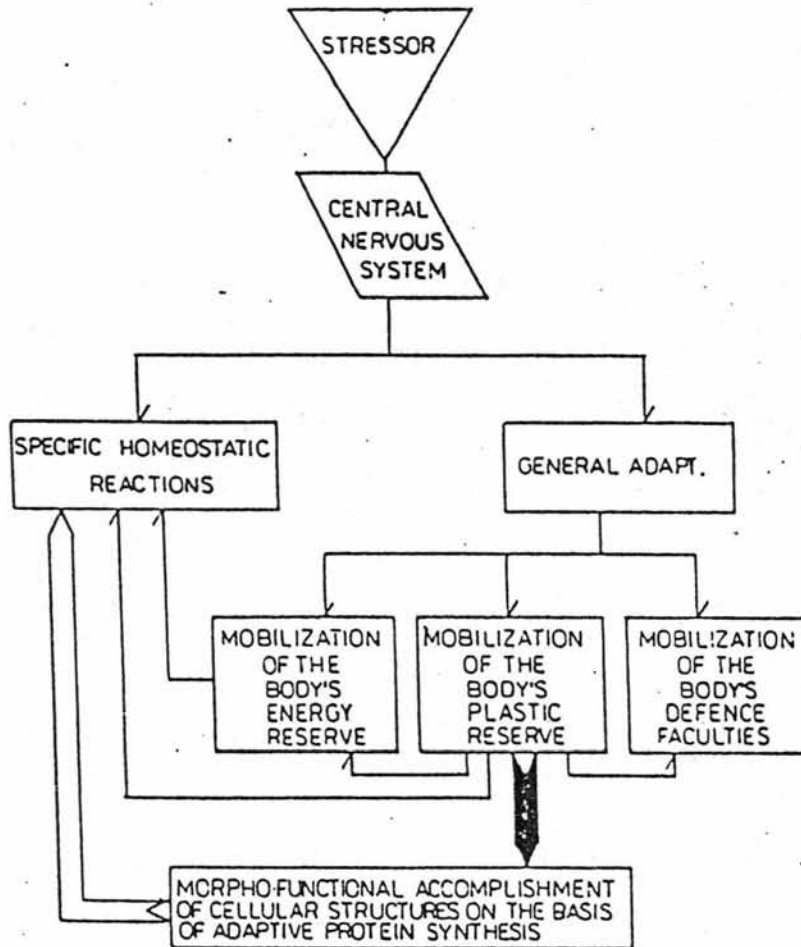
Dalam program latihan, beban harus diberikan secara perlahan-lahan, agar adaptasi yang diinginkan dapat tercapai. Hal ini akan membantu memelihara hasil latihan dan juga membangun sistem secara progresif.

**c) Reversibilitas**

Latihan harus dilakukan secara teratur dan berkesinambungan dengan tidak melupakan adanya pulih asal (recovery). Latihan harus berkesinambungan, karena kualitas hasil latihan akan menurun kembali bila tidak dilakukan secara teratur dan kontinyu (Brooks, 1984; Fox, 1988).

Latihan fisik yang teratur, sistematis dan berkesinambungan, yang dituangkan dalam suatu program latihan akan meningkatkan kemampuan fisik secara nyata, namun tidak demikian halnya bila latihan dilakukan secara tidak teratur.

Latihan fisik memberikan model adaptasi yang unik terhadap stres, karena banyak respons hormonal dan respons fisiologik terhadap latihan berubah setelah latihan. Latihan fisik dapat digolongkan sebagai suatu stressor fisik (Virus, 1985), dimana tubuh dapat beradaptasi terhadap stres fisik dari latihan dan memperbaiki fungsi yang berkaitan dengan itu. Stres fisik yang berulang pada sistem tubuh sering mengarah pada adaptasi yang dapat menghasilkan suatu peningkatan kapasitas fungsional (Brooks, 1984; Virus, 1985; Lamb, 1984).



Gambar 2.2: Skema dari mekanisme adaptasi umum (Viru, 1985: 3)

### 2.2.3 Latihan Aerobik

Secara umum pengertian latihan aerobik adalah latihan fisik yang berlangsung lama, dengan intensitas yang relatif rendah. Latihan aerobik merupakan istilah yang digunakan atas dasar sistem energi utama (predominan energy system) yang dipakai oleh aktivitas fisik tertentu (Fox, 1988). Prinsip dasar suatu program latihan menurut

Fox (1988) yang pertama yaitu mengetahui sistem energi utama yang dipakai untuk melakukan suatu aktivitas, dan kemudian menyusun program latihan dengan prinsip overload yang mengembangkan sistem energi yang khusus yang lebih dari pada yang lain.

Pengertian aerobik berkaitan erat dengan aktivitas latihan yang dilakukan dengan adanya oksigen, yaitu adanya kemampuan pada individu untuk menggunakan oksigen yang cukup untuk memenuhi kebutuhan pada waktu melakukan latihan fisik (Shangold & Mirkin, 1988).

Pada latihan aerobik sistem oksigen merupakan sumber energi predominan. Latihan aerobik ini merangsang kerja jantung, pembuluh darah dan paru. Peranan latihan fisik yang teratur menurut sistem aerobik dapat meningkatkan kesegaran jasmani dan kesehatan (Cooper, 1993). Latihan aerobik akan meningkatkan kapasitas aerobik, cadangan tenaga menjadi lebih besar, sehingga tubuh akan lebih mampu mempertahankan kondisi pada suatu aktivitas (Cooper, 1983).

Latihan aerobik dapat dibedakan berdasarkan cara pelaksanaannya, yaitu latihan yang terus-menerus (kontinyu), latihan interval dan fartlek (Hazeldin, 1989). Latihan menerus (kontinyu) dapat dipertahankan untuk waktu 5 menit atau lebih, dan dapat dikategorikan dalam latihan untuk waktu lama. Pada latihan aerobik yang menerus tersebut, metabolisme energi yang bekerja terutama sistem metabolisme aerobik, sedangkan bahan bakar yang digunakan terutama lemak (Soekarman, 1991; Pate, 1993).

Adapun yang dimaksud latihan aerobik dalam penelitian ini adalah latihan aerobik jenis lari, menempuh jarak 1600 meter (1 mil) dengan intensitas 65-75% DJM (denyut jantung maksimal).

#### **2.2.4 Latihan Aerobik Jenis Lari**

Menurut Cooper (1993) jenis latihan aerobik dapat bermacam-macam bentuknya, antara lain: jalan, senam aerobik, lari di tempat, lari, bersepeda, renang dan lain-lain. Diantara jenis latihan aerobik yang ada, yang paling efektif adalah lari. karena lari disamping meningkatkan kemampuan fungsi jantung, paru dan pembuluh darah, latihan lari sangat baik untuk melatih otot-otot kaki, lengan, dada, pinggul dan otot perut. Latihan lari dapat meningkatkan kekuatan, daya tahan kardiovaskuler, kecepatan dan koordinasi, yang merupakan komponen penting dalam kesegaran jasmani. Latihan lari merupakan cara yang paling efektif untuk mencapai kemandapan tubuh dalam memperoleh efek latihan (Cooper, 1983).

Secara umum latihan lari lebih disukai, karena latihan lari mempunyai kelebihan dan kemudahan. Latihan lari dapat dilakukan seorang diri maupun berkelompok, di dalam maupun di luar ruangan/lapangan, dapat dilakukan setiap saat, biayanya murah dan pelaksanaannya mudah, sehingga akan lebih menjamin keberlangsungan latihan yang teratur.

Latihan lari aerobik kontinyu (menerus) mempunyai berbagai kelebihan disamping mudah dilakukan, mudah dipantau intensitasnya, memberi efek besar pada aliran darah tepi. Untuk meningkatkan kesegaran jasmani dan kesehatan, latihan lari aerobik lebih banyak dianjurkan dari pada olahraga permainan, seperti tenis, sepak



bola dan sejenisnya, karena olahraga permainan ritmenya tidak tertur dan mendorong seseorang untuk bermain melebihi kemampuan fisiknya, yang kadang justru berbahaya, sebab dapat mengakibatkan cedera.

### 2.2.5 Analisis Teknik Gerak Lari

Lari adalah gerakan berpindah tempat maju ke depan yang dilakukan lebih cepat dari berjalan. Adapun perbedaan lari dengan jalan, yaitu: 1) Pada lari ada saat kedua kaki terlepas dari tanah, sehingga badan melayang di udara, 2) Pada lari tidak pernah ada saat dimana kedua kaki kontak dengan tanah dalam waktu yang bersamaan (Jensen, 1983).

Gerakan lari merupakan gerakan mengais, badan bergerak maju akibat dari gaya dorong kaki ke belakang terhadap tanah. Gaya maju ini dan efisiensi penggunaannya merupakan kunci kecepatan yang dapat dikembangkan oleh pelari. Gaya yang dihimpun untuk berlari bagi seseorang itu tetap, yaitu sekitar 0,5-1,1 kali berat badan. Penambahan dan pengurangan kecepatan yang berulang-ulang akan sangat melelahkan dan membuang-buang energi. Untuk start dan mengubah kecepatan itu memerlukan lebih banyak energi dari pada mempertahankan kecepatan tertentu (Hukum Newton I). Oleh karena itu lari yang efisien adalah menjaga agar badan tetap melaju setelah kecepatan tertentu tercapai.

Gerakan lengan pada waktu lari berlawanan dengan gerakan kaki. Lengan yang bergerak menyilang di depan badan berfungsi mengimbangi putaran panggul. Ayunan lengan ke belakang yang kuat menyebabkan kaki melangkah lebih jauh. Jika kaki lelah, gerakan lengan dapat membantu mempertahankan atau menambah kecepatan. Pada

waktu lari sebaiknya diusahakan agar naik-turunnya titik berat badan tidak terlalu besar dan memelihara gerak tetap ajeg. Karena semakin tinggi titik berat badan naik, makin lama badan melayang ke atas tanah, sehingga kecepatan lari akan mengalami perlambatan selama badannya melayang di atas tanah (Jensen, 1983).

### 2.3 Pengaruh Latihan Pada Kesegaran Jasmani

Sesuai dengan beban yang diterima, fungsi dan mekanisme kerja organ tubuh akan selalu bereaksi dalam rangka menyesuaikan diri. Mekanisme tersebut berlangsung melalui pengaturan umpan balik negatif, demi tercapainya homeostasis (Virus, 1985).

Pada setiap melakukan latihan fisik tubuh akan memberikan reaksi penyesuaian dalam bentuk 2 hal, yaitu: 1) Jawaban sewaktu (reaksi), dan

#### 2) Adaptasi organ-organ.

Jawaban sewaktu adalah perubahan fungsi organ tubuh yang sifatnya sementara dan berlangsung tiba-tiba, sebagai akibat dari aktivitas latihan fisik. Perubahan fungsi ini akan hilang dengan segera dan kembali normal setelah aktivitas latihan fisik dihentikan, contoh: denyut nadi, tekanan darah, frekuensi pernafasan dan sebagainya.

Adaptasi merupakan perubahan struktur atau fungsi organ-organ tubuh yang sifatnya lebih menetap sebagai akibat perlakuan latihan fisik secara teratur dalam periode waktu tertentu. Reaksi adaptasi hanya akan timbul apabila beban latihan yang diberikan intensitasnya cukup dan berlangsung cukup lama.

Pada waktu latihan fisik, tubuh membutuhkan energi dari ATP yang lebih banyak dari biasanya dan suhu tubuh serta metabolit juga meningkat. Dan selama

latihan diperlukan suplai energi yang kontinyu, pengaturan suhu tubuh dan metabolit. Latihan apapun jenisnya menyebabkan penurunan sumber energi otot (ATP, PC, glikogen) dan mengakibatkan kenaikan kadar laktat darah. Untuk menyesuaikan dengan kebutuhan latihan, maka mekanisme homeostasis tersebut melibatkan berbagai peran sistem saraf, endokrin (hormonal), sistem kardiorespiratori, dan sistem - sistem yang lain termasuk sistem imun (Virus, 1985; Hoffman, 1994).

Pengaruh latihan fisik pada kesegaran jasmani maupun pada ketahanan tubuh imunologik dapat bersifat positif, negatif atau netral tergantung dari intensitas, durasi dan frekuensi latihannya. Untuk itu latihan fisik dapat dimanipulasi melalui pengaturan intensitas, durasi dan frekuensi latihannya agar dapat bermanfaat untuk meningkatkan kemampuan kinerja fisik yang mendukung kualitas hidup kesegaran jasmani tanpa menimbulkan efek samping negatif bagi ketahanan tubuh imunologik.

Dalam penelitian ini disamping ditentukan intensitas dan durasi latihannya, juga digunakan beberapa frekuensi latihan untuk menguji pengaruh dosis latihan yang diberikan. Karena frekuensi latihan merupakan salah satu bagian dari upaya untuk meningkatkan keberhasilan suatu latihan disamping intensitas dan durasi latihan.

### **2.3.1 Pengaruh Latihan Pada Kinerja Fisik**

Upaya meningkatkan kemampuan fisik selalu berkait dengan kegiatan otot. Peningkatan kemampuan otot dipengaruhi oleh pemberian beban, pengaturan frekuensi, lamanya aktivitas dan masa istirahat. Dengan demikian peningkatan kemampuan otot seseorang sangat tergantung pada metode dan program latihan. Lama latihan tergantung dari jenis latihan dan intensitas latihan. Untuk memperoleh pengaruh yang sama pada

beberapa jenis latihan, maka lamanya latihan harus berbeda. Contoh lari 1 mil dalam waktu 8 menit sama dengan renang 600 yard dalam waktu 15 menit sama dengan lari ditempat 12 menit atau sama dengan main bola tangan selama 30 menit. Menurut penelitian lari 1 mil setiap hari dapat meningkatkan dan memelihara kesegaran (Cooper, 1982).

Pengaruh latihan (training effect) adalah perubahan-perubahan pengaruh yang terjadi pada tubuh yang diperoleh secara kumulatif sebagai akibat melakukan latihan yang cukup dan teratur. Menurut Fox (1988) pengaruh latihan aerobik terhadap faal tubuh secara umum, yaitu antara lain:

- a. Alat-alat pernafasan bertambah kuat, sehingga memungkinkan aliran udara dalam jumlah yang cukup dapat masuk dan keluar paru-paru dengan cepat.
- b. Kerja jantung bertambah kuat dan efisien untuk dapat memompakan lebih banyak darah yang mengandung oksigen pada tiap denyutan.
- c. Tonus otot-otot diseluruh tubuh meningkat sehingga menjadi kuat.
- d. Bio kimia didalam tubuh bertambah lancar, karena enzim-enzim yang diperlukan bertambah jumlah dan aktivitasnya.

Adaptasi otot pada latihan fisik yang diberikan juga menyebabkan perubahan sistem saraf yang menyangkut recruitment (Pengerahan), koordinasi dan sinkronisasi (Brooks, 1984; Fox, 1988).

Disebutkan bahwa kemampuan fisik maksimal dapat dicapai bila menempuh latihan kondisi fisik dengan memberikan pembebanan pada jantung, sirkulasi darah, otot skelet dan sistem saraf secara teratur (Astrand, 1986).

### **2.3.2 Pengaruh Latihan Pada Otot Skelet**

#### **A. Sistem Otot**

Kelangsungan hidup manusia sebagian besar tergantung pada kemampuannya untuk mengatasi perubahan kondisi lingkungannya. Untuk itu gerakan merupakan bagian utama dalam mengatasi perubahan tersebut. Sebagian besar sistem-sistem tubuh ikut berperan dalam penyempurnaan gerak, namun sistem kerangka dan ototlah yang secara bersama benar-benar menghasilkan gerakan.

Tulang beserta sendinya tidak dapat bergerak dengan sendirinya, mereka dapat bergerak karena digerakkan oleh otot, karena otot mempunyai kemampuan kontraksi, ekstensibilitas dan elastisitas, maka dapat digunakan dalam fungsi gerakan ini.

Otot mempunyai fungsi penting bagi kehidupan normal. Otot mempunyai 3 fungsi utama, yaitu: fungsi gerak, fungsi dalam pemeliharaan postur tubuh dan fungsi sebagai penghasil panas tubuh.

a) Fungsi gerak terdiri dari gerak bentuk lokomotio (berpindah tempat), bentuk gerakan bagian tubuh, perubahan ukuran lubang, bentuk tenaga dorongan terhadap substansi yang melalui tabung ( misalnya: dorongan terhadap aliran darah yang melalui pembuluh darah atau lewatnya makanan melalui saluran pencernaan).

b) Fungsi dalam pemeliharaan postur tubuh. Kontraksi parsial beberapa otot kerangka dilanjutkan dengan serempak sehingga memungkinkan kita berdiri, duduk atau dalam posisi-posisi lain bagian tubuh.

c) Fungsi sebagai penghasil panas tubuh. Perubahan kimia yang terjadi dalam kegiatan otot menghasilkan panas yang cukup untuk memelihara panas tubuh.

## B. Ciri-ciri Khusus Jaringan Otot

Fisiologi jaringan otot mempunyai ciri-ciri seperti halnya pada jaringan tubuh yang lain. Jaringan otot juga menunjukkan ciri-ciri konduktivitas dan iritabilitas serta kemampuan untuk melakukan metabolisme dan reproduksi. Perbedaan pada jaringan lain terutama dalam ketinggian derajat kontraksibilitas dan dipunyainya ciri lain, yaitu: tonisitas, ekstenibilitas, yang jelas dan elastisitas.

a) Iritabilitas adalah merupakan kemampuan untuk menjawab rangsangan atau stimulus, lepas dari pengaruh jaringan saraf yang normal menggiatkannya ( misalnya rangsangan dengan arus listrik ).

b) Kontraksi adalah merupakan pemendekan atau penebalan otot sebagai jawaban nyata jaringan otot terhadap stimulus. Peristiwa tersebut melibatkan penyusunan kembali molekul-molekul yang menyusun struktur utama protein otot, yaitu miosin dan aktin.

Otot kerangka berkontraksi hanya karena adanya rangsangan, oleh karena itu bila impuls saraf tidak mencapai otot kerangka maka tidak terjadi kontraksi.

Sebuah sel otot tunggal berkontraksi menurut prinsip all or none, sedangkan organ otot rangka tidaklah demikian. Kontraksi nyata ini dapat diterangkan karena serabut saraf motoris didistribusi pada otot. Setiap serabut saraf tunggal dipecah menjadi seratus cabang kecil, masing-masing berakhir pada ujung otot khusus yang disebut motor end plate (lempeng ujung motor) dan myoneural junction (hubungan otot-saraf). Jadi satu serabut saraf menginervasi seratus serabut otot. Serabut saraf motor tunggal bersama seratus serabut otot membentuk suatu motor unit pada terminalnya. Suatu stimulus yang lebih kuat mengaktifkan beberapa motor unit, dengan demikian

menghasilkan kontraksi yang lebih besar bila dibandingkan dengan stimulus yang lebih lemah.

Dengan mendasarkan pada kenyataan tersebut, dapat dipergunakan untuk melakukan kegiatan-kegiatan bertingkat, mulai dari pekerjaan halus atau ringan sampai pada pekerjaan atau kegiatan kasar dan berat, yaitu dengan memakai respons otot yang bertahap.

c). Ciri Tonisitas atau kemampuan melakukan tonus yang ditunjukkan oleh semua otot yang sehat, merupakan suatu keadaan kontraksi parsial yang berlangsung terus-menerus. Tonus dihasilkan oleh sebagian kecil serabut otot yang berkontraksi sepanjang waktu. Pada setiap kemungkinan kelompok-kelompok serabut yang berbeda melakukan kontraksi secara beranting, saling menggantikan satu dengan yang lain. Bila suatu otot dalam keadaan istirahat dan pasok darah serta saraf lengkap, maka sebenarnya otot tersebut tidak pernah benar-benar istirahat (kecuali waktu tidur), walaupun nampaknya istirahat, sebagian kecil serabutnya melakukan kontraksi sepanjang waktu. Nampaknya mekanisme reflek ini memelihara tonus, karena tidak nampak bila salah satu saraf motoris atau sensoris pada otot luka atau berubah karena penyakit atau rusaknya sistem saraf pusat. Diduga karena salah satu kelompok serabut menjadi lelah atau rilek, maka kelompok lain dirangsang untuk melakukan kontraksi. Oleh karenanya aliran impuls saraf terus-menerus pada pertama kalinya dan kemudian sebagian kecil motor unit yang lain menopang kontraksi parsialnya. Tonus mempunyai arti penting bagi kelestarian individu, karena berguna untuk menjamin terpeliharanya postur tubuh atau bagian tubuh yang baik dan untuk kelangsungan fungsi normal beberapa proses.

d) Ciri ekstensibilitas dan elastisitas. Ekstensibilitas berarti bahwa jaringan otot dapat diregang , sedangkan elastisitas berarti bahwa otot akan dapat kembali pada ukuran semula setelah ia diregangkan. Ciri-ciri ini mempunyai arti praktis dalam mengurangi bahaya putusnya otot bila terkena tekanan besar.

### C. Kegiatan Otot Kerangka

Otot kerangka menerima serabut saraf dari sistem cerebrosipinal, karenanya dibawah kehendak atau volunter. Sedangkan otot viseral dan jantung diinervasi oleh serabut saraf otonomik, sehingga kedua otot tersebut tidak sadar atau involunter (Bowsher, 1974; Taylor's, 1985).

Otot kerangka hanya melakukan kontraksi hanya apabila ia mendapat rangsangan. Rangsang dibawa oleh saraf sebagai impuls saraf menuju otot oleh saraf motor. Otot kerangka tanpa inervasi tidak berfungsi. Artinya otot dan saraf motor merupakan kesatuan fisiologis yang selalu berfungsi bersama. Salah satu saja tidak berguna tanpa ada yang lain ( Bowsher, 1974).

Otot menggerakkan berbagai bagian tubuh. Pemendekan (kontraksi) otot menyebabkan adanya suatu tarikan pada tulang yang menghasilkan gerakan berbeda, tergantung dari jenis sendi yang menyatukan 2 tulang tempat otot tersebut mengikatkan diri. Tulang berfungsi sebagai pengungkit, sendi berfungsi sebagai titik tumpu pengungkit ini. Bila otot melakukan kontraksi, ia akan menarik insertionya, sebagai hasilnya timbulah gerakan.



Yang juga penting untuk dipahami adalah bahwa otot tersebut bekerja dalam kelompok, tidak bekerja sendirian. Gerakan apapun yang dilakukan merupakan hasil koordinasi gerakan beberapa otot. Beberapa otot dalam kelompoknya melakukan kontraksi, sementara otot yang lain dalam keadaan rilek. Untuk mengetahui fungsi khusus otot dalam kelompoknya, dapat menggunakan pengelompokan seperti berikut ini (Taylor's, 1985):

- a) Penggerak prima atau agonist, adalah otot-otot yang menyebabkan adanya gerak.
- b) Antagonist, adalah otot-otot yang rilek sementara agonist melakukan kontraksi.
- c) Synergists, adalah otot-otot yang melakukan kontraksi pada saat yang sama dengan agonist, tetapi bekerja pada sendi yang berdekatan untuk lebih menyempurnakan gerakan, dengan demikian membantu agonist untuk menghasilkan suatu gerakan yang lebih berdaya guna.
- d) Fixator, adalah otot-otot yang menstabilkan origo penggerak prima agar dapat bekerja lebih berdaya guna. Karena bila suatu otot melakukan kontraksi, maka satu tulang harus tetap diam tidak bergerak untuk bekerja sebagai jangkar bagi otot dalam menarik tulang lain ke arahnya.

Otot dapat dikelompokkan menurut kerja utamanya, misalnya fleksor, extensor, abduktor, adductor, rotator, levator, depressor, tensor dan sebagainya.

### **2.3.3 Peran Sistem Saraf Pada Latihan Fisik**

Dalam menggunakan kemampuan fisiknya manusia melibatkan proses motorik yang disadari (Voluntary) maupun proses motorik yang tidak disadari (Involuntary) (Guyton, 1991).

Seluruh otot di dalam tubuh manusia mempunyai reseptor otot yang disebut proprio reseptor yang terdiri dari Muscle Spindle (MS) dan Golgi Organ Tendon (GOT). MS adalah reseptor yang mengirimkan sinyal tentang kecepatan regangan otot dan panjang otot. Sedangkan GOT adalah reseptor sensoris yang mengirimkan informasi tentang tegangan otot (tension) dari otot ke susunan saraf pusat (Best & Taylor's, 1985; Guyton, 1991).

MS mempunyai komponen otot yang disebut berkas intrafusal yang terdiri dari otot-otot bergaris. Berkas intrafusal diselubungi oleh kapsul tipis. Inervasi sensoris dari MS berasal dari serabut afferen t grup Ia dan group II. Serabut otot intrafusal juga menerima persarafan motoris dari kelompok saraf effernt yang disebut neuron fusimotor (gamma motor fiber). Neuron fusimotor ini menyebabkan kontraksi dari bagian ujung-ujung serabut intrafusal dan menimbulkan regangan bagian tengah (central), akibatnya terminal afferent spindel mengalami deformasi dan depolarisasi (Guyton, 1991; Best & Taylor's, 1985).

Reflek fusimotor termasuk refleksi polisintaptik yang salah satu fungsinya adalah untuk menghilangkan kekenduran MS yang ditimbulkan oleh kontraksi otot (serabut ektrafusal). Karena MS susunannya di dalam otot paralel dengan serabut otot ektrafusal, maka apabila serabut otot ektrafusal berkontraksi dan memendek MS akan mengendur. Akibatnya pembentukan impuls oleh reseptor akan berhenti dan informasi mengenai kecepatan dan besarnya panjang otot yang menuju ke pusat juga berhenti. Untuk menghilangkan kekenduran MS maka serabut neuron fusimotor akan menimbulkan kontraksi pada bagian ujung-ujung serabut intrafusal dan akibatnya menimbulkan regangan pada bagian tengah MS, sehingga reseptor akan mampu kembali

mengadakan respons terhadap perubahan panjang otot selama kontraksi ekstrasfasal. Hal ini disebut mekanisme kompensasi dari fusimotor terhadap kontraksi serabut ekstrasfasal ( Guyton, 1991; Best & Taylor's, 1985).

Fusimotor memiliki fungsi ganda sebagai berikut:

a) Selama kontraksi otot ekstrasfasal, fusimotor mempertahankan pembentukan impuls pada reseptor muscle spindle, sehingga informasi proprioseptif dapat dikirim ke sentral dan susunan saraf pusat dapat memutuskan apakah derajat kontraksi otot telah sesuai dengan kebutuhan motoris (gerak).

b) Fusimotor memungkinkan serabut saraf aferent group Ia untuk meneruskan pengaruh terhadap pembentukan impuls pada neuron skeletomotor. Fungsi fusimotor yang lain adalah menimbulkan kontraksi otot volunter melalui putaran gamma (gamma loop), yaitu melalui muscle spindle dan serabut saraf group Ia. Di sini sinyal motoris yang berasal dari otak akan menimbulkan impuls pada neuron fusimotor dimana medula spinalis yang menginervasi MS dari otot yang berkontraksi. Aktivasi dari fusimotor akan menyebabkan serabut otot intrafasal berkontraksi dan menimbulkan impuls pada aferen group Ia dari otot tersebut. Meningkatkan pelepasan impuls dari serabut saraf Ia akan merangsang neuron skeletomotor yang menuju ke otot yang sama dan otot tersebut kemudian berkontraksi. Makin tinggi frekuensi impuls fusimotor makin kuat kontraksi otot. Sebaliknya makin rendah frekuensi impuls fusimotor maka otot akan menjadi lebih rilek. Jadi kerja otot ditentukan oleh muscle spindle yang diatur oleh fusimotor (Guyton, 1991; Taylor, 1985 ).

Pada latihan fisik kebanyakan juga melibatkan refleksi interaksi. Refleksi interaksi ini terlibat didalam kerja motoris yang terkoordinir yang digunakan dalam melangkah

atau melompat. Reflek ekstensi menyokong tubuh dalam gerakan melangkah dan crossed reflex (reflek menyilang) berperan pada gerakan ritmis yang berganti-ganti antara fleksi dan ekstensi dari kedua tungkai (Guyton, 1991; Taylor's, 1985).

Long spinal reflek sangat penting sekali dalam koordinasi lengan dan tungkai pada waktu bergerak. Misalnya lengan akan mengayun sedemikian rupa pada waktu kedua tungkai bergerak untuk mencegah agar tubuh tidak berputar pada waktu melangkah. Reflek ini melibatkan aferen dari kulit, sendi dan otot (Taylor, 1985).

Latihan fisik dimaksudkan untuk merangsang berbagai perubahan dalam sistem saraf otot, meningkatkan kemampuan otot untuk dapat merespon dengan baik pada perubahan-perubahan yang kita kehendaki (Hazeldine, 1989). Suatu keistimewaan terpenting latihan fisik adalah penyesuaian sistem saraf otot untuk memberikan suatu perubahan yang lebih baik dan terarah (Hazeldine, 1989).

#### **A. Sistem Motoris**

Sistem motoris merupakan suatu sistem yang aktif yang mengijinkan kita untuk mengadakan interaksi dengan lingkungan, termasuk untuk melakukan latihan fisik. Sistem motoris ini memungkinkan kita untuk bergerak dan merubah hubungan fisik kita dengan lingkungan. Integasi dari informasi terjadi dari segala tingkat susunan saraf pusat (medula spinalis, batang otak, cerebelum dan kortek serebri). Setiap sensoris yang mengalami intregasi ini saling mempengaruhi, dan akan dihasilkan suatu sinyal yang akan diubah menjadi suatu gerakan oleh sistem motoris (Bowsher, 1974).

Pergerakan tubuh dilakukan oleh otot-otot tubuh dan untuk menjamin kerja otot yang tepat, untuk maksud tersebut maka setiap otot skelet secara terpisah dikontrol oleh

segolongan neuron susunan saraf pusat yang mengirim sinyal hanya kepada otot tersebut. Neuron-neuron ini dikenal sebagai neuron skeletomotor. Setiap otot dapat mengandung ribuan serabut, tetapi neuron skeletomotor tunggal yang menuju ke otot tersebut mengontrol hanya sebagian kecil dari serabut-serabut otot tersebut. Neuron skeletomotor beserta serabut-serabut otot yang diinervasinya itu disebut motor unit.

Pesan perintah dari neuron skeletomotor kepada serabut ototnya adalah sederhana yaitu ia hanya mengarahkan serabut-serabut otot tersebut untuk berkontraksi atau tidak berkontraksi. Jadi setelah impuls sensoris dianalisa dan diintegrasikan pada berbagai tingkat dari susunan saraf pusat maka sistem motoris harus menterjemahkan informasi kompleks ini menjadi suatu perintah terhadap motor unit berupa “ya” atau “tidak” (Bowsher, 1974).

Untuk mendapatkan gerakan-gerakan yang bervariasi maka otot-otot harus diorganisasi menjadi kelompok-kelompok fungsional. Otot-otot ini haruslah berada dalam suatu harmoni fungsi (Bowsher, 1974).

## **B. Sistem Pyramidal**

Sistem motorik piramidalis berperan terhadap gerakan ketangkasan atau yang dikehendaki (Bowsher, 1974). Traktus piramidalis adalah jalur motoris yang melalui piramid medula oblongata. Traktus ini berasal dari kortek serebri dan turun melalui kapsula interna dan batang otak. Kebanyakan serabut-serabut traktus piramidalis mempunyai diameter yang kecil dan hampir setengahnya tidak bermeilin. Traktus piramidalis tidak saja mempengaruhi neuron skeletomotor dan fusiform tetapi juga

interneuron yang mengontrol input sensoris medula spinalis (Bowsher, 1974; Kapit, 1989).

### **C. Peran Basal Ganglia dan Serebelum dalam mengontrol gerakan**

Selain area kortek motoris dan sistem piramidal yang penting untuk mengontrol fungsi gerakan sadar, otak mempunyai sistem kontrol gerakan yang disediakan oleh struktur seperti basal ganglia dan serebelum (Kapit, 1989; Bowsher, 1974).

Basal ganglia terdiri dari sebagian struktur forebrain (caudate, putamen, globus palidus) dan sebagai struktur midbrain (substansia nigra, red nucleus, subthalamus). Basal ganglia adalah struktur utama otak untuk mengontrol gerakan yang lebih tinggi (kontrol yang lebih tinggi dari gerakan). Basal ganglia juga bagian dari sistem motorik ekstrapiramidal yang berfungsi dalam mengontrol keseluruhan aktivitas gerakan bukanampil (unskilled) yang masih disadari, seperti yang terlibat dalam pengontrolan postur dan gerakan. Dua jalur hubungan yang luasantara forebrain basal ganglia dan motor kortek menghasilkan interaksi antara 2 sistem motorik sistem piramidal dan ekstrapiramidal sebagai satu kesatuan motorik otak (Bowsher, 1974; Kapit, 1989).

Basal ganglia terlibat di dalam fungsi motorik dan berperan dalam mengontrol gerakan normal. Basal ganglia berperan mengontrol seluruh gerakan dasar, mengontrol postur selama gerakan berjalan dan balistik batang tubuh. Pengontrolan ini dihasilkan oleh perubahan tingkat aktivitas umpan balik dari tegangan otot dan kinestetik. Fungsi basal ganglia berkaitan dengan berkaitan dengan pencetusan (initiation) perintah/komando gerakan sadar. Basal ganglia mengontrol aktivitas neuron gammamotor dari spinal cord dan meningkatkan kontrol tonus otot, tegangan otot stretch reflek dan

propioseptif serta aktivitas kinestetik. Basal ganglia mempengaruhi pencetusan aktivitas mototrik gerakan sadar yang dilakukan secara langsung pada sistem piramidal melalui pengeluaran ekstentif dari forebrain basal ganglia ke premotor cortex, yang kemudian memberi signal ke jalur motor cortex dan piramidal. Serabut descending piramidal mengaktifkan alfa motor neuron, dan menghasilkan kontraksi otot (Kapit,1989; Bowsher,1974).

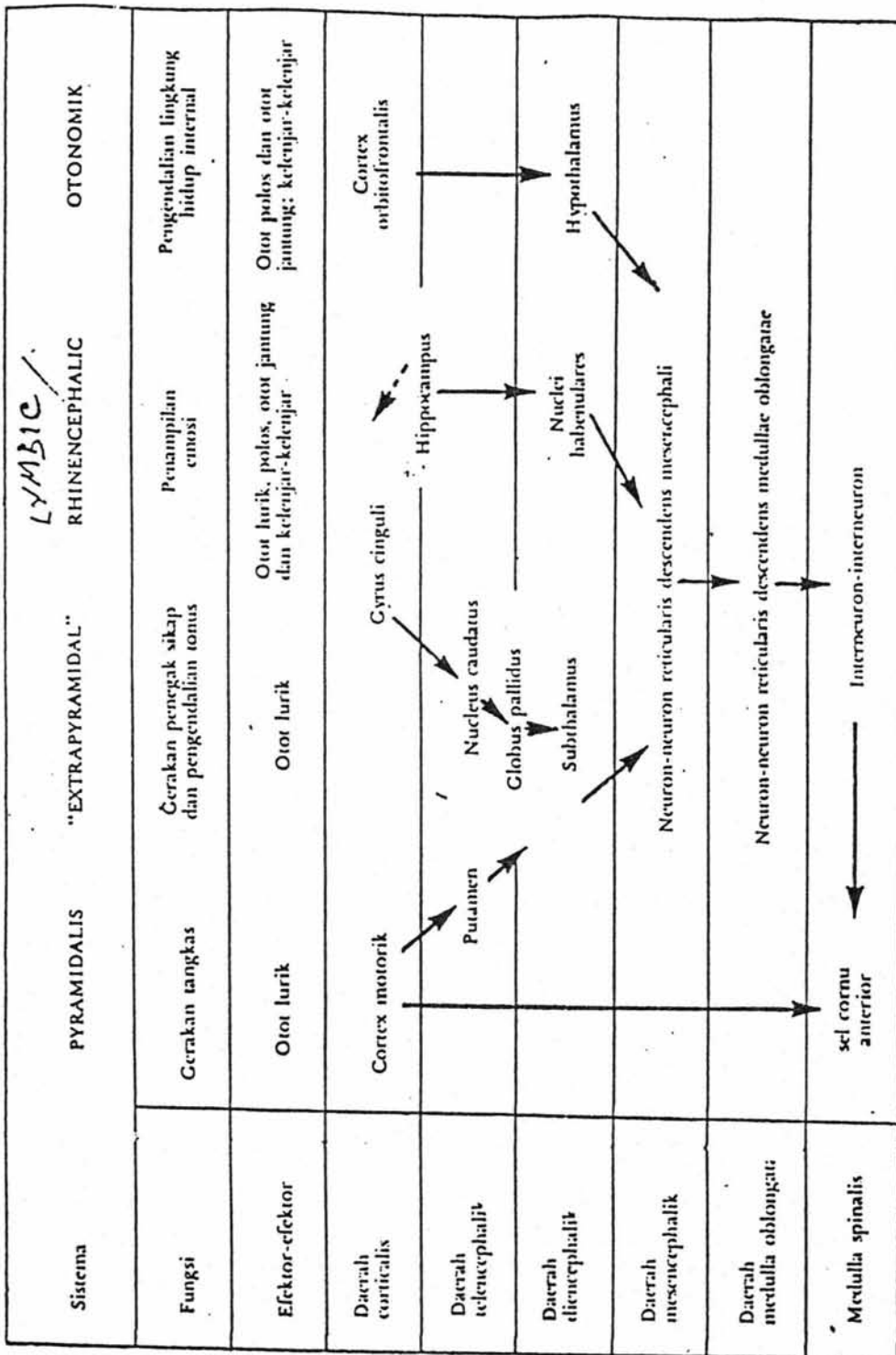
#### D. Cerebellum dan Koordinasi Gerakan

Cerebellum sangat diperlukan untuk koordinasi aktivitas gerakan sadar, tetapi tidak untuk pencetus perintah gerakan. Cerebellum dapat dibedakan berdasarkan bagian-bagiannya, yaitu termasuk dalam berbagai tipe dari kontrol koordinasi. Flocculonodular lobe, berlokasi didasar cerebellum, bekerja berhubungan dengan sistem vestibular, mengontrol keseimbangan ( equilibrium ), balance dan koordinasi kepala dan mata. Vermis berlokasi diatas garis tengah dan mengkoordinasi gait dan postur selama gerakan berjalan. Vermis menerima proyeksi-proyeksi secara luas dari propioseptor, dari sendi-sendi dan otot-otot. bagian yang sangat penting dari cerebellum adalah selebelar hemispheres, yang secara ekstensif berkembang pada manusia. Serebelum hemisphere bekerja dekat dengan premotor kortek untuk koordinasi aktivitas gerakan yang cepat dan trampil ( Kapit, 1089; Bowsher,1974 ).

Cerebellum sebagai komporator computer. Cerebellum hemisphere mempunyai 2 jalur canel komunikasi dengan motor kortek di otak dan otot-otot sadar di periferi. Untuk mengkoordinasi penampilan gerak. Dalam sebuah gerakan sadar yang diinginkan/dikehendaki, premotor kortek menghasilkan pola gerakan, mengirimnya ke motor kortek

utama, yang kemudian mengaktifkan otot melalui descending upper dan lower neuron. Setiap kali premotor mengirim signal ini, premotor kortek juga mengirim signal ke cerebelum melalui alur rilay serebelum dalam pons. Komando sereberar ini berpasangan dengan kinerja otot dan signal motor kortek melalui pusat rilay di thalamus, menginformasikan sesuatu komando salah atau diperlukan untuk adjustment. Pada waktu yang sama serebelum bekerja melalui red nucleus dan hubungan descending dengan neuron gamma motor, mengatur tonus otot dan stretch refleks untuk membawa otot-otot sejalan dengan komando motor kortek. Jadi serebelum melakukan komunikasi langsung antara kortek motorik dan otot, mengontrol penampilan gerakan. Masukan dari kortek motorik dan otot datang melalui pusat-pusat rilay brain stem ke kortek serebelum, dimana alur ( circuit ) cerebelum menganalisis itu. Out put dari cerebelum dirilay oleh prominent sel purkinje di dalam kortek serebelum, ke dalam nuclei serebelum. Sel purkinje menghambat neuron-neuron, melepaskan GABA sebagai neurotransmitter. Neuron-neuron dari nuclei serebelum secara nyata mengeluarkan neuron-neuron mereka menginvertasi target serebelum di midbrain, red nucleus dan thalamus (Bowsher, 1974; Kapit, 1989).





Gambar 2.3: Bagan yang menunjukkan fungsi, hubungan dan pekaitan antara lintasan-lintasan motorik (Bowsher, 1974).



### 2.3.4 Adaptasi Otot Skelet Pada Latihan Aerobik

Program latihan fisik yang dilakukan dalam kurun waktu yang cukup akan menyebabkan perubahan fisiologik. Perubahan ini akan mengarah pada kemampuan untuk menghasilkan energi yang lebih besar dan memperbaiki kemampuan kinerja fisik (Fox, 1981).

Perubahan-perubahan karena latihan meliputi :

- \* Perubahan biokimia pada otot dan perubahan lain pada otot
- \* Perubahan pada sistem pengangkutan O<sub>2</sub> (kardiorespiratori)
- \* Perubahan-perubahan lain, seperti komposisi tubuh, dan perubahan komposisi dan konsentrasi dalam darah.

Perubahan Biokimia. Pengaruh latihan pada tingkat sel bersifat biokimia. Hal ini telah banyak diungkapkan oleh para ahli (Gollnick, 1973; Gollnick, 1972).

#### a. Perubahan aerobik

Sebagai akibat latihan aerobik ada 3 hal penting yang terjadi pada tingkat sel, yaitu :

Selama melakukan aktivitas yang bersifat aerobik, otot bekerja dengan menggunakan oksigen 10-20 kali lebih besar dibanding istirahat. Untuk memenuhi kebutuhan O<sub>2</sub> yang lebih besar selama latihan, tubuh berusaha melakukan kompensasi dengan meningkatkan jumlah mioglobin, yaitu pigmen pengikat O<sub>2</sub> dalam otot yang berfungsi sebagai penimbun O<sub>2</sub>. Latihan aerobik dapat meningkatkan kapasitas oksidasi karbohidrat dan lemak. Peningkatan tersebut disertai dengan peningkatan mitokondria, peningkatan diameter mitokondria dan peningkatan enzim yang diperlukan untuk siklus kreb dan transport elektron, serta meningkatkan aktivitas enzim yang memecah dan

mengangkut lemak (Brooks, 1986; Gollnick, 1983).

b) Perubahan serabut otot cepat dan serabut otot lambat perubahan khusus pada serabut otot yang disebabkan latihan adalah sebagai berikut :

Serabut otot cepat dan lambat ditingkatkan oleh latihan aerobik secara seimbang. Namun ada ahli yang mendukung pendapat bahwa serabut otot lambat cenderung di pengaruhi oleh latihan aerobik, sedang serabut otot cepat lebih dipengaruhi oleh latihan anaerobik ( Gollnick, 1972; Lamb, 1984).

Hipertropi serabut otot lambat terjadi lebih banyak pada orang yang melakukan latihan aerobik (endurance). Sedangkan hipertropi pada serabut otot cepat lebih banyak pada orang yang melakukan latihan anaerobik (Lamb, 1984; Brooks, 1986).

Latihan aerobik jenis lari dapat meningkatkan daya tahan juga dapat meningkatkan kekuatan otot-otot tubuh, terutama otot tungkai. Peningkatan kekuatan ini terutama pada kemampuan kontraksi serabut otot lambat (slow-twitch fiber) dan sedikit dari serabut otot cepat (fast-twitch fiber) (Lamb, 1984).

Otot yang dilatih akan menghasilkan pertumbuhan jumlah filamen aktin dan miosin dan meningkatkan kadar enzim, terutama yang berfungsi untuk menyediakan energi serta meningkatkan kemampuan sistem saraf. Peningkatan tersebut dapat terjadi setelah menjalani latihan selama 4-6 minggu (Lamb, 1984).

Latihan lari aerobik dapat meningkatkan kecepatan . Hal tersebut terjadi karena adaptasi yang terjadi di dalam otot, antara lain perubahan biokimia yang berupa peningkatan cadangan energi dan enzim-enzim yang diperlukan dalam metabolisme.

Disamping itu adaptasi otot pada perlakuan yang diberikan juga menyebabkan perubahan sistem saraf yang menyangkut mekanisme pengerahan (recruitment),

koordinasi dan sinkronisasi aktivitas gerakan otot-otot tubuh, tungkai, lengan, bahu, perut, dada serta otot-otot panggul (Brooks, 1984; Fox, 1988; Brown, 1994).

Dengan meningkatnya kekuatan dan kecepatan, secara teori kemampuan daya ledak (*explosive power*) otot juga meningkat. Karena penentu daya ledak otot adalah kekuatan otot dan kecepatan rangsang saraf dan kecepatan kontraaksi, ketiga komponen tersebut saling berkaitan. Daya ledak merupakan kualitas yang memungkinkan otot atau sekelompok otot untuk menghasilkan kerja fisik secara eksplosif. Daya ledak ini dapat ditingkatkan dan dikembangkan melalui latihan dengan jalan meningkatkan kekuatan, meningkatkan kecepatan atau meningkatkan keduanya secara bersama-sama (Radcliff, 1985).

Kekuatan, daya ledak dan daya tahan otot serta kecepatan yang sudah dicapai melalui suatu program latihan, dapat dipertahankan dengan latihan minimal sekali dalam seminggu.

Meningkatkan kekuatan, kecepatan, daya ledak dan kecepatan reaksi tubuh akan meningkatkan kelincahan. Seperti yang dinyatakan Singer (1980) bahwa kelincahan merupakan perpaduan faktor-faktor kekuatan, kecepatan, tenaga ledak dan kecepatan reaksi. Kelincahan merupakan kemampuan tubuh atau bagian-bagian tubuh untuk mengubah arah secara cepat dan cermat (Singer, 1980).

### 2.3.5 Pengaruh Latihan Pada Kardiorespiratori

Perubahan kardiorespiratori sebagai akibat latihan fisik terutama berkaitan dengan fungsi pengangkutan O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> di dalam tubuh yang melibatkan berbagai sistem yang secara terpadu berusaha memperlancar pengangkutan O<sub>2</sub> ke daerah tubuh yang aktif dan mengurangi pengiriman O<sub>2</sub> ke daerah yang kurang aktif. Sistem tersebut diantaranya adalah sistem peredaran darah, sistem pernafasan dan juga proses yang terjadi di tingkat sel (Fox, 1984).

Latihan fisik memberi beban pada fungsi homeostasis dari sistem kardiovaskuler, baik lokal pada otot yang aktif, maupun sistemis seluruh tubuh. Meningkatnya kebutuhan oksigen untuk metabolisme, untuk pembuangan CO<sub>2</sub> dan metabolit lain, pembuangan panas dan suplai bahan bakar yang lebih besar ke otot kerja. Semua aktivitas tersebut dilakukan oleh aliran darah. Organ utama yang terkait dengan aliran darah adalah jantung dan pembuluh darah dengan segala pengaturannya (Fox, 1988).

Kerja jantung sepenuhnya menggunakan energi dari reaksi aerobik. Hal ini terlihat dari kenyataan bahwa otot jantung manusia mempunyai kapasitas oksidatif 3 kali lebih besar dibandingkan dengan otot rangka (Jansson, 1989).

Pada orang yang sudah terlatih dengan latihan aerobik, ukuran jantungnya lebih besar, karena peningkatan volume ventrikel dan jumlah kapilaria. frekuensi denyut jantung menurun yang disebabkan karena peningkatan tonus saraf parasimpatis dan penurunan tonus saraf simpatis, atau kombinasi antara keduanya. Juga terjadi penurunan pengeluaran impuls dari paru-jantung. Dengan perubahan volume, maka isi sekuncup (stroke volume) menjadi lebih besar dan curah jantung (cardiac output) meningkat.

Dengan begitu pengangkutan O<sub>2</sub> ke jaringan-jaringan yang membutuhkan menjadi lebih baik (Fox, 1984).

Sirkulasi hormon dalam darah dapat langsung mempengaruhi ritme jantung. Epineprin dan norepineprin yang dikeluarkan dari kelenjar medula adrenal, meningkatkan denyut jantung dengan sangat kuat. Hormon dari kelenjar-kelenjar tiroid juga dapat meningkatkan denyut jantung (Kathryn, 1994).

Hipertropi jantung sebagai hasil program latihan dikontrol oleh sejumlah hormon. Hormon tiroid mungkin berpartisipasi dalam merangsang sintesa protein jantung selama latihan. Hipertropi jantung yang menyebabkan peningkatan serat jantung lebih dari 15% dapat diterangkan dengan overkompensasi/overadaptasi yang melebihi batas fisiologi normal. Meskipun demikian kortikosteroid ikut menentukan besarnya perubahan struktural di sel otot jantung dan menghalangi overadaptasi (Kapit, 1989).

#### **A. Perubahan Kardiovaskuler Pada Istirahat**

Perubahan sebagai akibat latihan, dalam keadaan istirahat, antara lain: 1) besarnya ukuran jantung, 2) penurunan frekuensi denyut nadi ( Heart Rate ), 3) meningkatnya volume sekuncup ( Stroke Volume ), dan 4) peningkatan volume darah semenit ( Cardiac Output ) ( Fox, 1981 ).

#### **B. Ukuran Besarnya Jantung**

Telah diketahui sejak lama bahwa jantung orang yang terlatih lebih besar dari pada jantung orang tidak terlatih. Dengan berkembangnya teknik echocardiography rongga jantung dan ketebalan otot, yaitu 2 hal yang sangat menentukan terhadap ukuran

jantung terhadap dapat diukur dari luar. Disebutkan bahwa hipertrophy jantung pada orang yang berlatih aerobik ( daya tahan ) disebabkan oleh membesarnya rongga ventrikel dengan ketebalan dindingnya tetap. Hal tersebut menunjukkan volume darah di dalam ventrikel pada diastole lebih banyak, sehingga volume sekuncup juga meningkat pada orang yang terlatih. Pada sprinter dan atlet cabang olahraga yang menggunakan kekuatan eksplosif terjadi dengan penebalan ototnya, sedang rongga ventrikel tetap (Fox, 1988).

#### **C. Peningkatan Volume Sekuncup**

Output jantung istirahat kurang lebih sama, pada orang terlatih maupun orang tidak terlatih ( Fox, 1988 ). karena frekuensi denyut nadi orang yang terlatih lebih rendah, maka volume sekuncup dengan sendirinya lebih besar ( Fox, 1988 ).

#### **D. Perubahan Volume darah dan jumlah Hb**

Jumlah darah yang mengalir bertambah dan dengan demikian jumlah Hb juga bertambah tetapi tidak meningkat konsentrasinya. Disamping itu terjadi peningkatan jumlah kapiler dalam otot yang mengalami hipertropi ( Hermansen, 1971 ).

#### **E. Perubahan Kardivaskuler pada waktu latihan**

Beberapa perubahan setelah mengikuti latihan aerobik, antara lain :

Dalam keadaan steady state tidak ada perubahan konsumsi  $O_2$ , bahkan kemungkinan mengalami penurunan yang disebabkan oleh pengaruh efisiensi karena terlatih ( Costill, 1979 ). Penggunaan glikogen menurun, karena dalam latihan yang berjalan lama pembakaran lemak meningkat, yang disebut glycogen sparing, dan diperkirakan menjadi penyebab tertundanya kelelahan pada orang yang terlatih dan



meningkatnya daya tahan ( Fox, 1988 ). Latihan aerobik menyebabkan menurunnya timbunan asam laktat. Pada orang yang terlatih kadar asam laktat pada waktu ia sedang menjalani latihan lebih rendah dibandingkan orang yang tidak terlatih (Janssen, 1989). Rendahnya timbunan asam laktat pada orang yang terlatih yang sedang mengerjakan latihan mengakibatkan meningkatnya anaerobik treshold (Janssen, 1985). Orang biasa mempunyai treshold 60% dari  $V_{O2max}$ , sedangkan orang yang terlatih anaerobic tresholdnya setinggi 75% dari  $V_{O2max}$  atau lebih tergantung dari tingkat kondisi fisiknya (Janssen, 1989).

#### **F. Perubahan Pada Sistem Pernafasan**

Latihan fisik dapat meningkatkan fungsi pernafasan. Beberapa perubahan pada sistem pernafasan hasil dari latihan fisik antara lain sebagai berikut:

- \* Dengan latihan ventilasi permenit meningkat sebagai akibat naiknya volume tidal dan frekuensi nafas.
- \* Efisiensi paru dalam melaksanakan fungsi ventilasi meningkat.
- \* Volume tidal baik pada orang terlatih maupun yang tidak terlatih pada latihan tetap sama, tetapi bagian-bagian nafas yang lain semuanya meningkat. Oleh karena itu kapasitas total pernafasan tidak mempunyai kolerasi dengan prestasi.
- \* Kemampuan difusi alveoli pada orang yang terlatih lebih besar dibanding dengan orang yang tidak terlatih, baik pada latihan maupun istirahat. Diperkirakan kemampuan difusi ini disebabkan karena bertambah luasnya permukaan alveoli, bukan karena meningkatnya kemampuan difusi itu sendiri ( Fox, 1984 ).

Dengan latihan yang teratur daya tahan meningkat karena fungsi pernafasan juga bertambah baik. Volume pernafasan permenit meningkat, karena kenaikan frekuensi pernafasan maupun volume tidal. Kapasitas paru bertambah besar, demikian pula kemampuan berdifusinya lebih besar karena bertambahnya dataran untuk berdifusi (Fox, 1984 ).

Kapan efek latihan mulai kelihatan ? Tergantung pada bagian tubuh yang dilatih. Peningkatan kemampuan kardiovaskular dan kapasitas aerobik sudah dapat dilihat setelah 1-2 Minggu ( Hixon, 1977).

Lamanya latihan yang diperlukan untuk menghasilkan perubahan kardiovaskular yang optimal belum diketahui karena banyaknya faktor yang mempengaruhi , seperti : jumlah total latihan yang dilakukan , intensitas latihan, frekuensi latihan dan fitness awal dari subyek.

Untuk latihan yang intensitasnya rendah, diperlukan waktu yang lebih lama, sedang latihan selama 3-5 menit setiap hari akan menimbulkan efek latihan pada beberapa orang yang kurang cukup terlatih (Cooper,1985).

Latihan aerobik jenis lari yang dilakukan 3 kali seminggu, menurut cooper(1993) dapat memperbaiki kesegaran jantung dan peredaran darah serta daya tahan. Latihan dengan frekuensi 2 kali seminggu, hasilnya kurang efektif untuk meningkatkan kemampuan jantung, pembuluh darah dan kapasitas aerobik. Namun menurut hasil penelitian yang dikutip oleh Fok (1988) latihan dengan frekuensi 2 kali seminggu cukup untuk mempertahankan kesegaran jasmani dan daya tahan (endurance).

Pollock (1978) telah membuat percobaan latihan fisik dengan frekuensi latihan 1 kali ,3 kali dan 5 kali perminggu, dengan intensitas latihan disamakan sebesar 85%-

90% DN maksimal dan lama latihan disamakan yaitu 30 menit setiap kali latihan . Setelah 20 kali latihan hasilnya menunjukkan bahwa yang paling menguntungkan adalah latihan dengan frekuensi 3 kali seminggu, meskipun peningkatan VO<sub>2</sub>max hanya sekitar 2/3 dari yang latihan dengan frekuensi 5 kali perminggu , tetapi kemungkinan terjadinya cedera kurang dari 1/3 dibanding latihan dengan frekuensi 5 kali perminggu.

## **2.4 Peran Dan Adaptasi Sistem Imun Pada Latihan**

### **2.4.1 Sistem Imun**

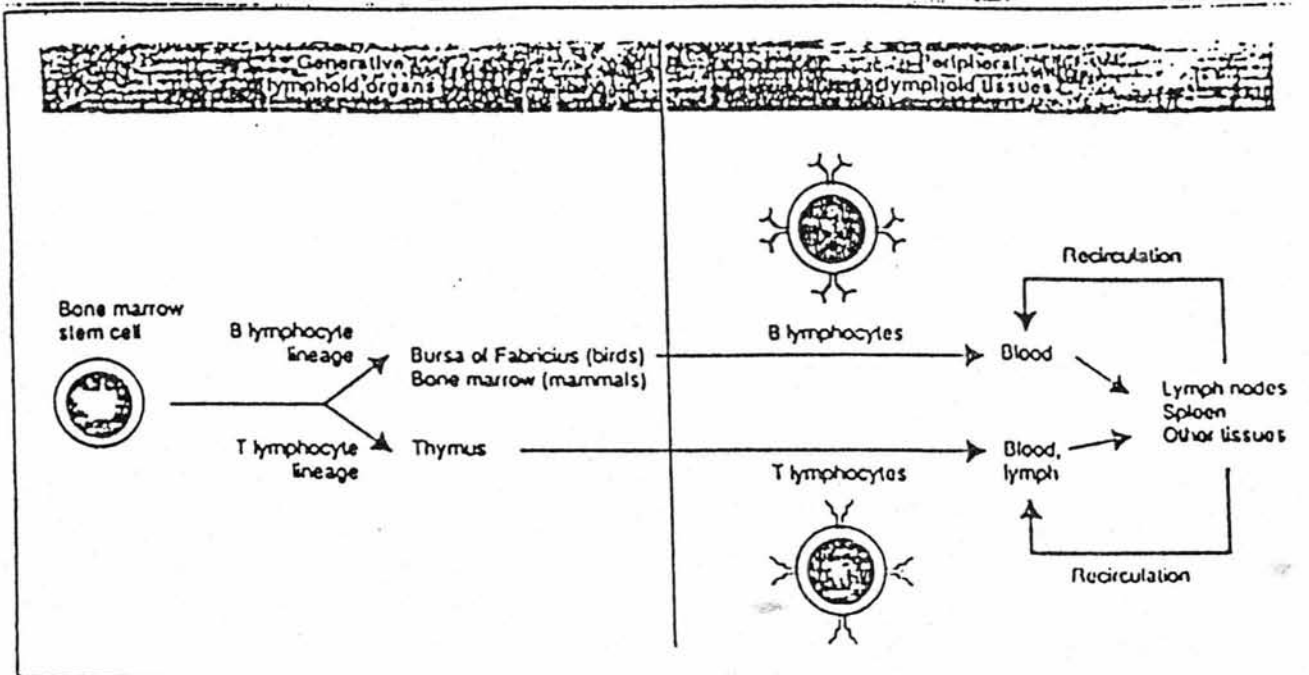
Sistem imun merupakan sistem tubuh yang berfungsi sebagai pertahanan tubuh, homeostasis dan perondaan (immune surveillance) (Subowo,1993). Sebagai sistem pertahanan tubuh sistem pertahanan tubuh sistem imun berfungsi melindungi tubuh dari infeksi mikroorganisme :virus ,bakteri,jamur dan parasit.Sedangkan mekanisme khusus yang mengatasi pertumbuhan sel kanker, sel tubuh yang rusak dan sel-sel yang sudah tua (eritrosit) dikenal sebagai immune surveillance (Stites,1987). Selain itu sistem imun juga merupakan bagian dari mekanisme homeostatis tubuh melalui keterkaitan antara sistem imun , sistem saraf dan endokrin (Ader, 1990).

