



Dr. I Made Gede Arimbawa, M.Sc.

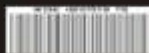
Buku dengan judul, *Redesain Peralatan Kerja Secara Ergonomis Meningkatkan Kinerja Pembuat Minyak Kelapa Tradisional Di Kecamatan Dawan Klungkung*, ditulis oleh Dr. Drs. I Made Gede Arimbawa, M.Sc., Lektor Utama FI, Jurusan Kesehatan FSTSD UNDIP Semarang (1988), Pascasarjana S3 Bidang Desain Produk (1996), FSRU ITS Bandung dan Pascasarjana S3 Bidang Ergonomi, FH, UNDIP Semarang (2000). Sebagai staf pengajar di Institut Seni Indonesia Denpasar pada Fakultas Seni Rupa dan Desain.

Konten dari buku ini secara umum membahas tentang peningkatan kinerja para pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan, Klungkung melalui pendekatan *task-oriented* berupa redesign peralatan kerja pembuat minyak kelapa tradisional secara ergonomis. Indikator pengukur yang digunakan adalah penurunan beban kerja, keluhan muskuloskeletal, kelelahan dan peningkatan produktivitas serta kelengkapan inventaris yang disediakan dengan perhitungan menggunakan rumus metode, seperti: (a) Net Present Value (NPV), (b) Payback Period (PP) dan (c) Return Investment (ROI).

Buku ini perlu dibaca, karena dapat digunakan sebagai referensi dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta dapat menunjang para peneliti untuk meneliti lebih dalam, khususnya mengenai aktivitas pembuatan minyak kelapa di pedesaan, terapan dari perspektif ergonomis.

Penerbit:
Udayana University Press
Jalan Dharma Raya
Babakan
101 Denpasar
Jl. Nusa Indah Denpasar

ISBN 978-602-8566-62-9



Dr. I Made Gede Arimbawa, M.Sc.

REDESAIN PERALATAN KERJA SECARA ERGONOMIS
Meningkatkan Kinerja Pembuat Minyak Kelapa Tradisional
Di Kecamatan Dawan Klungkung

Dr. I Made Gede Arimbawa, M.Sc.

2010

Redesain peralatan kerja secara ergonomis

Meningkatkan Kinerja Pembuat Minyak Kelapa Tradisional
Di Kecamatan Dawan Klungkung

Dr. Drs. I Made Gede Arimbawa, M.Sc.

REDESAIN PERALATAN KERJA SECARA ERGONOMIS

Meningkatkan Kinerja Pembuat Minyak Kelapa Tradisional
di Kecamatan Dawan Klungkung

1



Dr. Drs. I Made Gede Arimbawa, M.Sn

REDESAIN PERALATAN KERJA SECARA ERGONOMIS

Meningkatkan Kinerja Pembuat Minyak Kelapa Tradisional

Di Kecamatan Dawan Klungkung

Dr. Drs. I Made Gede Arimbawa, M.Sn
E-mail: arimbawa@yahoo.com

Hak Cipta © 2010
Pada penulis

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak atau memindahkan
sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun,
baik secara digital maupun mekanis, termasuk memfotocopy,
merekam atau dengan system penyimpanan lainnya,
tanpa seizin tertulis dari penulis

Desain cover & setiting :
Dr. Drs. I Made Gede Arimbawa, M.Sn
21 x 15 x 1,4 cm

Penerbit :
Udayana University Press
Jimbaran Denpasar Bali
Bekerja sama dengan:
Intitut Seni Indonesia Denpasar
Jl. Nusa Indah Denpasar

ISBN: 978-602-8566-62-9

PENGANTAR PENULIS

Puji syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmatnya buku dengan judul: Redesain Peralatan Kerja Secara Ergonomis Meningkatkan Ki-nerja Pembuat Minyak Kelapa Tradisional Di Kecamatan Dawan Klungkung dapat diselesaikan sesuai dengan harap-an. Buku ini berasal dari Disertasi untuk memperoleh Gelar Doktor pada Program Doktor, Program Studi Doktor Ilmu Kedokteran Bidang Konsentrasi Ergonomi, Program Pasca-sarjana Universitas Udayana

Konten buku ini secara khusus menganalisis menge-nai efek perlakuan berupa redesain peralatan kerja pembuatan minyak kelapa tradisional terhadap kinerja para pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung. Diketahui selama ini usaha tersebut dilakukan dalam ben-tuk industri rumah tangga di pedesaan. Kebanyakan diker-jakan oleh para pekerja wanita antara usia 24 sampai de-ngan 50 tahun. Kinerja para pembuat minyak kelapa di-daerah tersebut relatif masih rendah. Hal tersebut disebab-kan dalam menjalankan usahanya sering berpikir asal men-dapat hasil pasti dikerjakan dan jarang mempertimbangkan risiko penggunaan peralatan kerja yang tidak ergonomis, sehingga tanpa disadari dapat berpotensi mengancam kese-lamatannya.

