TKM 13/05
Hen
P

TESIS

PENGARUH POSISI KERJA TERHADAP TERJADINYA KELELAHAN PADA OTOT LENGAN OPERATOR KOMPUTER

OLEH :

H E N D R I K

PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2004

MILIK
PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA

TESIS

PENGARUH POSISI KERJA TERHADAP TERJADINYA KELELAHAN PADA OTOT LENGAN OPERATOR KOMPUTER

MILIK
PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA

H E N D R I K
090214717 M

PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2004

PENGARUH POSISI KERJA TERHADAP TERJADINYA KELELAHAN PADA OTOT LENGAN OPERATOR KOMPUTER

TESIS

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

OLEH :

H E N D R I K
090214717 M

PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2004

Tanggal 10 Juni 2004

Lembar Pengesahan

TESIS INI TELAH DISETUJUI

TANGGAL JUNI 2004

Oleh

Pembimbing Ketua

Prof. H. Soeprapto As., dr., DPH.
NIP. 130 162 026

Pembimbing,

Dr. Windhu Purnomo, dr., MS.
NIP. 130 290 052

Mengetahui

Ketua Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat

Program Pascasarjana Universitas Airlangga

Prof. Dr. H. R. Soenibjo HP., dr., DTM
NIP. 130 359 279

Telah diuji pada

Tanggal 28 Juni 2004

PANITIA PENGUJI TESIS

Ketua : Prof. Dr. Tjipto Suwandi, dr., MOH

Anggota : 1. Prof. H. Soeprapto As., dr., DPH

2. Dr. Windhu Purnomo, dr., M.S.

3. Dr. Sunarko Setyawan, dr., M.S.

4. H. M. Sulaksmono, dr., M.S., MPH

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Mahakuasa, yang telah memberikan berkat dan menyertai penulis sehingga dapat menyelesaikan tesis ini.

Terima kasih tak terhingga dan penghargaan yang setinggi-tingginya saya ucapkan kepada:

Prof. H. Soeprapto As., dr., DPH., pembimbing ketua penulisan tesis ini yang dengan penuh perhatian telah memberikan dorongan, bimbingan, motivasi dan petunjuk yang sangat berharga dalam melaksanakan dan meyelesaikan penelitian ini.

Dr. Windhu Purnomo, dr., MS., selaku pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing dan memberikan masukan-masukan serta memotivasi penulis dalam menyelesaikan penulisan tesis ini.

Prof. Dr. Med. Puruhito, dr., SpBTKV Selaku Rektor Unair, Prof. Dr. Muhammad Amin, dr., SpP., selaku Direktur Pascasarjana Unair dan Prof. Dr., H. R. Soedibjo HP., dr., DTM. selaku Ketua Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat Program Pascasarjana Unair yang selama ini telah melayani administrasui kepada saya secara lancar.

Prof., Dr., Tjipto Suwandi, dr., MOH., H.M. Sulaksmono, dr., MS., MPH dan Dr. Sunarko Setyawan, dr., MS selaku konsultan, yang selama ini telah membimbing, memberikan masukan dan arahan kepada penulis serta bersedia menguji sejak ujian proposal hingga ujian tesis ini.

Bapak dan Ibu Dosen Program Ilmu Kesehatan Masyarakat Pascasarjana Unair, secara khusus minat Hiperkes yang telah memberikan ilmunya kepada saya melalui perkuliahan

Dekan dan Staf Dosen Fakultas Kesehatan Masyarakat Unair yang selama ini telah memberikan kuliah, membimbing dan memberikan kesempatan kepada saya untuk menggunakan fasilitas pendidikannya.

Andy MA. Hariandja, Dipl. PT., yang telah memberikan masukan dan arahan dalam penulisan tesis ini.

Ibu Rostiaty Natsir, dr., MSPH, Direktur Politeknik Kesehatan Makassar, sebagai atasan langsung penulis yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengikuti dan menyelesaikan pendidikan pada Program Pascasarjana Universitas Airlangga Surabaya.

Pemerintah Kota Makassar, yang telah memberikan kesempatan dan kepercayaan kepada penulis untuk melaksanakan penelitian pada Operator jasa pengetikan komputer di Makassar.

Rekan-rekan mahasiswa angkatan 2002/2003 Program IKM Pascasarjana, khususnya Saudara Bina Kurniawan sebagai rekan penulis di minat Hiperkes yang telah memberikan bantuan dan dorongan moril yang sangat bermanfaat bagi penulis, kebersamaan yang begitu singkat tetapi sangat bermanfaat dan berharga.

Petugas perpustakaan baik Fakultas Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kedokteran maupun Pascasarjana yang dengan sabar melayani penulis dalam mencari literatur.

Istriku tercinta Cherly Kantohe, anak saya Chindy Justisia Anastasia Padang, Chilvya Dwijulian Padang dan Juan Caesar Sampebua' yang dengan tulus memberikan kesempatan dan doa restu untuk mengikuti pendidikan dan rela berpisah untuk sementara waktu serta sabar menantikan penyelesaian pendidikan penulis.

Ibu dan Saudara-saudaraku yang terkasih yang telah mendukung dan memberi dorongan moril dan materil sehingga penulis dapat mengikuti dan menyelesaikan pendidikan ini dengan baik.

Surabaya, Juni 2004

Penulis

RINGKASAN

Posisi kerja merupakan aktor penting yang harus diperhatikan dalam melakukan suatu aktivitas kerja. Posisi yang tidak ergonomis dapat mengakibatkan terjadinya kelelahan pada sistem *musculoskeletal* yang pada akhirnya akan mengurangi aktivitas dan menurunnya produktivitas seseorang. Penelitian ini mempelajari pengaruh posisi kerja terhadap terjadinya kelelahan pada otot lengan operator komputer.

Tujuan khusus dalam penelitian adalah menganalisis pengaruh berbagai posisi sudut abduksi sendi bahu sebelum dan sesudah mengetik terhadap terjadinya kelelahan pada otot lengan operator jasa pengetikan komputer dan untuk mendapatkan rentang sudut optimal yang tidak menimbulkan kelelahan pada otot lengan operator komputer. Sedangkan tujuan umum adalah mempelajari pengaruh berbagai posisi sudut abduksi sendi bahu terhadap terjadinya kelelahan pada otot lengan operator jasa pengetikan komputer.

Penelitan ini adalah penelitian eksperimenal dengan desain penelitian *pre-post test control group design*, yakni mengukur kemampuan kontraksi statis dan dinamis otot lengan sebelum dan sesudah mengetik selama 30 menit pada tiga posisi yang berbeda. Ketiga posisi antara lain: $0 - 20^0$, $20 - 40^0$ dan $40 - 60^0$. Pengukuran kemampuan kontraksi otot secara statis dan dinamis dilakukan sebanyak 2 kali, yaitu sebelum dan sesudah melakukan pengetikan selama 30 menit, dengan menggunakan *hand dynamometer* untuk mengukur kontraksi statis dan *handgrip* untuk mengukur kontraksi dinamis. Populasi adalah operator jasa pengetikan komputer sebanyak 31

orang. Dilakukan *screening* dengan kriteria sampel umur 25 – 40 tahun, laki-laki, masa kerja minimal 1 tahun, berat badan 50 – 70 kg, panjang lengan antara 65 – 75 cm, tinggi tubuh 50 – 70 cm, kemampuan kontraksi otot lengan sebelum diberikan perlakuan dalam range yang sama (statis: 30 – 40 kg, dinamis: 30 – 45 detik), fitness baik, lama tidur pada malam hari lebih dari 6 jam dan tidak sedang menderita suatu penyakit yang dapat mengganggu jalannya penelitian. Sampel sebanyak 21 orang diambil dengan *simple random sampling*, kemudian dilakukan alokasi random atas tiga kelompok perlakuan yang berbeda dan 7 sampel sama. Hasil pengukuran kemampuan kontraksi statis dan dinamis otot lengan diuji dengan menggunakan uji t sampel berpasangan (*paired sample*) untuk sampel sama dan uji anova satu arah (*anova one way*).

Hasil penelitian selisih kemampuan kontraksi statis dan dinamis sebelum dan sesudah mengetik selama 30 menit antar kelompok dengan uji t sampel berpasangan menunjukkan bahwa ada perbedaan yang bermakna ($p < 0,05$) pada posisi 0 - 20^0, statis 36,29 kg (SD = 1,11 kg), dinamis 33,86 detik (SD = 0, 69 detik) dan posisi 40 - 60^0, statis: 36,14 kg (SD = 0,90 kg), dinamis: 33,86 detik (SD = 0,90 detik). Tidak ada perbedaan yang bermakna ($p > 0,05$) pada posisi 20 - 40^0, statis: 36,86 kg (SD = 0,90 kg), dinamis: 35,00 detik (SD = 1,15 detik). Pada sampel berbeda antar kelompok dengan uji anova satu arah menunjukkan tidak ada perbedaan yang bermakna ($p > 0,05$) setelah mengetik pada posisi 0 - 20^0, statis: 36,71 kg (SD = 1,41 kg), dinamis: 33,57 detik (SD = 1,62 detik), posisi 20 - 40^0, statis: 36,29 kg (SD = 1,70 kg), dinamis 34,57 detik (SD = 1,27 detik) dan posisi 40 - 60^0, statis: 35,57 kg (SD = 0,79 kg), dinamis: 34,43 detik (SD =1,57 detik). Selisih

rata-rata kemampuan kontraksi setiap posisi, baik pada kontraksi statis maupun dinamis pada sampel sama dan sampel berbeda, menunjukkan adanya penurunan kemampuan kontraksi otot lengan operator jasa pengetikan komputer, di mana penurunan terbesar pada posisi 0 - 20^0 dan 40 - 60^0 dibanding pada posisi 20 - 40^0.

Berdasarkan hasil analisis data dapat ditarik kesimpulan bahwa: (1) ada pengaruh posisi kerja terhadap terjadinya kelelahan otot lengan operator jasa pengetikan komputer, (2) karena pada rentang sudut 20 - 40^0 abduksi sendi bahu yang paling optimal kurang menimbulkan kelelahan pada otot len gan, maka operator komputer disarankan seyogyanya pada saat mengetik dapat memperhatikan posisi kerja tersebut guna mencegah terjadinya kelelahan atau keluhan yang sifatnya berulang.

SUMMARY

Working position is an important factor that should be taken into account in accomplishing a working activity. An unergonomic position may result in fatigue at musculoskeletal system that finally decreases the activity and reduces one's productivity. This study investigated the effect of working position on the occurrence of brachial muscles in computer operator.

The particular objective of this study was to analyze the effect of various positions of abduction angle of shoulder joint before and after typing on the occurrence of fatigue in brachial muscles of computer operator and to determine the optimal angular range that may not produce muscular fatigue in computer operator. The general objective was to study the effect of various positions of abduction angle of shoulder joint on the occurrence of fatigue in brachial muscles of computer operator.

This was an experimental study using pre- and post test control group design for different samples and one group pre- and post test design for similar samples, in which the author measured static and dynamic contraction capability before and after typing for 30 minutes at three different positions. These positions were 0 - 20°, 20 - 40°, and 40 - 60°. The measurement of static and dynamic muscular contraction was carried out twice, before and after typing for 30 minutes, using hand dynamometer for measuring static contraction, and handgrip for dynamic contraction. Population consisted of 31 computing service operators. Screening was undertaken to the population, with the criteria as follows: age 25 - 40 years, male, minimum working period of 1 year, body weight 50 - 70 kg, arm length 65 - 75 cm, body height 50 - 70 cm, the capability of muscular contraction before treatment was at the same range (static 30 - 40 kg, dynamic 30 - 45 seconds), good fitness, night sleeping time of more than 6 hours, and had no disease that may confuse observation. Samples were recruited using simple random sampling, and subjected to random allocation into three different treatment groups consisting of 7 individuals each. The measurement of muscular static and dynamic contraction capacity was carried out by means of paired sample t test for similar samples and one way anova and anacova test.

Results of the observation to the difference of static and dynamic contraction before and after typing for 30 minutes between groups using paired sample t test revealed significant difference ($p < 0.05$) in position 0 - 20°, static 36.29 kg (SD = 1.11 kg), dynamic 33.86 seconds (SD = 0.69 seconds), and position 40 - 60°, static 36.14 kg (SD = 0.90 kg), dynamic 33.86 seconds (SD = 0.90 seconds). However, significant difference was not found ($p > 0.05$) in position 20 - 40°, static 36.86 kg (SD = 0.90 kg), dynamic 35.00 seconds (SD = 1.15 seconds). One way anova test between different samples revealed no significant difference ($p > 0.05$) after typing in positions 0 - 20°, static 36.71 kg (SD = 1.41 kg), dynamic 33.57 (SD = 1.62 seconds), position 20 - 40°, static 36.29 kg (SD = 1.70 kg), dynamic 34.57 seconds (SD = 1.27 seconds), and position 40 - 60°, static 35.57 kg (SD = 0.79 kg), dynamic 34.43 seconds (SD = 1.57 seconds). The difference of average contraction capability in each position,

either in static or dynamic contraction in similar as well as different samples, indicated the reduction of brachial muscle contraction capability in the operators of computing service, in which the highest reduction was found in positions 0 - 20^{o} and 40 - 60^{o}, as compared to position 20 - 40^{o}.

It can be concluded that (1) working position has effect on the occurrence of brachial muscle fatigue in the operators of computing service, (2) since at the range of 20 - 40^{o} the optimal abduction of shoulder joint produce the least fatigue in brachial muscle, it is recommended for the computer operators to maintain that position during typing to prevent fatigue or recurrent complaints.

ABSTRACT

The Effect of Work Position on Fatigue on the Arm Muscles of Computer Operator

Hendrik

This research is intended to find out the effect of work position on fatigue on the arm muscles of computer operator. This is an experimental research using *pre-post test control design* for different samples and one group *pre-post test design* for the same samples. The population were 31 operators of computer services at Tamalanrea district, in Makassar. The criteria of the samples were 25-40 years old, male, 1 year work experience, weight 50-70 kgs, length of arms 65-75 cms, height 50-70 cms, muscle contraction capacity was within the same range (statistic 30-40 kgs, dynamic 30-45 second), good physical fitness, duration of night sleep was more then 6 hours and not suffering from any disease which might hinder the research. 21 Samples were taken through *simple random sampling* and then random allocation was done into three different group treatments and 7 samples of the same kind. The result of static contraction capacity measurement and dynamic arm muscles were tested using *anova* and *anacova* test for different samples and paired sample t test for the same sample.

The findings of the research are that there was a significant difference ($p<0,05$) between static and dynamic contraction capacity before and after 30 minute-typing in the group construe of t test paired sample, after typing at the position of 0-20°, static 36,29 kgs (SD=1,11 kg), dynamics 33,86 seconds (SD=0,69 seconds), 40-60°, static 36,14 kgs (SD=0,90 kg), dynamic 33,86 seconds (SD=0,90 second). However there is no significant difference at the position 20-40°, static 36,86 kgs (SD=0,90 kg), dynamics 35,00 seconds (SD=1,15 seconds). In different samples among the group with *anova* and *anacova* tests there was no significant difference ($p>0,05$) after typing at the position 0-20°, static 36,71 kgs (SD=1,70 kgs), dynamic 34,57 seconds (SD=1,27 second) and at the position 40-60°, static 35,37 kgs (SD=0,79 kg), dynamic 34,43 seconds (SD=1,57 second).

Based on the result of the analysis it is concluded that: (1) there is an influence of work position on the fatigue of arm muscles of a computer operator, (2) due to the fact that at the angle range 20-40°,the maximal shoulder joint abduction caused less fatigue on the arm muscles, so a computer operator should take care of work position to prevent any repeated fatigue.

Key words : *Work position, fatigue.*

DAFTAR ISI

Halaman

Sampul depan i
Sampul dalam ii
Prasyarat gelar iii
Persetujuan Tesis iv
Panitia Penguji Tesis v
Ucapan terima kasih vi
Ringkasan ix
Summary xii
Abstract xiv
Daftar isi xv
Daftar tabel xix
Daftar gambar xx
Daftar lampiran xxi
Daftar singkatan xxii
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Tempat Kerja dan Posisi Operator Komputer 5
2.2 Ergonomi 7
2.3 Biomekanik 10
2.4 Titik Berat dan Titik Tempu atau Bidang Tumpu Tangan 12
2.4.1 Titik Berat 12

2.4.2 Titik Tumpu 13
2.4.3 Menentukan Titik Berat dan Titik Tumpu Pada Operator Komputer 14
2.5 Otot Rangka 15
2.6 Otot dan Gerak Biomekanik 19
2.7 Kontraksi Otot 25
2.7.1 Mekanisme Kontraksi Otot 25
2.7.2 Bentuk Kontraksi Otot 28
2.8 Metabolisme Energi Otot Rangka 30
2.8.1 Pemasukan Energi Selama Kontraksi 30
2.8.2 Metabolisme Aerob Otot 32
2.8.3 Metabolisme Anaerob Otot 32
2.9 Kelelahan Otot 33
2.10 Cara Mengukur Kelelahan Otot 38
2.10.1 Pemakaian Myofeedback 38
2.10.2 Ergometri 39
BAB 3 KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS PENELITIAN 40
3.1 Kerangka Konseptual 40
3.2 Hipotesis Penelitian 42
BAB 4 METODE PENELITIAN 43
4.1 Rancangan Penelitian 43
4.2 Populasi dan Sampel 45
4.2.1 Populasi 45
4.2.2 Sampel 45
4.3 Protokol Penelitian 45
4.4 Variabel Penelitian 48
4.5 Definisi Operasional 48
4.6 Instrumen Penelitian dan Bahan Penelitian 49

4.7 Prosedur Penelitian 50
4.7.1 Persiapan Penelitian 50
4.8.2 Langkah-langkah Pelaksanaan Penelitian..... 50
4.8 Prosedur Pengukuran..... 52
4.9. Lokiasi dan Waktu Penelitian..... 53
4.10 Teknik Analisis Data..... 53
BAB 5 ANALISIS HASIL PENILAIAN..... 54
5.1 Analisis Hasil Penelitian Sampel Berbeda 54
5.1.1 Analisis Perbedaan Karakterisrtik Operator Komputer
Antar Kelompok..... 54
5.1.2 Analisis Kontraksi Statis Sesudah Mengetik
Antar Kelompok 55
5.1.3 Analisis Kontraksi Dinamis Sesudah Mengetik
Antar Kelompok 55
5.2 Analisis Hasil Penelitian Sampel Sama 56
5.2.1 Analisis Karakteristik Operator Komputer 56
5.2.2 Analisis Karakteristik Statis Sebelum dan Sesudah
Mengetik Tiap Posisi 57
5.2.3 Analisis Kontraksi Statis Sesudah Mengetik Antar Posisi ... 58
5.2.4 Analisis Kontraksi Dinamis Sebelum dan Sesudah
Mengetik Tiap Posisi 59
5.2.5 Analisis Kontraksi Dinamis Sesudah Mengetik
Antar Posisi 60
BAB 6 PEMBAHASAN 61
6.1 Karakteristik Operator Jasa Pengetikan Komputer Peserta
Dalam Penelitian 61
6.2 Kontraksi Statis dan Dinamis Sesudah Mengetik Antar Posisi 63
6.3 Kontraksi Statis dan Dinamis Sebelum dan Sesudah Mengetik
Tiap Posisi 65

6.4 Kontraksi Statis dan Dinamis Sesudah Mengetik Antar Posisi 67
BAB 7 PENUTUP 69
7.1 Kesimpulan 69
7.2 Saran 70
Daftar Pustaka 71
Lampiran 74

DAFTAR TABEL

Tabel 5.1 Perbedaan Karakteristik Operator Komputer Antar Kelompok 54
Tabel 5.2 Kontraksi Statis Sesudah Mengetik Antar Kelompok 55
Tabel 5.3 Kontraksi Dinamis Sesudah Mengetik Antar Posisi 56
Tabel 5.4 Karakteristik Operator Jasa Pengetikan Komputer 56
Tabel 5.5 Perbandingan Kontraksi Statis Sebelum dan Sesudah Mengetik 57
Tabel 5.6 Perbandingan Kontraksi Statis Sesudah Mengetik Antar Posisi 58
Tabel 5.7 Perbandingan Kontraksi Dinamis Sebelum dan Sesudah Mengetik Setiap Posisi 69
Tabel 5.8 Perbandingan Kontraksi Dinamis Sesudah Mengetik Antar Posisi 60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Stasion Kerja dan Posisi Operator Kompute 6
Gambar 2.2. Paradigma Ergonomi 9
Gambar 2.3. Titik Berat dan Gaya Berat 12
Gambar 2.4. Presentase Berat Anggota Tubuh Terhadap Berat Badan 13
Gambar 2.5. Struktur Otot Rangka 17
Gambar 2.6. Letak Perlekatan Otot Tangan dan Lengan 23
Gambar 2.7. Otot-otot Daerah Leher 25
Gambar 2.8. Keadaan Relaksasi dan Kontraksi Metrofil 27
Gambar 2.9. Sebuah Struktur Miosin 27
Gambar 2.10. Pemasukan Energi Selama Kontraksi Otot 31
Gambar 2.11. Siklus Cori 35
Gambar 2.12. Piruvat dalam Kondisi Aerobik dan Anaerobik 36
Gambar 2.13. Perubahan Kreatinfosfat 37
Gambar 3.1 Kerangka Konseptual 40
Gambar 4.1 Bagan Rancangan Penelitian Pre-Post Test Control Group Design 43
Gambar 4.2 Bagan Rancangan Penelitian One Group Pre-Post Test Design 44
Gambar 4.3 Protokol Penelitian 47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Peserta Dalam Penelitian 74
1.a. Nomor dan Nama Peserta Dalam Penelitian 74
1.b. Data Karakteristik Operator Jasa Pengetikan Komputer Pada Sampel Sama 75
1.c. Hasil Pemeriksaan Kemampuan Kontraksi Statis dan Dinamis Pada Sampel Sama 75
1.d. Data Penelitian Operator Jasa Pengetikan Komputer Sampel Berbeda 76
Lampiran 2 Hasil Analisis Anova Oneway 77
2.a. Analisis Anova Oneway Antar Kelompok 77
2.b. Analisis Anacova Dengan Tinggi Badan Sebagai Kovariat Sesudah Mengetik 80
Lampiran 3 Analisis Paired Test 83
3.a. Analisis Data Deskriptif Paired Test..... 83
3.b. Analisis Paired Test Sebelum dan Sesudah Mengetik Tiap Posisi 84
Lampiran 4 Pengukuran Kelelahan Otot Lengan..... 87
4.a Pengukuran Kontraksi Statis Dengan Hand Dynamometer 87
4.b Pengukuran Kontraksi Dinamis Dengan Handgrip 87
4.c Pengukuran Kelelahan Otot Lengan Dengan Myofeedback 88
Lampiran 5 Posisi Mengetik Operator Komputer 89
Lampiran 6 Surat Pernyataan Kesediaan PesertaPenelitian..... 90
Lampiran 7 Surat Direktur Pasca Sarjana Unair 91
Lampiran 8 Surat Walikota Makassar 92
Lampiran 9 Surat Keterangan Camat Tamalanrea 93
Lampiran10 Naskah Ketikan..... 94

DAFTAR SINGKATAN

ADP	= *Adenosine diphosphate*
AEM	= *Anaerobic energy metabolism*
C	= *Cervical vertebral*
Ca	= *Calcium* (kalsium)
COG	= *Center of Gravity*
CO_2	= *Carbon dioksida*
CoA	= *Coenzim* A
FFA	= *Free fatty acid* (asam lemak bebas)
H_2O	= *Hydrogen dioxida* (hydrogen dioksida)
M	= Miosin
M+	= Miosin berenergi
NAD^+	= *Nikotinamida adenin dinukleotida*
O_2	= Oksigen dioksida
Pi=P	= *Phospate* (fosfat)
RSI	= *Repetitive strain injury*
T	= *Thoracic vertebral*
TBT	= Titik berat total
Tc	= Troponin C

ADLN - Perpustakaan Universitas Airlangga

MILIK
PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini penggunaan komputer sudah semakin memasyarakat sejalan dengan kemajuan dalam bidang telekomunikasi dan informasi. Mulai dari perusahaan-perusahaan swasta, pemerintah, pelajar dan mahasiswa serta pemakai nonkomersial lainnya sudah mengenal penggunaan komputer. Hal tersebut ditunjang pula dengan berkembangnya rental dan warung internet. Keadaan ini semakin memudahkan orang untuk bermain komputer, baik untuk tujuan memperoleh ilmu pengetahuan maupun untuk sekedar bermain-main. Pemakaian komputer saat ini tidak hanya masyarakat akademisi, tetapi masyarakat awam juga telah banyak menggunakan komputer dalam mengentry data yang terdapat diperkantoran tersebut. Asosiasi Pengguna Peralatan Elektronik Amerika (1999), melaporkan bahwa sejak Januari 1998, 42 persen rumah tangga di Amerika Serikat mempunyai komputer pribadi, di mana 22 – 51 persen digunakan selama 10 – 20 jam per minggu.

Karyawan yang memakai komputer tidak hanya untuk keperluan mengetik, entry data, tetapi juga sudah menyangkut analisis data dan keperluan yang lain. Bahkan tidak sedikit yang menggunakannya untuk hiburan, baik diwaktu senggang maupun diwaktu kerja. Pada prinsipnya dewasa ini komputer sudah menjadi kebutuhan pokok dalam kehidupan manusia. Semakin seringnya orang menggeluti komputer, maka akan berpengaruh pada diri mereka, bahkan pada karyawan perkantoran dalam sehari menggunakan komputer sebagai alat

bantu berlangsung berjam-jam lamanya tanpa adanya waktu istirahat yang memadai. Pemakaian komputer dalam waktu yang lama tanpa disertai dengan waktu istirahat yang memadai akan menimbulkan gangguan pada jaringan lunak dan keras (musculoskeletal) berupa nyeri kepala, lengan, stress dan terasa kaku (Suharyanto dalam Sueb, 2000).