### **2.4.2 Sel Sistem Imun**

Sel imun terdapat dalam berbagai organ limfoid di seluruh tubuh dan terdapat di dalam sirkulasi darah dan limfa. Sel-sel yang belum dewasa berproliferasi dan berkembang di dalam sumsum tulang (bone marrow), kemudian berpindah dan mengalami pendewasaan di jaringan limfoid primer, yaitu di timus (sel T) dan di bone

merrow (sel B). Di dalam jaringan limfoid sekunder di dalam kelenjar limfa, limpa dan yang lainnya sel imun berinteraksi dengan sel lain dan protein asing (Roitt, 1991).

Sel imun bermigrasi antara jaringan limfoid yang berbeda melalui sistem sirkulasi dan sistem limfatik. Limfosit keluar sirkulasi masuk ke dalam jaringan limfoid melalui vena-vena khusus. Diperkirakan 1%-2% dari total limfosit tubuh kembali ke sirkulasi melalui darah setiap jam (Roitt, 1991). Ini memungkinkan interaksi yang sering antara protein asing dan sel-sel imun.



Gambar 2.5: Pendewasaan limfosit. Perkembangan limfosit dewasa sebelum bertemu dengan antigen terjadi di jaringan limfoid primer dan respon imun terhadap konfigurasi asing terjadi di jaringan limfoid perifer (Abbas, 1991).

### 2.4.3 Tipe-tipe sel imun

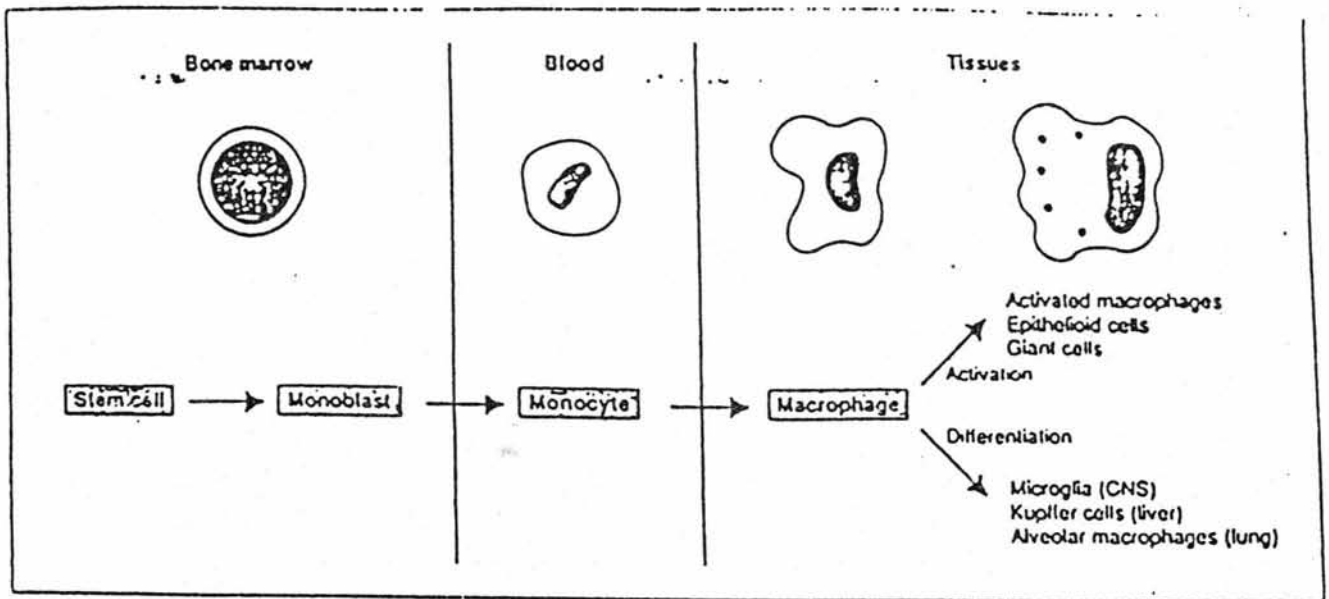
Semua sel yang terlibat dalam respon imun berasal dari sel yang sama, yaitu hemopoietik stem sel di dalam bone marrow. Ada 3 keturunan sel-sel imun (leukosit) berasal stem sel: a) Sel-sel keturunan myeloid (monosit/ makrofag dan granulosit), b) Sel-sel keturunan limfoid (Sel NK) (Roitt, 1991).

Tabel 2.1: Leukosit dan limfosit sirkulasi (Mackinnon, 1992)

Cell	% of circulating leukocytes	Primary function(s)
Granulocyte	60-70	
Neutrophil	>90 of granulocytes	Phagocytosis
Eosinophil	2-5 of granulocytes	Phagocytosis of parasites
Basophil	0.2 of granulocytes	Chemotactic factor production Allergic responses
Monocyte	10-15	Phagocytosis Antigen presentation Cytokine production Cytotoxicity
Lymphocyte	20-25	Lymphocyte activation Lymphokine production Antigen recognition Antibody production Memory Cytotoxicity
Cell	% of lymphocytes	Function(s)
T cell	60-75	Lymphocyte regulation
T <sub>H</sub> (CD4)	60-70 of T cells	Lymphokine secretion Antigen recognition B cell proliferation
T <sub>C</sub> /T <sub>S</sub> (CD8)	30-40 of T cells	Cytotoxicity Lymphocyte suppression
B cell	5-15	Antibody production Memory
LGL/NK	10-20	Cytotoxicity Lymphokine production

### A. Monosit dan makrofag

Monosit dan makrofag adalah fagosit dan APC (Antigen Presenting Cells) yang berasal dari prekursor promonosit di dalam sumsum tulang . Monosit terdapat dalam sirkulasi tetapi dapat berlokasi di jaringan selama cedera, inflamasi ,dan infeksi. Di dalam jaringan monosit berdiferensiasi menjadi makrofag (Abbas,1991).



Gambar 2.6 :Pendewasaan sel fagosit mononuklear (Abbas, 1991).

Monosit terlibat dalam respon imun yang pertama . yaitu memfagosit dan menyajikan antigen asing kepada limfosit . Monosit dan makrofag membunuh dan mencerna mikroorganisme dengan melepaskan protease dari lisosom dan meningkatkan molekul hidrogen peroksidase dan oksigen radikal yang toksik bagi mikroorganisme . Monosit yang teraktivasi menghasilkan faktor-faktor terlarut yang mengaktivasi limfosi. Monosit juga dapat membunuh sel-sel tumor dan sel-sel yang terinfeksi virus (Abbas,1991; Roitt,1991).

Monosit dalam sirkulasi bertahan selama 1-3 hari sebelum masuk dalam jaringan. Di dalam jaringan sebagai makrofag dapat bergerak bebas atau juga tidak bergerak seperti sel kupffer dalam hati, sel langerhans dalam kulit. Monosit setelah dilepas dari sumsum tulang, umumnya tidak lagi mengalami mitosis (membelah diri). sehingga kebutuhan yang meningkat akan fagosit dalam melawan terhadap infeksi diperoleh dari pelepasan yang lebih banyak fagosit dari persediaan yang ada dalam tulang, disertai produksi yang lebih banyak pula dari fagosit ini di dalam sumsum tulang, proliferasi dari sel primitif dan pelepasannya diatur oleh mekanisme saraf dan faktor-faktor dalam serum (Roitt, 1991).

Fungsi utama sel-sel tersebut adalah memfagositosis bahan-bahan asing atau zat yang berasal dari badan sendiri yang sudah tua (eritrosit), tetapi juga ikut ambil bagian dalam reaksi radang. Dalam kelenjar getah bening, juga berfungsi menghidangkan antigen kepada limfosit sebagai permulaan respon imun (Roitt, 1991; Abbas, 1991; Abbas, 1994).

#### **B. Granulosit Polimorfonuklear (PMN).**

PMN berasal dari sel primitif sumsum tulang, sel tersebut umumnya telah dewasa. Setelah dilepas dari sumsum tulang, PMN masuk sirkulasi darah, dan bertahan selama 6-7 jam dan kemudian masuk dalam jaringan, dimana sel tersebut bertahan 4-5 hari. PMN ini mempunyai umur pendek yang relatif lebih pendek jika dibandingkan dengan sel monoklear yang berumur bulanan sampai tahunan PMN dapat dibedakan menjadi 3 macam sel, yaitu :netrofil, eosinofil dan basofil (Abbas, 1984).

Netrofil dapat membunuh dan mencerna mikroorganismenya dengan melepaskan protease dari granula sitoplasma dan menghasilkan molekul toksik, seperti hidrogen peroksidase dan oksigen radikal. Netrofil dapat menuju tempat yang terinfeksi dengan faktor kemotatik yang dihasilkan oleh leukosit lain. Mereka dapat melekat dan bergerak melalui dinding kapiler untuk mencapai tempat infeksi atau inflamasi (Abbas, 1994).

Eosinofil mampu memfagosit mikroorganismenya, dan paling aktif dalam pertahanan terhadap infeksi parasit. Eosinofil mempunyai peran kecil pada asma. Basofil dan mast sel terutama terlibat di dalam reaksi alergi dan inflamasi (Abbas, 1994).

### C. Limfosit

Sel yang bertindak dalam respon imun spesifik tergolong dalam dua golongan, yaitu: Limfosit T dan Limfosit B (Roitt, 1991).

**Limfosit T.** Ada 2 sub populasi limfosit T yaitu: sel T CD4+ (T-helper) dan sel TCD8+ (T-cytotoxic/supressor). Ratio sel Th/Tc-s di dalam darah perifer antara 0,9-2,7 (Candrasoma, 1991).

Sel Th mengatur respons imun khususnya sel B dan sel T yang lain. Sel Th mengeluarkan faktor-faktor terlarut yang dapat merangsang sel T dan sel B berproliferasi dan berdiferensiasi. Aktivasi sel Th merupakan langkah pertama yang penting untuk kebanyakan respons imun. Faktor-faktor yang disekresi oleh sel Th memodulasi aktivitas dari berbagai sel imun, termasuk sel B untuk berproliferasi dan menghasilkan antibodi (Roitt, 1991).



Sel Tc/Ts adalah sel sitotoksik dan pengatur. Sel Tc dapat membunuh berbagai sasaran (targets), termasuk sel tumor, sel yang terinfeksi virus dan parasit. Sel Ts terlibat dalam pengaturan sel B dan T lainnya dengan cara menekan fungsi mereka, hal ini penting untuk mengakhiri suatu respon imun yang sudah selesai. Seluruh interaksi dan koordinasi dari tipe-tipe sel T yang berbeda adalah untuk kontrol yang lebih baik dari respon imun (Roitt, 1991).

**Limfosit B.** Limfosit B menghasilkan antibodi yang terlihat pada permukaan sel B sebagai reseptor untuk protein asing atau antigen. Dalam kondisi normal, sel B istirahat (resting) ukurannya kecil (6-10  $\mu\text{m}$ ). Jika teraktivasi oleh sel T, sel B berproliferasi dan berdiferensiasi menjadi sel plasma menghasilkan sejumlah besar antibodi. Sel B membentuk memori terhadap protein asing atau antigen pertama yang dikenalnya. Pada pemaparan berikutnya terhadap bahan protein asing atau antigen yang sama akan menghasilkan produksi antibodi yang lebih cepat dan lebih besar yang ditujukan pada bahan asing tersebut (Roitt, 1991).

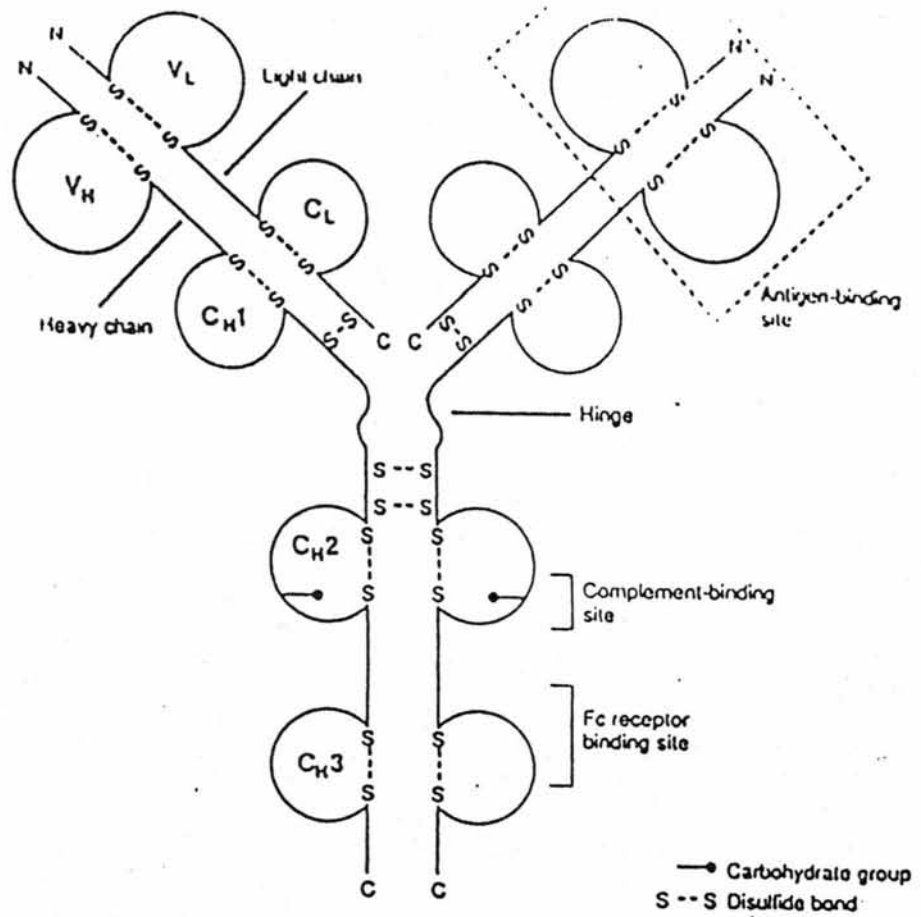
#### **D. Sel Imun Populasi Ketiga.**

Sel imun yang termasuk dalam populasi ini yaitu LGL ( Large Granular Lymphocyte ), yang mampu membunuh sasaran secara alamiah, makanya sel ini disebut juga NK cell ( Natural Killer Cell ). LGL ini adalah limfosit besar yang mempunyai banyak granula sitoplasmatik dengan marker permukaan sel CD16 dan CD56. LGL dapat mengenali, berikatan dan kemudian membunuh sel tumor dan sel yang terinfeksi virus ( Abbas, 1994)

## 2.4.4 Immunoglobulin dan antibodi

### A. Struktur immunoglobulin

Imunoglobulin ( Ig ) adalah glikoprotein yang tersusun dari 82%-96% polipeptida dan 4-18% karbohidrat. Molekul dasar Ig terdiri dari 4 rantai polipeptida, dua rantai "ringan" (Light Chain = L) dan 2 rantai "berat" (Heavy Chain = H), tersusun secara simetris dan dihubungkan satu sama lain oleh ikatan di sulfida (inter chain disulfide bonds) (lihat gambar 2.7) (Abbas, 1994).



Gambar 2.7: Diagram skematik molekul immunoglobulin (Abbas, 1991)

Kedua ujung molekul mempunyai fungsi yang berbeda. Ujung Fab mempunyai struktur khusus tiga dimensi untuk berikatan dengan antigen. Sedangkan ujung Fc berikatan dengan reseptor pada sel imun. Dua struktur fungsi ini adalah penting untuk sel imun mengenal antigen asing ( Abbas, 1994 ).

Pada setiap orang sehat dapat ditemukan 2 macam rantai ringan kappa dan lamda, dengan perbandingan rantai kappa 65% dan rantai lamda 35% atau rasio kappa:lamda 2:1. Sedangkan rantai berat ada 5 macam, yaitu: rantai alfa, gamma, mu, delta dan epsilon (Abbas, 1994).

### **B. Fungsi Imunoglobulin (Ig)/ Antibodi**

Ig diproduksi dan disekresi oleh sel B dan sel plasma. Ig terdapat di dalam serum dan cairan tubuh lain. Antibodi adalah suatu molekul Ig yang bereaksi dengan antigen spesifik. Semua antibodi adalah Ig, tetapi tidak semua Ig mempunyai aktivitas antibodi. Antibodi penting untuk mengenal dan mengingat (memori) antigen dari pemaparan pertama untuk antigen spesifik. Antibodi pada sel B berfungsi sebagai reseptor untuk antigen, dan ini penting untuk mengawali respons imun spesifik (Abbas, 1994).

Fungsi dari Ig/antibodi, yaitu untuk: menetralkan toksin bakteri dan virus, menghambat mobilisasi dan mengaglutinasi mikroba, mempermudah pengikatan antigen pada sel fagosit, merangsang komplemen untuk membunuh mikroba dan merangsang ADCC (Antibody Dependent Cells Mediated Cytotoxicity) (Mackinnon, 1992). Antibodi akan berikatan dengan antigen yang masuk untuk membentuk kompleks yang mengaktifkan komplemen untuk membunuh mikroorganisme tersebut (Abbas, 1994).

Masing-masing limfosit B atau sel plasma menghasilkan antibodi yang hanya mengenal satu bahan asing atau antigen tertentu. Pada pemaparan dengan antigen spesifik, khususnya sel B akan berproliferasi dan berdiferensiasi menjadi banyak sekali sel plasma dewasa mensekresi antibodi terhadap antigen asing tersebut. Karena masing-masing organisme patogen mengekspresikan beberapa antigen berbeda, maka beberapa antibodi ditujukan kepada masing-masing antigen tersebut (Abbas, 1994; Roitt, 1991).

### C. Macam Imunoglobulin (Ig)

Ada lima kelas Ig pada manusia, yang sama dalam struktur dasar dan fungsi, tetapi berbeda dalam ukuran, komposisi dan fungsi khusus. Lima kelas tersebut yaitu: IgM, IgG, IgA, IgD, dan IgE. Perbedaan 5 kelas Ig tersebut ternyata terletak pada rantai-H (rantai berat). Tiap kelas Ig mempunyai rantai-H tertentu. Semua kelas Ig mempunyai rantai-L (rantai ringan) kappa atau lamda, dalam satu molekul selalu hanya satu macam rantai-H, yaitu:

Rantai -H dari IgG disebut juga rantai - $\gamma$  (gamma)

Rantai -H dari IgA disebut juga rantai - $\alpha$  (alfa)

Rantai -H dari IgM disebut juga rantai - $\mu$  (mu)

Rantai -H dari IgD disebut juga rantai - $\delta$  (delta)

Rantai -H dari IgE disebut juga rantai- $\epsilon$  (epilon).

Jumlah dan distribusi dari kelas-kelas ig juga berbeda, contoh IgG terutama di dalam serum dan IgA paling banyak di dalam cairan mukosa (Abbas, 1994).



**a. Immunoglobulin M (IgM).**

IgM terdapat dalam bentuk polimer, terdiri dari 5 sub unit molekul 4-peptida dihubungkan dengan rantai -J. Struktur polimer tersebut adalah sebagai berikut: polimer IgM dalam bentuk bebas diperkirakan berbentuk seperti bintang, akan tetapi bila terikat pada permukaan sel ia akan membentuk keping. Secara teori valensi IgM adalah 10, tetapi ini hanya pada reaksi hapten. Reaksi dengan antigen yang besar hanya menunjukkan valensi 5. karena mempunyai valensi tinggi IgM sangat efisien untuk reaksi aglutinasi dan reaksi sitolitik, dan karena timbulnya cepat dan tetap tinggal dalam darah maka IgM merupakan daya tahan tubuh penting bagi bakterimia (Abbas,1994 ; Kuby, 1992 ; Roitt, 1991).

IgM merupakan Ig yang disekresi pada respon imun primer .IgM tersebut mampu mengenal multidimensial imunogen virus. Daya netralisasi terhadap infeksi virus dan aktivasi sistem komplmen pada IgM lebih kuat dan efisien dibandingkan dengan IgG. Kadar IgM pada cairan intraseluler sangat rendah, karena IgM tidak dapat berdifusi dengan baik. Waktu paroh dalam darah 10 hari (Stites ,1994; Kuby, 1992; Roitt, 1993).

**b) Immunoglobulin G (IgG).**

IgG adalah yang terbanyak disekresi pada respon imun sekunder. IgG mudah menyebar ke dalam celah-celah ekstrasvaskular dan mempunyai peranan utama menetralsir toksin kuman dan melekat pada kuman sebagai persiapan fagositosis. Ada beberapa sub kelas IgG, yaitu: IgG1, IgG2, IgG3, dan IgG4. IgG1, IgG2, IgG3 dan IgG4 dapat menembus plasenta dan dikenal sebagai aktivator komplemen. Sedangkan afinitas IgG2 relatif kurang terhadap komplemen. Waktu paroh dalam darah masing-masing

adalah: IgG1 ( 21 hari ), IgG2 ( 20 hari ), IgG3 ( 7 hari ) dan IgG4 ( 21 hari ) ( Stites 1991; Kuby 1992; Roitt, 1993 ).

#### **c) Immunoglobulin A (IgA)**

IgA terdapat di dalam serum terutama sebagai monomer, tetapi cenderung membentuk polimer dengan perantara polipeptida yang disebut rantai-J. IgA Dapat dikeluarkan secara selektif dan merupakan Ig yang dominan pada organ sekresi eksterna, seperti: kelenjar susu, air liur, air mata, mukosa saluran nafas, mukosa saluran pencernaan dan urogenital. Pada sekresi ini IgA ditemukan dalam bentuk dimer yang tahan terhadap proteolisis, berkat kombinasi dengan suatu zat protein khusus yang disebut secretory component, yang disintesa oleh sel epitel lokal. IgA yang keluar dengan sekret juga diproduksi oleh sel plasma. IgA tersebut terutama berfungsi untuk menghambat pertumbuhan koloni bakteri maupun virus yang akan menginfeksi melalui mukosa. Waktu paruh dalam darah 6 hari (Stites, 1991; Roitt, 1993)

Fungsi IgA setelah bergabung dengan antigen/protein asing pada mikroorganisma adalah mencegah melekatnya mikroorganisme pada sel mukosa. Telah ditemukan adanya sinergisme antara IgA dengan lisosim dan komplemen untuk mematikan kuman koliform. Juga kemampuan IgA untuk melekat pada sel PMN dan kemudian melancarkan reaksi komplemen melalui jalur metabolisme alternatif (Stites, 1991; Roitt, 1993)

#### **d) Immunoglobulin D (IgD)**

Fungsi keseluruhan IgD belum jelas, namun telah ditemukan bukti IgD sebagai antibodi terhadap intisel, juga telah dapat dibuktikan adanya IgD pada permukaan sel limfosit dalam tali pusar dan mungkin IgD ini merupakan reseptor yang pertama dalam

permulaan kehidupan sebelum diambil alih fungsinya oleh IgM dan Ig lain setelah sel tubuh berdiferensiasi lebih jauh. IgD dalam serum kira-kira 0,2% atau 3 mikrogram/ml. Fungsi biologik IgD belum banyak diketahui (Stites, 1991; Kuby, 1992).

#### **e)Imunoglobulin E (IgE)**

Peranan biologik IgE belum jelas. Tetapi kadar di dalam sirkulasi akan naik pada infeksi parasit tertentu, terutama infeksi oleh cacing. IgE dalam darah kira-kira 0,002% atau 0,3 mikrogram/ml. IgE tersebut berfungsi sebagai mediator reaksi hipersensitivitas. Waktu paroh dalam darah cukup singkat yaitu 2 hari (Stites, 1991; Kuby, 1992).

#### **2.4.5 Sitokin**

Disamping Ig respon imun sebenarnya melibatkan banyak faktor-faktor/mediator-mediator terlarut lainnya yang berfungsi untuk: a) Mengaktifkan sel-sel imun, b) Sebagai pembawa pesan kimia (chemical messenger) antara sel-sel imun yang berbeda, c) Sebagai agent yang mampu menetralsir atau membunuh agent asing, d) Mengatur respons imun.

Sitokin adalah polipeptida yang terlibat di dalam komunikasi antara sel-sel limfoid. Sitokin dihasilkan oleh sel-sel dalam merespon berbagai rangsangan yang menginduksinya. Sitokin merupakan mediator terlarut yang terutama berfungsi untuk merangsang pertumbuhan dan diferensiasi sel-sel imun dan untuk mengaktifkan fungsi sel-sel imun. Molekul-molekul tersebut dapat bekerja sendiri atau dengan yang lain. Sitokin benar-benar terlibat dalam semua aspek dari fungsi imun dan mereka juga berfungsi di luar dari sel-sel sistem imun, seperti sel-sel neuroendokrin (Ader, 1991).

Beberapa kelas sitokin secara umum meliputi: Growth Factor (GF), Limfokin/Interleukin (IL), transforming Growth Factor (TGF), Interferon, (IF), dan Tumor Nekrosis Factor (TNF), serta Colony-Stimulating Factor (CSF) (Clemens, 1991).

Interleukin (IL) terdiri dari beberapa sub kelas, antara lain: Interleukin (IL1-IL6), Komplemen dan C reaktif protein (CRP) (Mackinnon, 1992).

Tabel 2.2: Sitokin (Mackinnon, 1992)

Cytokine	Primary producer(s)	Immune actions
IL-1	Activated monocytes, macrophages and APC	Increase IL-2r expression T <sub>H</sub> activation Increase B cell proliferation Increase TNF, IL-6, CSF
IL-2	Activated T <sub>H</sub> cells NK cells	T cell activation Increase IL-2r expression Increase IFN Stimulate B cell proliferation Monocyte activation Stimulate NK cytotoxicity
IL-3	Activated T <sub>H</sub> cells	Granulocyte and monocyte differentiation
IL-4	Activated T <sub>H</sub> cells	Stimulate T cell growth and B cell differentiation
IL-5	Activated T <sub>H</sub> cells	Stimulate plasma cell growth
IL-6	Activated T <sub>H</sub> cells and fibroblasts	Stimulate Ig secretion
IFN $\alpha$ and IFN $\beta$	Virally infected cells	Stimulate macrophage and NK killing Stimulate antigen presentation
IFN $\gamma$	Activated T <sub>H</sub> cells and NK cells	Stimulate monocyte and NK killing Inhibit viral replication
TNF $\alpha$	Monocytes and T, B, and NK cells	Enhanced tumor cell killing Antiviral activity
TNF $\beta$	T cells	Enhanced tumor cell killing
GM-CSF	Activated T cells	Stimulate granulocyte and eosinophil differentiation
G-CSF	Activated monocytes	Granulocyte differentiation
M-CSF	Fibroblasts	Stimulate macrophage differentiation



### 2.4.6 Proses Respons Imun

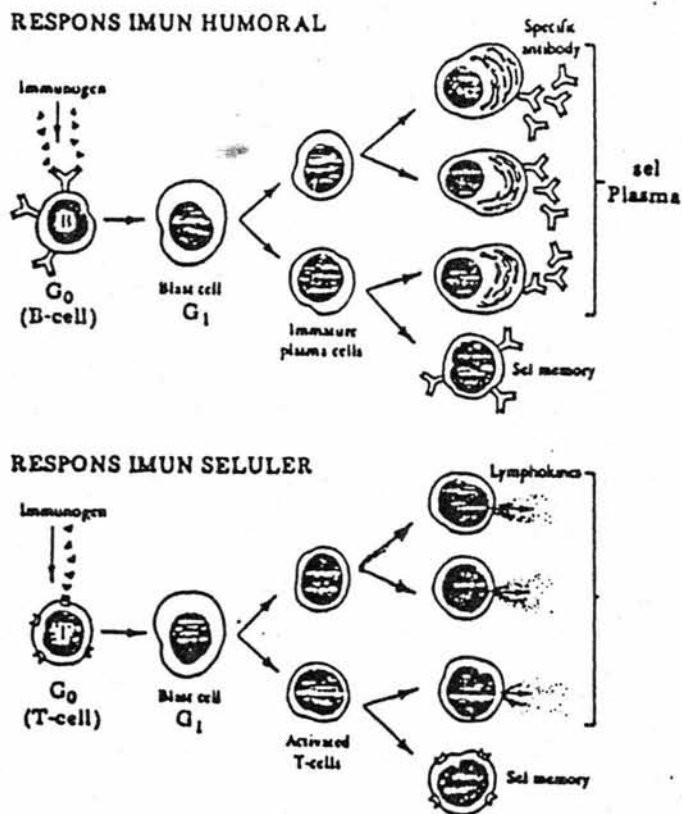
Dapat terjadi 2 macam reaksi imunologik yang berlainan, yaitu:

#### A. Respons Imun Humoral

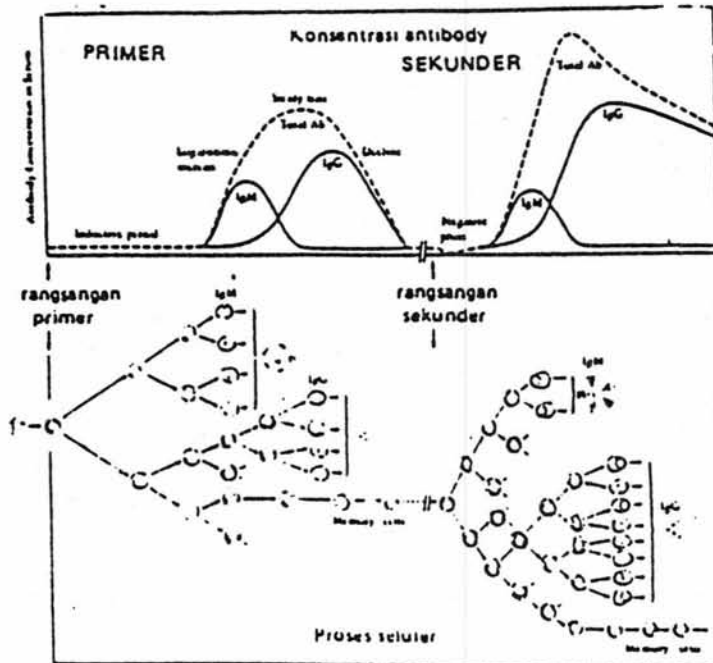
Disini terdapat sintesa dan masuknya antibodi ke dalam aliran darah dan cairan tubuh lainnya (antibodi humoral).

#### B. Respons Imun Seluler

Terjadi pembentukan sel limfosit yang terangsang (sensitized) yang kemudian dapat menimbulkan respons imun seluler (cells mediated immunity = CMI).



Gambar 2.8: Perubahan limfosit B dan T masing-masing pada respons imun humoral dan seluler (Subowo, 1993).



Gambar 2.9: Bagan respons imun humoral primer dan sekunder. Atas: perubahan kadar Ig dalam serum; Bawah: perubahan seluler dalam jaringan limfoid (Subowo, 1993)

#### 2.4.7 Hubungan Sistem Saraf, Sistem Endokrin dan Sistem Imun

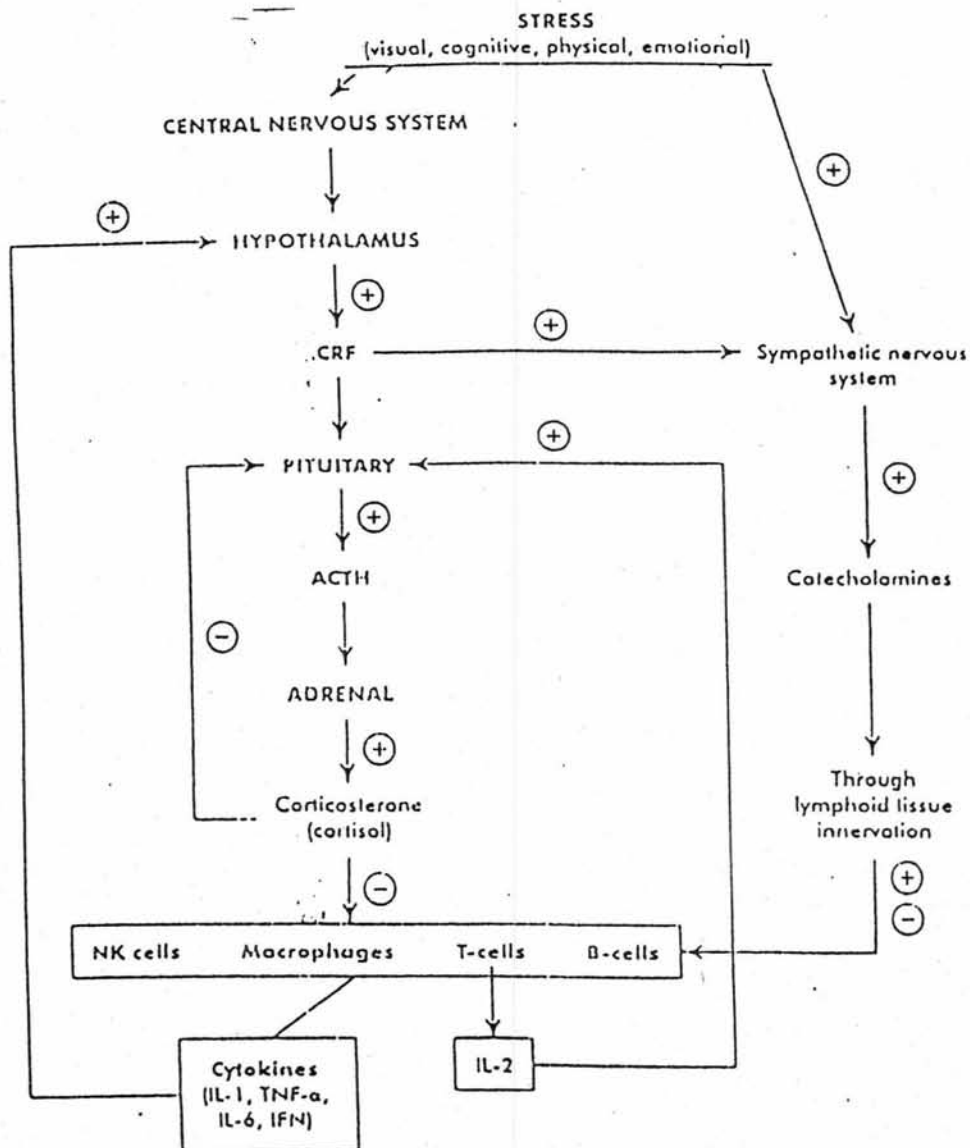
Sistem imun selain berfungsi sebagai pertahanan tubuh terhadap penyakit, perondaan (*immune-surveillance*), sistem imun juga berfungsi dalam mekanisme homeostasis tubuh, melalui keterkaitan antara sistem imun, sistem saraf dan endokrin (Ader, 1991).

Sistem imun, saraf dan endokrin berkomunikasi melalui jalur yang menyangkut hormon, neurotransmitter, neuropeptida dan produk sel imun (Kathryn, 1994). Secara potensial berbagai komponen respon sistem imun dipengaruhi oleh faktor akibat neuroendokrin pada reaksi stres. Berbagai sitokin yang berasal dari sel imun dan berbagai produk lain mempengaruhi sel neurokrin dan endokrin (Oaki, 1990; Khansari, 1990). Beberapa alur tampak mengatur komunikasi antara berbagai sistem ini dengan efek terpola langsung maupun tidak (Kathryn, 1994).

Pengaruh langsung respons latihan fisik pada fungsi sistem imun dapat terjadi melalui peptida hipotalamus dan pituitari, dan oleh karena produk cabang sistem saraf otonom simpatetik. Berbagai faktor ini melalui corticotropin releasing factor (CRF), endorfin, ACTH, zat P, epineprin, norepineprin, dopamin, serotonin, histamin, hormon pertumbuhan, polipeptida usus vasoaktif (*vasoactive intestinal polypeptide/VIP*), beta endorfin, metionin, enkefalin dan somatostatin (Dunn, 1995).

Bukti yang terkumpul menunjukkan bahwa CRF merupakan perantara utama berbagai perubahan akibat stres latihan fisik pada fungsi imun. Sebagian karena peran CRF sebagai inisiator respons biologik dalam otak dalam merespons stres, yang mengakibatkan diaktifkannya alur Hipotalamik-Pituitari-Adrenal (HPA) dan sistem saraf otonom (*Autonomic Nervous System/ANS*). Namun efek supresi langsung dari

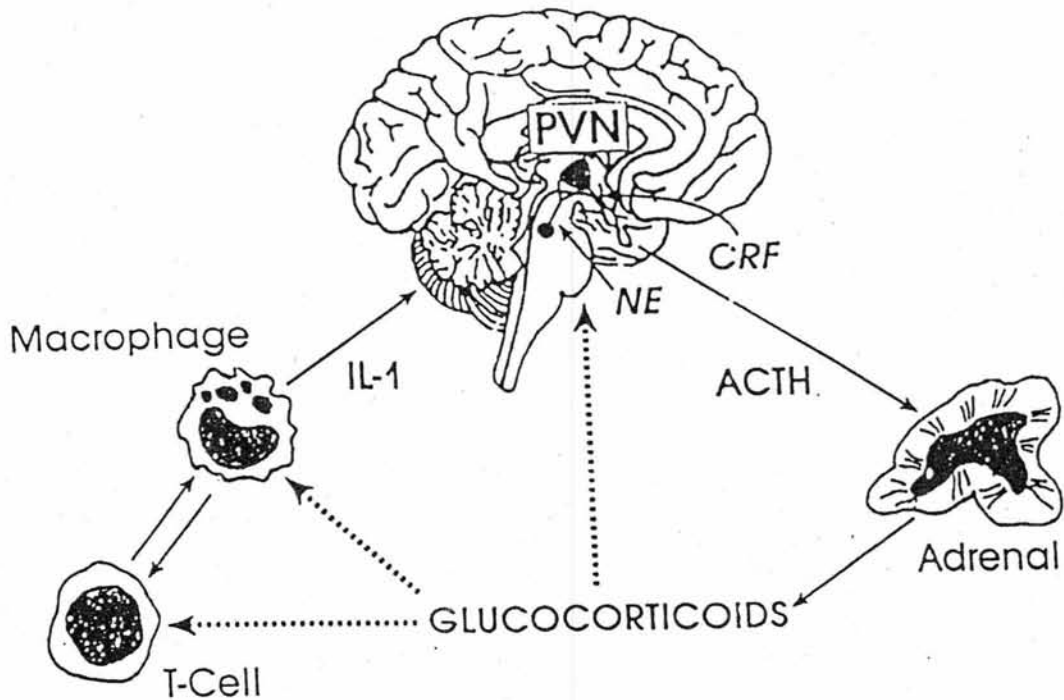
CRF juga terjadi pada dua jenis sel imun yang mempunyai reseptor CRF, monosit/makrofag dan limfosit CD4+ (T-helper) (Kathryn, 1994). Pelepasan opiat endogen terjadi selama stres, dan peptida ini memiliki efek yang tergantung konsentrasi, pendorong, dan penekan pada berbagai sel imun (Dunn, 1995). Sel imun memiliki reseptor beta-adrenergik dan serotoninergik permukaan, termasuk reseptor untuk ACTH, CRF, endorfin, GH dan steroid (Kathryn, 1994).



Gambar 2.10: Interaksi antara sistem saraf, sistem endokrin, sistem imun (Kathryn, 1994).

Produk cabang simpatetik ANS juga mempengaruhi perilaku sel imun. Diketahui terdapat inervasi langsung pada timus, limfa, kelenjar limfe dan sumsum tulang (Kathryn, 1994). Studi histokimia menunjukkan keberadaan terminal saraf kolinergik, adrenergik dan peptinergik dalam organ dan jaringan limfoid. Terdapat bukti interaksi norepineprin yang dilepaskan dari ujung saraf dengan limfosit dan makrofag dalam limpa. Hal ini menunjukkan rute hubungan antara ANS dan sistem imun melalui pengiriman langsung mediator kimia yang mengubah perilaku sel imun dalam bentuk parakrin (sel-ke-sel-sekitar) dalam lingkungan mikro organ limfoid (Kathryn, 1994).

Efek tidak langsung sistem saraf pusat (Central nervous system/ CNS) pada fungsi imun menyangkut alur HPA. Alur HPA ini merupakan alur yang paling banyak diteliti, karena penelitian sebelumnya menunjukkan besarnya dampak stres berat dan lama pada struktur imunologi (Ader, 1990). Tampak bahwa kelenjar adreualin membesar disertai involusi kelenjar thymus dan limfe. Peningkatan kadar glukokortkoid peredaran (circulating glucocorticosteroid/CGS) dianggap merupakan mekanisme penting pada perubahan akibat stres pada struktur imun maupun supresi pada respons imun (Ader, 1990). Peningkatan kadar CGS ini terkait dengan sinyal produksi ACTH oleh pituitari. Peningkatan produksi ACTH oleh pituitari merupakan akibat peningkatan CRF hipotalamus. Produksi CRF dimulai oleh sejumlah faktor stres, termasuk IL-1 kadar tinggi. Produksi IL-1 oleh makrofag dan oleh monosit aktif dicegah oleh CGS. Hal ini menunjukkan adanya umpan balik dengan IL-1, CRF, ACTH, dan sekresi CGS (Kathryn, 1994).



Gambar 2.11: Diagram skematik hubungan antara otak, HPA-axis dan sel imun (Bloom, 1995).

IL-1 yang diproduksi oleh limfosit selama respons imun mengaktifkan noradrenergik (norepineprin) yang diproyeksikan untuk brainstem (batang otak) ke nuklei paraventrikular hipotalamus. Input ini mengaktifkan HPA-Axis, merangsang dilepaskannya CRF dalam regio median eminence, yang kembali merangsang sekresi ACTH dari lobe anterior pituitari, yang kemudian mengaktifkan kortek adrenal untuk mensintesis dan mensekresi hormon glukokortikoid. Glukokortikoid kembali memberikan umpan balik negatif (negative feedback) pada produksi sitokin oleh

limfosit (Bloom, 1995). Hal ini merupakan bukti regulasi akibat-imun pada CNS. Peningkatan produksi sitokin sistemik juga menimbulkan perubahan CNS (Oaki, 1990).

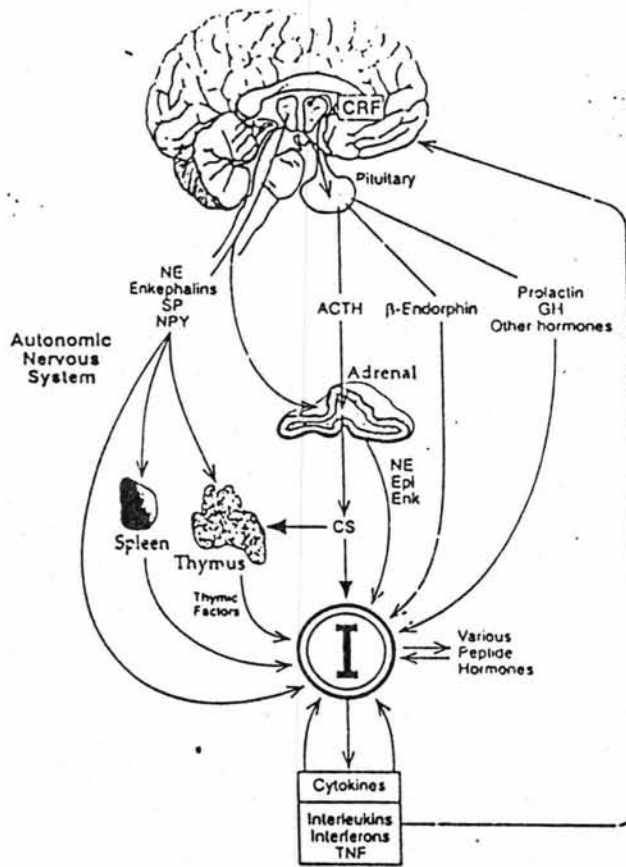
Limfosit diketahui juga menghasilkan ACTH dan endorfin dalam jumlah kecil, yang mungkin mempengaruhi respons imun dalam pola autokrin (merangsang sel itu sendiri), atau parakrin (sel-ke-sel) dalam lingkungan lokal respons imun yang berlangsung. Terdapat bukti baru bahwa faktor pertumbuhan sel T (IL-2) dapat mengatur ACTH pituitari. Sitokin tersebut memiliki pengaruh terbesar pada fungsi neuroendokrin. Ini menunjukkan efek sitokin yang langsung maupun tidak langsung pada fungsi sel saraf dan adrenal. Efek pada fungsi neuroendokrin oleh sel imun ini menunjukkan peran adaptif sistem imun sebagai organ “penanda” untuk mengubah sistem rangsang internal yang membahayakan yang dapat mengganggu keadaan dinamis (homeostasis) (Kathryn, 1994).

Perubahan akibat stres latihan fisik pada keseimbangan berbagai neuropeptida dan hormon memiliki efek pada respons imun. Jenis faktor imunomodulasi yang dikeluarkan menentukan dampak pada fungsi imun ini, yaitu supresif atau potensial. Beberapa faktor tersebut diketahui meningkatkan atau menekan aktivitas, dan itu tergantung pada konsentrasi dan lama paparan, sel sasaran, dan fungsi imun spesifik (Oaki, 1990). Aktivitas imunomodulator neuropeptida dan hormon neuroendokrin dapat mengontrol langsung peristiwa biokimia yang mempengaruhi proliferasi, diferensiasi dan fungsi sel. Secara tidak langsung berbagai faktor ini dapat mengendalikan perilaku sel imun dengan mempengaruhi produksi atau aktivitas sitokin (Khansari, 1990).

Ringkasnya terdapat sejumlah bukti yang mendukung hubungan antara sistem saraf, sistem endokrin dan sistem imun. Hubungan dua arah antar sistem ini menyangkut

penggunaan bersama molekul penanda dan reseptornya, yang selanjutnya mengatur perilaku sel dalam tiap sistem (Bloom, 1995).

Kemampuan dari otak untuk meningkatkan fungsi sistem imun ditegaskan dengan berbagai alur endokrin dan sistem saraf otonom (ANS) dan efek dari peptida dan sitokin yang dihasilkan oleh sistem imun ditujukan pada sel imun dan otak (Bloom, 1995).



Gambar 2.12: Sebuah diagram skematik interaksi antara otak dan komponen dari sistem endokrin dan sistem imun (Bloom, 1995).



## 2.4.8 Pengaruh Latihan Fisik Terhadap Stres dan Sistem Imun

### A. Konsep Stres

Konsep bahwa stres dapat mempengaruhi imunitas dan daya tahan terhadap penyakit telah menjadi sumber penelitian sejak pertengahan abad 20 ini (1950-an). Stres adalah keadaan yang timbul pada saat seseorang menghadapi situasi dengan cara tertentu. Situasi ini sendiri tidak mengganggu, tetapi cara menilai dan bereaksi terhadap situasi itulah yang mengganggu (Ostell, 1991). Stres merupakan kondisi yang di dalamnya terdapat permintaan yang melebihi kemampuan untuk memenuhinya. Berbagai reaksi stres meliputi gangguan kognisi, emosi dan perilaku yang dapat mempengaruhi kesehatan seseorang. Penyebab stres disebut stressor, dan stressor tersebut menimbulkan serangkaian reaksi yang mengubah keadaan dinamis (homeostasis) (Kathryn, 1994).

Pemberian rangsang/stres fisik yang berulang pada sistem tubuh akan menyebabkan proses adaptasi yang dapat mencerminkan peningkatan kemampuan fungsional. Tetapi bila besarnya rangsang tidak cukup untuk proses pembebanan tubuh, maka tidak akan terjadi proses adaptasi. Sebaliknya bila rangsang terlalu besar yang tidak dapat ditoleransi oleh tubuh akan mengakibatkan jejas dan mengganggu keadaan homeostasis pada sistem tubuh. Beban rangsang fisik yang demikian itu dinamakan stressor (Brooks, 1984; Pyke, 1991; Rushal, 1992; Kempe, 1997).

Stressor fisiologik berdasarkan beberapa pendapat dan penelitian tidak selalu menyebabkan respons stres fisiologik, jika faktor psikologik diminimalkan. Jelas bahwa stres itu sendiri bukan merupakan suatu yang berdiri sendiri dan terpisah, melainkan sistem proses yang saling tergantung, yang ditentukan sifat, intensitas, dan

lama stressor serta persepsi, penilaian dan kemampuan penanggulangan oleh individu yang bersangkutan. Semua ini memerantarai respons psikologis dan fisiologis pada stres (Kathryn, 1994; Perna, 1997; Kempe, 1997).

Faktor antara yang dapat mempengaruhi kerentanan atau ketahanan seseorang terhadap stres, meliputi: usia, status sosial ekonomi, gender, status dukungan sosial, kepribadian, harga diri, genetika, kejadian hidup, pengalaman masa lalu dan status kesehatan yang ada. Meskipun stressor tidak dapat dihindarkan dan banyak faktor tersebut tidak dapat diubah, namun dapat dilakukan intervensi efektif yang menghasilkan ketahanan tinggi terhadap stres dan perbaikan keadaan psikologis maupun fisiologis (Kathryn, 1994).

Latihan fisik dapat merupakan stressor yang dapat dikondisikan (conditioning stimuli) (Ader, 1992; Carlson, 1994). Diharapkan kondisioning stimuli tersebut dapat memperbaiki kualitas hidup yang dicerminkan dalam peningkatan kinerja fisik dan ketahanan imunologik tubuh yang tetap dalam kondisi homeostasis.

## **B. Kortisol**

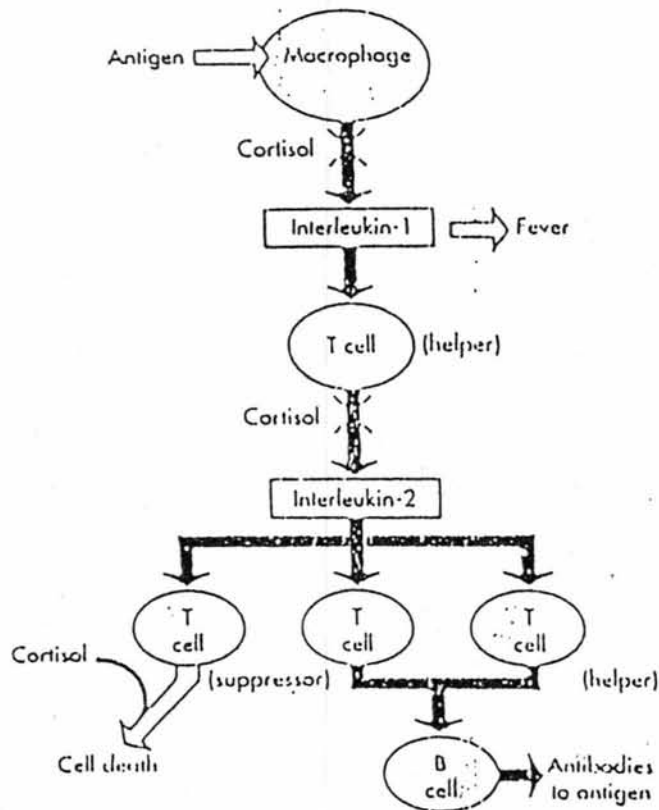
Selama stres termasuk karena latihan fisik, kortek adrenal diaktifkan oleh hormon ACTH, sehingga meningkatkan sekresi hormon kortek adrenal yaitu glukokortikoid (steroid), terutama kortisol. Kortisol beredar dalam plasma yang terikat protein maupun tidak. Protein globulin pengikat disebut transkortin. Fraksi bebas lebih kurang 8% dari total kortisol plasma dan merupakan kortisol yang secara biologis paling aktif (Kathryn, 1994; Kapit, 1987).

Sekresi kortisol telah lama diketahui sebagai mekanisme yang disebabkan oleh stres yang dapat menekan fungsi imun (Cupp, 1982; Munck, 1984). Latihan fisik juga

terbukti meningkatkan kadar hormon kortisol (Setyawan, 1996), oleh sebab itu latihan fisik dapat digolongkan sebagai stressor.

Pada latihan fisik kortisol berperan memobilisasi zat yang diperlukan untuk metabolisme sel. Salah satu efek kortisol adalah merangsang glukoneogenesis yaitu pembentukan glikogen dari sumber non karbohidrat, misalnya asam amino atau asam lemak bebas di dalam hati, tujuan utamanya meningkatkan suplai glukosa darah untuk jaringan-jaringan, terutama otak, saraf dan jantung (Virus, 1985; Kapit, 1987; Flynn, 1997). Sedangkan pada sistem imun kortisol dapat berperan sebagai immunosupresan, dengan menekan sintesis protein, termasuk sintesis imunoglobulin. Kortisol juga menurunkan/ mengurangi populasi eosinofil, limfosit dan makrofag/monosit pada darah tepi (Fauci, 1975; Granner, 1988) Kadar kortisol yang tinggi dapat menimbulkan atrofi jaringan limfoid, thymus, limpa dan kelenjar limfe (Granner, 1988). Kortisol langsung mempengaruhi respons imun pada antibodi (Berne, 1990). Mekanisme penghambatan respon imun memiliki banyak faktor.

Bila antigen memasuki tubuh, antigen diambil oleh makrofag. Makrofag menyajikan antigen pada limfosit T dan bersama dengan itu menghasilkan dan melepaskan IL-1, limfokin protein yang mengaktifkan subset limfosit T-helper (Th) untuk memproduksi dan mensekresi IL-2, kemudian mengaktifkan limfosit B untuk menghasilkan antibodi terhadap antigen penyerang awal. Kortisol mencegah produksi IL-1 dari makrofag dan IL-2 pada sel Th. Dengan demikian menurunkan respons sel T dan menimbulkan demam. Penurunan sel Th menyebabkan penurunan sel B dan produksi antibodi (Berne, 1990).



Gambar 2.13: Efek kortisol pada cell-mediated immunity (Kathryn, 1994)

Kortisol menekan respon radang, kortisol menurunkan jumlah limfosit, monosit/makrofag dan eosinofil yang beredar. Karena sel ini pindah dari bagian vaskuler ke tempat lain, termasuk sumsum tulang, jaringan limfoid dan limpa (Granner, 1998). Kortisol meningkatkan pelepasan leukosit polimorfonuklear dari sumsum tulang, karena itu jumlahnya dalam darah meningkat, meskipun efektifitasnya menurun. Glukokortikoid mencegah akumulasi leukosit pada tempat radang dan mencegah

pelepasan bahan yang terlibat dalam respons radang (kinin, plasminogen, prostaglandin dan histamin) dari leukosit (Granner, 1998).

Kortisol mencegah proliferasi dan fungsi fibroblas pada tempat respons radang. Pencegahan ini menyebabkan buruknya penyembuhan luka, meningkatkan kerentanan terhadap infeksi dan menurunkan respon radang (Kathryn, 1994).

### C. Pentingnya Sekresi Kortisol Selama Stres

Pengaruh dari kortisol meningkatkan adaptasi jangka panjang. Adaptasi ini diperlukan untuk memperbaiki pertumbuhan, meningkatkan perbaikan (repair) jaringan dan mempercepat pertumbuhan dan untuk menyediakan nutrient yang mencukupi dalam bentuk glukosa dan asam amino (Kapit, 1987). Dikemukakan bahwa glukoneogenesis yang ditingkatkan kortisol menjadi sumber glukosa (energi) yang memadai untuk jaringan tubuh terutama sel syaraf. Pengumpulan asam amino dari katabolisis protein menjamin penyediaan asam amino untuk sintesis protein pada sel tertentu. Protein perlu didistribusi ke tempat yang memerlukan penggantian, misalnya otot atau sel jaringan yang rusak (Kathryn, 1994).

Perubahan jangka pendek akibat kortisol pada pola sebaran sel imun akan menyesuaikan, disertai penurunan jumlah sel darah tepi pada saat sel efektor menempati cedera atau radang. Disamping itu, dalam beberapa situasi penurunan aktivitas sel imun oleh kortisol penting karena mencegah kerusakan bermediasi-imun, akibat lamanya paparan sel terhadap kadar sitokin tertentu yang tinggi (Kathryn, 1994).

Sifat Adaptif atau merusak dari efek kortisol tergantung pada jenis intensitas, jenis dan lama stressor, serta konsentrasi dan lama paparan kortisol selanjutnya yang dialami sel sasaran (Kathryn, 1994).