Berdasarkan keadaan tersebut, maka perlu pemikir-an-pemikiran yang inovatif dan tindakan nyata yang me-rupakan solusi atas permasalahan tersebut. Salah satunya adalah dengan melakukan redesain atau mendesain ulang peralatan kerja dengan mengacu pada

kaidah-kaidah ergo-nomi melalui pendekatan: sistemik, holistik, interdisipliner dan partisipatori. Kemudian dalam pemecahan masalah di-dasari dengan pendekatan teknologi tepat guna melalui enam kriteria: (a) ekonomis, (b) teknis, (c) ergonomis, (d) sosial-budaya, (e) hemat energi dan (f) melindungi lingkungan. Dengan upaya tersebut, maka solusi dapat lebih efektif, nyaman, aman, sehat dan efisien (ENASE). Solusi tersebut akan sesuai dengan kondisi yang sebenarnya, manusiawi, kompetitif dan berkesinambungan serta diharapkan dapat meningkatkan kinerja para pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung diukur berdasarkan beberapa indikator: (a) penurunan keluhan kerja, seperti: beban kerja, keluhan muskuloskeletal, kelelahan dan (b) peningkatan produktivitas kerja

Buku ini perlu dibaca bagi para mahasiswa kriya atau desain dalam merancang desain produk fungsional karena materi buku ini dapat dijadikan sebagai salah satu penguasaan ilmu atau acuan dalam upaya memecahkan masalah (*problem solving*) desain yang muncul di masyarakat.

Buku ini dapat penulis wujudkan, namun masih jauh dari sempurna. Hal tersebut terjadi mengingat keterbatasan, kemampuan, dan kebolehan yang penulis miliki. Oleh sebab itu, maka saran dan kritik yang bersifat konstruktif sangat penulis harapkan dari para pembaca untuk penyempurnaannya.

Denpasar, Maret 2010
Penulis,

Dr. Drs. I Made Gede Arimbawa, M.Sn

REDESAIN PERALATAN KERJA SECARA ERGONOMI Meningkatkan Kinerja Pembuat Minyak Kelapa Tradisional Di Kecamatan Dawan Klungkung

ABSTRAK

Usaha pembuatan minyak kelapa di Kecamatan Dawan merupakan industri skala kecil dalam bentuk industri rumah tangga di pedesaan dengan sistem produksi tradisional. Dalam menjalankan usaha tersebut ternyata kinerja para pembuat minyak kelapa relatif masih rendah yang dapat diukur berdasarkan beberapa indikator seperti terjadi: (a) beban kerja berlebihan, (b) keluhan muskuloskeletal, dan (c) kelelahan, serta (d) produktivitas kerja rendah. Salah satu faktor penyebabnya adalah karena peralatan kerja yang digunakan tidak ergonomis. Sehubungan dengan hal tersebut maka perlu dilakukan redesain peralatan kerja pembuatan minyak kelapa secara ergonomis berdasarkan penyesuaian dengan antropometri para pekerja. Upaya tersebut bertujuan untuk meningkatkan kinerja para pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung.

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimental dengan rancangan sama subjek dan melibatkan 22 sampel penelitian yang dipilih secara acak sederhana pada para pekerja wanita pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung. Pada rancangan tersebut diberi interval waktu untuk *washing out period* antara sebelum dan sesudah perlakuan selama 3 hari dan 2 hari untuk adaptasi peralatan kerja yang diredesain secara ergonomis. Untuk mengetahui perbedaan antara sebelum dengan sesudah perlakuan, maka data hasil penelitian dianalisis dengan uji beda rerata menggunakan statistik uji t berpasangan pada taraf signifikansi 5%.

Berdasarkan hasil uji statistik tersebut, ternyata redesain peralatan kerja secara ergonomis dapat menurunkan beban kerja dari kategori pekerjaan sedang menjadi ringan yang ditunjukkan dengan terjadinya penurunan rerata denyut nadi kerja sebesar 16,57 denyut/menit atau sebesar 14,69%, keluhan muskuloskeletal mengalami penurunan sebesar 14,94 atau sebesar 26,17%, kelelahan mengalami penurunan sebesar 17,72 atau sebesar 25,07% dan produktivitas kerja mengalami peningkatan sebesar 1,59 atau sebesar 59,57%. Berdasarkan hasil evaluasi investasi, ternyata nilai *net present value* dalam jangka waktu 5 tahun mendatang ditemukan sebesar Rp.11.503.431 (nilai tersebut >0), nilai *pay back period* sebesar 9,22 bulan (nilai tersebut >0) dan nilai *return on investment* dalam jangka waktu 5 ditemukan sebesar 32,54% (nilai tersebut > suku bunga berlaku tahun 2008, yaitu 13 %).

Berdasarkan hasil analisis tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa redesain peralatan kerja secara ergonomis terbukti dapat meningkatkan kinerja para pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan, Klungkung dan merupakan upaya yang layak investasi. Temuan baru dari penelitian ini ada-lah peralatan kerja pembuatan minyak kelapa yang ergono-mis berdasarkan penyesuaian dengan antropometri para pe-kerja. Bagi para peneliti yang tertarik untuk meneliti lebih lan-jut mengenai masalah ini, maka disarankan untuk meneliti mengenai lingkungan kerja terutama mengenai pemecahan masalah polutan asap pada ruang dapur, stasiun kerja dan organisasi kerja yang berorientasi pada potensi para pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung.