Roesli (dalam Sueb, 2000), menemukan keluhan-keluhan yang timbul dari pemakaian komputer pada laki-laki dan perempuan berupa kekakuan otot leher dan bahu, punggung terasa sakit dan pegal, lengan dan tangan terasa pegal dan kaku.

Menurut Dalton (dalam Sueb, 2000), persentase gangguan berupa keluhan sakit pada pengguna komputer lebih tinggi dari pada juru ketik mesin ketik biasa. Di mana hasil penelitiannya untuk kelelahan 85 persen pemakai komputer dan 59 persen juru ketik, sakit leher sampai bahu 63 persen pemakai komputer dan 30 persen juru ketik, sakit pergelangan tangan 57 persen pemakai komputer dan 19 persen juru ketik, hilangnya kekuatan lengan 42 persen pemakai komputer dan 12 persen juru ketik. Berdasarkan survei awal peneliti terhadap 22 orang operator komputer diperoleh data bahwa seluruhny merasa lelah dan pegal pada otot penglihatan, leher, bahu hingga lengan setelah melakukan pengetikan. Keluhan yang paling sering adalah pada penglihatan, leher dan lengan.

Berdasarkan Laporan bagian Keselamatan dan Administrasi Kesehatan, Departemen Tenaga Kerja Amerika serikat (1999), hampir sebanyak 650.000 pekerja di Amerika Serikat setiap tahunnya sakit dan mengalami cidera yang serius disebabkan oleh pengeluaran tenaga yang berlebihan, terus menerus atau stress fisik yang lain. Akibat cidera dan penyakit ini menyebabkan sebanyak

34 persen dari seluruh hari kerja hilang dan biaya yang dikeluarkan negara sebesar 15 – 20 miliar dollar setiap tahunnya hanya untuk membiayai kompensasi para pekerja. Dengan data statistik tersebut di atas, jelas bahwa pemakaian komputer yang tidak tepat dapat menyebabkan keluhan berupa kelelahan pada sebagian besar tubuh pemakainya.

Untuk mengurangi gangguan berupa kelelahan jaringan lunak dan otot akibat penggunaan komputer, maka diperlukan adanya pemahaman mengenai pengaruh posisi kerja terhadap terjadinya kelelahan.

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, ingin diteliti pengaruh posisi kerja terhadap terjadinya kelelahan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka permasalahan penelitian ini adalah: Apakah ada pengaruh posisi kerja terhadap terjadinya kelelahan pada otot lengan operator komputer ?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh berbagai posisi sudut abduksi sendi bahu terhadap terjadinya kelelahan pada otot lengan operator komputer.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Menganalisis pengaruh berbagai posisi sudut abduksi sendi bahu terhadap terjadinya kelelahan pada otot lengan operator komputer.
2. Mendapatkan rentang sudut optimal yang tidak menimbulkan kelelahan pada otot lengan operator komputer.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian diharapkan dapat menambah data dan informasi tentang pengaruh posisi sudut abduksi sendi bahu terhadap terjadinya kelelahan pada otot lengan bagian operator komputer. Data dan informasi tersebut dapat disajikan sebagai dasar untuk melakukan analisis guna pengambilan kebijakan oleh para pimpinan dalam rangka meningkatkan kinerja dan produktivitas kerja karyawan.

Di samping itu, hasil penelitian ini juga dapat digunakan sebagai dasar untuk melakukan ataupun mengembangkan lebih lanjut sehingga dapat bermanfaat bagi dunia ilmu pengetahuan dan teknologi. Bagi peneliti sendiri, penelitian ini sangat bermanfaat dalam menambah pengalaman dan pengetahuan peneliti.

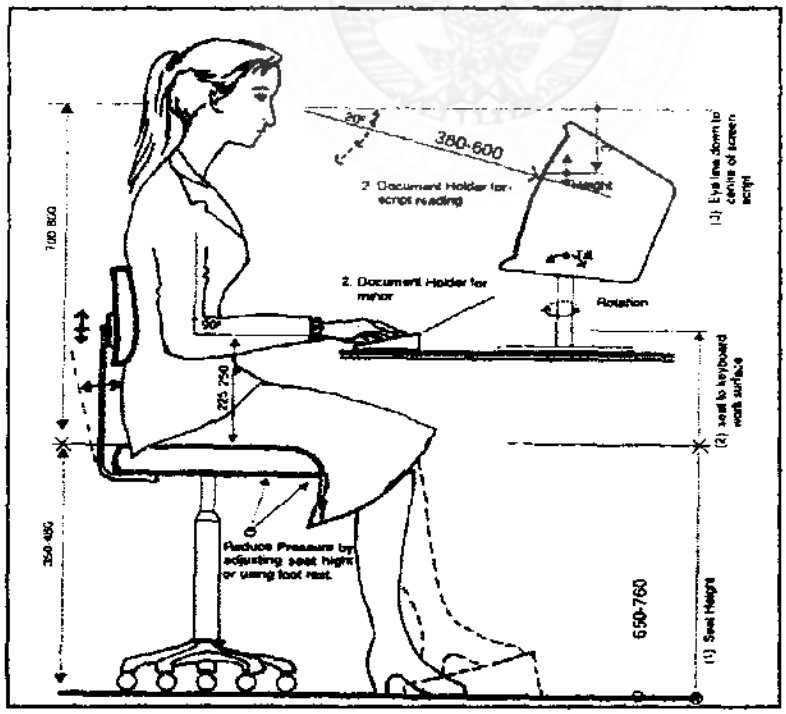
BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tempat Kerja dan Posisi Operator Komputer

Perancangan tempat kerja haruslah disesuaikan peranan dan fungsi pokok komponen-komponen sistem kerja yang terlibat, yaitu manusia, mesin atau peralatan dan lingkungan fisik kerja. Peranan manusia dalam hal ini akan didasarkan pada kemampuan dan keterbatasannya terutama yang berkaitan dengan aspek pengamatan, kognitif, fisik atau fisiologinya. Peranan atau fungsi peralatan harus menunjang operator atau manusia dalam melaksanakan pekerjaan. Peralatan juga berfungsi menambah kemampuan manusia, tidak menimbulkan stres tambahan akibat beban kerja dan membantu melaksanakan kerja yang dibutuhkan oleh manusia (Wignjosoebroto, 2003). Peran dan fungsi lingkungan fisik kerja akan berkaitan dengan usaha untuk menciptakan kondisi-kondisi kerja yang akan menjamin manusia dan mesin agar dapat berfungsi pada kapasitas maksimalnya. Menurut Wignjosoebroto, (2003) pula bahwa "apabila peralatan atau sistem kerja dirancang secara. tidak benar, maka hal tersebut dapat menyebabkan pekerja tidak mampu melaksanakan tugasnya secara tepat atau kesalahan-kesalahan dalam perolehan hasil akhirnya". Perancangan tempat kerja pada dasarnya merupakan suatu aplikasi data antropometri, tetapi masih memerlukan dimensi fungsional yang tidak terdapat pada data statis. Dimensi-dimensi tersebut lebih baik diperoleh dengan cara pengukuran langsung, misalnya gerakan menjangkau, mengambil sesuatu dan mengoperasikan alat seperti mengetik pada *keyboard* komputer. Ada dua aspek penting dalam perancangan tempat kerja, yaitu daerah kerja horizontal pada sebuah bangku dan ketinggian dari atas ke lantai (Nurmianto, 2003).

Untuk menjaga agar pekerja tetap berada dalam wilayah kerja yang normal, maka tidaklah cukup dengan mengoptimalkan tata ruang (*lay out*) tempat kerja. Namun tata ruang tersebut juga harus menghasilkan posisi anatomi alami yang baik. Menurut Wignjosoebroto (2003) dalam perancangan tempat kerja beberapa aspek yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut : (1) perbaikan-perbaikan metode atau cara kerja dengan menekankan pada prinsip-prinsip ekonomi gerakan, (2) kebutuhan akan data yang menyangkut dimensi tubuh manusia (antropometri tubuh), (3) pengaturan tata letak fasilitas kerja yang diperlukan dalam suatu kegiatan, (4) pengukuran enersi (*energy costs*) yang harus dikeluarkan untuk melaksanakan aktivitas, (5) aspek yang berhubungan dengan masalah keselamatan dan kesehatan. Tempat kerja dan posisi operator komputer dapat dilihat pada gambar 2.1. berikut ini.



Gambar 2.1. Tempat Kerja dan Posisi Operator Komputer (Nurmianto, 2003)

Operator komputer bekerja dengan posisi duduk dengan jari-jari dan tangan bekerja secara statis dan berulang-ulang dalam jangka waktu tertentu mengakibatkan dampak negatif terhadap tenaga kerja. Dampak negatif yang terjadi pada operator komputer tersebut antara lain : kelelahan otot, nyeri pada bagian luar sendi siku (*epicondylitis lateralis*), nyeri leher (*cervical syndrome*) dan kecelakaan lainnya.

2.2. Ergonomi

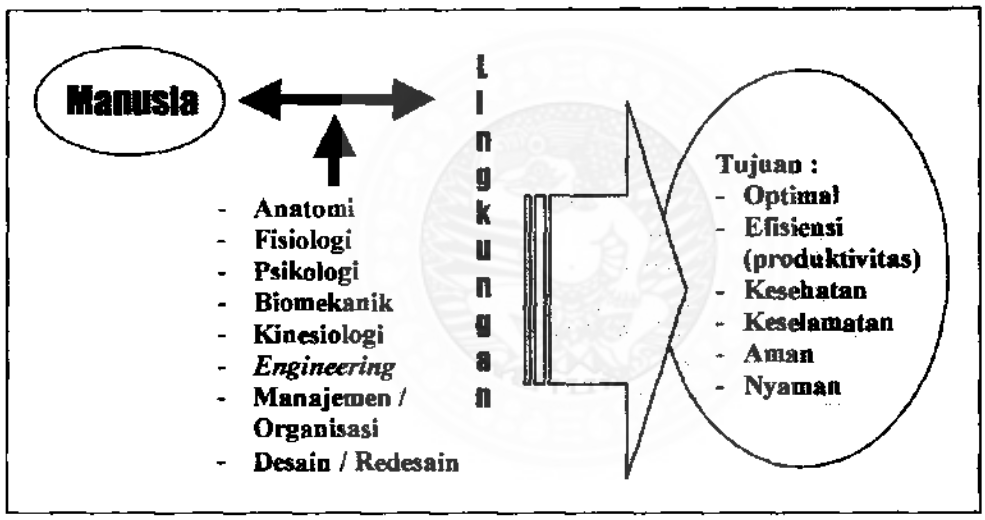
Istilah ergonomi telah menyebar di berbagai bidang, baik industri, teknologi, ekonomi, sosial, hankam maupun lingkungan (*environment*). Bidang industri dan perkantoran yang menghasilkan produk maupun jasa sekarang menggunakan pendekatan ergonomi dalam proses produksinya. Peralatan teknologi komputer, peralatan perang dan berbagai peralatan mesin lainnya saat ini dibuat dengan mempertimbangkan ergonomi. Dari segi lingkungan, seperti penataan rumah, lingkungan perumahan, penataan hotel, ruang dan gedung perkantoran, penataan kota dan negara pada saat ini menggunakan paradigma ergonomi. Pendekatan ergonomi adalah menjanjikan hasil akhir berupa optimasi, efisiensi (produktivitas meningkat), kesehatan, keselamatan dan kenyamanan.

Dari segi perkembangan ergonomi telah dicetuskan sejak 12 Juli 1949. Ergonomi adalah suatu ilmu interdisiplin yang pada awalnya untuk menyelesaikan problem masyarakat kerja. Kemudian, pada 16 Pebruari 1950 istilah ergonomi diadopsi menjadi disiplin ilmu yang digunakan dalam berbagai kehidupan. Istilah ergonomi menurut David (1982) "*the word ergonomics was coined from the Greek* : **Ergon** - *work*; **nomos** - *natural laws*".

Wignjosoebroto (2003) istilah ergonomi didefinisikan sebagai "disiplin keilmuan yang mempelajari manusia dalam kaitannya dengan pekerjaannya". Oleh Nurmianto (2003) istilah ergonomi didefinisikan sebagai "studi tentang aspek-aspek manusia dalam lingkungan kerjanya yang ditinjau secara anatomi, fisiologi, psikologi, *engineering*, manajemen dan desain". Sudiyono (dalam Santoso, 2003) menyebutkan bahwa "ergonomi banyak membicarakan manusia berkaitan dengan kerja". Adnyana (2000) istilah ergonomi didefinisikan sebagai "satu upaya dalam bentuk ilmu, teknologi dan seni untuk menserasikan peralatan, mesin, pekerjaan, sistem, organisasi dan lingkungan dengan kemampuan, kebolehan dan batasan manusia sehingga tercapai satu kondisi dan lingkungan yang sehat, aman, nyaman, efisien dan produktif, melalui pemanfaatan fungsional tubuh manusia secara optimal dan maksimal". Suma'mur (1992) istilah ergonomi didefinisikan sebagai "pengetrapan ilmu-ilmu biologis tentang manusia bersama-sama dengan ilmu-ilmu teknik dan teknologi untuk mencapai penyesuaian satu sama lain secara optimal dari manusia terhadap pekerjaannya, yang manfaat daripadanya diukur dengan efisiensi dan kesejahteraan kerja".

Berdasarkan berbagai pendapat di atas bahwa ergonomi masih tetap tidak melepaskan dari makna dasar yakni ergon adalah kerja (*work*) dan nomos adalah hukum-hukum alam (*natural laws*). Pengertian kerja (*work*) secara sempit adalah kegiatan yang mendapatkan upah. Namun, pengertian kerja secara luas adalah semua gerakan manusia merupakan kerja, tidak meski harus mendapatkan upah. Ergo (= gerak / kerja) yang nomos (= alamiah) adalah gerakan yang efektif, efisien, nyaman, aman, tidak menimbulkan kelelahan dan kecelakaan sesuai kemampuan tubuh tetapi menghasilkan hasil kerja yang lebih optimal. Oleh karena itu, dalam pendekatan ergonomi memerlukan keseimbangan antara kemampuan tubuh dan

tugas kerja. Biasanya, jika ingin mengoptimasi kemampuan tubuh manusia, maka beberapa hal di sekitar lingkungan alam manusia, misalnya peralatan, lingkungan fisik, posisi gerak (kerja) perlu direvisi atau dimodifikasi atau didesain ulang disesuaikan dengan kemampuan tubuh manusia. Apabila kemampuan tubuh meningkat secara optimal, maka tugas kerja yang dikerjakan juga akan meningkat. Begitu pula sebaliknya, jika lingkungan alam sekitar manusia tidak sesuai dengan kemampuan alamiah tubuh manusia, maka akan menimbulkan hasil kerja yang tidak optimal. Pendekatan ergonomi dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.2. Paradigma Ergonomi (Santoso, 2003)

Jadi, pendekatan ergonomi adalah bertujuan mengoptimalkan dan memaksimalkan kemampuan fungsional manusia diperlukan keserasian terhadap desain alat, mesin, sistem, aktivitas, organisasi dan lingkungan dengan kemampuan manusia. Pendekatan dengan ergonomi dapat digunakan ke arah lebih mikro maupun ke arah yang lebih makro. Dalam suatu sistem terdapat sub-sub sistem. Ergonomi pada suatu sistem akan terwujud apabila dalam suatu sub-sub sistem juga didekati dengan ergonomi.

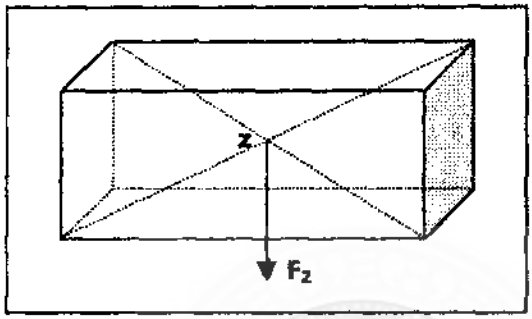
Untuk operator komputer, dilakukan dengan gerakan jari-jari dan tangan secara terus menerus dan berulang merupakan gerakan statis. Agar tidak terjadi kontraksi otot statis berlebihan diperlukan suatu posisi kerja yang ergonomi. Oleh karena itu yang dimaksud posisi kerja ergonomi pekerjaan operator komputer adalah interaksi manusia dengan komputer atau *keyboard*, ketepatan posisi bahu, siku, pergelangan tangan dan jari-jari pada saat menekan *keyboard*, kesesuaian sudut penglihatan terhadap monitor, kesesuaian posisi duduk, ketepatan titik berat dan titik tumpu lengan yang dapat membuat rileksasi tubuh dan lengan sehingga dapat terhindar dari kontraksi otot statis dan kelelahan otot serta mencapai kerja yang optimal.

2.3. Biomekanika

Biomekanik dikembangkan dari disiplin ilmu mekanika dan gerak tubuh manusia. David (dalam Santoso, 2003) menyebutkan bahwa "tubuh manusia dapat melakukan aksi gerak dibangun oleh aksi tulang (*bone*), sendi (*joint*) dan otot (*muscle*), serta dari berbagai macam penggerak pendukungnya". Dalam biomekanik hukum dasar yang digunakan adalah hukum Issaac Newton yakni hukum untuk mempelajari gerakan-gerakan mekanik manusia dan binatang. Sigit (dalam Santoso, 2003) menyebutkan hukum Isaac Newton yang digunakan antara lain : "kelembaman (*inersi*), percepatan (akselerasi), reaksi dan gravitasi berlaku seluruhnya pada kinetika gerak manusia". Ditinjau dari segi statis dan dinamis tubuh manusia, gaya yang bekerja pada tubuh manusia menurut Gabriel (1996) adalah "gaya pada tubuh dalam keadaan statis dan gaya tubuh dalam keadaan dinamis".

Para ahli memberikan definisi biomekanika, antara lain Moll (1983) menyebutkan bahwa "biomekanika adalah suatu ilmu yang mempelajari tentang

padat yang bersifat teratur atau homogen, letak titik beratnya dapat ditentukan dengan cara menarik garis diagonal dari sudut-sudutnya, pertemuan garis diagonal tersebut, yaitu pada pertengahannya terdapat titik berat. Ilustrasi mengenai titik berat dapat dilihat dalam sebuah balok persegi empat pada gambar 2.3 berikut ini.



Gambar 2.3. Titik berat (Z) dan gaya berat (F_2) (Moll, 1983)

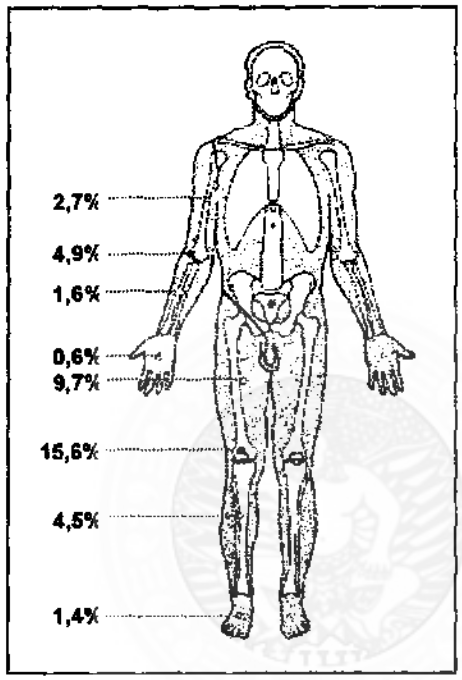
Pada tubuh manusia juga terdapat titik berat, namun menentukan letak titik berat tersebut tidak semudah pada benda yang homogen, karena tubuh manusia bentuknya tidak homogen dan tidak teratur. Selain itu bagian tubuh manusia selalu bergerak dan posisi tubuh berubah-ubah sehingga akan mempengaruhi letak titik berat itu sendiri.

Secara utuh tubuh manusia meliputi kepala, lengan, badan dan tungkai, masing-masing juga memiliki titik berat dan gaya berat yang bekerja di bagian tubuh tersebut. Titik berat pada bagian tersebut dinamakan titik berat bagian. Sedangkan secara keseluruhan, titik berat tubuh manusia terdapat setinggi *promontorium* yang biasa dikenal dengan *center of gravity* (COG) atau titik berat total (TBT).

Letak titik berat bagian tubuh manusia umumnya terletak di bagian pertengahan pada bagian tubuh tersebut, namun untuk lebih tepatnya mengetahui

PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA SURABAYA

letak titik berat bagian pada tubuh manusia kita dapat menggunakan gambar dari Demster. Gambar ini juga dapat kita ketahui persentase berat pada anggota tubuh terhadap berat badan keseluruhan. Untuk lebih jelas lihat gambar 2.4. berikut ini.



Gambar 2.4. Persentase berat anggota tubuh terhadap berat badan (Moll, 1983)

2.4.2. Titik Tumpu

Bidang tumpu adalah bagian dari bidang dasar dimana sebuah benda terletak atau berada dan setiap sudut dari bidang dasar tersebut terdapat titik tumpu. Titik tumpu adalah titik yang terdapat pada bidang tumpu yang merupakan tempat dimana benda atau bagian suatu benda terletak atau berada pada permukaan bidang dasar.

Sebuah benda berada dalam keadaan keseimbangan bila titik berat jatuh tegak lurus terhadap bidang tumpu. Misalkan saja orang berdiri tidak perlu

menggerakkan kepala, badan dan tangan untuk mendapatkan keseimbangan, karena titik berat sendiri berpindah. Untuk memperoleh keseimbangan harus memindah kaki sebagai titik tumpuan agar terjadi keseimbangan.

Bila garis gerak atau aksi dari tubuh berada di luar bidang tumpu, maka akan menimbulkan gaya gerak (*torque*) yang dapat menimbulkan gerakan angular pada tubuh, yang pada akhirnya akan mengganggu stabilisasi dan *center of gravity* (COG) jatuh ke bidang dasar. Jika COG letaknya tinggi terhadap bidang tumpu, maka stabilisasi tubuh akan berkurang, sedangkan bila COG dekat atau rendah terhadap bidang tumpu, maka tubuh akan lebih stabil. Dalam keadaan normal ukuran bidang tumpu sangat mempengaruhi stabilisasi, namun stabilisasi dipengaruhi pula oleh beberapa faktor, antara lain tension otot, kekuatan otot, lingkup gerak sendi, berjalan, pendengaran, penglihatan dan ingatan.

2.4.3. Menentukan Titik Berat dan Titik Tumpu Pada Operator Komputer

Dalam menentukan titik berat dan titik tumpu pada anggota gerak seperti lengan, tangan dan tungkai dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain (1) massa anggota gerak yaitu berat bagian anggota gerak dalam hal ini berat lengan atas, bawah dan tangan. Dalam sistem biologi massa dihitung dengan kilogram dan massa ini akan memiliki berat yang akan menimbulkan gaya berat, (2) gaya berat, adalah gaya yang bekerja akibat pengaruh gaya gravitasi bumi. Gaya berat ini timbul karena adanya massa pada anggota gerak. Gaya ini bekerja pada titik berat di tempat tertentu pada anggota gerak. Untuk memudahkan mengetahui titik berat diantara gaya gerak bekerja dapat digunakan diagram demster, (3) momentum, sangat penting dalam menentukan titik berat karena momentum adalah hasil kali antara gaya berat dan jarak dimana gaya berat bekerja terhadap

titik atau sumbu putar pada bagian anggota gerak yang bekerja seperti sendi, (4) jarak gaya berat terhadap sumbu putar, yaitu jarak dimana terdapat titik berat dan gaya berat bekerja terhadap persendian (sumbu putar), (5) massa total yaitu akumulasi pada massa anggota gerak. Dalam menentukan titik berat secara total, maka massa total hams ditentukan. Untuk menentukan titik berat, maka perbandingan massa total, gaya berat dan jarak terhadap sumbu putar akan menentukan besar momentum yang membantu dalam mencari jarak titik berat total terhadap sumbu putar.

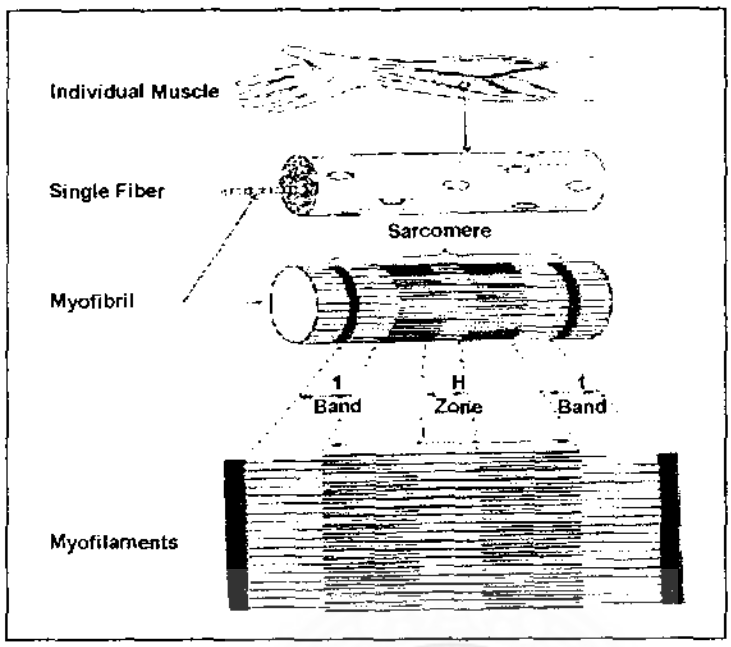
2.5. Otot Rangka (*Skeletal muscles*)

Otot rangka (*skeletal muscle*) adalah otot bergaris yang melekat pada tulang-tulang dan menghasilkan kekuatan gerak saat dibutuhkan untuk memikul kekutan keluar yang tegas (Kroemer, 1997). Beberapa otot rangka juga melekat pada otot yang lain atau *fascia* yang bagian dalam (Tortora, 1993). Otot rangka dikaitkan oleh dua tempat perlekatan, tempat yang terkuat disebut *origo* (asal / kepala) dan yang lebih dapat bergerak (*mobile*) disebut *insertio* (ekor). Jadi *origo* dianggap sebagai tempat dari mana otot timbul (mulai) dan *insertio* adalah tempat ke arah mana otot berjalan dan berakhir. Namun sebagian kecil otot dapat menggerakkan baik *origo* maupun insersionya. *Origo* dan *insertio* juga dapat berbalik fungsi. Hal ini dicontohkan oleh Pearce (2000), misalnya "otot *biceps* timbul dari tulang *scapula* dan berjalan turun ke lengan berinsersio pada *tuberositas* radii. *Scapula* sebagai tempat terpancang dan tulang *radius* tempat yang digerakkan *biceps*. Apabila kedua tangan berpegangan pada sebuah batang horizontal, kemudian badan diangkat setinggi di atas lengan, maka *biceps* akan membantu gerakan ini. Dengan demikian otot bekerja dengan *origo* dan *insertio*

yang terbalik yakni tulang *radius* menjadi tempat yang lebih kuat mengait dan *scapula* tempat yang harus bergerak.