#### **2.4.9 Pengaruh Latihan Aerobik Pada Respons Imun**

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi respons imun, antara lain: faktor metabolik, lingkungan, gizi, anatomik, fisiologik, umur dan mikroba (Subowo, 1993). Tingkah laku dan gaya hidup juga dapat berpengaruh pada sistem imun (Ader, 1991). Latihan fisik merupakan salah satu kebiasaan hidup (behavior) yang dapat mempengaruhi sistem imun (Ader, 1991).

Sistem imun tidak sepenuhnya otonom, tetapi merupakan tampilan mekanisme adaptasi yang khusus (Ader, 1991; Roitt, 1993). Dalam latihan fisik sistem imun terlibat dalam kaitan dengan proses homeostasis (Ader, 1991; Viru, 1995). Sistem imun juga dikendalikan oleh sistem neurohormonal. Pengendalian tersebut melalui alur yang disebut Hipotalamus-Hipofisis-Target Organ Axis (Felten, 1991).

Sistem saraf pusat (CNS) dapat memonitor status imun, karena sel-sel imun mampu mengeluarkan mediator semacam hormon (ACTH-like, endorphin-like) yang dapat dikenali oleh neuron terutama di hipotalamus. Demikian pula sebaliknya sel imun mempunyai reseptor untuk beberapa hormon, seperti GH, beta-endorfin, adrenalin, glukokortikoid dan sebagainya (Hoffman, 1994).

Latihan fisik telah terbukti dapat mempengaruhi fungsi neuroendokrin. Banyak hormon yang punya kemampuan imunomodulator dikeluarkan ke dalam plasma selama latihan fisik, seperti: epineprin, ACTH, kortisol, beta-endorfin, metenkepalin,

prolaktin, GH dan tiroksin (Mackinnon, 1992). Oleh karena itu latihan fisik dapat berperan sebagai imunomodulator yang dapat mempengaruhi respons imun humoral atau seluler dengan manifestasi berupa stimulasi atau supresi (Strsner, 1997).

Latihan fisik dapat memobilisir elemen-elemen sistem imun, hal itu terlihat pada waktu latihan jumlah leukosit (limfosit dan granulosit) dalam sirkulasi meningkat, akibat kontraksi otot skelet (*tissue pump effect*) pada aliran limfa dan aliran darah, juga akibat meningkatnya kadar katekolamin epineprin dan kortisol pada waktu latihan fisik (Ader, 1991; Gabriel, 1992). Pada waktu latihan kadar katekolamin dalam sirkulasi meningkat dan katekolamin tersebut akan berinteraksi dengan beta-adrenoreseptor pada sel endotel pembuluh darah dan ini akan menyebabkan dilepaskannya sel-sel leukosit dari dinding pembuluh darah. Katekolamin juga memobilisir leukosit dari lymph-node dan spleen setelah reseptor beta-adrenergik terangsang, sehingga menyebabkan meningkatnya jumlah sel-sel darah putih dan konsentrasi limfosit di sirkulasi (Wieker, 1991; Gabriel, 1992). Aktivitas latihan fisik merupakan discharge irregular intravaskuler dari simpanan sel-sel (Baringa, 1990).

Prinsip dasar ketahanan imunologik tubuh dalam latihan fisik adalah suatu upaya tubuh untuk mempertahankan homeostasis (Bellanti, 1985). Sebab kondisi homeostasis tersebut dapat berubah karena latihan fisik, oleh karena itu tubuh berusaha menjaga keseimbangan tersebut dengan memberikan respons, salah satunya yaitu respons imun (Eliakin, 1997).

Latihan fisik dapat menurunkan jumlah sel imun, yang disebabkan banyaknya sel-sel darah yang pecah akibat benturan-benturan pada kaki waktu lari, juga sel-sel darah yang sudah rapuh dapat pecah karena kontraksi otot, walaupun praktis jumlahnya

(tiap cc darah) tetap, karena pengeluaran sel-sel darah dari lipa atau depo-depo lainnya yang mengadakan kontraksi waktu latihan berlangsung (Janssen, 1989).

Namun latihan fisik secara tidak langsung juga dapat merangsang pembentukan sel-sel darah. Adapun yang merangsang pembentukan tersebut, antara lain karena meningkatnya kebutuhan oksigen pada waktu latihan, banyaknya sel-sel darah yang pecah pada waktu latihan, merangsang tubuh untuk berusaha melakukan kompensasi memenuhi kebutuhan dan mengganti sel-sel darah yang rusak. Setelah latihan, pada waktu istirahat sel-sel darah dan perbaikan-perbaikan lain terjadi pada waktu istirahat setelah latihan (Janssen, 1989).

Latihan fisik dapat merangsang stem sel menjadi berfungsi (aktif). Selama latihan fisik tubuh membutuhkan O<sub>2</sub> lebih banyak dari biasanya untuk metabolisme energi terutama oleh otot. Jaringan-jaringan yang pada waktu latihan fisik mengalami kekurangan oksigen akan mengeluarkan suatu enzim yang disebut eritropoetin ke dalam aliran darah, enzim tersebut bekerja pada salah satu protein plasma globulin, untuk memisahkan molekul glikoprotein (hemopuitin) yang selanjutnya akan bekerja terutama pada tingkat stem sel. Hal ini akan menyebabkan stem sel berproliferasi untuk membentuk /meningkatkan pembentukan sel-sel darah (Guyton, 1991).

Perubahan jumlah dan aktivitas sel imun pada latihan merupakan akibat dari meningkatnya hemodinamik, adaptasi biokimia dan kadar hormon (Calabrese, 1990). Perubahan respons imun pada latihan merupakan efek mekanisme kerja dari endokrin dan metabolik yang antara lain berpengaruh pada subpopulasi leukosit, fungsi sel NK, proliferasi limfosit, fungsi sel B dan produksi sitokin (Hoffman, 1994).



Berdasarkan hasil penelitian latihan fisik ringan sampai sedang, yang dilakukan dengan teratur dapat meningkatkan responsiveness imun (Sharp, 1992) dan bermanfaat untuk memelihara suatu rangsangan sistem imun (Sprenger, 1992).

#### **A. Pengaruh Latihan Pada Limfosit**

Seperti telah diketahui bahwa hampir semua perubahan fisiologik yang terjadi di dalam tubuh akibat latihan fisik berkaitan dengan penggunaan energi oleh otot untuk melaksanakan kerja (Strauss, 1979). Pada waktu latihan fisik suplai energi utama yaitu glutamin untuk sel-sel imun seperti limfosit dan monosit terhambat, karena otot sebagai pemasok glutamin terbesar selama latihan tidak banyak mensuplai glutamin untuk sel-sel imun tersebut, karena otot sendiri memerlukan energi yang banyak (Hoffman, 1994; Rohde, 1998).

Pada waktu latihan fisik ambilan glukosa oleh otot meningkat 7-20 kali dari biasa. Bila kadar glukosa darah mulai turun akan terjadi rangsangan pada sel alfa pankreas untuk memproduksi dan mensekresi glukagon. Glukagon akan merangsang peningkatan glukosa di hati, glikogenolisis dan glukoneogenesis. Hormon glukagon yang berasal dari pankreas terdiri dari 29 asam amino sangat imunogenik. Dengan tripsin, molekul glukagon dapat dipecah secara fungsional menjadi 2 komponen yang masing-masing dapat bereaksi dengan limfosit T (determinan imunogenik) dan dengan antibodi (determinan haptenik). Antibodi terhadap glukagon mengenali determinan yang terdapat pada ujung amino molekulnya, sedangkan limfosit T hanya mengenali determinan yang terletak pada ujung karboksi. Oleh karena itu ujung karboksi disebut sebagai bagian imunogenik atau bagian carrier, sedang ujung aminonya disebut dengan haptenik (Goodman, 1987).

Berdasarkan hasil penelitian, semua subset limfosit (sel CD3, CD4, CD8, CD16, dan CD19) jumlahnya meningkat selama latihan fisik, dan mulai menurun kembali 30 menit setelah selesai latihan fisik, dan kembali ke kadar semula (base line) setelah 120 menit istirahat. Responsiveness limfosit terhadap PHA dan PWM secara signifikan menurun selama latihan fisik dan kembali normal setelah istirahat 120 menit (Shinki, 1992; Davis, 1998).

Selama latihan fisik neutrofil, NK sel dan limfosit semuanya dikerahkan ke dalam aliran darah sehingga jumlah total mereka dalam sirkulasi meningkat, dengan suatu penurunan ratio CD4:CD8 (Th/Ts) (Hoffman, 1994). Penurunan ratio Th/Ts tersebut bersifat sementara, karena setelah 2 jam istirahat ratio TH/TS kembali normal (Ader, 1991; Hinton, 1997).

Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa latihan fisik sedang (jalan cepat) dengan intensitas 60% HRR selama 45 menit dengan frekuensi 5 kali seminggu, selama 6 minggu, secara signifikan mempengaruhi pola perubahan jumlah total limfosit darah perifer sel T, sel B dan kadar serum IgA, IgG, dan IgM. Latihan tersebut dapat meningkatkan 20% serum imunoglobulin. Perubahan tersebut kelihatan setelah 6 minggu berlatih (Nieman, 1990; Nehlsen, 1991).

Hasil penelitian lain menunjukkan, pengaruh program latihan fisik sedang pada orang bukan atlet, dengan intensitas latihan 75% HR maksimal, yang dilakukan dengan frekuensi 3 kali seminggu sampai pada bulan pertama latihan masih dirasakan sebagai stress. Pada keadaan tersebut IgA, IgG dan IgM serta ratio Th/Ts menurun. Komponen imun tersebut mulai meningkat pada pemeriksaan bulan berikutnya (Putra, 1992; Setyawan, 1992).

Penelitian lain menyatakan bahwa latihan fisik sedang dapat merangsang meningkatkan aktivitas sistem imun, sedangkan latihan berat/keras dapat mengakibatkan defisiensi imun. Sistem imun tersupresi selama mengikuti latihan dengan intensitas lebih dari 75% V02 max (Hoffman, 1994). Dari hasil penelitian disertai Setyawan (1996) juga menunjukkan bahwa latihan aerobik naik turun bangku dengan intensitas 55%-65% HRR selama 20 menit dengan frekuensi 3 kali memberikan respon ketahanan tubuh imunologik lebih baik dibandingkan dengan latihan anaerobik dengan intensitas 80%-90% HRR selama 2 menit 15 detik (3 set) dengan frekuensi 3 kali seminggu.

Latihan fisik yang teratur dapat meningkatkan jumlah sel Th dalam beberapa organ limfoid (Spleen, timus dan kelenjar limfa) pada menit istirahat 72 jam setelah melakukan latihan yang terakhir (Hoffman, 1989). Respon sel B terhadap mitogen (PWM dan LPS) juga meningkatkan pada mencit terlatih yang istirahat (Hoffman, 1988). Data ini menunjukkan bahwa latihan fisik sedang yang teratur meningkatkan respon proliferasi sel T dan merangsang sel B hanya jika diberikan waktu istirahat yang cukup.

#### **B. Pengaruh Latihan Pada Fagosit Mononuklear**

Pengaruh latihan pada aktivitas fagosit mononuklear (makrofag, monosit), telah diteliti pada hewan coba yang hasilnya menunjukkan bahwa hewan yang terlatih aktivitas sel-sel fagositiknya meningkatkan, khususnya dibuktikan dalam kelompok yang dilatih sebelum dan sesudah diokulasi dengan sel tumor. Dari hasil penelitian tersebut disimpulkan bahwa aktivitas latihan fisik yang teratur dapat meningkatkan fagositosis makrofag (japel, 1992).

Latihan fisik dapat meningkatkan fungsi monosit /makrofag dalam mensekresi TNF yang dapat menghambat pertumbuhan sel tumor tanpa mempengaruhi aktivitas monosit/makrofag dalam mengikat dan membunuh sasarannya (Lotzerich, 1990).

### **C. Pengaruh Latihan Pada Neutrofil**

Aktivitas neutrofil mikrobicidal selama mengikuti latihan fisik intensitas sedang meningkat (Smith, 1990) atau tidak berubah ( Busse, 1980). Aktivitas neutrofil mencerna partikel maupun aktivitas oksidatifnya meningkat dan tetap meningkat selama 6 jam setelah mengikuti latihan dengan intensitas 60%  $\dot{V}O_2$ max. Peningkatan neutrofil dirangsang oleh sitokin yang dilepaskan selama latihan (IL-1; IL-2, TNF alfa dan GM-CSF) atau berbagai hormon (epineprin , beta-endorfin). Aktivitas neutrofil meningkat selama mengikuti latihan fisik sedang.

### **D. Pengaruh Latihan Pada Sitokin**

Efek sitokin pada perubahan parameter imun dan fisiologik pada latihan fisik , antara lain sebagai berikut: a) meningkatkan tempertur tubuh, meningkatkan sitotoksik sel NK dan mengaktifkan makrofag (IL-1; IL-6, TNF-alfa), b) Meningkatkan aktivitas oksidatif neutrofil (TNF-alfa)

Pengaruh latihan fisik pada sitokin, dapat dilihat pada tabel 2.3 berikut ini:

**Tabel 2.3: Latihan Fisik Sedang (Moderate-Exercise) dan Sitokin (Mackinnon, 1992)**

Tabel 2.3: Latihan Fisik Sedang (Moderate-Exercise) dan Sitokin (Mackinnon, 1992)

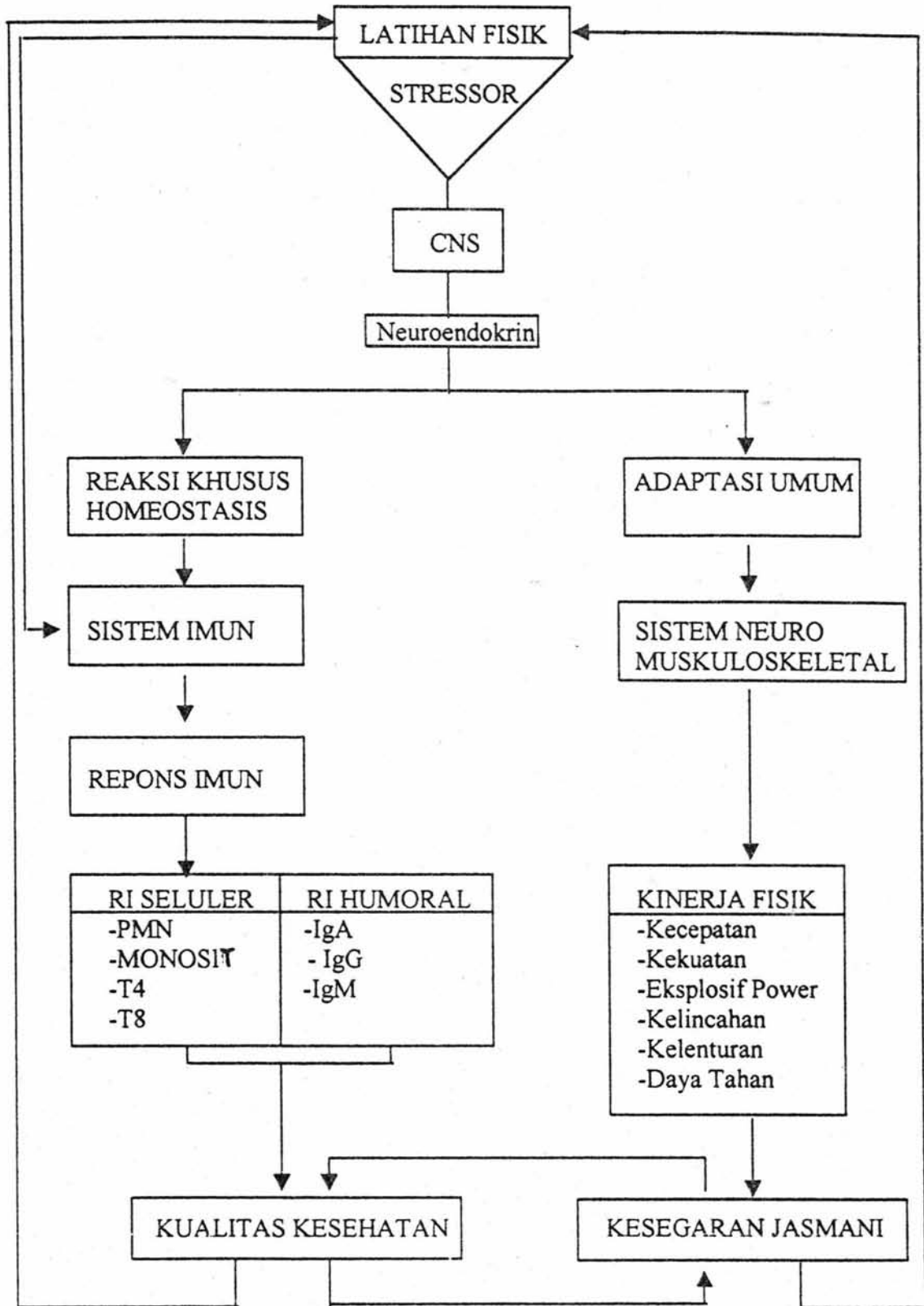
Cytokine	Major effects	Response to exercise
IL-1	Induces fever IL-2 release IL-2r expression IL-6 release APP (CRP) release	Increases after 1 hr of moderate exercise Higher at rest in runners
IL-2	IL-2r expression T cell activation NK cell activation	Decreased IL-2 production Decreased IL-2 level Increased IL-2 level 24 hr after running
IL-6	T and B cell activation APP release	Increased after running
IFN $\alpha$	Antiviral activity NK cell activation Antitumor activity Induces fever	Increased after moderate exercise
TNF $\alpha$	Antitumor activity Induces fever Cachexia Antiviral activity	Increased after running Increased after moderate exercise in untrained

Note. Moderate exercise = 50%-70%  $\dot{V}O_2$ max.

Dari tinjauan pustakan ini dapat disimpulkan bahwa latihan fisik dapat mempengaruhi respons ketahanan imunologik tubuh. Pengaruh tersebut dapat bersifat positif (meningkatkan), negatif (memurunkan) atau netral terhadap respons ketahanan imunologik tubuh tergantung dari jenis latihan, intensitas, durasi dan frekuensi latihannya (Strasner, 1997). Oleh karena itu latihan fisik dapat dimanipulasi melalui pengaturan bentuk/jenis latihan, intensitas, durasi dan frekuensi latihannya untuk meningkatkan kemampuan kinerja fisik yang merupakan komponen penting kesegaran jasmani tanpa menurunkan ketahanan imunologik tubuh.

BAB 3  
KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS PENELITIAN

3.1 Kerangka Konsep



### Penjelasan Konseptual Penelitian

Kerangka konseptual penelitian tersebut merupakan penjabaran *paradigma fisiobiologis*, yaitu model berfikir yang berdasar pada perubahan biologis yang fisiologis akibat latihan fisik. *Konsep pendekatan neuromuskuloskeletal dan psikoneuroimunologi* digunakan untuk membuktikan perubahan biologik yang fisiologis dalam upaya tubuh mempertahankan homeostasis akibat interaksi dan mengadakan transaksi dengan stressor (sebagai *stressor* adalah latihan fisik).

Latihan fisik memberikan model adaptasi yang unik terhadap *stressor*. Latihan fisik dapat digolongkan sebagai suatu *stressor* fisik yang dapat dikondisikan sehingga tubuh dapat beradaptasi terhadap *stres* yang ditimbulkan oleh latihan fisik dan memperbaiki fungsi sistem tubuh. *Stres* fisik yang berulang pada sistem tubuh sering mengarah pada adaptasi yang dapat menghasilkan suatu peningkatan fungsi (Lamb, 1984; Viru, 1985).

Secara fisiologik maksud dari suatu latihan fisik adalah untuk memberikan *stressor* fisik pada tubuh yang dapat menghasilkan respons adaptasi. Latihan yang dianjurkan hanya sepanjang tubuh mampu untuk beradaptasi terhadap *stres* usaha fisik atau beban yang overload untuk tubuh. Bila dosis latihan yang diberikan terlalu ringan untuk tubuh, adaptasi tidak akan terjadi (tidak memberikan efek), demikian pula bila dosis latihan merupakan *stressor* atau beban yang terlalu berat maka akan mengakibatkan cedera atau *overtraining* (Brooks, 1984).

Melalui konsep psikoneuroimunologis latihan fisik sebagai *stressor* dapat berperan sebagai imunomodulator yang dapat bersifat imunostimulator atau immunosupressor. Berdasarkan uraian pada tinjauan pustaka, diduga latihan aerobik

dengan intensitas 65-75% denyut jantung maksimal sebagai imunomodulator yang bersifat imunostimulator.

Untuk membuktikan apakah pengaruh latihan aerobik tersebut terhadap kebugaran jasmani dan respons imun ada kesesuaian dan untuk mengetahui kelompok kebugaran jasmani mana yang respons imunnya lebih baik, maka dilakukan *test* kebugaran jasmani dan pengujian imunologis terhadap komponen sistem imun.

## 2. Hipotesis Penelitian

Sebagai hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dosis latihan aerobik intensitas 65-75% DJM, frekuensi 2, 3 dan 4 kali per minggu dapat meningkatkan kebugaran jasmani.
2. Ada perbedaan perubahan respons imun antara kelompok dosis latihan aerobik intensitas 65-75% DJM frekuensi 2, 3 dan 4 kali per minggu.
3. Kelompok dosis latihan aerobik intensitas 65-75% DJM, frekuensi 3 dan 4 kali per minggu dapat meningkatkan kebugaran jasmani yang optimal dan menunjukkan kualitas respons imun yang baik berdasarkan pola.



**BAB 4**

**METODE PENELITIAN**

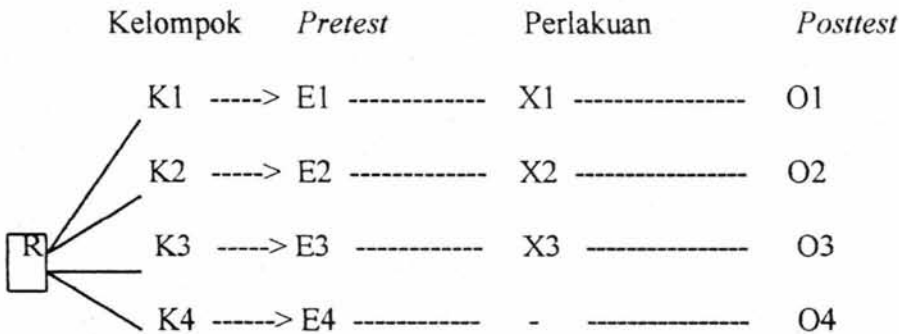
**4.1 Jenis dan Rancangan Penelitian**

**4.1.1 Jenis penelitian**

Jenis penelitian ini adalah “*eksperimental*”. Adapun alasan memilih penelitian eksperimental yaitu berdasarkan atas tujuan penelitian yang ingin melihat pengaruh dosis latihan aerobik dengan intensitas 65-75% MHR, frekuensi 2, 3 dan 4 kali perminggu terhadap peningkatan kesegaran jasmani respons imun. yang diberikan kepada kelompok perlakuan. Untuk mengetahui pengaruh tersebut dilihat perubahan pada setiap kelompok baik terhadap nilai indeks kesegaran jasmani maupun respons imun. Adapun prinsip yang harus dipenuhi dalam penelitian eksperimental, yaitu: randomisasi, replikasi dan adanya kelompok kontrol (Zainuddin, 1988; Widodo, 1993; Hair, 1992; Sutrisno Hadi, 1991).

**4.1.2 Rancangan penelitian**

Rancangan penelitian ini adalah “*Randomized Pretest-Posttest Control Group Design*”.



Keterangan :

R : *Random* (acak).

K1, K2, K3 : Kelompok eksperimen.

K4 : Kelompok kontrol.

E1, E2, E3, E4: Pemeriksaan pra perlakuan (*Pretest*).

X1 : Latihan aerobik dengan frekuensi 2 kali perminggu.

X2 : Latihan aerobik dengan frekuensi 3 kali perminggu.

X3 : Latihan aerobik dengan frekuensi 4 kali perminggu.

O1, O2, O3, O4 : Pemeriksaan paska perlakuan (*posttest*).

Sebelum perlakuan sampel secara random dibagi ke dalam 4 kelompok, untuk menentukan kelompok mana yang akan menjadi kelompok perlakuan dan kelompok kontrol ditentukan secara random melalui undian (R). Kemudian dilakukan test awal (*pretest*) pada semua kelompok untuk mengetahui kondisi awal sebelum mereka mengikuti program latihan (E1, E2, E3, E4). Selanjutnya kelompok perlakuan diberi latihan fisik aerobik dengan intensitas 65-75% MHR: Kelompok 1 dengan frekuensi 2 kali perminggu (X1), Kelompok 2 dengan frekuensi 3 kali perminggu (X2), Kelompok 3 dengan frekuensi 4 kali perminggu (X3) dan Kelompok kontrol tidak diberi latihan fisik (-). Setelah 6 minggu dilakukan tes akhir (*posttest*) pada semua kelompok (O1, O2, O3, O4).

#### 4.2 Konsep Pendekatan

Penelitian ini menggunakan *paradigma fisiobiologi* dengan menggunakan 2

konsep pendekatan, yaitu *konsep neuromuskuloskeletal* dan *psikoneuroimunologi* untuk melihat pengaruh latihan fisik pada kebugaran jasmani dan respons imun.

### **4.3 Populasi, Sampel dan Teknik Pengambilan Sampel**

#### **4.3.1 Populasi dan sampel**

Populasi penelitian ini adalah siswa SMU Negeri di Kotamadia Semarang yang memenuhi kriteria sebagai sampel. Populasi ini dipilih untuk memudahkan pengambilan sampel penelitian. Dari 15 SMU Negeri di Kotamadia Semarang (lampiran 1, halaman 152), dipilih secara random sebuah SMU Negeri sebagai sampel. Dalam penelitian ini yang terpilih adalah SMU Negeri I Semarang, Jl. Menteri Supeno No. 1 Semarang. Adapun kriteria sampel adalah sebagai berikut :

- a. Jenis kelamin laki-laki. Dalam penelitian ini digunakan siswa putra alasannya yaitu untuk menghindari pengaruh hormonal yang bervariasi pada hasil penelitian. Pada siswa putra siklus hormon (testosteron) tidak mempengaruhi reseptor sel imun. Sedangkan siswa putri mempunyai siklus hormon (estrogen) yang mempengaruhi reseptor pada sel imun.
- b. Usia 15-17 tahun. Penetapan umur 15-17 tahun karena pada umur tersebut merupakan saat yang baik untuk meningkatkan kebugaran jasmani dalam rangka usaha mendukung peningkatan prestasi olahraga, dan pada usia ini perkembangan sistem imun sudah cukup matang.
- c. Keadaan fisik normal, berdasarkan pemeriksaan fisik tidak cacat jasmani: anggota badan : kaki, tangan tidak cacat, penglihatan (tidak buta) dan pendengaran (tidak tuli) normal.
- d. Kategori kebugaran jasmani sedang (nilai-T indeks kebugaran jasmani 322-380)

dan bukan atlet.

- e. Bersedia menjalani tes, pemeriksaan dan latihan hingga penelitian selesai (dengan menandatangani “*informed consent*”) (Lampiran 4 halaman 155).

#### 4.3.2 Status kesehatan sampel

Disamping kriteria tersebut di atas siswa yang terpilih sebagai sampel harus memenuhi kriteria sehat sebagai berikut berikut :

- a. Status gizi cukup, berdasarkan pemeriksaan laboratorik: kadar Hb antara 14-18 g/dl, protein total serum 6,60-8,70 g/dl.
- b. Status kesehatan: sehat, tidak dalam keadaan sakit atau dalam perawatan dokter.

Untuk menunjukkan status kesehatan secara obyektif dilakukan pemeriksaan laboratorik unit analisis darah vena:

\* Faal hati normal: SGOT 0-18 u/l, SGPT 0-22 u/l (Soewignjo, 1983).

\* Faal ginjal normal: kadar creatinin 0,70-1,30 mg/dl (Willie, 1995).

Sebagai tambahan dapat dilihat dari hasil pemeriksaan tes darah lengkap (leukosit, eritrosit, hemoglobin, dan lain-lain) (Lihat lampiran 6 halaman 161)

#### 4.3.3 Penentuan besar sampel

Ukuran sampel terkecil diperhitungkan dengan menggunakan rumus Daniel (1987) (Widodo dkk, 1993).

$$n = \frac{(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 \cdot QD^2}{d^2}$$

n = besar sampel masing-masing kelompok.

$Z\alpha$  = nilai standar normal yang besarnya tergantung  $\alpha$

$$\text{Bila } \alpha = 0,05 \text{ -----} \rightarrow Z\alpha = 1,67$$

$$\alpha = 0,01 \text{ -----} \rightarrow Z\alpha = 1,96$$

$Z\beta$  = nilainya tergantung  $\beta$  yang ditentukan (berdasarkan tabel)

$\beta$  = power test.

$$\text{Bila } \beta = 0,80 \text{ -----} \rightarrow Z\beta = 0,842$$

$d$  = besarnya penyimpangan yang masih bisa ditolerir .

$$\text{Untuk grup yang berpasangan } QD^2/d^2 = 1$$

$$\text{Sehingga hasilnya } n = (Z\alpha + Z\beta)^2$$

Dalam penelitian ini ditentukan:

$$Z\alpha = 1,96 \text{ -----} \rightarrow \alpha = 0,05$$

$$Z\beta = 0,842 \text{ -----} \rightarrow \beta = 0,20$$

$$n = \frac{(1,96 + 0,842)^2 \times (0,05)^2}{(0,05)^2}$$

$$n = 7,85 = 8$$

Atas dasar perhitungan yang telah dilakukan, jadi minimal sampel untuk masing-masing kelompok adalah 8. Dalam penelitian ini digunakan 15 orang untuk masing-masing kelompok. jadi untuk 4 kelompok digunakan 60 orang sebagai sampel.

Atas dasar perhitungan yang telah dilakukan, jadi minimal sampel untuk masing-masing kelompok adalah 8. Dalam penelitian ini digunakan 15 orang untuk masing-masing kelompok, jadi untuk 4 kelompok digunakan 60 orang sebagai sampel.

#### **4.3.4 Teknik pengambilan sampel**

Untuk memudahkan pengambilan sampel penelitian yang memenuhi syarat sebagai kriteria sampel, dari seluruh siswa SMU Negeri I Semarang dipilih siswa kelas II. Siswa kelas II yang memenuhi kriteria sebagai sampel tersebut di atas jumlahnya 217. Dari 217 siswa tersebut diambil secara random sejumlah 60 orang, kemudian dari 60 siswa tersebut secara random dibagi ke dalam 4 kelompok. Untuk menentukan kelompok mana yang menjadi akan menjadi kelompok eksperimen dan kelompok kontrol ditentukan secara random.

### **4.4 Variabel Penelitian**

#### **4.4.1 Variabel bebas**

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah latihan aerobik dengan frekuensi 2, 3 dan 4 kali perminggu selama 6 minggu

#### **4.4.2 Variabel tergantung**

Variabel tergantung adalah variabel yang hendak diteliti. variabel tersebut adalah kesegaran jasmani dan respons imun.

#### 4.5 Definisi Operasional Variabel

1. **Latihan aerobik** yang dimaksud dalam penelitian ini adalah latihan aerobik lari menempuh jarak 1600 meter dengan intensitas 65-75% denyut jantung maksimal (DJM), frekuensi latihan 2 kali perminggu pada kelompok 1, 3 kali perminggu pada kelompok 2 dan 4 kali perminggu pada kelompok 3. Latihan dilakukan selama 6 minggu.

2. **Kesegaran jasmani** yang dimaksud dalam penelitian ini adalah kemampuan kinerja fisik berdasarkan konsep neuromuskuloskeletal. Peningkatan kinerja fisik dalam penelitian ini diwujudkan dalam bentuk nilai indeks kesegaran jasmani ACSPFT yang diperoleh dari hasil tes terhadap komponen kesegaran jasmani yang meliputi: lari cepat 50 (*Sprint*), lompat jauh tanpa awalan (*standing broad jump*), gantung angkat badan (*pull-ups*), lari hilir mudik 4 x 10 meter (*shuttle-run*), baring-duduk selama 30 detik (*sit-up*), kelentukan tubuh (*forward flexion of trunk*) dan lari jauh 1000 meter (*distance-run*).

3. **Respons Imun** yang dimaksud dalam penelitian ini adalah perubahan respons imun akibat latihan aerobik berdasarkan paradigma fisiobiologis yang berkonsep psikoneuroimunologi. Respons imun akibat latihan diamati dari selisih hasil pemeriksaan awal dan pemeriksaan akhir dikurangi delta kelompok kontrol. Respons imun diukur melalui unit analisis darah perifer, yang meliputi respons imun seluler dan humoral. Adapun variabel yang diperiksa meliputi: basofil, neutrofil, eosinofil, monosit, subset limfosit T4 dan T8, serta IgA, IgG dan IgM.

#### 4.6 Tata Laksana Penelitian

#### 4.6.1 Persiapan penelitian

Sebelum penelitian dilakukan siswa yang memenuhi kriteria sampel dikumpulkan, mereka diberi penjelasan yang berkaitan dengan penelitian, antara lain tentang :

- a. Tujuan penelitian.
- b. Manfaat penelitian bagi siswa dan bagi perkembangan ilmu pengetahuan.
- c. Macam tes kebugaran jasmani, pemeriksaan kesehatan dan latihan.
- d. Resiko menjadi sampel penelitian, yaitu harus memenuhi jadwal tes kebugaran jasmani, pemeriksaan kesehatan dan latihan yang telah ditentukan dan tidak boleh absen selama kurun waktu penelitian.
- e. Bersedia mengisi lembar kesepakatan (*informed consent*).

#### 4.6.2 Membuat jadwal penelitian untuk tes kesehatan, test kebugaran jasmani dan jadwal untuk latihan.

#### 4.6.3 Pelaksanaan penelitian

- a. Pelaksanaan tes kesehatan, kebugaran jasmani, latihan aerobik dan pengambilan darah untuk pemeriksaan laboratorium adalah di SMU Negeri I Semarang Jl Menteri Supeno No 1 Semarang.
- b. Pelaksana tes kebugaran jasmani dan pelatih untuk latihan aerobik adalah peneliti dibantu oleh 2 orang guru olahraga SMU Negeri I Semarang dan dosen FPOK IKIP Semarang.
- c. Pelaksana pengambil darah adalah tenaga analis dari Laboratorium Klinik Prodia Cabang Semarang. Teknik pengambilan darah menggunakan venojet. Setiap siswa diambil darahnya lebih kurang 10 cc, dibagi dalam 2 tabung, 1 tabung 4 cc non EDTA dan 1 tabung 6 cc EDTA, 1 ml EDTA untuk pemeriksaan darah



lengkap (DL), 5 ml untuk pemeriksaan limfosit dan subset limfosit T (CD4+, CD8+) dan 4 ml non EDTA untuk diambil serum untuk pemeriksaan imunoglobulin (IgA, IgG, IgM) dan kimia darah (SGOT, SGPT, Creatinin dan total protein). Setelah darah diproses di laboratorium Prodia Semarang, langsung peneliti bawa ke Surabaya untuk dilakukan pemeriksaan lebih lanjut.

- d. Pemeriksaan darah lengkap, SGOT, SGPT, Creatinin, Total protein, IgA, IgG dan IgM dilakukan di Laboratorium Prodia Surabaya oleh tenaga analis Laboratorium Prodia Surabaya.
- e. Pemeriksaan subset limfosit TCD4+ dan TCD8+ dilakukan di Laboratorium TDRC Unair dengan bantuan Dr Sunarko Setyawan dan petugas dari laboratorium TDRC.

#### **4.7 Alat Pengumpulan Data (Instrumen Penelitian)**

##### **4.7.1 Instrumen untuk mengukur kebugaran jasmani**

Instrumen yang digunakan untuk mengukur tingkat kebugaran jasmani subyek penelitian yaitu Tes Kebugaran Jasmani *ACSPFT (Asian Committee on The Standardization of Physical Fitness Test)*, yang merupakan suatu rangkaian tes (*battery test*) yang terdiri dari:

1. Lari cepat 50 meter (*Sprint/dash*)
2. Lompat jauh tanpa awalan (*Standing broad jump*)
3. Gantung angkat badan (*Pull-ups*)
4. Lari hilir-mudik 4x10 meter (*Shuttle-run*)
5. Baring-duduk selama 30 detik (*sit-up*)
6. Kelenturan tubuh (*forward flexion of trunk*)

#### 7. Lari jauh 1000 meter (*distance-run*).

Alat yang digunakan untuk mengukur jarak/ panjang lintasan lari 50 meter, 4x10 meter dan 1000 meter digunakan meteran panjang 100 meter. Sedangkan untuk mengukur jarak lompat jauh tanpa awalan digunakan meteran baja merek Imundex buatan Jepang, sebelum digunakan sudah ditera lebih dahulu di Badan Metrologi dan Geofisika Jawa-Tengah. Alat untuk mengukur waktu (kecepatan lari dan waktu sit up) digunakan stopwatch merek braintek 03/w buatan Taiwan, sebelum digunakan juga sudah ditera terlebih dahulu.

#### 4.7.2 Instrumen untuk mengukur variabel respons imun

Unit analisis dalam penelitian ini adalah darah perifer. Instrumen yang digunakan untuk mengukur variabel respons imun :

- a. Basofil, neutrofil, eosinofil, dan monosit diukur menggunakan alat Tehnicon H3 (lampiran 6, halaman 161).
- b. Subset limfosit T4 dan T8 diukur dengan metode Imunofloresen (lampiran 7, halaman 166)
- c. Imunoglobulin : IgA, IgG dan IgM diukur menggunakan teknik pengukuran Imunoturbidimetri memakai alat Turbiquant (lampiran 8, halaman 168).

#### 4.7.3 Instrumen untuk mengukur variabel moderator

- a. Tinggi badan diukur menggunakan Stadiometer merek SMIC buatan RRC dengan skala setengah centimeter.
- b. Panjang tungkai diukur menggunakan anthropometer merek Super buatan Tokyo Jepang, dengan skala milimeter.

- c. Berat badan diukur menggunakan timbangan berat Stadiometer merek SMIC dengan skala setengah kilogram.

#### **4.8 Teknik Analisis Data**

Tahapan analisis data merupakan rangkaian langkah untuk menjawab permasalahan berdasar tujuan penelitian. Analisis data menggunakan kemaknaan 0,05. Adapun langkah tersebut meliputi:

##### **4.8.1 Analisis data kesegaran jasmani**

Dalam menganalisis data yang didapat dari hasil tes kesegaran jasmani ACSPFT, adalah sebagai berikut:

- a. Hasil tes yang didapat (data asli) merupakan data kasar. Data kasar dari setiap jenis tes diubah menjadi nilai dengan mempergunakan tabel nilai-T untuk pelajar SLTA putra (Tabel 4.1).

Tabel 4.1:

Tabel Nilai -T Untuk Pelajar SLTA Putra

Nilai-T	Lari cepat 50 meter (detik)	Lompat jauh tanpa awalan (cm)	Angkat Badan (kg)	Lari hkr mudk 4x. 10 meter (detik)	Baring duduk 30 detik (kg)	Lentuk togok ke muka (cm)	Lari jarak 1 000 meter (menit& detik)	Nilai-T
1	2	3	4	5	6	7	8	9
80	5.4	299	19	8.1-	-	-	-	80
79	5.6-5.5	294-298	-	8.2	31	-	2:14.5-	79
78	5.7	289-293	18	8.3	-	-	2:19.5-2:14.6	78
77	5.9-5.8	284-288	-	8.5-8.4	30	-	2:24.5-2:19.6	77
76	6.0	279-283	17	8.6	29	-	2:29.5-2:24.6	76
75	6.1	274-278	-	8.7	-	-	2:34.5-2:29.6	75
74	6.2	271-273	16	8.9-8.8	28	-	2:39.5-2:34.6	74
73	-	269-270	-	9.0	-	-	2:44.5-2:39.6	73
72	6.3	266-268	15	9.1	27	-	2:48.5-2:44.6	72
71	6.4	264-265	-	9.2	-	-	2:53.0-2:48.6	71
70	6.5	261-263	14	9.3	26	-	2:57.3-2:53.1	70
69	6.6	259-260	-	9.4	-	-	3:01.6-2:57.4	69
68	-	256-258	13	9.5	25	-	3:05.9-3:01.7	68
67	6.7	254-255	-	9.6	-	-	3:10.2-3:06.0	67
66	-	251-253	12	9.7	24	-	3:14.5-3:10.3	66
65	6.8	249-250	-	9.8	23	22.0	3:17.5-3:14.6	65
64	6.9	246-248	-	9.9	-	21.5	3:20.5-3:17.6	64
63	7.0	244-245	11	10.0	22	21.0	3:23.5-3:20.6	63
62	-	242-243	-	10.1	-	20.5	3:26.5-3:23.6	62
61	7.1	240-241	10	10.2	21	20.0	3:29.5-3:26.6	61
60	-	238-239	-	10.3	-	19.5	3:32.5-3:29.6	60
59	7.2	236-237	-	10.4	20	-	3:35.5-3:32.6	59
58	-	234-235	9	10.5	-	19.0	3:38.5-3:35.6	58
57	7.3	231-233	-	10.6	19	18.5	3:41.5-3:38.6	57
56	7.4	229-230	8	10.7	-	18.0	3:44.5-3:41.6	56
55	7.5	226-228	-	10.8	18	17.5	3:48.1-3:44.6	55
54	7.6	224-225	-	10.9	-	17.0	3:51.4-3:48.2	54
53	-	221-223	7	11.0	17	16.5	3:54.7-3:51.5	53
52	7.7	219-220	-	11.1	-	16.0	3:58.0-3:54.8	52
51	-	216-218	6	11.2	16	15.0-15.5	4:01.3-3:58.1	51
50	7.8	214-215	-	11.3	-	14.0-14.5	4:04.6-4:01.4	50
49	7.9	211-213	-	11.5-11.4	15	13.5	4:07.9-4:04.7	49
48	8.0	209-210	5	11.6	-	13.0	4:11.2-4:08.0	48
47	8.1	206-208	-	11.7	14	12.5	4:14.5-4:11.3	47
46	-	204-205	-	11.8	-	12.0	4:18.7-4:14.6	46
45	8.2	201-203	4	11.9	13	11.0-11.5	4:23.0-4:18.8	45
44	-	197-200	-	12.0	12	10.0-10.5	4:27.3-4:23.1	44
43	8.3	194-196	-	12.1	-	9.5	4:31.6-4:27.4	43
42	8.4	191-193	3	12.2	11	9.0	4:35.9-4:31.7	42
41	8.5	189-190	-	12.3	10	8.5	4:40.2-4:36.0	41
40	8.6	186-188	-	12.5-12.4	9	8.0	4:44.5-4:40.3	40
39	8.7	184-185	-	12.6	8	7.0-7.5	4:49.5-4:44.6	39
38	-	181-183	2	12.8-12.7	7	6.0-6.5	4:54.5-4:49.6	38
37	8.8	177-180	-	12.9	6	5.5	4:59.5-4:54.6	37
36	8.9	174-176	-	13.0	5	5.0	5:04.5-4:59.6	36
35	9.0	171-173	1	13.2-13.1	4	4.5	5:09.5-5:04.6	35
34	9.1	167-170	-	13.3	-	4.0	5:14.5-5:09.6	34
33	9.2	164-166	-	13.5-13.4	3	3.5	5:20.5-5:14.6	33
32	9.3	161-163	0	13.6	2	3.0	5:26.5-5:20.6	32
31	9.4	159-160	-	13.8-13.7	-	2.0-2.5	5:32.5-5:26.6	31
30	9.5	156-158	-	13.9	1	1.5	5:36.5-5:32.6	30
29	9.7-9.6	154-155	-	14.1-14.0	-	1.0	5:44.5-5:38.6	29
28	9.8	149-153	-	14.3-14.2	0	0.5	5:52.0-5:44.6	28
27	10.0-9.9	144-148	-	14.5-14.4	-	0.0	5:59.5-5:52.1	27
26	10.2-10.1	141-143	-	14.8-14.6	-	-0.5	6:07.0-5:59.6	26
25	10.4-10.3	137-140	-	15.1-14.9	-	-1.0	6:14.5-6:07.1	25
24	10.6-10.5	134-136	-	15.5-15.2	-	-2.0- -1.5	6:24.5-6:14.6	24
23	10.7	130-133	-	16.5-15.6	-	-3.0- -2.5	6:34.5-6:24.6	23
22	10.9-10.8	127-129	-	16.8-16.6	-	-5.0- -3.5	6:44.5-6:34.6	22
21	11.0	124-126	-	17.1-16.9	-	-6.0- -5.5	6:54.5-6:44.6	21
20	11.2-11.1	121-123	-	17.5-17.2	-	-	7:04.5-6:54.6	20

- b. Nilai dari ketujuh jenis tes dijumlahkan, kemudian dengan melihat tabel norma tes kesegaran jasmani bagi pelajar SLTA Putra (Tabel 4.2) dapat diketahui tingkat kesegaran jasmani testee.

Tabel 4.2

## Norma Tes Kesegaran Jasmani Bagi Pelajar SLTA Putra

Jumlah nilai – T	Kategori
437 ke atas	Baik Sekali ( B.S. )
381 – 436	Baik ( B )
322 – 380	Sedang ( S )
262 – 321	Kurang ( K )
261 – ke bawah	Kurang sekali ( K.S. )

PKJR, 1974.

- c. Analisis Varian untuk mengetahui homogenitas kreteria sampel, dan untuk membuktikan perubahan dari pretest-postest masing-masing kelompok.
- d. Uji anava untuk membuktikan perbedaan pengaruh latihan terhadap kesegaran juasmani antar kelompok.

#### 4.8.2 Analisis data respons imun

##### a. Uji homogenitas

Untuk menguji apakah data dari ditribusi normal dilakukan uji normalitas, dengan menggunakan Frequency Histogram - Kolmogorov dan Normal Probability Plot (Paper). Uji ini dimaksudkan untuk memenuhi prasarat dilakukannya analisis multivariate.

## b. Uji manova.

Uji manova dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan perubahan antara kelompok dosis latihan 1, 2 dan 3.

## c. Analisis Diskriminan

Dipergunakan untuk mendapatkan variabel pembeda terkuat respons imun antara kelompok dosis latihan 1, 2 dan 3. Dari analisis diskriminan akan diketahui variabel apa yang berbeda dan kelompok mana saja yang berbeda. Dari uji diskriminan akan diperoleh nilai kontribusi dari variabel pembeda yang dapat dilihat dari Fisher's Coefficients.

## d. Pembuatan Pola

Pola dibuat dari perkalian Fisher's Coefficient dengan mean pada masing-masing variabel pembeda. Dilakukan uji statistik manova untuk mendapatkan kontribusi berdasarkan suatu perangkat variabel yang mempunyai nilai beda besar. Pola ini bersama dengan kerangka konseptual digunakan untuk mengungkap mekanisme modulasi aktivitas sistem imun akibat latihan aerobik.

Analisis statistik pada dasarnya untuk menguji hipotesis. Untuk kepentingan itulah, maka hipotesis statistik perlu dikemukakan. Sesuai dengan masalah penelitian yang hendak dijawab, maka hipotesis statistiknya dirumuskan sebagai berikut:

$$1. H_0 : U_1 = U_2 = U_3$$

$$H_1 : U_1 \neq U_2 \neq U_3$$

$$2. H_0 : U_1 = U_2 = U_3$$

$$H_1 : U_1 < U_2 = U_3$$

$$3. H_0 : U_1 = U_2 = U_3$$

$$H_1 : U_1 < U_2 = U_3$$

**Keterangan:**

$H_0$  = Hipotesis nol

$H_1$  = Hipotesis alternatif

$U$  = Rerata atau mean

1 = Delta Kelompok 1 = selisih pretest - posttest dikurangi delta k. kontrol

2 = Delta Kelompok 2 = selisih pretest - posttest dikurangi delta k. kontrol

3 = Delta Kelompok 3 = selisih pretest - posttest dikurangi delta k. kontrol

= = Sama dengan

≠ = Tidak sama dengan

> = Lebih besar

## BAB 5

## HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS

Dari penelitian yang telah dilaksanakan didapatkan data pretest dan posttest dari variabel-variabel yang diperlukan. Kemudian diproses dan dianalisis dengan statistik deskriptif, uji anava dan manova yang dilanjutkan dengan analisis diskriminan seperti yang terdapat pada lampiran. Hasil pengolahan data tersebut selanjutnya akan disajikan dengan sistematika sebagai berikut:

## 5.1 Hasil Pengukuran Kreteria Sampel

## 5.1.1 Data fisik sampel

Hasil pengukuran kreteria sampel dapat dilihat pada tabel 5.1 dan tabel 5.2 berikut ini:

Tabel 5.1: *Mean* dan *SD* variabel umur, berat badan, tinggi badan dan panjang tungkai

Var	2x/minggu		3x/minggu		4x/minggu		K.Kontrol	
	<i>Mean</i>	<i>SD</i>	<i>Mean</i>	<i>SD</i>	<i>Mean</i>	<i>SD</i>	<i>Mean</i>	<i>SD</i>
Umur	16,267	0,46	16,333	0,62	16,133	0,35	16,600	0,51
BB	50,400	7,50	51,400	5,55	52,067	6,73	50,133	6,59
TB	165,57	6,25	164,92	4,53	166,82	6,15	166,05	3,79
PT	78,107	3,51	77,107	3,73	80,340	4,48	80,627	3,29

Keterangan: Tabel 5.1

Var = Variabel

BB = Berat badan (Kg)

TB = Tinggi badan (Cm)

PT = Panjang tungkai (Cm)

*Mean* = Angka rerata

*SD* = Simpang baku

2x/minggu = Kelompok dosis latihan aerobik 2 x/minggu

3x/minggu = Kelompok dosis latihan aerobik 3 x/minggu

4x/minggu = Kelompok dosis latihan aerobik 4 x/minggu



Berdasarkan analisis varian antara kelompok 2, 3, 4 kali per minggu dan kelompok kontrol tidak ada perbedaan yang signifikan  $P > 0,05$ .

### 5.1.2 Hasil pemeriksaan tekanan darah

*Mean* tekanan diastole seluruh kelompok tidak ada perbedaan yang bermakna dengan  $mean = 71,250$ ;  $SD = 3,973$ ;  $F\text{-ratio} = 2,381 \rightarrow P 0,792 > 0,05$ . Demikian pula *mean* tekanan sistole seluruh kelompok 1, 2, 3 dan kelompok kontrol tidak ada perbedaan yang bermakna, dengan  $mean = 108,750$ ;  $SD = 8,215$ ;  $F\text{-ratio} = 1,2930 \rightarrow P 0,2858 > 0,05$ . Dapat disimpulkan tekanan darah antara kelompok dosis latihan 2, 3, 4 kali perminggu dan kelompok kontrol tidak terdapat perbedaan yang bermakna.

### 5.1.3 Data hasil pemeriksaan laboratorik

Tabel 5.2 : *Mean* dan *SD* Hasil Tes Laboratorik

Var	2x/minggu		3x/minggu		4x/minggu		K.Kontrol	
	<i>Mean</i>	<i>SD</i>	<i>Mean</i>	<i>SD</i>	<i>Mean</i>	<i>SD</i>	<i>Mean</i>	<i>SD</i>
SGOT	9,267	1,71	9,733	2,71	8,867	1,13	10,533	4,47
SGPT	7,400	3,94	7,667	4,10	7,667	3,27	9,667	7,19
Creatinin	0,960	0,63	1,000	0,12	1,020	0,06	1,000	0,11
T.protein	8,127	0,49	7,433	0,31	8,293	0,51	7,853	0,42
WBC	5,007	1,05	6,935	1,43	6,421	1,51	0,875	1,70
RBC	5,161	0,20	5,048	0,37	5,499	0,42	5,263	0,43
HGB	14,567	1,10	14,767	1,16	14,727	0,72	14,700	0,81

#### Keterangan Tabel 5.2

SGOT = menunjukkan fungsi hati (gram/dl)

SGPT = menunjukkan fungsi hati (gram/dl)

*Creatinin* = menunjukkan fungsi ginjal (mg/dl)  
*T.protein* = total protein, menunjukkan status gizi (gram/dl)  
*WBC* = jumlah leukosit ( $\times 10^3$ /mikroliter)  
*RBC* = jumlah sel darah merah ( $\times 10^6$ /mikroliter)  
*HGB* = kadar hemoglobin (gram/dl)

Berdasarkan analisis multivariat variabel 1-7 antara kelompok dosis latihan 2, 3, 4 kali perminggu dan kelompok kontrol tidak ada perbedaan yang bermakna *F-ratio* 1,10108  $P 0,452 > 0,05$ .

## 5.2 Hasil Analisis Variabel tergantung

### 5.2.1 Variabel kesegaran jasmani

#### a. Data perubahan komponen kesegaran jasmani

Tabel 5.3: Data *mean* dan *SD* perubahan komponen kesegaran jasmani pada setiap kelompok

Var	2 x/minggu		3x/minggu		4x/minggu		K. Kontrol		P
	<i>Mean</i>	<i>SD</i>	<i>Mean</i>	<i>SD</i>	<i>Mean</i>	<i>SD</i>	<i>Mean</i>	<i>SD</i>	
L.50 M	-0,159	0,305	-0,879	0,835	-0,453	0,371	-0,166	0,438	0,000
L.jauh	5,133	9,266	36,200	15,84	13,733	7,941	0,667	13,777	0,000
<i>Pull-up</i>	0,667	0,724	0,400	0,737	1,733	1,534	-0,467	1,552	0,697
4x10M	-0,209	0,184	-0,741	0,529	-0,539	0,415	0,029	1,121	0,006
<i>Sit-up</i>	1,667	2,410	1,600	1,502	3,467	2,386	0,133	2,356	0,102
Lentuk	1,800	1,935	2,800	4,296	3,333	2,093	0,200	2,573	0,298
L1000M	-0,607	0,502	-0,881	0,614	-1,429	0,851	0,138	0,486	0,028

Keterangan Tabel 5.3 :

L. 50 = lari cepat 50 meter (*Sprint*)  
 L. Jauh = lompat jauh tanpa awalan (*Standing broad jump*)  
*Pull-up* = menggantung-mengangkat badan  
 4x 10M = lari hilir-mudik 4 kali 10 meter (*shuttle-run*)  
*Sit-up* = baring- duduk  
 Lentuk = kelentukan tubuh (*flexion forward of trunk*)  
 L1000M = Lari jauh 1000 meter (*distance-run*).

*Mean* perubahan dari *pretest* ke *posttes* seluruh kelompok berdasarkan analisis multivariat ada perbedaan yang sangat bermakna dengan F-ratio 23,49406 -->  $P < 0,000 < 0,01$ , dan ternyata perubahan tersebut terutama terjadi pada kemampuan lari cepat 50 meter, lompat jauh tanpa awalan, lari 4 x10 meter dan lari jauh 1000 meter.

Perubahan pada masing-masing kelompok berdasarkan analisis varian adalah sebagai berikut: Pada kelompok 1: perubahan yang bermakna hanya terjadi pada kemampuan lari 1000 meter membaik ( $p < 0,032 < 0,05$ ). Pada kelompok 2: peningkatan kemampuan terjadi pada lari sprint 50 meter ( $p < 0,000 < 0,01$ ), lompat jauh tanpa awalan ( $p < 0,000 < 0,01$ ), *shuttle run* 4x10 meter ( $p < 0,006 < 0,01$ ) dan lari 1000 meter ( $p < 0,028 < 0,05$ ). Pada kelompok 3: peningkatan kemampuan terjadi pada lari sprint 50 meter ( $p < 0,042 < 0,05$ ), lompat jauh tanpa awalan ( $p < 0,026 < 0,05$ ), *shuttle-run* 4x10 meter ( $p < 0,021 < 0,05$ ), sit-up ( $p < 0,015 < 0,05$ ) dan pada lari 1000 meter ( $p < 0,000 < 0,01$ ).

## b. Nilai-T Indeks kesegaran jasmani

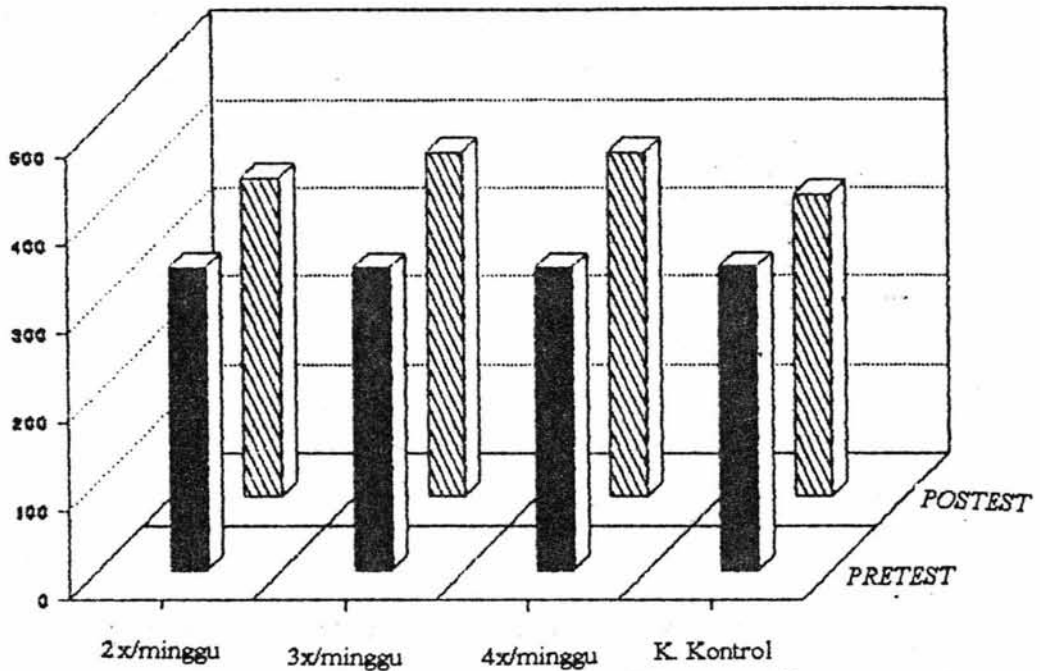
### 1. Hasil pretest dan posttest

Tabel 5.4: *Mean* dan *SD* hasil *pretest* dan *posttest* nilai-T indeks kesegaran jasmani kelompok dosis latihan 2, 3, 4 kali perminggu dan kelompok kontrol.