Kata kunci: Redesain, alat kerja, ergonomis, dan kinerja

REDESIGN OF WORKING EQUIPMENT ERGONOMICALLY

To Increase The Performance of The Traditional Coconut
Oil Makers at Dawan District, Klungkung

ABSTRACT

This research is focused on the redesign of working equipment used for producing coconut oil ergonomically. This is an attempt to solve the problem related to the working equipment used for producing coconut oil by apply-ing an approach of SHIP (Systematic, Holistic, Interdis-ciplinary, and Participatory) and appropriate technology approach which refers to six criteria such as being technical, economical, ergonomical, socio cultural, energy saving, and being environmentally friendly. The objective is to increase the performance of the coconut oil makers at Dawan District, Klungkung.

The justification that Dawan District, Klungkung, has been chosen as the location where the research was conducted refers to the following reasons: (1) Out of the area, 49,36% is made of coconut plantations, meaning that the area is adequately potential to produce coconuts to support such an industry. (2) So far, the coconut oil produced is still needed by the community. (3) The coconut oil producing is one of the businesses which can support the economy of the coconut oil makers and their families, which at the same time functions as one of the job opportunities to overcome unemployment among the productive work force in the area. (4) Coconut oil produced serves as one of the alternatives to overcome the scarcity of frying oil which frequently take place in Indonesia.

Ergonomically, it turns out that so far the performance of the coconut oil makers is relatively low. That can be seen from the following indicators: (a) there is over load on working; (b) there are complaints about musculoskeletal; (c) fatigue; and (d) low working productivity. One of the factors which contribute to the problems is that the coconut oil producing process is not ergonomic as can be observed from the following: (1) *pengesan* (traditional equipment used for peeling coconuts fiber) is still used . Such equipment is designed to be lower than the average height of the workers' elbows, making them bend $\pm 60^\circ$ from stand up when using it. (2) *Penyeluhan* (traditional equipment used for prying coconut flesh) is still used. Its handle is too badly designed to match the anthropometric clutches of the workers. (3) The equipment used for grating the coconut flesh The coconut. The mismatch of the height of the equipment used for grating the coconut flesh and the average height of the workers' elbows contributed to the bending position taken by the workers and has caused their arms to be strained. (4) When producing coconut milk (*santan kelapa*), which is manually done by pressing the dough made of the grated coconut flesh, the muscles of the neck, the arms and hands become strained. (5) When the coconut milk is boiled, the front physical parts of the workers are directly exposed to the fire in the fireplace. The cause is that the position of the fire is made confronted with the workers. Furthermore, the distance between what is cooked on the fireplace and the workers exceeds their reach, making their bodies inclined frontward and their arms lifted.

This research is classified as experimental by using design of treatment by subject and 22 samples which were randomly and simply selected. The samples were female coconut oil makers at Dawan District, Klungkung. A three-

day interval for washing out period was provided in the design, and a two-day interval was provided for adapting the working equipment which was ergonomically redesigned. To identify the difference between before and after the treatment, the data related to the findings were analyzed by the difference average test by using statistics t-paired test at level of signification is 5%.

The statistical test shows that the working equipment which is ergonomically redesigned can lower the workload, from immediate working category to light working category, marked by the fall in the average working pulse amounting to 16,57 pulse/minute or 14,69%, the decrease in complaints about musculoskeletal amounting to 14,94 or 26,17%, the decrease in fatigue amounting to 17,25 or 25,84%, and the rise in working productivity amounting to 1.59 or 59.57%.

From the analysis, it can be concluded that ergonomically redesigned working equipment has proved to increase the performance of the coconut oil producers. That is shown by several indicators such as the dip in workload, the drop in complaints about musculoskeletal, the decrease in fatigue, and the increase in working productivity of coconut oil makers at Dawan District, Klungkung.

Key words: Redesign, working equipment, ergonomic, and performance.

DAFTAR ISI

JUDUL.....	i
PENGANTAR PENULIS.....	iii
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR SINGKATAN DAN ISTILAH.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	7
1.4 Manfaat Penelitian.....	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	9
2.1 Desain dan Redesain Peralatan Kerja.....	9
2.1.1 Desain.....	9
2.1.2 Redesain.....	12
2.2 Pengertian Ergonomi.....	15
2.3 Aspek-aspek Ergonomi dalam Pemecahan Masalah.....	15
2.4 Implementasi Ergonomi dalam Kerja.....	23
2.5 Sistem Produksi.....	29
2.6 Sistem Produksi Industri Rumah Tangga Pembuatan Minyak Kelapa.....	30
2.7 Pengertian Kinerja.....	34
2.7.1 Keluhan Kerja.....	36
a. Beban Kerja.....	36
b. Keluhan Muskuloskeletal.....	41
c. Kelelahan.....	48
2.7.2 Produktivitas Kerja.....	50
2.8 Antropometri.....	52
2.9 Lingkungan Kerja.....	56
2.1 Aspek Ekonomi dalam Ergonomi.....	57
0	
2.1 Layak Investasi.....	58
1	
BAB III KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS PENELITIAN.....	61