Otot rangka merupakan sekelompok otot untuk menggerakkan berbagai kerangka. Kelompok kerja otot yang melakukan gerakan utama pada suatu gerakan anggota gerak disebut otot *agonis*. Kelompok otot yang berlawanan dengan kerja kelompok otot *agonis* disebut otot *antagonis*. Saat otot *agonis* bekerja otot-otot *antagonis* rileksasi. Kelompok otot yang bekerja bersama-sama dengan kelompok otot *agonis* untuk menimbulkan gerakan disebut otot sinergis. Kelompok otot yang kerjanya menstabilkan anggota gerak yang dilekati otot-otot agonis agar kerjanya lebih efisien disebut otot *fixator*. Misalnya, gerakan mengangkat lengan ke atas kepala (*flexion shoulder joint*), maka otot *suprapinatus* adalah *agonis*, otot *deltoideus* serabut depan dan otot *coracobrachialis* sebagai sinergisnya, otot *serratus anterior* sebagai fiksator, sedangkan otot *latissimus dorsi* adalah *antagonis* terhadap otot *supraspinatus*.

Otot rangka dibentuk oleh sejumlah serabut-serabut otot berdiameter sekitar 10-80 mikron. Setiap serabut terbuat dari serangkaian serabut yang lebih kecil (Guyton, 1993). Struktur otot rangka pada bagian yang lebih luas sampai serabut otot dapat dilihat pada gambar 2.5. berikut ini.



Gambar 2.5. Struktur Otot Rangka (Kisner, 1990)

Baik otot bergaris (otot jantung dan otot rangka) maupun otot polos akan mengalami kontraksi. Oleh Ganong (1995) disebut bahwa "sel-sel otot dapat dirangsang secara kimiawi, listrik dan mekanik untuk membangkitkan potensial aksi yang dihantarkan sepanjang membran sel". Otot memiliki mekanisme kontraktil yang dirangsang oleh potensial aksi. Kontraksi tersebut dihasilkan oleh potensial kontraktil *aktin* dan *miosin.*

Serabut-serabut otot rangka tidak semua sama dalam struktur dan fungsi. Misalnya, perbedaan dalam warna yang dipengaruhi oleh kandungan *myoglobin.* Oleh Tortora (1993) disebut bahwa "serabut otot rangka yang mempunyai jumlah *myoglobin* yang banyak diistilahkan sebagai serabut otot merah dan yang mempunyai jumlah *myoglobin* sedikit diistilahkan sebagai serabut otot putih. Serabut otot merah juga mempunyai lebih banyak *mitokondria* dan pembuluh darah kapiler dibanding dengan serabut otot putih".

Tortora (1993) membagi serabut otot rangka berdasarkan karakteristik struktur dan fungsi dalam tiga tipe (1) Tipe I (*slow oxidative fibers*), serabut ini disebut juga serabut kedutan lambat atau serabut tahan lelah, berisi *myoglobin* dalam jumlah besar, banyak *mitokondria* dan banyak pembuluh darah kapiler. Berwarna merah dan mempunyai kapasitas yang tinggi untuk menghasilkan ATP (*adenosine triphosphate*) pada sistem aerobik. Serabut ini sangat tahan terhadap kelelahan, misalnya pada otot-otot leher (*neck muscles*). (2) Tipe II A (*fast oxidative fibers*), serabut ini disebut juga serabut kedutan cepat A atau serabut tahan lelah, berisi *myoglobin* dalam jumlah besar, banyak *mitokondria* dan banyak pembuluh darah kapiler. Serabut ini berwarna merah dan mempunyai kapasitas yang tinggi untuk menghasilkan ATP oleh proses oksidasi. Serabut ini tahan terhadap kelelahan tetapi tidak sama seperti serabut tipe I, misalnya pada otot-otol tungkai pelari cepat. (3) Tipe II B (*fast glycolytic fibers*), serabut ini disebut juga serabut kedutan cepat B atau serabut cepat lelah, mempunyai *myoglobin* yang kurang, relatif sedikit *mitokondria* dan pembuluh darah kapiler serta berisi *glycogen* dalam jumlah yang besar. Serabutnya berwarna putih dan dilengkapi untuk menghasilkan ATP pada proses *anaerob* (*glycolysis*) karena tidak mampu untuk mensuplai dengan cukup ATP secara terus menerus pada serabut otot rangka. Serabut ini mudah lelah dan pemecahan ATP dengan cepat serta kontraksinya cepat dan kuat, misalnya pada otot-otot lengan.

Menurut Karl (1979) dikutip Geers (1981) bahwa "otot rangka dibagi atas dua klasifikasi, yaitu otot *postural* yang bersifat statis dan otot *fasis* yang bersifat dinamis". Kedua otot ini sangat berperan dalam gerak tubuh, yang dipengaruhi oleh beberapa komponen : 1) warna, pada hasil pemeriksaan *histocemis* didapatkan

ADLN - Perpustakaan Universitas Airlangga

serabut-serabut otot *postural* berwarna merah sedangkan untuk otot *fasis* berwarna putih. Otot *postural* karena warnanya merah, maka vaskularisasinya baik dan jumlah mitokondrianya lebih banyak dibanding dengan otot *fasis*. 2) Usia filogenetik, berdasarkan proses evolusi manusia dikaitkan dengan perkembangan uterus pada *mesoderm*, ternyata otot-otot *postural* lebih tua dibanding otot *fasis*. 3) Persarafan, otot *postural* persarafannya serabut saraf tipis, lambat mengirim impuls dan dipersarafi alpa 2 motor neuron, sedangkan otot *fasis* persarafannya serabut saraf tebal, lebih cepat mengirim impuls dan dipersarafi oleh alpa 1 motor neuron. Kedua persarafan ini akan mempengaruhi nilai *threshold* kedua otot tersebut. Berdasarkan frekuensi rangsangan, otot *postural* frekuensinya lebih rendah (30 kali / detik), sedangkan otot *fasis* frekuensinya lebih tinggi (50-60 kali / detik). 4) Sistem penggunaan oksigen (oksidasi), otot *fasis* membutuhkan O_2 (oksigen) lebih banyak dibandingkan otot *postural*. 5) Faktor kelelahan, berdasarkan sistem penggunaan O_2 *vascularisasi* dan *inervasi*. maka otot *postural* lebih lambat lelah dibanding otot *fasis*. 6) Reaksi patologi, pada otot *postural* berupa peningkatan tonus dan pemendekan tendon (cenderung *contracture* dan *spastic*), sedangkan otot *fasis* berupa penurunan tonus dan terulur (cenderung *hypotonus* dan *flaccid*), yang diikuti berkurangnya koordinasi otot.

2.6. Otot dan Gerak Biomekanik

Pada dasarnya gerakan dibagi menjadi dua kategori, yakni gerakan terencana atau disadari (*voluntary movement*) dan gerakan tidak terencana atau tidak disadari (*involuntary movement*), sebagaimana disebutkan oleh Adrian et al. (dalam Santoso, 2003) bahwa "pola (*pattern*) gerakan dapat dikategorikan seperti terencana (*planner*) atau tidak terencana (*nonplanner*)". Semua jenis gerakan pada

organ tubuh maupun tubuh yang terencana dan tidak terencana dilakukan oleh kontraksi otot.

Untuk gerakan biomekanik, sebagaimana disebutkan Hariandja (1997) merupakan "Ilmu yang mempelajari cara menentukan gaya, perubahan dan beban mekanik dari otot, tulang dan sendi dari sebagian atau seluruh tubuh manusia". Gerakan biomekanik ini dipelajari dengan tujuan untuk mendapatkan gerakan yang efisien. Dengan kata lain menurut Ganong (1999) bahwa "faktor momentum dan keseimbangan dipadukan dalam gerakan tubuh untuk memperoleh gerakan maksimal dengan kerja otot yang minimal". Dalam gerakan biomekanik "otot beraksi terhadap tulang untuk mengendalikan gerakan rotasi di sekitar sambungan tulang". (Nurmianto, 2003).

Gerakan pada *shoulder joint* terdiri dari beberapa gerakan secara fisiologis, di mana pada gerakan abduksi terdapat 3 fase gerakan, yaitu fase I : antara 0 - 90^0, otot yang bekerja secara maksimal adalah *musculus deltoideus* dan *supraspinatus*. Pada derajat 0 - 20^0 , 20 - 40^0 dan 40 - 60^0, kedua otot tersebut tetap bekerja. Fase II : antara 90 - 150^0, di mana gerakan abduksi tidak murni karena pada akhir abduksi 90^0 akan diikuti gerakan *external rotasi* dan *flexion* pada *shoulder* serta kontraksi otot *trapezius* dan *serratus anterior*. Fase III : antara 150 - 180^0, gerakan yang terjadi selain gerakan pada fase I dan II akan diikuti gerakan *extensi vertebrae* yang diikuti kontraksi otot-otot *spinalis*.

Pada gerakan elbow joint *flexion* 0 - 90^0, maka otot yang bekerja adalah *musculus brachialis, brachioradialis, biceps brachii* dan *pronator teres*. Pada keadaan 0 - 60^0 abduksi *shoulder* dengan *elbow* 90^0, maka otot *deltoideus* dan *supraspinatus* akan bekerja maksimal. Pada keadaan abduksi shoulder 0 - 60^0 dan

flexion elbow 90 - 120^0, otot yang bekerja pada *shoulder* tetap sama, akan tetapi pada elbow akan bekerja otot *biceps brachii* dan *brachioradialis*. Jika dibandingkan antara posisi 90^0 dengan 120^0 *flexion elbow*, maka pada posisi 120^0 *flexion elbow* otot *biceps brachii* dan *brachio radialis* akan bekerja dengan beban yang besar, sehingga sudut yang paling baik untuk bekerjanya otot-otot *elbow* adalah pada *flexion* 90^0.

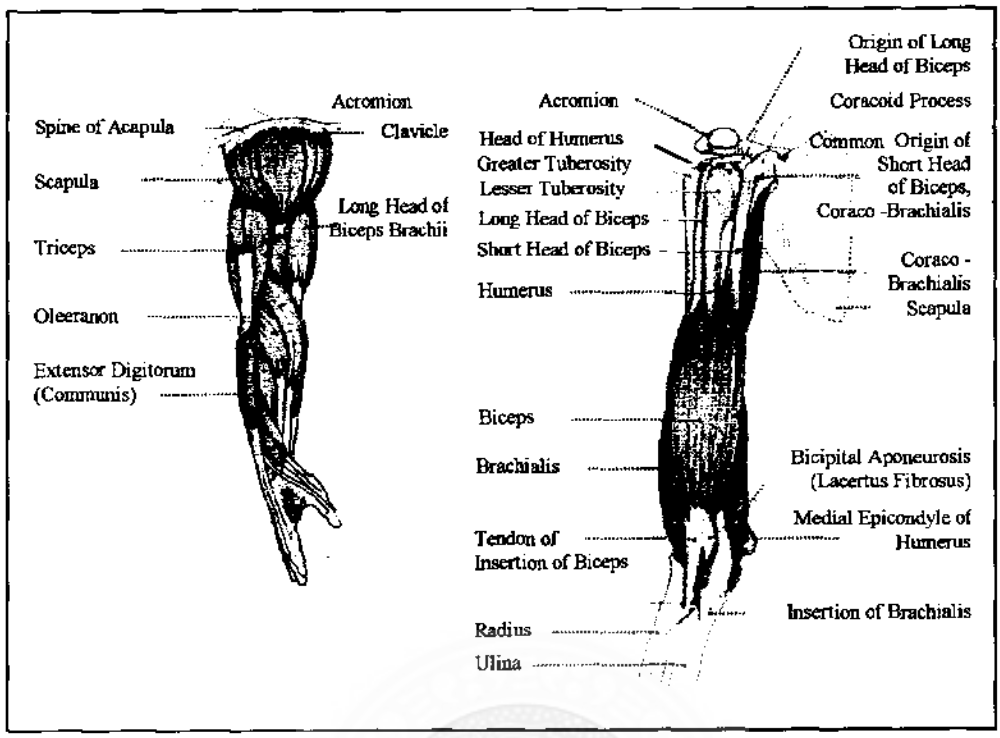
Misalnya saja terjadinya gerakan *flexion* sendi siku pada saat lengan bawah posisi *supinasi* lebih kuat jika dibanding dengan lengan bawah dalam keadaan posisi *pronasi*. Hal ini disebabkan karena otot *biceps* bekerja secara optimal apabila gerakan fleksi sendi siku disertai dengan posisi lengan bawah *supinasi*, maka menurut Tichauer (dalam Nurmianto, 2003) adalah "otot *biceps* akan berada pada posisi paling efektif dalam membantu gerakan jika sudut siku berada sekitar 90°. Gerakan mengencangkan mur atau baut dengan posisi sendi siku *extension* akan mengeluh adanya rasa nyeri di daerah perlekatan otot-otot *extensor wrist joint*. Dalam hal ini, otot *biceps* berfungsi untuk *flexion* sendi siku dan bukannya untuk melakukan gerakan *supinasi* lengan bawah".

Gaya genggaman akan berkurang jika tangan dalam keadaan *flexion* sendi siku. Menurut Nurmianto (2003) disebabkan karena tendon otot *extensor* hampir seluruhnya meregang karena adanya gaya tank sehingga berlawanan dengan otot *flexor* pada jari-jari. Sebaliknya gerakan *extension* pada jari-jari tidak akan dapat dihasilkan dalam keadaan pergelangan tangan sepenuhnya *extension*. Sebagaimana pula disebutkan Wolf (1994) bahwa "otot-otot pergelangan tangan dan tangan merupakan otot-otot *poliartikular* yang sering kali mengalami pembebanan sehingga

menimbulkan keluhan". Dari gerakan tersebut dikelahui bahwa gerakan sendi akan melibatkan banyak kontraksi otot, tergantung pada gerakan dan sendinya.

Untuk operator komputer yang duduk dengan tangan kontak yang lama dan berulang terhadap *keyboard* tentu akan melibatkan banyak otot yang mengalami kontraksi. Namun, dilihat dari keluhan klinis bahwa operator komputer terbesar mengalami keluhan biomekanik pada jari-jari, lengan, bahu dan leher (*cervical*}, hal ini dapat diprediksikan dari otot-otot yang menghubungkan antara tangan, lengan, bahu dan leher. Di antara otot-otot tersebut menurut Ker (2002) adalah otot *extensor digitorum*, *extensor carpi radialis*, *biceps brachii*, *deltod*, *trapezius* dan *levator scapula*. Sebagaimana pula disebutkan oleh Wolf (1994) bahwa "disfungsi otot-otot pergelangan tangan dan tangan dapat dirasakan pada daerah siku".

Letak *origo* dan *insertio* otot tangan, lengan dan bahu dapat dilihat pada gambar 2.6. berikut ini.



Gambar 2.6. Letak perlekatan otot tangan dan lengan (Pouchet, 1982)

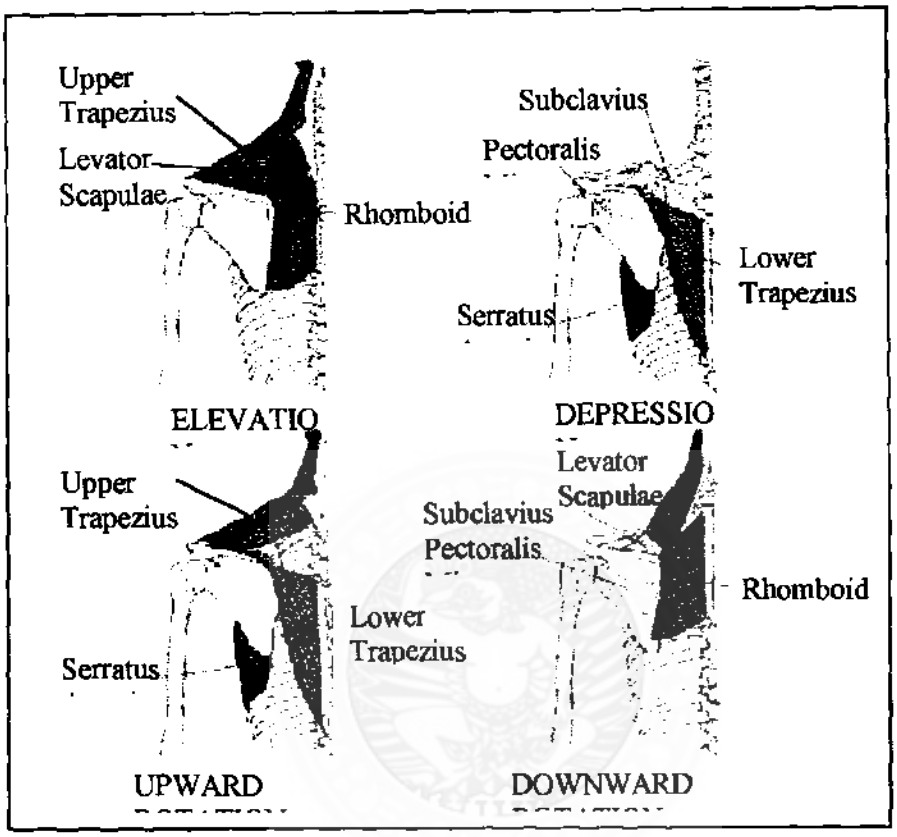
Pada otot *extensor digitorum, origo* terletak pada *epicondylus lateralis humeri* dan *fascia* bagian dalam lengan bawah dan keempat tendonnya masing-masing menembus suatu selaput untuk berinsersio pada bagian punggung jari kedua sampai keempat dan berakhir pada *phalanx proximal* untuk gerakan meluruskan sendi *metacarpophalangeal* dan bersama-sama otot *lumbricales* dan *interossei* meluruskan sendi *interphalangeal* dari jari tangan kedua sampai kelima. Otot ini juga membantu gerakan *abduction* jari telunjuk, jari manis dan jari kelingking serta membantu gerakan *extension wrist joint.*

Otot *extensor carpi radialis longus* tempat *origo* 1/3 *distal supracondylar lateral* lengan atas dan bagian *lateral intermuscular septum* dan berinsersio pada permukaan *dorsal* basis tulang *metocarpal* kedua, samping radial untuk *extension* dan *abduction* sendi *wrist* serta membantu membengkokkan sendi siku. Otot

extensor carpi radialis brevis, origo bersama-sama tendon *extensor* dari bagian *lateral epicondylus* tulang lengan atas, bagian *radial collateral ligament* sendi siku dan *fascia* bagian dalam lengan bawah untuk *extensio wrist joint.* Otot *biceps brachii* kepala pendek, origonya ditonjolan puncak *coracoid* tulang belikat dan otot *biceps brachii* kepala yang panjang, *origo* terletak di tonjolan *supraglenoid* tulang belikat. Kedua kepala otot ini berinsersio pada *tuberosity* tulang radius dan *aponeurosis biceps brachii* (*lacertus fibrosus*) untuk membengkokkan sendi bahu dan membuka bahu pada saat lengan atas berputar keluar serta membengkokkan sendi siku pada saat lengan bawah posisi *supinasi.* Otot *deltoid* serabut depan, tempat *origo* pinggir depan, permukaan atas dan 1/3 bagian luar tulang selangka. Otot *deltoid* serabut tengah, origonya pada garis tepi luar dan permukaan atas *acromion.* Otot *deltoid* serabut belakang, tempat origonya pada tepi bawah pinggir belakang *spinascapula.* Ketiga serabut otot ini berinsersio pada *deltoid tuberosity* tulang lengan atas untuk membuka sendi bahu, *flexion* dan memutar ke dalam sendi bahu (untuk serabut depan) serta *extension* dan memutar ke luar sendi bahu (untuk serabut belakang).

Pada otot *trapezius* atas *origo* ada di tengkorak (*skull*) mengenai tengkuk (*nuchal*) garis bonggol bawah kepala belakang (*occipital*), ikat tengkuk kuduk (*ligamentum nuchae*) menuju ke pelekatan *insertio* tulang selangka (*clavicle*). Otot *trapezius* tengah, tempat *origo* di tulang belakang (punggung), *cervical vertebral* C7 untuk proses gerak putar, *thoracic vertebral* T1-T3 juga untuk proses gerak putar menuju tulang belikat (*scapula*) membentuk sendi bahu atas. Otot *trapezius* bawah, *origo* terletak di tulang belakang (punggung), *thoracic vertebral*

T4-T12 sebagai proses gerak putar menuju ke pelekatan insertio tulang belikat (*scapula*) pada punggung.



Gambar 2.7. Otot-otot daerah leher (Susan, 2003)

Pada gambar 2.7. di atas, otot *levator scapula*, origonya terletak pada *processus transversus vertebra* C1-C4 menuju ke pelekatan *insertio angulus medialis* tulang belikat (*scapula*) untuk mengangkat tulang belikat (*elevasi*)

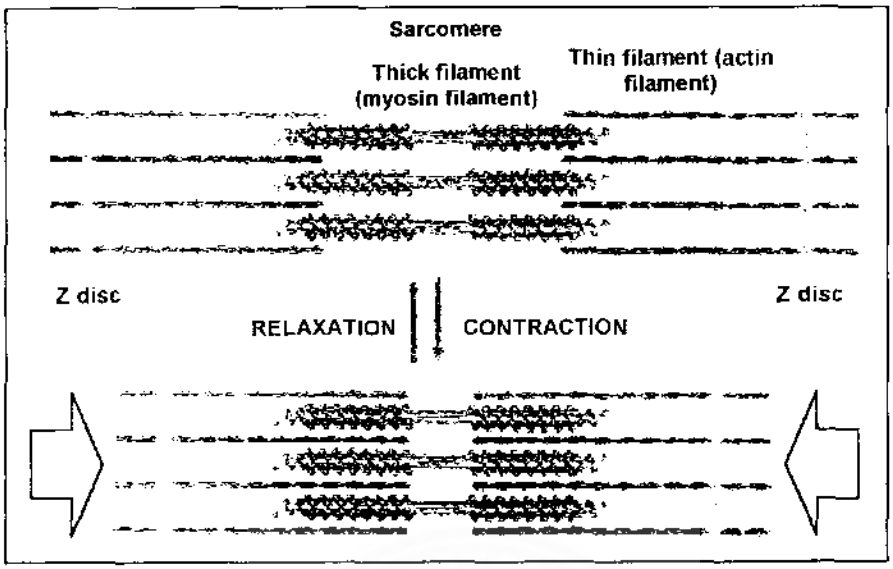
2.7. Kontraksi Otot

2.7.1. Mekanisme Kontraksi Otot

Mekanisme umum kontraksi otot menurutt Guyton et al. (1997) dan Ira et al. (1999) adalah sebagai berikut : (1) suatu potensial aksi berjalan di sepanjang sebuah saraf motorik sampai ke ujungnya pada serat otot, (2) pada setiap ujung,

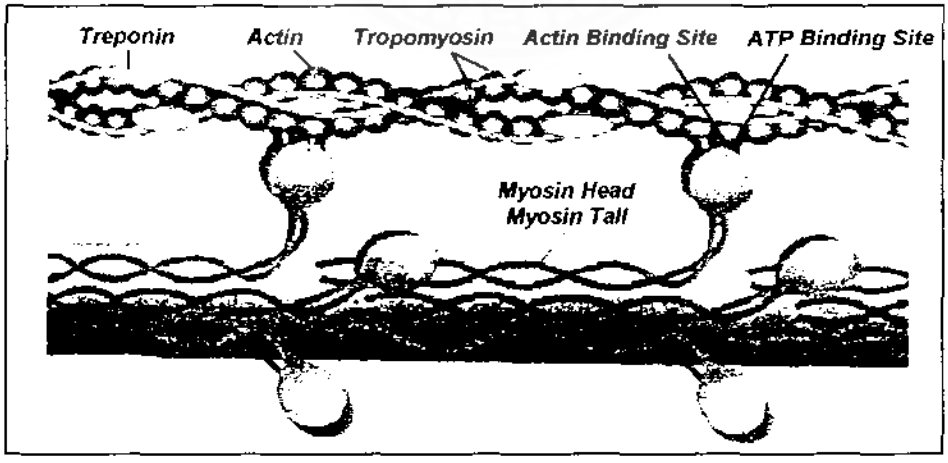
saraf menyekresi substansi *neurotransmitter*, yaitu *asetilkolin*, (3) *asetilkolin* bekerja pada membran serabut otot untuk membuka bergerbang *asetilkolin* melalui molekul protein dalam membran serat otot, (4) terbukanya saluran *asetilkolin* memungkinkan ion natrium mengalir ke bagian dalam membran serat otot pada titik terminal saraf, peristiwa ini akan menimbulkan suatu potensial aksi dalam serat otot, (5) potensial aksi berjalan di sepanjang membran serat otot seperti potensial aksi berjalan di sepanjang membran saraf, (6) potensial aksi akan menimbulkan depolarisasi membran serat otot terus ke dalam serat otot, menyebabkan *retikulum sarkoplasma* melepaskan sejumlah besar ion kalsium (Ca) ke dalam *miofibril*, (7) ikatan troponin C (Tc) dan Ca akan menggeser tropomiosin pada posisinya, sehingga aktif site (*cross bridges*) aktin membuka dan kepala miosin menempel pada aktin yang selanjutnya terjadi proses *sliding* (kontraksi).