KELOMPOK	PRETEST		POSTEST	
	<i>Mean</i>	<i>SD</i>	<i>Mean</i>	<i>SD</i>
2x/minggu	341,0667	20,8583	361,0667	22,6888
3x/minggu	340,9333	20,8480	390,0667	27,7114
4x/minggu	340,8000	20,4492	389,2667	23,1531
K. Kontrol	342,2000	20,6405	341,4000	22,598

Berdasarkan analisis varian hasil pretest antara kelompok dosis latihan 2, 3 4

kali perminggu dan kelompok kontrol tidak ada perbedaan yang bermakna ( $P 0,9976 > 0,05$ ). Sedangkan hasil *posttest* antara kelompok dosis latihan 2, 3, 4 kali per minggu dan kelompok kontrol terdapat perbedaan yang sangat bermakna ( $P 0,000 < 0,01$ ).



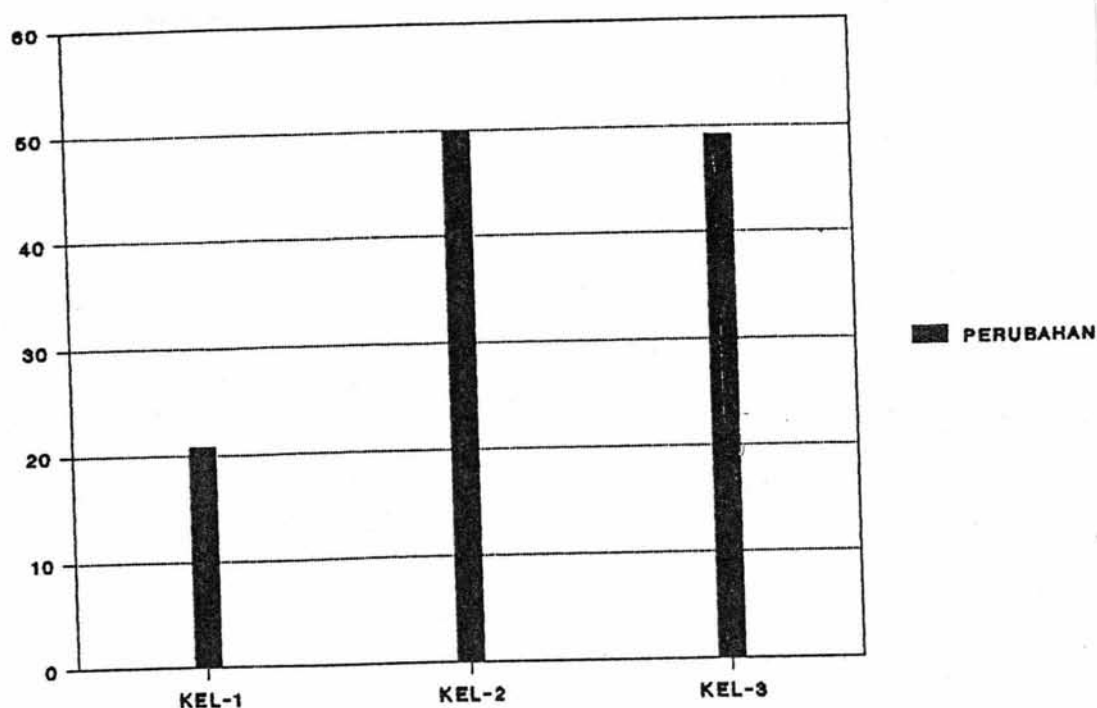
Gambar 5.1: Grafik *mean* nilai-T indeks kesegaran jasmani hasil *pretest* dan *posttest*. Sumbu x merupakan deretan variabel respons imun, sumbu y nilai-T indeks kesegaran jasmani.

## 2. Perubahan pada setiap kelompok

Tabel 5.5: Perubahan Nilai-T indeks kesegaran jasmani ACSPT kelompok dosis latihan 2, 3, 4 kali perminggu dan kelompok kontrol

Kelompok	Mean	SD	F-Ratio	F-Prob.
2x/minggu	20,000	11,8683	6,32	0,018 < 0,05
3x/minggu	49,133	17,9915	30,11	0,000 < 0,01
4x/minggu	48,467	12,3974	36,93	0,000 < 0,01
K. Kontrol	-0,800	18,9216	0,01	0,920 > 0,05

Berdasarkan analisis varian perubahan nilai-T indeks kesegaran jasmani adalah sebagai berikut: pada kelompok dosis latihan 2x/minggu ada perubahan yang bermakna; kelompok 3x/minggu perubahan sangat bermakna; kelompok 4 x/minggu perubahan sangat bermakna dan kelompok kontrol tidak ada perubahan yang bermakna.



Gambar 5.2: Grafik delta *mean* perubahan nilai-T indeks kesegaran jasmani kelompok dosis latihan 2, 3 dan 4 kali per minggu.

Keterangan gambar 5.2

Delta = *Posttest - Pretest*

KEL-1 = delta kelompok 1 - delta k.kontrol

KEL-2 = delta kelompok 2 - delta k.kontrol

KEL-3 = delta kelompok 3 - delta k.kontrol

### 3. Perbandingan perubahan nilai-T indeks kebugaran jasmani antar kelompok

Tabel 5.6: Hasil perbandingan perubahan nilai-T indeks kebugaran jasmani ACSPPFT antara kelompok 1, 2, 3 dan kelompok kontrol

Kelompok	<i>F-Ratio</i>	<i>F-Prob.</i>	Keterangan
K1 >< K.Kontrol	13,0082	0,0012 < 0,01	K1 > K.Kontrol
K2 >< K.Kontrol	54,8610	0,0000 < 0,01	K2 > K.Kontrol
K3 >< K.Kontrol	71,1479	0,0000 < 0,01	K3 > K.Kontrol
K1 >< K2	27,4054	0,0000 < 0,01	K2 > K1
K2 >< K3	0,0140	0,9068 > 0,05	K2 = K3
K3 >< K1	41,2669	0,0000 < 0,01	K3 = K1

Keterangan Tabel 5.6:

- < = lebih kecil
- >< = dibandingkan
- > = lebih besar
- = = sama dengan

Dari tabel di atas menunjukkan bahwa perubahan nilai-T indeks kebugaran jasmani antar kelompok ada perbedaan yang sangat signifikan ( $P < 0,01$ ) kecuali antara kelompok 2 dan 3 tidak ada perbedaan yang signifikan ( $P > 0,05$ ).

e. **Kategori kesegaran jasmani hasil Posttest Kelompok 1, 2 dan 3**

Tabel 5.7: Tabel kategori kesegaran jasmani hasil latihan.

Kategori Kesegaran Jasmani	Kelompok Dosis Latihan Aerobik		
	2x/mg	3x/mg	4x/mg
SEDANG	12	6	5
BAIK	3	9	10

Dari rangkuman di tabel 5.7 menunjukkan bahwa kelompok dosis latihan aerobik frekuensi 3 dan 4 kali perminggu menghasilkan kesegaran jasmani yang hampir sama nilai-T indeks kesegaran jasmani antara kelompok 3 dan 4 kali perminggu tidak ada perbedaan yang signifikan ( $P > 0,05$ ) dan lebih baik jika dibandingkan dengan kelompok dosis latihan aerobik 2 perminggu ( $P < 0,01$ ).

### 5.2.2 Variabel tergantung respons imun

#### a. Analisis multivariat perubahan respons imun akibat latihan

Tabel 5.8: *Mean* dan *SD* delta respons imun kelompok dosis latihan 2, 3 dan 4 kali per minggu

Variabel	dosis 2x/minggu		dosis 3x/minggu		dosis 4x/minggu	
	<i>Mean</i>	<i>SD</i>	<i>Mean</i>	<i>SD</i>	<i>Mean</i>	<i>SD</i>
IgA	7,250	34,683	-16,968	44,421	6,985	49,556
IgG	-44,359	276,924	-201,791	276,396	107,937	254,282
IgM	-8,098	38,367	-10,435	32,645	-6,709	39,530
PMN	1,654	1,685	0,824	2,926	0,026	2,062
TH	-0,037	0,092	0,003	0,132	-0,008	0,127
TS	-0,025	0,119	0,070	0,116	-0,035	0,122
MONO	0,121	0,176	0,113	0,253	-0,095	0,184

#### Keterangan Tabel 5.8

IgA = Imunoglobulin A (mg/dl)

IgG = Imunoglobulin G (mg/dl)

IgM = imunoglobulin M (mg/dl)

PMN = Polimorfonuklear ( sel granulosit eosinofil, basofil, neutrofil)  
( $\times 10^3$  /mikroliter)

TH = Limfosit T-helper (CD4+)

TS = Limfosit T-sitotoksik (CD8+)

MONO= sel monosit (gram%)

Berdasarkan analisis multivariat didapatkan *Wilks F-signifikansi* 0,008  $P < 0,01$ , ini berarti antara kelompok dosis latihan 2, 3 dan 4 kali perminggu ada perbedaan yang sangat signifikan.



### b. Analisis diskriminan perbedaan respons imun antar kelompok

Berdasarkan analisis multivariat dari 7 variabel respons imun: IgA, IgG, IgM, PMN, T4, T8 dan monosit pada ketiga kelompok dosis latihan terdapat perbedaan perubahan yang sangat bermakna dengan *Wilk F-signifikansi* 0,008  $\rightarrow P < 0,01$ . Kemudian untuk melihat mana yang berbeda dilakukan analisis diskriminan. Dari analisis diskriminan dari 7 variabel respons imun ternyata didapatkan 4 variabel pembeda terkuat, yaitu: IgG, IgM, T8 dan monosit yang dapat membedakan ketiga kelompok dosis latihan, seperti yang terlihat pada tabel 5.9 berikut ini.

Tabel 5.9: Ringkasan analisis diskriminan

Step	Act. enter. removed	Wilks Lamda	F. Sig	Perbandingan antar kelompok		
				K2><K3	K2><K4	K3><K4
1	Monosit	0,79944	0,0091	2 = 3	2 > 3*	3 > 4**
2	TS	0,63059	0,0007	2 = 3	2 > 4*	3 > 4**
3	IgG	0,57715	0,0010	2 = 3	2 < 4*	3 < 4**
4	IgM	0,51787	0,0008	2 = 3	2 < 4*	3 < 4**

#### Keterangan Tabel 5.9

K2><K3 = dosis latihan 2x/minggu dibandingkan 3x/minggu

K2><K4 = dosis latihan 2x/minggu dibandingkan 4x/minggu

K3><K4 = dosis latihan 3x/minggu dibandingkan 4x/minggu

= = perbedaan tidak signifikan

< = lebih kecil

\* = perbedaan signifikan ( $P < 0,05$ )

> = lebih besar

\*\* = perbedaan sangat signifikan ( $P < 0,01$ )

Dari jumlah perkalian koefisien fisher dengan data asli pada setiap kelompok berdasarkan 4 variabel pembeda antara kelompok dosis latihan 2, 3 dan 4 kali per

minggu didapatkan kekuatan pembeda antar kelompok, dengan pengelompokan sebagai berikut :

Tabel 5.10: Pengelompokan respons imun berdasarkan kelompok dosis latihan

Kelompok Dosis Latihan	Jumlah Pengamatan	Prediksi Anggota Kelompok		
		2x/minggu	3x/minggu	4x/minggu
2x/minggu	15	6 40%	5 33,3%	4 26,7%
3x/minggu	15	2 13,3%	11 73,3%	2 13,3%
4x/minggu	15	1 6,7%	0 0%	14 93,3%

Berdasarkan tabel 5.10 didapatkan mean kekuatan pembeda sebesar 68,89%. Dari tabel tersebut kelompok dosis latihan 4 kali perminggu menunjukkan kekuatan pembeda sebesar 93,3%.

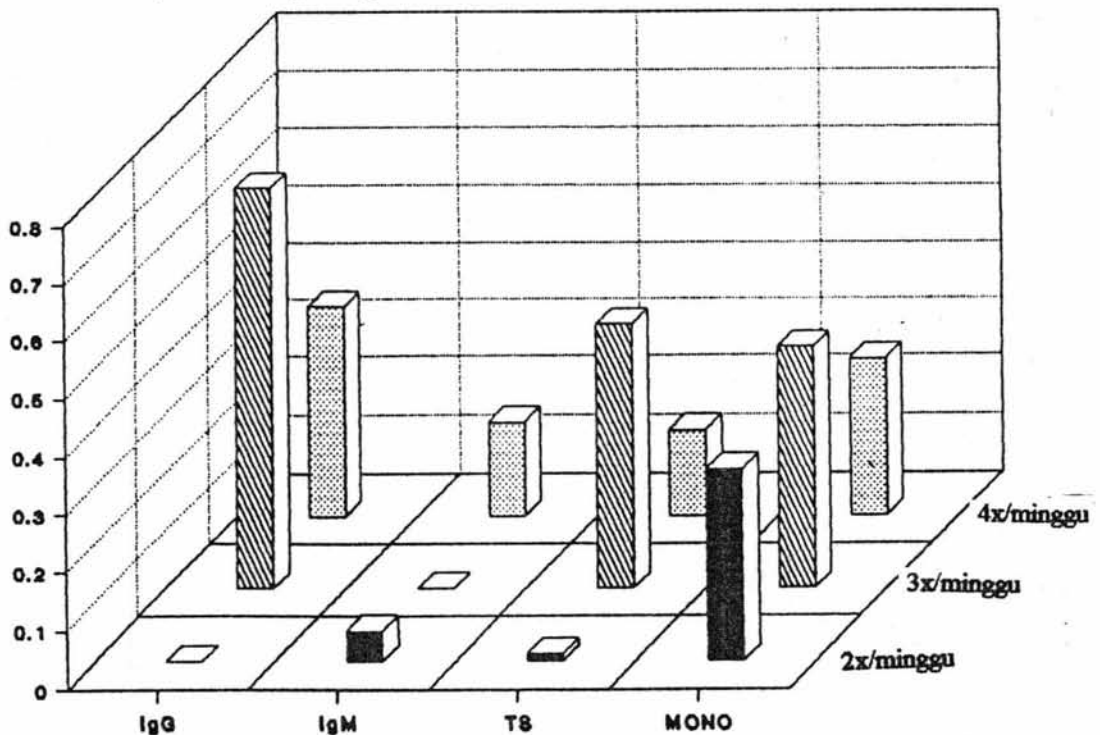
### c. Pola Respons Imun Kelompok Dosis Latihan 2, 3 dan 4 kali per minggu.

Untuk mengetahui peran dan kontribusi dari setiap variabel pembeda pada kelompok dosis latihan 2, 3 dan 4 kali per minggu, maka koefisien Fisher dari hasil analisis diskriminan dikalikan dengan data asli setiap variabel pembeda. Hasil perkalian tersebut berupa angka besaran respons imun, yang merupakan besaran abstrak yang dicerminkan oleh kontribusi antar variabel pembeda yang dapat dilihat pada Tabel 5.13.

Tabel 5.13: Angka besaran respons imun yang membentuk pola pada setiap kelompok dosis latihan

Variabel	Angka Besaran Respons Imun		
	2x/mg	3x/mg	4x/mg
IgG	-0,003	0,695	0,363
IgM	0,052	-0,141	0,163
TS	0,013	0,455	0,149
Monosit	0,330	0,413	0,269

Adapun respons imun pada setiap kelompok dosis latihan dalam bentuk pola respons imun dapat dilihat pada gambar 5.3.



Gambar 5.3: Pola respons imun pada kelompok dosis latihan 2, 3 dan 4 kali per minggu. Sumbu x merupakan deretan variabel pembeda, sedangkan sumbu y merupakan besaran abstrak yang mencerminkan kontribusi antar variabel pembeda.

### 5.2.3 Respons imun pada setiap tingkat kebugaran jasmani

Dari hasil tes kebugaran jasmani kelompok perlakuan didapatkan 2 kelompok kategori kebugaran jasmani yaitu kebugaran jasmani sedang dan kebugaran jasmani baik. Berdasarkan hasil analisis multivariat terhadap variabel respons imun (IgG, IgM, IgA, eosinofil, basofil, neutrofil, monosit, TH, TS dan total limfosit) dari 2 kelompok kebugaran jasmani sedang dan baik ternyata tidak terdapat perbedaan yang bermakna Wilks F-signifikansi 0,440  $\rightarrow P > 0,05$ . Sehingga bisa dikatakan bahwa kelompok kebugaran jasmani sedang dan baik respons imunnya tidak berbeda, karena berdasarkan uji univariat juga terbukti dari 10 variabel respons imun dari kedua kelompok tersebut tidak ada perbedaan signifikan dan *mean* F-test univariat signifikansinya 0,963  $\rightarrow P > 0,05$ . Karena tidak ada perbedaan maka analisis tidak dilanjutkan.

### 5.3 Kesimpulan statistik

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis statistik, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hipotesis alternatif (H1) yang menyatakan bahwa dosis latihan aerobik dengan intensitas 65-75% DJM, frekuensi 2, 3 dan 4 kali per minggu dapat meningkatkan kebugaran jasmani berdasarkan indikator kinerja fisik, dapat diterima dengan taraf signifikansi  $\alpha$  0,05.
2. Hipotesis alternatif (H1) yang menyatakan ada perbedaan perubahan respons imun antara kelompok dosis latihan aerobik 2, 3 dan 4 kali per minggu, dapat diterima dengan taraf signifikansi  $\alpha$  0,05
3. Hipotesis alternatif (H1) yang menyatakan bahwa dosis latihan aerobik 3 dan 4 kali per minggu dapat meningkatkan kebugaran jasmani secara optimal dan menunjukkan respons imun yang lebih baik berdasarkan pola, diterima dengan taraf signifikansi  $\alpha$  0,05.

## BAB 6

### PEMBAHASAN

Untuk memperkaya dan melengkapi rujukan bidang ilmu kesehatan olahraga yang selama ini telah banyak digunakan sebagai upaya meningkatkan kualitas sumber daya manusia, dalam penelitian ini dilakukan pendekatan langsung terhadap latihan olahraga dalam kaitannya dengan peningkatan kemampuan kinerja fisik dan kesehatan yang berkaitan dengan ketahanan imunologik tubuh. Untuk itu dalam penelitian ini digunakan paradigma fisiobiologi.

Selama ini, paradigma fisiologik telah digunakan untuk memecahkan masalah dalam pembinaan latihan fisik untuk *fitness* (kesehatan), prestasi maupun untuk tujuan rekreasi (Lamb, 1984; Bouchard, 1990). Namun dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi kedokteran yang makin canggih, mulai dari jenjang sistem tubuh sampai tingkat molekul bahkan sampai ketinggian atom, maka paradigma fisiologik perlu dikembangkan (Neill, 1993 ; Carlson, 1994). Pengembangan tersebut diperlukan untuk mengungkap perubahan biologik sebagai akibat latihan fisik secara lebih jelas. Dalam penelitian ini menggunakan *paradigma fisiobiologi*. Sedangkan konsep yang digunakan untuk melihat pengaruh latihan fisik terhadap kesegaran jasmani berdasarkan indikator kinerja fisik adalah *konsep neuromuskuloskeletal* dan untuk melihat pengaruh latihan pada respons ketahanan imunologik tubuh adalah *konsep psikoneuroimunologi*.

Dengan konsep yang digunakan dalam penelitian diharapkan dapat dicapai suatu pemahaman yang lebih holistik terhadap latihan fisik sebagai rangsang yang

dapat dikondisikan (*Conditioning stimuli*) (Kempe, 1997; Perna 1997) untuk menimbulkan perilaku tubuh yang lebih baik yang dapat meningkatkan kemampuan kinerja fisik dan menyehatkan (Perna, 1997; David, 1997).

Perintah latihan fisik yang ditangkap oleh sistem saraf pusat akan menimbulkan perilaku motorik yang berupa gerakan fisik dan respons neurohormonal (Bowsher, 1974; Flynn, 1997). Aktifitas latihan fisik tersebut menyebabkan mekanisme umpan balik pada sistem saraf pusat baik melalui sistem somatosensorik maupun metabolik kimia (Bowsher, 1974; Viru, 1985; Flynn, 1997). Program latihan fisik yang diberikan dapat menimbulkan perilaku respons neurohormonal akibat pengaruh limbic system pada *hipotalamus-pituitary-adrenal Axis*. Respon neurohormonal tersebut dapat mempengaruhi perilaku sel-sel dari sistem imun (Bloom, 1995).

Latihan fisik dapat digolongkan sebagai suatu *stressor* fisik, karena latihan fisik dapat menyebabkan peningkatan sekresi ACTH dan kortisol didalam darah yang dikenal sebagai indikator *stress* tubuh (Putra, 1993; Setyawan, 1996, Flynn, 1997). Respons hormon kortisol pada latihan fisik pada dasarnya ditujukan untuk menjamin tersedianya sumber energi yang mencukupi dan meningkatkan adaptasi jangka panjang. Adaptasi ini diperlukan untuk memperbaiki pertahanan, untuk meningkatkan perbaikan jaringan dan menyediakan nutrien yang mencukupi dalam bentuk glukosa dan asam amino (Kapit, 1987; viru, 1985). Kortisol meningkatkan glukoneogenesis yang menghasilkan sumber glukosa (energi) yang memadai untuk jaringan tubuh terutama sel saraf. Kortisol juga meningkatkan degradasi protein menjadi asam amino untuk sintesis protein pada sel tertentu . Protein tersebut akan didistribusi ke tempat

yang memerlukan penggantian, misalnya otot atau sel yang memerlukan perbaikan (Kathryn, 1994; Viru, 1985; Kapit, 1987).

Sifat adaptif atau merusak efek kortisol tergantung pada jenis, intensitas, dan lama *stressor*, serta konsentrasi dan lama paparan kortisol selanjutnya (Kathryn, 1994). Latihan aerobik beban sedang dalam penelitian ini dapat digolongkan sebagai *stressor* fisik yang dimanipulasi dan dikondisikan agar efek kortisol bersifat adaptif dan tidak merusak. *Stressor* yang diberikan berupa *stressor* fisik yaitu lari aerobik menempuh jarak 1600 meter dengan intensitas 65-75% DJM, dengan frekuensi 2, 3 dan 4 kali perminggu.

Latihan fisik diketahui dapat meningkatkan kemampuan kerja fisik (prestasi) secara nyata (Hazeldine, 1989; Fox, 1988; Brooks, 1985). Latihan aerobik dengan rentang intensitas 60-85% DJM frekuensi 3 kali per minggu dapat meningkatkan kemampuan fisik secara umum (Cooper, 1992), namun terhadap komponen ketahanan tubuh imunologik masih menimbulkan respons imun yang tidak konsisten (Mackinnon, 1992). Atas dasar perubahan respons imun yang tidak konsisten pada rentangan dosis latihan tersebut, maka dosis intensitas latihan dalam penelitian ini ditetapkan dalam rentangan 10%, yaitu: 65-75% dari denyut jantung maksimal, dengan frekuensi latihan 2 kali perminggu, 3 kali perminggu dan 4 kali per minggu.

Untuk melihat peningkatan kesegaran jasmani hasil latihan cukup dilakukan dengan analisis varian, sebab walaupun kesegaran jasmani tersebut mempunyai banyak variabel yang diukur, tetapi sudah dapat dijadikan satu nilai indeks kesegaran jasmani yang dapat mencerminkan tingkat kesegaran jasmani. Sedangkan untuk melihat perbedaan perubahan respons imun didasarkan atas analisis multivariat yang

diwujudkan dalam bentuk pola respons imun. Hal tersebut disebabkan karena respons imun mempunyai banyak variabel yang diukur yang secara univariat belum dapat mencerminkan respons ketahanan imunologik tubuh secara holistik.

Karena hasil penelitian sangat mungkin dipengaruhi oleh berbagai hal antara lain: metode penelitian, proses latihan atau program latihan, maka dalam bab 6 ini akan dibahas hal-hal sebagai berikut:

## 6.2 Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah eksperimental dengan rancangan *randomized pretest-posttest control group design*. Pemilihan jenis dan rancangan penelitian tersebut berdasar atas pertimbangan: a) karena penelitian eksperimen merupakan salah satu metode yang tepat untuk menyelidiki hubungan sebab akibat; b) variabel bebasnya dapat dikuasai, dikendalikan dan dimanipulasi; c) dapat diuji secara statistik; d) dapat dilaksanakan (Zainuddin, 1988).

Orang coba (sampel penelitian) diambil dari populasi siswa SMU negeri di kotamadia Semarang, dengan kriteria: jenis kelamin laki-laki, umur 15-17 tahun, keadaan fisik normal (tidak cacat) dan bukan atlet. Sesuai dengan populasinya, yang menjadi sampel penelitian adalah segenap karakteristik siswa putera SMU Negeri tersebut yang terpilih sebagai sampel. Dari 15 SMU Negeri yang ada dikotamadia Semarang (lihat lampiran 1), dipilih salah satu SMU secara random (*simple random sampling*) yaitu dengan cara mengundi, dan secara random terpilih SMU Negeri 1 Semarang. Sampel random diambil dari seluruh siswa kelas II yang memenuhi syarat sebagai sampel. Selain kriteria sampel tersebut diatas, juga masih diperhatikan



beberapa faktor yang menyangkut: tinggi badan, berat badan, panjang tungkai, kemampuan fisik awal dan status sehat fisik. Dari hasil uji statistik menunjukkan tidak ada perbedaan yang bermakna antar kelompok ( $P > 0.05$ ) (lihat tabel 5.1 s/d 5.2). Dengan demikian maka sampel penelitian tersebut telah memenuhi kriteria yang telah ditetapkan dengan tanpa menunjukkan adanya variasi yang mengganggu homogenitas sampel. Dengan kondisi awal yang sama, maka apabila terdapat perbedaan pada hasil akhir perbedaan tersebut benar-benar disebabkan oleh perlakuan yang diberikan.

## 6.2 Latihan

Latihan aerobik sampai sekarang ini masih sangat populer, dan bukanlah hal yang baru karena sejak lama dilakukan oleh banyak orang, namun karena berdasarkan penelitian latihan aerobik ini sangat efektif untuk meningkatkan *fitness* (Brown, 1994), maka latihan aerobik tersebut sampai sekarang ini tetap banyak mendapat perhatian. Buktinya banyak para pakar yang menulis tentang latihan aerobik (Cooper, 1993).

Oleh sebab itu kiranya peneliti tidak keliru memilih penelitian dengan judul Pengaruh Latihan Aerobik Terhadap Kesegaran Jasmani Dan Respons Imun. Alasan peneliti memilih variabel bebas (perlakuan) berupa latihan aerobik, karena latihan aerobik cukup sederhana dan mudah pelaksanaannya, cukup praktis dan murah sehingga diharapkan dapat dilaksanakan dan dipraktekkan oleh setiap orang.

Program latihan untuk kelompok 1, 2 dan 3 yaitu seperti berikut: latihan dilakukan 2 kali perminggu pada kelompok 1, 3 kali perminggu pada kelompok 2, dan

4 kali perminggu pada kelompok 3, sedangkan kelompok kontrol tanpa latihan. Latihan pada semua kelompok dilaksanakan selama 6 minggu. Penentuan frekuensi 2, 3 dan 4 kali seminggu, yaitu berdasarkan deduksi peneliti dari hasil-hasil penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini dan kajian pustaka, peneliti menduga kemampuan kinerja fisik pada latihan aerobik intensitas 65-75%DJM frekuensi 2, 3 dan 4 kali perminggu dapat meningkat. Para pakar menyebutkan bahwa latihan dengan frekuensi 2 dan 3 kali perminggu sangat sesuai dengan bagi pemula dan tidak menimbulkan *overtraining*. Disebutkan pula bahwa latihan dengan frekuensi 5 kali perminggu, hasilnya tidak lebih baik dari pada latihan 3 kali perminggu (Fox, 1984). Nossek (1982) menyatakan bahwa latihan untuk periode persiapan dapat dilakukan 2 - 4 kali perminggu.

Dengan latihan selama 6 minggu diharapkan terjadi peningkatan kemampuan kinerja fisik. Seperti yang disebutkan oleh Fox (1984) bahwa kemampuan fisik akan terjadi secara bermakna setelah diberi program latihan selama 6 Minggu. Demikian pula disebutkan bahwa pengaruh latihan fisik pada respons imun sudah mulai kelihatan setelah diberi program latihan selama 6 minggu (Putra, 1993; Setyawan, 1996).

Beban latihan yang diberikan kepada semua kelompok dalam setiap kali latihan disamakan pada semua orang coba, yaitu lari 1600 meter (1 mil), dengan kecepatan konstan dengan intensitas latihan berkisar 65-75% denyut jantung maksimal. Untuk menjaga agar kecepatan lari tetap konstan, mereka lari dengan mengikuti sepeda yang dijalankan oleh pelatih, yaitu dengan kecepatan konstan 12 menit per mil. Metode yang digunakan untuk menetapkan beban intensitas latihan

yang sama digunakan metode denyut jantung (*Heart Rate Method*), karena besar denyut jantung yang ditimbulkan dapat menunjukkan pembebanan terhadap sistem kardiorespirasi, bila intensitas latihan lebih besar, maka akan menimbulkan respons denyut jantung yang lebih tinggi, sampai pada batas tertentu (Janssen, 1989; Marcel, 1987). Adapun batas penentuan target denyut jantung (*target heart rate/THR*) ditetapkan sekitar 65-75% denyut jantung maksimal dan target denyut jantung program latihan yaitu berkisar 132-153 denyut nadi permenit. Untuk membuat kondisi latihan ketiga kelompok sama diupayakan latihan pada jam yang sama, yaitu mulai pukul 06.00 WIB.

Prosedur latihan. Latihan dimulai dengan pemanasan (*warm-up*) selama lebih kurang 10 menit, kemudian diteruskan dengan latihan inti yaitu lari aerobik selama 12 menit, dan latihan diakhiri dengan pendinginan (*cooling-down*) selama lebih kurang 5 menit, jadi total waktu setiap sesi latihan kurang lebih 27 menit.

Pelatih dan pengambil data dari *pretest* sampai *posttest* diusahakan orangnya tetap sama, untuk menjaga reliabilitas (keajegan). Pelatih/pengawas latihan serta pengambil data adalah 2 orang guru olahraga SMU Negeri I Semarang dan dosen-dosen FPOK IKIP Semarang yang sebelumnya sudah diberi penjelasan dan dilatih terlebih dahulu, dengan pertimbangan mereka mampu menguasai siswa dan telah berpengalaman. Sedangkan pengambil darah untuk sampel pemeriksaan laboratorium dilakukan oleh tenaga ahli dari Laboratorium Klinik Prodia cabang Semarang.

### 6.3 Pembahasan Hasil Penelitian

Pembahasan hasil penelitian ini memberikan penafsiran lebih lanjut data yang telah dilaporkan dan dianalisis pada Bab 5. Pembahasan ini dimaksudkan untuk menjawab permasalahan, sehingga tujuan penelitian dapat tercapai.

Kemampuan orang coba sebelum penelitian dapat diketahui dari variabel penelitian pada data *pretest*. Kesimpulan dari hasil analisis statistik kriteria sampel, variabel moderator (berat badan, tinggi badan, panjang tungkai), maupun variabel tergantung (kesegaran jasmani), demikian pula terhadap pemeriksaan kesehatan sampel (SGOT, SGPT, kreatinin, total protein) sebelum diberi perlakuan antara kelompok 1, 2, 3 dan 4 tidak ada perbedaan yang bermakna ( $P > 0,05$ ). Hal tersebut menunjukkan bahwa kondisi awal sampel sebelum diberi perlakuan dalam keadaan yang sama. Bertitik tolak dari kondisi yang sama maka bila ada perbedaan sesudah diberi perlakuan dapat dikatakan sebagai akibat dari pengaruh perlakuan.

#### 6.3.1 Pengaruh Latihan Pada Kesegaran Jasmani

Dari hasil penelitian ini ternyata latihan aerobik dengan intensitas 65-75% denyut jantung maksimal, frekuensi 2, 3 maupun 4 kali perminggu, ketiga-tiganya mempunyai pengaruh yang positif terhadap kemampuan kinerja fisik, ketiga dosis latihan tersebut dapat meningkatkan nilai indeks kesegaran jasmani.

Hasil penelitian ini sejalan dengan beberapa penelitian sejenis yang telah dilakukan oleh para peneliti terdahulu, bahwa latihan aerobik dapat meningkatkan kemampuan kinerja fisik yang merupakan komponen dari kesegaran jasmani (Cooper, 1993; Fox, 1988; Hazeldine, 1989). Meningkatnya kemampuan kinerja fisik tersebut

dimungkinkan karena adanya perbaikan sistem dan fungsi organ tubuh serta peningkatan efisiensi kerja terutama pada otot-otot yang secara langsung maupun tidak langsung terlibat (Pyke, 1994; Lamb, 1984; O'Shea, 1976). Peningkatan kemampuan kinerja fisik tersebut karena adanya adaptasi dari tubuh terhadap latihan yang diberikan (David, 1997). Adaptasi tersebut berupa adaptasi pada sistem saraf, respons hormonal, adaptasi pada tulang dan jaringan ikat, adaptasi otot rangka, adaptasi jaringan adiposa, metabolisme karbohidrat, lemak dan asam amino, adaptasi sistem pernafasan, adaptasi sistem kardiovaskuler dan adaptasi perilaku (*behavioral adaptation*) (Bouchard, 1990). Pada latihan aerobik perubahan yang terjadi di dalam otot antara lain: meningkatnya jumlah mioglobin, meningkatnya kadar enzim yang diperlukan untuk siklus kreb dan transport elektron, serta meningkatnya aktivitas enzim yang memecah dan mengangkut lemak, hipertrofi serabut otot lambat hasil dari pertumbuhan aktin dan miosin, juga meningkatnya jumlah enzim terutama yang berfungsi untuk menyediakan energi serta meningkatkan kemampuan sistem saraf. Akibat dari berbagai perubahan tersebut, maka terjadi peningkatan kemampuan kontraksi otot yang berperan penting dalam peningkatan kinerja fisik (Lamb, 1984; Brooks, 1986). Perubahan dalam serabut otot akibat latihan dapat berupa peningkatan diameter miofibril, peningkatan jumlah miofibril, peningkatan protein kontraktile, peningkatan jumlah kapiler, peningkatan kekuatan jaringan ikat, tendon dan ligamen (Soekarman, 1987). Adaptasi otot pada latihan juga menyebabkan perubahan sistem saraf yang menyangkut mekanisme pengerahan (*recruitment*), koordinasi dan sinkronisasi (Brooks, 1986).

Dari hasil penelitian dan analisis statistik antara kelompok dosis latihan aerobik 2 kali perminggu ada perbedaan yang sangat bermakna dibandingkan dengan kelompok dosis latihan aerobik 3 dan 4 kali perminggu ( $P < 0,01$ ). Hal tersebut menunjukkan bahwa dosis latihan aerobik frekuensi 3 dan 4 kali perminggu lebih efektif dibandingkan dengan dosis latihan frekuensi 2 kali perminggu.

Hasil analisis statistik dari kelompok dosis latihan aerobik frekuensi 3 dan 4 kali perminggu tidak terdapat perbedaan yang bermakna ( $P > 0,05$ ). Ini menunjukkan bahwa dosis latihan aerobik frekuensi 3 maupun 4 kali perminggu sama efektifnya dalam meningkatkan kesegaran jasmani. Tetapi dilihat dari sudut waktu, dosis latihan aerobik frekuensi 3 kali perminggu lebih efisien dibandingkan dengan dosis latihan aerobik frekuensi 4 kali perminggu, sebab dengan dosis latihan 3 kali perminggu hasilnya sama dengan dosis latihan 4 kali perminggu.

Latihan fisik yang teratur dan terukur dengan dosis dan waktu yang cukup dapat menghasilkan perubahan fisiologis yang mengarah pada kemampuan menghasilkan energi yang lebih besar dan memperbaiki kinerja fisik. Perbaikan kinerja fisik tersebut sebagian besar disebabkan oleh adaptasi pada serabut-serabut otot, terutama karena meningkatnya efisiensi produksi ATP (phosphate berenergi tinggi) dan bahan bakar intramuskuler yang bergabung untuk meningkatkan aktivitas dari berbagai enzim (Fox, 1988).

### **6.3.2 Pengaruh Latihan Pada Respons Imun**

Respons imun dapat terjadi bukan hanya akibat interaksi antara sel imunokompeten dengan antigen atau imunogen, akan tetapi respons imun juga dapat

terjadi melalui interaksi dengan mediator terkait, seperti neuropeptida, hormon dan sitokin (Calebrese, 1990; Roitt, 1993). Latihan fisik dapat menimbulkan respons hormonal yang dapat berpengaruh pada sel imunokompeten (Flynn, 1997). Latihan fisik juga mengakibatkan sistem saraf mengeluarkan berbagai mediator kimia yang dapat mempengaruhi perilaku sel-sel yang berperan dalam sistem pertahanan imunologik tubuh (Bloom, 1995; Kathryn, 1994; Nieman, 1997). Latihan fisik dikenal sebagai suatu *stressor* yang dapat meningkatkan kadar hormon katekolamin dan kortisol di dalam darah yang dapat mempengaruhi perilaku sel imunokompeten. Dan sekarang ini telah diketahui bahwa *stressor* tersebut ternyata tidak selalu berakibat negatif atau merugikan tetapi dapat juga bersifat adaptif pada individu. Karena individu atau sel yang mengalami *stress* tersebut akan berusaha untuk mengatasi *stress* tersebut dengan cara memperbaiki/meningkatkan kemampuan dirinya untuk melawan *stressor*, sehingga dapat menghasilkan perbaikan atau tubuh menjadi lebih tahan atau kebal terhadap *stress* (Kempe, 1997). Beban latihan fisik yang diterima oleh sistem limbik dapat menimbulkan perilaku motorik yang berupa gerakan fisik dan respons neurohormonal. Perilaku gerakan fisik melibatkan mekanisme umpan balik pada sistem saraf pusat baik melalui sistem somatosensorik maupun metabolit kimia. (Carlson, 1994). Program latihan fisik yang diberikan akan membentuk perilaku respons neurohormonal akibat pengaruh sistem limbik terhadap *HPA-axis* (alur hipotalamus-pituitari-Adrenal). Alur HPA inilah yang telah mendasari perubahan respons imun (Carlson, 1994).

Latihan fisik ringan sampai sedang yang dilakukan secara teratur dapat merupakan rangsangan yang dikondisikan (*condotining stimuli*) yang dapat

meningkatkan *responsiveness* imun dan bermanfaat untuk memelihara rangsangan pada sistem imun (Sprenger, 1992).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dosis latihan aerobik dengan intensitas 65-75% DJM, frekuensi 2 kali perminggu selama 6 minggu berdasarkan analisis multivariat tidak menunjukkan perubahan respons imun yang bermakna dibandingkan dengan kelompok kontrol ( $P > 0,05$ ). Ini dapat diartikan bahwa dosis latihan aerobik frekuensi 2 kali perminggu tidak menimbulkan efek negatif pada sistem imun.

Berdasarkan analisis multivariat hasil *pretest* dan *posttest* pada kelompok kontrol tidak terdapat perubahan yang bermakna ( $P > 0,05$ ). Demikian pula pada kelompok dosis latihan aerobik frekuensi 2 kali perminggu tidak terdapat perubahan dari *pretest* ke *posttest* ( $P > 0,05$ ). Hasil tersebut menunjukkan bahwa pada dosis latihan aerobik frekuensi 2 kali per minggu dapat meningkatkan nilai-T indeks kesegaran jasmani tanpa menurunkan respons imun respons, walaupun *mean* nilai-T indeks kesegaran jasmani tersebut masih dalam kelompok kategori kesegaran jasmani sedang.

Untuk melihat apakah 3 dosis latihan dalam penelitian berbeda pada bab 5 telah dilakukan analisis multivariat terhadap variabel respons imun yang meliputi IgA, IgG, IgM, PMN, Monosit, Th dan Ts. Hasilnya menunjukkan bahwa ketiga kelompok dosis latihan terdapat perbedaan respons imun yang sangat bermakna ( $P < 0,01$ ). Kemudian untuk mengetahui variabel pembeda antar kelompok maka dilakukan analisis diskriminan. Hasil analisis diskriminan menunjukkan bahwa dari ketujuh variabel respons imun yang dianalisis didapatkan 4 variabel pembeda terkuat, yaitu:



Monosit, Ts, IgG dan IgM. Dari keempat variabel pembeda tersebut ternyata antara kelompok dosis latihan frekuensi 2 dengan 3 kali perminggu tidak terdapat perbedaan yang bermakna ( $P > 0,05$ ). Sedangkan antara kelompok dosis latihan 2 dan 4 kali perminggu terdapat perbedaan yang bermakna pada variabel IgG ( $P < 0,05$ ) dan IgM ( $P < 0,05$ ), kelompok dosis latihan 4 kali perminggu lebih baik dari pada kelompok dosis latihan 2 kali perminggu. Sedangkan pada variabel Ts ( $P < 0,05$ ) dan monosit ( $P < 0,01$ ) kelompok dosis latihan 2 kali perminggu lebih baik dibandingkan dengan kelompok dosis latihan 4 kali perminggu. Demikian pula antara kelompok dosis latihan 3 dan 4 kali per minggu terdapat perbedaan yang bermakna pada keempat variabel pembeda, pada variabel IgG ( $P < 0,01$ ) dan IgM ( $P < 0,01$ ) dosis latihan 4 kali perminggu lebih baik dibandingkan dengan kelompok dosis latihan 3 kali perminggu, pada variabel Ts ( $P < 0,01$ ) dan monosit ( $P < 0,01$ ) kelompok dosis latihan 3 kali perminggu lebih baik dibandingkan dengan kelompok dosis latihan 4 kali perminggu. Ini menunjukkan bahwa dosis latihan aerobik 2 dan 3 kali perminggu menunjukkan respons imun seluler yang lebih baik dibandingkan kelompok dosis latihan 4 kali per minggu. Sedangkan dosis latihan aerobik 4 kali perminggu menunjukkan respons imun humoral yang lebih baik dibandingkan kelompok dosis latihan 2 dan 3 kali per minggu.

Untuk mengetahui dosis latihan yang kualitas respons imunnya lebih baik diantara 3 dosis latihan tersebut dilbuatlah pola respons imun. Dan ternyata kelompok dosis latihan aerobik 3 dan 4 kali perminggu menunjukkan kualitas respons imun yang lebih baik dibandingkan dengan kelompok dosis latihan aerobik 2 kali perminggu. Dari gambaran pola respons imun (bab 5 halaman 110) kelompok dosis

latihan 4 kali perminggu respons imunnya lebih baik, hal itu ditunjukkan oleh adanya peran/kontribusi yang proporsional dari seluruh variabel komponen sistem imun. Berdasarkan konsep inflamasi respons imun yang baik pada dasarnya merupakan recruitment (pengerahan) berbagai komponen sistem imun yang bertujuan protektif (melindungi tubuh) (Stites, 1994).

Dari hasil penelitian ini membuktikan dosis latihan aerobik sebagai rangsang (*stressor*) yang dapat dikondisikan (*conditioning stimuli*) (Ader, 1992, Carlson, 1994). Pengkodisian perilaku fisiologik (latihan fisik) tersebut dapat menimbulkan perilaku tubuh yang menyehatkan (Bouchard, 1990).

### 6.3.3 Kesegaran Jasmani dan Respons Imun

Dari hasil tes kesegaran jasmani dari kelompok dosis latihan 2, 3 dan 4 kali perminggu didapatkan 2 kategori kesegaran jasmani, yaitu: Sedang dan Baik. Berdasarkan analisis multivariat terhadap variabel respons imun (IgA, IgG, IgM, eosinofil, basofil, neutrofil, monosit, Th, Ts, dan total limfosit) dari kedua kategori kesegaran jasmani sedang dan baik tersebut ternyata antara kedua kelompok kategori kesegaran jasmani tersebut tidak terdapat perbedaan yang signifikan ( $P > 0,05$ ). Sehingga dapat dikatakan bahwa kedua kelompok kategori kesegaran jasmani sedang dan baik tersebut memiliki respons imun sama, karena dilihat dari F-test univariat dari 10 variabel respons imun tersebut juga menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan ( $P > 0,05$ ).

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis ternyata status atau tingkat kebugaran jasmani saja hanya menggambarkan kemampuan kinerja fisik, menggambarkan status kesehatan berdasarkan respons imun.

### **Temuan Penelitian**

Temuan dari penelitian ini adalah berupa pembuktian secara empirik dari pengaruh latihan aerobik frekuensi 2, 3 dan 4 kali perminggu terhadap kebugaran jasmani atas dasar kinerja fisik dan terhadap kesehatan atas dasar kinerja respons imun. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dosis latihan aerobik 4 kali perminggu dapat meningkatkan kebugaran jasmani dan menunjukkan respons imun humoral IgG dan IgM yang lebih baik. Sedangkan dosis latihan aerobik 2 dan 3 kali perminggu dapat meningkatkan kebugaran jasmani dan respons imun seluler PMN, Ts dan monosit.

Dari hasil penelitian ini kami menemukan diantara dosis latihan aerobik 2, 3 dan 4 kali perminggu, ternyata dosis latihan aerobik frekuensi 3 dan 4 kali perminggu baik untuk meningkatkan kebugaran jasmani dan respons imun.

Hasil temuan ini menambah lagi pilihan dosis latihan untuk meningkatkan ketahanan imunologik tubuh, yaitu dosis latihan aerobik intensitas 65-75% DJM, setelah temuan dosis latihan aerobik intensitas 55-65% HRR dari Dr Sunarko Setyawan.

**Keterbatasan penelitian**

Peneliti sadar banyak kekurangan yang terjadi, misalnya tidak diukurnya kadar kortisol yang merupakan indikator stres dan mungkin masih banyak titik tangkap lain yang menimbulkan perubahan perilaku tubuh akibat latihan fisik yang belum diperiksa karena keterbatasan sarana, dana dan waktu.

## BAB 7

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 7.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian, analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, pengaruh dosis latihan aerobik intensitas 65-75% DJM (Denyut Jantung Maksimal), frekuensi 2, 3 dan 4 kali per minggu, selama 6 minggu terhadap kesegaran jasmani dan respons imun dapat disimpulkan, sebagai berikut :

1. Dosis latihan aerobik dengan intensitas 65-75% DJM, frekuensi 2, 3 dan 4 kali per minggu selama 6 minggu dapat meningkatkan nilai indeks kesegaran jasmani.
2. Ada perbedaan perubahan respons imun antara kelompok dosis latihan aerobik intensitas 65-75% DJM, frekuensi 2, 3 dan 4 kali per minggu.
3. Dosis latihan aerobik intensitas 65-75% DJM, frekuensi 3 dan 4 kali per minggu selama 6 minggu dapat meningkatkan nilai indeks kesegaran jasmani secara optimal dan menunjukkan perubahan respons imun yang lebih baik berdasarkan pola.

Berdasarkan kesimpulan di atas maka hipotesis dalam penelitian ini terbukti dan dapat diterima.

#### 7.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang didapat, beberapa saran dapat diajukan, yaitu:

1. Perlu dilakukan pengujian lanjutan tentang pengaruh pemberian latihan fisik pada mekanisme atau aktivitas komponen sistem imun yang lain yang memiliki peran penting dalam regulasi respons imun.
2. Perlu dilakukan pengujian yang sama dengan penelitian ini, tetapi ditujukan terhadap: populasi/sampel yang berbeda atau dengan intensitas, durasi atau frekuensi latihan yang berbeda.
3. Hasil pengujian yang diperoleh, berdasarkan pengamatan yang dilakukan terhadap pengaruh latihan fisik pada kesegaran jasmani dan respons imun manusia perlu makin dilengkapi dengan data-data pengamatan yang lain yang mendukung, sehingga latihan fisik dapat berdaya guna dan berhasil guna dalam peningkatan prestasi maupun dalam meningkatkan kesehatan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abbas AK, Lichtman AH, Pober JS, 1991. *Cellular And Molecular Immunology*, USA; W.B. Saunders Company, pp 412, 18-24, 43-51, 70-73, 187-202.
- Abbas AK, Lichtman AH, Pober JS, 1994. *Cellular And Molecular Immunology*, USA; W.B. Saunders Company, pp 237-294.
- Ader R, & Cohen N, 1975. *Behaviorally Conditioned Immunosuppression*. *Psychosomatic Medicine*, 37, 333-340.
- Ader R, Felten D, & Cohen N, 1990. *Interactions Between the Brain and the Immun System*. *Annual Review of Pharmacology and Toxicology*, 30, 561-602.
- Ader R, 1991. *Psychoneuroimmunology*, Second Edition, New York : Academy Press Inc, Pp 1, 11-18, 869-889.
- Akil HA, & Morano MI, 1975. *Stress*, New York ; Raven Press Ltd., pp. 773-785.
- Allsop P, Peters AM, Arnot RN, et Al, 1992. *Intrasolenic Blood Cell Kinetics in Man Before and After brief Maximal Exercise*. *Clin-Sci*, 83, pp 47-54.
- Anderson B, 1980. *Stretching*. California; Shelter Publication, pp 11, 132-133.
- Annarino AA, 1976. *Developmental Conditioning For Women And Men*. USA; The Mosby Company.
- Astrand PO, Rodahl K, 1986. *Text Book Of Work Physiology*. USA; Lea and McGraw-Hill Book Company.
- Babcock MA, Paterson DH, Cunningham DA, 1994. *Effects of Aerobic Endurance Training on Gas Exchange Kinetics of Older Men*. *Med-Sci-Sports-Exerc*, Apr, 26 (4), pp 447-452.
- Baj Z, Kontorski J, Majewska E, Zeman K, Pokaza L, Fozmalczyk E, et al, 1994. *Immunological Status of Competitive Cyclists Before and After in Training Season*. *International J. Sports Med.*, 15 : 319-324.
- Barriga C, Nunez R, Maynar M, Rooriques. AB, de la Fuente M, 1990. *Changes in the Number of Leukocytes and Lymphocyte Subpopulation Induce by Exercise in Sedentary young people*. *Rev-Esp-Fisiol*, Jun. Vol. 23 No. 2, pp. 221-215.

- Baxter Ja, Goldstein H, Helms P, 1993. The development of Aerobic Power in Young Athletes. *J-App-Physiol*, Sept; 75 (3), pp 1160-1167.
- Baslund B, Lyngberg K, Andersen V, et al, 1993. Effect of 8 wk of Bicycle Training on The Immune System of Patients With Rheumatoid Arthritis. *J-Appl-Physiol*, Oct; 75 (4), pp 1691-1695.
- Bellanti JA, 1985. *Immunology III*. Tpkyo : Igaku-Shoin Saunders, pp 1-218.
- Bell GJ, Syrotuik DG, Attwood K, Quinney HA, 1993. Maintenance of strength Gains While Performing Endurance Training in womens. *Can-J-Appl-Physiol*, Mar; 18 (1), pp 104-115.
- Blalock JE, 1989. A Molecular Basis for Bidirectional Communication Between the Immune and Neuroendocrine System. *Physiol-Rev*, 69, pp 1-32.
- Blank SE, Johansson JO, Origines MM, Meado GG, 1992. Modulation of NK Cell Activity by Moderate Intensity Endurance Training and Chronic Ethanol Consumption. *J-Appl-Physiol*, Jan, 72 (1), pp 8-14.
- Bloom FE, Kupfer DJ, 1995. *Psychopharmacology*, New York ; Raven Press Ltd.
- Bompa TO, 1983. *The Theory and methodology of Training*. Usa; Kendall/Hunt Publishing Company. Pp. 51-94, 89-102.
- Borensztajn J, Rone M, Babirah S, and Oscari L, 1975. Effects of Exercise on Lipoprotein Lipase Activity in Rat Heart and Muscle. *Am. J. Physiol*, 229 : 394-397.
- Bouchard C, Shepard RJ, Stephens T, Sutton JR, McPherson, BD, 1990. *Exercise, Fitness and Health*. Illinois; Human Kinetics Publishers Inc. pp. 11-23, 41-60, 74-83, 93-102.
- Brown RL, Henderson J. 1994. *Fitness Running, USA*. Human Kinetics Publisher Inc. p. 51.
- Bowsher D, 1974. *Introduction to the Anatomy and Physiology of the Nervous System*, Third Edition, Oxford : Blackwell Scientific Publications, 107-144.
- Brooks GA, Fahey TD, 1984. *Exercise Physiology, Human Bioenergetic and Its Application*. New York: John Willey & Sons. Pp. 1-31, 134-142.
- Burke J, Thayer R, Belcamino M, 1994. Comparison of Effects of Two Interval-Training Programmes on Lactate and Ventilatory Thresholds. *Br-J-Sport-Med*, Mar; 28 (1), pp 18-21.



- Busse WW, Anderson CL, Hanson PG and Folts JD, 1980. The effect of Exercise on the Granulocyte Response to Isoproterenol in the Trained Athlete and Unconditioned Individual. *J-Allerg-and Clin Immunol*, 65, pp 358-364.
- Calabrese LH, 1990. Exercise, Immunity, Cancer And Infection. In *Exercise, Fitness, and Health* by Bouchard, eds, Illinois; Human Kinetic Publisher Inc. pp. 567-606.
- Chandrasoma P, Taylor CR, 1991. *Concise Phatology*. First Ed. London: Prentice-Hall International. pp. 33-104.
- Chapel H, Haeney M, 1993. *Essentials of Clinical Immunology*. London; Blackwell Scientific Publication. pp. 1-48.
- Chatterjee S, Bandyopadhyay A, 1993. Effect of Continous Slow-Speed Running for 12 Weeks on 10-14 year-old Indian Boys. *Br-J-Sports-Med*, Sep, 27 (3), pp 179-185.
- Child JA, 1990. *Hematologi Klinik*. Jakarta: Penerbit Binarupa Aksara, hal 176-181.
- Clemens MJ, 1991. *Cytokines*. Oxford: Bios Scientific Publisher Limited, pp 1-72.
- Cohen S, Tyrrell DA, & Smith AD, 1991. Biological Stress ih Humans and Susceptibility to the Common Cold. *New England : J. of Medicine*, 325, 606-612.
- Cooper KH, 1976. *Major U.S.A.F. Medical Corps Aerobics*, New York, Batam Books.
- Cooper KH, 1985. *Running Without Fear*. New York : M. Evans and Company Inc. p. 107.
- Cooper KH, 1993. *Aerobik*. Jakarta; Penerbit Gramedia.
- Cooper KH, 1982. *The New Aerobics Program For Total Well Being*. New York : M evans, Co, p 165.
- Costill DL, Coyle E and Fink NP, 1979. Adaptation in Skeletal Muscles Following Training. *J. Appl. Physiol*, 46 (1) : 96-99.
- Crary B, Hauster SI, Borysenko M et Al, 1983. Epinephrine-Induced Lymphocyte Subsets in Pheripheral Blood of Humans. *J-Immunol*, 131, pp 1178-1181.

- Crist DM, Mackinnon LT, Thompson RF, Atterboom HA, and Egan PA, 1989. Physical Exercise Increases Natural Cellular Mediated Tumor Cytotoxicity in Elderly Women. *Gerontology*, 35, pp 66-71.
- Cupps TR, and Fauci AS, 1982. Corticosteroid-Mediated Immunoregulation in Man. *Immunol-Rev*, 65, pp 133-155.
- Dale E, Gerlach DH, Mart DE and Alexander C, 1974. Physical Fitness Profiles and Reproductive Physiology of Female Distance Runner. *Physician J. Sport Med.* 7 (1) : 83-95.
- Darnell J, Lodish H, Baltimore D, 1990. *Molecular Cell Biology*. New York: Scientific American Books.
- David GR, David K, Peter GB and Alan RM, 1997. Training Adaptation and Biological Changes Among Well Trained Male Triathletes. *J. Medicine & Science in Sports & Exercise*. Vol. 29, No. 9. pp. 1233 - 1239.
- Davis JM, Weaver JA, Kohut ML, Calbert LH, Ghaffar A and Mayer EP, 1998. Immune System Activation and Fatigue During Treatmill Running : Role of Interferon. *J. Medicine & Science in Sports & Exercise*. Vol 30, No. 6, pp. 863-868
- Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, 1982. *Kamus Istilah Olahraga*. Jakarta; Depdikbud.
- De Souza EB, Grigoriodes DE, 1995. *Corticotropin-Releasing Factor : Physiology, Pharmacology and Role in Central Nervous System and Immun Disorders*. New York : Raven Press Ltd.
- Dunn AJ, 1995. *Interactions Between the Nervous System and the Immune System : Implications for Psychopharmacology*, New York : Raven Press Ltd. pp. 719-731.
- Edwards AJ, Bacon TH, Elms CA, Verardi R, Felder M, and Knight SC, 1984. Change in the Population of Lymphocyte Cells in Human Peripheral Blood Following Physical Exercise. *Clin-Exp-Immunol*, 58, 420-427.
- Ehram R, Aeschlimann A, 1994. Muscle Strength Training in Old Age. *Orthopde*, Feb; 23 (1), pp 65-75.
- Eichmann K, 1991. The Immune system; Cell and Molecules for the Integration of self and Non Self. *Int-J-Sport-Med*, Jun 12 (1), pp 2-4.