3.1	Kerangka Konsep Penelitian.....	61
3.2	Hipotesis Penelitian.....	64
BAB IV METODE PENELITIAN.....		65
4.1	Rancangan Penelitian.....	65
4.2	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	66
4.3	Ruang Lingkup Penelitian.....	66
4.4	Penentuan Sumber Data.....	67
4.4.1	Populasi Target dan Terjangkau.....	67
4.4.2	Kreteria Eligibilitas.....	67
4.4.2.1	Kreteria Inklusi.....	67
4.4.2.2	Kreteria Tidak Dilanjutkan Seba- gai Sampel.....	67
4.4.3	Besar Sampel Penelitian.....	68
4.4.4	Teknik Pengambilan Sampel.....	69
4.5	Variabel Penelitian.....	70
4.5.1	Identifikasi dan Klasifikasi Variabel....	70
4.5.2	Definisi Operasional Variabel.....	70
4.6	Instrumen Penelitian.....	77
4.7	Prosedur Penelitian.....	78
4.7.1	Tahap Persiapan.....	78
4.7.2	Tahap Pelaksanaan.....	84
4.8	Analisis Data.....	88
4.9	Alur Penelitian.....	89
BAB V HASIL PENELITIAN.....		91
5.1	Karakteristik Para Pembuat Minyak Kelapa	91
5.2	Antropometri Tubuh Para Pembuat Minyak Kelapa.....	91
5.3	Redesain Peralatan Kerja Secara Ergonomis	92
5.4	Kondisi Lingkungan Kerja.....	95
5.5	Beban Kerja dalam Proses Pembuatan Mi- nyak Kelapa.....	97
5.6	Keluhan Muskuloskeletal dalam Proses Pem- buatan Minyak Kelapa.....	101
5.7	Kelelahan dalam Proses Pembuatan Minyak Kelapa.....	105
5.8	Waktu Kerja dalam Satu Siklus Pembuatan Minyak Kelapa.....	108
5.9	Produktivitas Kerja Para Pembuatan Minyak	

Kelapa.....	110
BAB VI PEMBAHASAN.....	113
6.1 Karakteristik Para Pembuat Minyak Kelapa.....	113
6.2 Pertimbangan Antropometri dalam Redesain Peralatan Kerja.....	116
6.3 Kondisi Lingkungan Kerja Pembuat Minyak Kelapa.....	126
6.4 Kinerja Para Pembuat Minyak Kelapa.....	129
6.4.1 Beban Kerja dalam Proses Pembuatan Minyak Kelapa.....	130
6.4.2 Keluhan Muskuloskeletal dalam Proses Pembuatan Minyak Kelapa.....	132
6.4.3 Kelelahan dalam Proses Pembuatan Minyak.....	135
6.4.4 Produktivitas Kerja Para Pembuat Minyak Kelapa.....	137
6.5 Aspek Ekonomi dalam Ergonomi.....	139
6.6 Kelemahan Penelitian.....	143
6.7 Temuan Baru Hasil Penelitian (<i>Novelty</i>).....	144
BAB VII SIMPULAN DAN SARAN.....	148
7.1 Simpulan.....	148
7.2 Saran.....	149
DAFTAR PUSTAKA.....	150
LAMPIRAN.....	169

DAFTAR SINGKATAN DAN ISTILAH

BMI	: <i>Body Mass Index</i>
C	: Biaya pengeluaran
CF	: Pendapatan bersih
CP	: Creatine Phosphate
D0	: Denyut nadi kerja sebelum perlakuan
D1	: Denyut nadi kerja sesudah perlakuan
Depdiknas	: Departemen Pendidikan Nasional
Depkes RI	: Departemen Kesehatan Republik Indonesia
Depsos	: Departemen Sosial
DIs0	: Denyut nadi istirahat sebelum perlakuan
DIs1	: Denyut nadi istirahat sesudah perlakuan

Disperidag	: Dinas Perindustrian dan Perdagangan
Dpm	: Denyut per menit
I	: <i>Input</i> (Masukan)
ILO	: International Labour Organization
IMT	: Indeks Masa Tubuh
ItemSb	: Keluhan muskuloskeletal sesuai dengan 28 item Kuesioner <i>Nordic Body Map</i> sebelum perlakuan
ItemSb	: Keluhan muskuloskeletal sesuai dengan 28 item Kuesioner <i>Nordic Body Map</i> sebelum perlakuan sesudah perlakuan
JAIH	: <i>Japan Association Industrial Helth</i>
JD	: Jangkauan ke depan
JpT	: Jarak antara pekerja dengan tungku
k	: Suku bunga bank
K0	: Keluhan muskuloskeletal sebelum perlakuan
K1	: Keluhan muskuloskeletal sesudah perlakuan
KM0	: Keluhan muskuloskeletal sebelum perlakuan
KM1	: Keluhan muskuloskeletal sesudah perlakuan
KP0	: Kelompok pelemahan sesuai dengan kuesioner 30 <i>item self ranting test</i> sebelum perlakuan
KP1	: Kelompok pelemahan sesuai dengan kuesioner 30 <i>item self ranting test</i> sesudah perlakuan
LtsIbuJ	: Lingkaran tangan sampai ibu jari
Ltstjuk	: Lingkaran tangan sampai telunjuk
n	: Umur ekonomis peralatan kerja pembuatan minyak kelapa
NPV	: <i>Net Present Value</i>
O	: <i>Output</i> (luaran)
O ₁	:Pendataan sebelum mulai bekerja (membuat minyak kelapa dengan peralatan kerja tradisional atau peralatan lama sebelum redesain).
O ₂	:Pendataan sesudah bekerja (membuat minyak kelapa dengan peralatan kerja tradisional atau peralatan lama sebelum redesain).
O ₃	Pendataan sebelum mulai bekerja (membuat minyak kelapa dengan peralatan kerja sesudah diredesain secara ergonomis).
O ₄	:Pendataan sesudah bekerja (membuat minyak

kelapa dengan peralatan kerja sesudah diredesain secara ergonomis).