Mekanisme pergerakan (*sliding*) filamen dari kontraksi otot menurut Albert et al. (dalam Santoso, 2003) dapat dilihat pada gambar 2.8, keadaan relaksasi suatu *sarkomer* (atas) dan keadaan kontraksi (bawah). Pada keadaan relaksasi, ujung filamen aktin yang berasal dari dua lempeng Z yang berurutan sedikit saling tumpang tindih satu sama lain, sementara pada waktu bersamaan menjadi lebih dekat pada filamen miosin. Sebaliknya, keadaan kontraksi, filamen aktin telah tertarik ke dalam diantara filamen miosin, sehingga saling tumpang tindih satu sama lain. Lempeng Z juga tertarik oleh filamen aktin sampai ke ujung filamen miosin. Jadi, kontraksi otot terjadi karena mekanisme pergeseran filamen.



Gambar 2.8. Keadaan relaksasi dan kontraksi sebuah metrofil, menunjukkan pergeseran aktin kedalam ruangan antara filamen miosin (Albert et al., dalam Santoso, 2003)

Selanjutnya, gambaran bentuk *cross bridge* suatu protein miosin dapat dilihat pada gambar 2.9. Menurut Ira et al. (1999) bahwa kepala miosin (*myosin heads*) hanya dapat menempel aktin ketika otot distimulasi untuk melakukan kontraksi.



Gambar 2.9. Sebuah struktur miosin, diperlihatkan *binding sites* untuk ATP dan aktin (Ira et al, 1999)

Tahap-tahap *cross bridges* menurut Vander et al (dalam Santoso, 2003) terdapat 4 tahapan. Tahapan tersebut merupakan sebuah pemaparan siklus *cross bridges*. **Tahap 4** suatu pemberian ATP yang diperlukan miosin, berupa energi kimia. Energi ini akan dipindahkan ke miosin (M), hasil yang telah diberikan energi adalah (M+) dengan cara menghidrolisis ATP, ADP dan inorganik fosfat (Pi). **Tahap 1** : Ketika serat otot distimulasi untuk melakukan kontraksi, energi *cross bridge* miosin mengikat aktin (A) suatu molekul pada lapisan filamen. **Tahap 2** : Suatu ikatan energi miosin tersebut untuk memicu aktin menempel menjadi satu dalam suatu simpanan energi miosin, terjadilah gerakan *cross bridge.* ADP dan Pi dilepaskan (*released*) dari miosin sejak *cross bridge* mulai bergerak. **Tahap 3** : Sejak *cross bridge* bergerak, loncatan miosin sangat menempel aktin dan penempelan (kaitan) tersebut harus dilepaskan (*broken*) disesuaikan dengan molekul aktin baru dan bila terjadi pengulangan siklus. Ikatan molekul ATP untuk miosin adalah disesuaikan dengan respons untuk melakukan penempelan (*link*) antara aktin dan miosin.

Memperhatikan beberapa pendapat di atas bahwa ATP selain digunakan untuk proses kehidupan pada membran sel dan proses sintesis pada sel, juga untuk kontraksi otot. Penyediaan ATP pada kontraksi otot, ATP diperlukan terutama pada proses *sliding* oleh *heads myosin* dan *calcium pump* yaitu memasukkan kembali Ca ke dalam *sarkoplasmik reticulum*.

2.7.2. Bentuk Kontraksi Otot

Kontraksi otot adalah kerja otot itu sendiri dan hasil kerja otot tersebut berupa gerakan sendi secara aktif. Secara umum kerja otot ada dua macam, yaitu kerja otot isometrik dan isotonik. Kisner et al. (1990) menyebutkan bahwa

"kontraksi otot dikatakan isometrik jika otot berkontraksi tanpa adanya perubahan panjang otot atau tanpa terjadi gerakan sendi". Guyton et al. (1997) menyebutkan bahwa "kontraksi otot isometrik bila otot tidak memendek selama kontraksi". Ganong et al. (1999) juga menyebutkan bahwa "kontraksi isometrik dapat terjadi tanpa pemendekan yang berarti di seluruh berkas otot". Pada sistem isometrik ini otot melawan *tranduser* kekuatan tanpa mengurangi panjang otot. Kontraksi isometrik sebetulnya juga mengalami pemendekan otot tetapi sangat sedikit, sebagaimana Ira et al. (dalam Santoso, 2003) menyebutkan "jika aktivitas sejumlah serat otot mengalami pemendekan sangat sedikit, kontraksi tersebut adalah isometrik (*If the number of muscle fiber activated is too few to shorten the muscle, the contraction is called an isometric*)". Pada literatur lain, kontraksi otot isometrik disebut sebagai kontraksi statis, sebagaimana dikatakan Suma'mur (1989) bahwa "pada kerja otot statis suatu otot menetap berkontraksi untuk suatu periode waktu secara kontinu".

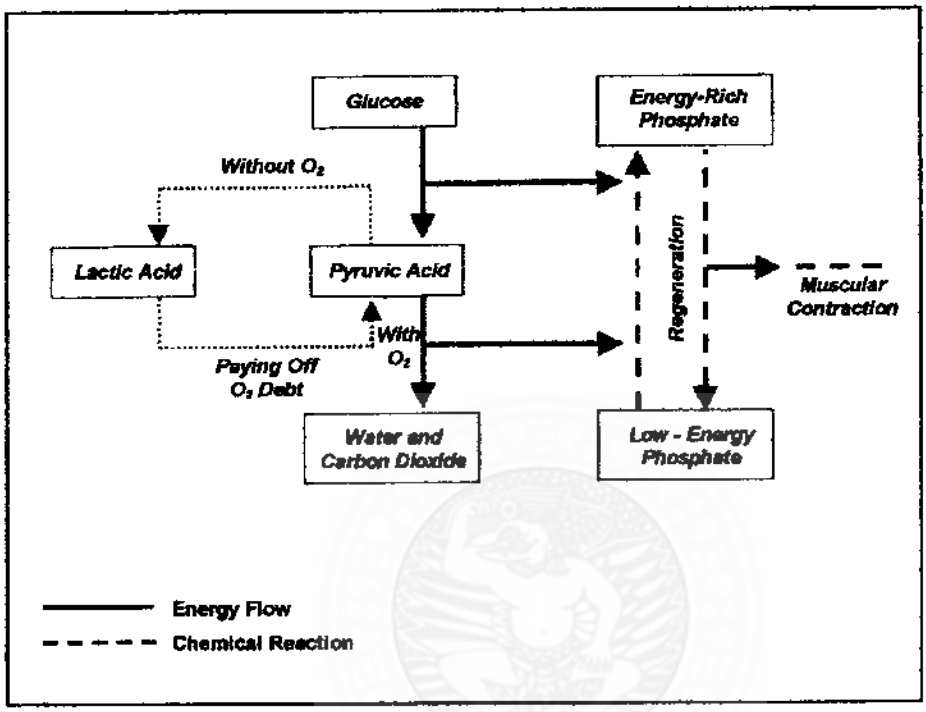
Hariandja (1997) menyebutkan bahwa "kontraksi dikatakan isotonik bila kerja otot yang ditandai dengan perubahan ukuran panjang otot". Kisner et al. (1990) menyebutkan bahwa "kontraksi isotonik bila otot memanjang atau memendek sepanjang gerakan". Ira et al. (dalam Santoso, 2003) menyebutkan bahwa "kontraksi dikatakan isotonik bila otot memendek dan tekanan otot tetap konstan". Ganong et al. (1999) menyebutkan pula bahwa "kontraksi melawan beban yang tetap, dengan pemendekan otot, dinamakan kontraksi isotonik (tegangan yang sama)". Kontraksi isotonik bergantung pada beban yang dilawan oleh kontraksi otot. Kontraksi isotonik ini biasa juga disebut sebagai kontraksi dinamis.

2.8. Metabolisme Energi Otot Rangka

2.8.1. Pemasukan Energi Selama Kontraksi

Kontraksi otot membutuhkan energi. Sumber energi untuk kontraksi adalah hasil hidrolisis ATP (*Adenosine Tri Phosphate*). Sumber energi yang dapat segera digunakan adalah derivat fosfat organik berenergi tinggi yang terdapat di otot. Menurut Ganong et al. (1999) bahwa "sumber utama diperoleh dari metabolisme intermedier karbohidrat dan lipid". Namun menurut Kroemer et al. (1997) bahwa "lemak (*fat*) dihadirkan sebagai sumber energi ketika dalam waktu lama otot berkontraksi". ATP diuraikan menjadi ADP (*Adenosine Diphosphate*) dan sejumlah energi. Untuk melanjutkan aktivitas otot, ATP harus dibentuk atau diregenerasi (seperti baterai yang diisi ulang). Sumber energi pertama untuk pembentukan ATP adalah *creatine phosphate*, yang juga merupakan senyawa *phosphate* yang berenergi tinggi dan selalu tersedia di jaringan otot dalam jumlah yang kecil. Reaksi *creatine phosphate* dengan ADP bebas menghasilkan *creatine* dan ATP. Setelah *creatine phosphate* dalam otot habis dan jika aktivitas harus terus berlanjut, glukosa atau glikogen dalam darah dimobilisasi. Glukosa disirkulasikan ke jaringan otot melalui struktur kapiler yang *permeable*. Glukosa ini diubah menjadi beberapa tahap terutama menjadi *pyruvic acid* dan pemecahannya bisa melalui dua cara yaitu : (1) *anaerobic work*, bila oksigen yang diperlukan tidak dipasokkan dalam otot, *pyruvic acid* diubah menjadi *lactid acid* pada saat ATP dibentuk atau diregenerasi. Penumpukan *lactid acid* dalam serabut otot menyebabkan timbulnya kelelahan dan rasa nyeri pada otot, (2) *aerobic work*, bila pasokan oksigen mencukupi, *pyruvic acid* diubah menjadi air dan karbondioksida, menghasilkan sejumlah besar ATP. *Aerobic work* ini merupakan

reaksi yang lebih efisien dari pada *anaerobic work*. Hal tersebut dapat dilihat pada gambar 2.10 di bawah ini, merupakan skematik respirasi proses menghasilkan energi selama kontraksi otot.



Gambar 2.10. Pemasukan energi selama kontraksi otot (Kroemer et al., 1997)

Gambar di atas terlihat bahwa asam laktat yang dihasilkan oleh kontraksi otot dioksidasi dengan cepat menjadi CO_2 dan H_2O dalam kondisi aerobik, sehingga beberapa pekerjaan yang tidak terlalu melelahkan akan dapat berlangsung cukup lama. Di samping itu aliran darah yang cukup akan mensuplai lemak, karbohidrat dan oksigen ke dalam otot. Kondisi kerja yang terlalu lama akan menyebabkan kadar glikogen dalam darah menurun drastis di bawah normal dan kebalikannya kadar asam laktat akan meningkat dan bila terjadi demikian, maka cara terbaik adalah menghentikan pekerjaan, istirahat dan makan-makanan yang bergizi untuk membentuk kadar gula darah (Nurmianto, 2003).

2.8.2. Metabolisme Aerob Otot

Ketika istirahat atau kerja ringan, sumber energi yang digunakan diambil dari lipid berupa asam lemak bebas (FFA = *Free Fatty Acid*). Kemudian, bila intensitas kerja meningkat, penyediaan energi tidak cukup diambil dari lipid, tetapi diambil pula dari karbohidrat sebagai komponen campuran bahan bakar otot. Selama kerja berlangsung tersebut, sebagian besar energi untuk keratinfosfat dan sintesis ulang ATP berasal dari penguraian glukosa menjadi CO_2 dan H_2O. Sebagaimana pendapat Lodish et al. (dalam Santoso, 2003) bahwa "pada kondisi oksidasi aerob, asam lemak dan gula (glukosa) dimetabolis menjadi CO_2 dan H_2O melalui pelepasan energi dari ikatan *phosphoanhydrite* pada molekul ATP".

Jadi, metabolik jalur ini adalah bahwa gula darah masuk ke dalam sel dan mengalami degradasi melalui serangkaian reaksi kimia menjadi piruvat. Sumber glukosa lain, juga merupakan sumber piruvat, adalah glikogen, suatu polimer karbohidrat yang banyak dihati dan otot rangka. Dengan oksigen yang cukup banyak (aerob), piruvat memasuki proses asam sitrat (siklus Kreb's). Dalam siklus tersebut piruvat dioksidasi menjadi CO_2 dan H_2O melepaskan energi yang cukup besar untuk membentuk ATP dari ADP (*Adenosine Diphosphate*).

2.8.3. Metabolisme Anaerob Otot

Ketika intensitas kerja otot meningkat, maka pasokan oksigen tidak mencukupi. Dalam kondisi seperti itu, dibutuhkan tambahan ATP disediakan melalui AEM (*Anaerobic Energy Metabolism*). AEM tersebut menyebabkan konsentrasi asam laktat meningkat dan glikogen menurun. Dalam AEM predominan tersebut, kreatinfosfat telap digunakan untuk sintesis ulang ATP. Sebagian sintesis ATP dipenuhi dengan menggunakan energi yang dilepaskan

melalui penguraian anaerobik glukosa menjadi laktat. Sebagaimana pendapat Becker et al. (dalam Santoso, 2003) bahwa "ketika anaerobik cadangan piruvat digunakan elektron aseptor untuk NADH menjadi NAD^+, oleh karena itu terjadi regenerasi oksidasi koenzim pada glikolisis. Hasil terbanyak dari reduksi piruvat adalah laktat. Jadi selama glikolisis, banyak glukosa diurai (direduksi) menjadi piruvat dan asam laktat.

2.9. Kelelahan Otot

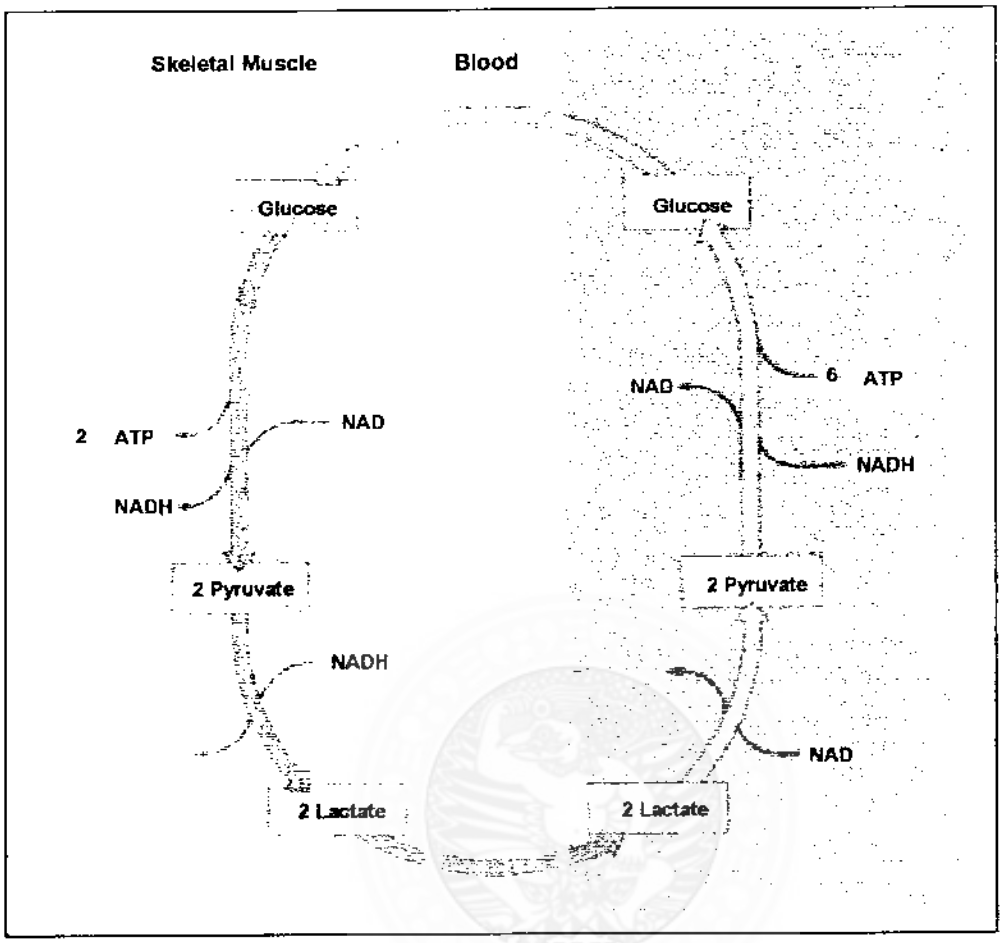
Kelelahan otot adalah ketidakmampuan suatu otot untuk mempertahankan kekuatannya dalam berkontraksi atau menegang (Tortora, 1993). Menurut Kisner (1990) bahwa "kelelahan otot meliputi kelelahan otot lokal dan kelelahan otot secara *general* (seluruh tubuh). Kelelahan otot lokal adalah berkurangnya respon otot pada suatu rangsangan berulang-ulang yang ditandai adanya penurunan amplitude pada potensial motor unit, sedangkan kelelahan otot secara *general* disebabkan karena penurunan gula darah (*glukosa*), penurunan dalam penyediaan glikogen dalam otot dan hati serta pengurangan *potassium*, khususnya pada pasien-pasien orang tua". Menurut Kisner (1990) pula bahwa "kelelahan ini terjadi karena : (1) kontraksi dinamik, statik dan latihan atau aktivitas dengan intensitas tinggi atau rendah yang dilakukan melebihi suatu periode waktu, (2) berkurangnya respon otot karena adanya faktor gangguan dalam mekanisme kontraktil otot akibat penurunan dalam penyediaan energi, ketidakcukupan oksigen dan pembentukan asam laktat, *inhibisi* sistem saraf pusat dan penurunan dalam penghantaran impuls pada hubungan *myoneural*, terutama pada serabut otot yang kedutan cepat. Sebagaimana pula disebutkan Tortora (1993) bahwa "beberapa faktor yang menyumbang kelelahan otot termasuk ketidakcukupan

oksigen, kekurangan glikogen, bertambahnya asam laktat, gangguan potensial aksi pada *motor neuron* hubungannya dengan kecukupan *acetylcoline* serta mekanisme kelelahan pada sistem saraf pusat".

Karbohidrat berasal dari makanan, dalam tubuh mengalami perubahan atau metabolisme. Hasil metabolisme karbohidrat antara lain glukosa. Glukosa terdapat dalam darah dapat ditimbun dalam sel yang berupa polimer glukosa atau glikogen. Sebagian karbohidrat makanan dikonversi menjadi lemak dan akibatnya dimetabolisme sebagai lemak. Oleh karena itu dalam suatu kegiatan yang membutuhkan kontraksi otot, sumber energi tubuh dapat diperoleh dari tiga sumber, yakni dari glukosa dalam darah, timbunan glikogen dalam sel hati dan otot rangka serta simpanan *trigliseril* (lemak) di jaringan adiposa.

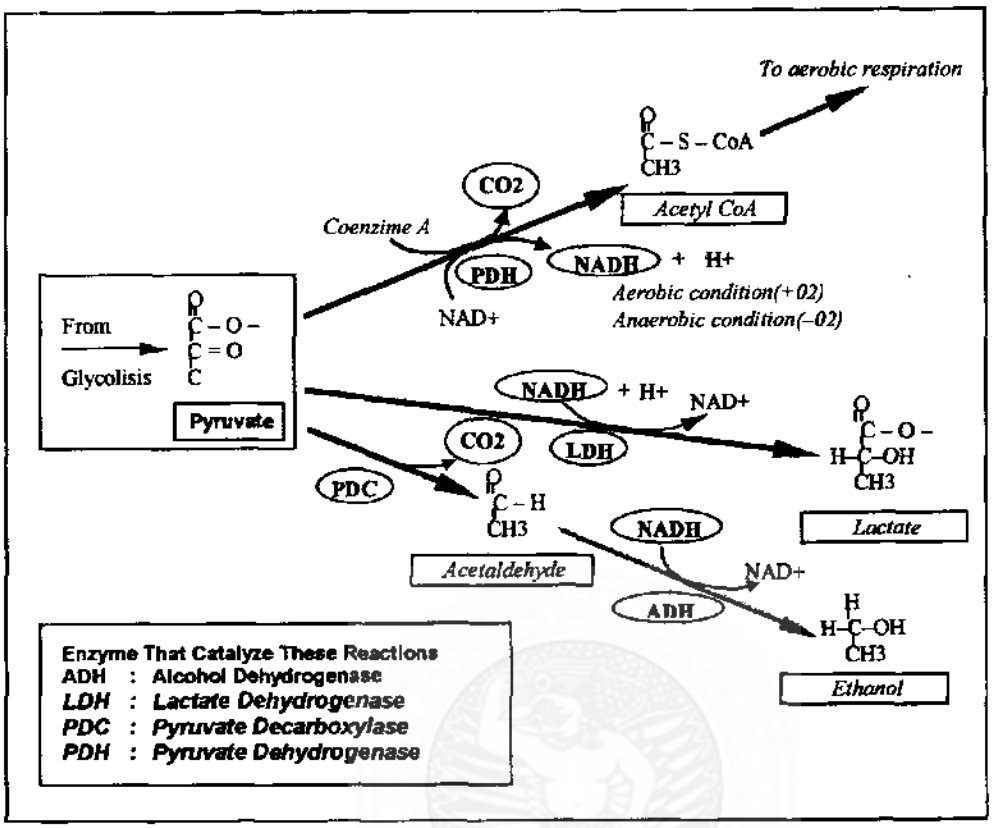
Perubahan biokimia yang terjadi selama kontraksi otot menurut Anna (dalam Santoso, 2003) bahwa "asam laktat banyak terjadi sehingga menimbulkan rasa lelah". Menurut Guyton et al. (1997) bahwa "kelelahan otot meningkat hampir sebanding langsung dengan kecepatan penurunan glikogen otot".

Ketika laktat menumpuk dalam otot, maka kelebihannya masuk dalam darah dan sebagian masuk dalam hati. Asam laktat dalam hati akan diubah menjadi glukosa ketika otot membutuhkan energi, hal itu terjadi dengan Siklus Cori. Siklus Cori merupakan keterkaitan glikolisis dalam otot dengan glukoneogenesis (pembentukan glukosa atau glikogen dari sumber bukan karbohidrat) dalam hati, lihat gambar 2.11. Menurut Becker et al. (1999), bahwa "otot rangka banyak memperoleh energi dari glikolisis, khususnya ketika latihan (*exercise*). Laktat mengalir ke aliran darah menuju hati, terjadi reoksidasi menjadi piruvat. Piruvat merupakan substrat untuk proses glukoneogenesis dan glukosa yang terbentuk kembali lagi ke dalam peredaran darah.



Gambar 2.11. Siklus Cori : Suatu keterkaitan antara glikolisis dalam sel otot dan glukoneogenesis dalam hati (Becker et al., 1999)

Apabila oksigen mencukupi, terjadi metabolisme aerobik pada otot skelet. Kontraksi otot dalam keadaan aerob, asam laktat tidak menumpuk dan piruvat dioksidasi lebih lanjut menjadi CO_2 dan H_2O. Sebagaimana menurut Lodish (dalam Santoso, 2003) bahwa "pada kondisi oksidasi aerobik, asam laktat dan gula-gula (glukosa) dimetabolis menjadi CO_2 dan H_2O melalui pelepasan energi dari ikatan *phosphoanhydrite* pada molekul ATP".

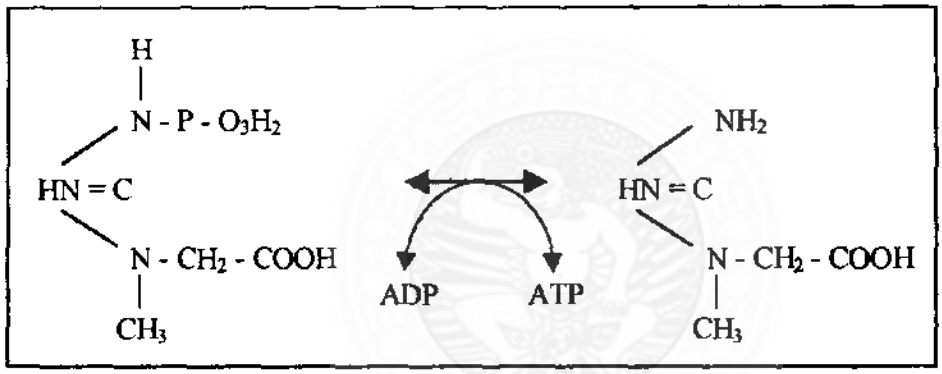


Gambar 2.12. Suatu Gambaran Piruvat dalam Kondisi Aerobik dan Anaerobik (Becker et al., 1999)

Keadaan piruvat dari glikolisis dalam kondisi aerob dan anaerob dapat dilihat pada gambar 2.12 di atas. Pada gambar 2.12 tersebut menurut Becker et al. (1999) bahwa piruvat tergantung keterlibatan organisme dan tersedianya oksigen. Dalam kondisi aerobik, banyak organisme merubah piruvat menjadi asetat yang melibatkan oksidasi NAD^+ seperti suatu elektron akseptor dan dekarboksilasi (pelepasan atom karbon seperti CO_2). Asetat teraktivasi diikuti oleh pengangkut coenzim A seperti asetil coenzim A (asetil CoA). Asetil CoA selanjutnya sebagai substrat untuk respirasi aerobik. Ketika anaerobik (*hypoxic condition*), cadangan

piruvat digunakan elektron aseptor untuk oksidasi NADH menjadi NAD^+, oleh karena itu terjadi regenerasi oksidasi coenzim reaksi Gly 6 pada glikolisis.