- Eliakim A, Wolach B, Kodesh E, Gavilli R, radnay J, Ben-Tovin T, Yoran Y, Falk B, 1997. Cellular and Humoral Immune Response to Exercise Among Gymnasts and Untrained Girls. *Int. J. of Sport Med.* Vol. 18, No. 3, pp. 208-212.
- Evans WH, and Graham JM, 1989. *Membrane Structure And Function.* Oxford; Oxford University Press, pp 1-81.
- Fagrard RH, 1993. Physical Fitness and Blood Pressure. *J-Hipertens-Suppl*, Dec; 11 suppl. pp 547-552.
- Felten DL, Cohen N, Ader R, et al, 1991. Central Neural Circuits Involved in Neural-Immune Interaction. In *Psychoneuroimmunology*, by Ader R, eds, New York: Academic Press Inc. pp. 27-70.
- Ferry A, Picard F, Duvalled A, Weill B, and Tieu M, 1991. Change in Blood Leukocyte, by Ader R, eds, New York: Academic Press Inc.
- Ferry A, Rieu P, LePage C, et al, 1993. Effect of Physical Exhaustion and Glucocorticoids (Dexamethasone) on T cell of Trained Rats. *Eur-J-Appl-Physiol*, 66, pp 455-460.
- Fiatarone MA, Morley JE, Bloom ET, et al, 1988. Endogenous opoid and the Exercise-Induced augmentation of Natural Killer Cell Activity. *J-Lab-Clin-Med*, 112, pp 544-552.
- Fiatarone MA, Morley JE, Bloom ET, et al, 1989. The Effect of Exercise on Natural Killer Cell Activity in Young and Old Subjects. *J-Gerontol*, 44, pp M37M45.
- Field CJ, Gougeon R, Marliss EB, 1991. Circulating Mononuclear cell numbers and Function During Intense Exercise and Recovery. *J-Appl-Physiol*, Sep, 71 (3), pp 1089-1097.
- Filteau SM, Menzies RA, Kaido TJ, O'Grady MP, Gelderd JB, Hall NR, 1992. Effects of Exercise on Immune Function of Undernourished Mice. *Life-Sci-J*, Vol. 51 No. 8, pp 565-574.
- Fitzgerald I, 1989. Exercise and Immune System. *Immunology Today*, 9, 337-339.
- Flynn TW, Connery SM, Smutok MA, Zeballos RJ, Weisman IM, 1994. Comparison of Cardiopulmonary Responses to Forward and Backward Walking and Running. *Med-Sci-Sports-Exerc*, Jan; 26 (1), pp 89-94.
- Flynn MG, Pizza FX, Broinson PG, 1997. Hormonal Responses to Excessive Training : Influence of Cross Training. Volume 18 No. 3, pp. 191-196.

- Fox E, Mc Kenzie D. and Colan K, 1975. Specificity of Training : Metabolic and Circulatory Responses. *J. Med. Sci. Sports*, 7 (1) : 83
- Fox EL, 1984. *Sport Physiology*. Tokyo; Saunders College Publishing. pp. 132-139.
- Fox EL, Bowers RW and Foss ML, 1988. *The Physiological Basis of Physical Education and Athletics*. USA; Saunders College Publishing. pp. 88-96, 604-630.
- Gabriel H, Schwarz L, Born P, and Kindermann W, 1992. Defferential Mobilization of Leukocyte and Lymphocytesubpopulations into the Circulation During Endurance Exercise. *Eur-J-Appl-Physiol*, 65, pp 529-534.
- Gabriel H, Urhausen A, Kinderman W, 1992. Mobilization of Circulation Leucocyte and Lymphocyte Subpopulation During and After Short, Anaerobic Exercise. *Eur-J-Appl-Physiol*, Vol. 65 No. 2, pp 164-170.
- Garagiola U, Buzzetti M, Cardella E, et al, 1995. Immunological Patterns During Regular Intensive Training in Athletes; Quantification and Evaluation of a Preventive Pharmacological Approach. *J-Int-Med-Res*, Nov, 23, pp 85-95.
- Genaidy A, Davis N, Delgado E, Garcia S Al-Herzalla E, 1994. Effects of Job-Stikulated Exercise Programme on Employess Performing Manual Handling Operations. *Ergonomics*, Jan ; (37 (1), pp 95-106.
- Goodman JW, 1991. The immune Response, in *Basic Human Imunology*, First Edition, Prentice-Hall International Inc, pp 33-34.
- Goldfine BD, Nahas MV, 1993. Incorporating Health-Fitness Concepts in Secondary Physical Education Curricula. *J-Sch-Health*, Mar; 63 (3), pp 142-146.
- Gollnick P, Amstrong R, Saubart C, Pichl K and Saltin B, 1972. Enzyme Activity and Fiber Composition in Skeletal Muscle of Untrained and Trained Men. *J. Appl. Physiol*, 33 (3) : 312-319.
- Gollnick P, Amstrong R, Sabtin B, Saubert C, Sebrowich W and Sheperd R, 1973. Effect of Training on Enzym Activity and Fiber Composition of Human Skeletal Muscle. *J. Appl. Physiol*, 34 (1) : 107-111.
- Granner DK, 1998. *Hormon of the Adrenal Medula*. New York : Lange Medical Books.
- Grazzi L, Salmaggi A, Dufour A, et al, 1993. Physical Effort-induced Changes in Immune Parameters. *Int-J-Neurosci*, Jan; 68 (1-2), pp 133-140.

- Griffiths M, and Keast D, 1990. The effects of Glutamine on Murine Splenic Leukocyte Responses to T and B cell Mitogens. *Immunol-Cell-Biol*, 68, pp 405-408.
- Guyton AC, 1991. *Textbook of Medical Physiology*. West Wasington Aquare W.B. Sauders Company.
- Hair JJF, Anderson RE, Tathman RL, Black WC, 1992. *Multivariate Data Analysis*. USA; Macmillan Publishing Company, USA.
- Harper, 1991. *Biochemistry*. California; Lange Medical Publication.
- Haahr PM, et al, 1991. Effect of Physical Exercise on in Vitro Production of IL-1, IL-6, TNF-alfa, IL-2 amd IFN-gama. *Int-J-Sports-Med*, Apr, 12 (2), pp 223-227.
- Hamdorf PA, Withes RT, Penhall RK, Plumer JL, 1993. A Follow-up Study on the Effects of Training on the Fitness and Habitual Activity Patterns of 60 to 70 Year-old Women. *Arch-Phys-Med-Rehabil*, May; 74 (5), pp 473-477.
- Hasnan Said, 1977. *Penilaian kesegaran Jasmani Dengan Tes ACSPFT Untuk Siswa SLTA dan Remaja Berusia Setingkat Dengan SLTA*. Jakarta : Pusat Kesegaran Jasmani dan Rekreasi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, hal. 1-36.
- Hasnan Said, 1992. *Erobika, Kegiatan Sehari-hari Demi Hidup Sehat*. Jakarta; PN Balai Pustaka.
- Hazeldine R, 1989. *Fitness For Sport*. Merlborough; The Crowoos press, hal 3-15.
- Hermansen L. and Wachtlova M, 1971. Capillary Density of Skeletal Muscle in Well Trained and Untrained Men. *J.Appl.Physiol*, 30 (6) : 860-863.
- Heyward VH, 1984. *Design For Fitness, A guide to Physical Fitness Appraisal and Exercise Presscription*. New York; McMillan Publishing Company. pp. 1-6, 151
- Hinton JR, Rowbottoni DG, Keast D, Morton AR, 1997. Acute Intensive Interval Training and In Vitro T-Lymphocyte Function. *Int. J. of Sport Med*. Vol. 18, No. 2, pp. 130-135.
- Hixon RC et al, 1977. Linear Increases in Aerobic Power Included by a Strenous Program of Endurance Exercise. *J. Appl. Physiol*. 48, 274.

- Hoffman GL, Pedersen BK, 1994. Exercise and the Immune system ; a Model of the Stress Responese J. Immunologi Today, Volume 15 No. 8, pp 382-387.
- Hoffman GL, McNeil B, Arumugena Y, Randall SJ, 1992. Differential Effects of Exercise and Haushing Conditionon Murine Natural Killer Cell Activity and Tumor Growth. Int-J-Sport-Med, Februari Vol. 13 No. 2 pp 167-171.
- Hoffman GL, Simpson RJ, and Hauston ME, 1990. Lymphocyte Subset Responses to Repeated Submaximal Exercise in Men. J-Appl-Phyaiol, 68, pp 1069-1074.
- Hoffman GL, Torne RJ, Simpson JAR, and Aruguman Y, 1989. Exercise Stress Alters Murine Lymphocyte Subset Distribution in Spleen, Lymph nodes and Thymus. Clin-exp-Immunol, 76, pp 307-310.
- Hollmann W, 1993. Aging, Flexibility, Training, J-Gerontol, Jan-Feb; 26 (1), 8-12.
- Hooper SI, Mackinnon LT, Gordon RD, Bachmann AW, 1993. Hormoral Responses of Ellite Swimmers to Overtraining. Med-Sci-Sport-Exerc, Jun; 25 (6), pp 741-747
- Irwin M, 1995. Psychoneuroimmunology of Depression, New York : Raven Press Ltd. pp. 983-998.
- Izumi T, Konichi I, Motohi K, Kouji N, Futhesi D and Motohiko M, 1997. Metabolic Profile of High Intensity Intermitten Exercise. J. Medicine and Science in Sport & Exercise. Vol. 29, No. 3, pp. 390-395.
- Isakov N, and Altman A, 1986. Lymphocyte Activation and Immune Regulation. Immunology Today, 7, pp 155-157.
- Janssen PGJM, 1989. Training Lactate pulse-Rate. Qulu Finland; Polar Electro Oy. pp. 63-68.
- Japel M, Lotzerich H, Appel HJ, 1992. Physical Exercise May Improve Macrophag Phagocytic Activity of Tumor Bearing Mice. Int-J-Sport-Med, Mar-Apr Vol. 6 No. 2, pp 215-218.
- Jensen CR, Schultz GW, Bangerter BL, 1983. Applied Kinsiology and biomecchanics. Third Edition. New York; McGraw-Hill Book Company.
- Judge JO, Lindsey C, Underwood M, Winsemius D, 1993. Balance Improvements in Older Woman : Effects of Exercise Training. Phys-Ther, Apr; 73 (4), pp 254-256.

- Jun JY, 1994 : The Effect of Programmed Jogging on Metabolism and Cardiopulmonary Function of Type II Diabetic Patients. *Korean J. Nur-Query*, 3 : pp. 19-42.
- June CH, Ledbetter JA, Linsley PS, and Thomson CB, 1990. Role of the CD8 Receptor in T Cells activation. *Immunology Today*, 11, pp 211-216.
- Kabat, 1997. Pola Ketahanan Tubuh Merupakan Tolok Ukur Ambang Kerentanan Kesakitan. *Studi Psikoneuroimunologi Jemaah Haji Indonesia*. Disertasi, Program Pascasarjana Unair, Surabaya.
- Kappel M, Tvede N, Galbo H, Heahr PM Kjaer M, Linstow M, Klarlund K, Pedersen BK, 1991. Evidence That the Effect of Physical Exercise on NK cell Activity is Mediated by Epinephrine. *J-Appl-Physiol*, Jun 70 (6), pp 2530-2534.
- Kapit W, Macey RI, Meisani E, 1987. *The Physiology Coloring Book*, New York : Harper Collins Publisher.
- Kasch FW, Boyer JL, Van-Camp SP, Verity LS, Wallace JP, 1993. Effect of Exercise on Cardiovascular Ageing. *Age-ageing*, Jan; 22 (1), pp 5-10.
- Kathryn LM, 1994. *Patophysiology : the Biologic Basis for Disease in Adults and Children*. St. Louis Second Edition, Mosby Year Book, Inc. pp 299-317
- Keast D, Cameron K, and Morton AR, 1988. Exercise and Immune responses. *Sport-Med*, 5, 248-267.
- Keast D, 1996. Immune Responses to Overtraining and Fatigue. In : *Exercise and Immune Function* (L.Hoffman-Goetz ed). CRC Press Inc. USA, pp. 121-142.
- Kempe P, Snell J, Van Mechelen W, 1997. Stability of Interrelations of Shessors, Copyng Style and Heart and the Health Effect of Daily Hassles, Life Events and Coping. *Int. J. of Sports Medicine*. Vol. 18, No. 3, p. 251.
- Kendall A, Hoffman GL, Houston M, et al, 1990. Exercise and Blood Lymphocyte Subset Respons : Intensity, Duration and Subject Fitness Effects. *J-Appl-Physiol*, 69, 251-260.
- Kiecolt GJK, Glaser R, 1992. Psychoneuroimmunology: Can Psychological Interventions Modulate Immunity. *J-Consult-Clin\_Psycol*, Aug, 60 (4), pp 569-575.
- Kingwell BA, Jennings GL, 1993. Effects of Walking and Other Exercise Programs Upon Blood Pressure in Normal Subjects. *Med-J-Aust*, Feb 15, 158 (4), pp 234-238.

- Kirk JC, Mark AS, Donna MB, William P, Mc Cormack, and David AR, 1997. Metabolik Determinants of the Age-Relation Improvement in One-Mile Run/Walk Performance in Youth. *J. Medicine & Science in Sport and Exercise*, Vol. 29, No. 2, pp. 259-267.
- Kishino Y, Moriguchi S, 1992. Nutritional Factors And Cellular Immune Responses. *J-Nutr-Health*, vol. 8. No. 2-3, pp 133-141.
- Klein J, 1992. *Immunology*. Boston; Blackwell Scientific Publication, 1,8-12,17, 31-42.
- Kuntzleman CT, 1993. Childhood Fitness; What is Happening? What Needs To be Done?. *Prev-Med*, Jul; 22 (4), pp 520-532.
- Kohrt WM, Spina RJ, Ehsani AA, Cryer PE, Holinszy JO, 1993. Effects of Age, Adiposity, and Fitness Level on Plasma Catecholamine Responses to standing and Exercise. *J-Appl-Physiol*, Oct; 75 (4), pp 1828-1835.
- Koivisto VA, Soman VR, Conrad P, Hendler R, Nadel E, and Felig P, 1979. Insulin Binding to Monocyte in Trained Athletes; Changes in Resting State After Exercise. *J-Clin-Inest*, 64, pp 1011-1015.
- Komi PV, 1992. *Strength and Power in Sport*. Oxford : Blackwell Scientific Publications. pp. 64-74.
- Kuby J, 1992. *Immunology*. New York; Freeman and Company, pp. 239-367.
- Kusaka Y, Kondo H, Morimoto K, 1992. Healthy Lifestyles Are Associated With Higher Natural Killer Cell Activity. *J-Prev-Med*, Sep. Vol 21 No. 5, pp 602-615.
- Kushartati, B.M.W., 1996 : Pengaruh Intensitas Latihan Fisik Terhadap Kadar Glukosa, Lipid dan Insulin Darah Pada Diabetes Mellitus Tidak Tergantung Insulin (DMTTI). Disertasi Surabaya. Program Pascasarjana Universitas Airlangga.
- Landmann RMA, Muller FB, Perini CH, Wesp M, Erne P, and Buhler FR, 1984. Change of Immunoregulatory Cell Induce By Psychological and Physical Stress; Relationship to Catecholamines. *Clin-Exp-Immunol*, 58, pp 127-135.
- Lamb DR, 1984. *Physiology of Exercise, Respons Adaptations*, Second Editon. New York; McMillan Publishing Comapany. pp. 1-9, 221-227.



- Laperriere A, Fletcher MA, Antoni MH, Klimas NG, Ironson G, Schneiderman N, 1991. Aerobic Exercise Training in an AIDS risk Group. *Int-J-Sport-Med*, Jun 12 (1), pp 853-857.
- Larry GS, 1981. *Fitness, Health and Work Capacity, International Standarts For Assesment*. New York; McMillan Publishing Company.
- Larson, Leonard A, 1970. *Curriculum Foundations and Standard for Physical Education*. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice-Hall, Inc.
- Lehmann M, Knizia K, Gastman U, Petersen KG, Khalaf An, Bauer S, Kerp-L, Keul J, 1993. Influence of 6-week, 6 Days Perweek, Training on Pituitary Function in Recreational Athetes. *Br-J-Spotr-Med*, Sep; 27 (3), pp 186-192.
- Lindemann R, Ekanger R, Opstad P, Nummestad M, Ljoscaand R, 1978. Hematological Changes in Men During Prolonged Severe Exercise. *Amer. Corr. Ther. Vol. 32*, pp 107-111.
- Linder ME, and Gilman AG, 1992. G Protein, Tucked Into the internal Surface of the Cell's Outer Membrane, these Versatile Molecules Coodinate Cellular Responses to a Multitude of Signal That Impinge From Without. *Scientific American*, July; 267 (1), pp 56-65.
- Loy SF, Holland GJ, Mutton DL, Snow J, Vincent WJ, Hoffman JJ, Shaw S, 1993. Effects of stair-Climbing Vs Run Training on Treadmill and Track Running Performance. *Med-Sci-Sports-Exerc*, Nov; 25 (11), pp 1275-1278.
- Lukman, O.T., 1989. *Pengaruh Circuit Training dan Senam Kesegaran Jasmani Pada Power, Agillity, Flexibility dan Endurance*. Disertasi Surabaya Universitas Airlangga.
- MacAthur RD, Levine SD, Birk TJ, 1993. Supervised exercise Training improves Cardiopulmonary Fitness in HIV-infected Persons. *Med-Sci-Sports-Exerc*, Jun; 25 (6), pp 684-688.
- Mackinnnon LT, 1992. *Exercise and Immunology*. Champaign Illinois; Human Kinetics Books. pp. 1-8, 9-23, 25-57, 59-90.
- Mackinnon LT, Jenkins DG, 1993. Decreased Salivary Immunoglobulins After Intense Interval Exercise Before and after Training. *Med-Sci-Sports-Exerc*, Jun; 25 (6), pp 678-83.
- Mackinnon LT, 1997. Immunity in Athletes. *Int. J. of Sports Medicine*, Volume 18, No. 1, pp. 562-568.

- MacNeil B, Hoffman GL, Kendall A, Houston M, Arumugram Y, 1991. Lymphocyte Proliferation Responses after Exercise in Men : Fitness, Intensity, and Duration Effects. *J-Appl-Physiol*, Jan, 70 (1), pp 179-185.
- Maisel AS, Harris T, Rearden CA, and Michel MC, 1987. Beta Adrenergic Receptors in Lymphocyte Count and size. *J-Sports-Med-Phys-Fitness*, 27, 285-290.
- Mangi MD, Jokl MD, Dayton ATC, 1987. *Sport Fitness and Training*. New York; Phantheon Books. pp. 11-14.
- Marcel RB, Jean AS, Gilles L and Claude B, 1997. Monitoring Light Intensity Endurance Exercise With Heart Rate and Theshold, *J. Medicine & Exercise*. Vol. 29, No. 1, pp. 125-132.
- Masuhara M, Kami K, Umebayasi K, and Tasumi N, 1987. Influences of Exercise on Leukocyte Count and size. *J-Sports-Med-Phys-Fitness*, 27, 285-290.
- Mazzeo RS, 1994. The Influence of Exercise and Aging on Immune Function. *Med-Sci-Sports-Exerc*, May; 26 (25), pp 586-592.
- Mc Ardle WD, Katch F1, Kacch VL, 1986. *Exercise Physiology*. Philadelphia; Second Edition, Lea & Febiger. pp. 121-134, 240-241.
- Mc Connell GK, Costill DL, Widrick JJ, Hickey MS, Tanaka H, Gastin PB, 1993. Reduced Training Volume and intensity Maintain Aerobic Capacity But Not Performance in Distance Runners. *Int-J-Sports-Med*, Jan; 14 (1), pp 33-37.
- Mc Ewen BS, 1995. *Neuroendocrine Interaction*, New York : Raven Press, Ltd., pp. 705.
- Mero A, Rusko H, Peltola E, Pullinen, T, Nummela A, Hirvonen J, 1993. Aerobic Characteristics, Oxigen Debt and Blood Lactate in Speed Endurance Athlete During Training. *J-Sports-Med-Phys-Fitness*, Jun; 33 (2). 130-136.
- Mishchenko VS, Bulatova MM, 1993. Effect of Endurance Physical Feature (Mechanism of training load Cumulation influence). *J-Sports-Med-Fitness*, Jun; 33 (2), pp 95-106.
- MPR RI, 1993. *Ketetapan MPR RI No.II/MPR/1993 Tentang GBHN*, Jakarta: Aneka Ilmu, hal 203.
- Moffat RJ, Stamford BA, 1977. Placement of Three Weekly Training Session. Import and Regarding Enhancement of Aerobic Capacity. *Res-Quart*, 48, 548-591.

- Mohamad Zain S, 1958. *Kamus Modern Bahasa Indonesia*. Jakarta : Penerbit Grafika, hal. 307, 425, 523.
- Mutton DL, Loy SF, Rogers DM, Holland GJ, Vincent WJ, Heng M, 1993. Effect of run Vs Combined Cycle/Run Training on VO<sub>2</sub>max and running performance. *Med-Sci-Sports-Exec*, Dec; 25 (12), pp 1393-1397.
- Nehlsen CSL, 1991. The Effects of Moderate Exercise Training on Immune Response. *J-Med-Sci-Sport-Exec*, Jan. Vol. 23 No. 1, pp 64-70.
- Newsholme E, 1993. *Physical Activity and the Immune System*. Bouchard C, Shephard RJ, and stephens T. (Eds). *Physical Activity, Fitness and Health*. Champaign, IL; Humans kinetics Publisher.
- Nieman DC, Nehlsen CSL, 1991. The Effects of Acute and Chronic Exercise of Immunoglobulins. *J-Sport-Med*, Mar, 11 (3), pp 183-201.
- Nieman DC, 1990. The effect of Moderate Exercise Training on Natural Killer Cells and acute Upper Respiratory Tract Infections. *Int-J-Sports-Med*, Dec, 11 (6), pp 467-473.
- Nieman DC, Henson DA, Johnson R, Lebeck L, Davis JM, Nehlsen CSL, 1992. Effects of Brief, Heavy Exertion on Circulating Lymphocyte Subpopulations and proliferative Response. *Med-Sci-Sports-Exec*, Dec, 24 (12), pp 1339-1345.
- Nieman DC, Henson DA, Gusewith G, et al, 1993. Physical Activity and Immune Function in Alderly Womwn. *Med-Sci-Sports-Exec*, Jul; 25 (7), pp 823-831.
- Nieman DC, 1996. Prolonged Aerobic Exercise, Immune Repons and Risk of Infection. In : *Exercise and Immune Function* (L-Hoffman-Goetz ed). CRC Press Inc. USA, pp. 143-162.
- Nieman DC, 1997. Exercise Immunology : Practical Aplication. *Int. J. of Sport Med*. Vol. 18, No. 1, pp. 91-100.
- Nosek J, 1982. *General Theory of Training*. Logon : Pan African Press. pp. 20-21.
- O'Hagan CM, Smith DM, Pileggi KL, 1994. Exercise Classes in Rest Homes; effect on Physical Function. *N-Z-Med-J*, Feb 9; 107 (971), pp 39-40.
- O'Shea JP, 1976. *Scientific Principle and Methods of strength Fitness*, Second editons. Californis; Addison wesley Publishing Company. pp. 61-72

- Oshida Y, Yamanouchi K, Hayamizu S, and Sato Y, 1988. Effect of Acute Physical Exercise on Lymphocyte Subpopulations in Trained and Untrained Subjects. *Int-J-Sports-Med*, 9, pp 137-140.
- Ostell A. Coping, 1991. Coping, Problem Solving and Stress : A Framework for Intervention Strategies. *British J. of Medical Psychology*, 64, 11-24.
- Parry BM, Budgett R, Koutedakis Y, et al, 1992. Plasma Amino Acid Concentrations in the Overtraining Syndrome; Possible Effects on the Immune system. *Med-Sci-Sports-Exerc*, Dec, 24 (12), pp 1353-1358.
- Pate RR, McClenaghan B, Rotella R, 1993. *Scientific Foundations of Coaching*. Philadelphia; CBS College Publishing, 296-304.
- Pedersen BK, Tvede N, 1993. The Immune System and Physical Training. *Ugesks-Laeger*, Mar 22; 155 (12), pp 856-862.
- Pedersen BK, Tvede N, Christensen LD, et al, 1989. Natural Killer Cell Activity in Peripheral Blood of Highly Trained and Untrained Persons. *Int-J-Sport-Med*, 10, pp 129-131.
- Pederson BK, 1991. Influence of Physical Activation the Cellular Immune System; Mechanism of action. *Int-J-Sport-Med*, 12, S23-S29.
- \_\_\_\_\_, 1996. Immune Responses to Acute Exercise. In : *Exercise and Immune Function* (L-Hoffman-Goetz ed), CRC Press Inc. USA, pp. 143-162.
- Perna FM, Schneiderman N, La Perriere A, 1997. Psychological Stress, Exercise and Immunity. *Int. J. of Sport Med*. Vol. 18, No. 1m pp. 78-83.
- Peters EM, 1997. Exercise, Immunology and Upper respiratory Troat Infection. *Int. J. of Sport Med*. Vol. 18, No. 1, pp. 69-77.
- Pimentel E, 1994. *Handbook of Growth Factor, Volume I; General Basic Aspects*, USA; CRC Press.
- Pimentel E, 1994. *Handbook of Growth Factor, Volume II, Peptide Growth Factors*. USA; CRC Press, pp 1-11, 24-27, 241-247.
- Pimentel E, 1994. *Handbook of Growth Factor, Volume III, Hematopoietic Growth Factors and Cytokines*. USA; CRC Press, pp 1-14.
- Pusat Kesegaran Jasmani dan Rekreasi, 1977. *Penilaian Kesegaran Jasmani Dengan Tes ACSPFT*. Jakarta; PKJR Depdikbud, hal. 1-34.

- Premkumar K, Walter S, 1994. Effects of Short-term Isotonic & Isometric Training on Cardiovascular & Pulmonary Function. *Indian-J-Med-Res*, Mar; 99, pp 129-132.
- Poerwadarminta WJS, 1984. *Kamus Umum Bahasa Indonesia*. Jakarta; PN Balai Pustaka.
- Pollock ML, 1972. Validity of the Relation Technique of Heart Rate Determinant and Its Estimation of Training Heart Rate, *Res-Quart for Exer. and Sport*, 43, 77-81.
- Puhl PJ, Runyan K, 1980. Hematological Variations During Aerobic Training of college Women. *Research Quarterly For Exercise and Sport*, Vol. 51, pp 533-541.
- Putra ST, Soekaptiadi S, Setyawan S, Putra ET, Roem, S, 1992. Pengaruh Latihan Terhadap Variabel Ketahanan Tubuh, Suatu pendekatan Exercise-Immunology. Surabaya; Universitas Airlangga-Depdikbud RI.
- Putra ST, 1993. Peran dan Penerapan Konsep Psikoneuroimunologi dalam Sport Medicine. Surabaya: Seminar SDM, Program Pascasarjana UNAIR.
- Putra ST, 1998. Konsep Psikoneuroimunologik dan Kontribusinya Pada Pengembangan IPTEK Kedokteran. Diskusi Panel Kontribusi Psikoneuroimunologik di Bidang Kedokteran di Indonesia, Gramik FK Unair.
- Putra ST, 1999. Development of Psychoneuroimmunological Concept. *Folia Media Indonesiana* : XXXIV (1) hal.
- Pyke G, Lindenberger E, Charette S, Marcus R, 1994. Muscle Stength and Fiber Adaptions To a Year-Long Resistence Training Program in Elderly Men and Women. *J-Gerontol*, Jan; 49 (1), pp M22-M27.
- Radioputro, 1974. *Arti dan Fungsi Physical Fitness*, Sekolah Tinggi Olahraga, Yogyakarta.
- Regueiro JR, Gallego CR, Villena AA, 1994. Human T Lymphocyte Activation Deficiencies. USA; CRC Press, pp 4-21.
- Riley V, 1981. Psychoneuroendocrine Influences on Immuno-competence and Neoplasia, *J. Science*, June (212), pp 1100-1109.
- Rodriguez Ab, Barringa C, De la Fuente M, 1991. Phagocytic Function of Blood Neutrophils in Sedentary Young People After Physical Exercise. *Int-J-Sport-Med*, Jun 12 (3), pp 276-280.

- Roes DAA, 1994. The Effects Glucocorticoids of Mitogen Stimulated B-Lymphocytes; Thymidine incorporation and Antibody Secretion. *Endocrinology*, May-June, pp 68-71.
- Rohde T, Dave A, Mac Lean and Bente KP, 1998. Effects of Glutamine Supplementation on Changes in the Immune System Induced by Repeated Exercise. *J. Medicine & Science in Sport & Exercise*. Vol. 30, No. 6, pp. 856-862.
- Roitt IM, Brostoff J, Male DK, 1993. *Immunology*. Third edition, Hongkong: Mosby-Year Book Europe Limited. pp. 1-16.
- Rooijen NV, 1990. Antigen Processing and presentation *In vivo*; The Microenvironment as a Social Factor. *Immunology Today*, Vol. 11 (12), pp 436-439.
- Rushall BS, and Pyke FS, 1992. *Training For Sport and Fitness*. Melbourne; The McMillan Company.
- Sajoto M, 1988. *Peningkatan dan Pembinaan Kekuatan Kondisi Fisik Dalam Olahraga*. Semarang; Dahara Prize.
- Salim P, Salim Y, 1991. *Kamus Bahasa Indonesia Kontemporer*. Edisi I, Jakarta. Modern English Press. hal. 410, 420, 838, 1054, 1350.
- Schalach DS, 1967. The Influence of Physical Stress and Exercise on Growth Hormone and Insulin Secretion in Man. *Journal of laboratory and Clinical Medicine*, 69, 256-269.
- Schendlowski M, Jacobs R, Stratmann G, et al, 1993. Changes of Natural Killer Cells Activity During Acute Psychological Stress. *J-Clin-Immunol*, 13 119-126.
- Seals Dr, Hagberg JM, spina RJ, Rogers MA, Schechman KB, Ehsani AA, 1994. Enhanced Left Ventricular Performance in Endurance Trained Older Men. *Circulation*, Jan 89 (1), pp 198-205.
- Seaton DC, Clayton IA, Leibe HC, Nessler Smith LL, 1974. *Physical Education Hand-Book*. New York; Prentice-Hall Inc.
- Selye H. The General Adaptation Syndrome and the Disease of Adaptation. *Journal of Clinical Endocrinology*, 6 : 117-230.
- Setyawan S, 1993. *Pengaruh Latihan Fisik dan Kejiwaan Terhadap Ketahanan Tubuh*. Surabaya; Seminar SDM PPS Universitas Airlangga.

- Setyawan S, 1996. Pengaruh Latihan Fisik Aerobik dan Anaerobik Terhadap Respon Ketahanan Tubuh. Suatu Pendekatan Psikoneuroimunologik. Disertasi, Program Pascasarjana Unair, Surabaya.
- Setyawan S, Soekarman R, Setyabudi M, Putra ST, 1997. Pengaruh Latihan Fisik Aerobik dan Anaerobik Terhadap Repons Ketahanan Tubuh. Suatu Pendekatan Psikoneuroimunologik. Folia Medica Indonesiana, XXXIII Juli-September, hal. 14-20.
- Sharkey BJ, 1984. *Physiology of Fitness*, Second Edition. Champaign : Human Kinetic Publisher Inc.
- Shangold MM, Mirkin G, 1988. *Women and Exercise : Physiology and Sport Medicine*. Philadelphia: FA davis Company.
- Shephard RJ, Shek PN, 1996. Exercise Training and Immune Function. In : *Exercise and Immune Function* (L-Hoffman-Goetz, ed), CRC Press Inc., USA, pp. 93-120.
- Shephard NC, Koutedakis Y. *Sport and Overtraining Syndrome* Vol. 48 No. 3, pp 518-533.
- Shephard RJ, Rhind S, Shek PN, 1995. The Impact of Exercise on the Immune System : NK Cells, IL-1, IL-2, and Related Responses. *Exercise and sport Sciences Reviews*, Vol. 23, pp 215-241.
- Shimizu Y, Newman W, Tanaka Y, and Shawa S, 1992. Lymphocyte Interaction with Endotheleal Cells. *Immunology Today*, 13, pp 106-112.
- Shinkai S, Shore S, Shek PN, Shephard RJ, 1992. Acute Exercise and Immune Function: Reliationship Between Lymphocyte Activity and Change in sunset counts. *Int-J-Sport-Med*, Aug. Vol. 13 No. 6, pp 452-461.
- Singh SK, 1992. Immunomodulation by Exercise; Review. *Indian-J-Med-Sci*, May, 46-75, pp 158-160.
- Singh VN, 1992. A. Current Perspective on Nutrion and Exercise, Symposium : *Nutrition and Exercise*. New York : Human Nutrition Research, Hoffman La Roche Inc, 760-765.
- Sinacore DR, Coyle EF, Hagberg JM, Holloszy JO, 1993. Histochemical and Physiological Correlates of training and detraining induced changes in the recovery from a fatigue test. *Phys-Ther*, Oct; 73 (10), pp 661-667.

- Simon A and Schuster, 1983. *Webster's New Twentich Century Dictionary*. 2<sup>nd</sup> edition. USA : The World Publishing Company. pp. 693-694, 1353.
- Smith JA, Telford RD, Baker MS, Hapel AJ, and Wiedemann MJ, 1990. Moderate Exercise inreases Plasma Monokine but not Lymphokine activity ini men, *Blood*, 76 (suppl.1), pp 194.
- Smith JA, Telford RD, Mason IB and Weidemann MJ, 1990. Exercise Training and Neutrophil Microbicidal Activity. *Int-J-Sport-Med*, 11, pp 170-187.
- Sperenger H, Jacobs C, Nain M, Gressner AM, Prinz H, Wesemann W, Gemsa D, 1992. Inhanced Release of cytokines: IL-2 Receptors and Neopterin After Long Distance Running. *J-Clin-Immunol-Immunopathol*. May Vol. 63. 2, pp 189-195.
- Soekarman R, 1987. *Dasar Olahraga Untuk Pembina, Pelatih dan Atlit*, Jakarta: Inti Idayu Press, hal 18.
- \_\_\_\_\_, 1992. *Enersi dan Sistem Enersi Predominan pada Olaraga*, Jakarta: Koni Pusat, hal. 38.
- Soejatmo Soemowardojo H, Santoso Giriwidjojo YS, Soedijono BP, 1977. *Konsep Ilmu Faal Tentang Kesehatan dan Kesegaran Jasmani*, Bandung, Juli.
- Soekarman R, 1992. *Pemeriksaan Faal Dalam Latihan*. Yogyakarta, Kongres Nasional Ikatan & Seminar Ilmiah Ahli Ilmu Faal Indonesia.
- Soewignjo S, 1983. *Tes Faal Hati : Dasar-dasar Teoritik dan Pemakaian Dalam Klinik*. Bandung : Penerbit Alumni.
- Stein NB, 1985. *Depression, Stress and Immunity*. In. R. Guillemin and M. Cohen (eds). *Neural Modulation of Immunity*, New York : raven Press, pp. 29-44.
- Steptoe A, Moses J, Mathews A, 1990. and Psychological Reactions to mental Tasks. *Psychophysiol*, 27, 264-274.
- Stites DP, Stobo DJ, Well JW, 1992. *Basic Clinical Immunology*. California; Apleton Lange. p. 61.
- Stites, 1994. *Basic Human Immunology*, 1th edition. USA : Prentice Hall International Inc.
- Shasner AJ, Davis M, Kohut ML, Pate RR, Ghaffar A, Meyer E, 1997. Effects of Exercise Intensity on Natural Killer Cell Activity in Woman. *Int. J. of Sport Med*. Vol. 18, No. 1, pp. 56-61.



- Strauss RH, 1979. *Sport Medicine and Physiology*, Philadelphia; W.B. Saunders Co.
- Subowo, 1993. *Immunobiologi*, Bandung; Penerbit Angkasa, hal 17-206.
- \_\_\_\_\_, 1993. *Immunology Klinik*, Bandung; Penerbit Angkasa, 253-264.
- Sudarno SP, 1991. *Pendidikan Kesegaran Jasmani*, Jakarta Depdikbud, Proyek Pembinaan Tenaga Kependidikan Dirjen Dikti.
- Sudarminto, 1992. *Kinesiologi*, Jakarta; Proyek Pembinaan Tenaga Kependidikan, Depdikbud, Dirjen Dikti.
- Suharsini Arikunto R, 1991. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*, Jakarta: Rineka Cipta.
- Sujudi, Suhartono, Subandrio A, 1994. *Mikrobiologi Kedokteran*. Jakarta : Penerbit Binarupa Aksara.
- Sumikawa K, Mu Z, Inoue T, Okochi T, Yoshida T, Adachi K, 1993. Change in Erythorocyte Membrane Phosholipid Composition Induced by Physical Training and Physycal exercise. *Eur-J-Appl-Physiol*, 67 (2), pp 132-137.
- Sutrisno Hadi, 1991. *Metodologi Research*, Jilid I, Yogyakarta; Andi Offset, hal. 70-81.
- \_\_\_\_\_, 1990. *Metodologi Research*, Jilid III, Yogyakarta; Andi Offset, hal. 501-504 318-320.
- \_\_\_\_\_, 1990. *Metodologi Research*, Jilid IV, Yogyakarta; Andi Offset.
- Swensen T, Mancuso P, Howley ET, 1993. The Rffect of Moderate Resistence Weight Training on Peak Arm Aerobic Power. *Int-J-Sports-Med*, Jan; 14 (1), pp 43.
- Swyers JF, 1991. Depression may Activity of Natural: Killer Cell. *Medicine Digest Asia*, vol 9, pp 24-29.
- Terr AI, 1991. *Meckanism of Inflamtion*, In *Basic Human Immunology*. London; Prentice-Hall International Inc. pp. 131-140.
- Tharp GD, Preuss TL, 1991. Mitogenic Respons of T-Lymphocytes to exercise Training and Stress, *J-Appl-Physiol*, Jun, 70 (6), pp 2535-2538.

- Tim Penyusun Kamus. Pusat Pembinaan & Pengembangan Bahasa, cetakan ke-2, Jakarta. Balai Pustaka, hal. 242, 328, 502, 625, 794.
- Tønnsen E, Christensen MJ, and Brinkslov MM, 1987. Natural Killer Cell Activity during Cortisol and Adrenaline infusion in healthy volunteers. *Eur-J-Clin-Invest*, 17, 497-503.
- UNESCO, 1988 *Final Report of Inter Governmental Committee for Physical Education and Sport*. Moskow.
- \_\_\_\_\_, 1990. *Final Report of Inter Governmental Committee for Physical Education and Sport*. Ottawa.
- \_\_\_\_\_, 1978. *International Charter of Physical Education and Sport*. Paris.
- Van Tits LJ., Michel MC, Grosse WH, et al, 1990. Catecholamine increase Lymphocyte beta-2 adrenergik receptor via beta-2 adrenergik, spleen dependent process. *Am-J-Physiol*, 258, E191-E202.
- Verde TJ, Thomas SG, Moore RW, Shek P, Shephard RJ, 1992. Immune Responses and Increased Training of the Elite Athlete. *J-Appl-Physiol*, Oct, 73 (4), pp 1494-1499.
- Viru A, 1985. *Hormones In Muscular Activity*. Florida; CRC Press Inc. pp. 1-59.
- Viru A and Smirnova T, 1995. Health Promotion and Exercise Training. *Sports Med*, 19 (2), pp. 123-136.
- Verde TJ, Thomas S, Moore RW, Shek PN, and Shepard RJ, 1992. Immune Respons and Increased training of the elite Athlete. *J-Appl-Physiol*, 73, pp 1494-1499.
- Wallace C, and Keast D, 1992. Glutamine and Macrophage Function. *Metabolism*, 41, pp 1016-1020.
- Weicker H, and Werle, 1991. Interaction Between Hormon and the Immune system. *Int-J-Sport-Med*. 12 30-37.
- Widodo JP, dkk, 1993. *Metode Penelitian dan Statistik Terapan*. Surabaya, Universitas Airlangga Press. hal. 49-59.
- Willie J, 1995. *Penyakit Ginjal*. Jakarta : Penerbit Arces, hal. 29-35.
- Winnick JP, Short FX, 1985. *Physical Fitness Testing*. Champaign; Human Kinetics Publisher Inc.

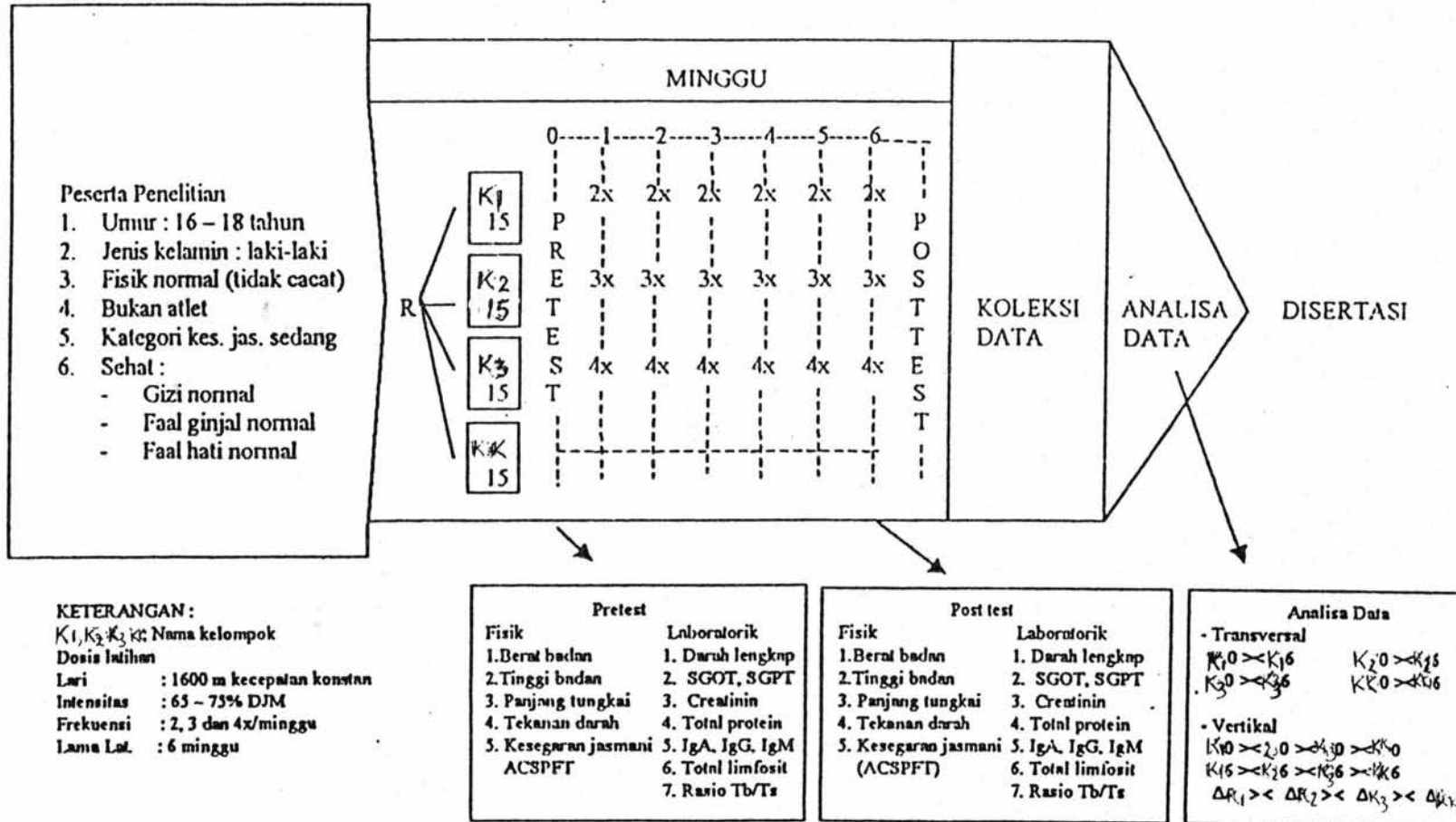
- Wong CW, Smith SE, Thong YH, Opdebeck JP, Thornton JR, 1992. Effects of Exercise Stress on Various Immune Functions in Horses. *Am-J-Vet-res*, Aug, 53 (8), pp 1414-1417.
- Wybran J, 1985. Enkaphalin and Endorphin as of the Immune System : present and Future. *Federation Proceeding*, vol 44, pp 92-94.
- Young AJ, Sawka MN, Quekley MD, Cadarette BS, Neuffer PD, Dennis RC, Valeri CR, 1993. Role of thermal factors on aerobic Capacity Improvement with Endurance training. *J-Appl-Physiol*, Jul, 75 (1), pp 49-54.
- Zanker KS, 1994. Metabolic Interaction-external/internal Signals and Lymphocyte Migration. *Int-J-Sports-Med*, suppl, in press.
- Zainuddin M, 1988. *Metodologi Penelirtian*, Surabaya : Inpress, hal. 25, 29, 56-76.

## LAMPIRAN 1

DAFTAR SMA NEGERI SE KOTAMADIA SEMARANG  
TAHUN 1994/1995

NO.	NAMA SEKOLAH	ALAMAT
1.	SMAN 1 SEMARANG	JL. TAMAN MENTERI SUPENO
2.	SMAN 2 SEMARANG	SENDANG GUWO BARU
3.	SMAN 3 SEMARANG	JL. PEMUDA 149
4.	SMAN 4 SEMARANG	KARANG REJO BANYUMANIK
5.	SMAN 5 SEMARANG	JL. PEMUDA 153
6.	SMAN 6 SEMARANG	JL. RONGGOLAWE
7.	SMAN 7 SEMARANG	JL. UNTUNG SUROPATI
8.	SMAN 8 SEMARANG	JL. RAYA TUGU
9.	SMAN 9 SEMARANG	JL. CEMARA RAYA BANYUMANIK
10.	SMAN 10 SEMARANG	GEBANG SARI GENUK
11.	SMAN 11 SEMARANG	LAMPER TENGAH
12.	SMAN 12 SEMARANG	JL. RAYA GUNUNGPATI
13.	SMAN 13 SEMARANG	ROWOSEMANDING MIJEN
14.	SMAN 14 SEMARANG	JL. TANJUNG MAS RAYA
15.	SMAN 15 SEMARANG	JL. KEDUNG MUNDU RAYA

**PENGARUH LATIHAN AEROBIK BEBAN SEDANG DENGAN FREKUENSI 2, 3 DAN 4 KALI SEMINGGU TERHADAP  
 PENINGKATAN KESEGERAN JASMANI  
 (DENGAN KONSEP PENDEKATAN IMUNOLOGI OLAHRAGA)  
 Penelitian : Experimental → Randomized Pretest-Posttest Control Group Design**



LAMPIRAN 2: PROTOKOL PENELITIAN

LAMPIRAN 3: JADWAL LATIHAN

Minggu		1							2							3							4						
Hari		1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
K E L O M P O K	1		X			X				X			X				X			X				X			X		
	2	X		X		X			X		X		X			X		X		X			X		X		X		
	3	X		X	X		X		X		X	X		X		X		X	X		X		X		X	X		X	
	4	-----																											
Minggu		5							6							7							8						
Hari		1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
K E L O M P O K	1		X			X				X			X				X			X				X			X		
	2	X		X		X			X		X		X			X		X		X			X		X		X		
	3	X		X	X		X		X		X	X		X		X		X	X		X		X		X	X		X	
	4	-----																											

Keterangan hari: 1 = Senin  
 2 = Selasa  
 3 = Rabu  
 4 = Kamis  
 5 = Jum'at  
 6 = Sabtu  
 7 = Minggu

**LAMPIRAN 4: INFORMED CONSENT****INFORMED CONSENT**

Saya memahami bahwa para peserta penelitian “PENGARUH LATIHAN AEROBIK TERHADAP KESEGERAN JASMANI DAN RESPONS IMUN”, akan mendapatkan keuntungan:

1. Pemeriksaan dokter, pemeriksaan laboratorium dan tes kebugaran jasmanin secara cuma-cuma, dengan biaya ditanggung peneliti.
2. Memperoleh latihan fisik aerobik secara teratur, terukur, maju dan berkelanjutan secara cuma-cuma selama 6 minggu untuk meningkatkan kebugaran jasmani kesehatan.
3. Mendapat nilai tambah untuk mata pelajaran olahraga dari guru olahraga.

Dari pemahaman tersebut secara sukarela saya bersedia menjadi peserta dalam penelitian ini.

Semarang, .....1997

Peneliti,

Yang menyatakan,

(Dra. Setya Rahayu, MS)

(.....)

Mengetahui

Guru Olahraga SMU Negri I  
Semarang

Orang tua/Wali murid

(Dra. Setyawati)

(Drs. Puji Hartono)

(.....)

## TES KESEGERAN JASMANI A.C.S.P.F.T.

## KETENTUAN UMUM.

- Seluruh tes dilakukan dalam satu hari, dengan urutan sebagaimana dikemukakan pada petunjuk pelaksanaan.
- Rangkaian tes ini sangat memerlukan tenaga. Oleh karena itu, orang yang dites haruslah dalam keadaan sehat dan siap untuk melaksanakan tes. Bila kesehatan orang yang akan di tes meragukan, hendaklah orang tersebut diperiksa oleh dokter terlebih dahulu.
- Untuk mendapatkan hasil tes yang dapat dipercaya, pengetes haruslah sudah terampil dan faham benar mengenai pelaksanaan tes. Oleh karena itu, sebelum tes dilaksanakan, pengetes harus dilatih, sehingga pengetes telah menguasai betul-betul bagaimana melaksanakan tes tersebut.
- Untuk umur, bila diketahui harus dicatat tanggal lahir yang lengkap.

## Catatan :

Usia 16 tahun, 6 bulan dibulatkan menjadi 17 tahun. Sedangkan usia 16 tahun, 5 bulan, 29 hari diperhitungkan menjadi 16 tahun.

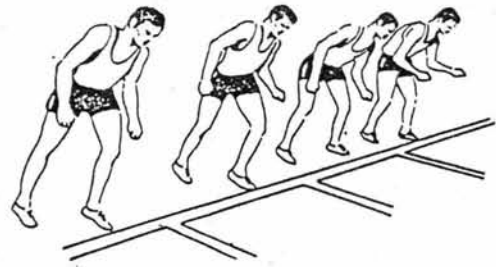
## PELAKSANAAN

## PETUNJUK UMUM.

- Pada waktu melakukan tes, hendaknya orang yang di-tes memakai pakaian olah raga. Bila bersepatu, hendaknya memakai sepatu yang bersol karet. Memakai sepatu berpaku (spikes) tidak diperbolehkan.
- Sebelum melakukan tes, orang yang di tes hendaknya:
  - Telah memahami benar akan tes yang akan dilakukan dan menguasai cara pelaksanaannya. Untuk ini perlu diberikan kesempatan mencoba gerakan-gerakan yang akan dilakukan.
  - Telah melakukan pemanasan lebih dahulu.
- Siswa yang mengikuti tes, tetapi tidak dapat melakukan tugasnya, hasilnya ditulis dengan angka nol (0).

## PETUNJUK PELAKSANAAN.

- Lari cepat 50 meter (dash/sprint).
  - Tujuan.  
Tes ini bertujuan untuk mengukur kecepatan lari seseorang.
  - Alat dan perlengkapan.
    - Stopwatch menurut keperluan.
    - Bendera start 1 buah.
    - Lintasan lurus dan rata dengan jarak 50 meter antara garis start dan garis finish.
    - Tiang pengamat garis finish 2 buah.
    - Formulir dan alat tulis.
  - Pengetes.
    - Starter 1 orang.
    - Pengambil waktu menurut keperluan.
    - Pengawas 1 orang.
    - Pencatat 1 orang.
  - Pelaksanaan tes.
    - Start dilakukan dengan start berdiri (lihat gambar 1).



Gambar : 1

- Pada aba-aba "Bersedia", siswa (testee) berdiri dengan salah satu ujung jari kakinya sedekat mungkin dengan garis start.
- Pada aba-aba "Siap" siswa (testee) siap untuk berlari.
- Pada aba-aba "Ya", siswa (testee) berlari secepat-cepatnya menempuh jarak 50 meter sampai melewati garis finish.
- Bersamaan dengan aba-aba "Ya", stopwatch dijalankan dan dihentikan pada saat testee mencapai garis finish.
- Setiap testee diberi kesempatan melakukan 2 kali.

## 5) Pencatatan hasil.

- Hasil yang dicatat adalah waktu yang dicapai untuk menempuh jarak tersebut.
- Waktu yang dicapai dihitung sampai persepuluh detik.
- Kedua hasil tes tersebut dicatat.

## Catatan :

Start yang gagal harus diulang. Yang dimaksud start gagal adalah mendahului lari sebelum aba-aba "Ya".

## b. Lompat jauh tanpa awalan (standing broad jump)

- Tujuan.  
Tes ini bertujuan untuk mengukur gerak eksplosif tubuh.
- Alat dan perlengkapan.
  - Tempat melompat yang datar, tidak licin dan lunak. Boleh mempergunakan bak pasir.
  - Meteran pengukur panjang 1 buah.
  - Sapu, alat untuk meratakan pasir, cangkul 1 buah.
  - Formulir dan alat tulis.
- Pengetes.
  - Pengawas merangkap pencatat 1 orang.
  - Pengukur 2 orang.
  - Pembantu 1 orang.
- Pelaksanaan tes.
  - Siswa (testee) berdiri dengan kedua ujung jari kakinya tepat di belakang garis batas tolakan (lihat gambar 2).



Gambar 3



Gambar 4



Gambar 5



- b) Setelah siap siswa (testee) melakukan persiapan untuk melompat. Bersamaan dengan mengayunkan kedua lengan ke depan, dengan seluruh tenaga kedua kaki secara bersamaan menolak, melakukan lompatan ke depan sejauh mungkin (lihat gambar 3.4.5).

- c) Setiap testee diberi kesempatan melakukan 2 kali.

Catatan :

Sebelum melakukan lompatan, siswa (testee) diperbolehkan melakukan gerakan permulaan dengan mengayun-ayunkan kedua lengannya sambil mengeper.

5) Pencatatan hasil.

- a) Hasil yang dicatat adalah jarak lompatan yang dicapai.
- b) Hasil lompatan diukur dengan sentimeter bulat.
- c) Kedua hasil tes tersebut dicatat.
- d) Jarak lompatan diukur dari garis batas permulaan lompatan, ke titik yang terdekat dari sentuhan tumit pada tanah.

Catatan :

- 1) Kedua kaki harus tetap berhubungan dengan tanah pada saat melakukan lompatan.
- 2) Lompatan yang gagal harus diulang. Yang dimaksud dengan lompatan gagal adalah:
  - a) bila jari kaki testee melewati garis batas tolakan.
  - b) bila testee melakukan lompatan-lompatan sebelum menolak.
  - c) bila pada waktu mendarat tidak dapat menguasai keseimbangan dan jatuh ke belakang.

c. Bergantung angkat badan (pull-up).

Tes ini diperuntukkan bagi putera umur 12 tahun ke atas.

1) Tujuan.

Tes ini bertujuan untuk mengukur kekuatan dan daya tahan otot-otot lengan dan bahu.

2) Alat dan perlengkapan.

- a) Palang tunggal/palang horisontal yang terpasang, sedemikian rupa, sehingga orang yang paling tinggipun betul-betul dapat bergantung. Palang tunggal tersebut bergaris tengah 3-4 cm.
- b) Bangku kecil yang mudah dipindah-pindahkan.
- c) Kapur/magnesium karbonat.
- d) Formulir dan alat tulis.

3) Pengetes.

- a) Pengawas 1 orang.
- b) Pembantu 1 orang.
- c) Pencatat 1 orang.

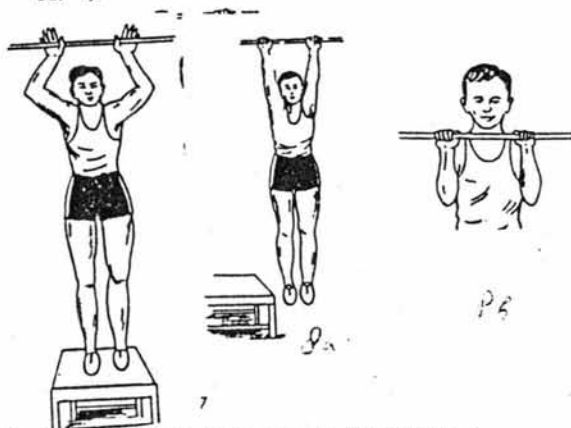
Catatan :

Pengawas bertugas merangkap penghitung jumlah berapa kali siswa (testee) dapat mengangkat badannya.

4) Pelaksanaan tes.

- a) Gosok kedua telapak tangan dengan kapur.
- b) Siswa (testee) naik ke atas bangku kecil yang telah disediakan untuk memegang palang tunggal dengan pegangan ke depan (telapak tangan menghadap ke depan, jarak kedua tangan yang memegang palang tunggal selebar bahu (lihat gambar 6).

- c) Kemudian bangku diambil dan siswa (testee) bergantung dengan lengan lurus (lihat gambar 7):



- d) Sesudah tenang, maka aba-aba "Mulai" dapat segera diberikan dan siswa (testee) mengangkut badan hingga dagu melewati palang tunggal (kepala tidak boleh ditengadahkan; lihat gambar 8a dan 8b)..

- e) Selanjutnya badan diturunkan kembali sehingga kedua lengan betul-betul lurus dan badan bergantung seperti pada sikap permulaan. Gerakan ini dilakukan berulang kali tanpa terputus oleh waktu istirahat.

- f) Setiap siswa (testee) diberi kesempatan melakukan satu kali.

5) Pencatatan hasil.

Hasil yang dicatat adalah jumlah berapa kali siswa (testee) dapat mengangkat badan dengan dagu melewati palang tunggal.