P	: Produktivitas
p	: Populasi penelitian
P(-)	: Peralatan kerja pembuatan minyak kelapa tradisional sebelum diredesain secara ergonomis.
P(+)	: Peralatan kerja pembuatan minyak kelapa tradisional sesudah diredesain secara ergonomis
P ₅	: Persetil lima
P ₉₅	: Persetil sembilan lima
PAk0	: Pelemahan aktivitas sebelum perlakuan
PAk1	: Pelemahan aktivitas sesudah perlakuan
PBP	: <i>Pay back Period</i>
PDCA	: <i>Plan, Do, Check dan Action</i>
PDSA	: <i>Plan, Do, Study dan Action</i>
PFis0	: Pelemahan fisik sebelum perlakuan
PFis1	: Pelemahan fisik sesudah perlakuan
PjT	: Panjang Tangan
PjTlpT	: Panjang telapak tangan
PMov0	: Pelemahan motivasi sebelum perlakuan
PMov1	: Pelemahan motivasi sesudah perlakuan
Pon	: Tinggi Pondasi
PSP	: Persetujuan setelah penjelasan
RH	: Kelembaban udara
ROI	: <i>Return on Investment</i>
Rs	: <i>Random sampling</i>
S	: Sampel
SB	: Suhu basah
SD	: Standar deviasi
SHIP	: Sistemik, Holistik, Interdisiplin, dan Partisipatori
SK	: Suhu kering
t	: <i>Time</i> (Waktu)
T.Prt	: Tinggi alat parutan kelapa
T.Tk	: Tinggi tungku
T1-8	: Delapan tahap pembuatan minyak kelapa
TCA	: Tricarboxylic Acid
TgPan	: Tinggi Panci
TPK	: Tinggi alat pengupas kelapa (pengesan)

TS	: Tinggi Siku
TTG	: Teknologi Tepat Guna
u	: Kecepatan angin
U.GPk	: Ukuran gagang alat pencongkel kelapa (penyeluhan)
Vn	: Nilai akhir peralatan kerja pembuatan minyak kelapa
W0	: Waktu kerja sebelum perlakuan
W1	: Waktu kerja sesudah perlakuan
WHO	: <i>World Health Organization</i>
WOP	: <i>Washing out period</i>

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu upaya untuk meningkatkan kinerja masyarakat pekerja di pedesaan adalah dengan mengoptimalkan pemerdayaan potensi sumber daya manusia dalam proses pengolahan hasil perkebunan primer yang dimiliki di masing-masing daerah. Misalnya dengan upaya memberi perlakuan berupa redesain atau mendesain ulang peralatan kerja yang digunakan dalam proses pengolahan buah kelapa menjadi minyak goreng tradisional di Kecamatan Dawan, Klungkung

Kecamatan Dawan, Klungkung, merupakan salah satu daerah di Kabupaten Klungkung yang terletak ± 9 km ke arah timur kota Semarang, memiliki luas wilayah $37,38 \text{ km}^2$ dengan batas-batasnya: di sebelah utara dan timur Kabupaten Karangasem, di sebelah barat Kecamatan Klungkung dan di sebelah selatan Samudra Indonesia, (Pemda Kabupaten Klungkung, 2006). Jumlah penduduk yang menempati wilayah tersebut sebanyak 35.054 jiwa (BPS Bali, 2004).

Di daerah tersebut masih banyak terdapat usaha pembuatan minyak kelapa. Menurut data laporan Disperindag Provinsi Bali (2006), bahwa usaha tersebut paling banyak terdapat di Kabupaten Klungkung, yaitu sebanyak 115 unit dengan tenaga kerja 166 orang. Selanjutnya menurut data laporan Disperindag Kabupaten Klungkung (2006), bahwa dari 115 unit usaha tersebut tersebar di empat kecamatan, yaitu: 5 unit terdapat di Kecamatan Klungkung dengan 13 tenaga kerja; 17 unit di Kecamatan Banjarangkan dengan 27 tenaga kerja; di Kecamatan Dawan terdapat 45 unit dengan 61 tenaga kerja dan di Kecamatan Nusa Penida 48 unit dengan 65 tenaga kerja. Keberadaannya sampai saat ini didukung oleh beberapa hal, seperti:

(1) Areal perkebunan kelapa di daerah tersebut tercatat seluas 49,36 % dari luas wilayah Kecamatan Dawan (Dinas Perkebunan Provinsi Bali, 2006), sehingga daerah tersebut cukup potensial menghasilkan buah kelapa untuk menunjang usaha pembuatan minyak goreng; (2) Minyak kelapa yang diproduksi secara tradisional sampai saat ini masih dibutuhkan masyarakat, khususnya para konsumen pasar lokal, seperti untuk keperluan menggoreng, membuat bumbu masakan, pembuatan kue dan untuk ramuan obat-obatan tradisional; (3) Pembuatan minyak kelapa di daerah tersebut merupakan salah satu usaha yang dapat menopang ekonomi keluarga para pembuat minyak kelapa, sekaligus dapat dijadikan salah satu lapangan pekerjaan untuk menanggulangi pengangguran usia produktif di pedesaan; (4) Minyak kelapa dapat dijadikan salah satu alternatif untuk menanggulangi kelangkaan minyak goreng yang sering dialami di Indonesia, khususnya untuk memenuhi kebutuhan masyarakat setempat.