Konsentrasi kreatinfosfat dalam otot jauh lebih besar daripada konsentrasi ATP dalam otot, sebagaimana pendapat Anna (dalam Santoso, 2003) bahwa "dalam otot terdapat juga senyawa berenergi tinggi seperti kreatinfosfat, konsentrasi ATP dalam otot hanya sedikit, sedangkan konsentrasi kreatinfosfat jauh lebih besar". Kreatinfosfat ini sebagai pengimbang jika dalam otot kekurangan ATP. Lihat gambar 2.13 di bawah ini.



Gambar 2.13. Perubahan kreatinfosfat menjadi kreatin dan sebaliknya (Anna, dalam Santoso, 2003)

Pada gambar 2.13 di atas, kreatinfosfat dapat beraksi dengan ADP secara *reversible* untuk membentuk ATP dengan jalan memberikan gugus fosfat kepada ADP dan berubah menjadi kreatin. Apabila ATP banyak dibutuhkan, maka reaksi berkisar ke kanan, sedangkan apabila ATP telah dapat terbentuk kembali oleh proses glikolisis dan siklus asam sitrat (Kreb's), maka reaksi tersebut berjalan ke kiri, artinya kreatinfosfat terbentuk kembali.

2.10. Cara Mengukur Kelelahan Otot

Ada dua cara yang dapat dilakukan untuk mengetahui adanya kelelahan otot rangka, yaitu dengan laboratorium dan di lapangan. Dalam laboratorium dapat digunakan alat-alat seperti *myofeedback* dan ergometer.

2.10.1. Pemakaian Myofeedback (*Myomed* 432)

Myofeedback adalah metode yang masa aktivitas *myoelectris* dan otot diproduksi sebagai informasi yang bersifat kuantitatif (Boelens, 1987). Dengan *myofeedback* aktivitas myoelektris otot seseorang dapat direkam atau dilihat melalui elektroda yang ditempatkan di kulit, di atas otot yang diperiksa. Selanjutnya diinformasikan balik ke orang, coba melalui amplifier khusus, display bilangan (angka) atau melalui lampu.

Adapun teknik atau metode pelaksanaannya adalah daerah lengan bawah tepatnya pada otot *extensor carpi radialis brevis* atau *brachio radialis* dibersihkan dengan cara di lap dengan air bersih atau alkohol. Kemudian orang coba diposisikan sedemikian rupa dalam keadaan duduk dengan posisi *wrist extensi* 10°, *radioulnar* 40 *pronasi*, *elbow flexion* 90-120°, *shoulder flexion* 0-60° dan *abduksi* 0-20°. Siapkan *myomed*, posisikan sakelar ke arah nol lalu hidupkan alat selama 3-5 menit. Siapkan pula aktif elektroda beserta *adhesiva ring* dan *indifferent elektroda* beserta spon dan stappingnya. Kemudian ambil *adhesiva rings* dua lembar lalu tempelkan pada electroda aktif, kemudian lekatkan dipermukaan otot yang akan diperiksa (*extensor carpi radialis longus*). Pasang *indifferent electroda* pada sisi luar lengan atas.

Hubungkan kedua elektroda tersebut ke mesin, pilih tombol atau sakelar A, integrasi 0,3 - 3 detik. Pilih sakelar bar rata-rata sesuai otot yang diperiksa yaitu

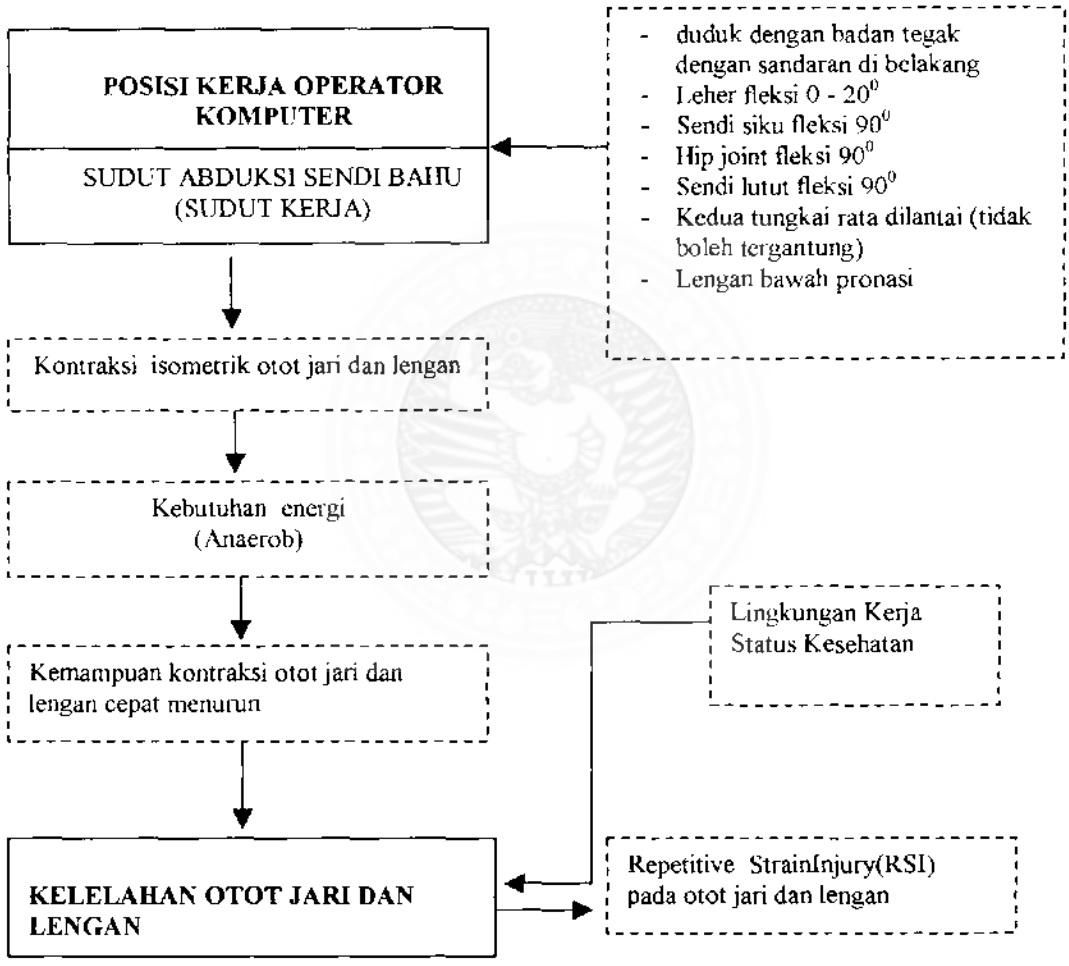
300 (otot kecil). Jika telah siap, orang coba disuruh mengkontraksikan ototnya yang diperiksa dengan cara menggerakkan *wrist joint* ke arah ekstensi selama10 detik. Lihatlah *display* bar, sampai dimana warna merah menunjukkan pada display bar. Kalikan dengan tombol bar yang telah diatur atau lihatlah rata-rata bar. Bandingkan hasil pengukuran sebelum orang coba bekerja dengan hasil pengukuran setelah orang coba bekerja

2.10.2. Ergometer

Pengukuran dengan menggunakan ergometer ini terdiri atas pengukuran kontraksi otot statis dengan menggunakan *hand dynamometer* dan pengukuran kontraksi otot dinamis dengan menggunakan *handgrip*. Pengukuran kontraksi statis dilakukan dengan cara orang coba menggenggam sekuat-kuatnya *hand dynamometer* dengan posisi jari-jari fleksi, lengan bawah *mid position*, *wrist joint* dalam keadaan netral, sendi siku ekstensi (lurus), sendi bahu fleksi 20 - 90° dan abduksi 0 - 20° yang diulang sebanyak 3 kali. Sedangkan pengukuran kontraksi dinamis dilakukan dengan cara orang coba disuruh mengkontraksikan otot jari dan lengan dengan cara menggenggam *handgrip* secara berulang-ulang dengan irama kontraksi 60 kali per menit. Hitung waktu lamanya pengulangan genggaman atau kontraksi otot jari dan lengan.

BAB III
KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS PENELITIAN

3.1 Kerangka Konseptual



Gambar 3.1 Kerangka Konseptual

Keterangan :

——— : variabel yang diteliti

- - - - - - - - : variabel yang tidak diteliti

Pekerjaan seorang operator komputer dilakukan oleh tenaga kerja dengan posisi duduk, jari-jari, tangan dan lengan berada dalam pisisi kerja tertentu untuk mengetik *keyboard* secara statis dan berulang-ulang. Bekerja dalam keadaan statis dan berulang-ulang akan mengakibatkan otot berkontraksi statis (*isometric contraction*).

Kontraksi otot isometrik terjadi pada sekelompok otot *skelet extensor digitorum* dan *extensor carpi radialis* yang menghubungkan sendi pada jari-jari, tangan dan lengan bawah / lengan atas (*epicondylus lateralis humeri*). Kemudian diteruskan kepada *biceps brachii* dan otot *deltoid* menghubungkan tulang belikat dengan lengan atas. selain itu, otot yang mengalami peningkatan kontraksi juga terjadi pada *trapezius* dan *levator scapula muscle* yang menghubungkan tulang belikat dengan tulang *cervical vertebra*.

Kontraksi isometrik pada otot *extensor digitorum*, *extensor carpi radialis*, *biceps brachii*, *deltoid* dan *trapezius* serta *levator scapula* yang menghubungkan jari-jari, tangan, lengan, bahu serta tulang belikat dengan *cervical*, kontraksi ini akan mengurangi aliran darah secara kontinu selama kontraksi. Ketika aliran darah bekerja, metabolit akan terakumulasi dan *supply* oksigen otot akan berkurang dengan cepat. Hal itu akan berpindah menjadi anaerabik dan meningkatkan asam laktat dan penurunan glukosa, kemudian mempercepat penurunan kemampuan kontraksi otot yang pada akhirnya menyebabkan kelelahan. Selain itu kelelahan terjadi karena titik berat dan titik tumpu yang bergerak ke lengan bawah sehingga menambah beban

kerja otot lengan. Kelelahan dapat pula disebabkan oleh faktor lingkungan kerja sebagai beban tambahan dalam bekerja dengan status kesehatan seseorang seperti anemia. Terjadinya kelelahan yang terus menerus dan berulang-ulang pada akhirnya akan menyebabkan terjadinya *repetitive strain injury* (RSI).

3.2 Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian ini adalah: ada pengaruh posisi sudut abduksi sendi bahu terhadap terjadinya kelelahan pada otot lengan operator komputer.

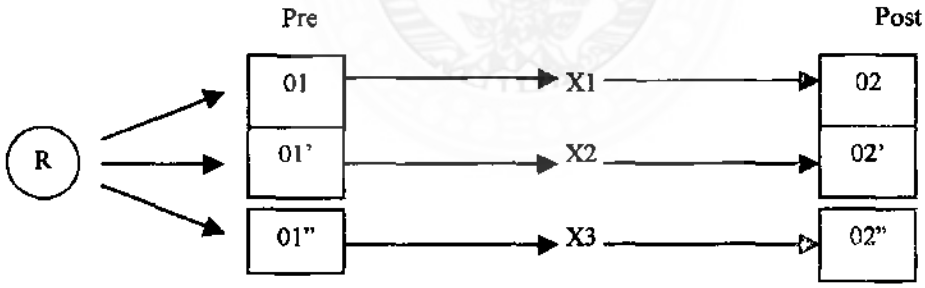
BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dirancang menggunakan jenis penelitian *experimental* di lapangan. Penelitian ini mengukur kelelahan otot jari dan lengan antara kelompok kontrol dan 2 kelompok perlakuan sebagai dampak kerja posisi bahu operator komputer. Pengukuran dilakukan dengan *hand dynamometer* dan *handgrip* sehari sebelum kerja atau perlakuan (*pre*) dan setelah kerja selama 30 menit (*post*). Rancangan eksperimen semacam ini disebut *pre-post test control group design* untuk sampel berbeda dan *one group pre-post test design* untuk sampel sama.

1. Rancangan *pre-post test control group design*



Gambar 4.1. Bagan Rancangan Penelitian Pre-Post Test Control Group Design

Keterangan:

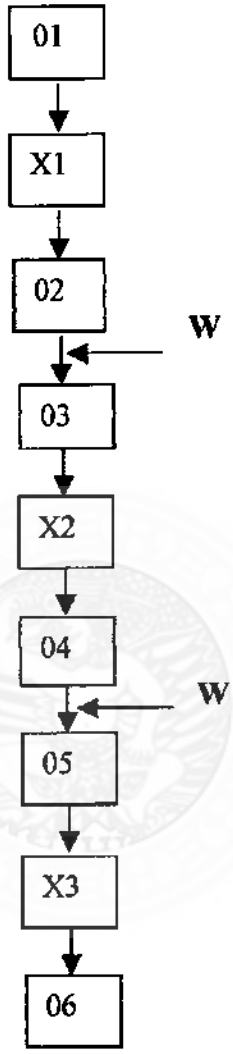
R = Randomisasi

X1= Kelompok kontrol dengan posisi bahu abduksi 0 - 20^0

X2= Kelompok perlakuan dengan posisi bahu abduksi 20 - 40^0

X3= Kelompok perlakuan dengan posisi bahu abduksi 40 -60^0

2. Rancangan *one group pre-post test design*



Gambar 4.2. Bagan Rancangan Penelitian One Group Pre-Post Test Design

Keterangan:

01, 03 dan 05 = Pre test

X1, X2 dan X3 = Perlakuan dengan posisi 0 - 20^0, 20 - 40^0 dan 40 - 60^0

02, 04 dan 06 = Posttest

W = wash out time (1 hari atau 24 jam)

4.2 Populasi dan Sampel

4.2.1. Populasi

Populasi penelitian ini adalah pekerja jasa pengetikan yang bekerja sebagai operator komputer.

4.2.2. Sampel

Sampel penelitian ini adalah pekerja jasa pengetikan yang bekerja sebagai operator komputer yang memenuhi kriteria : umur 25 – 40 tahun, laki-laki, masa kerja minimal 1 tahun, berat badan 50 – 70 kg, fitness baik (berdasarkan rekomendasi dokter), panjang lengan 65 – 75 cm dan tinggi tubuh 50 – 70 cm, mahir mengetik dengan sepuluh jari, lama tidur pada malam hari lebih 6 jam, kondisi otot jari dan lengan pada saat penelitian dalam kondisi baik.

4.3 Protokol Penelitian

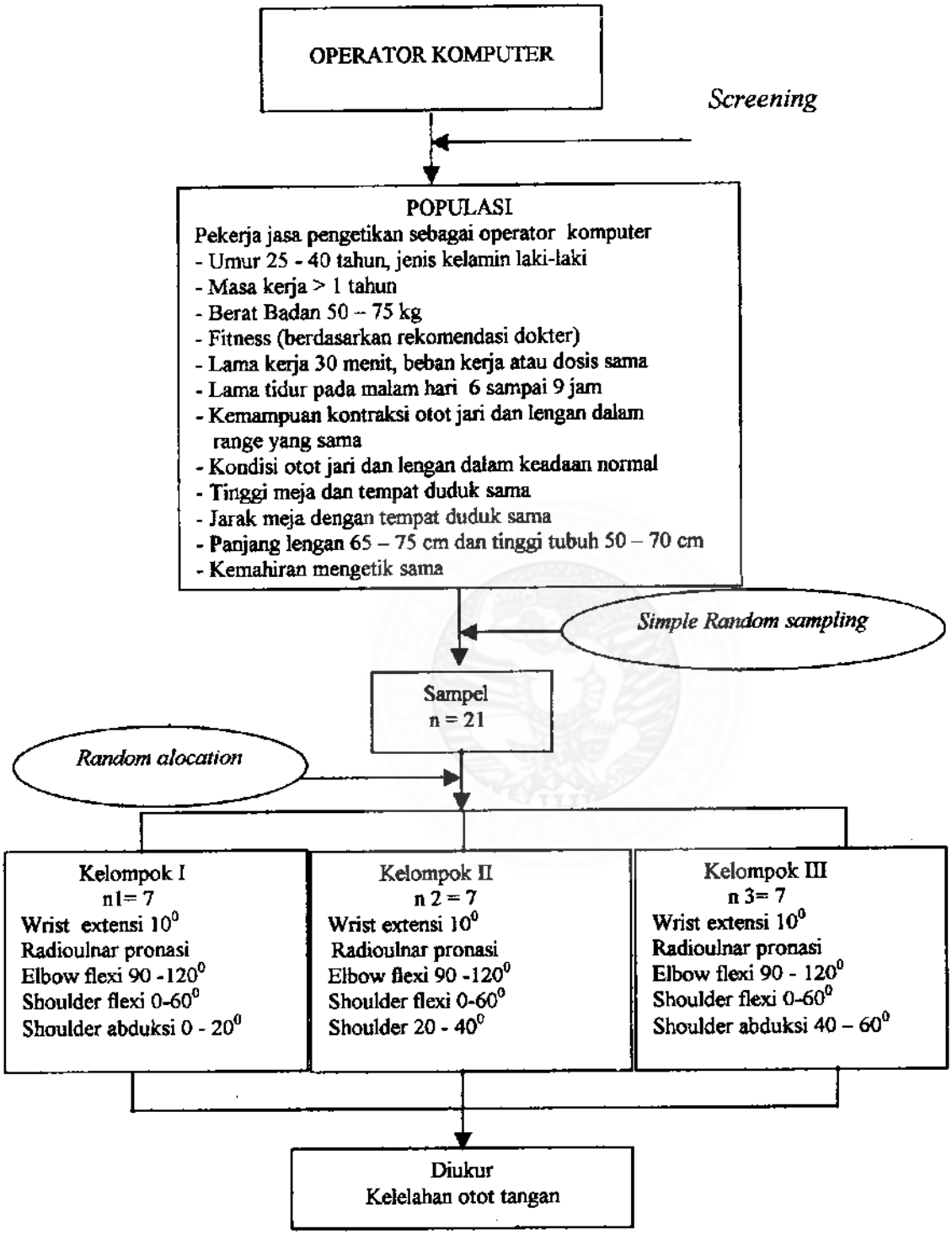
Dari pekerja jasa pengetikan yang bekerja sebagai operator komputer, maka di *screening* umur, masa kerja, berat badan, fitness dan waktu istirahat atau tidur pada malam hari, yaitu menjadi berumur 25 – 40 tahun, laki-laki, masa kerja lebih 1 tahun, berat badan 50 – 70 kg, panjang lengan 65 – 75 cm dan tinggi tubuh 50 – 70 cm, fitness baik, kemampuan rata-rata kontraksi otot dalam range yang sama yang diukur 1 hari sebelum diberikan perlakuan, lama tidur pada malam hari lebih 6 jam dan tidak sedang menderita suatu penyakit yang dapat mengganggu jalannya penelitian.

Dari hasil *screening* didapatkan populasi yang memenuhi kriteria sebanyak 22 orang. Kemudian dilakukan pengambilan sampel dengan metode *simple random*

sampling untuk dikurangi 1 populasi, sehingga besar sampel penelitian 21 orang, kemudian dilakukan alokasi random atas tiga kelompok perlakuan yang berbeda.

Perlakuan diberikan pada beban kerja atau dosis kerja sama (lama mengetik 30 menit, frekuensi 1 kali dalam 30 menit, bentuk besar huruf sama, naskah dalam bentuk lembaran), kemudian dilakukan pengukuran kelelahan otot jari dan lengan dengan menggenggam *hand dynamometer* sekuat-kuatnya sebanyak 3 kali untuk mengukur kemampuan kontraksi statis, setelah itu dilanjutkan dengan menggenggam *handgrip* secara berulang-ulang dengan irama kontraksi 60 kali per menit untuk mengukur kemampuan kontraksi dinamis. Agar lebih jelasnya protokol penelitian ini dapat digambarkan sebagai berikut:

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA



Gambar 4.3. Protokol Penelitian

4.4 Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini adalah :

a. Variabel bebas : melakukan pengetikan naskah dengan posisi duduk.
b. Variabel tergantung : kelelahan statik dan dinamik otot jari dan lengan setelah mengetik naskah selama 30 menit.
c. Variabel kendali : umur, jenis kelamin, berat badan, masa kerja , fitness, lama kerja, dosis atau beban kerja, lama tidur pada malam hari, kemampuan kontraksi otot jari dan lengan dalam range yang sama, kondisi otot, tinggi meja dan tempat duduk, jarak meja dengan tempat duduk, panjang lengan, tinggi badan serta kemahiran mengetik.

4.5 Defenisi Operasional

1. Posisi kerja adalah letak tangan pada saat mengoperasikan komputer
   + Kelompok I, kriteria : wrist ekstensi 10^0 , radioulnar pronasi, elbow fleksi 90 - 120^0 , shoulder flexi 0 - 60 dan shoulder abduksi 0 - 20^0
   + Kelompok II, kriteria : wrist ekstensi 10^0 , radioulnar pronasi, elbow fleksi 90 - 120^0 shoulder flexi 0 – 60 dan shoulder abduksi 20 - 40^0
   + Kelompok III, kriteria : wrist ekstensi 10^0 , radioulnar pronasi, elbow fleksi 90 - 120^0 , shoulder fleksi 0 – 60 dan shoulder abduksi 40 - 60^0
2. Pengetikan naskah adalah penulisan naskah dengan komputer selama 30 menit.
3. Posisi duduk adalah posisi operator komputer di tempat duduk pada saat mengetik naskah selama 30 menit.

4. Panjang lengan adalah ukuran lengan yang diukur dari bahu (*acromion*) sampai ujung jari tengah.
5. Tinggi tubuh duduk adalah ukuran tubuh saat duduk yang diukur dari bahu sampai lipatan otot *gluteus maximus* (bokong).
6. Kelelahan adalah penurunan waktu kontraksi otot jari-jari (pada ergometer) dengan irama kontraksi 60 kali per menit yang diukur setelah bekerja atau mengetik naskah selama 30 menit.
7. Kelelahan statik adalah kelelahan otot jari dan lengan pada saat satu kali atau tiga kali statik kontraksi yang diukur dengan *hand dynamometer.*
8. Kelelahan dinamis adalah kelelahan otot jari dan tangan pada saat kontraksi dinamis secara berulang-ulang yang diukur dengan *handgrip.*

4.6 Instrumen Penelitian dan Bahan Penelitian

Bahan dan instrumen yang digunakan pada penelitian ini, meliputi :

a. Alat pengukur kelelahan otot : ergometri bentuk *handgrip* merk jamar PC 2011W dan *hand dynamometer* merk *Smedley's* 12731
b. Timbangan berat badan
c. Alat pengukur luas gerak sendi : goniometer jamar PC 5048B
d. Stopwach merk hanhart dan metronom
e. Meteran untuk mengukur panjang lengan, tinggi badan, tinggi meja dan tempat duduk.

4.7 Prosedur Penelitian

4.7.1 Persiapan Penelitian

Langkah-langkah persiapan untuk melakukan penelitian ini pada bulan Pebruari sampai maret 2004 dengan langkah-langkah sebagai berikut:

a. Mengurus surat-surat yang berkaitan dengan izin penelitian

b. Menyiapkan lokasi dan alat yang diperlukan untuk penelitian.

4.7.2 Langkah-langkah Pelaksanaan Penelitian

Langkah-langkah yang ditempuh dalam pelaksanaan penelitian ini, meliputi:

a. Persiapan Administrasi

Hal-hal yang akan dilakukan untuk mempersiapkan administrasi ditempuh langkah-langkah sebagai berikut:

1) Menyiapkan adminitrasi test (surat pernyataan kesediaan menjadi sampel penelitian, formulir pengukuran panjang lengan dan badan serta formulir test kelelahan).
2) Menyiapkan lembar pengumpul data untuk mengetahui umur, masa kerja, berat badan dan kondisi kesehatan
3) Menyiapkan alat dan perlengkapan test
4) Menentukan jadwal pelaksanaan *pretest* dan *posttest.*

b. Menentukan Sampel

Hasil *screening* didapatkan populasi yang memenuhi kriteria sebanyak 22 orang. Kemudian dilakukan pengambilan sampel dengan metode *simple random sampling* untuk dikurangi 1 populasi, sehingga besar sample penelitian 21 orang, kemudian dilakukan alokasi random atas tiga kelompok perlakuan yang berbeda.

c. Pelaksanaan Pretest

Pelaksanaan *pretest* dilakukan sehari sebelum dilakukan intervensi yang meliputi pengukuran panjang lengan, tinggi tubuh, tinggi meja dan tempat duduk, jarak meja dengan tempat duduk dan pengukuran kelelahan otot jari dan lengan dengan menggunakan ergometer dengan cara orang coba menggenggam ergometer dengan posisi jari-jari fleksi, lengan bawah *mid position, wrist joint* dalam keadaan netral, sendi siku ekstensi (lurus), sendi bahu fleksi 20 - 90^0 dan abduksi 0 - 20^0. Kemudian orang coba disuruh mengkontraksikan otot jari dan lengan dengan menggenggam *hand dynamometer* sebanyak tiga kali ulangan untuk kontraksi statis, kemudian dilanjutkan dengan menggenggam *handgrip* secara berulang-ulang dengan irama kontraksi 60 kali per menit untuk kontraksi dinamis.

d. Pelaksanaan Eksperimen

Eksperimen dalam penelitian ini adalah pemberian beban kerja (jumlah ketikan, frekuensi, bentuk besar huruf, bentuk naskah, teknik mengetik) yang sama berupa mengetik naskah selama 30 menit dengan posisi abduksi bahu yang berbeda, yaitu 0 - 20^0 untuk kelompok I, 20 - 40^0 untuk kelompok II dan 40 - 60^0 untuk kelompok III.

e. Pelaksanaan Posttest

Posttest dilaksanakan setelah orang coba selesai mengetik naskah selama 30 menit, caranya orang coba menggenggam *hand dynamometer* dengan posisi jari-jari fleksi, lengan bawah *mid position, wrist joint* dalam keadaan netral, sendi siku ekstensi (lurus), sendi bahu fleksi 20 - 90^0 dan abduksi 0 - 20^0. Kemudian orang coba disuruh mengkontraksikan otot jari dan lengan dengan menggenggam *hand*

dynamometer sebanyak tiga kali ulangan, kemudian dilanjutkan dengan menggenggam *handgrip* secara berulang-ulang dengan irama kontraksi 60 kali per menit. Pelaksanaan *posttest* berupa kelelahan otot jari dan lengan setelah mengetik naskah selama 30 menit sebagai variabel tergantung.