Catatan :

- 1) Tes dihentikan apabila:

- a) Siswa (testee) istirahat dalam waktu lebih dari 2 detik.
- b) Dua kali berturut-turut gagal mengangkat badannya dengan dagu melewati palang tunggal.

- 2) Dalam usaha mengangkat badan, siswa (testee) tidak diperkenankan mengayunkan atau menyepakakan kakinya. Untuk mencegah hal yang demikian, maka pengetes dapat menahan gerakan kedua kaki dengan berdiri didepannya, atau berdiri di samping siswa (testee) dengan lengannya di depan paha siswa (testee) tersebut.

e. Lari hilir-mudik (Shuttle run) 4 x 10 meter.

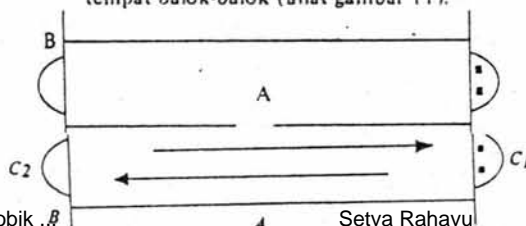
1) Tujuan.

Tes ini bertujuan untuk mengukur kelincihan siswa (testee) dalam mengubah arah.

2) Alat dan Perlengkapan.

- a) Stopwatch menurut keperluan.
- b) Formulir dan alat tulis.
- c) Lapangan.

Lintasan lari yang datar berjarak 10 meter dengan kedua ujungnya dibatasi oleh garis lurus. Pada kedua ujung lintasan dibuat setinggi lingkaran dengan jari-jari 30 cm, untuk tempat balok-balok (lihat gambar 11).



**KETERANGAN GAMBAR :**

- A = lintasan lari
- B = garis start dan garis finish
- C<sub>1</sub> = tempat balok kayu yang akan dipindahkan
- C<sub>2</sub> = tempat balok kayu yang telah dipindahkan
- = balok kayu
- = arah lari pada saat mengambil balok
- ← = arah lari pada saat memindahkan balok.

Gambar 11

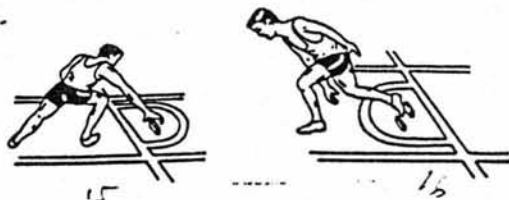
d) Balok-balok kayu berukuran 5 x 5 x 5 cm.

**Catatan :**

- 1) Balok kayu dapat diganti dengan benda lain yang mendekati ukuran balok kayu tersebut.
- 2) Dua buah balok diletakkan di dalam setengah lingkaran dari setiap lintasan yang letaknya bertentangan dengan tempat start.
- 3) Pengetes.
  - a) Starter 1 orang.
  - b) Pengambil waktu menurut keperluan.
  - c) Pengawas 1 orang.
  - d) Pencatat 1 orang.
- 4) Pelaksanaan tes.
  - a) Start dilakukan dengan start berdiri.
  - b) Pada aba-aba "Bersedia", siswa (testee) berdiri dengan salah satu ujung jari kakinya sedekat mungkin dengan garis start (lihat gambar 12).
  - c) Setelah tenang, aba-aba "Siap" diberikan dan siswa (testee) siap untuk berlari.
  - d) Pada aba-aba "Ya", siswa (testee) segera berlari menuju ke garis batas untuk mengambil dan memindahkan balok pertama ke setengah lingkaran yang berada di tempat garis start (lihat gambar 13 dan 14).



e) Kemudian kembali lagi menuju ke garis batas untuk mengambil dan memindahkan balok kedua ke setengah lingkaran yang berada di tempat garis start (lihat gambar 15 dan 16).



f) Bersamaan dengan aba-aba "Ya" stopwatch dijalankan dan pada saat balok terakhir diletakkan, stopwatch dihentikan.

**Catatan :**

- 1) Setiap siswa (testee) diberi kesempatan melakukan 2 kali.
- 2) Balok harus diletakkan dan tidak boleh dilemparkan.
- 3) Balok tidak boleh keluar dari setengah lingkaran.

- 5) Pencatatan hasil.
  - a. Hasil yang dicatat adalah waktu yang dicapai oleh siswa (testee) untuk menempuh jarak 4 x 10 meter.
  - b. Waktu yang dicapai dihitung sampai persepuluh detik.
  - c. Hasil dari kedua trial dicatat.

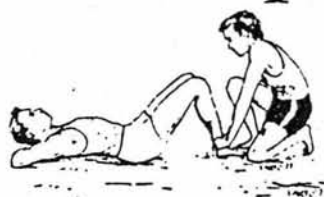
**Catatan :**

- Tes harus diulang apabila :
- 1) Balok tidak diletakkan, tetapi dilemparkan.
  - 2) Balok keluar dari setengah lingkaran.

f. Baring duduk (sit-up) 30 detik.

- 1) Tujuan.
 

Tes ini bertujuan untuk mengukur daya tahan otot-otot perut.
- 2) Alat dan Perlengkapan.
  - a) Stopwatch 1 buah.
  - b) Lantai yang datar (matras).
  - c) Alat penghitung (tally counter) 1 buah.
  - d) Formulir dan alat tulis.
- 3) Pengetes.
  - a) Pengawas merangkap penghitung dan pencatat 1 orang.
  - b) Pengambil waktu 1 orang.
- 4) Pelaksanaan tes.
  - a) Siswa (testee) berbaring telentang di lantai, jari-jari kedua tangan bersilang selip di belakang kepala sebagai alas. Kedua lengan merapat di lantai, kedua kaki terbuka lebih kurang 30 cm dan kedua lutut ditekuk dengan sudut lebih kurang 90 derajat.
  - b) Seseorang berlutut di depan siswa (testee), membantu menekan kedua kakinya untuk menjaga agar kedua tumit tetap berhubungan dengan lantai (lihat gambar 17).



Gambar 17

c) Dengan aba-aba "Ya", siswa (testee) berusaha duduk sambil menyentuhkan kedua lutut dengan kedua sikunya (lihat gambar 18 dan 19)



- d) Selanjutnya siswa (testee) kembali ke sikap semula.
- e) Gerakan tersebut dilakukan berulang kali sebanyak mungkin selama 30 detik.
- f) Bersamaan dengan aba-aba "Ya", stopwatch dijalankan dan tepat pada detik ke 30, stopwatch dihentikan.
- g) Setiap siswa (testee) diberi kesempatan melakukan satu kali.

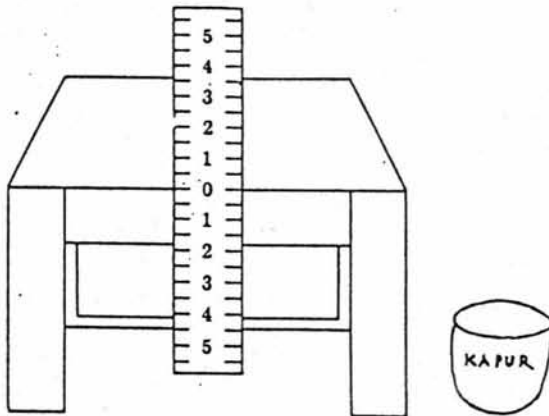
5) Pencatatan hasil. Hasil yang dicatat adalah berapa kali siswa (testee) dapat melakukan tes tersebut selama 30 detik.

Catatan :

- 1) Jari-jari tangan harus tetap bersilang selip dan melekat pada tengkuk selama tes berlangsung.
- 2) Selama tes berlangsung, lutut tetap seperti semula.
- 3) Kedua siku tidak diperbolehkan ikut membantu menolak.
- 4) Gerakan yang sah adalah apabila kedua siku menyentuh/melewati kedua lutut.

g. Lentuk togok ke muka (Forward flexion of trunk).

- 1) Tujuan.  
Tes ini bertujuan untuk mengukur kelentukan togok.
- 2) Alat dan Perlengkapan.
  - a) Kapur/magnesium karbonat.
  - b) Formulir dan alat tulis.
  - c) Bangku pengukur kelentukan. (lihat gambar 20).



Gambar 20

Catatan :

Bila bangku pengukur kelentukan tidak ada, dapat dipergunakan bangku dengan penggaris yang dipasang di tengah-tengah sisi bangku tersebut. Skala penggaris sepanjang 50 cm, yang terbagi sebagai berikut: 20 cm berada di atas, 30 cm di bawah, dihitung dari permukaan atas bangku, sehingga angka 0 pada mistar tepat berada pada permukaan bangku.

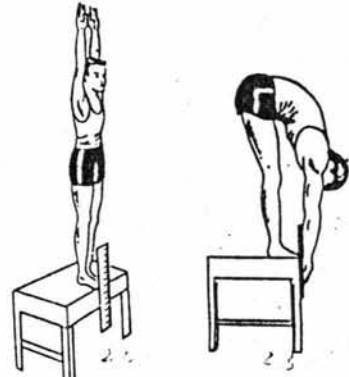
- 3) Pengetes.
  - a) Pengawas 1 orang.
  - b) Pencatat 1 orang.
- 4) Pelaksanaan tes.
  - a) Siswa (testee) berdiri di atas bangku dengan kedua kaki rapat, ujung jari kaki tidak melewati tepi bangku (lihat gambar 21).



Gambar 21

- b) Kedua ibu jari tangan berkaitan satu sama lain, sedangkan kedua lutut harus lurus (lihat gambar 22).

- c) Kemudian togok dibungkukkan pelan-pelan dan kedua tangan berusaha mencapai skala serendah mungkin dan sikap ini dipertahankan selama 3 detik (lihat gambar 23).



- d) Tes ini dilakukan 2 kali berturut-turut.

Catatan :

- 1) Agar lutut tidak ditekuk, pengetes boleh menekan kedua lutut siswa (testee).
- 2) Apabila siswa (testee) melakukan dengan lutut ditekuk, maka tes ini harus diulang.
- 5) Pencatatan hasil.
  - a) Yang diukur adalah tanda bekas jari yang terjauh.
  - b) Hasil yang dicatat adalah angka skala yang dapat dicapai oleh kedua ujung jari tangan dalam 2 kali usaha.
  - c) Pencatatan dilakukan sampai setengah sentimeter.
  - d) Kalau kedua ujung jari tangan siswa (testee) dapat mencapai skala di bawah permukaan bangku, maka hasilnya positif (dihitung mulai dari permukaan bangku sampai skala yang dicapai kedua ujung jari tangan). Misalnya seorang siswa melakukan tes dengan hasil 5 cm di bawah permukaan bangku, maka ditulis + 5.0 cm, sedangkan jika kedua ujung jari tangan hanya dapat mencapai skala di atas bangku, hasilnya negatif (dihitung mulai dari permukaan bangku sampai skala yang dicapai kedua ujung jari tangan). Misalnya seorang siswa (testee) melakukan tes dengan hasil 3 cm di atas permukaan bangku, maka ditulis - 3.0 cm.

h. Lari jauh

Jarak 1000 m, untuk putera umur 12 tahun ke atas.  
Jarak 800 m, untuk puteri umur 12 tahun ke atas.

- 1) Tujuan :  
Tes ini bertujuan untuk mengukur daya tahan jantung, peredaran darah dan pernafasan.
- 2) Alat dan perlengkapan.
  - a) Stopwatch menurut keperluan.
  - b) Lintasan, diukur dengan tepat dan sedapat mungkin datar.
  - c) Bendera start 1 buah.
  - d) Formulir dan alat tulis.
- 3) Pengetes.
  - a) Starter 1 orang.
  - b) Pengambil waktu menurut keperluan.
  - c) Pengawas 1 orang.
  - d) Pencatat 1 orang.
- 4) Pelaksanaan tes.
  - a) Start dilakukan dengan start berdiri.
  - b) Pada aba-aba "Bersedia", siswa (testee) berdiri dengan salah satu ujung jari kakinya sedekat mungkin dengan garis start.

- c) Setelah tenang, aba-aba "Siap" diberikan dan pada aba-aba "Ya", siswa (testee) segera berlari menempuh jarak yang telah ditentukan.
- d) Bersamaan dengan aba-aba "Ya", stopwatch dijalankan dan pada saat siswa (testee) mencapai garis finish, stopwatch dihentikan.
- e) Siswa (testee) diberi kesempatan melakukan satu kali.

## Catatan

- 1) Apabila dalam menempuh jarak tersebut siswa (testee) tidak kuat berlari terus, dapat diselingi dengan berjalan.
- 2) Siswa (testee) tidak boleh berhenti sebelum mencapai garis finish.
- 5) Pencatatan hasil.
  - a) Hasil yang dicatat adalah waktu yang dicapai untuk menempuh jarak tersebut.
  - b) Waktu yang dicapai dihitung sampai persepuluh detik.

## PENILAIAN.

## 1. PETUNJUK PENILAIAN.

- a. Penilaian tingkat kebugaran jasmani dapat dibedakan antara putera dan puteri, masing-masing dapat dilakukan dengan :
  - 1) Tanpa memperhitungkan faktor umur, tinggi dan berat badan.
  - 2) Dengan memperhitungkan faktor umur, tinggi dan berat badan.

- b. Hasil tes ini merupakan hasil kasar. Hasil kasar dari tiap-tiap jenis tes diubah menjadi nilai dengan menggunakan tabel-T (lihat tabel 7 dan tabel 8). Nilai dari ketujuh jenis tes dijumlahkan. Kemudian dengan menggunakan tabel 1 dan tabel 3 dapat diketahui tingkat kebugaran jasmani siswa (testee).
- c. Untuk menilai dengan memperhitungkan faktor umur, tinggi dan berat badan, lebih dahulu harus dicari nilai eksponen dari ketiga faktor tersebut. Ketiga nilai eksponen dijumlahkan. Dengan menggunakan tabel 2 dan tabel 4, kita dapat mengetahui golongan dari siswa (testee) tersebut.
- d. Setelah mengetahui golongan dan mengetahui jumlah nilai yang diperolehnya, dengan menggunakan tabel 5 dan tabel 6, dapat diketahui tingkat kebugaran jasmani siswa (testee) tersebut.
- e) Hasil kasar yang dinilai adalah :
  - 1) Lari cepat 50 meter; yang dinilai waktu yang terbaik.
  - 2) Lompat jauh tanpa awalan; yang dinilai lompatan terjauh.
  - 3) a) Bergantung angkat badan; yang dinilai berapa kali siswa (testee) dapat melakukannya.  
b) Bergantung siku tekuk; yang dinilai berapa lama siswa (testee) dapat melakukannya.
  - 4) Lari hilir-mudik 4 x 10 meter; yang dinilai waktu yang terbaik.
  - 5) Baring duduk 30 detik; yang dinilai berapa kali siswa (testee) dapat melakukannya.
  - 6) Lentuk togok ke muka; yang dinilai jarak pencapaian terendah dari lantai.
  - 7) Lari jauh; yang dinilai waktu yang dicapai.

LAMPIRAN 6: PENGUKURAN DARAH LENGKAP (DL)



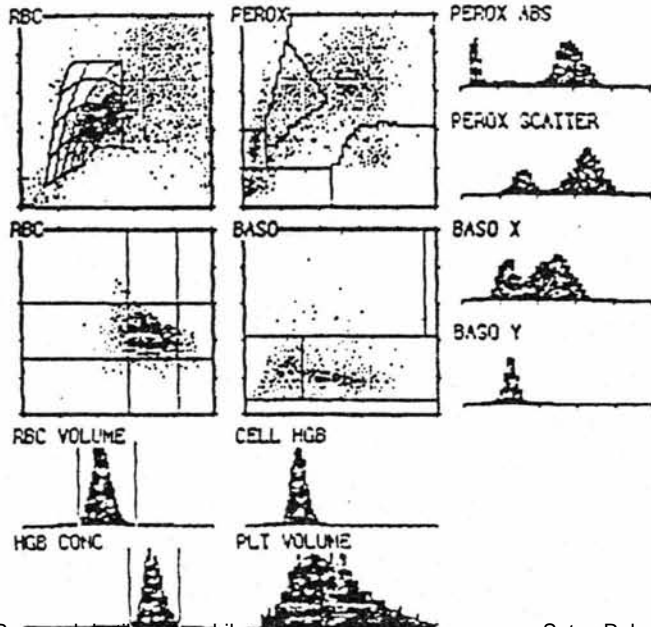
L. Bogowanto No. 27 Telp. (031) 581953, 571010 Fax. (031) 575476 Surabaya - 60241

HEMATOLOGY Final Patient REPORT 23/05/97 05:15 PM

SAMPLE ID: 765 DOC :  
 PAT# : 970523NR2  
 NAME : RAJEN PANJI  
 AGE : SEX : M  
 ADD :

TEST	RESULT	OUT OF RANGE	EXPECT RANGE	UNITS
WBC	7.79		( 4.8- 10.8 )	x10.e3 /uL
RBC	5.10		M( 4.7- 6.1 )	x10.e6 /uL
HGB	14.7		M( 14- 18 )	g/dL
HCT	42.0		M( 42- 52 )	%
MCV	82.4		M( 80- 94 )	fL
MCH	28.8		( 27- 31 )	pg
MCHC	35.0		( 33- 37 )	g/dL
CHCM	33.9		( 33- 37 )	g/dL
RDW	12.8		( 11.5- 14.5 )	%
HDW	2.79		( 2.2- 3.2 )	g/dL
PLT	312		( 130- 400 )	x10.e3 /uL
PDW	44.6		( 25- 65 )	%
PCT	0.27		( 0.12- 0.36 )	%
MPV	8.6		( 7.2- 11.1 )	fL
LI	1.96		( 1.90- 3.0 )	%
%NEUT	65.1		( 40- 74 )	%
%LYMP	22.1		( 19- 48 )	%
%MONO	8.4		( 3.4- 9.0 )	%
%EOS	1.7		( 0- 7 )	%
%BASO	0.4		( 0- 1.5 )	%
%LUC	2.3		( 0- 4 )	%
#NEUT	5.07		( 1.9- 8 )	x10.e3 /uL
#LYMP	1.72		( 0.9- 5.2 )	x10.e3 /uL
#MONO	0.65		( 0.16- 1 )	x10.e3 /uL
#EOS	0.13		( 0- 0.8 )	x10.e3 /uL
#BASO	0.03		( 0- 0.2 )	x10.e3 /uL
#LUC	0.18		( 0- 0.4 )	x10.e3 /uL

ANISO  
 MICRO  
 MACRO  
 VAR  
 HYPO  
 HYPER  
 LSHIFT +  
 ATYP  
 BLAST  
 %BLAST 5.5  
 OTHER 1  
 OTHER 2



KETERANGAN TENTANG HASIL-HASIL TES DARAH LENGKAP  
TECHNICON H-3

1. WBC (White Blood Cell count) adalah jumlah sel darah putih atau leukosit per ul darah.
2. RBC (Red Blood Cell count) adalah jumlah sel darah merah atau eritrosit per ul darah.
3. HGB (Hemoglobin) adalah jumlah hemoglobin per 100 ml darah (g/dl).
4. HCT (Hematocrit) adalah volume semua eritrosit per 100 ml dan disebut dengan % (vol/vol).
5. MCV (Mean Corpuscular volume) adalah rata-rata sebuah eritrosit yang disebut dengan fl (femtoliter =  $10^{-15}$  liter).
6. MCH (Mean corpuscular Hemoglobin) adalah rata-rata banyaknya hemoglobin yang terdapat dalam sebuah eritrosit dan disebut dalam Og (Pikogram =  $10^{-12}$  gram).
7. MCHC (Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration) adalah rata-rata konsentrasi hemoglobin yang terdapat dalam sebuah eritrosit dan disebut dalam g/dl atau % (g/vol).
8. RDW (Red Distribution Width) adalah nilai koefisien variasi (coefficient of variation) yang berhubungan dengan variasi dalam volume eritrosit-eritrosit: secara visual RDW ditayangkan oleh histogram RBC VOLUME.
9. PLT (Platelet count) adalah jumlah trombosit per ul darah.

10. MPV (Mean Platelet Volume) adalah volume rata-rata sebuah trombosit disebut dengan fl (femtoliter =  $10^{-15}$  liter).
11. PDW (Platelet Distribution Width) adalah nilai koefisien variasi (coefficient of variation) yang berhubungan dengan variasi dalam volume trombosit-trombosit; secara visual PDW ditayangkan oleh histogram PLT VOLUME.
12. PCT (Platocrit) adalah volume semua trombosit dalam 100 ml darah dan disebut dalam % (vol/vol)
13. HDW (Hemoglobin Distribution Width) adalah nilai standar deviasi (standard deviation) yang berhubungan dengan MCHC; secara visual HDW ditayangkan oleh histogram HGB CONC.
14. LI (Libularity Index) adalah angka perbandingan antara leukosit-leukosit berinti segmen (PMN = Polymorphonuclear leukocytes) dengan leukosit yang intinya tidak terbelah (MN = Mononuclear leukocytes) : perbandingan ini ditayangkan juga dalam cytogram BASO.
15. MPXI ( Mean Peroxidase Index) adalah angka yang menandakan aktivitas atau banyaknya peroxidase dalam leukosit-leukosit neutrofil.
16. LUC (Large Unstained Cell) adalah sel-sel berukuran besar yang tidak mengandung peroxidase ; LUC tidak dapat dimasukkan dalam salah satu golongan leukosit oleh alat Technicon H-3.
17. RBC Size
  - Aniso : Anisositosis, yaitu variasi abnormal dalam ukuran eritrosit.

- **Mikro** : Mikrositosis, yaitu keadaan yang ditandai oleh adanya sebagian eritrosit yang berukuran lebih kecil dari pada normal.
- **Makro** : Makrositosis, yaitu keadaan yang ditandai oleh adanya sebagian eritrosit yang berukuran lebih besar dari pada normal.

#### 18. RBC Color

- **Var** : yaitu keadaan yang ditandai oleh terdapatnya eritrosit-eritrosit yang berbeda warna merahnya atau oleh adanya warna kebiru-biruan (Anisokromi; Polikromasi).
- **Hypo** : Hipokromi, yaitu keadaan yang ditandai oleh adanya eritrosit-eritrosit yang lebih pucat dari pada normal.
- **Hyper** : Hiperkromi, yaitu keadaan yang ditandai oleh adanya eritrosit-eritrosit yang tidak mempunyai bagian pucat di tengahnya.

#### 19. WBC

- **Left Shift**: adalah peristiwa munculnya sel-sel yang lebih muda dalam jumlah lebih banyak; istilah ini biasanya diterapkan kepada jajaran granulosit.
- **Atyp** : adalah tanda bertambahnya limfosit atipis (atypical lymphocytes) dalam darah tepi.



**-Blasts** : blast adalah sel termuda dalam salah satu jajaran hematologis tertentu, seperti mieoblast, limfoblast dan lain-lain.

**LAMPIRAN 7: METODE PENGUKURAN SUB SET LIMFOSIT Th DAN Ts****I. Bahan dan Alat****1. Bahan :**

- sampel darah kira-kira 10 cc dalam EDTA.
- Dulbecco's phosphate-buffered saline (PBS) dengan serum atau normal saline (PH 7.2-7.4).
- ficoll-hypaque (1.077 gm/ml) atau lymphoprep (density 1.077 g/ml).
- Aquades
- Reagen OKT4 (CD4) dan OKT8 (CD8) dengan floourescein isothiocynate (FITC)

**2. Alat :**

- Tabung pemusing ( 15 ml ) dan tabung dengan EDTA
- Kertas label dan rak tabung
- Pipet Pasteur
- Refrigerated centrifuge (wing) yang suhunya dapat diatur, khususnya pada temperatur ruangan ( $25^{\circ}\text{C} + 5^{\circ}\text{C}$ ) dan suhu  $2-8^{\circ}\text{C}$ .
- PH meter
- Vortex mixer
- Ice water bath (  $0-4^{\circ}\text{C}$  )
- Mikropipet ( 5-100 mikroliter )
- Object glass dan Cover glass
- Mikroskop floresen yang mempunyai filter ( exite = 488 nm dan emits = 518 nm).

**II. Cara Penyiapan Sediaan Limfosit**

- a. Siapkan tabung pemusing ( 15 ml ) dengan 2 ml Ficoll-Hypaque atau Lymphoprep dengan konsentrasi 1.077 g/ml
- b. Sampel darah dengan EDTA, ditambah PBS atau NS kira-kira 2 kali volume darah, dituangkan pelan-pelan dengan pipet pasteur pada dinding tabung yang berisi Ficoll-Hypaque atau lymphoprep.
- c. Selanjutnya tabung FH atau lymphoprep yang telah dituangi darah tersebut dipusingkan dengan
  - kecepatan 2500-3000 rpm
  - temperatur ruangan ( $\pm 25^{\circ}\text{C}$ )
  - selama 10 - 15 menit.
- d. Pengambilan lapisan limfosit
  - Buang lapisan paling atas yang berisi plasma dan larutan PBS atau NS.
  - Ambil lapisan limfosit (berupa lapisan mirip awan) dengan pipet pasteur
  - Lapisan limfosit tersebut dimasukkan dalam tabung lain
- e. Pencucian lapisan limfosit  
Pencucian dilakukan dgn menambahkan larutan PBS atau NS sebanyak 5 ml, kemudian dipusingkan selama 10 menit dengan kecepatan 2500-3000 rpm.

- f. Selanjutnya tuang larutan PBS atau NS untuk disisakan endapan suspensi limfosit.

### 3. Penglabelan Limfosit

- a. Tambahkan endapan suspensi limfosit dengan PBS atau NS sebanyak 200 mikroliter, kemudian di vortex mixer.
- b. Kemudian bagi menjadi 2 bagian masing-masing 100 mikroliter pada tabung yang berlabel OKT4 dan OKT8
- c. Masing-masing tabung yang berlabel tersebut satu tabung diberikan reagen OKT4 dan tabung yang satunya diberikan reagen OKT8 sebanyak 10 mikroliter.
- d. Diinkudasi dalam ice water bath selama 15-30 menit dan dipusingkan dalam suhu  $2-8^{\circ}\text{C}$

### III. Pelaksanaan Pengukuran Rasio TH dan TS Terhadap Jumlah Total Limfosit

- a. Ambil suspensi limfosit 10 mikro liter diletakan di atas object glass dan tutup dengan cover glass
- b. Pasang object glass pada mikroskop floresen, pilih lima tempat lapang pandang pada sediaan (lihat gambar dibawah ini
- c. Penghitungan :
  - Tiap lapang pandang dihitung jumlah limfosit dengan mikroskop cahaya biasa (13,5 volt). kemudian cahaya biasa dimatikan dan dibuka tutup filter cahaya untra violet untuk dihitung jumlah limfosit yang berpendar floresen
  - penentuan jumlah limfosit yang dihitung, yaitu jumlah limfosit dalam luas lensa mikroskop. sedangkan limfosit yang tampak  $3/4$  penampang sel dan  $1/2$  dan penampang sel yang letaknya pada separuh lapang pandang sebelah kanan pengamat dimasukkan dalam hitungan. Tetapi separuh lapang pandang sebelah kiri pengamat yang terlihat  $1/2$  penampang sel tidak dimasukkan hitungan.
  - Kelima hasil rasio : sel berpendar/total limfosit dijumlah dan dibagi lima.

## LAMPIRAN 8

## METODA PENGUKURAN IMUNOGLOBULIN (IG)

## 1. Bahan dan Alat

- a. Bahan :
  - serum ( 5cc darah dipisahkan plasmanya dengan pemusingan.
  - reagen IgA, IgG dan IgM dari "Behring"
- b. Alat :
  - Tabung
  - Mikropipet
  - Behring Turbitime System (340 nm)

## 2. Metode pengukuran imunoglobulin adalah Turbidimetri.

Cara : 50 mikroliter serum + 1000 mikroliter larutan NaCl isotonis. Kemudian diambil 20 mikroliter ditambah reagen IgA atau IgG atau IgM sebanyak 500 mikroliter. Selanjutnya diukur dengan alat "Behring Turbitime System" ( 340 nm) yang sebelumnya dilakukan kontrol (blangko).

LAMPIRAN 9

LAMPIRAN 9.1

----- ONEWAY -----

Variable UN  
By Variable GROUP

Analysis of Variance

Source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	3	1.7333	.5778	2.3791	.0794
Within Groups	56	13.6000	.2429		
Total	59	15.3333			

Group	Count	Mean	Standard Deviation	Standard Error	Minimum	Maximum	95 Pct Conf Int for Mean
Grp 1	15	16.2667	.4577	.1182	16.0000	17.0000	16.0132 To 16.5202
Grp 2	15	16.3333	.6172	.1594	15.0000	17.0000	15.9915 To 16.6751
Grp 3	15	16.1333	.3519	.0909	16.0000	17.0000	15.9385 To 16.3282
Grp 4	15	16.6000	.5071	.1309	16.0000	17.0000	16.3192 To 16.8808
Total	60	16.3333	.5098	.0658	15.0000	17.0000	16.2016 To 16.4650
Fixed Effects Model			.4928	.0636			16.2059 To 16.4608
Random Effects Model				.0981			16.0210 To 16.6456

Random Effects Model - Estimate of Between Component Variance .0223

Tests for Homogeneity of Variances

Cochrans C = Max. Variance/Sum(Variiances) = .3922, P = .200 (Approx.)

Bartlett-Box F = 1.423, P = .234

Maximum Variance / Minimum Variance 3.077

Multiple-Range Test

Tukey-HSD Procedure

Ranges for the .050 level -

3.74 3.74 3.74

The ranges above are table ranges.

The value actually compared with Mean(J)-Mean(I) is..

.3485 + Range + Sqrt(1/N(I) + 1/N(J))

No two groups are significantly different at the .050 level

LAMPIRAN 9.2

----- O N E W A Y -----

Variable BB  
By Variable ERGUP

Analysis of Variance

Source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	3	36.1333	12.0444	.2738	.8441
Within Groups	56	2463.8667	43.9976		
Total	59	2500.0000			

Group	Count	Mean	Standard Deviation	Standard Error	Minimum	Maximum	95 Pct Conf Int for Mean
Grp 1	15	50.4000	7.5005	1.9366	40.0000	62.0000	46.2464 To 54.5536
Grp 2	15	51.4000	5.5523	1.4336	44.0000	59.0000	48.3252 To 54.4748
Grp 3	15	52.0667	6.7344	1.7368	42.0000	64.0000	48.3373 To 55.7961
Grp 4	15	50.1333	6.5994	1.7040	41.0000	64.0000	46.4787 To 53.7880
Total	60	51.0000	6.5094	.8404	40.0000	64.0000	49.3184 To 52.6816
Fixed Effects Model			6.6331	.8563			49.2846 To 52.7154
Random Effects Model				.8563			48.2748 To 53.7252

WARNING - Between component variance is negative  
it was replaced by 0.0 in computing above random effects measures

Random Effects Model - Estimate of Between Component Variance -2.1302

Tests for Homogeneity of Variances

Cochrans C = Max. Variance/Sum(Variiances) = .3197, P = .745 (Approx.)  
Bartlett-Box F = .407, P = .748  
Maximum Variance / Minimum Variance 1.825

Multiple Range Test

Tukey-HSD Procedure  
Ranges for the .050 level -

3.74 3.74 3.74

The ranges above are table ranges.  
The value actually compared with Mean(J)-Mean(I) is,  
 $4.6903 * Range * \text{Sqrt}(1/N(I) + 1/N(J))$

No two groups are significantly different at the .050 level

**LAMPIRAN 9.3**

Variable TO  
By Variable GROUP

Analysis of Variance

Source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	Prob.
Between Groups	3	229.1512	76.3837	2.7347	.0521
Within Groups	56	1564.1747	27.9317		
Total	59	1793.3258			

Group	Count	Mean	Standard Deviation	Standard Error	Minimum	Maximum	95 Pct Conf Int for Mean
Grp 1	15	163.9733	6.2472	1.6130	164.2000	176.0000	160.1107 To 167.0309
Grp 2	15	161.9200	4.5285	1.1685	162.0000	171.0000	159.4139 To 164.4261
Grp 3	15	168.3200	6.1476	1.5873	167.5000	179.5000	163.4156 To 170.2244
Grp 4	15	166.0533	3.7931	.9807	160.4000	174.4000	163.9500 To 168.1566
Total	60	164.5917	6.5102	.7118	162.2000	179.5000	163.1675 To 166.0159
Fixed Effects Model			5.2350	.6823			163.2249 To 165.9585
Random Effects Model				1.1283			161.0010 To 168.1824
Random Effects Model - Estimate of Between Component Variance					3.2361		

Tests for Homogeneity of Variances

Cochran's C = Max. Variance/Sum(Variances) = .2493, P = .465 (Approx.)  
 Bartlett-Box F = 1.015, P = .209  
 Maximum Variance / Minimum Variance = 2.795

Multiple Range Test

Tukey-HSD Procedure

Ranges for the .050 level =

3.74 3.74 3.74

The ranges above are table ranges.

The value actually compared with Mean(J)-Mean(I) is..

3.737; t Range \* Sqrt(1/N(I) + 1/N(J))

No two groups are significantly different at the .050 level

## LAMPIRAN 9.4

----- ONEWAY -----

Variable TKAI  
By Variable GROUP

## Analysis of Variance

Source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	P Prob.
Between Groups	3	172.2445	44.0315	3.0870	.4343
Within Groups	56	799.1440	14.2704		
Total	59	931.3885			

Group	Count	Mean	Standard Deviation	Standard Error	Minimum	Maximum	95 Pct Conf Int for Mean	
Grp 1	15	78.1067	3.5082	.9058	73.4000	85.5000	76.1639	To 80.0495
Grp 2	15	77.1067	3.7272	.9524	70.4000	84.1000	75.0426	To 79.1707
Grp 3	15	80.3400	4.4783	1.1563	75.1000	88.5000	77.2600	To 82.5200
Grp 4	15	80.6267	3.2903	.8496	73.5000	86.1000	78.8045	To 82.4488
Total	60	79.0430	3.9732	.5129	70.4000	88.3000	73.0186	To 80.0714
Fixed Effects Model			3.7776	.4877			79.0680	To 80.0220
Random Effects Model				.8571			76.3172	To 81.7723

Random Effects Model - Estimate of Between Component Variance 1.9374

## Tests for Homogeneity of Variances

Cochran's C = Max. Variance/Sum(Variations) = .3513, P = .442 (Approx.)  
 Bartlett-Six F = .502, P = .661  
 Maximum Variance / Minimum Variance 1.352

## Multiple Range Test

## Tukey-RSD Procedure

Ranges for the .050 level -

3.74 3.74 3.74

The ranges above are table ranges.

The value actually compared with Mean(J)-Mean(I) is..

 $2.6712 + \text{Range} + \text{Sqrt}(1/N(I) + 1/N(J))$ 

No two groups are significantly different at the .050 level



**LAMPIRAN 9.5**

Variable TMIN  
By Variable GROUP

----- G N E W A Y -----

## Analysis of Variance

Source	D.F.	Sua of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	3	314.5633	104.8611	2.3806	.0792
Within Groups	56	2466.6667	44.0476		
Total	59	2781.2500			

Group	Count	Mean	Standard Deviation	Standard Error	Minimum	Maximum	95 Per Cent Int for Mean
Grp 1	15	72.0000	6.4918	1.6752	60.0000	80.0000	68.4050 To 75.5950
Grp 2	15	67.6667	4.1690	1.0764	60.0000	75.0000	65.5579 To 69.7754
Grp 3	15	74.0000	7.3376	2.0237	60.0000	90.0000	67.6677 To 78.0403
Grp 4	15	71.3333	7.4322	1.9190	60.0000	80.0000	67.2175 To 75.4492
Total	60	71.2500	6.8658	.8664	60.0000	90.0000	69.4764 To 73.0236
Fixed Effects Model		6.6368	.8668				69.3332 To 72.5668
Random Effects Model			1.3220				69.9429 To 75.4571

Random Effects Model - Estimate of Between Component Variance 4.1642

## Tests for Homogeneity of Variances

Cochran's C = Max. Variance/Sum(Variances) = .3426, P = .470 (approx.)  
Bartlett-Dox F = 1.832, P = .131  
Maximum Variance / Minimum Variance 3.534

## Multiple Range Test

## Duncan-KSD Procedure

Ranges for the .050 level -

3.74 3.74 3.74

The ranges above are table ranges.

The value actually compared with Mean(j)-Mean(i) is..

$4.6970 \neq \text{Range} \times \text{Bart}(1/N(i) + 1/N(j))$

No two groups are significantly different at the .050 level.

----- ONEWAY -----

Variable TMAX  
By Variable GROUP

Analysis of Variance

Source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	3	257.9167	85.9722	1.2930	.2858
Within Groups	56	3723.3333	66.4881		
Total	59	3981.2500			

Group	Count	Mean	Standard Deviation	Standard Error	Minimum	Maximum	95 Pct Conf Int for Mean
Grp 1	15	108.3333	8.5912	2.2183	90.0000	120.0000	103.5757 To 113.0910
Grp 2	15	105.6667	8.6327	2.2270	90.0000	120.0000	100.8360 To 110.4473
Grp 3	15	111.3333	6.3794	1.6523	100.0000	120.0000	107.7895 To 114.8772
Grp 4	15	109.6667	8.7550	2.2603	90.0000	120.0000	104.8173 To 114.5156
Total	60	108.7500	8.2145	1.0605	90.0000	120.0000	106.6280 To 110.8720
Fixed Effects Model			8.1540	1.0527			106.6412 To 110.8588
Random Effects Model				1.1970			104.9406 To 112.5594

Random Effects Model - Estimate of Between Component Variance 1.2989

Tests for Homogeneity of Variances

Cochran's C = Max. Variance/Sum(Variations) = .2283, P = 1.000 (Approx.)  
 Bartlett-Box F = .580, P = .841  
 Maximum Variance / Minimum Variance 1.972

Multiple Range Test

Tukey-HSD Procedure

Ranges for the .050 level -

3.74 3.74 3.74

The ranges above are table ranges.

The value actually compared with Mean(J)-Mean(I) is..

5.7653 \* Range \* Sqrt(1/N(I) + 1/N(J))

No two groups are significantly different at the .050 level

MAN WP BY kel(1,2) group(1,4)  
 /pri cell (all)/pri homo (all)/pri sionif (all)/disc/desio.

120 cases accepted.  
 0 cases rejected because of out-of-range factor values.  
 0 cases rejected because of missing data.  
 3 non-empty cells.

1 design will be processed.

Variable	CELL NUMBER							
	1	2	3	4	5	6	7	8
WP	1	1	1	1	2	2	2	2
GROUP	1	2	3	4	1	2	3	4

Cell Means and Standard Deviations

Variable .. WP	FACTOR	CODE	Mean	Std. Dev.	N	95 percent Conf. Interval	
KEL		pre					
	GROUP	kel_1	57.147	2.768	15	55.614	58.679
	GROUP	kel_2	55.340	3.006	15	53.675	57.005
	GROUP	kel_3	53.860	2.704	15	52.363	55.357
	GROUP	kontrol	54.607	3.305	15	52.776	56.437
KEL		pos					
	GROUP	kel_1	57.273	3.664	15	55.244	59.302
	GROUP	kel_2	49.120	3.996	15	46.907	51.333
	GROUP	kel_3	55.733	3.446	15	53.825	57.641
	GROUP	kontrol	55.080	5.436	15	52.070	58.090
For entire sample			54.770	4.271	120	53.998	55.542

Tests of Significance for WP using UNIQUE sums of squares

Source of Variation	SS	DF	MS	F	Sig. of F
WITHIN CELLS	1480.39	112	13.22		
CONSTANT	389970.35	1	389970.35	27233.85	.000
KEL	26.32	1	26.32	1.99	.161
GROUP	372.34	3	124.11	9.39	.001
KEL BY GROUP	291.96	3	97.32	7.36	.000

pro if (kel=1).

-----

Univariate Homogeneity of Variance Tests

Variable .. VP

Cochrans C(14,4) = .31270, P = .852 (approx.)  
 Bartlett-Box F(3,5645) = .22986, P = .876

-----

Tests of Significance for VP using UNIQUE sums of squares

Source of Variation	SS	DF	MS	F	Sig of F
WITHIN CELLS	489.00	56	8.73		
CONSTANT	183076.41	1	183076.41	20965.86	.000
GROUP	89.26	3	29.75	3.41	.024

-----

pro if (kel=2).

-----

Univariate Homogeneity of Variance Tests

Variable .. VP

Cochrans C(14,4) = .41732, P = .113 (approx.)  
 Bartlett-Box F(3,5645) = 1.21113, P = .304

-----

Tests of Significance for VP using UNIQUE sums of squares

Source of Variation	SS	DF	MS	F	Sig of F
WITHIN CELLS	991.39	56	17.70		
CONSTANT	176920.26	1	176920.26	9993.57	.000
GROUP	575.04	3	191.68	10.83	.000

-----

pro if (group=1).

-----

Univariate Homogeneity of Variance Tests

Variable .. VP

Cochrans C(14,2) = .63666, P = .306 (approx.)  
 Bartlett-Box F(1,2352) = 1.04962, P = .306

Tests of Significance for VP using UNIQUE sums of squares

Source of Variation	SS	DF	MS	F	Sig of F
WITHIN CELLS	295.15	28	10.54		
CONSTANT	98189.52	1	98189.52	9315.05	.000
KEL	.12	1	.12	.01	.916

pro if (group=2).

-----  
Univariate Homogeneity of Variance Tests

Variable .. VP

Cochrans C(14,2) = .63859, P = .299 (approx.)  
Bartlett-Box F(1,2352) = 1.08061, P = .299

Tests of Significance for VP using UNIQUE sums of squares

Source of Variation	SS	DF	MS	F	Sig of F
WITHIN CELLS	350.06	28	12.50		
CONSTANT	81839.19	1	81839.19	6546.01	.000
VEL	290.16	1	290.16	23.21	.000

-----  
pro if (group=3).

-----  
Univariate Homogeneity of Variance Tests

Variable .. VP

Cochrans C(14,2) = .61893, P = .375 (approx.)  
Bartlett-Box F(1,2352) = .78721, P = .375

Tests of Significance for VP using UNIQUE sums of squares

Source of Variation	SS	DF	MS	F	Sig of F
WITHIN CELLS	268.55	28	9.59		
CONSTANT	90080.24	1	90080.24	9392.12	.000
VEL	26.32	1	26.32	2.74	.109

-----  
pro if (group=4).

-----  
Univariate Homogeneity of Variance Tests

Variable .. VP

Cochrans C(14,2) = .73014, P = .073 (approx.)  
Bartlett-Box F(1,2352) = 2.22140, P = .073

Tests of Significance for VP using UNIQUE sums of squares

Source of Variation	SS	DF	MS	F	Sig of F
WITHIN CELLS	566.63	28	20.24		
CONSTANT	90233.74	1	90233.74	4458.87	.000
VEL	1.68	1	1.68	.08	.775

TABEL HASIL PENERIKSAAN LABORATORIK

NOM	GROUP	SGOT	SGPT	TPROT	CREAT	WBC	RBC	HGB	HCT	LYMP
1	1	10	6	7.5	1.0	4.12	5.13	15.00	43.50	1.97
2	1	7	8	8.3	.9	5.30	5.16	15.30	45.20	1.49
3	1	8	8	7.7	1.0	4.85	5.41	16.20	44.10	1.23
4	1	7	4	8.2	.9	5.98	5.05	14.90	42.90	2.21
5	1	12	10	8.0	1.0	6.49	5.20	15.60	48.00	2.76
6	1	9	7	8.0	1.0	4.96	5.29	15.70	45.40	1.61
7	1	9	6	9.1	1.1	4.24	4.89	12.50	37.90	1.07
8	1	10	6	8.6	.9	7.18	5.36	13.80	40.70	1.09
9	1	9	6	7.6	.9	4.07	4.91	12.20	37.60	1.18
10	1	10	8	7.5	1.0	6.07	5.09	14.70	42.70	2.35
11	1	9	4	8.9	.9	4.30	4.87	14.30	42.00	2.12
12	1	9	4	8.2	1.0	5.55	5.45	14.10	40.70	1.45
13	1	7	5	8.1	.9	3.90	4.96	15.00	44.20	1.28
14	1	10	9	7.7	.9	4.41	5.44	14.40	44.40	1.28
15	1	13	20	8.5	1.0	3.69	5.20	14.80	43.50	1.29
1	2	7	5	7.4	.9	5.85	4.89	14.90	44.90	1.63
2	2	8	3	6.7	.9	5.26	4.21	11.50	36.60	1.49
3	2	9	6	7.1	.9	7.15	4.61	13.80	42.00	2.28
4	2	10	17	7.5	1.0	5.44	5.14	16.00	47.80	1.70
5	2	18	13	7.8	1.0	7.69	5.50	15.70	47.40	3.30
6	2	10	9	7.7	1.1	9.60	5.56	15.80	48.00	1.56
7	2	8	6	7.3	1.1	5.34	5.06	14.90	46.00	2.07
8	2	8	5	7.6	1.2	6.71	5.28	15.60	46.90	2.04
9	2	10	6	7.6	.8	6.70	4.71	14.50	42.80	2.13
10	2	8	6	7.9	1.1	7.06	5.08	14.80	45.70	2.10
11	2	9	5	7.4	.9	9.20	4.77	13.50	41.20	2.14
12	2	8	6	7.5	.9	6.96	4.91	15.10	45.20	2.33
13	2	10	8	7.0	1.1	9.04	5.44	14.60	44.10	2.54
14	2	13	15	7.4	1.1	6.59	5.32	15.80	45.70	1.95
15	2	10	5	7.6	1.0	5.44	5.24	15.00	45.60	1.56
1	3	8	8	8.3	1.1	5.45	5.72	15.00	48.40	1.91
2	3	9	9	8.4	1.0	5.50	5.87	15.60	49.40	1.81
3	3	8	10	7.6	1.0	7.83	5.13	14.10	43.30	1.82
4	3	7	5	8.1	1.0	3.96	5.21	14.10	45.50	1.68
5	3	8	8	8.3	1.1	5.28	5.01	13.80	43.10	2.43
6	3	9	16	8.0	1.0	6.42	5.56	15.30	48.00	2.35
7	3	10	6	8.9	1.0	6.37	5.35	14.50	46.00	2.23
8	3	10	5	8.6	1.0	8.84	5.15	13.60	41.70	2.52
9	3	9	9	7.8	1.0	9.05	5.46	14.70	44.50	2.12
10	3	10	8	7.7	1.1	6.31	4.91	14.70	42.50	1.95
11	3	10	6	9.1	1.0	7.49	6.10	14.10	46.20	2.65
12	3	8	4	8.4	1.1	7.51	5.60	16.00	50.30	2.61
13	3	8	5	8.9	1.0	6.45	5.38	15.60	49.00	2.12
14	3	8	6	7.5	.9	4.15	5.59	14.60	46.00	2.33
15	3	11	13	8.8	1.0	5.71	6.45	15.20	48.20	2.17

Keterangan :

NOM = nomor urut dalam kelompok

GROUP : 1.1. Pretest kelompok 1  
 2.1 Pretest kelompok 2  
 3.1 Pretest kelompok 3  
 4.1 pretest kelompok 4  
 5.2 posttest kelompok 1  
 6.2 posttest kelompok 2  
 7.2 posttest kelompok 3  
 8.2 posttest kelompok 4

TPROT= total protein

CREAT= creatinin

WBC = leukosit

RBC = eritrosit

HGB = hemoglobin

HCT = hematokrit

TABEL : I

NO	GROUP	SGOT	SGPT	TPROT	CREAT	WBC	RBC	HGB	HCT	LYMP
1	4 1	23	15	7.4	1.0	5.81	5.24	14.70	45.00	2.43
2	4 1	8	9	7.9	1.1	6.97	4.96	14.00	43.00	2.86
3	4 1	10	5	8.5	1.2	4.51	5.58	15.60	47.00	2.01
4	4 1	9	5	8.5	.9	6.98	5.13	14.90	43.80	1.99
5	4 1	10	11	7.9	1.0	7.99	4.93	14.50	49.80	1.00
6	4 1	8	5	7.8	.9	9.17	5.53	15.10	45.50	2.20
7	4 1	10	5	8.5	1.1	7.09	5.54	15.10	51.50	.93
8	4 1	8	6	7.8	.9	8.88	5.01	14.10	43.20	1.85
9	4 1	7	5	7.9	.9	5.38	4.48	13.30	39.60	1.73
10	4 1	9	12	8.0	.9	4.75	5.42	14.20	42.70	1.64
11	4 1	10	7	7.6	1.2	7.51	5.33	16.00	47.30	1.36
12	4 1	11	10	7.5	1.0	10.31	5.45	15.70	45.90	1.28
13	4 1	7	6	7.2	.9	5.36	4.52	13.50	41.10	1.64
14	4 1	19	33	7.3	1.0	5.57	6.01	14.30	46.00	2.30
15	4 1	9	11	8.0	1.0	6.85	5.82	15.50	49.50	2.75
1	5 2	8	8	8.3	1.1	5.45	5.71	15.90	45.10	1.69
2	5 2	9	6	8.4	1.0	7.79	5.10	14.70	42.00	1.72
3	5 2	8	10	7.6	1.0	5.09	6.06	16.90	47.00	1.40
4	5 2	7	5	8.1	1.0	6.71	5.37	14.90	42.40	1.71
5	5 2	8	8	8.3	1.1	8.76	5.35	15.70	44.90	2.84
6	5 2	9	16	8.0	1.0	6.00	5.17	14.50	41.30	2.89
7	5 2	10	6	8.9	1.1	6.44	5.86	14.00	40.70	1.18
8	5 2	10	5	8.6	1.0	5.82	5.16	11.80	36.70	1.37
9	5 2	9	9	7.8	1.0	6.10	5.16	14.60	40.60	2.08
10	5 2	10	8	7.7	1.1	6.12	4.86	14.00	39.30	1.96
11	5 2	10	6	9.1	1.0	4.74	6.01	14.30	41.20	1.65
12	5 2	8	4	8.4	1.1	4.54	5.46	15.70	45.00	1.37
13	5 2	8	5	8.9	1.0	6.53	5.67	14.50	42.50	1.41
14	5 2	8	6	7.5	.9	5.34	5.20	14.70	40.20	1.95
15	5 2	11	13	8.8	1.0	5.76	5.26	15.50	52.00	1.03
1	6 2	7	5	8.3	.9	5.09	5.03	13.20	46.10	1.22
2	6 2	10	4	7.6	.9	8.51	5.12	14.30	49.10	.19
3	6 2	9	6	8.0	1.0	6.95	5.24	15.80	50.00	1.40
4	6 2	9	11	7.8	1.0	6.72	5.53	15.10	52.50	.26
5	6 2	9	8	8.2	1.1	7.92	5.77	15.60	53.50	.14
6	6 2	9	7	8.2	1.2	5.07	5.30	15.00	53.10	.62
7	6 2	8	6	7.7	1.1	5.62	5.60	13.60	38.80	.99
8	6 2	8	5	8.6	1.2	8.83	5.50	15.70	53.60	.76
9	6 2	10	6	7.9	.8	5.00	5.18	14.80	52.20	1.76
10	6 2	9	7	8.5	1.0	7.05	5.38	15.20	53.70	2.66
11	6 2	9	5	8.1	1.0	5.26	5.37	14.60	51.30	1.88
12	6 2	10	7	7.9	1.0	7.20	5.01	14.80	51.40	.76
13	6 2	9	10	7.7	1.0	7.07	5.65	14.30	50.10	1.45
14	6 2	8	11	8.1	1.2	6.00	5.76	16.20	54.00	.84
15	6 2	8	4	8.3	1.1	4.49	5.53	15.60	53.80	.91

TABEL :

NOM	GROUP	SGOT	SGPT	TPROT	CREAT	WBC	RBC	HGB	HCT	LYMP	
1	7	2	11	7	6.8	1.2	5.20	5.33	14.70	44.10	1.51
2	7	2	8	6	8.9	1.0	5.11	5.44	14.90	42.30	1.46
3	7	2	11	16	8.0	1.0	5.35	4.98	12.70	38.20	1.70
4	7	2	11	14	7.9	1.1	4.18	5.58	14.90	44.70	1.93
5	7	2	11	11	7.4	1.1	4.50	4.74	13.70	38.30	.98
6	7	2	10	14	7.3	1.2	4.59	5.92	14.60	47.20	1.66
7	7	2	24	33	8.0	1.1	5.71	5.66	15.20	46.20	1.67
8	7	2	8	5	7.8	1.0	4.17	5.55	13.60	42.20	1.51
9	7	2	8	6	8.3	1.0	7.26	5.63	14.50	43.00	1.87
10	7	2	7	6	7.8	1.0	5.17	4.97	13.90	40.70	1.70
11	7	2	12	15	7.8	.9	6.89	6.83	15.10	47.30	2.07
12	7	2	8	9	8.0	1.2	5.58	6.04	16.80	49.10	2.16
13	7	2	6	7	8.0	.9	3.86	5.64	14.90	47.90	.90
14	7	2	11	10	8.4	1.1	3.12	6.31	15.60	47.80	1.22
15	7	2	11	8	8.4	1.0	4.64	6.57	14.10	45.00	.59
1	8	2	8	9	7.8	1.0	6.86	5.36	14.40	50.50	2.34
2	8	2	8	6	7.7	.8	6.97	5.43	13.50	44.70	2.94
3	8	2	8	8	7.9	1.0	3.93	5.42	15.00	43.00	1.72
4	8	2	9	5	7.4	1.0	5.49	5.17	14.60	41.10	1.78
5	8	2	8	9	7.9	1.1	4.33	4.94	14.30	40.90	1.17
6	8	2	9	5	8.5	1.0	5.99	5.79	15.80	44.40	1.84
7	8	2	10	5	8.5	1.2	7.37	5.34	14.60	40.90	2.33
8	8	2	9	5	8.5	.9	7.73	5.30	14.60	41.50	2.49
9	8	2	8	5	7.8	.9	5.96	4.39	13.10	36.60	1.89
10	8	2	9	11	8.0	1.0	3.78	5.28	13.70	38.40	1.16
11	8	2	9	6	8.0	1.2	4.36	5.32	15.50	51.90	1.00
12	8	2	11	11	8.2	1.0	5.71	5.64	15.60	52.10	1.08
13	8	2	8	8	8.1	.9	5.36	5.00	14.70	50.50	1.22
14	8	2	18	27	7.8	1.0	5.02	6.31	14.50	53.60	1.67
15	8	2	10	13	8.3	1.1	7.85	5.58	15.70	43.70	2.26



LAMPIRAN 9.7

pro if (kel=1).  
 MHI sgpt sgpt creat tprot wbc rbc hgb BY group(1,4)  
 /pri cell (all)/pri homo (all)/pri signif (all)/disc/desig.

\*\*\*\*\* ANALYSIS OF VARIANCE -- DESIGN \*\*\*\*\*

EFFECT .. GROUP

Multivariate Tests of Significance (S = 3, M = 1 1/2, N = 24 )

Test Name	Value	Approx. F	Hypoth. DF	Error DF	Sig. of F
Pillais	.79081	2.65915	21.00	156.00	.000
Hotellings	1.36451	3.16221	21.00	146.00	.000
Wilks	.36132	2.92018	21.00	144.12	.000
Roys	.49894				

Eigenvalues and Canonical Correlations

Root No.	Eigenvalue	Pct.	Cum. Pct.	Canon Cor.
1	.99576	72.97507	72.97507	.70635
2	.31087	22.78211	95.75718	.48698
3	.05789	4.24282	100.00000	.23393

Dimension Reduction Analysis

Roots	Wilks L.	F Hypoth. DF	Error DF	Sig. of F	
1 TO 3	.36132	2.92018	21.00	144.12	.000
2 TO 3	.72111	1.50965	12.00	102.00	.133
3 TO 3	.94527	.60210	5.00	52.00	.699

Univariate F-tests with (3,56) D. F.

Variable	Hypoth. SS	Error SS	Hypoth. MS	Error MS	F	Sig. of F
SGPT	22.32523	438.90576	7.44174	7.83760	.94949	.423
SGPT	39.75969	1263.30052	13.25323	22.55894	.58749	.626
CREAT	.00145	.44832	.00048	.00801	.06044	.980
TPROT	7.16698	13.80142	2.38899	.24645	9.69347	.000
WBC	27.17436	110.14639	9.05812	1.96590	4.60528	.006
RBC	.83619	6.57463	.27873	.11740	2.37411	.080
HGB	4.00120	42.53078	1.33373	.75948	1.75612	.166

Averaged F-test with (21,392) D. F.