Dari hasil penelitian pendahuluan mengenai pembuatan minyak kelapa di Kecamatan Dawan, ternyata usaha tersebut merupakan kelompok industri skala kecil (*small scale industry*) dalam bentuk industri rumah tangga di pedesaan dengan sistem produksi tradisional. Usaha tersebut kebanyakan dilakukan oleh para pekerja wanita dengan usia antara 24 sampai dengan 50 tahun. Selama ini kinerja para pembuat minyak kelapa relatif masih rendah. Hal tersebut disebabkan dalam menjalankan usahanya sering berpikir asal mendapat hasil pasti dikerjakan dan jarang mempertimbangkan risiko kerja yang berpotensi dapat mengancam keselamatannya. Sehingga secara ergonomi, dalam usaha tersebut banyak teridentifikasi masalah kerja (Arimbawa, 2007).

Namun mengingat keterbatasan waktu, dana, serta pengetahuan peneliti, maka lingkup penelitian dibatasi

mengenai redesain peralatan kerja secara ergonomis untuk meningkatkan kinerja pembuat minyak kelapa tradisional di Kecamatan Dawan, Klungkung. Masalah tersebut diprioritaskan dalam penelitian ini, karena berdasarkan hasil observasi, ternyata banyak ditemukan peralatan kerja yang tidak ergonomis digunakan dalam kegiatan tersebut, seperti dapat diamati pada beberapa tahap dalam satu siklus pembuatan minyak kelapa sebagai berikut:

- 1) Pada tahap1: proses pengupasan sabut kelapa dengan menggunakan alat pengupas sabut kelapa atau *penge-san*. Rerata ukuran tinggi alat tersebut 50 cm lebih rendah dengan tinggi siku para pekerja $-20\text{ cm}=62\text{ cm}$, sehingga mengakibatkan sikap kerja yang tidak alami-ah (Nala, 1986). Tubuh pekerja menjadi membungkuk $\pm 50^\circ$ dari posisi tegak atau melebihi sepertiga dari gerakan maksimum badan bagian atas (Pheasant, 1991).
- 2) Pada tahap 2: proses pencongkelan daging kelapa (*nyeluh nyuh*) menggunakan alat pencongkel daging kelapa atau *penyeluhan*. Tampak ukuran gagang alat tersebut 1,2 cm tidak sesuai dengan antropometri geng-gaman tangan para pembuat minyak kelapa (Dul dan Weedmester, 1993; Pheasant,1991), sehingga meng-akibatkan rasa sakit pada telapak tangan, pergelangan tangan dan lengan.
- 3) Pada tahap 3: proses pamarutan daging kelapa (*ngikih nyuh*) dengan menggunakan mesin pamarut kelapa. Rerata ukuran tinggi alat pamarut kelapa kurang dari 60 cm dan tidak sesuai dengan tinggi siku para pem-buat minyak kelapa 82,08 cm, sehingga mengakibat-kan para pembuat minyak kelapa melakukan dengan sikap badan inklinasi ke depan dan otot lengan meng-alami ketegangan saat menjangkau lubang peng-umpan.

- 4) Pada tahap 4: proses pembuatan santan kelapa, terutama pada saat memeras adonan parutan kelapa yang dilakukan secara manual menggunakan tangan, sehingga terjadi ketegangan pada otot bahu, lengan, tangan dan jari-jari tangan.
- 5) Pada tahap 5: proses perebusan santan kelapa (*ngelalab santen*) menggunakan tungku dapur atau jalikan. Posisi pintu api tungku dibuat berhadapan dengan pekerja. Pada saat menggunakan alat tersebut, bagian depan tubuh para pembuat minyak kelapa terpapar panas langsung dari api tungku. Selain hal tersebut jarak antara masakan yang ada di atas tungku dengan pekerja 65 cm dan melebihi jangkauan ke depan para pekerja 60 cm, sehingga menyebabkan tubuh para pembuat minyak kelapa inklinasi ke depan dan lengan terangkat 90° atau melebihi sepertiga dari dan disertai kaki menjinjit.