4.8 Prosedur Pengukuran

Pengukuran variabel kelelahan dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu mengukur kelelahan otot statis dengan menggunakan *hand dynamometer* dan kelelahan otot dinamis dengan menggunakan *handgrip*. Adapun cara pengukurannya adalah sebagai berikut.

a. Kelelahan Otot Statis

Pengukuran ini dilaksanakan dengan menggunakan *hand dynamometer* di mana orang coba setelah mengetik naskah selama 30 menit disuruh menggenggam *hand dynamometer* sekuat-kuatnya sebanyak 3 kali, kemudian ketiga nilai tersebut dijumlahkan untuk mendapatkan nilai rata-rata.

b. Kelelahan Otot Dinamis

Pengukuran ini dilakukan dengan menggunakan *handgrip* di mana orang coba setelah mengetik naskah selama 30 menit disuruh menggenggam *handgrip* secara berulang-ulang dengan irama kontraksi 60 kali permenit sesuai bunyi atau irama metronom. Kemudian hitung waktu lamanya pengulangan genggaman atau kontraksi otot jari dan lengan.

4.9 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan pada tempat jasa pengetikan komputer di kota Makassar, yang dilaksanakan dari tanggal 20 Pebruari sampai dengan 20 Maret 2004.

4.10 Teknik Analisis Data

Untuk mengetahui perbedaan kelelahan otot lengan sebelum dan sesudah perlakuan dari masing-masing kelompok digunakan teknik analisis variansi satu arah dengan menggunakan komputer (program statistik).

BAB 5

ANALISIS HASIL PENELITIAN

5.1 Analisis Hasil Penelitian Sampel Berbeda

5.1.1 Analisis Perbedaan Karakteristik Operator Komputer Antar Kelompok

Pengukuran awal dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui homogenitas sampel, sehingga dapat diketahui dengan pasti bahwa adanya kelelahan pada otot lengan operator jasa pengetikan komputer sebagai subjek penelitian bukan dipengaruhi oleh ukuran atau kemampuan awal, melainkan karena pengaruh perlakuan posisi abduksi sendi bahu yang berbeda.

Pada pengukuran kemampuan kontraksi statis dan dinamis dilakukan masing-masing satu kali sehari sebelum melakukan pengetikan. Pengukuran kemampuan kontraksi statis adalah pengukuran kemampuan kontraksi otot lengan secara statis dengan menggunakan *hand dynamometer*, sedangkan pengukuran kemampuan kontraksi dinamis adalah pengukuran kemampuan kontraksi otot lengan secara dinamis dengan menggunakan *handgrip*.

Tabel 5.1 Perbedaan Karakteristik Operator Komputer Antar Kelompok

Posisi		Umur (tahun)	Berat Badan (kg)	Panjang Lengan (cm)	Tinggi Tubuh (cm)	Pre Statis (kg)	Pre Dinamis (detik)
$0 - 20^0$	Rerata	33,00	55,14	70,43	57,14	37,71	34,43
	SD	2,64	3,14	1,13	1,95	1,11	1,27
$20 - 40^0$	Rerata	33,86	53,14	70,43	55,14	36,71	34,71
	SD	3,13	4,18	1,40	1,07	1,50	1,25
$40 - 60^0$	Rerata	32,29	51,14	69,29	54,14	37,29	35,86
	SD	3,64	3,45	2,63	1,57	1,50	1,57
	p	0,655	0,090	0,424	0,007	0,415	0,149
	Ket.	TS	TS	TS	S	TS	TS

Keterangan: TS= tidak signifikan, S= berbeda signifikan

Berdasarkan uji *anova one way* bahwa perbedaan umur, berat badan, panjang lengan, kemampuan kontraksi statis dan dinamis antar kelompok menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan ($p > 0,05$), artinya tidak ada perbedaan rata- rata berat badan, umur, panjang lengan, kemampuan kontraksi statis dan dinamis antara kelompok posisi $0 - 20^0$, $20 - 40^0$ dan $40 - 60^0$. Tetapi pada tinggi tubuh menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$) antar kelompok.

5.1.2 Analisis Kontraksi Statis Sesudah Mengetik Antar Kelompok

Pengukuran kemampuan kontraksi statis dilakukan setelah melakukan pengetikan selama 30 menit dengan menggunakan *hand dynamometer*. Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui selisih rata-rata kemampuan kontraksi statis sebelum dan sesudah mengetik antar kelompok.(lihat tabel 5.2).

Tabel 5.2 Kontraksi Statis Sesudah Mengetik Antar Posisi

Posisi	Kontraksi Statis Sesudah Mengetik		p	Keterangan
	Rerata (kg)	SD (kg)		
$0 - 20^0$	36,71	1,41	0,503	TS
$20 - 40^0$	36,29	1,70		
$40 - 60^0$	35,57	0,79		

Keterangan : Uji *anacova*, TS= tidak berbeda signifikan

Hasil uji *anacova* dengan tinggi tubuh sebagai kovariat (variabel perancu) pada kontraksi statis sesudah mengetik antar posisi menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan ($p > 0,05$). Artinya bahwa kemampuan kontraksi statis sesudah mengetik antar kelompok tidak ada perbedaan (lihat tabel 5.2)

5.1.3 Analisis Kontraksi Dinamis Sesudah Mengetik Antar Kelompok

Pengukuran kemampuan kontraksi dinamis dilakukan sesudah mengetik selama 30 menit, yaitu sesaat setelah pengukuran kemampuan kontraksi statis.

Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui selisih rata-rata kemampuan kontraksi dinamis sebelum dan sesudah mengetik antar kelompok

Tabel 5.3 Kontraksi Dinamis Sesudah Mengetik Antar Posisi

Posisi	Kontraksi Dinamis sesudah mengetik		p	Keterangan
	Rerata (Detik)	SD (Detik)		
$0 - 20^0$	33,57	1,62		
$20 - 40^0$	34,57	1,27	0,401	TS
$40 - 60^0$	34,43	1,57		

Keterangan: Uji anacova, TS= tidak berbeda signifikan

Hasil uji *anacova* dengan tinggi badan sebagai kovariat (variabel perancu) pada kontraksi dinamis sesudah mengetik antar posisi menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan ($p > 0,05$). Artinya bahwa kemampuan kontraksi dinamis sesudah mengetik antar kelompok tidak ada perbedaan (lihat tabel 5.3)

5.2 Analisis Hasil Penelitian Sampel Sama

5.2.1 Analisis Karakteristik Operator Komputer

Karena pengukuran dilakukan pada sampel sama dan kriteria sampel telah ditentukan sebelumnya, maka nilai rata-rata terhadap usia, berat badan, panjang lengan dan tinggi tubuh tidak diperoleh adanya perbedaan. Rata-rata usia, berat badan, panjang lengan dan tinggi tubuh operator jasa pengetikan komputer dapat dilihat pada tabel 5.4.

Tabel 5.4 Karakteristik Operator Jasa Pengetikan Komputer

Variabel	Rerata	SD
Usia (tahun)	33,43	1,90
Berat Badan (kg)	52,43	2,22
Panjang Lengan (cm)	69,57	1,99
Tinggi Tubuh	54,86	2,12

Keterangan: SD= Standar deviasi

5.2.2 Analisis Kontraksi Statis Sebelum dan Sesudah Mengetik Tiap Posisi

Pengukuran kemampuan kontraksi statis dilakukan dua kali pada masing-masing posisi sehari sebelum melakukan pengetikan dan pada saat setelah melakukan pengetikan. Pengukuran kontraksi statis adalah pengukuran kemampuan kontraksi otot lengan secara statis dengan menggunakan *hand dynamometer*. Kemampuan ini perlu diketahui dan dikontrol untuk memperoleh homogenitas kemampuan masing-masing sampel. Dengan kemampuan kontraksi rata-rata yang homogen (dalam range yang sama), maka dapat diketahui dengan pasti bahwa perubahan kemampuan kontraksi statis (kelelahan) otot lengan operator jasa pengetikan komputer bukan dipengaruhi oleh kemampuan kontraksi otot lengan, tetapi karena adanya pengaruh perlakuan posisi abduksi sendi bahu yang berubah.

Tabel 5.5 Perbandingan Kontraksi Statis Sebelum dan Sesudah Mengetik Tiap Posisi.

Posisi	Kontraksi Statis				Selisih Rata-rata (kg)	t	p	Ket.
	Sebelum Mengetik		Sesudah Mengetik					
	Rata-Rata (Kg)	SD (kg)	Rata-Rata (kg)	SD (kg)				
$0 - 20^0$	37,43	1,27	36,29	1,11	1,14	2,489	0,047	S
$20 - 40^0$	37,43	1,27	36,86	0,90	0,57	0,285	0,285	TS
$40 - 60^0$	37,43	1,27	36,14	0,90	1,29	0,049	0,049	S

Keterangan: Uji t berpasangan
S = berbeda signifikan, TS = tidak berbeda signifikan

Hasil Uji t sampel berpasangan terhadap kemampuan kontraksi statis otot lengan sebelum dan sesudah mengetik antar posisi pada posisi 0 - 20^0, posisi 40 - 60^0

ada perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$), sedangkan pada posisi 20 - 40^0 menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan ($p > 0,05$) (lihat tabel 5.5)

5.2.3 Analisis Kontraksi Statis Sesudah Mengetik Antar Posisi

Kontraksi statis sesudah mengetik antar posisi adalah selisih rata-rata kemampuan kontraksi statis otot lengan antara posisi satu terhadapa posisi yang lainnya sesudah melakukan pengetikan. Rata-rata kemampuan kontraksi statis otot lengan setelah mengetik dapat dilihat pada tabel 5.6.

Tabel 5.6 Perbandingan Kontraksi Statis Sesudah Mengetik Antar Posisi

No.	Posisi	Kontraksi Setelah Mengetik		Selisih Rata-rata (kg)	t	p	Ket.
		Rata-rata (kg)	SD (kg)				
1	0 - 20^0 20 - 40^0	36,29 36,86	1,11 0,90	-0,57	-2,828	0,030	S
2	0 - 20^0 40 - 60^0	36,29 36,14	1,11 0.90	0,15	0,354	0,736	TS
3	20 - 40^0 40 - 60^0	36,86 36,14	0,90 0,90	0,72	2,500	0,047	S

Keterangan: Uji t sample berpasangan, S= berbeda signifikan
TS= tidak berbeda signifikan

Hasil uji t sampel berpasangan terhadap kemampuan kontraksi statis sesudah mengetik antar posisi 0 - 20^0 dengan posisi 20 - 40^0 dan posisi 20 - 40^0 dengan posisi 40 - 60^0 menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$), sedangkan antara posisi 0 - 20^0 dengan 40 - 60^0, menunjukkan kemampuan kontraksi statis otot lengan setelah mengetik tidak ada perbedaan yang signifikan ($p > 0,05$) (lihat tabel 5.6).

5.2.4 Analisis Kontraksi Dinamis Sebelum dan Sesudah Mengetik tiap posisi

Pengukuran kemampuan kontraksi dinamis pada otot lengan operator jasa pengetikan komputer dilakukan setelah mengukur kemampuan kontraksi statis, baik pada saat pengukuran sebelum mengetik maupun pada pengukuran sesudah mengetik. Pengukuran ini dilakukan pada masing-masing posisi, yaitu sehari sebelum melakukan pengetikan dan pada saat setelah mengetik. Kemampuan kontraksi dinamis perlu diketahui dan dikontrol untuk memperoleh homogenitas kemampuan masing-masing sampel. Karena kemampuan kontraksi rata-rata yang homogen, maka dapat diketahui dengan pasti bahwa perubahan kemampuan kontraksi dinamis otot lengan operator jasa pengetikan komputer bukan dipengaruhi oleh kemampuan kontraksi otot lengan, tetapi karena adanya pengaruh perlakuan posisi abduksi sendi bahu yang berubah.

Tabel 5.7 Perbandingan Kontraksi Dinamis Sebelum dan Sesudah Mengetik Setiap Posisi

Posisi	Kontraksi Dinamis				Selisih Rata-rata (detik)	t	p	Ket.
	Sebelum Mengetik		Sesudah Mengetik					
	Rata-Rata (detik)	SD (detik)	Rata-Rata (detik)	SD (detik)				
$0 - 20^0$	35,00	0,58	33,86	0,69	1,14	3,361	0,015	S
$20 - 40^0$	35,00	0,58	35,00	1,15	0,00	0,000	1,000	TS
$40 - 60^0$	35,00	0,58	33,86	0,90	1,14	2,828	0,030	S

Keterangan: Uji t berpasangan, S= berbeda signifikan
TS= tidak berbeda signifikan

Hasil uji t sampel berpasangan pada kemampuan kontraksi dinamis sebelum dan sesudah mengetik untuk posisi 0 - 20^0 dan 40 - 60^0 , menunjukkan adanya

perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$), pada posisi 20 - 40^0 , kontraksi dinamis otot lengan sebelum dan sesudah mengetik tidak ada perbedaan yang signifikan ($p > 0,05$).

5.2.5 Analisis Kontraksi Dinamis Sesudah Mengetik Antar Posisi

Kontraksi dinamis sesudah mengetik antar posisi adalah selisih rata-rata kemampuan kontraksi dinamis otot lengan antara posisi satu terhadap posisi yang lainnya sesudah melakukan pengetikan. Rata-rata kemampuan kontraksi dinamis otot lengan setelah mengetik dapat dilihat pada tabel 5.8.

Tabel 5.8 Perbandingan Kontraksi Dinamis Sesudah Mengetik Antar Posisi

No.	Posisi	Kontraksi Setelah Mengetik		Selisih Rata-rata (detik)	t	p	Ket.
		Rata-rata (detik)	SD (detik)				
1	0 - 20^0 20 - 40^0	33,86 35,00	0,69 1,15	-1,14	-2,489	0,047	S
2	0 - 20^0 40 - 60^0	33,86 33,86	0,69 0,90	0,00	0,000	1,000	TS
3	20 - 40^0 40 - 60^0	35,00 33,86	1,15 0,90	1,144	1,706	0,139	TS

Keterangan: Uji t sampel berpasangan, S= berbeda signifikan

TS= tidak berbeda signifikan

Hasil uji t sampel berpasangan pada kemampuan kontraksi dinamis sesudah mengetik antara posisi 0 - 20^0 dengan 20 - 40^0 menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$), sedangkan kemampuan kontraksi dinamis sesudah mengetik antara posisi 0 - 20 dengan 40 - 60^0 dan posisi 20 - 40^0 dengan 40 - 60^0 tidak menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan ($p > 0,05$).

BAB 6

PEMBAHASAN

Berdasarkan analisis hasil penelitian, selanjutnya pada bab 6 ini dilakukan pembahasan hasil penelitian. Beberapa hasil penelitian yang akan dibahas adalah sebagai berikut:

1. Perbedaan Karakteristik operator jasa pengetikan komputer peserta dalam penelitian.
2. Kontraksi statis dan dinamis sesudah mengetik antar kelompok.
3. Kontraksi statis dan dinamis sebelum dan sesudah mengetik tiap posisi
4. Kontraksi statis dan dinamis sesudah mengetik antar posisi

6.1.Karakteristik Operator Jasa Pengetikan Komputer Peserta DalamPenelitian

Dalam penelitian ini terdapat tiga kelompok yang dilakukan terhadap sampel sama dan sampel berbeda, yang terdiri atas kelompok I dengan posisi 0 - 20^0 abduksi sendi bahu, kelompok II, posisi 20 - 40^0 abduksi sendi bahu dan kelompok III, posisi 40 - 60^0 abduksi sendi bahu. Kelompok I, II dan III masing-masing diberikan terhadap 7 orang yang sama untuk sampel sama sehingga jumlah sampel 7 orang, sedangkan pada sampel berbeda, tiap kelompok diberikan terhadap 7 orang yang berbeda sehingga jumlah sampel seluruhnya berjumlah 21 orang.

Sampel penelitian yakni operator jasa pengetikan komputer melakukan kerja (mengetik) dengan posisi duduk, *wrist extention* 10^0, *radioulnar joint* pronasi, sendi siku fleksi 90 - 120^0, dan sendi bahu fleksi 0 - 60^0. Pada pekerjaan mengetik ini titik tumpuh lengan terletak pada kedua telapak tangan (*wrist joint*).

Sebelum melakukan eksperimen, sejumlah 21 orang operator telah diseleksi untuk memperoleh kesamaan (homogenitas) karakteristik peserta dalam penelitian. Karakteristik tersebut meliputi usia, berat badan, panjang lengan dan tinggi tubuh. Usia operator jasa pengetikan komputer dalam penelitian antar posisi secara signifikan tidak ada perbedaan baik pada sampel sama maupun pada sampel berbeda. Apabila usia operator jasa pengetikan komputer peserta dalam penelitian antar posisi/kelompok tidak berbeda, diharapkan maturasi otot operator jasa pengetikan komputer antar posisi juga tidak berbeda. Maturasi otot merupakan salah satu indikator kemampuan kekuatan tegangan otot, sebagaimana pendapat Robert et. al. (2002) bahwa "maturasi otot yang sama berarti kekuatan tegangan otot adalah sama". Kemampuan kekuatan otot, selain dipengaruhi maturasi, otot dipengaruhi pula oleh genetik, kecukupan gizi dan kecukupan olahraga.

Demikian pula halnya ukuran berat badan, panjang lengan dan tinggi tubuh operator jasa pengetikan komputer antar posisi atau kelompok adalah sama, tetapi tinggi tubuh pada sampel berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antar posisi, hal ini disebabkan karena pada saat randomisasi alokasi terjadi konsentrasi ukuran yang maksimal pada posisi tertentu dan dilain pihak ukuran minimal terkonsentrasi pada posisi yang lain. Karena penelitian ini kriteria karakteristik tubuh telah ditentukan rangenya, maka dianggap homogen. Karena ukuran karakteristik sampel antar posisi atau kelompok sama, apabila jarak tempat duduk dengan *keyboard* dibuat sama pada masing-masing posisi atau kelompok, maka jangkauan tangan operator jasa pengetikan komputer saat mengetik adalah sama. Hal ini untuk menghindari kelelahan otot lengan operator jasa pengetikan

komputer yang ditimbulkan karena adanya perbedaan ukuran karakteristik. Apabila ukuran karakteristik (panjang lengan dan tinggi tubuh) saat bekerja berbeda pada masing-masing sampel, maka tingkat kelelahannya setelah mengetik juga akan berbeda.

6.2 Kontraksi Statis dan Dinamis Sesudah Mengetik Antar Posisi

Untuk memastikan bahwa kemampuan kontraksi statis dan dinamis dapat dipakai sebagai parameter tingkat kelelahan, maka sebelum mengetik kemampuan kontraksi statis dan dinamis tiap posisi atau kelompok harus sama. Masing-masing kelompok diberikan perlakuan pada posisi abduksi sendi bahu berbeda-beda yakni posisi 0 - 20^0, 20 - 40^0 dan 40 - 60^0. Kemudian setelah mengetik diukur kembali kemampuan kontraksi statis dan dinamis. Hal ini untuk mengetahui perbedaan kemampuan kontraksi statis dan dinamis sebelum dan sesudah mengetik.

Pengukuran kemampuan kontraksi statis dan dinamis tersebut terhadap sampel penelitian dilaksanakan sebanyak 2 kali yaitu sebelum dan sesudah mengetik. Pengukuran dilaksanakan dengan menggunakan *hand dynamometer* untuk kontraksi statis kemudian dilanjutkan dengan *handgrip* untuk kontraksi dinamis.

Hasil uji menunjukkan tidak adanya perbedaan kemampuan kontraksi statis dan dinamis otot lengan antar posisi sesudah mengetik (lihat tabel 5.2). Hasil tersebut memberikan arti bahwa kemampuan kontraksi statis dan dinamis sesudah mengetik tidak berbeda.antar kelompok walaupun ukuran tinggi tubuh berbeda. Hal tersebut terjadi karena kemampuan kontraksi statis dan dinamis sebelum mengetik relatif sama (homogen) dan tinggi tubuh tidak mempengaruhi terhadap kelelahan karena dalam penelitian ini tinggi tubuh masih dalam range yang dianggap tidak

mempengaruhi terjadinya kelelahan, tetapi jika dilihat dari faktor selisih rata-ratanya, maka kemampuan kontraksi statis dan dinamis otot lengan sesudah mengetik antar kelompok menunjukkan adanya perbedaan. Artinya bahwa perbedaan selisih rata-rata antar kelompok terhadap kemampuan kontraksi statis dan dinamis bukan disebabkan oleh adanya perbedaan tinggi tubuh, tetapi disebabkan adanya perbedaan derajat posisi abduksi sendi bahu.

Hasil analisis statistik deskriptif terhadap selisih kemampuan kontraksi statis dan dinamis otot lengan sesudah mengetik antar kelompok menunjukkan adanya perbedaan, di mana pada posisi 0 - 20^0 dan 40 - 60^0 menunjukkan adanya perbedaan selisih rata-rata berupa penurunan yang lebih besar dalam kemampuan kontraksi sesudah mengetik dibanding pada posisi 20 - 40^0. Kesimpulannya bahwa terjadinya perbedaan selisih rata-rata kemampuan kontraksi statis dan dinamis otot lengan antar posisi disebabkan karena adanya perbedaan posisi abduksi pada sendi bahu yang secara langsung akan mempengaruhi kuantitas performen otot dan non otot sebagai faktor yang memberikan kontribusi yang cukup besar terhadap terjadinya kelelahan pada otot lengan.

Berdasarkan uraian pembahasan di atas, dapat disimpulkan bahwa posisi kerja dapat mempengaruhi kemampuan kontraksi statis dan dinamis otot lengan operator jasa pengetikan komputer. Posisi 20 - 40^0 lebih kurang melelahkan dibanding posisi 0 - 20^0 dan 40 - 60^0, karena kedua posisi tersebut lebih banyak melibatkan otot untuk berkontraksi dan titik berat serta titik tumpu lengan akan jatuh pada daerah wrist joint dibanding denga posisi 20 - 40^0, sehingga posisi 20 - 40^0 dianggap sudut yang optimal kurang menimbulkan kelelahan pada saat mengetik.

6.3 Kontraksi Statis dan Dinamis Sebelum dan Sesudah Mengetik Tiap Posisi.

Untuk memastikan bahwa kemampuan kontraksi statis dan dinamis dapat dipakai sebagai parameter tingkat kelelahan, maka sebelum mengetik kemampuan kontraksi statis dan dinamis tiap kelompok harus sama. Masing-masing kelompok diberikan perlakuan posisi abduksi sendi bahu yang berbeda, yaitu posisi 0 - 20^0, 20 - 40^0 dan posisi 40 - 60^0. Kemudian setelah mengetik selama 30 menit diperiksa kembali kemampuan kontraksi statis dan dinamis. Hal ini untuk mengetahui perbedaan kemampuan kontraksi statis dan dinamis sebelum dan sesudah mengetik.

Berdasarkan analisis data, bahwa kemampuan kontraksi statis dan dinamis otot lengan operator komputer sebelum mengetik pada sampel sama maupun sampel berbeda tidak ada perbedaan untuk semua kelompok posisi, (lihat tabel 5.5 dan 5.7). Namun sesudah mengetik selama 30 menit, kemampuan kontraksi statis dan dinamis otot lengan operator jasa pengetikan komputer tiap kelompok posisi ada perbedaan, di mana pada posisi 0 - 20^0 dan 40 - 60^0 menunjukkan adanya perbedaan kemampuan kontraksi statis dan dinamis otot lengan operator jasa pengetikan komputer sebelum dan sesudah mengetik, pada posisi 20 - 40^0, tidak ada perbedaan kemampuan kontraksi statis otot lengan operator jasa pengetikan komputer sebelum dan sesudah mengetik, baik pada sampel sama maupun sampel berbeda, Ini memperlihatkan bahwa posisi sendi bahu yang berbeda, yakni 0 - 20^0 , 20 - 40^0 dan 40 - 60^0 sehingga beban kerja otot pada lengan berbeda, yang pada akhirnya tingkat kelelahan otot lengan operator jasa pengetikan komputer sesudah mengetik tiap kelompok juga berbeda.

Terjadinya perbedaan kemampuan kontraksi statis dan dinamis otot lengan operator jasa pengetikan komputer sebelum dan sesudah mengetik tiap posisi dapat dijelaskan secara interpretasi bahwa, pada saat mengetik lengan memberikan beban terhadap sendi bahu sehingga otot-otot pada sendi bahu akan berkontraksi untuk melawan adanya gaya pada tangan, akibatnya otot-otot pada sendi bahu berkontraksi terus menerus (statis) sehingga menimbulkan terjadinya kelelahan. Sebagaimana menurut Hall (2003) bahwa "walaupun berat lengan kira-kira 5 persen dari berat tubuh, namun pada saat dibentangkan secara horizontal akan menghasilkan *torque* yang besar pada lengan yang harus dilawan oleh otot-otot bahu". Pada saat mengetik, *elbow joint* dalam keadaan fleksi sehingga titik berat dan titik tumpu lengan akan terpusat pada daerah *wrist joint*, akibatnya kerja otot lengan bebannya bertambah sehingga mudah terjadi kelelahan. Sebagaimana disebutkan Susan (2003), "pada saat *elbow joint* fleksi maksimal, maka daya gerak lengan akan berada pada lengan bawah dan tangan sehingga dapat menambah beban pada kerja otot lengan".