VARIABLES	Hypoth. SS	Error SS	Hypoth. MS	Error ME	F	Sig. of F
1 to 7	101.26510	1875.70782	4.82215	4.78497	1.00777	.452

## LAMPIRAN 10.1

## TABEL HASIL PRETEST KESEGERAN JASMANI ACPFT

LATIHAN 2 X SEMINGGU : SELASA - JUM'AT

No.	Nama	L. 50 M (dtk)	L. Jauh (cm)	Pull up	4x10M (dtk)	Sit-up (kali)	Lentuk (cm)	1000 M mot. dtk	Kesjas Jml-T
1.	NUR ADI K. Nilai-T	7.20 59	226 55	7 53	10.20 61	20 59	+16 52	4.49.97 39	S 378
2.	RADEN PANOJI Nilai-T	7.37 56	241 61	8 56	9.81 65	21 61	+13 48	5.44.94 30	S 377
3.	YOHANES A. N. Nilai-T	7.21 59	207 47	8 56	10.36 59	25 68	+14 50	4.54.19 38	S 377
4.	GUNAWAN Nilai-T	7.61 54	214 50	5 48	10.41 59	20 59	+6 38	4.41.45 40	S 348
5.	PITHRA KURNJA Nilai-T	8.17 45	221 53	4 45	10.06 62	24 66	+14 50	5.39.83 27	S 348
6.	FREDY ANANTA Nilai-T	7.15 59	211 49	3 48	10.96 53	14 47	+14 50	4.45.18 39	S 345
7.	PURWO ADHJE P. Nilai-T	7.67 52	214 50	4 45	10.56 57	18 55	+15 51	5.40.91 29	S 339
8.	ARIF SETIAGAMA Nilai-T	8.03 48	206 47	5 48	10.60 57	19 57	+10 44	6.04.16 32	S 333
9.	MOCH. UMAR H. Nilai-T	7.82 50	213 49	4 45	10.78 55	16 51	+16 52	6.05.31 26	S 328
10.	I NYOMAN B. M. Nilai-T	8.08 47	245 63	10 61	10.63 57	14 47	+2 31	7.17.71 20	S 326
11.	ADI JOKO R. Nilai-T	7.92 49	2.03 45	6 51	11.21 51	22 63	+6 38	5.51.80 28	S 325
12.	ACHMAL ISW. Nilai-T	8.79 37	1.88 40	9 58	10.81 55	20 59	+13 48	6.05.61 26	S 323
13.	ARIEF BUDI K. Nilai-T	8.50 41	225 54	5 48	11.07 47	17 53	+18 56	6.29.01 23	S 322
14.	CHANDRA K. W. Nilai-T	8.17 45	193 42	6 51	11.89 45	19 57	+19 58	6.03.14 26	S 324
15.	J NYOMAN I. P. A Nilai-T	7.76 50	219 52	4 45	11.89 45	19 57	+15 57	6.30.84 23	S 323

Keterangan:  
 L. 50 M = Lari sprint 50 meter  
 L. Jauh = Lompat jauh tanpa awalan  
 Pull-up = gantung-angkat badan  
 4x10M = shuttle-run 4 x 10 meter  
 Sit-up = baring-duduk  
 Lentuk = kelentukan togok  
 1000M = Lari jauh 1000 meter  
 Kesjas = Kesegaran Jasmani  
 Jml-T = jumlah nilai-T  
 S = Sedang  
 B = Baik  
 BS = Baik Sekali  
 K = Kurang

HASIL PRE TEST  
 KELOMPOK 11 SMA NEGERI 1 SEMARANG TH 1996/1997  
 LATIHAN 3 X SEMINGGU : SENIN - RABU - JUM'AT

No.	Nama	L. 50 M (dtk)	L. Jauh (cm)	Pull up	4x10M (dtk)	Sit-up (kali)	Lentuk (cm)	1000 M mnt. dtk	Kesjas Jml-T
1.	ANTON SETYO N Nilai-T	7.57 54	219 52	8 56	9.61 67	19 57	+17 54	4.44.91 40	S 390
2.	PURYANDONO Nilai-T	8.20 45	180 37	13 68	9.92 64	26 70	+17 54	4.07.37 49	S 378
3.	ARIF NUR E. Nilai-T	7.72 52	215 50	8 56	10.95 53	24 66	+18 56	4.43.21 40	S 373
4.	RYAN SAPUTRA Nilai-T	8.07 47	210 48	10 61	11.10 52	23 65	+18 56	6.56.32 20	S 349
5.	LUKMAN INDRA Nilai-T	8.45 41	215 50	6 51	10.92 54	27 72	+16 52	5.46.00 28	S 348
6.	ALJ ZAINAL Nilai-T	7.69 52	196 43	8 56	10.46 58	27 72	-15 21	4.23.21 44	S 346
7.	BUDIONO J.N. Nilai-T	8.61 40	184 41	9 58	9.73 66	21 61	+13 48	6.23.15 24	S 338
8.	ARDJAN YOSEP Nilai-T	10.67 23	210 48	9 58	11.12 52	25 68	+16 52	5.47.41 28	S 329
9.	SYAHRUL FAOZI Nilai-T	8.85 36	170 34	5 48	10.21 61	21 61	+10 44	4.23.21 44	S 328
10.	ISNU ARJINTO Nilai-T	8.25 43	205 46	4 45	11.05 52	19 57	+20 61	6.40.48 22	S 326
11.	PUTUT AGUNG Nilai-T	8.74 39	207 48	4 45	11.32 50	18 55	+13 49	4.41.87 40	S 326
12.	SRI BAGUS A. Nilai-T	8.24 45	178 37	5 48	11.25 50	25 68	+18 56	7.57.05 20	S 324
13.	NOVITA ALAM Nilai-T	8.47 41	216 51	2 38	11.06 52	24 66	+13 48	5.53.17 27	S 323
14.	ARJEF NUGROHO Nilai-T	8.02 48	194 43	5 48	12.38 40	20 59	+25 65	7.50.25 20	S 323
15.	SULUH WIDYO Nilai-T	8.12 47	192 42	6 51	11.31 50	22 63	+14 50	6.58.26 20	S 323

HASIL PRE TEST  
 KELOMPOK III SMA NEGERI 1 SEMARANG TH 1996/1997  
 LATIHAN 4 X SEMINGGU : SENIN-RABU-KAMIS-SABTU

No.	Nama	L. 50 M (dtk)	L. Jauh (cm)	Pull up	4x10M (dtk)	Sit-up (kali)	Lentuk (cm)	1000 M mnt. dtk	Kesjas Jml-T
1.	PRASETYA A.N Nilai-T	7.07 61	252 66	8 56	9.84 65	20 59	+12 46	4.55.28 37	S 380
2.	DANAR SAPUTRA Nilai-T	7.50 55	224 54	6 51	9.98 68	27 72	+15 50	5.42.35 29	S 379
3.	EKA SAPUTRA Nilai-T	7.04 63	232 57	8 56	11.14 52	20 59	+20 61	6.40.84 22	S 370
4.	ENIF TRI YP. Nilai-T	7.97 48	217 51	5 48	10.46 58	26 70	+15 51	6.27.01 23	S 349
5.	HENOCH SATYO B Nilai-T	7.50 55	193 42	3 42	9.92 64	18 55	+20 61	5.51.22 28	S 347
6.	ADI WIJAYANTO Nilai-T	8.29 43	235 58	5 48	10.24 61	25 68	+10 44	6.35.80 23	S 345
7.	GATOT PUJJ A. Nilai-T	7.97 48	224 45	4 58	10.89 54	19 57	+12 46	7.42.65 20	S 328
8.	ABI TECUH M. Nilai-T	8.76 37	210 48	4 45	10.94 54	20 59	+24 65	4.82.33 36	S 334
9.	ADI SULISTYO Nilai-T	8.00 48	193 42	5 48	10.22 61	15 49	+16 52	5.27.98 31	S 331
10.	BAMBANG A.P. Nilai-T	9.42 31	201 45	6 51	10.40 59	20 59	+11 45	4.48.24 39	S 329
11.	ANCAS S.P. Nilai-T	7.61 54	216 51	10 61	10.84 55	17 53	+4 34	7.21.23 20	S 328
12.	RAPTO HARDIAN Nilai-T	8.27 43	227 55	4 45	10.89 54	18 55	+11 45	5.46.15 28	S 325
13.	SULUH KRIDO L. Nilai-T	8.46 41	200 44	5 48	11.69 47	19 57	+21 62	6.19.55 24	S 323
14.	HUSNI MARADONA Nilai-T	8.92 36	222 53	1 35	10.84 55	22 63	+18 56	6.21.29 24	S 322
15.	ANUGRAH WIDI Nilai-T	7.65 52	238 60	5 48	10.84 55	15 49	+5 35	6.28.17 23	S 322

HASIL PRE TEST  
KELOMPOK KONTROL SMA NEGERI 1 SEMARANG TH 1996/1997  
TANPA LATIHAN

No.	Nama	L. 50 M (dtk)	L. Jauh (cm)	Pull up	4x10M (dtk)	Sit-up (kali)	Lentok (cm)	1000 M mnt.dtk	Kesjas Jml-T
1.	DANANG T.S. Nilai-T	7.21 59	244 63	7 53	10.39 59	22 63	+20 61	6.26.67 23	S 380
2.	MANGAPUL A.P. Nilai-T	7.28 57	223 53	10 61	10.46 58	21 61	+16 52	5.04.74 36	S 378
3.	IBNU FAJAR Z. Nilai-T	7.98 48	215 50	8 56	11.15 51	16 51	+25 65	4.08.27 48	S 369
4.	REISAL PRABAYA Nilai-T	7.90 49	253 66	4 45	10.54 58	23 65	+11 45	5.47.89 28	S 356
5.	MUJIB FAHMI Nilai-T	8.02 48	223 53	10 61	11.33 50	29 76	+11 45	6.57.15 20	S 353
6.	TAUFAN S. Nilai-T	8.28 43	226 55	7 53	11.83 46	22 63	+10 43	4.27.22 44	S 347
7.	TEDDY PRATAMA Nilai-T	7.68 52	204 46	5 48	12.13 43	22 63	+10 44	4.31.53 43	S 339
8.	SULISTYO AJI Nilai-T	8.28 43	210 49	8 58	10.39 59	20 61	+6 38	5.44.34 29	S 337
9.	REDY SEPTIADI Nilai-T	7.71 52	194 43	6 51	10.01 53	26 70	+7 39	6.56.03 20	S 331
10.	JNDRA AGUST. Nilai-T	8.23 45	214 50	10 61	13.23 35	16 51	+22 65	7.35.82 20	S 327
11.	RULLY CHRISTA Nilai-T	8.48 41	188 41	6 51	11.04 53	23 65	+17 54	6.25.49 23	S 324
12.	ADITYO W. Nilai-T	8.65 39	188 40	12 66	13.34 34	24 66	+20 61	6.59.27 20	S 323
13.	AWAL SHANDY Nilai-T	8.95 35	213 49	5 48	11.82 46	24 66	+20 61	6.55.30 20	S 325
14.	TRI SILVANTO Nilai-T	8.67 39	200 44	7 53	11.68 47	23 65	+17 54	7.34.35 20	S 322
15.	ANTONI PRALIS Nilai-T	7.85 49	210 48	6 51	11.21 51	17 53	+12 46	6.15.08 24	S 322

## LAMPIRAN 10.2

## TABEL HASIL POSTTEST KESEGERAN JASMANI ACSPT

LATIHAN 2 X SEMINGGU : SELASA - JUM'AT

No.	Nama	L. 50 M (dtk)	L. Jauh (cm)	Pull up	4x10M (dtk)	Sit-up (kali)	Lentuk (cm)	1000 M mnt. dtk	Kesjae Jml-T
1.	NUR ADI K. Nilai-T	7.26 57	2.36 59	9 58	10.10 62	25 68	+22 65	4.44.60 39	B 408
2.	RADEN PANDJI Nilai-T	7.37 56	245 63	9 58	9.59 67	22 63	+17 54	4.36.39 41	S 402
3.	YOHANES A.N. Nilai-T	7.13 61	208 47	8 56	10.09 62	25 68	+14 50	4.30.74 43	B 387
4.	GUNAWAN Nilai-T	7.57 54	216 51	5 48	10.23 61	20 59	+7 39	4.34.39 42	S 354
5.	PITHRA KURNIA Nilai-T	8.12 41	223 53	5 48	10.07 62	24 66	+16 52	5.28.95 31	S 353
6.	FREDY ANANTA Nilai-T	7.12 61	225 54	5 48	10.76 55	15 49	+19 58	4.45.16 39	S 364
7.	PURWO ADHIE P. Nilai-T	7.47 55	225 54	5 48	10.47 58	20 59	+17 54	4.34.39 42	S 370
8.	ARIF SETIAGAMA Nilai-T	8.02 48	207 47	6 51	10.41 59	19 57	+10 44	5.19.25 33	S 339
9.	MOCH. UMAR H. Nilai-T	7.70 52	223 53	4 45	10.58 57	18 55	+16 52	5.60.59 26	S 340
10.	J NYOMAN B.M. Nilai-T	7.65 52	252 66	10 61	10.61 57	23 65	+4 34	6.16.96 24	S 359
11.	ADI JOKO R. Nilai-T	7.80 50	205 46	7 53	10.51 58	22 63	+9 42	5.03.81 36	S 348
12.	ACHMAL ISW. Nilai-T	7.61 54	206 47	10 61	10.67 56	22 63	+14 50	4.56.19 37	S 368
13.	ARIEF BUDI K. Nilai-T	8.37 42	204 46	5 48	11.05 52	18 55	+18 56	5.08.26 35	S 346
14.	CHANDRA K.W. Nilai-T	8.15 45	208 47	6 51	11.45 49	20 59	+20 61	5.13.66 34	S 346
15.	J NYOMAN J.P.A Nilai-T	7.72 52	220 52	4 45	11.52 49	20 59	+15 51	6.20.24 24	S 332

HASIL POST TEST KESEGERAN JASMANI ACSFFT  
 KELOMPOK 11 SMA NEGERI 1 SENARANG TH 1996/1997  
 LATIHAN 3 X SEMINGGU : SENIN - RABU - JUM'AT

No.	Nama	L. 50 M (dtk)	L. Jauh (cm)	Pull up	4x10M (dtk)	Sit-up (kali)	Lentuk (cm)	1000 M mnt. dtk	Kesjas Jal-T
1.	ANTON SETYO N Nilai-T	7.18 59	235 58	10 61	9.18 71	24 66	+22 65	3.54.70 53	B 433
2.	PURYANDONO Nilai-T	7.39 56	245 63	13 68	9.49 68	26 70	+20 61	4.02.98 50	BS 436
3.	ARIF NUR E. Nilai-T	7.11 61	244 63	8 56	10.32 60	24 66	+19 58	4.11.03 48	B 412
4.	RYAN SAPUTRA Nilai-T	7.17 59	252 66	10 61	11.09 52	24 66	+18 56	5.17.03 33	B 393
5.	LURHAN INDRA Nilai-T	7.74 52	238 60	6 51	10.67 56	28 74	+16 52	5.11.30 34	S 379
6.	ALJ ZAINAL Nilai-T	6.88 64	240 61	8 56	9.20 71	27 72	+2 31	4.07.05 50	B 405
7.	BUDIONO J.N. Nilai-T	7.75 50	218 51	9 58	9.24 71	24 66	+16 52	4.57.05 37	B 385
8.	ARDJAN YOSEP Nilai-T	6.97 63	258 68	10 61	9.74 66	26 70	+18 56	4.17.31 46	BS 428
9.	SYAHRUL FAOLJ T-score	8.30 43	230 56	5 48	10.17 61	24 66	+15 51	4.17.33 46	S 366
10.	ISNU ARINTO Nilai-T	7.81 50	235 58	5 48	10.59 57	22 63	+20 61	4.50.73 38	S 375
11.	PUTUT AGUNG Nilai-T	7.50 55	237 59	4 45	9.64 67	21 61	+16 52	4.07.56 49	B 388
12.	SRI BAGUS A. Nilai-T	7.85 49	190 41	5 48	10.16 61	27 72	+18 56	6.37.04 22	S 349
13.	NOVITA ALAN Nilai-T	7.29 57	240 61	4 45	10.15 61	24 66	+15 51	4.38.35 41	B 382
14.	ARIEF NUGROHO Nilai-T	7.82 50	224 54	5 48	10.89 54	21 61	+26 69	6.37.25 22	S 352
15.	SUGUH WIDYO Nilai-T	7.72 52	248 64	6 51	10.75 55	23 65	+14 50	5.27.07 31	S 368

HASIL POST TEST KESEKARAN JASMANI ACSPEF  
 KELOMPOK III SMA NEGERI 1 SEMARANG TH 1996/1997  
 LATIHAN 4 X SEMINGGU : SENIN-RABU-KAMIS-SABTU

No.	Nama	L. 50 M (dtk)	L. Jauh (cm)	Pull up	4x10M (dtk)	Sit-up (kali)	Lentuk (cm)	1000 M mnt. dtk	Kesjas Jml-T
1.	PRASETYA A.N Nilai-T	6.84 65	263 70	12 66	8.28 78	24 66	+15 51	4.17.41 46	BS 442
2.	DANAR SAPUTRA Nilai-T	7.05 61	235 58	8 56	9.42 69	30 77	+19 58	4.08.16 48	B 427
3.	EKA SAPUTRA Nilai-T	7.01 63	236 59	9 58	11.12 52	21 61	+22 65	4.24.69 44	B 402
4.	ENIF TRI YP Nilai-T	7.76 50	224 54	6 51	10.16 61	29 76	+19 58	5.08.16 36	B 386
5.	HENOCH SATYO B Nilai-T	7.47 55	224 54	4 45	9.13 72	22 63	+22 65	4.32.16 42	B 396
6.	ADI WIJAYANTO Nilai-T	7.57 54	240 61	7 53	10.20 61	26 70	+16 52	4.32.40 42	B 393
7.	GATOT PUJI A. Nilai-T	7.45 55	237 59	10 61	10.42 59	22 63	+20 61	4.48.16 39	B 397
8.	ABI TEGUH M. Nilai-T	8.42 42	230 56	5 48	10.23 61	24 66	+25 68	4.28.17 43	B 384
9.	ADI SULISTYO Nilai-T	7.67 52	209 48	7 53	10.13 62	17 53	+20 61	4.53.01 38	S 367
10.	BAMBANG A.P. Nilai-T	8.18 45	215 50	8 56	10.07 62	27 72	+15 51	4.37.44 41	S 377
11.	ANCAS S.P. Nilai-T	7.13 59	234 58	12 66	10.35 59	24 66	+8 40	4.30.42 43	B 391
12.	RAPTO HARDIAN Nilai-T	7.69 52	248 64	5 48	10.59 57	18 55	+16 52	4.35.80 42	S 370
13.	SULUH KRIDO L. Nilai-T	8.30 43	210 48	5 48	10.60 57	20 59	+22 65	4.58.01 37	S 357
14.	HUSNI MARADONA Nilai-T	7.70 52	245 63	2 38	10.01 62	26 70	+20 61	4.21.05 45	S 391
15.	ANUGRAH WIDI Nilai-T	7.40 56	240 61	5 48	10.34 60	23 65	+5 35	5.11.06 34	S 359



HASIL POST TEST KESEGERAN JASMANI ACSFFT  
KELOMPOK KONTROL SMA NEGERI 1 SEMARANG TH 1996/1997  
TANPA LATIHAN

No.	Nama	L. 50 M (dtk)	L. Jauh (cm)	Pull up	4x10M (dtk)	Sit-up (kali)	Lentok (cm)	1000 M mnt. dtk	Kesjas Jml-T
1.	DANANG T.S. Nilai-T	7.58 54	218 51	10 61	10.81 55	26 70	+23 66	6.56.46 22	S 379
2.	MANGAPUL A.P. Nilai-T	7.37 56	224 54	12 66	11.14 52	18 55	+20 61	5.08.66 35	B 379
3.	IBNU FAJAR Z. Nilai-T	7.77 50	215 50	8 56	11.20 51	17 53	+25 68	5.35.80 30	S 358
4.	REISAL PRBAYA Nilai-T	7.71 52	243 62	4 45	11.49 49	24 66	+15 51	5.20.19 33	S 358
5.	MUJIB FAHMI Nilai-T	7.32 57	208 47	8 56	13.81 31	26 70	+8 40	6.48.96 20	S 321
6.	TAUFAN S. Nilai-T	7.87 49	230 56	5 48	12.16 42	23 65	+9 42	4.41.01 40	S 342
7.	TEDDY PRATAMA Nilai-T	8.31 43	205 46	3 42	12.32 41	21 61	+8 40	5.44.97 29	K 302
8.	SULISTYO AJI Nilai-T	8.20 45	213 49	9 58	10.37 59	21 61	+5 36	5.45.32 28	S 336
9.	REDY SEPTIADI Nilai-T	7.38 56	186 40	4 45	10.92 54	24 66	+10 44	6.58.96 20	S 325
10.	JNDRA AGUST. Nilai-T	8.52 41	207 47	8 56	11.83 46	18 55	+18 56	7.30.96 20	K 321
11.	RULLY CHRISTA Nilai-T	7.58 54	217 51	5 48	10.50 58	28 74	+17 54	6.37.31 22	S 361
12.	ADITYO W. Nilai-T	8.52 41	210 49	12 66	11.07 52	24 66	+18 56	6.57.01 20	S 350
13.	AWAL SHANDY Nilai-T	8.90 35	218 51	4 45	10.59 57	23 65	+22 65	6.58.35 20	S 338
14.	TRI SILVANTO Nilai-T	7.78 50	213 49	6 51	11.56 48	21 61	+17 54	6.67.05 20	S 333

MAN SCOR\_T BY kel(1,2) group(1,4)  
 /pri cell (all)/pri homo (all)/pri signif (all)/disc/desig.

120 cases accepted.  
 0 cases rejected because of out-of-range factor values.  
 0 cases rejected because of missing data.  
 8 non-empty cells.

1 design will be processed.

```

-----
                CELL NUMBER
                1  2  3  4  5  6  7  8
Variable
KEL            1  1  1  1  2  2  2  2
GROUP          1  2  3  4  1  2  3  4
    
```

Cell Means and Standard Deviations

Variable .. SCOR\_T

FACTOR	CODE	Mean	Std. Dev.	N	95 percent Conf. Interval	
KEL	pre					
GROUP	kel_1	341.067	20.958	15	329.516	352.618
GROUP	kel_2	340.933	20.848	15	329.388	352.479
GROUP	kel_3	340.800	20.449	15	329.476	352.124
GROUP	kontrol	342.200	20.640	15	330.770	353.630
KEL	pos					
GROUP	kel_1	361.067	22.689	15	348.502	373.631
GROUP	kel_2	390.067	27.711	15	374.721	405.413
GROUP	kel_3	389.267	23.153	15	376.445	402.088
GROUP	kontrol	341.400	22.598	15	328.885	353.915
For entire sample		355.350	30.023	120	350.423	361.277

\*\*\*\*\* ANALYSIS OF VARIANCE — DESIGN 1 \*\*\*\*\*

Tests of Significance for SCOR\_T using UNIQUE sums of squares

Source of Variation	SS	DF	MS	F	Sig of F
WITHIN CELLS	56607.07	112	505.42		
CONSTANT	15195506.70	1	15195507	30065.09	.000
KEL	25579.20	1	25579.20	50.61	.000
GROUP	11932.17	3	3977.39	7.87	.000
KEL BY GROUP	13148.87	3	4382.96	8.67	.000

## LAMPIRAN 11.1

pro if (kel=1).  
 MAN SCOR\_T BY group(1,4)  
 /pri cell (all)/pri hoso (all)/pri signif (all)/disc/desig.

## \*\*\*\*\* ANALYSIS OF VARIANCE -- DESIGN \*\*\*\*\*

Tests of Significance for SCOR\_T using UNIQUE sums of squares

Source of Variation	SS	DF	MS	F	Sig of F
WITHIN CELLS	23994.67	56	428.48		
CONSTANT	6937093.75	1	6937093.8	16306.84	.000
GROUP	18.58	3	6.19	.01	.998

pro if (kel=2).  
 MAN SCOR\_T BY group(1,4)  
 /pri cell (all)/pri hoso (all)/pri signif (all)/disc/desig.

## \*\*\*\*\* ANALYSIS OF VARIANCE -- DESIGN \*\*\*\*\*

Tests of Significance for SCOR\_T using UNIQUE sums of squares

Source of Variation	SS	DF	MS	F	Sig of F
WITHIN CELLS	32612.40	56	582.36		
CONSTANT	8233992.15	1	8233992.1	14138.90	.000
GROUP	25062.45	3	8354.15	14.35	.000

pro if (group=1).  
 MAN SCOR\_T BY kel(1,2)  
 /pri cell (all)/pri hoso (all)/pri signif (all)/disc/desig.

## \*\*\*\*\* ANALYSIS OF VARIANCE -- DESIGN \*\*\*\*\*

Tests of Significance for SCOR\_T using UNIQUE sums of squares

Source of Variation	SS	DF	MS	F	Sig of F
WITHIN CELLS	13297.87	18	474.92		
CONSTANT	3897434.13	1	3897434.1	7785.32	.000
KEL	3000.00	1	3000.00	6.12	.016

ANOVA if (group=2). *Penambahan p.d. K<sub>2</sub>*  
 MAN SCOR\_T BY kel(1,2)  
 /PRI CELL (ALL)/PRI HOMO (ALL)/PRI SIGNIF (ALL)/DISC/DESIG.

\*\*\*\*\* ANALYSIS OF VARIANCE -- DESIGN \*\*\*\*\*

Tests of Significance for SCOR\_T using UNIQUE sums of squares

Source of Variation	SS	DF	MS	F	Sig of F
WITHIN CELLS	16835.87	28	601.28		
CONSTANT	4007707.50	1	4007707.5	6665.23	.000
KEL	18105.63	1	18105.63	30.11	.000

ANOVA if (group=3). *Konvensional p.d. K<sub>2</sub>*  
 MAN SCOR\_T BY kel(1,2)  
 /PRI CELL (ALL)/PRI HOMO (ALL)/PRI SIGNIF (ALL)/DISC/DESIG.

\*\*\*\*\* ANALYSIS OF VARIANCE -- DESIGN \*\*\*\*\*

Tests of Significance for SCOR\_T using UNIQUE sums of squares

Source of Variation	SS	DF	MS	F	Sig of F
WITHIN CELLS	13359.33	28	477.12		
CONSTANT	3997480.03	1	3997480.0	8378.37	.000
KEL	17617.63	1	17617.63	36.93	.000

ANOVA if (group=4). *Penambahan p.d. K<sub>2</sub>*  
 MAN SCOR\_T BY kel(1,2)  
 /PRI CELL (ALL)/PRI HOMO (ALL)/PRI SIGNIF (ALL)/DISC/DESIG.

\*\*\*\*\* ANALYSIS OF VARIANCE -- DESIGN \*\*\*\*\*

Tests of Significance for SCOR\_T using UNIQUE sums of squares

Source of Variation	SS	DF	MS	F	Sig of F
WITHIN CELLS	10114.00	28	361.21		
CONSTANT	3504817.20	1	3504817.2	7483.22	.000
KEL	4.80	1	4.80	.01	.920

*Handwritten notes:* *Handwritten notes*

----- ONEWAY -----

Variable SCOR  
By Variable GROUP

Analysis of Variance

Source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	3	26297.7333	8765.9111	35.9157	.0000
Within Groups	56	13667.8667	244.0690		
Total	59	39965.6000			

*Handwritten notes:* *English* *Kelompok*

Group	Count	Mean	Standard Deviation	Standard Error	Minimum	Maximum	95 Pct Conf Int for Mean
Grp 1	15	20.0000	11.8683	3.0644	5.0000	45.0000	13.4275 To 26.5725
Grp 2	15	49.1333	17.9915	4.6454	25.0000	99.0000	39.1700 To 59.0967
Grp 3	15	48.4667	12.3974	3.2010	32.0000	69.0000	41.6012 To 55.3321
Grp 4	15	-.8000	18.9216	4.8855	-37.0000	37.0000	-11.2785 To 9.6785
Total	60	29.2000	26.0266	3.3600	-37.0000	99.0000	22.4766 To 35.9234
Fixed Effects Model		15.6227	2.0169				25.1597 To 33.2403
Random Effects Model			12.0871				-9.2661 To 67.6661

Random Effects Model - Estimate of Between Component Variance 568.1228

Tests for Homogeneity of Variances

Cochrans C = Max. Variance/Sum(Variiances) = .3667, P = .336 (Approx.)  
 Bartlett-Box F = 1.572, P = .194  
 Maximum Variance / Minimum Variance 2.542

Multiple Range Test

Tukey-HSD Procedure  
 Ranges for the .050 level -

3.74 3.74 3.74

The ranges above are table ranges.  
 The value actually compared with Mean(J)-Mean(I) is..  
 11.0469 \* Range \* Sqrt(1/N(I) + 1/N(J))

(\* ) Denotes pairs of groups significantly different at the .050 level

Mean	Group	4	1	3	2
-.8000	Grp 4				
20.0000	Grp 1	‡			
48.4667	Grp 3	‡ ‡			
49.1333	Grp 2	‡ ‡			

----- ONEWAY -----

Variable T\_POS  
By Variable GROUP

Analysis of Variance

Source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	3	25062.4500	8354.1500	14.3452	.0000
Within Groups	56	32612.4000	582.3643		
Total	59	57674.8500			

Group	Count	Mean	Standard Deviation	Standard Error	Minimum	Maximum	95 Pct Conf Int for Mean
Grp 1	15	361.0667	22.6888	5.8582	332.0000	408.0000	348.5020 To 373.6313
Grp 2	15	390.0667	27.7114	7.1551	349.0000	436.0000	374.7206 To 405.4127
Grp 3	15	389.2667	23.1531	5.9781	357.0000	442.0000	376.4449 To 402.0884
Grp 4	15	341.4000	22.5984	5.8349	302.0000	379.0000	328.8854 To 353.9146
Total	60	370.4500	31.2656	4.0364	302.0000	442.0000	362.3732 To 378.5268
Fixed Effects Model			24.1322	3.1155			364.2090 To 376.6910
Random Effects Model				11.7998			332.8982 To 408.0018
Random Effects Model - Estimate of Between Component Variance							518.1190

Tests for Homogeneity of Variances

Cochrans C = Max. Variance/Sum(Variiances) = .3297, P = .652 (Approx.)  
 Bartlett-Box F = .276, P = .843  
 Maximum Variance / Minimum Variance 1.504

Multiple Range Test

Tukey-HSD Procedure  
 Ranges for the .050 level -

3.74 3.74 3.74

The ranges above are table ranges.  
 The value actually compared with Mean(J)-Mean(I) is..  
 17.0641 \* Range \* Sqrt(1/N(I) + 1/N(J))

(\*) Denotes pairs of groups significantly different at the .050 level

Mean	Group	4	1	3	2
341.4000	Grp 4				
361.0667	Grp 1				
389.2667	Grp 3	††			
390.0667	Grp 2	††			

----- O N E W A Y -----

Variable T PRE  
By Variable GROUP

Analysis of Variance

Source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	3	18.5833	6.1944	.0145	.9776
Within Groups	56	23994.6667	428.4762		
Total	59	24013.2500			

Group	Count	Mean	Standard Deviation	Standard Error	Minimum	Maximum	95 Pct Conf Int for Mean
Grp 1	15	341.0667	20.8583	5.3856	322.0000	378.0000	329.5158 To 352.6176
Grp 2	15	340.9333	20.8490	5.3829	323.0000	380.0000	329.3881 To 352.4786
Grp 3	15	340.8000	20.4492	5.2800	322.0000	380.0000	329.4756 To 352.1244
Grp 4	15	342.2000	20.6405	5.3293	322.0000	380.0000	330.7697 To 353.6303
Total	60	341.2500	20.1743	2.6045	322.0000	380.0000	336.0384 To 346.4616
Fixed Effects Model			20.6997	2.6723			335.8967 To 346.6033
Random Effects Model				2.6723			332.7456 To 349.7544

WARNING - Between component variance is negative  
it was replaced by 0.0 in computing above random effects measures

Random Effects Model - Estimate of Between Component Variance -28.1521

Tests for Homogeneity of Variances

Cochrans C = Max. Variance/Sum(Variiances) = .2538, P = 1.000 (Approx.)  
Bartlett-Box F = .002, P = 1.000  
Maximum Variance / Minimum Variance 1.040

Multiple Range Test

Tukey-HSD Procedure  
Ranges for the .050 level -

3.74 3.74 3.74

The ranges above are table ranges.  
The value actually compared with Mean(J)-Mean(I) is..  
14.6369 \* Range \* Sqrt(1/N(I) + 1/N(J))

No two groups are significantly different at the .050 level

Homogeneous Subsets (Subsets of groups, whose highest and lowest means do not differ by more than the shortest significant range for a subset of that size)

*Perbandingan ... antara ...*

one scor by group(1,2)/stat all/range tukey.

----- ONEWAY -----

Variable SCOR  
By Variable GROUP

Analysis of Variance

Source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	1	6365.6333	6365.6333	27.4054	.0000
Within Groups	28	6503.7333	232.2762		
Total	29	12869.3667			

Group	Count	Mean	Standard Deviation	Standard Error	Minimum	Maximum	95 Pct Conf Int for Mean
Grp 1	15	20.0000	11.8683	3.0644	5.0000	45.0000	13.4275 To 26.5725
Grp 2	15	49.1333	17.9915	4.6454	25.0000	99.0000	39.1700 To 59.0967
Total	30	34.5667	21.0659	3.8461	5.0000	99.0000	26.7005 To 42.4328
Fixed Effects Model		15.2406	2.7825				28.8669 To 40.2664
Random Effects Model			14.5667				-150.5203 To 219.6536
Random Effects Model - Estimate of Between Component Variance						408.8905	

Tests for Homogeneity of Variances

Cochrans C = Max. Variance/Sum(Variiances) = .6968, P = .131 (Approx.)  
 Bartlett-Box F = 2.276, P = .132  
 Maximum Variance / Minimum Variance = 2.298



one scor by group(2,3)/stat all/range tukey.

----- O N E W A Y -----

Variable SCGR  
By Variable GROUP

Analysis of Variance

Source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	1	3.3333	3.3333	.0140	.9666
Within Groups	28	6683.4667	238.6952		
Total	29	6686.8000			

Group	Count	Mean	Standard Deviation	Standard Error	Minimum	Maximum	95 Pct Conf Int for Mean
Grp 2	15	49.1333	17.9915	4.6454	25.0000	99.0000	39.1700 To 59.0967
Grp 3	15	48.4667	12.3974	3.2010	32.0000	69.0000	41.6012 To 55.3321
Total	30	48.8000	15.1648	2.7724	25.0000	99.0000	43.1299 To 54.4701
Fixed Effects Model		15.4498	2.8207				43.0220 To 54.5780
Random Effects Model			2.8207				12.9593 To 84.6407

WARNING - Between component variance is negative  
it was replaced by 0.0 in computing above random effects measures

Random Effects Model - Estimate of Between Component Variance -15.6709

Tests for Homogeneity of Variances

Cochrans C = Max. Variance/Sum(Variiances) = .6781, P = .176 (Approx.)  
Bartlett-Box F = 1.834, P = .176  
Maximum Variance / Minimum Variance 2.106

one scor by group(3,4)/stat all/range tukey.

----- D N E W A Y -----

Variable SCOR  
By Variable GRGUP

Analysis of Variance

Source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	1	18204.0333	18204.0333	71.1479	.0000
Within Groups	28	7164.1333	255.8619		
Total	29	25368.1667			

Group	Count	Mean	Standard Deviation	Standard Error	Minimum	Maximum	95 Pct Conf Int for Mean
Grp 3	15	48.4667	12.3974	3.2010	32.0000	69.0000	41.6012 To 55.3321
Grp 4	15	-.8000	18.9216	4.8855	-37.0000	37.0000	-11.2785 To 9.6785
Total	30	23.8333	29.5764	5.3999	-37.0000	69.0000	12.7893 To 34.8773
Fixed Effects Model			15.9957	2.9204			17.8512 To 29.3155
Random Effects Model				24.6333			-289.1627 To 336.8294
Random Effects Model - Estimate of Between Component Variance						1196.5448	

Tests for Homogeneity of Variances

Cochrans C = Max. Variance/Sum(Variances) = .6997, P = .125 (Approx.)  
 Bartlett-Box F = 2.349, P = .126  
 Maximum Variance / Minimum Variance 2.329

one scdr by group(2,4)/stat all/range tukey.

----- O N E W A Y -----

Variable SCOR  
By Variable GRP1

Analysis of Variance

Source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	1	18700.0333	18700.0333	54.8610	.0000
Within Groups	28	9544.1333	340.8619		
Total	29	28244.1667			

Group	Count	Mean	Standard Deviation	Standard Error	Minimum	Maximum	95 Pct Conf Int for Mean
Grp 2	15	49.1333	17.9915	4.6454	25.0000	99.0000	39.1700 To 59.0967
Grp 4	15	-.8000	16.9216	4.3855	-37.0000	37.0000	-11.2785 To 9.6785
Total	30	24.1667	31.2080	5.6978	-37.0000	99.0000	12.5134 To 35.8199
Fixed Effects Model		18.4624	3.3708				17.2620 To 31.0714
Random Effects Model			24.9667				-293.0648 To 341.3981
Random Effects Model - Estimate of Between Component Variance						1223.9448	

Tests for Homogeneity of Variances

Cochrans C = Max. Variance/Sum(Variances) = .5252, P = .853 (Approx.)  
 Bartlett-Box F = .034, P = .853  
 Maximum Variance / Minimum Variance = 1.106

one scor by group(1,3)/stat all/range tukey.

----- ONEWAY -----

Variable SCOR  
By Variable GRP1

Analysis of Variance

Source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	1	6077.6333	6077.6333	41.2669	.0000
Within Groups	28	4123.7333	147.2762		
Total	29	10201.3667			

Group	Count	Mean	Standard Deviation	Standard Error	Minimum	Maximum	95 Pct Conf Int for Mean
Grp 1	15	20.0000	11.8683	3.0644	5.0000	45.0000	13.4275 To 26.5725
Grp 3	15	48.4667	12.3974	3.2010	32.0000	69.0000	41.6012 To 55.3321
Total	30	34.2333	18.7556	3.4243	5.0000	69.0000	27.2299 To 41.2368
Fixed Effects Model			12.1357	2.2157			29.6947 To 38.7719
Random Effects Model				14.2333			-146.6182 To 215.0849
Random Effects Model - Estimate of Between Component Variance							395.3571

Tests for Homogeneity of Variances

Cochrans C = Max. Variance/Sum(Variances) = .5218, P = .873 (Approx.)  
 Bartlett-Box F = .026, P = .873  
 Maximum Variance / Minimum Variance 1.091

one scor by group(1,4)/stat all/range tukev.

----- O N E W A Y -----

Variable SCOR  
By Variable GRP1

Analysis of Variance

Source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	1	3244.8000	3244.8000	13.0082	.0012
Within Groups	28	6984.4000	249.4429		
Total	29	10229.2000			

Group	Count	Mean	Standard Deviation	Standard Error	Minimum	Maximum	95 Pct Confi Int for Mean
Grp 1	15	20.0000	11.8683	3.0644	5.0000	45.0000	13.4275 To 26.5725
Grp 4	15	-1.3000	18.9216	4.8855	-37.0000	37.0000	-11.2785 To 9.6785
Total	30	9.6000	18.7811	3.4290	-37.0000	45.0000	2.5870 To 16.6130
Fixed Effects Model			15.7938	2.8835			3.6934 To 15.5066
Random Effects Model				10.4000			-122.5445 To 141.7445
Random Effects Model - Estimate of Between Component Variance							199.6905

Tests for Homogeneity of Variances

Cochrans C = Max. Variance/Sum(Variances) = .7177, P = .092 (Approx.)  
 Bartlett-Box F = 2.842, P = .092  
 Maximum Variance / Minimum Variance 2.542

LAMPIRAN 11.2

title 'data perubahan'.

MAN L50M LJauh Pul1 L410M Situp Lentuk L1000M

by group(1,4) /pri cell (all)/pri homo (all)/pri signif (all)/disc/deg.

60 cases accepted.  
 0 cases rejected because of out-of-range factor values.  
 0 cases rejected because of missing data.  
 4 non-empty cells.

1 design will be processed.

```

-----
                CELL NUMBER
                1   2   3   4
Variable
GROUP          1   2   3   4
    
```

Cell Means and Standard Deviations  
 Variable .. L50M

FACTOR	CODE	Mean	Std. Dev.	N	95 percent Conf. Interval	
GROUP	KEL 1	-.159	.305	15	-.328	.009
GROUP	KEL 2	-.879	.835	15	-1.342	-.417
GROUP	KEL 3	-.453	.371	15	-.658	-.247
GROUP	KONTROL	-.166	.438	15	-.409	.077
For entire sample		-.414	.574	60	-.565	-.261

Variable .. LJAUH

FACTOR	CODE	Mean	Std. Dev.	N	95 percent Conf. Interval	
GROUP	KEL 1	5.133	9.226	15	.024	10.243
GROUP	KEL 2	24.205	15.935	15	27.421	20.989
GROUP	KEL 3	13.733	7.941	15	9.136	18.330
GROUP	KONTROL	.667	13.773	15	-8.462	7.128
For entire sample		13.933	10.171	60	9.137	18.729

Variable .. FILL

FACTOR	CODE	Mean	Std. Dev.	N	95 percent Conf. Interval	
GROUP	KEL 1	.667	.764	15	.066	1.268
GROUP	KEL 2	.405	.737	15	.069	1.096
GROUP	KEL 3	1.773	1.534	15	.884	2.662
GROUP	KONTROL	-.467	1.762	15	-1.316	.383
For entire sample		.583	1.418	60	.217	.950

Variable .. L410M

FACTOR	CODE	Mean	Std. Dev.	N	95 percent Conf. Interval	
GROUP	KEL 1	-.209	.184	15	-.311	-.107
GROUP	KEL 2	-.741	.529	15	-1.034	-.448
GROUP	KEL 3	-.539	.415	15	-.768	-.309
GROUP	KONTROL	.029	1.121	15	-.591	.650
For entire sample		-.365	.709	60	-.548	-.182

-----

Variable .. SITUP

FACTOR	CODE	Mean	Std. Dev.	N	95 percent Conf. Interval	
GROUP	KEL 1	1.667	2.410	15	.332	3.001
GROUP	KEL 2	1.600	1.502	15	.768	2.432
GROUP	KEL 3	3.467	2.386	15	2.145	4.788
GROUP	KONTROL	.133	2.356	15	-1.172	1.438
For entire sample		1.717	2.450	60	1.084	2.350

-----

Variable .. LENTUK

FACTOR	CODE	Mean	Std. Dev.	N	95 percent Conf. Interval	
GROUP	KEL 1	1.800	1.935	15	.729	2.871
GROUP	KEL 2	2.800	4.296	15	.421	5.179
GROUP	KEL 3	3.333	2.093	15	2.174	4.492
GROUP	KONTROL	.200	2.513	15	-1.192	1.592
For entire sample		2.033	3.042	60	1.248	2.819

-----

Variable .. LIOGOM

FACTOR	CODE	Mean	Std. Dev.	N	95 percent Conf. Interval	
GROUP	KEL 1	-.607	.502	15	-.885	-.329
GROUP	KEL 2	-.881	.614	15	-1.222	-.541
GROUP	KEL 3	-1.429	.851	15	-1.901	-.958
GROUP	KONTROL	.138	.486	15	-.131	.407
For entire sample		-.675	.830	60	-.911	-.439

\*\*\*\*\* ANALYSIS OF VARIANCE -- DESIGN \*\*\*\*\*

EFFECT .. GROUP

Multivariate Tests of Significance (S = 3, M = 1 1/2, N = 24)

Test Name	Value	Approx. F	Hypoth. DF	Error DF	Sig. of F
Pillais	1.15788	4.66928	21.00	156.00	.000
Hotellings	3.12053	7.23171	21.00	146.00	.000
Wilks	.16498	5.99115	21.00	144.12	.000
Roys	.69507				

Eigenvalues and Canonical Correlations

Root No.	Eigenvalue	Pct.	Cua. Pct.	Canon Cor.
1	2.27944	73.04661	73.04661	.83371
2	.83251	26.67842	99.72503	.67402
3	.00853	.27497	100.00000	.09224

Dimension Reduction Analysis

Roots	Wilks L.	F Hypoth. DF	Error DF	Sig. of F	
1 TO 3	.16498	5.99115	21.00	144.12	.000
2 TO 3	.54106	3.05573	12.00	102.00	.001
3 TO 3	.99149	.08924	5.00	52.00	.994

Univariate F-tests with (3,56) D. F.

Variable	Hypoth. SS	Error SS	Hypoth. MS	Error MS	F	Sig. of F
L50M	5.16583	15.66924	1.72194	.27981	6.15402	.001
LJALH	11239.3333	8242.40000	3746.44444	147.18571	25.45386	.000
PULL	36.98333	81.60000	12.32778	1.45714	8.46024	.000
L410M	5.26836	24.39053	1.75612	.43555	4.03200	.011
SITUP	83.78333	270.40000	27.92778	4.82857	5.78386	.002
LENTUK	85.40000	460.53333	28.46667	8.22381	3.46149	.022
L1000M	19.13539	22.25881	6.37846	.39748	16.04730	.000

Averaged F-test with (21,392) D. F.

VARIABLES	Hypoth. SS	Error SS	Hypoth. MS	Error MS	F	Sig. of F
1 to 7	11475.06958	9117.25192	546.43188	23.25830	23.49406	.000



\*\*\*\*\* ANALYSIS OF VARIANCE -- DESIGN \*\*\*\*\*

EFFECT .. CONSTANT

-----  
 Multivariate Tests of Significance (S = 1, M = 2 1/2, N = 24 )

Test Name	Value	Approx. F	Hypoth. DF	Error DF	Sig. of F
Pillais	.81213	30.87806	7.00	50.00	.000
Hotellings	4.32293	30.87806	7.00	50.00	.000
Wilks	.18787	30.87806	7.00	50.00	.000
Roys	.81213				

-----  
 Eigenvalues and Canonical Correlations

Root No.	Eigenvalue	Pct.	Can. Pct.	Canon Cor.
1	4.32293	100.00000	100.00000	.90118

-----  
 Univariate F-tests with (1,56) D. F.

Variable	Hypoth. SS	Error SS	Hypoth. MS	Error MS	F	Sig. of F
L50M	10.30033	15.66924	10.30033	.27981	36.81214	.000
LJALH	11648.2667	8242.40000	11648.2667	147.18571	79.13993	.000
PULL	20.41667	81.60000	20.41667	1.45714	14.01144	.000
L410M	7.97891	24.39053	7.97891	.43555	18.31935	.000
SITUP	176.81667	270.40000	176.81667	4.82857	36.61884	.000
LENTUK	248.06667	460.53333	248.06667	8.22381	30.16445	.000
L1000M	28.97427	22.25881	28.97427	.39748	72.89514	.000

-----  
 Averaged F-test with (7,392) D. F.

VARIABLES	Hypoth. SS	Error SS	Hypoth. MS	Error MS	F	Sig. of F
1 to 7	12140.82017	9117.25192	1734.40288	23.25830	74.57137	.000

and if (k=1).  
 MAN L50M LJAUH PULL L410M SITUP LENTUK L1000M BY group(1,4)  
 /pri cell (all)/pri homo (all)/pri signif (all)/disc/desig.

\*\*\*\*\* ANALYSIS OF VARIANCE - DESIGN \*\*\*\*\*

EFFECT .. GROUP

Multivariate Tests of Significance (S = 3, M = 1 1/2, N = 24)

Test Name	Value	Approx. F	Hypoth. DF	Error DF	Sig. of F
Pillais	.61438	1.91312	21.00	156.00	.013
Hotelling's	.84804	1.96530	21.00	146.00	.011
Wilks	.48820	1.94673	21.00	144.12	.012
Rovs	.33976				

Eigenvalues and Canonical Correlations

Root No.	Eigenvalue	Pct.	Cum. Pct.	Canon Cor.
1	.51507	60.73654	60.73654	.58307
2	.25975	30.62965	91.36619	.45408
3	.07322	8.63381	100.00000	.26120

Dimension Reduction Analysis

Roots	Wilks L.	F Hypoth. DF	Error DF	Sig. of F	
1 TO 3	.48820	1.94673	21.00	144.12	.012
2 TO 3	.73965	1.38338	12.00	102.00	.186
3 TO 3	.93178	.76147	5.00	52.00	.582

Univariate F-tests with (3,56) D. F.

Variable	Hypoth. SS	Error SS	Hypoth. MS	Error MS	F	Sig. of F
L50M	2.30904	20.68165	.76968	.36932	2.08407	.113
LJAUH	3281.93333	15800.80000	1093.97778	282.15714	3.87719	.014
PULL	40.66667	312.66667	13.55556	5.58333	2.42786	.075
L410M	5.00134	29.93583	1.66711	.53457	3.11861	.033
SITUP	117.93333	626.00000	39.31111	11.17857	3.51665	.021
LENTUK	38.73333	2341.20000	12.91111	41.80714	.30883	.819
L1000M	1.48336	56.80533	.49445	1.01438	.48744	.692

Averaged F-test with (21,392) D. F.

VARIABLES	Hypoth. SS	Error SS	Hypoth. MS	Error MS	F	Sig. of F
1 to 7	3438.06040	19188.08947	165.09811	48.94921	3.39327	.000

pro if (kel=2).

MAN L50M LJauh Pull L410M Situp Lentak L1000M BY group(1,4)

/pri cell (all)/pri homo (all)/cri signif (all)/disc/desig.

\*\*\*\*\* ANALYSIS OF VARIANCE -- DESIGN \*\*\*\*\*

EFFECT .. GROUP

Multivariate Tests of Significance (S = 3, M = 1 1/2, N = 24 )

Test Name	Value	Approx. F	Hypoth. DF	Error DF	Sig. of F
Pillais	.80074	2.70470	21.00	156.00	.000
Hotellings	1.68836	3.91270	21.00	146.00	.000
Wilks	.32582	3.27895	21.00	144.12	.000
Roys	.59371				

Eigenvalues and Canonical Correlations

Root No.	Eigenvalue	Pct.	Cum. Pct.	Canon Cor.
1	1.45136	84.77815	84.77815	.76727
2	.23426	13.87491	98.65306	.43566
3	.02274	1.34694	100.00000	.14912

Dimension Reduction Analysis

Roots	Wilks L.	F Hypoth. DF	Error DF	Sig. of F	
1 TO 3	.32582	3.27895	21.00	144.12	.000
2 TO 3	.79219	1.05003	12.00	102.00	.410
3 TO 3	.97776	.23651	5.00	52.00	.945

Univariate F-tests with (3,56) D. F.

Variable	Hypoth. SS	Error SS	Hypoth. MS	Error MS	F	Sig. of F
L50M	1.44741	10.44067	.48314	.18649	2.59102	.062
LJAUH	4589.92333	12044.6667	1529.97776	215.08833	7.11342	.000
PULL	3.51667	403.06667	1.17222	7.19741	.16286	.921
L410M	17.47846	26.81656	5.82515	.47867	12.16444	.000
SITUP	108.19333	544.80000	36.06111	9.72857	3.79672	.017
LENTAK	96.56667	1665.06667	32.22222	29.73333	1.08371	.364
L1000M	22.28834	25.96949	7.42961	.46372	16.02166	.000

Averaged F-test with (21,392) D. F.

VARIABLES	Hypoth. SS	Error SS	Hypoth. MS	Error MS	F	Sig. of F
1 to 7	4939.51371	14720.82592	230.45300	37.55513	6.13672	.000

pro if (group=1).  
 MAN L50M LJauh Pull L410M Situp Lentuk L1000M BY kel(1,2)  
 /pri cell (all)/pri hoaw (all)/pri signif (all)/disc/deg.

\*\*\*\*\* ANALYSIS OF VARIANCE -- DESIGN \*\*\*\*\*

EFFECT .. KEL

Multivariate Tests of Significance (S = 1, M = 2 1/2, N = 10 )

Test Name	Value	Approx. F	Hypoth. DF	Error DF	Sig. of F
Pillais	.32279	1.49801	7.00	22.00	.220
Hotellings	.47664	1.49801	7.00	22.00	.220
Wilks	.67721	1.49801	7.00	22.00	.220
Roys	.32279				

Eigenvalues and Canonical Correlations

Root No.	Eigenvalue	Pct.	Cum. Pct.	Canon Cor.
1	.47664	100.00000	100.00000	.56814

Univariate F-tests with (1,28) D. F.

Variable	Hypoth. SS	Error SS	Hypoth. MS	Error MS	F	Sig. of F
L50M	.19040	5.21849	.19040	.18637	1.02162	.321
LJAUH	197.63333	6495.33333	197.63333	231.97619	.85196	.364
PULL	3.33333	125.46667	3.33333	4.48095	.74389	.396
L410M	.32656	8.72339	.32656	.31155	1.04819	.315
SITUP	20.83333	250.13333	20.83333	8.93333	2.33209	.138
LENTUK	24.30000	670.66667	24.30000	23.95238	1.01451	.322
L1000M	2.76319	15.27089	2.76319	.54537	5.06648	.032

Averaged F-test with (7,196) D. F.

VARIABLES	Hypoth. SS	Error SS	Hypoth. MS	Error MS	F	Sig. of F
1 to 7	249.38015	7570.81268	35.62574	38.62660	.92231	.490

pro if (group=2).  
 MAN L50M LJauh Pull L410M Situp Lentuk L1000M BY kel(1,2)  
 /pri cell (all)/pri howo (all)/pri signif (all)/disc/desig.

\*\*\*\*\* ANALYSIS OF VARIANCE -- DESIGN \*\*\*\*\*

EFFECT .. KEL

Multivariate Tests of Significance (S = 1, M = 2 1/2, N = 10 )

Test Name	Value	Approx. F	Hypoth. DF	Error DF	Sig. of F
Pillais	.77072	10.56476	7.00	22.00	.000
Hotelling's	3.36151	10.56476	7.00	22.00	.000
Wilks	.22926	10.56476	7.00	22.00	.000
Roys	.77072				

Eigenvalues and Canonical Correlations

Root No.	Eigenvalue	Pct.	Cum. Pct.	Canon Cor.
1	3.36151	100.00000	100.00000	.87791

Univariate F-tests with (1,28) D. F.

Variable	Hypoth. SS	Error SS	Hypoth. MS	Error MS	F	Sig. of F
L50M	5.79920	9.30481	5.79920	.35017	16.56192	.000
LJAUH	9828.30000	7177.20000	9828.30000	256.32857	39.34258	.000
PULL	1.20000	216.80000	1.20000	7.74286	.15498	.697
L410M	4.11440	13.13454	4.11440	.46910	9.77075	.006
SITUP	19.20000	183.26567	19.20000	6.72381	2.85552	.102
LENTUK	58.80000	1466.40000	58.80000	52.37143	1.12275	.298
L1000M	5.82841	30.49643	5.82841	1.09718	5.34946	.028

Reversed F-test with (7,156) D. F.

VARIABLES	Hypoth. SS	Error SS	Hypoth. MS	Error MS	F	Sig. of F
1 to 7	9923.24001	9102.10285	1417.60572	46.47730	30.52599	.000

proc if (group=3).  
 MAN L50M LJauh Pull L410M Situp Lentuk L1000M BY kel(1,2)  
 /pri cell (all)/pri hoza (all)/pri signif (all)/disc/desig.

\*\*\*\*\* ANALYSIS OF VARIANCE -- DESIGN 1\*\*\*\*\*

EFFECT .. KEL

-----  
 Multivariate Tests of Significance (S = 1, M = 2 1/2, N = 10 )

Test Name	Value	Approx. F	Hypoth. DF	Error DF	Sig. of F
Pillais	.65640	6.00410	7.00	22.00	.001
Hotellings	1.91040	6.00410	7.00	22.00	.001
Wilks	.34360	6.00410	7.00	22.00	.001
Rovs	.65640				

-----  
 Eigenvalues and Canonical Correlations

Root No.	Eigenvalue	Pct.	Cum. Pct.	Canon Cor.
1	1.91040	100.00000	100.00000	.81019

-----  
 Univariate F-tests with (1,23) D. F.

Variable	Hypoth. SS	Error SS	Hypoth. MS	Error MS	F	Sig. of F
L50M	1.53680	9.42773	1.53680	.33670	4.56424	.042
LJAUH	1414.53333	7124.26667	1414.53333	254.43810	5.55944	.026
PULL	22.53333	182.93333	22.53333	6.53333	3.44898	.074
L410M	2.17621	10.18877	2.17621	.36388	5.98050	.021
SITUP	90.13333	376.66667	90.13333	13.45238	6.70018	.015
LENTUK	83.33333	868.53333	83.33333	31.01905	2.68652	.112
L1000M	15.32231	12.16338	15.32231	.43441	35.27182	.000

-----  
 Averaged F-test with (7,176) D. F.

VARIABLES	Hypoth. SS	Error SS	Hypoth. MS	Error MS	F	Sig. of F
1 to 7	1629.56866	8584.17989	232.79552	43.79684	5.31535	.000

pro if (group=4).  
 MAN L50M LJauh Pull L410M Situp Lentuk L1000M BY kel(1,2)  
 /pri cell (all)/pri homo (all)/pri signif (all)/disc/deg.

\*\*\*\*\* ANALYSIS OF VARIANCE -- DESIGN \*\*\*\*\*

EFFECT .. KEL

Multivariate Tests of Significance (S = 1, M = 2 1/2, N = 10)

Test Name	Value	Approx. F	Hypoth. DF	Error DF	Sig. of F
Pillais	.06673	.22473	7.00	22.00	.975
Hotelling's	.07150	.22473	7.00	22.00	.975
Wilks	.93327	.22473	7.00	22.00	.975
Ross	.06673				

Eigenvalues and Canonical Correlations

Root No.	Eigenvalue	Pct.	Cum. Pct.	Canon Cor.
1	.07150	100.00000	100.00000	.25833

Univariate F-tests with (1,28) D. F.

Variable	Hypoth. SS	Error SS	Hypoth. MS	Error MS	F	Sig. of F
L50M	.20667	6.67148	.20667	.23827	.86739	.360
LJAUH	3.33333	7048.66667	3.33333	251.73810	.01324	.909
PULL	1.63333	190.53333	1.63333	8.80476	.24003	.628
L410M	.00645	24.70529	.00645	.88233	.00731	.932
SITUP	.13333	355.73333	.13333	12.70476	.01049	.919
LENTUK	.30000	1000.66667	.30000	35.73810	.00839	.928
L1000M	.14293	24.84720	.14293	.88726	.35109	.691

Averaged F-test with (7,195) D. F.