Upaya redesain peralatan kerja pembuatan minyak kelapa pada penelitian ini, dilaksanakan dengan mengacu pada kaidah-kaidah ergonomi melalui pendekatan: sistemik, holistik, interdisipliner dan partisipatori. Kemudian dalam pemecahan masalah redesain peralatan kerja didasari dengan pendekatan teknologi tepat guna melalui enam kriteria: (a) ekonomis, (b) teknis, (c) ergonomis, (d) sosial-budaya, (e) hemat energi dan (f) melindungi lingkungan (Manuaba, 1983a; 2005a). Dengan upaya tersebut, maka solusi dapat lebih efektif, efisien dan sesuai dengan kondisi yang sebenarnya, sehingga tercapai kondisi kerja yang manusiawi, kompetitif dan berkesinambungan (Manuaba 2003a; 2004a; 2005b; 2006), serta diharapkan dapat meningkatkan kinerja para pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung diukur berdasarkan beberapa indikator seperti: (1) penurunan beban kerja; (2) penurunan keluhan

muskoluskeletal; (3) penurunan kelelahan; dan (4) peningkatan produktivitas (Mangkuprawira, 2003,).

Dari hasil penelitian pendahuluan mengenai keluhan kerja yang dialami 10 orang pembuatan minyak kelapa dengan menggunakan peralatan kerja lama, seperti: (1) Beban kerja yang diketahui dari hasil pengukuran denyut nadi, ternyata rerata denyut nadi kerja para pembuat minyak kelapa sebesar 113.7 ± 9.3 denyut/menit. Jika dikonversikan ke dalam katagori beban kerja menurut Grandjean (1998), maka kegiatan tersebut termasuk kategori pekerjaan sedang; (2) Keluhan muskuloskeletal yang dialami sesudah bekerja berdasarkan hasil pendataan dengan kuesioner *Nordic Body Map*, ternyata 65% merasa sakit pada lengan kanan; 63% sakit pada tangan kanan; 62% sakit pada pergelangan tangan kanan; 62% sakit pada siku kanan; 61% sakit pada pinggang; 60% sakit di bahu kanan; 60% sakit di punggung; 59% sakit pada bokong; 46% sakit pada betis kanan, dan 45% sakit pada pergelangan kaki kanan. Jadi setelah melakukan kegiatan pembuatan minyak kelapa kebanyakan merasa sakit pada lengan kanan; dan (3) Kelelahan yang dirasakan sesuai dengan tiga kelompok pelemahan pada kuesioner *30 items of rating scale*, ternyata para pembuat minyak kelapa mengalami pelemahan aktivitas sebesar 21%, pelemahan motivasi sebesar 17% dan pelemahan fisik sebesar 40%. Jadi setelah melakukan kegiatan pembuatan minyak kelapa paling banyak merasakan pelemahan fisik (Arimbawa. 2007)

Upaya redesain peralatan kerja secara ergonomis dalam proses pembuatan minyak kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung, juga merupakan kegiatan investasi, karena merupakan rangkaian penanaman modal dalam kuantitas tertentu dan disertai dengan harapan untuk mendapatkan keuntungan (*profitability*) setelah dalam jangka waktu tertentu (Djamin, 2003). Oleh sebab itu, maka secara eko-

nomi kegiatan tersebut perlu dilakukan evaluasi investasi sehingga hasilnya sesuai dengan harapan dan usaha tersebut dapat berkesinambungan. Untuk mengetahui layak investasi terhadap upaya redesain peralatan kerja secara ergonomis, digunakan beberapa metode penilaian investasi, seperti metode: *Net Present Value* (NPV), *Payback Period* (PBP) dan *Return on Investment* (RoI).

Terkait dengan penelitian ini, sebenarnya telah banyak penelitian sejenis yang dilakukan oleh para peneliti lainnya, seperti penelitian yang dilakukan Tandaju (2002) dengan memodifikasi *lewang* (alat pengupas sabut kelapa) yang disesuaikan dengan antropometri tubuh pengupas kelapa di desa Lobu, Kecamatan Tombatu, Kabupaten Minahasa, Wibawa (2004) dengan memodifikasi alat parut yang digunakan oleh pamarut kelapa di Kelurahan Abiansemal, Kecamatan Mengwi, Kabupaten Badung dan Surata (2001) pada penelitian mengenai penggunaan roda tangan berhendel pada alat pres parutan kelapa dalam pembuatan minyak kelapa tradisional di Desa Ped Nusa Penida.

1.2 Rumusan Masalah

Dari paparan tersebut, maka permasalahan yang perlu dibahas terkait dengan redesain peralatan kerja secara ergonomis dapat meningkatkan kinerja para pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan, Klungkung adalah sebagai berikut:

- 1) Apakah redesain peralatan kerja secara ergonomis menurunkan beban kerja para pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung?
- 2) Apakah redesain peralatan kerja secara ergonomis menurunkan keluhan muskuloskeletal para pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung?
- 3) Apakah redesain peralatan kerja secara ergonomis menurunkan kelelahan para pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung?

- 4) Apakah redesain peralatan kerja secara ergonomis meningkatkan produktivitas para pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan kinerja para pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan, Klungkung akibat redesain peralatan kerja secara ergonomis.

1.3.2 Tujuan Khusus

Secara khusus penelitian ini bertujuan untuk mengetahui:

- 1) Mengetahui besarnya penurunan beban kerja para pembuat minyak kelapa akibat redesain peralatan kerja secara ergonomis.
- 2) Mengetahui besarnya penurunan keluhan muskuloskeletal para pembuat minyak kelapa akibat redesain peralatan kerja secara ergonomis.
- 3) Mengetahui besarnya penurunan kelelahan para pembuat minyak kelapa akibat redesain peralatan kerja secara ergonomis.
- 4) Mengetahui besarnya peningkatan produktivitas para pembuat minyak kelapa akibat redesain peralatan kerja secara ergonomis.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Praktis

Manfaat praktis yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Hasil penelitian ini diharapkan dapat meredesain peralatan kerja pembuatan minyak kelapa secara ergonomis, sehingga dapat digunakan dengan lebih efektif, nyaman, aman, sehat, dan efisien.