Banyaknya otot pada sendi bahu yang berkontraksi tergantung pula pada besar atau kecil sudut yang dibentuk oleh sendi bahu tersebut. Makin besar sudut yang dibentuk oleh sendi bahu, makin banyak otot yang terlibat untuk berkontraksi sehingga torque pada lengan juga besar, tetapi semakin kecil sudut yang dibentuk oleh sendi bahu, makin sedikit otot yang berkontraksi sehingga titik berat dan titik tumpu akan terpusat pada lengan sehingga mudah terjadi kelelahan pada otot lengan. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa posisi abduksi sendi bahu dapat mempengaruhi terjadinya kelelahan pada otot lengan operator jasa pengetikan komputer.

6.4 Kontraksi Statis dan Dinamis Sesudah mengetik Antar Posisi

Pengukuran kemampuan kontraksi statis dan dinamis otot lengan setelah mengetik dilakukan satu kali. Pengukuran tersebut dilaksanakan dengan menggunakan *hand dynamometer* untuk kontraksi statis dan *handgrip* untuk kontraksi dinamis.

Hasil uji menunjukkan adanya perbedaan terhadap kemampuan kontraksi statis dan dinamis otot lengan antara posisi 0 – 20^0 dengan 20 - 40^0 dan posisi 20 - 40^0 dengan 40 - 60^0 untuk kontraksi statis serta pada posisi 0 - 20^0 dengan 20 - 40^0 untuk kontraksi dinamis. Sedangkan pada posisi 0 - 20^0 dengan 40 - 60^0 untuk kontraksi statis dan pada posisi 0 - 20^0 dengan 40 - 60^0 serta posisi 20 - 40^0 dengan 40 - 60^0 untuk kontraksi dinamis menunjukkan tidak ada perbedaan terhadap kemampuan kontraksi statis dan dinamis otot lengan antar posisi (lihat tabel 5.6 dan 5.8). Hasil uji dapat disimpulkan bahwa pada posisi 0 - 20^0 dan posisi 40 - 60^0 , untuk kontraksi statis maupun dinamis mempunyai kesamaan besar beban yang ditimbulkan sehingga memudahkan terjadinya kelelahan pada otot lengan operator jasa pengetikan komputer.

Hasil analisis terhadap selisih rata-rata yang terjadi antar posisi juga memperlihatkan adanya perbedaan yang besar antara posisi 0 - 20^0 dan posisi 40 - 60^0 dengan posisi 20 - 40^0. Artinya perbandingan selisih rata-rata antar posisi memperlihatkan adanya selisih yang besar antara posisi 0 - 20^0 dan 40 - 60^0 dengan posisi 20 - 40^0, sehingga pada kedua posisi tersebut (0 - 20^0 dan 40 - 60^0) otot lengan lebih mudah lelah disbanding pada posisi 20 - 40^0. Hal tersebut sejalan dengan pendapat Hall (2003) yang menyatakan bahwa "pekerja pada saat duduk dengan

tangan di meja sebaiknya dengan posisi 20 - 25^0 abduksi sendi bahu dan sedikit fleksi". Karena aktivitas dengan posisi kerja yang berbeda, jumlah otot yang dilibatkan dan tenaga yang diperlukan juga berbeda. Neptune et. al. (2000) dalam hasil penelitiannya menyebutkan bahwa "kualitas performen otot dan non otot (gravitasi dan *velocity* yang terkait dengan kekuatan) mempunyai kontribusi terhadap berbagai bagian tenaga dan akselerasi". Oleh karena itu mengetik dengan posisi abduksi sendi bahu yang berbeda, akan melibatkan jumlah otot yang berkontraksi juga berbeda. Mengetik dengan posisi sendi bahu abduksi sebesar 0 - 20^0 dan 40 - 60^0 akan lebih banyak melibatkan intensitas kontraksi otot sehingga membutuhkan energi yang lebih banyak. Akibatnya energi dalam otot diproses secara anaerobik sehingga konsentrasi glikogen dalam otot menurun dan asam laktat meningkat. Peningkatan asam laktat akan menimbulkan kelelahan, sebagaimana menurut Poedjiadi (1994) bahwa "asam laktat banyak terjadi sehingga menimbulkan rasa lelah". Guyton et. al. (1997) menyebutkan bahwa "kelelahan otot meningkat hampir berbanding langsung dengan kecepatan penurunan glikogen otot". Berdasarkan pendapat Guyton tersebut, dapat diinterpretasikan bahwa ketika intensitas kerja mengalami peningkatan dan adanya posisi yang membebankan kerja otot dalam waktu yang lama, maka glikogen dalam otot yang tersedia tidak tercukupi. Karena konsentrasi glikogen dalam otot tidak tercukupi, maka perlu diisi kembali. Pengisian glikogen tersebut diambil dari luar sel otot yakni dari gula dalam darah (glukosa). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pada posisi 20 - 40^0 merupakan posisi yang paling kurang menimbulkan kelelahan pada saat melakukan pengetikan dibanding dengan posisi 0 - 20^0 dan 40 - 60^0.

BAB 7

PENUTUP

7.1 Kesimpulan

1. Ada pengaruh posisi kerja terhadap terjadinya kelelahan otot lengan operator jasa pengetikan komputer untuk sampel sama baik pada kontraksi statis maupun dinamis pada posisi 0 - 20^0 dan 40 - 60^0, sedangkan pada posisi 20 - 40^0, tidak ada pengaruh. Pada sampel berbeda tidak ada pengaruh posisi kerja terhadap terjadinya kelelahan. Jika dilihat dari selisih rata-rata kemampuan kontraksi setiap posisi baik pada kontraksi statis maupun dinamis pada sampel sama maupun sampel berbeda, menunjukkan adanya penurunan kemampuan kontraksi statis maupun dinamis otot lengan operator jasa pengetikan komputer, di mana penurunan terbesar terjadi pada posisi 0 - 20^0 dan 40 - 60^0 dibanding dengan posisi 20 - 40^0.
2. Kemampuan kontraksi statis dan dinamis setiap kelompok adalah sama (statis: 37,43 kg $\pm$ 1,27 kg) dan (dinamis: 35,00 detik $\pm$ 0,58 detik) pada sampel sama. Namun setelah mengetik selama 30 menit terjadi perbedaan. Rata-rata kemampuan kontraksi statis dan dinamis sesudah mengetik selama 30 menit pada posisi 0 - 20^0 (statis 36,29 kg $\pm$ 1,11 kg, dinamis 33,86 detik $\pm$ 0,69 detik), posisi 20 - 40^0 (statis 36,86 kg $\pm$ 0,90 kg, dinamis 35,00 detik $\pm$ 1,15 detik) dan posisi 40 - 60^0 (statis 36,14 kg $\pm$ 0,90 kg, dan dinamis 33,86 detik $\pm$ 0,90 detik). Hal ini menunjukkan bahwa operator komputer sebelum melakukan pengetikan kemampuan kontraksi statis dan dinamisnya sama. Kemudian operator komputer melakukan pengetikan selama 30 menit

sehingga kemampuan kontraksi statis dan dinamis yang tertinggi berada pada posisi 20 - 40^0 dibandingkan dengan posisi 0 - 20^0 dan 40 - 60^0, hal ini menunjukkan bahwa posisi 20 - 40^0 lebih kurang mengalami kelelahan dibanding dengan posisi 0 - 20^0 maupun 40 - 60^0.

7.2 Saran

1. Oleh karena pada rentang sudut 20 - 40^0 abduksi sendi bahu yang paling optimal kurang menimbulkan kelelahan pada otot lengan, maka operator komputer seyogyanya perlu diberikan penyuluhan dan pelatihan mengenai kerugian yang ditimbulkan jika tanpa memperhatikan posisi yang ergonomis pada saat mengetik.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang hubungan posisi abduksi sendi bahu dengan produktivitas kerja operator komputer dan penelitian pada sudut abduksi sendi bahu yang lebih bervariasi serta menggunakan desain penelitian yang lebih baik seperti *cross over* agar subyek penelitian mendapatkan perlakuan yang sama dalam penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Adnyana, Manuaba, 2000. Ergonomi-Kesehatan dan Keselamatan Kerja, *Proceeding Seminar Nasional Ergonimi*, Surabaya, hlm. 1-4.

Albert, Bray, *Muscle Contraction: Sliding Filaments*, www @essentialcelliology.com <Access at April 20, 2004>

Basmajian, John, 1980, *Theraputic Exercise*, Williams and Wilknins, London, pp 151-154, 359-360.

Becker M. Wayne, . Reece Jane B and Poenie Martin F, 1999, *The World of The Cell*, 3th ed, The Benjamin/ Comings Publishing Company, Philadelphia, pp 296-315.

Boelens, Peter, 1987, *Myofeedback*, Holland : Enraf Nonius Delft, pp 6-10.

Cailliet, Rene, 1981, *Soft Tissue Pain and Disability*, David Company, Philadelphia, pp 23,152-155.

David j, Oborne, 1982, *Ergonomics at Work*, John Wiley & Sons LTD,New York, pp 48

Djarwanto Ps, 2001, *Mengenal Beberapa Uji Statistik dalam Penelitian*, Liberty, Yogyakarta, hlm. 161 - 170

Frankel, Victor H., 1980, *Basis Biomechanics of The Sceletal System*, Lea and Febiger, Philadelphia, pp 221-243.

Gabriel JF., 1986, *Fisika Kedokteran*, Cetakan VII, EGC, Jakarta, hlm. 8-10.

Ganong. WF., 1999, *Fisiologi Kedokteran*, Ed 17, : EGC, Jakarta, hlm 47-79.

Geers, Andre, 1981, *Kinesiologie Diagnotiek en Therapie van de Posturale en Fasische Spieren*, Stichting Manuele Geneeskunde, Eindhoven, pp 1-5.

Guyton C. Arthur and Hall E. John, 1997, *Fisiologi Kedokteran*, Ed 7, EGC, Jakarta, hlm 91 - 101

Hall, Susan J., 2003, *Basic Biomechanics*, 4th ed, MC Graw Hill, Boston , pp 192-209

ADLN - Perpustakaan Universitas Airlangga

Hariandja Andy MA, 1997, *Biomekanik*, Akademi Fisioterapi, Makassar, hlm. 1-2, 46-54.

Haryanto, Totok, Noviandi, Irzal, Purnomo, Hari, 2000, Analisa Biomekanika Pada Pengangkatan Dengan Cara Memanggul, *Proceding Seminar Nasional Ergonomi*, Surabaya, hlm. 131-132.

Ira Fox, Stuart, 1999, *Human Physiology*, 6th ed, MC Graw Hill, New York, pp 326-350.

Kapandji IA., 1979, *The Physiology of The Joints*, Churchilll Livingstone, London, pp 40-44, 96-118.

Ker, Patrick, 2002, *Occupational Health and Ergonomic Service*, Ocupational Therapy Departement, General Hospital, Singapore, pp 2-5.

Kisner, Carolin, 1990, *Therapentic Exercise Foundatisns and Techniques*, FA. Davis, Philadelphia, pp 70-113.

Kroemer K and Grandjean E., 1997, *Fitting the Task to The Human : A textbook of Occupational Ergonomics*, 5th ed., Taylor & Francis, London, pp 121 – 125

Kromodiharjo, Sudiyono, 2000, Evolusi Ergonomi Melalui Pendekatan Biomekanika, *Proceeding Seminar Nasional Ergonomi*, Surabaya, hlm. 17-20.

Mazzeo Robert S, Cavanagh Peter, William J Evans, Fiatarone Mara, Hagberg James, *Exercise and Physical Activity for Older Adults*, Medicine & Science in Sport & Exercise, www.leanddrofsantos.hpg.ig.com.br <*access at May*, 23 2004>

Moll HC., 1983, *Leerboek der Biomechanica*, Akademie voor Fysiotherapie, Amsterdam, pp 70-75.

Neptune, R.R and F.E. Zajac, 1998, *Muscle Contributions to Spesific Biomechanical Functions do not Change in Forward versus Backward Pedaling*, Rehabilitation R&D center, Palo Alto HCS, Palo Alto CA USA, pp 230 - 234

Nurmianto, Eko, 2003, *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya*, Edisi Pertama, Guna Widya, Surabaya, hlm. 42-45, 121,186-193.

Pearce, Evelyn C, 2000, *Anatomi dan Fisiologi untuk Paramedis*, Cetakan ke 23, Gramedia, Jakarta , hlm 102-110.

Poedjiadi, Anna,1994 *Dasar-dasar Biokimia*, UI Press, Jakarta, 274 – 275

Powchet, Victor, 1982, *Pocket Atlas of Anatomy*, Oxford University Press, New York, pp 98,257.

Santoso, Gempur, 2003. Pengaruh Perubahan Letak Titik Berat dan Titik Tumpu Tubuh Kerja Bubut Posisi Berdiri Terhadap Kelelahan Otot Biomekanik. *Disertasi*, Universitas Airlangga, Surabaya.

Selvilla, Gastullo, et al., 1993, *Pengantar Metode Penelitian*, UI Press, Jakarta, hlm. 10 – 14

Sueb, 2000. Perbedaan Kelelahan Pada Operator Komputer Dengan Posisi VDT Yang Konvensional dan Yang Dimodifikasi. *Tesis*, Universitas Airlangga, Surabaya, hlm. 4 - 10

Suma'mur PK, 1989, *Ergonomi untuk Produktivitas Kerja*, Haji Masagung, Jakarta , hlm. 34-36.

Sugiyono, 2001, *Statistik Nonparametris Untuk Penelitian*, VC. Alfabeta, Bandung, hlm. 20 - 24

Tortora, Gerard J., Grabowski Sandra Reynold, 1993, *Principles of Anatomy and Physiology*, 7th ed, Harper Collins College Publisher, Philadelphia , pp 238-245.

Wignjosoebroto Sritomo, 2003. *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu*, Edisi Pertama, Guna Widya, Surabaya , hlm. 72-83.

Werner, Kupian, 1982, *Physical Therapy for Sports*, Sounders Company, Philadelphia , pp 95-100.

Wolf AN, 1994, *Pemeriksaan Alat Penggerak Tubuh*, Bohn Stafleu van Loghum, Netherlands, hlm. 19-55.

LAMPIRAN 1. DATA PESERTA DALAM PENELITIAN

1.a. Nomor dan Nama Peserta Dalam Penelitian (Responden Sampel sama dan Sampel Berbeda)

KELOMPOK A		KELOMPOK B1		KELOMPOK B2		KELOMPOK B3	
NO.	NAMA	NO.	NAMA	NO.	NAMA	NO.	NAMA
1A	ARP	1B1	KAD	1B2	WAW	1B3	HUS
2A	ALF	2B1	ARP	2B2	FUR	2B3	ABD
3A	FIK	3B1	FIR	3B2	BUY	3B3	JUF
4A	JUF	4B1	IAN	4B2	ANT	4B3	IBN
5A	WAW	5B1	JAH	5B2	ZAK	5B3	AMN
6A	IRW	6B1	IRW	6B2	LAS	6B3	FIK
7A	BUY	7B1	ALF	7B2	ATJ	7B3	ALD

Keterangan:

No. = Nomor peserta dalam penelitian (responden)
Kelompok A = Operator komputer pada sampel sama
Kelompok B1 = Operator komputer sampel berbeda pada posisi 0 - 20^0
Kelompok B2 = Operator komputer sampel berbeda pada posisi 20 - 40^0
Kelompok B3 = Operator komputer sampel berbeda pada posisi 40 - 60^0

1.b. Data Karakteristik Operator Jasa Pengetikan Komputer Pada Sampel Sama

No Subjek	Usia (tahun)	Berat Badan (kg)	Panjang Lengan (cm)	Tinggi Bubuh (cm)
1A	31	50	72	58
2A	32	55	71	55
3A	33	55	67	54
4A	35	52	67	51
5A	32	50	70	55
6A	35	54	69	55
7A	36	51	71	55

1.c. Hasil Pemeriksaan Kemampuan Kontraksi Statis dan Dinamis Pada sampel Sama

Posisi	No. Subjek	Pre Statis (kg)	Pre Dinamis (detik)	Post Statis (kg)	Post Dinamis (detik)
$0 - 20^0$	1A	39	35	36	35
	2A	37	35	55	34
	3A	38	35	54	33
	4A	37	36	51	34
	5A	35	35	55	34
	6A	38	35	55	33
	7A	38	34	56	34
$20 - 40^0$	1A	39	35	36	35
	2A	37	35	37	36
	3A	38	35	38	34
	4A	37	36	36	37
	5A	35	35	36	34
	6A	38	35	37	35
	7A	38	34	38	34
$40 - 60^0$	1A	39	35	35	35
	2A	37	35	37	33
	3A	38	35	37	34
	4A	37	36	36	33
	5A	35	35	35	35
	6A	38	35	37	34
	7A	38	34	36	33

1.d. Data Penelitian Operator Jasa Pengetikan Komputer sampel berbeda

No. Subjek	Pre St	Pre din	BB	PL	TT	Post st	Post Di	Umur
1B1	39	36	56	71	56	35	36	30.00
2B1	39	35	50	72	58	36	32	31.00
3B1	37	34	57	70	60	35	34	31.00
4B1	36	32	54	71	59	34	31	32.00
5B1	38	34	60	69	57	37	34	35.00
6B1	38	35	54	69	55	38	34	35.00
7B1	37	35	55	71	55	37	34	37.00
1B2	35	35	50	70	55	34	34	28.00
2B2	39	37	50	70	55	38	36	32.00
3B2	38	34	51	71	56	38	35	33.00
4B2	37	34	58	72	55	36	33	35.00
5B2	35	33	60	68	53	34	33	36.00
6B2	36	35	50	72	56	37	36	36.00
7B2	37	35	53	70	56	37	35	37.00
1B3	35	34	50	72	54	35	34	25.00
2B3	37	35	51	68	56	35	36	31.00
3B3	37	36	52	67	51	36	34	32.00
4B3	36	34	50	73	55	36	33	33.00
5B3	39	37	50	67	55	35	35	34.00
6B3	39	38	55	67	54	37	37	35.00
7B3	38	37	50	71	54	35	37	36.00

Keterangan: Pre St = pre statis, Pre Din = pre dinamis, BB = berat badan
TT = tinggi tubuh, Post St = post statis, Post Di = post dinamis

LAMPIRAN 2 HASIL ANALISIS ANOVA ONEWAY

2.a. Analisis Anova oneway antar Kelompok

Oneway

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean Lower Bound	95% Confidence Interval for Mean Upper Bound	Minimum	Maximum
Berat badan (kg	0-20 dera	7	55.14	3.078	1.164	52.30	57.99	50	60
	20-40 dera	7	53.14	4.180	1.580	49.28	57.01	50	60
	40-60 dera	7	51.14	1.864	.705	49.42	52.87	50	55
	Total	21	53.14	3.454	.754	51.57	54.71	50	60
Panjang lengan	0-20 dera	7	70.43	1.134	.429	69.38	71.48	69	72
	20-40 dera	7	70.43	1.397	.528	69.14	71.72	68	72
	40-60 dera	7	69.29	2.628	.993	66.86	71.72	67	73
	Total	21	70.05	1.830	.399	69.21	70.88	67	73
Tinggi tubuh (c	0-20 dera	7	57.14	1.952	.738	55.34	58.95	55	60
	20-40 dera	7	55.14	1.069	.404	54.15	56.13	53	56
	40-60 dera	7	54.14	1.574	.595	52.69	55.60	51	56
	Total	21	55.48	1.965	.429	54.58	56.37	51	60
Pre statis (kg)	0-20 dera	7	37.71	1.113	.421	36.69	38.74	36	39
	20-40 dera	7	36.71	1.496	.565	35.33	38.10	35	39
	40-60 dera	7	37.29	1.496	.565	35.90	38.67	35	39
	Total	21	37.24	1.375	.300	36.61	37.86	35	39
Pre dinamis (de	0-20 dera	7	34.43	1.272	.481	33.25	35.61	32	36
	20-40 dera	7	34.71	1.254	.474	33.55	35.87	33	37
	40-60 dera	7	35.86	1.574	.595	34.40	37.31	34	38
	Total	21	35.00	1.449	.316	34.34	35.66	32	38
Post statis (kg	0-20 dera	7	36.00	1.414	.535	34.69	37.31	34	38
	20-40 dera	7	36.29	1.704	.644	34.71	37.86	34	38
	40-60 dera	7	35.57	.787	.297	34.84	36.30	35	37
	Total	21	35.95	1.322	.288	35.35	36.55	34	38
Post dinamis (c	0-20 dera	7	33.57	1.618	.612	32.07	35.07	31	36
	20-40 dera	7	34.57	1.272	.481	33.39	35.75	33	36
	40-60 dera	7	35.14	1.574	.595	33.69	36.60	33	37
	Total	21	34.43	1.568	.342	33.72	35.14	31	37

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Berat badan (kg)	Between Groups	56.000	2	28.000	2.761	.090
	Within Groups	182.571	18	10.143		
	Total	238.571	20			
Panjang lengan (cm)	Between Groups	6.095	2	3.048	.901	.424
	Within Groups	60.857	18	3.381		
	Total	66.952	20			
Tinggi tubuh (cm)	Between Groups	32.667	2	16.333	6.596	.007
	Within Groups	44.571	18	2.476		
	Total	77.238	20			
Pre statis (kg)	Between Groups	3.524	2	1.762	.925	.415
	Within Groups	34.286	18	1.905		
	Total	37.810	20			
Pre dinamis (detik)	Between Groups	8.000	2	4.000	2.118	.149
	Within Groups	34.000	18	1.889		
	Total	42.000	20			
Post statis (kg)	Between Groups	1.810	2	.905	.491	.620
	Within Groups	33.143	18	1.841		
	Total	34.952	20			
Post dinamis (detik)	Between Groups	8.857	2	4.429	1.979	.167
	Within Groups	40.286	18	2.238		
	Total	49.143	20			

Oneway

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Berat badan (kg)	Between Groups	56.000	2	28.000	2.761	.090
	Within Groups	182.571	18	10.143		
	Total	238.571	20			
Panjang lengan (cm)	Between Groups	6.095	2	3.048	.901	.424
	Within Groups	60.857	18	3.381		
	Total	66.952	20			
Tinggi tubuh (cm)	Between Groups	32.667	2	16.333	6.596	.007
	Within Groups	44.571	18	2.476		
	Total	77.238	20			
Pre statis (kg)	Between Groups	3.524	2	1.762	.925	.415
	Within Groups	34.286	18	1.905		
	Total	37.810	20			
Pre dinamis (detik)	Between Groups	8.000	2	4.000	2.118	.149
	Within Groups	34.000	18	1.889		
	Total	42.000	20			
Post statis (kg)	Between Groups	1.810	2	.905	.491	.620
	Within Groups	33.143	18	1.841		
	Total	34.952	20			
Post dinamis (detik)	Between Groups	8.857	2	4.429	1.979	.167
	Within Groups	40.286	18	2.238		
	Total	49.143	20			
umur (tahun)	Between Groups	8.667	2	4.333	.433	.655
	Within Groups	180.286	18	10.016		
	Total	188.952	20			

2.b. Analisis Anacova Dengan Tinggi Badan Sebagai Kovariat Sesudah Mengetik

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
Kelompok perlakuan	1	0-20 derajad	7
	2	20-40 derajad	7
	3	40-60 derajad	7

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Post statis (kg)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2.864[a]	3	.955	.506	.683
Intercept	28.643	1	28.643	15.175	.001
TT	1.055	1	1.055	.559	.465
KELOMPOK	2.704	2	1.352	.716	.503
Error	32.088	17	1.888		
Total	27179.000	21			
Corrected Total	34.952	20			

[a]. R Squared = .082 (Adjusted R Squared = -.080)

Estimated Marginal Means

Kelompok perlakuan

Estimates

Dependent Variable: Post statis (kg)

Kelompok perlakuan	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
0-20 derajad	36.256[a]	.622	34.943	37.569
20-40 derajad	36.234[a]	.524	35.129	37.340
40-60 derajad	35.366[a]	.587	34.127	36.605

[a]. Covariates appearing in the model are evaluated at the following values: Tinggi tubuh (cm) = 55.48.

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: Post statis (kg)

(I) Kelompok perlakuan	(J) Kelompok perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.[a]	95% Confidence Interval for Difference[a]	
					Lower Bound	Upper Bound
0-20 derajad	0-20 derajad					
	20-40 derajad	.022	.842	.979	-1.754	1.798
	40-60 derajad	.890	.959	.367	-1.134	2.914
20-40 derajad	0-20 derajad	-.022	.842	.979	-1.798	1.754
	20-40 derajad					
	40-60 derajad	.868	.763	.271	-.741	2.477
40-60 derajad	0-20 derajad	-.890	.959	.367	-2.914	1.134
	20-40 derajad	-.868	.763	.271	-2.477	.741
	40-60 derajad					

Based on estimated marginal means

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

Univariate Tests

Dependent Variable: Post statis (kg)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	2.704	2	1.352	.716	.503
Error	32.088	17	1.888		

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

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
Kelompok perlakuan	1	0-20 derajad	7
	2	20-40 derajad	7
	3	40-60 derajad	7

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Post dinamis (detik)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	8.894[a]	3	2.965	1.252	.322
Intercept	18.786	1	18.786	7.935	.012
TT	.037	1	.037	.016	.902
KELOMPOK	4.565	2	2.283	.964	.401
Error	40.249	17	2.368		
Total	24941.000	21			
Corrected Total	49.143	20			

a. R Squared = .181 (Adjusted R Squared = .036)

Estimated Marginal Means

Kelompok perlakuan

Estimates

Dependent Variable: Post dinamis (detik)

Kelompok perlakuan	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
0-20 derajad	33.620[a]	.697	32.149	35.090
20-40 derajad	34.562[a]	.587	33.324	35.799
40-60 derajad	35.104[a]	.658	33.717	36.492

a. Covariates appearing in the model are evaluated at the following values: Tinggi tubuh (cm) = 55.46.