VARIABLES	Hypoth. SS	Error SS	Hypoth. MS	Error MS	F	Sig. of F
1 to 7	5.75805	3651.91997	.82229	44.14194	.01863	1.000

LAMPIRAN 12.1

TABEL DATA ASLI VARIABEL IMUNOLOGIK

NOM	GROUP	KEL	IGG	IGM	IGA MONO	EOS	NEUT	BASO	LYMP	LYB	IG	APC	TH	TS	RTHS	
1.00	1.00	1.00	1424.50	100.70	191.30	.27	.12	1.57	.03	1.97	1.25	1716.50	1.72	.32	.40	.80
2.00	1.00	1.00	1462.90	164.90	253.20	.35	.21	3.06	.03	1.49	.73	1881.00	3.30	.46	.30	1.53
3.00	1.00	1.00	1150.70	110.70	155.60	.23	.20	3.04	.01	1.23	.53	1417.00	3.25	.36	.34	1.06
4.00	1.00	1.00	1625.30	169.80	124.30	.23	.34	2.98	.04	2.21	1.58	1919.40	3.36	.30	.33	.91
5.00	1.00	1.00	1349.60	99.90	212.80	.30	.17	3.13	.02	2.76	2.07	1662.30	3.32	.31	.38	.82
6.00	1.00	1.00	1318.50	127.70	242.30	.24	.17	2.76	.03	1.61	.87	1688.50	2.96	.45	.29	1.55
7.00	1.00	1.00	1887.00	100.30	240.90	.19	.09	2.75	.02	1.07	.23	2228.20	2.86	.41	.43	.95
8.00	1.00	1.00	1883.60	108.60	132.90	.47	.23	5.17	.02	1.09	.35	2125.10	5.42	.36	.38	.95
9.00	1.00	1.00	1127.30	147.80	235.90	.22	.11	2.42	.01	1.18	.56	1511.00	2.54	.34	.28	1.21
10.00	1.00	1.00	1046.10	121.10	168.00	.32	.21	2.98	.04	2.35	1.70	1335.20	3.23	.27	.38	.71
11.00	1.00	1.00	1673.20	225.80	130.60	.18	.08	1.80	.01	2.12	1.40	2029.60	1.89	.32	.40	.80
12.00	1.00	1.00	1695.80	80.70	211.50	.23	.05	3.65	.03	1.45	.76	1988.00	3.73	.34	.35	.97
13.00	1.00	1.00	1718.60	86.80	235.90	.20	.07	2.21	.02	1.28	.56	2041.30	2.30	.29	.43	.67
14.00	1.00	1.00	1252.10	161.60	239.50	.22	.08	2.73	.02	1.28	.61	1653.20	2.83	.28	.39	.72
15.00	1.00	1.00	1744.90	153.00	155.00	.23	.20	1.81	.01	1.29	.64	2052.90	2.02	.39	.26	1.50
1.00	2.00	1.00	1375.06	139.46	225.28	.29	.15	3.47	.12	1.63	.81	1739.79	3.65	.41	.37	1.08
2.00	2.00	1.00	1439.23	86.77	301.96	.28	.13	3.17	.09	1.49	.72	1827.96	3.89	.46	.54	.98
3.00	2.00	1.00	1539.75	152.52	143.18	.43	.95	3.19	.12	2.28	1.61	1835.46	4.39	.43	.33	1.33
4.00	2.00	1.00	1122.62	83.19	212.09	.29	.04	3.12	.08	1.70	1.04	1417.90	2.97	.24	.27	.79
5.00	2.00	1.00	1449.53	220.52	155.78	.38	.22	3.38	.13	3.30	2.71	1825.83	3.77	.31	.31	1.01
6.00	2.00	1.00	1387.62	132.38	178.10	.69	.16	6.80	.12	1.56	.91	1698.10	6.76	.30	.28	1.02
7.00	2.00	1.00	1233.91	105.22	134.78	.15	.03	2.83	.08	2.07	1.35	1473.91	2.57	.29	.17	1.51
8.00	2.00	1.00	1328.84	72.53	183.57	.39	.11	2.81	.13	2.04	1.41	1584.94	2.75	.24	.18	1.21
9.00	2.00	1.00	1306.25	107.25	462.92	.36	.66	3.13	.12	2.13	1.34	1876.42	3.65	.35	.27	1.20
10.00	2.00	1.00	1701.02	72.02	181.00	.60	.37	3.61	.10	2.10	1.33	1954.04	3.89	.34	.32	1.00
11.00	2.00	1.00	1871.46	198.70	296.03	.55	.16	6.01	.06	2.14	1.50	2366.19	6.32	.35	.31	1.14
12.00	2.00	1.00	1249.40	59.14	185.75	.26	.09	3.99	.11	2.33	1.59	1494.29	3.89	.30	.26	1.09
13.00	2.00	1.00	1216.18	96.17	288.52	.53	.30	5.32	.12	2.54	1.99	1600.86	5.75	.27	.28	.97
14.00	2.00	1.00	1371.17	177.74	243.18	.36	.22	3.68	.13	1.95	1.24	1792.10	3.95	.33	.33	.98
15.00	2.00	1.00	1477.95	162.72	218.56	.18	.09	3.38	.09	1.56	.87	1859.23	3.43	.30	.34	.85
1.00	3.00	1.00	1067.62	89.50	223.75	.31	.52	2.49	.03	1.91	1.16	1380.87	2.82	.39	.19	1.87
2.00	3.00	1.00	1758.07	148.66	189.29	.30	.35	2.79	.04	1.81	1.08	2096.02	2.96	.34	.25	1.27
3.00	3.00	1.00	1320.63	108.53	267.78	.46	.31	5.02	.02	1.82	1.18	1696.94	5.43	.37	.30	1.22
4.00	3.00	1.00	1290.44	165.12	288.25	.23	.10	1.76	.02	1.68	.83	1743.81	1.79	.34	.43	.76
5.00	3.00	1.00	1514.42	126.93	178.36	.34	.08	2.28	.02	2.43	1.98	1819.71	2.59	.31	.37	.90
6.00	3.00	1.00	1345.71	124.76	244.76	.54	.07	3.16	.04	2.35	1.50	1715.24	3.11	.46	.29	1.52
7.00	3.00	1.00	1081.74	102.61	186.09	.48	.14	3.20	.03	2.23	1.32	1370.43	2.96	.29	.33	.76
8.00	3.00	1.00	1497.32	214.32	118.96	.67	.36	4.98	.05	2.52	1.87	1830.60	5.31	.31	.29	1.05
9.00	3.00	1.00	1271.88	217.02	177.88	.29	.08	6.27	.04	2.12	1.24	1666.78	5.69	.35	.30	1.02
10.00	3.00	1.00	1456.06	177.62	293.02	.39	.10	3.47	.07	1.95	1.23	1926.70	3.65	.35	.37	.95
11.00	3.00	1.00	1081.57	94.61	227.26	.62	.24	3.60	.05	2.65	1.81	1403.44	3.63	.40	.25	1.48
12.00	3.00	1.00	876.66	205.34	80.46	.46	.43	3.59	.05	2.61	1.58	1162.46	3.49	.32	.28	.94
13.00	3.00	1.00	1367.31	63.98	92.31	.38	.12	3.58	.02	2.12	1.20	1523.60	3.41	.40	.34	1.09
14.00	3.00	1.00	1455.86	71.87	146.65	.27	.06	2.23	.04	2.33	1.60	1674.39	2.26	.39	.27	1.39
15.00	3.00	1.00	1284.46	107.27	184.28	.31	.11	2.89	.02	2.17	1.47	1576.00	2.78	.28	.25	1.02



NOM	GROUP	KEL	IGS	IGM	IGA MOND	EOS	NEUT	BASO	LYMP	LYB	IG	APC	TH	TS	RTHS	
1.00	4.00	1.00	1097.08	71.06	217.08	.31	.12	2.64	.08	2.43	1.64	1385.22	2.76	.37	.36	1.00
2.00	4.00	1.00	1333.47	224.67	286.04	.37	.22	3.25	.03	2.86	2.50	1844.18	3.63	.26	.22	1.24
3.00	4.00	1.00	1268.59	180.14	241.77	.32	.08	1.88	.04	2.01	1.26	1690.50	1.90	.29	.35	.79
4.00	4.00	1.00	1289.35	113.19	247.04	.33	.24	4.17	.05	1.99	1.31	1649.58	4.39	.32	.32	.98
5.00	4.00	1.00	1159.23	148.19	110.34	.75	.14	6.84	.11	1.00	.24	1417.76	6.84	.37	.36	.99
6.00	4.00	1.00	1277.66	92.83	206.62	.44	.19	6.11	.04	2.20	1.66	1577.11	6.33	.31	.23	1.35
7.00	4.00	1.00	1187.12	103.95	114.88	.63	.20	4.67	.12	.93	.17	1405.95	3.97	.31	.24	1.01
8.00	4.00	1.00	1401.23	72.99	121.26	.43	.23	6.11	.04	1.85	.90	1595.48	6.12	.39	.48	.79
9.00	4.00	1.00	1384.55	206.08	140.06	.29	.15	2.98	.02	1.73	.98	1730.69	3.06	.33	.37	.87
10.00	4.00	1.00	1565.90	106.50	137.00	.29	.09	2.61	.02	1.54	.87	1809.40	2.72	.41	.36	1.14
11.00	4.00	1.00	1157.58	129.02	102.67	.37	.16	5.23	.12	1.36	.69	1389.28	5.03	.25	.30	.74
12.00	4.00	1.00	1310.08	67.51	81.20	.33	.23	8.16	.10	1.28	.63	1458.78	7.77	.30	.24	1.16
13.00	4.00	1.00	1566.44	109.78	250.17	.26	.60	2.69	.05	1.64	1.22	1926.39	3.49	.24	.26	.97
14.00	4.00	1.00	1253.85	175.79	179.68	.38	.17	2.44	.09	2.30	1.81	1609.32	2.62	.23	.19	1.17
15.00	4.00	1.00	1407.74	116.19	167.14	.38	.13	3.27	.02	2.75	1.87	1691.08	3.07	.26	.33	.70
1.00	1.00	2.00	1409.90	91.90	153.20	.29	.09	3.14	.04	1.69	.97	1655.00	3.27	.38	.34	1.12
2.00	1.00	2.00	1587.70	143.70	251.80	.65	.13	5.07	.03	1.72	.92	1983.20	5.23	.46	.34	1.35
3.00	1.00	2.00	1145.50	99.50	157.30	.33	.11	3.11	.02	1.40	.64	1402.30	3.24	.35	.37	1.05
4.00	1.00	2.00	1565.90	154.90	117.10	.31	.23	4.23	.03	1.71	.98	1837.90	4.49	.46	.27	1.70
5.00	1.00	2.00	1439.20	95.00	224.60	.34	.17	5.15	.04	2.84	2.09	1758.80	5.36	.35	.40	.87
6.00	1.00	2.00	1492.50	160.10	246.00	.25	.09	2.54	.03	2.89	2.25	1898.60	2.66	.37	.27	1.37
7.00	1.00	2.00	1904.40	79.20	235.20	.39	.13	4.52	.02	1.18	.52	2218.80	4.67	.38	.28	1.36
8.00	1.00	2.00	1856.00	95.80	121.00	.36	.05	3.87	.01	1.37	.69	2072.80	3.93	.43	.25	1.72
9.00	1.00	2.00	1106.70	128.80	261.30	.42	.23	3.15	.03	2.08	1.32	1496.80	3.41	.45	.31	1.45
10.00	1.00	2.00	1051.10	167.40	160.50	.24	.12	3.57	.02	1.96	1.30	1379.00	3.71	.35	.31	1.13
11.00	1.00	2.00	1647.60	214.50	123.20	.18	.04	2.64	.02	1.65	.80	1985.30	2.70	.32	.53	.60
12.00	1.00	2.00	1712.10	71.50	204.00	.24	.08	2.62	.01	1.37	.71	1987.60	2.71	.37	.29	1.28
13.00	1.00	2.00	1838.99	52.40	261.30	.42	.20	4.31	.02	1.41	.66	2152.60	4.53	.37	.38	.97
14.00	1.00	2.00	1230.40	142.30	248.80	.24	.27	2.66	.01	1.95	1.17	1621.50	2.94	.40	.38	1.05
15.00	1.00	2.00	1641.20	128.60	155.00	.47	.16	3.87	.10	1.03	.43	1924.80	4.13	.36	.24	1.50
1.00	2.00	2.00	1652.25	177.80	288.35	.41	.15	3.09	.11	1.22	.33	2118.40	3.29	.43	.43	.98
2.00	2.00	2.00	1191.85	71.44	225.45	.69	.56	5.80	.24	.19	-.67	1488.74	6.77	.37	.47	.70
3.00	2.00	2.00	1431.04	140.75	142.64	.52	.04	4.73	.08	1.40	.45	1714.43	4.58	.42	.45	.86
4.00	2.00	2.00	1098.93	71.25	208.22	.42	.08	5.77	.17	.26	-.53	1378.41	5.01	.38	.36	.86
5.00	2.00	2.00	1172.71	170.64	119.58	.67	.09	6.58	.07	.14	-.55	1462.94	5.71	.35	.32	.91
6.00	2.00	2.00	1256.07	120.91	172.26	.32	.05	3.76	.06	.62	-.17	1548.34	3.11	.36	.30	.95
7.00	2.00	2.00	1468.41	126.73	169.56	.31	.11	4.07	.02	.99	.02	1784.71	4.33	.57	.43	1.35
8.00	2.00	2.00	1105.24	64.14	171.89	.43	.53	6.51	.13	.76	.04	1341.28	5.43	.32	.21	1.13
9.00	2.00	2.00	1079.12	84.33	355.44	.31	.19	2.52	.10	1.76	.62	1518.90	2.33	.47	.32	1.19
10.00	2.00	2.00	1376.80	57.82	130.59	.52	.23	3.26	.14	2.66	1.26	1565.20	2.86	.40	.37	.81
11.00	2.00	2.00	1320.12	165.31	245.16	.33	.03	2.78	.05	1.88	.89	1730.59	2.39	.34	.32	.87
12.00	2.00	2.00	1075.30	51.96	158.61	.54	.04	5.60	.07	.76	-.24	1285.87	5.06	.48	.43	.97
13.00	2.00	2.00	1032.89	79.75	256.27	.53	.27	4.49	.07	1.45	.36	1368.91	4.23	.50	.40	1.09
14.00	2.00	2.00	1150.62	145.08	189.77	.54	.12	3.96	.08	.84	.02	1485.46	3.25	.33	.30	.85
15.00	2.00	2.00	1546.16	170.46	204.24	.33	.07	3.03	.10	.91	-.06	1920.86	3.08	.44	.49	.87

NOM	GROUP	KEL	IGG	IGM	IGA MONO	EOS	NEUT	BASO	LYMP	LYB	IG	APC	TH	TS	RTHS	
1.00	3.00	2.00	1635.25	84.82	240.91	.24	.70	2.61	.03	1.51	.81	1960.98	3.39	.47	.25	1.87
2.00	3.00	2.00	1968.47	148.43	200.96	.27	.44	2.69	.04	1.46	.78	2317.85	3.15	.38	.30	1.26
3.00	3.00	2.00	1898.89	84.19	274.25	.37	.14	3.02	.02	1.70	1.07	2257.33	3.68	.55	.36	1.77
4.00	3.00	2.00	1393.06	127.79	261.62	.25	.12	1.64	.03	1.93	1.21	1782.46	1.73	.36	.28	1.26
5.00	3.00	2.00	1389.87	88.24	118.92	.17	.06	1.23	.02	.98	.22	1597.03	1.46	.57	.30	2.12
6.00	3.00	2.00	1411.30	131.33	250.51	.23	.06	2.50	.02	1.66	.88	1793.13	2.33	.37	.24	1.37
7.00	3.00	2.00	1440.44	102.79	211.48	.46	.12	3.14	.04	1.67	.97	1754.71	3.00	.37	.17	1.96
8.00	3.00	2.00	1387.93	152.40	81.54	.33	.14	1.90	.07	1.51	.81	1621.87	1.94	.37	.19	1.78
9.00	3.00	2.00	1541.49	258.90	199.02	.29	.12	4.70	.04	1.87	1.20	1999.41	4.66	.37	.22	1.63
10.00	3.00	2.00	1481.91	156.02	263.28	.31	.07	2.87	.03	1.70	1.01	1901.21	2.90	.43	.22	1.87
11.00	3.00	2.00	1105.18	91.78	205.69	.46	.37	3.65	.04	2.07	1.24	1402.64	3.68	.39	.22	1.58
12.00	3.00	2.00	1146.18	252.09	93.38	.21	.43	2.55	.04	2.16	1.37	1491.65	2.82	.36	.27	1.24
13.00	3.00	2.00	1235.72	43.40	92.33	.20	.06	2.54	.02	.90	.06	1371.45	2.38	.43	.32	1.24
14.00	3.00	2.00	1435.41	57.52	151.10	.13	.05	1.59	.02	1.22	.41	1644.04	1.46	.38	.27	1.24
15.00	3.00	2.00	1752.09	125.47	240.74	.13	.03	.95	.01	.59	-.26	2118.30	1.13	.58	.36	1.89
1.00	4.00	2.00	1032.83	70.06	186.37	.48	.05	3.77	.06	2.34	1.46	1289.25	3.51	.38	.27	1.26
2.00	4.00	2.00	1112.10	145.02	201.65	.38	.26	3.01	.05	2.94	2.04	1458.78	3.17	.41	.35	1.11
3.00	4.00	2.00	1644.50	180.46	269.19	.31	.09	1.69	.33	1.72	1.14	2094.16	2.24	.45	.26	1.88
4.00	4.00	2.00	1319.73	114.12	243.37	.33	.09	3.07	.04	1.78	1.17	1677.22	3.27	.41	.25	1.70
5.00	4.00	2.00	1334.20	157.03	126.78	.28	.10	2.64	.02	1.17	.51	1618.01	2.95	.42	.32	1.39
6.00	4.00	2.00	1411.12	103.24	229.50	.25	.14	3.48	.03	1.84	1.17	1743.87	3.47	.34	.24	1.36
7.00	4.00	2.00	1469.83	133.55	144.81	.48	.23	4.07	.02	2.33	1.63	1748.18	4.31	.29	.40	.72
8.00	4.00	2.00	1481.72	69.77	135.95	.48	.20	4.26	.03	2.49	1.64	1687.44	4.17	.39	.28	1.29
9.00	4.00	2.00	1461.72	206.64	142.49	.35	.17	3.33	.01	1.89	1.28	1810.85	3.74	.43	.31	1.47
10.00	4.00	2.00	1582.93	102.60	123.30	.14	.04	2.34	.02	1.16	.43	1808.83	2.44	.43	.32	1.33
11.00	4.00	2.00	1291.09	127.45	95.30	.33	.08	3.65	.08	1.00	.08	1513.84	3.15	.43	.30	1.17
12.00	4.00	2.00	1207.78	79.95	84.65	.39	.05	3.84	.08	1.08	.26	1372.38	3.47	.36	.32	.97
13.00	4.00	2.00	1345.45	104.60	252.67	.37	.29	3.25	.18	1.22	.23	1702.71	3.27	.46	.35	1.13
14.00	4.00	2.00	911.16	124.22	116.93	.28	.09	2.71	.05	1.67	.71	1152.32	2.24	.29	.29	.78
15.00	4.00	2.00	1988.09	186.85	131.84	.46	.11	4.76	.05	2.26	1.96	2306.78	5.74	.35	.34	1.21

LAMPIRAN 12.2

TABEL PERUBAHAN RESPONS IMUN

NOM	GROUP	IGG	IGM	IGA	MONO	EDS	NEUT	BASO	LYMP	LYE	IG	APC	Th	TS	RHS
1.00	1.00	-14.60	-8.80	-38.10	.02	-.03	1.57	.01	-.28	-.28	-61.50	1.55	.05	-.06	.32
2.00	1.00	124.80	-21.20	-1.40	.30	-.06	2.01	.00	.23	.19	102.20	1.93	.00	.04	-.18
3.00	1.00	-5.20	-11.20	1.70	.10	-.09	.07	.01	.17	.11	-14.70	-.01	.03	.03	-.01
4.00	1.00	-59.40	-14.90	-7.20	.08	-.11	1.25	-.01	-.50	-.60	-81.50	1.13	.16	-.06	.79
5.00	1.00	89.60	-4.90	11.90	.04	.00	2.02	.02	.08	.02	94.50	2.04	.04	.02	.05
6.00	1.00	174.00	32.40	3.70	.01	-.08	-.22	.00	1.28	1.38	210.10	-.30	-.08	-.02	-.18
7.00	1.00	17.40	-21.10	-5.70	.20	.04	1.77	.00	.11	.29	-9.40	1.81	-.03	-.15	.41
8.00	1.00	-27.80	-12.80	-11.90	-.11	-.15	-1.30	-.01	.28	.34	-52.30	-1.49	.07	-.13	.77
9.00	1.00	-20.60	-19.00	25.40	.20	.12	.73	.02	.90	.76	-14.20	.87	.11	.03	.24
10.00	1.00	5.00	46.30	-7.50	-.08	-.09	.59	-.02	-.39	-.40	43.80	.48	.08	-.07	.42
11.00	1.00	-25.60	-11.30	-7.40	.00	-.04	.84	.01	-.47	-.60	-44.30	.81	.00	.13	-.20
12.00	1.00	16.30	-9.20	-7.50	.01	.03	-1.03	-.02	-.08	-.05	-.40	-1.02	.03	-.06	.31
13.00	1.00	120.30	-34.40	25.40	.22	.13	2.10	.00	.13	.10	111.30	2.23	.08	-.05	.30
14.00	1.00	-21.70	-19.30	9.30	.02	.19	-.07	-.01	.67	.56	-31.70	.11	.12	-.01	.33
15.00	1.00	-103.70	-24.40	.00	.24	-.04	2.06	.09	-.26	-.21	-128.10	2.11	-.03	-.02	.00
1.00	2.00	277.19	38.34	63.07	.12	.00	-.38	-.01	-.41	-.48	378.61	-.36	.02	.06	-.10
2.00	2.00	-247.38	-15.33	-76.51	.41	.43	3.63	.15	-1.30	-1.39	-339.22	2.88	-.09	-.07	-.28
3.00	2.00	-108.71	-11.77	-.54	.09	-.91	1.54	-.04	-.88	-1.16	-121.03	.19	-.01	.12	-.47
4.00	2.00	-23.69	-11.94	-3.87	.13	.04	2.65	.09	-1.44	-1.57	-39.49	2.04	.14	.09	.07
5.00	2.00	-276.82	-49.88	-36.20	.29	-.13	3.20	-.06	-3.16	-3.26	-362.89	1.94	.04	.01	-.10
6.00	2.00	-131.55	-12.37	-5.84	-.37	-.11	-3.04	-.06	-.94	-1.08	-149.76	-3.65	.06	.02	-.07
7.00	2.00	254.50	21.51	34.78	.16	.08	1.24	-.06	-1.08	-1.33	310.80	1.76	.28	.26	-.16
8.00	2.00	-223.60	-8.39	-11.68	.04	.42	3.70	.00	-1.28	-1.37	-243.66	2.68	.08	.03	-.08
9.00	2.00	-227.13	-22.92	-107.48	-.05	-.47	-.61	-.02	-.37	-.72	-357.52	-1.32	.12	.05	-.01
10.00	2.00	-324.22	-14.20	-50.41	-.08	-.14	-.35	.04	.56	-.07	-388.84	-1.03	.06	.05	-.19
11.00	2.00	-551.34	-33.39	-50.87	-.22	-.13	-3.23	-.01	-.26	-.61	-635.60	-3.93	-.01	.01	-.27
12.00	2.00	-174.10	-7.18	-27.14	.28	-.05	1.61	-.04	-1.57	-1.83	-208.42	1.17	.18	.17	-.12
13.00	2.00	-183.29	-16.42	-32.25	.00	-.03	-.83	-.05	-1.09	-1.63	-231.95	-1.52	.23	.12	.12
14.00	2.00	-220.55	-32.66	-53.41	.18	-.10	.28	-.05	-1.11	-1.22	-306.64	-.70	.00	-.03	-.13
15.00	2.00	68.21	7.74	-14.32	.15	-.02	-.35	.01	-.65	-.93	61.63	-.35	.14	.15	.02
1.00	3.00	567.63	-4.68	17.16	-.07	.18	.12	.00	-.40	-.35	580.11	.57	.08	.06	.00
2.00	3.00	210.40	-.23	11.67	-.03	.09	-.10	.00	-.35	-.30	221.83	.19	.04	.05	-.01
3.00	3.00	578.26	-24.34	6.47	-.09	-.17	-2.00	.00	-.12	-.11	560.39	-1.75	.18	.06	.55
4.00	3.00	102.62	-37.33	-26.63	.02	.02	-.12	.01	.25	.38	38.65	-.06	.02	-.15	.50
5.00	3.00	-124.55	-38.69	-59.44	-.17	-.02	-1.05	.00	-1.45	-1.76	-222.68	-1.13	.26	-.07	1.22
6.00	3.00	65.59	6.57	5.75	-.31	-.01	-.66	-.02	-.69	-.62	77.89	-.78	-.09	-.05	-.15
7.00	3.00	358.70	.18	25.39	-.02	-.02	-.06	.01	-.56	-.35	384.28	.04	.08	-.16	1.20
8.00	3.00	-109.39	-61.92	-37.42	-.34	-.22	-3.08	.02	-1.01	-1.06	-208.73	-3.37	.06	-.10	.73
9.00	3.00	269.61	41.88	21.14	.00	.04	-1.57	.00	-.25	-.04	332.63	-1.03	.02	-.08	.61
10.00	3.00	25.85	-21.60	-29.74	-.08	-.03	-.60	-.04	-.25	-.22	-25.49	-.75	.08	-.15	.92
11.00	3.00	23.61	-2.83	-21.57	-.16	.13	.05	-.01	-.58	-.57	-.80	.05	-.01	-.03	.10
12.00	3.00	269.52	46.75	12.92	-.25	.00	-1.04	-.01	-.45	-.21	329.19	-.67	.04	-.01	.30
13.00	3.00	-131.59	-20.58	.02	-.18	-.06	-1.04	.00	-1.22	-1.14	-152.15	-1.03	.03	-.02	.15
14.00	3.00	-20.45	-14.35	4.45	-.14	-.01	-.64	-.02	-1.11	-1.19	-30.35	-.80	-.01	.00	-.15
15.00	3.00	467.63	18.20	56.46	-.18	-.08	-1.94	-.01	-1.58	-1.73	542.30	-1.65	.30	.11	.87

TABEL : DATA PRUBAHAN RESPON

NOM	GROUP	IGG	IGM	IGA	MONO	EOS	NEUT	BASO	LYMP	LYB	IG	APC	TH	TS	RTHS
1.00	4.00	-64.25	-1.00	-30.71	.17	-.07	1.13	-.02	-.09	-.18	-95.97	.75	.01	-.09	.26
2.00	4.00	-221.37	-79.65	-84.39	.01	.04	-.24	.02	.08	-.46	-385.40	-.46	.15	.13	-.13
3.00	4.00	375.91	.32	27.42	-.01	.01	-.19	.29	-.29	-.12	403.66	.34	.16	-.09	1.09
4.00	4.00	30.38	.93	-3.67	.00	-.15	-1.10	-.01	-.21	-.14	27.64	-1.12	.09	-.07	.72
5.00	4.00	174.97	8.84	16.44	-.47	-.04	-4.20	-.09	.17	.27	200.25	-3.89	.05	-.04	.40
6.00	4.00	133.46	10.41	22.88	-.19	-.05	-2.63	-.01	-.36	-.49	166.76	-2.86	.03	.01	.01
7.00	4.00	282.71	29.60	29.93	-.15	.03	-.60	-.10	1.40	1.46	342.23	.34	-.02	.16	-.29
8.00	4.00	80.49	-3.22	14.69	.05	-.03	-1.85	-.01	.64	.74	91.96	-1.95	.00	-.20	.50
9.00	4.00	77.17	.56	2.43	.06	.02	.35	-.01	.16	.30	80.16	.68	.10	-.06	.60
10.00	4.00	17.03	-3.90	-13.70	-.15	-.05	-.27	.00	-.48	-.44	-.57	-.28	.02	-.04	.19
11.00	4.00	133.51	-1.57	-7.37	-.04	-.08	-1.58	-.04	-.36	-.61	124.56	-1.88	.18	.00	.43
12.00	4.00	-102.30	12.44	3.45	.06	-.18	-4.32	-.02	-.20	-.37	-86.40	-4.30	.06	.08	-.19
13.00	4.00	-220.99	-5.18	2.50	.11	-.31	.56	.13	-.42	-.99	-223.68	-.22	.22	.09	.16
14.00	4.00	-342.69	-51.57	-62.75	-.10	-.08	.27	-.04	-.63	-1.10	-457.00	-.38	.06	.10	-.39
15.00	4.00	580.35	70.66	-35.30	.08	-.02	1.49	.03	-.49	.09	615.70	2.67	.09	.01	.51

MAN IGA IGG IGM PMN TH TS MOND by group(1,3) /pri cell (all)/pri homo (all)/pri signif (all)/disc/deg.

45 cases accepted.  
 0 cases rejected because of out-of-range factor values.  
 0 cases rejected because of missing data.  
 3 non-empty cells.

1 design will be processed.

```

-----
                CELL NUMBER
                1   2   3
Variable
GROUP          1   2   3
    
```

Cell Means and Standard Deviations

Variable .. IGA

FACTOR	CODE	Mean	Std. Dev.	N	95 percent	Conf. Interval
GROUP	D-kel_1	7.250	34.683	15	-11.957	26.457
GROUP	D-kel_2	-16.968	44.421	15	-41.568	7.632
GROUP	D-kel_3	6.985	49.556	15	-20.458	34.428
For entire sample		-9.911	43.962	45	-14.088	12.267

Variable .. IGG

FACTOR	CODE	Mean	Std. Dev.	N	95 percent	Conf. Interval
GROUP	D-kel_1	-44.359	276.924	15	-197.714	108.997
GROUP	D-kel_2	-201.791	276.936	15	-355.153	-48.429
GROUP	D-kel_3	107.937	254.282	15	-32.879	248.754
For entire sample		-46.071	292.796	45	-134.036	41.895

Variable .. IGM

FACTOR	CODE	Mean	Std. Dev.	N	95 percent	Conf. Interval
GROUP	D-kel_1	-8.098	38.367	15	-29.345	13.149
GROUP	D-kel_2	-10.435	32.645	15	-28.514	7.643
GROUP	D-kel_3	-6.709	39.530	15	-28.600	15.182
For entire sample		-8.414	36.154	45	-19.276	2.448

Variable .. PMN

FACTOR	CODE	Mean	Std. Dev.	N	95 percent	Conf. Interval
GROUP	D-kel_1	1.654	1.685	15	.721	2.587
GROUP	D-kel_2	.824	2.926	15	-.796	2.444
GROUP	D-kel_3	.026	2.062	15	-1.116	1.168
For entire sample		.835	2.331	45	.134	1.535

```
-----
```

Variable .. TH		Mean	Std. Dev.	N	95 percent Conf. Interval	
FACTOR	CODE					
GROUP	D-kel_1	-.037	.092	15	-.088	.013
GROUP	D-kel_2	.003	.132	15	-.071	.076
GROUP	D-kel_3	-.008	.127	15	-.078	.062
For entire sample		-.014	.117	45	-.049	.021

```
-----
```

Variable .. TS		Mean	Std. Dev.	N	95 percent Conf. Interval	
FACTOR	CODE					
GROUP	D-kel_1	-.025	.119	15	-.091	.041
GROUP	D-kel_2	.070	.116	15	.005	.135
GROUP	D-kel_3	-.035	.122	15	-.103	.032
For entire sample		.003	.126	45	-.035	.041

```
-----
```

Variable .. MONO		Mean	Std. Dev.	N	95 percent Conf. Interval	
FACTOR	CODE					
GROUP	D-kel_1	.121	.176	15	.024	.219
GROUP	D-kel_2	.113	.253	15	-.027	.253
GROUP	D-kel_3	-.095	.184	15	-.197	.007
For entire sample		.046	.227	45	-.022	.114

```
-----
```

\*\*\*\*\* ANALYSIS OF VARIANCE -- DESIGN \*\*\*\*\*

EFFECT .. GROUP

Multivariate Tests of Significance (S = 2, M = 2, N = 17)

Test Name	Value	Approx. F	Hypoth. DF	Error DF	Sig. of F
Pillais	.60358	2.28468	14.00	74.00	.012
Hotellings	.99881	2.49703	14.00	70.00	.006
Wilks	.46566	2.39367	14.00	72.00	.008
Roys	.44957				

Eigenvalues and Canonical Correlations

Root No.	Eigenvalue	Pct.	Cum. Pct.	Canon Cor.
1	.81676	81.77347	81.77347	.67050
2	.18205	18.22653	100.00000	.39244

Dimension Reduction Analysis

Roots	Wilks L.	F Hypoth. DF	Error DF	Sig. of F	
1 TO 2	.46566	2.39367	14.00	72.00	.008
2 TO 2	.84599	1.12263	6.00	37.00	.368

Univariate F-tests with (2,42) D. F.

Variable	Hypoth. SS	Error SS	Hypoth. MS	Error MS	F	Sig. of F
IGA	5801.71878	78847.5034	2900.85939	1877.32151	1.54521	.225
IGG	719551.697	3052553.13	359775.848	72679.8365	4.95015	.012
IGM	106.37301	57405.3693	53.18650	1366.79451	.03891	.962
PMN	19.88044	219.16148	9.94022	5.21813	1.90494	.161
TH	.01287	.58783	.00644	.01400	.45982	.635
TS	.10085	.59755	.05043	.01423	3.54436	.038
MOND	.45275	1.80468	.22638	.04297	5.26840	.009

Averaged F-test with (14,294) D. F.

VARIABLES	Hypoth. SS	Error SS	Hypoth. MS	Error MS	F	Sig. of F
1 to 7	725480.23527	3189028.15835	51820.01680	10847.03455	4.77734	.000

\*\*\*\*\* ANALYSIS OF VARIANCE -- DESIGN \*\*\*\*\*

EFFECT .. CONSTANT

Multivariate Tests of Significance (S = 1, M = 2 1/2, N = 17 )

Test Name	Value	Approx. F	Hypoth. DF	Error DF	Sig. of F
Pillais	.25613	1.77076	7.00	36.00	.124
Hotellings	.34432	1.77076	7.00	36.00	.124
Wilks	.74387	1.77076	7.00	36.00	.124
Rays	.25613				

Eigenvalues and Canonical Correlations

Root No.	Eigenvalue	Pct.	Cum. Pct.	Canon Cor.
1	.34432	100.00000	100.00000	.50609

Univariate F-tests with (1,42) D. F.

Variable	Hypoth. SS	Error SS	Hypoth. MS	Error MS	F	Sig. of F
IGA	37.33735	76847.5034	37.33735	1877.32151	.01989	.889
IGG	95512.7794	3052553.13	95512.7794	72679.8365	1.31416	.258
IGH	3185.96097	57405.3693	3185.96097	1366.79451	2.33097	.134
PMN	31.35008	219.16148	31.35008	5.21813	6.00791	.018
TH	.00910	.58783	.00910	.01400	.65035	.425
TS	.00050	.59755	.00050	.01423	.03514	.852
MONO	.09707	1.80468	.09707	.04297	2.25907	.140

Averaged F-test with (7,294) D. F.

VARIABLES	Hypoth. SS	Error SS	Hypoth. MS	Error MS	F	Sig. of F
1 to 7	98767.53445	3189028.15835	14109.64778	10847.03455	1.30078	.250



dsc group group(1,3)/VAR IGA IGG IGM PMN TH TS MONO /met rao/PIN=0.5/POUT=0.5/ana all/stat all.

----- DISCRIMINANT ANALYSIS -----

On groups defined by GROUP

45 (unweighted) cases were processed.  
0 of these were excluded from the analysis.  
45 (unweighted) cases will be used in the analysis.

Number of Cases by Group

GROUP	Number of Cases		Label
	Unweighted	Weighted	
1	15	15.0	D-kel_1
2	15	15.0	D-kel_2
3	15	15.0	D-kel_3
Total	45	45.0	

Group Means

GROUP	IGA	IGG	IGM	PMN	TH	TS	MONO
1	7.25000	-44.35867	-8.09800	1.65400	-.03733	-.02467	.12133
2	-16.96800	-201.79067	-10.43533	.82400	.00267	.07000	.11333
3	6.98533	107.93733	-6.70933	.02600	-.00800	-.03533	-.09533
Total	-.91089	-46.07067	-8.41422	.83467	-.01422	.00333	.04644

Group Standard Deviations

GROUP	IGA	IGG	IGM	PMN	TH	TS	MONO
1	34.63335	276.92399	38.36726	1.68516	.09169	.11992	.17590
2	44.42119	276.93585	32.64518	2.92619	.13231	.11650	.25300
3	49.55591	254.28163	39.53010	2.06205	.12678	.12235	.18427
Total	43.86167	292.79627	36.15363	2.33083	.11684	.12599	.22651

Wilks' Lambda (U-statistic) and univariate F-ratio  
with 2 and 42 degrees of freedom

Variable	Wilks' Lambda	F	Significance
IGA	.93146	1.545	.2251
IGG	.80924	4.950	.0117
IGM	.99815	.3891E-01	.9619
PMN	.91683	1.905	.1615
TH	.97857	.4598	.6345
TS	.85559	3.544	.0378
MONO	.79944	5.268	.0091

----- DISCRIMINANT ANALYSIS -----

On groups defined by GROUP

Analysis number 1

Stepwise variable selection

Selection rule: Maximize Rao's V

Maximum number of steps..... 14  
 Minimum Tolerance Level..... .00100  
 Maximum significance of F to enter..... .50000  
 Minimum significance of F to remove..... .50000  
 Minimum increase in Rao's V..... .00000

Canonical Discriminant Functions

Maximum number of functions..... 2  
 Minimum cumulative percent of variance... 100.00  
 Maximum significance of Wilks' Lambda.... 1.0000

Prior probability for each group is .33333

----- Variables not in the analysis after step 0 -----

Variable	Tolerance	Minimum Tolerance	Signif. of F to enter	Rao's V
IGA	1.0000000	1.0000000	.2251	3.090424
IGS	1.0000000	1.0000000	.0117	9.900293
IGM	1.0000000	1.0000000	.9619	
FMN	1.0000000	1.0000000	.1615	3.809878
TH	1.0000000	1.0000000	.6345	
TS	1.0000000	1.0000000	.0378	7.088718
MCND	1.0000000	1.0000000	.0091	10.53680

.....

At step 1, MCND was included in the analysis.

Wilks' Lambda	Degrees of Freedom	Signif. Between Groups
.79944	1 2	42.0
Equivalent F	2	42.0 .0091
RAO'S V	2	.0052 (APPROX.)

----- Variables in the analysis after step 1 -----

Variable	Tolerance	Signif. of F to remove	Rao's V
MCND	1.0000000	.0091	

----- Variables not in the analysis after step 1 -----

Variable	Tolerance	Minimum Tolerance	Signif. of F to enter	Rao's V
IGA	.9994306	.9994306	.2588	13.50879
IGG	.9971060	.9971060	.0306	19.56603
IGM	.9998790	.9998790	.9723	
PMN	.7316329	.7316329	.5591	
TH	.9988536	.9988536	.6281	
TS	.8931592	.8931592	.0077	23.21716

F statistics and significances between pairs of groups after step 1  
 Each F statistic has 1 and 42.0 degrees of freedom.

Group	1	2
	D-kel_1	D-kel_2
2 D-kel_2	.11171E-01	.9163
3 D-kel_3	8.1940	7.6001
	.0065	.0086

.....

At step 2, TS was included in the analysis.

		Degrees of Freedom	Signif.	Between Groups
Wilks' Lambda	.63059	2 2	42.0	
Equivalent F	5.31553	4	82.0	.0007
RAO'S V	23.21716	4		.0001 (APPROX.)

----- Variables in the analysis after step 2 -----

Variable	Tolerance	Signif. of F to remove	Rao's V
TS	.8931592	.0077	
MDMO	.8931592	.0019	

----- Variables not in the analysis after step 2 -----

Variable	Tolerance	Minimum Tolerance	Signif. of F to enter	Rao's V
IGA	.9985785	.8922390	.3743	25.87312
IGG	.9626226	.8622707	.1701	28.93363
IGM	.9636627	.8608084	.9398	
PMN	.7301843	.6639798	.5470	
TH	.9299695	.8315642	.6055	

F statistics and significances between pairs of groups after step 2  
 Each F statistic has 2 and 41.0 degrees of freedom.

Group	1	2
	D-kel_1	D-kel_2
2 D-kel_2	2.5058 .0940	
3 D-kel_3	4.7611 .0138	9.7314 .0003

At step 3, IGG was included in the analysis.

		Degrees of Freedom	Signif.	Between Groups
Wilks' Lambda	.57715	3 2	42.0	
Equivalent F	4.21740	6	80.0	.0010
RAO'S V	28.93363	6		.0001 (APPROX.)

----- Variables in the analysis after step 3 -----

Variable	Tolerance	Signif. of F to remove	Rao's V
IGG	.9626226	.1701	
TS	.8622707	.0445	
MOND	.8817633	.0082	

----- Variables not in the analysis after step 3 -----

Variable	Tolerance	Minimum Tolerance	Signif. of F to enter	Rao's V
IGA	.6996840	.6746832	.6029	
IGM	.5242599	.5236940	.1209	36.62873
PMN	.6943616	.6344939	.6425	
TH	.9214893	.7968709	.6717	

F statistics and significances between pairs of groups after step 3  
 Each F statistic has 3 and 40.0 degrees of freedom.

Group	1	2
	D-kel_1	D-kel_2
2 D-kel_2	2.0926 .1165	
3 D-kel_3	3.5413 .0230	8.1441 .0002

At step 4, IGM was included in the analysis.

		Degrees of Freedom	Signif.	Between Groups
Wilks' Lambda	.51787	4 2	42.0	
Equivalent F	3.79855	8	78.0	.0008
RAO'S V	36.62873	8		.0000 (APPROX.)

----- Variables in the analysis after step 4 -----

Variable	Tolerance	Signif. of F to remove	Rao's V
IGG	.5236940	.0228	
IGM	.5242599	.1209	
TS	.8556452	.0426	
MDND	.8817506	.0142	

----- Variables not in the analysis after step 4 -----

Variable	Tolerance	Minimum Tolerance	Signif. of F to enter	Rao's V
IGA	.6796233	.4599159	.5481	
FMN	.6909900	.5161654	.6265	
TH	.7691756	.4376043	.5994	

F statistics and significances between pairs of groups after step 4  
 Each F statistic has 4 and 39.0 degrees of freedom.

Group	1 D-kel_1	2 D-kel_2
2 D-kel_2	2.0247	.1099
3 D-kel_3	2.9899	7.7401
	.0303	.0001

F level or tolerance or VIN insufficient for further computation.

Summary Table

Step	Action		Vars In	Wilks'		Rao's V	Change		Label
	Entered	Removed		Lambda	Sig.		in V	Sig.	
1	MCND		1	.79944	.0091	10.53680	.0052	10.53680	.0052
2	TS		2	.63059	.0007	23.21716	.0001	12.68037	.0018
3	IGG		3	.57715	.0010	28.93363	.0001	5.71646	.0574
4	IGM		4	.51787	.0008	36.62873	.0000	7.69510	.0213

Classification Function Coefficients  
(Fisher's Linear Discriminant Functions)

GROUP =	1			2			3		
	D-kel_1			D-kel_2			D-kel_3		
IGG	.6725875E-04	-.3444213E-02	.3360645E-02						
IGM	-.6385989E-02	.1352350E-01	-.2429898E-01						
TS	-.5139480	6.500615	-4.215735						
MCND	2.719283	3.645807	-2.824128						
(constant)	-1.294286	-1.809673	-1.570592						

Canonical Discriminant Functions

Function	Eigenvalue	Percent of Variance	Cumulative Percent	Canonical :		Wilks' Lambda	Chi-squared	D.F.	Significance
				Correlation :	Function				
				: 0	.5178737	26.650	8	.0008	
1*	.79839	91.55	91.55	: .6662932	: 1	.9313382	2.8809	3	.4104
2*	.07372	8.45	100.00	: .2620341	:				

\* marks the 2 canonical discriminant functions remaining in the analysis.

Standardized Canonical Discriminant Function Coefficients

	FUNC 1	FUNC 2
IGG	-.86362	.27854
IGM	.65764	-.23828
TS	.59408	-.51133
MCND	.65296	.69211

----- DISCRIMINANT ANALYSIS -----

On groups defined by GROUP

Analysis number 2

Direct method: All variables passing the tolerance test are entered.

Minimum Tolerance Level..... .00100

Canonical Discriminant Functions

Maximum number of functions..... 2

Minimum cumulative percent of variance... 100.00

Maximum significance of Wilks' Lambda.... 1.0000

Prior probability for each group is .33333

Classification Function Coefficients

(Fisher's Linear Discriminant Functions)

GROUP =	1	2	3
	D-kel_1	D-kel_2	D-kel_3
IGA	.1785988E-01	-.1462662E-02	.6294702E-02
IGG	-.9669803E-03	-.3419609E-02	.3079376E-02
IGM	-.1823964E-01	.1338624E-01	-.2998480E-01
PMN	.4098160	.7438276E-01	.1971976
TH	-3.309406	-.6126771E-01	-1.889128
TS	-.9172140	6.446070	-4.256634
MCND	.3612830	3.206250	-3.920518
(constant)	-1.692577	-1.824063	-1.659575

Canonical Discriminant Functions

Function	Eigenvalue	Percent of Variance	Cumulative Percent	Canonical Correlation	After Function	Wilks' Lambda	Chi-squared	D.F.	Significance
				0	:	.4656570	29.808	14	.0081
1*	.81676	81.77	81.77	.6705003	:	.6459887	6.5227	6	.3672
2*	.18205	18.23	100.00	.3924427	:				

\* marks the 2 canonical discriminant functions remaining in the analysis.

Standardized Canonical Discriminant Function Coefficients

	FUNC 1	FUNC 2
IGA	-.15178	.77011
IGG	-.82087	-.21990
IGM	.74671	-.44380
PMN	-.12615	.71991
TH	.09889	-.31895
TS	.59493	-.29318
MCND	.69188	.14857

----- DISCRIMINANT ANALYSIS -----

On groups defined by GROUP

Analysis number.. 1

Number of Canonical Discriminant Functions.. 2

List of the 4 Variables used..

Variable Label

IGG  
IGM  
TS  
MONO

Classification Results -

Actual Group		No. of Cases	Predicted Group Membership		
			1	2	3
Group 1	1	15	6	5	4
	D-kel_1		40.0%	33.3%	26.7%
Group 2	2	15	2	11	2
	D-kel_2		13.3%	73.3%	13.3%
Group 3	3	15	1	0	14
	D-kel_3		6.7%	.0%	93.3%

Percent of "grouped" cases correctly classified: 68.89%

Classification Processing Summary

- 45 Cases were processed.
- 0 Cases were excluded for missing or out-of-range group codes.
- 0 Cases had at least one missing discriminating variable.
- 45 Cases were used for printed output.



## ----- DISCRIMINANT ANALYSIS -----

On groups defined by GROUP

Analysis number.. 2

Number of Canonical Discriminant Functions.. 2

List of the 7 Variables used..

Variable Label

IGA  
IGG  
IGH  
PMN  
TH  
TS  
MONO

Classification Results -

Actual Group	No. of Cases	Predicted Group Membership		
		1	2	3
Group 1 D-kel_1	15	8 53.3%	4 26.7%	3 20.0%
Group 2 D-kel_2	15	4 26.7%	9 60.0%	2 13.3%
Group 3 D-kel_3	15	2 13.3%	1 6.7%	12 80.0%

Percent of "grouped" cases correctly classified: 64.44%

Classification Processing Summary

- 45 Cases were processed.
- 0 Cases were excluded for missing or out-of-range group codes.
- 0 Cases had at least one missing discriminating variable.
- 45 Cases were used for printed output.

POLA

MAN IGG IGM TS MONO by group(1,3) /pri cell (all)/pri homo (all)/pri signif (all)/disc/deg.

45 cases accepted.  
 0 cases rejected because of out-of-range factor values.  
 0 cases rejected because of missing data.  
 3 non-empty cells.

1 design will be processed.

```

-----
                CELL NUMBER
                1  2  3
Variable
GROUP          1  2  3
    
```

Cell Means and Standard Deviations

Variable .. IGG

FACTOR	CODE	Mean	Std. Dev.	N	95 percent Conf. Interval	
GROUP	D-kel_1	-.003	.019	15	-.013	.007
GROUP	D-kel_2	.695	.954	15	.167	1.223
GROUP	D-kel_3	.363	.855	15	-.110	.836
For entire sample		.352	.778	45	.118	.585

Variable .. IGM

FACTOR	CODE	Mean	Std. Dev.	N	95 percent Conf. Interval	
GROUP	D-kel_1	.052	.245	15	-.084	.187
GROUP	D-kel_2	-.141	.441	15	-.386	.103
GROUP	D-kel_3	.163	.961	15	-.369	.695
For entire sample		.025	.625	45	-.163	.212

Variable .. TS

FACTOR	CODE	Mean	Std. Dev.	N	95 percent Conf. Interval	
GROUP	D-kel_1	.013	.061	15	-.021	.047
GROUP	D-kel_2	.455	.757	15	.036	.874
GROUP	D-kel_3	.149	.516	15	-.137	.435
For entire sample		.206	.551	45	.040	.371

Variable .. MONO

FACTOR	CODE	Mean	Std. Dev.	N	95 percent Conf. Interval	
GROUP	D-kel_1	.330	.478	15	.065	.595
GROUP	D-kel_2	.413	.922	15	-.098	.924
GROUP	D-kel_3	.269	.520	15	-.019	.557
For entire sample		.337	.658	45	.140	.535

\*\*\*\*\* ANALYSIS OF VARIANCE -- DESIGN 1\*\*\*\*\*

EFFECT .. GROUP

Multivariate Tests of Significance (S = 2, M = 1/2, N = 18 1/2)

Test Name	Value	Approx. F	Hypoth. DF	Error DF	Sig. of F
Pillais	.29872	1.75589	8.00	80.00	.093
Hotellings	.38235	1.81619	8.00	76.00	.087
Wilks	.71411	1.78774	8.00	78.00	.092
Roys	.24667				

Eigenvalues and Canonical Correlations

Root No.	Eigenvalue	Pct.	Cum. Pct.	Canon Cor.
1	.32744	85.63894	85.63894	.49666
2	.05491	14.36106	100.00000	.22815

Dimension Reduction Analysis

Roots	Wilks L.	F Hypoth. DF	Error DF	Sig. of F	
1 TO 2	.71411	1.78774	8.00	78.00	.092
2 TO 2	.94795	.73214	3.00	40.00	.539

Univariate F-tests with (2,42) D. F.

Variable	Hypoth. SS	Error SS	Hypoth. MS	Error MS	F	Sig. of F
IGG	3.65675	22.96506	1.82838	.54679	3.34385	.045
IGM	.71043	16.48604	.35521	.39252	.90495	.412
TS	1.53974	11.80594	.76987	.28109	2.73884	.076
MCNO	.15670	18.90586	.07835	.45014	.17406	.841

Averaged F-test with (8,168) D. F.

VARIABLES	Hypoth. SS	Error SS	Hypoth. MS	Error MS	F	Sig. of F
1 to 4	6.06362	70.16289	.75795	.41764	1.81486	.077

\*\*\*\*\* ANALYSIS OF VARIANCE -- DESIGN \*\*\*\*\*

EFFECT .. CONSTANT

Multivariate Tests of Significance (S = 1, M = 1, N = 18 1/2)

Test Name	Value	Approx. F	Hypoth. DF	Error DF	Sig. of F
Pillais	.52335	10.70520	4.00	39.00	.000
Hotellings	1.09797	10.70520	4.00	39.00	.000
Wilks	.47665	10.70520	4.00	39.00	.000
Roys	.52335				

Eigenvalues and Canonical Correlations

Root No.	Eigenvalue	Pct.	Cum. Pct.	Canon Cor.
1	1.09797	100.00000	100.00000	.72343

Univariate F-tests with (1,42) D. F.

Variable	Hypoth. SS	Error SS	Hypoth. MS	Error MS	F	Sig. of F
IGG	5.56255	22.96506	5.56255	.54679	10.17316	.003
IGM	.02710	16.48604	.02710	.39252	.06904	.794
TS	1.90145	11.80594	1.90145	.28109	6.76447	.013
MONO	5.12441	18.90586	5.12441	.45014	11.38405	.002

Averaged F-test with (4,168) D. F.

VARIABLES	Hypoth. SS	Error SS	Hypoth. MS	Error MS	F	Sig. of F
1 to 4	12.61551	70.16289	3.15388	.41764	7.55174	.000

RESPONS IMUN

BERDASARKAN KELOMPOK KINERJA FISIK

pro if (group(4).

MAN igg igm iga eos mono neut baso th ts lymf

by fisik(1,2) /pri cell (all)/pri homo (all)/pri signif (all)/disc/desig.

45 cases accepted.

0 cases rejected because of out-of-range factor values.

0 cases rejected because of missing data.

2 non-empty cells.

1 design will be processed.

Variable	CELL NUMBER	
	1	2
FISIK	1	2

1 = K. KESEHATAN JASMANI SEDANG  
 2 = K. KESEHATAN JASMANI BAIK

Cell Means and Standard Deviations

Variable .. IGG

FACTOR	CODE	Mean	Std. Dev.	N	95 percent	Conf. Interval
FISIK	1	-3.895	186.907	23	-84.720	76.929
FISIK	2	37.252	265.307	22	-80.378	154.883
For entire sample		16.221	226.923	45	-51.954	84.397

Variable .. IGM

FACTOR	CODE	Mean	Std. Dev.	N	95 percent	Conf. Interval
FISIK	1	-6.393	26.446	23	-17.830	5.043
FISIK	2	-12.208	20.732	22	-21.400	-3.016
For entire sample		-9.236	23.738	45	-16.368	-2.105

Variable .. IGA

FACTOR	CODE	Mean	Std. Dev.	N	95 percent	Conf. Interval
FISIK	1	-8.685	33.078	23	-22.989	5.619
FISIK	2	-8.895	32.255	22	-23.196	5.407
For entire sample		-8.788	32.306	45	-18.493	.918

Variable .. EOS

FACTOR	CODE	Mean	Std. Dev.	N	95 percent	Conf. Interval
FISIK	1	-.047	.129	23	-.102	.009
FISIK	2	-.020	.255	22	-.133	.093
For entire sample		-.034	.199	45	-.093	.026

Variable .. MCNO						
FACTOR	CODE	Mean	Std. Dev.	N	95 percent	Conf. Interval
FISIK	1	.040	.156	23	-.028	.107
FISIK	2	-.024	.196	22	-.111	.063
For entire sample		.008	.178	45	-.045	.062

Variable .. MELT						
FACTOR	CODE	Mean	Std. Dev.	N	95 percent	Conf. Interval
FISIK	1	.275	1.388	23	-.325	.875
FISIK	2	.063	1.954	22	-.803	.930
For entire sample		.172	1.672	45	-.331	.674

Variable .. BASO						
FACTOR	CODE	Mean	Std. Dev.	N	95 percent	Conf. Interval
FISIK	1	-.005	.031	23	-.018	.009
FISIK	2	.001	.046	22	-.019	.021
For entire sample		-.002	.039	45	-.014	.010

Variable .. TH						
FACTOR	CODE	Mean	Std. Dev.	N	95 percent	Conf. Interval
FISIK	1	.068	.081	23	.033	.103
FISIK	2	.064	.100	22	.019	.108
For entire sample		.066	.090	45	.039	.093

Variable .. TS						
FACTOR	CODE	Mean	Std. Dev.	N	95 percent	Conf. Interval
FISIK	1	-.006	.088	23	-.044	.032
FISIK	2	.012	.096	22	-.031	.054
For entire sample		.003	.091	45	-.025	.030

Variable .. LYP						
FACTOR	CODE	Mean	Std. Dev.	N	95 percent	Conf. Interval
FISIK	1	-.361	.943	23	-.769	.047
FISIK	2	-.663	.534	22	-.899	-.426
For entire sample		-.508	.777	45	-.742	-.275

\*\*\*\*\* ANALYSIS OF VARIANCE -- DESIGN 1 \*\*\*\*\*

EFFECT .. FISIK

Multivariate Tests of Significance (S = 1, M = 4, N = 16)

Test Name	Value	Approx. F	Hypoth. DF	Error DF	Sig. of F
Pillais	.23255	1.03024	10.00	34.00	.440
Hotellings	.30301	1.03024	10.00	34.00	.440
Wilks	.76745	1.03024	10.00	34.00	.440
Rays	.23255				

Eigenvalues and Canonical Correlations

Root No.	Eigenvalue	Pct.	Cum. Pct.	Canon Cor.
1	.30301	100.00000	100.00000	.48223

Univariate F-tests with (1,43) D. F.

Variable	Hypoth. SS	Error SS	Hypoth. MS	Error MS	F	Sig. of F
IGG	19038.1493	2246698.16	19038.1493	52248.7944	.36437	.549
IGH	380.18341	24413.0050	380.18341	567.74430	.66964	.418
IGA	.49271	45920.5042	.49271	1067.91870	.00046	.983
EDS	.00791	1.73512	.00791	.04035	.19601	.660
MOND	.04556	1.34523	.04556	.03128	1.45644	.234
NEUT	.50554	122.56485	.50554	2.85035	.17736	.676
BASD	.00036	.06496	.00036	.00151	.24114	.626
TH	.00020	.35730	.00020	.00831	.02375	.878
TS	.00360	.36468	.00360	.00848	.42507	.518
LYMP	1.02457	25.56882	1.02457	.59462	1.72306	.196

Averaged F-test with (10,430) D. F.

VARIABLES	Hypoth. SS	Error SS	Hypoth. MS	Error MS	F	Sig. of F
1 to 10	19420.41317	2317183.67060	1942.04132	5388.79923	.36038	.963