Univariate Tests

Dependent Variable: Post dinamis (detik)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	4.565	2	2.283	.964	.401
Error	40.249	17	2.368		

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

LAMPIRAN 3. ANALISIS PAIRED TEST (SAMPEL SAMA)

3.a. Analisis Data Deskriptif Paired Test

Descriptives

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Berat badan (Sampel sama) kg	7	50	55	52.43	2.225
Panjang lengan (Sampel sama) cm	7	67	72	69.57	1.988
Tinggi tubuh (Sampel sama) cm	7	51	58	54.86	2.116
Pre Statis.(Sampel sama) kg	7	35	39	37.43	1.272
Pre Dinamis (Sampel sama) detik	7	34	36	35.00	.577
Post Statis 0-20 (Sampel sama) kg	7	35	38	36.29	1.113
Post Dinamis 0-20 (Sampel sama) detik	7	33	35	33.86	.690
Post Statis 20-40 (Sampel sama) kg	7	36	38	36.86	.900
Post Dinamis 20-40 (Sampel sama) detik	7	34	37	35.00	1.155
Post Statis 40-60 (Sampel sama) kg	7	35	37	36.14	.900
Post Dinamis 40-60 (Sampel sama) detik	7	33	35	33.86	.900
Valid N (listwise)	7				

T-Test

3.b. Analisis Paired Test Sebelum dan Sesudah Mengetik Tiap Posisi

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Pre Statis.(Sampel sama) kg	37.43	7	1.272	.481
	Post Statis 0-20 (Sampel sama) kg	36.29	7	1.113	.421
Pair 2	Pre Statis.(Sampel sama) kg	37.43	7	1.272	.481
	Post Statis 20-40 (Sampel sama) kg	36.86	7	.900	.340
Pair 3	Pre Statis.(Sampel sama) kg	37.43	7	1.272	.481
	Post Statis 40-60 (Sampel sama) kg	36.14	7	.900	.340
Pair 4	Post Statis 0-20 (Sampel sama) kg	36.29	7	1.113	.421
	Post Statis 20-40 (Sampel sama) kg	36.86	7	.900	.340
Pair 5	Post Statis 0-20 (Sampel sama) kg	36.29	7	1.113	.421
	Post Statis 40-60 (Sampel sama) kg	36.14	7	.900	.340
Pair 6	Post Statis 20-40 (Sampel sama) kg	36.86	7	.900	.340
	Post Statis 40-60 (Sampel sama) kg	36.14	7	.900	.340
Pair 7	Pre Dinamis (Sampel sama) detik	35.00	7	.577	.218
	Post Dinamis 0-20 (Sampel sama) detik	33.86	7	.690	.261
Pair 8	Pre Dinamis (Sampel sama) detik	35.00	7	.577	.218
	Post Dinamis 20-40 (Sampel sama) detik	35.00	7	1.155	.436
Pair 9	Pre Dinamis (Sampel sama) detik	35.00	7	.577	.218
	Post Dinamis 40-60 (Sampel sama) detik	33.86	7	.900	.340
Pair 10	Post Dinamis 0-20 (Sampel sama) detik	33.86	7	.690	.261
	Post Dinamis 20-40 (Sampel sama) detik	35.00	7	1.155	.436
Pair 11	Post Dinamis 0-20 (Sampel sama) detik	33.86	7	.690	.261
	Post Dinamis 40-60 (Sampel sama) detik	33.86	7	.900	.340
Pair 12	Post Dinamis 20-40 (Sampel sama) detik	35.00	7	1.155	.436
	Post Dinamis 40-60 (Sampel sama) detik	33.86	7	.900	.340

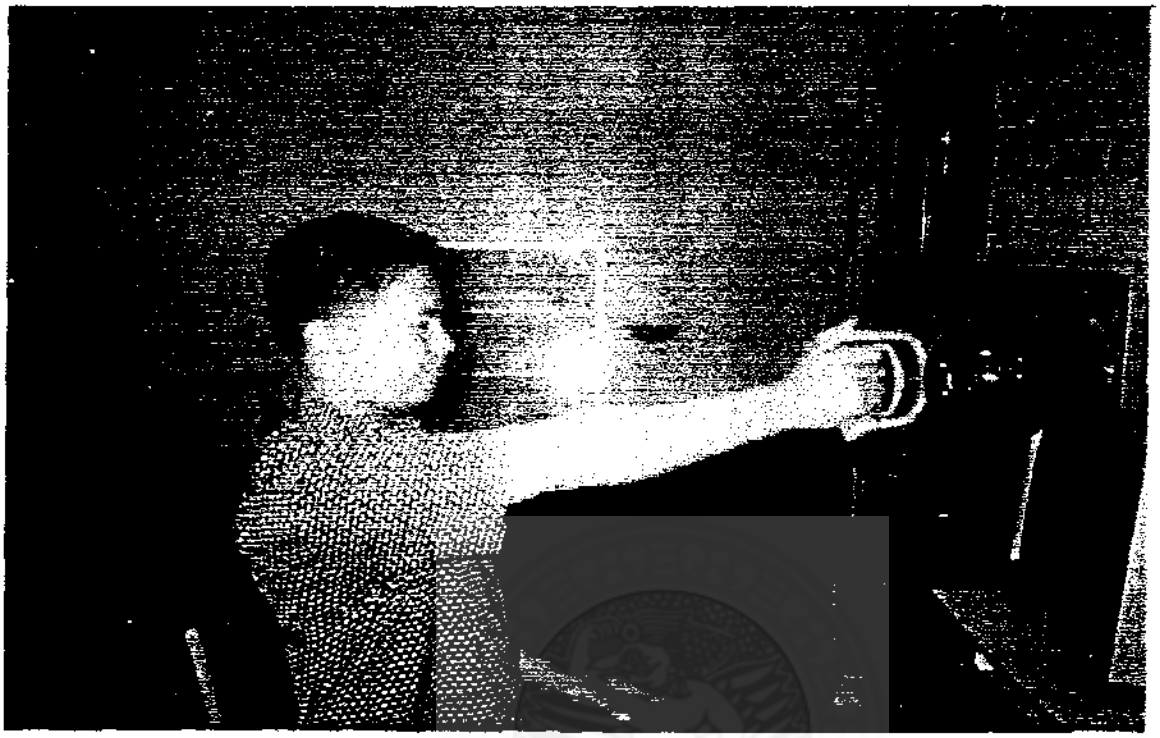
Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	Pre Statis.(Sampel sama) kg & Post Statis 0-20 (Sampel sama) kg	7	.488	.267
Pair 2	Pre Statis.(Sampel sama) kg & Post Statis 20-40 (Sampel sama) kg	7	.354	.437
Pair 3	Pre Statis.(Sampel sama) kg & Post Statis 40-60 (Sampel sama) kg	7	.229	.622
Pair 4	Post Statis 0-20 (Sampel sama) kg & Post Statis 20-40 (Sampel sama) kg	7	.880	.009
Pair 5	Post Statis 0-20 (Sampel sama) kg & Post Statis 40-60 (Sampel sama) kg	7	.452	.309
Pair 6	Post Statis 20-40 (Sampel sama) kg & Post Statis 40-60 (Sampel sama) kg	7	.647	.116
Pair 7	Pre Dinamis (Sampel sama) detik & Post Dinamis 0-20 (Sampel sama) detik	7	.000	1.000
Pair 8	Pre Dinamis (Sampel sama) detik & Post Dinamis 20-40 (Sampel sama) detik	7	.750	.052
Pair 9	Pre Dinamis (Sampel sama) detik & Post Dinamis 40-60 (Sampel sama) detik	7	.000	1.000
Pair 10	Post Dinamis 0-20 (Sampel sama) detik & Post Dinamis 20-40 (Sampel sama) detik	7	.209	.653
Pair 11	Post Dinamis 0-20 (Sampel sama) detik & Post Dinamis 40-60 (Sampel sama) detik	7	.230	.620
Pair 12	Post Dinamis 20-40 (Sampel sama) detik & Post Dinamis 40-60 (Sampel sama) detik	7	-.481	.274

Paired Samples Test

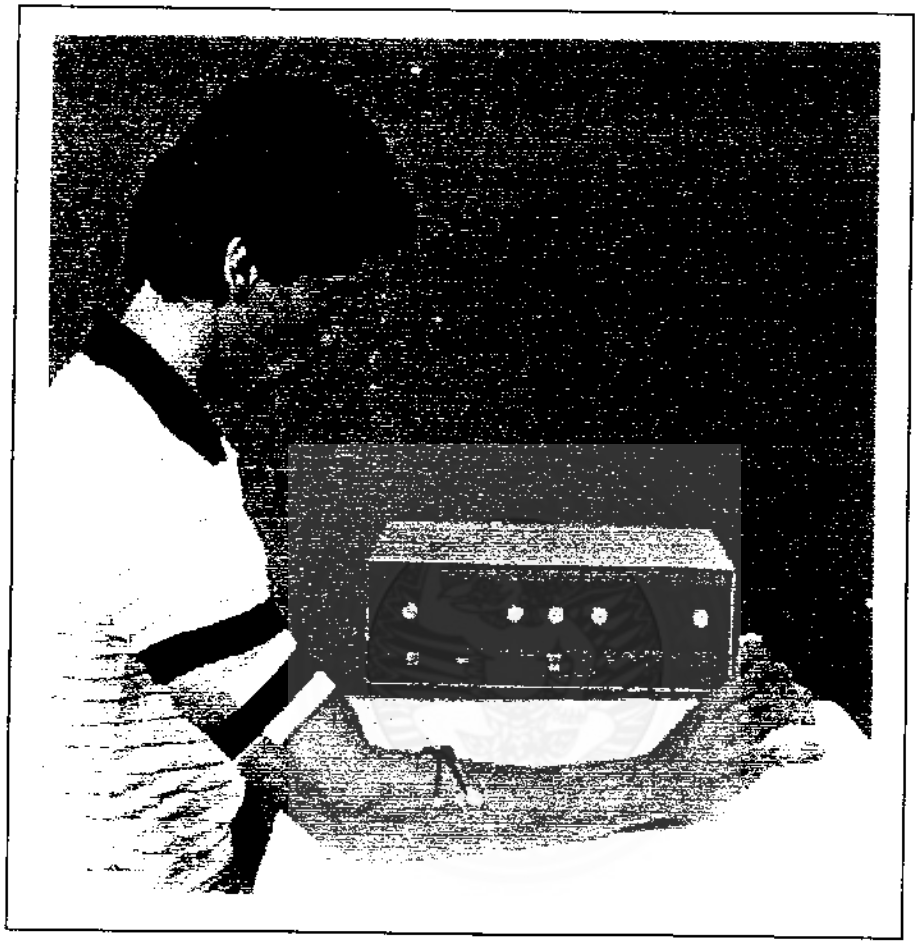
		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1	Pre Statis. (Sampe sama) kg - Post Statis 0-20 (Samp sama) kg	1.14	1.215	.459	.02	2.27	2.489	6	.047
Pair 2	Pre Statis. (Sampe sama) kg - Post Statis 20-40 (San sama) kg	.57	1.272	.481	-.61	1.75	1.188	6	.280
Pair 3	Pre Statis. (Sampe sama) kg - Post Statis 40-60 (San sama) kg	1.29	1.380	.522	.01	2.56	2.465	6	.049
Pair 4	Post Statis 0-20 (Sampel sama) kg Post Statis 20-4((Sampel sama) kg	-.57	.535	.202	-1.07	-.08	-2.828	6	.030
Pair 5	Post Statis 0-20 (Sampel sama) kg Post Statis 40-6((Sampel sama) kg	.14	1.069	.404	-.85	1.13	.354	6	.736
Pair 6	Post Statis 20-4((Sampel sama) kg Post Statis 40-6((Sampel sama) kg	.71	.756	.286	.02	1.41	2.500	6	.047
Pair 7	Pre Dinamis (Samp sama) detik - Pos Dinamis 0-20 (San sama) detik	1.14	.900	.340	.31	1.97	3.361	6	.015
Pair 8	Pre Dinamis (Samp sama) detik - Pos Dinamis 20-40 (Sampel sama) det	.00	.816	.309	-.76	.76	.000	6	1.000
Pair 9	Pre Dinamis (Samp sama) detik - Pos Dinamis 40-60 (Sampel sama) det	1.14	1.069	.404	.15	2.13	2.828	6	.030
Pair 10	Post Dinamis 0-2((Sampel sama) det - Post Dinamis 2((Sampel sama) det	-1.14	1.215	.459	-2.27	-.02	-2.489	6	.047
Pair 11	Post Dinamis 0-2((Sampel sama) det - Post Dinamis 4((Sampel sama) det	.00	1.000	.378	-.92	.92	.000	6	1.000
Pair 12	Post Dinamis 20-4 (Sampel sama) det - Post Dinamis 4((Sampel sama) det	1.14	1.773	.670	-.50	2.78	1.706	6	.139

4.a Pengukuran Kontraksi Statis Dengan Hand Dynamometer



4.b Pengukuran Kontraksi Dinamis Dengan Handgrip

4.c. Pengukuran Kelelahan Otot Lengan Dengan Myofeedback



LAMPIRAN 5 POSISI MENGETIK OPERATOR KOMPUTER

SURAT PERNYATAAN KESEDIAAN PESERTA PENELITIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : M. FIRMAN. S

Alamat : JL. U. SUMOHARJO

Status : Karyawan

Menyatakan bahwa saya bersedia sebagai responden eksperimen dalam penelitian yang dilakukan oleh Bapak Hendrik, tentang: Pengaruh Posisi Kerja Terhadap Terjadinya Kelelahan pada Otot Lengan Bagian Operator Komputer.

Demikian surat pernyataankesediaan saya buat dengan penuh rasa kesadaran dan sukarela

Makassar, 7 Maret 2004

Yang membuata pernyataan

Nama: M. Firman. S

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS AIRLANGGA
PROGRAM PASCASARJANA
Jl. Dharmawangsa Dalam Selatan Surabaya - 60286 ☎ (031) 5023715, 5020170, Fax. : (031) 5910076
E-mail : pasca@pasca.unair.ac.id URL Address : http://www.pasca.unair.ac.id

ADLN - Perpustakaan Universitas Airlangga

91

Nomor : 498 /J03.4/PP/2004 12 Pebruari 2004
Lamp :
Hal : Izin melaksanakan penelitian

Yth. **Gubernur Propinsi Sulawesi Selatan**
cq. Kepala Badan Kesatuan Bangsa
Propinsi Sulawesi Selatan
di Makassar

Guna penulisan penelitian untuk Tesis peserta Program Magister Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat angkatan tahun 2002 / 2003 Program Pascasarjana Universitas Airlangga,

Nama : Hendrik.
Nim : 090214717 / M
Judul : PENGARUH POSISI KERJA TERHDAP TERJADINYA KELELAHAN PADA OTOT LENGAN BAGIAN OPERATOR KOMPUTER

Pembimbing : Prof.H.Soeprapto As,dr,DPH
Pembimbing I : Dr.Windhu Purnomo,dr,MS

Maka dengan ini kami mohon perkenan Saudara untuk memberikan izin kepada yang bersangkutan untuk melaksanakan penelitian di Instansi Saudara.

Demikian dan atas bantuan Saudara kami sampaikan terima kasih.

A.n. Direktur
As.Dir.Bidang Akademik,

Prof.Dr.Laha Mahaputra,drh,M.Sc.
NIP. 130687558

PS-UA-04

PEMERINTAH KOTA MAKASSAR
KANTOR KESATUAN BANGSA

Jl. Ahmad Yani No. 2 Telp. (0411) 315867 Makassar

Makassar, 20 Februari 2004.

Nomor : 070/164 -I/KKB.2004
Lampiran :
Perihal : Izin Penelitian.

Kepada
Yth. 1. CAMAT TAMALANREA KOTA MKS.
2. CAMAT PANAKKUKANG KOTA MKS.

Di –

Makassar

Dengan Hormat,

Menunjuk Surat dari Kepala Badan Kesatuan Bangsa Prov.Sulsel.

Nomor : 070/342-III/BKB-SS Tanggal 19 Februari 2004.

Perihal tersebut di atas, maka bersama ini disampaikan kepada Saudara bahwa :

Nama	:	HENDRIK
Stb / Jurusan	:	090214717M/Ilmu Kesehatan Masyarakat.
Instansi / Pekerjaan	:	Mah. PPs Univ. Airlangga Surabaya
Alamat	:	Jl. Banda IV No.5 Makassar.
Judul	:	PENGARUH POSISI KERJA TERHADAP TERJADINYA KELELAHAN PADA OTOT LENGAN BAGIAN OPERATOR KOMPUTER.

Bermaksud mengadakan Penelitian pada Instansi / Wilayah Saudara dari tanggal 20 Februari 2004 s/d 20 Maret 2004.

Sehubungan dengan hal tersebut , pada prinsipnya kami dapat menyetujui dan harap diberikan bantuan dan fasilitas seperlunya.

Demikian disampaikan kepada Saudara untuk dimaklumi dan selanjutnya yang bersangkutan melaporkan hasilnya kepada Walikota Makassar Cq. Kepala Kantor Kesatuan Bangsa.

PEMERINTAH KOTA MAKASSAR
KANTOR KESATUAN BANGSA

An. WALIKOTA MAKASSAR
KEPALA KANTOR KESBANG

Drs. ANDI MATTALITTI
Pangkat : Pembina
NIP : 580 007 348

Tembusan :
1. Kepala Badan Kesatuan Bangsa Prop. Sul – Sel.
2. Kepala Balitbangda Prop. Sul – Sel.
3. Dir. PPs UNAIR Surabaya.
4. Sdr. HENDRIK.
5. Pertinggal.

PEMERINTAH KOTA MAKASSAR
KECAMATAN TAMALANREA
Jl. Perintis Kemerdekaan Nomor 116 Telp. / Fax. (0411) 580743 Makassar

Adm. Pascasarjana Universitas Airlangga

SURAT KETERANGAN
Nomor : 070/63/KT/IV/04

Yang bertanda tangan dibawah ini Camat Tamalanrea Kota Makassar, menerangkan bahwa mahasiswa yang namanya dibawah ini :

N a m a	: HENDRIK
Fakultas	: Program Pascasarjana UNAIR
Stambuk	: 090214717M
A l a m a t	: Makassar

Benar telah melakukan penelitian pada tempat jasa pengetikan computer di wilayah Kelurahan Tamalanrea Jaya, Kota Makassar dari tanggal 20 Pebruari sampai dengan 20 Maret 2004 dalam rangka penyusunan tesis dengan judul **"Pengaruh Posisi Kerja Terhadap Terjadinya Kelelahan Pada Otot Lengan Operator Komputer"**.

Demikian surat keterangan ini diberikan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Makassar, 16 April 2004

Camat Tamalanrea,

KECAMATAN TAMALANREA

Drs. A. Irwan Bangsawan, M.Si
Pangkat : Penata Tk. I
NIP. : 580 022 178

ADLN - Perpustakaan Universitas Airlangga

LAMPIRAN 10. NASKAH KETIKAN

Permasalahan atau problema dalam suatu penelitian adalah kesenjangan antara apa yang seharusnya dan apa yang ada dalam kenyataan; antara apa yang diperlukan dengan apa yang tersedia; antara harapan dengan capaian. Secara singkat permasalahan penelitian adalah kesenjangan antara das sollen dan das sein.

Pada umumnya kesulitan yang dihadapi calon peneliti, terutama bagi para calon peneliti pemula, adalah bagaimana mengidentifikasi dan merumuskan permasalahan penelitian secara jelas dan lengkap. Dengan telah begitu banyaknya penelitian yang dilakukan di bidang keilmuannya, pada calon peneliti beranggapan bahwa sudah tidak ada lagi "lahan" permasalahan yang perlu atau bias diteliti. Di pihak lain ada peneliti yang begitu antusias mengumpulkan data tanpa terlebih dahulu merumuskan permasalahan penelitiannya.

Langkah pertama yang harus ditempuh seorang peneliti adalah mengidentifikasi permasalahan penelitian. Sebagaimana telah diketahui, penelitian dimulai dari keinginan untuk menjawab atau memecahkan suatu permasalahan. Situasi tertentu yang tidak dapat berjalan dengan baik dan memuaskan dengan kondisi atau prosedur yang telah ada, perlu penanganan atau penyempurnaan melalui penelitian. Kesulitan-kesulitan yang dihadapi di bidang profesi sehari-hari dapat menjadi obyek penelitian yang potensil. Pada suatu saat selalu ada fenomena yang

belum sepenuhnya dimengerti atau ada perbedaan pendapat tertentu suatu fenomena tertentu. Hal tersebut dapat merupakan obyek penelitian yang menarik.

Pada calon peneliti sebelumnya harus menginventarisasi penelitian-penelitian yang telah dilakukan peneliti sebelumnya, sehingga dapat menentukan mana yang perlu diteliti dan mana yang tidak.

Untuk memperoleh permasalahan penelitian, calon peneliti harus peka terhadap permasalahan. Jika selama ini selalu menerima apa adanya tanpa curiga: semua yang telah ditulis dalam literatur dan praktek-praktek profesi yang selama ini dikerjakan, maka harus merubah pandangan dan persepsinya tentang hal-hal tersebut. Sikap kritis dan skeptis serta berfikir logis dapat memudahkan mendapatkan permasalahan penelitian.

Sumber permasalahan penelitian sebenarnya ada dalam diri calon penelitit sendiri. Ia harus selalu "alergi" terhadap alasan yang diberikan oleh para kolega dan seniornya atau tulisan literature. Ia harus mengembangkan ketajaman observasinya, sehingga ia menjadi lebih awas pada apa saja yang perlu dipertanyakan. Ia harus meragukan setiap kesimpulan yang tidak cukup bukti atau tidak berdasarkan data yang lengkap. Jika semuanya itu ia anggap memerlukan pembuktian, maka ia telah sampai pada permasalan penelitian. Untuk melokalisis permasalahan penelitian, dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Lakukan eksplorasi literature pada aspek tertentu dalam suatu bidang keilmuan, kumpulkan teori-teori, pelajari perkembangannya, kelemahannya,

kesenjangannya atau inkonsistensinya. Ini akan mengarahkan kita pada permasalahan untuk diteliti lebih lanjut.

2. Menghadiri untuk menangkap permasalahan dalam seminar, pertemuan ilmiah profesi, kuliah tamu atau mengunjungi pusat-pusat penelitian, lapangan dan sebagainya.

Permasalahan penelitian juga dapat diperoleh dari pengalaman sehari-hari dalam melakukan praktek profesi masing-masing. Dalam melakukan observasi untuk mengidentifikasi permasalahan penelitian, pada hakikatnya calon peneliti harus berbekal *scientific mind* dan *prepared mind. Scientific mind* mempunyai pengertian harus berpandangan obyektif (dapat melepaskan diri dari praduga dan opini sendiri), *independent* (tidak terpengaruh oleh pandangan orang lain) dan berwawasan: tidak otoritas dalam sains. *Prepared mind* artinya selalu siap agar dapat menangkap permasalahan yang timbul selama melakukan observasi.

Sebagai ilustrasi: Isaac Newton dapat menemukan hokum gravitasi bumi, setelah dia kejatuhan buah apel. Banyak orang yang sebelumnya juga kejatuhan buah apel seperti Isaac Newton, tetapi tidak pernah ada yang berfikir tentang hokum gravitasi bumi, oleh karena pikiran mereka tidak siap siaga untuk menangkap makna yang terkandung dalam peristiwa jatuhnya apel ke kepala mereka.

Permasalahan penelitian kadang-kadang muncul dari *hint* tertentu, yaitu fenomena-fenomena actual yang muncul dalam keseharian yang diamati, dirasakan, dibicarakan, tetapi belum ada eksplanasi yang jelas tentang fenomena tersebut. Permasalahan yang telah diidentifikasi kadang-kadang sifatnya masih umum, belum

ADLN - Perpustakaan Universitas Airlangga

spesifik. Jika demikian keadaannya, maka permasalahan yang demikian tadi harus dipersempit agar lebih spesifik melalui pemecahan menjadi sub-sub permasalahan melalui perumusan sederet pertanyaan yang relevan dengan permasalahan pokoknya.

Pada umumnya tujuan penelitian hanya dapat dicapai jika permasalahan penelitian dipecah menjadi sub permasalahan yang lebih kecil. Penyusunan sub permasalahan bukan merupakan suatu keharusan, karena semata-mata tergantung dari sifat permasalahannya. Sub permasalahan, sebagaimana namanya, adalah permasalahan yang harus dijawab dulu untuk dapat memecahkan permasalahan pokoknya.

Permasalahan tentang alat atau instrumen pengambilan data apa yang akan digunakan, metode sampling apa yang akan digunakan dan berapa besar sampel, serta metode analisis data apa yang akan digunakan bukan merupakan permasalahan dari suatu penelitian, tetapi hanya merupakan "masalah peneliti".

Sebagaimana telah diketahui, bahwa salah satu tahap dalam proses penelitian adalah menyusus rancangan penelitian. Tahap ini dilakukan setelah tujuan dan hipotesis penelitian dirumuskan. Dari rumusan tujuan dan hipotesis penelitian tersebut telah dapat diperkirakan "area" di mana data yang dibutuhkan berada dan perlakuan apa atau cara analisis apa yang harus dilakukan terhadap data yang akan diperoleh nanti. Untuk mewujudkan pencarian dan analisis data dalam rangka mencapai tujuan dan pengujian hipotesis, diperlukan sebuah perencanaan tindakan yang disebut dengan rancangan penelitian. Dengan demikian rancangan penelitian dapat diartikan "rancangan tentang bagaimana cara mengumpulkan, menyajikan dan

menganalisis data untuk memberi arti terhadap data tersebut secara efisien dan efektif". Dalam artian ini, maka rancangan penelitian meliputi tahap: penentuan alat (instrumen) pengambil data yang akan digunakan, cara pengumpulan, pengaturan dan analisis data yang akan digunakan serta pemberian kesimpulan atas hasil analisis yang telah dilakukan.