- 2) Hasil penelitian ini diharapkan dapat menurunkan keluhan kerja dan meningkatkan produktivitas, sekaligus sebagai indikator peningkatan kinerja para pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan, Klungkung

1.4.2 Manfaat Akademis

Manfaat akademis yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah:

- 1) Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan referensi dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam hubungannya dengan redesain peralatan kerja pembuatan minyak kelapa secara ergonomis meningkatkan kinerja para pembuat minyak kelapa tradisional di pedesaan.
- 2) Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah informasi mengenai redesain peralatan kerja secara ergonomis pada industri kecil di pedesaan.
- 3) Hasil penelitian ini diharapkan dapat merangsang para peneliti untuk meneliti lebih dalam mengenai aktivitas pembuatan minyak kelapa di pedesaan, khususnya tinjauan dari perspektif ergonomi.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1 Desain dan Redesain Peralatan Kerja

2.1.1 Desain

Menurut Christopher (dalam Evans, 1982), definisi desain lebih ditekankan pada pencarian atau eksplorasi komponen yang tepat mengenai struktur dan material. Desain merupakan suatu proses dan bukan semata-mata keterampilan tangan atau skill (*virtuousity*) atau bakat seni, melainkan lebih berorientasi pada suatu proses berpikir yang sistematis, metodik dan inovatif untuk mencapai hasil yang optimal. Menurut Jones (1970) bahwa desain merupakan suatu tindakan yang kompleks dari kepercayaan atau keyakinan terhadap adanya fungsi, mekanisme dan tampak visual dari benda imajiner tersebut. Desainer memiliki suatu keyakinan akan hal tertentu yang berkaitan dengan benda dalam imajinasinya yang kemudian direalisasikan dalam bentuk desain. Selain itu, Farr dalam Jones (1970) menyatakan bahwa desain merupakan faktor yang memberi kondisi pada bagian-bagian dari suatu produk yang akan berhubungan dengan manusia. Oleh sebab itu, bagian-bagian tersebut hendaknya memenuhi kriteria atau persyaratan yang terkait ergonomi.

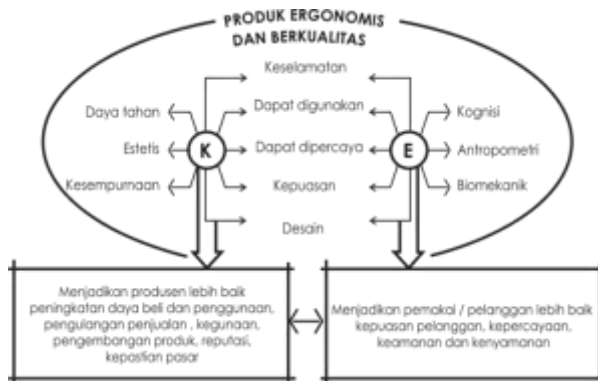
Proses desain adalah merupakan suatu kegiatan ilmiah. Di dalamnya terlibat aspek kognitif, afektif dan psikomotorik. Keluasan dan kedalaman horizon seorang desainer sangat menentukan produknya. Produk yang dihasilkan hendaknya mempunyai nilai tambah dan meningkatkan kondisi kehidupan manusia (Brown dalam Adiputra, 2005). Namun demikian ada beberapa aspek di luar diri seorang desainer yang harus diperhatikan. Hal

tersebut dapat berupa segala sesuatu dalam masyarakat pengguna (*user*), misalnya terkait dengan pola hidup (*life styles*), sehingga sifat karakteristik manusia dan aspek praktis pemanfaatan suatu produk harus menjadi pertimbangan dalam mendesain (Brouwhuis dalam Adiputra, 2005). Hal ini sesuai dengan pendapat Buchori (2006) bahwa kompleksitas untuk menghadirkan desain tidak terletak pada keputusan sepihak dari desainer semata, tetapi jauh lebih penting bagaimana desainer mampu mengutarakan seluas-luasnya secara objektif problema yang melingkupi desain dilihat dari berbagai dimensi dan tuntutan dari pihak-pihak yang berkepentingan. Dengan berlandaskan azas objektivitas, maka mendesain adalah upaya pemecahan (*solving*) suatu masalah yang terjadi di masyarakat didasarkan pada metode yang sistematis dan rasional.

Dalam mendesain peralatan kerja perlu pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut: (1) fungsional (*functional*), alat yang diciptakan hendaknya dapat digunakan dengan efektif sesuai dengan kebutuhannya. Di dalamnya menyangkut pertimbangan teknik (*technically*), yaitu teknik penggunaannya dan pengerjaannya. Selain itu juga menyangkut pertimbangan ergonomi (*ergonomically*), hal ini mengingat produk yang diciptakan akan digunakan oleh manusia; (2) ekonomi (*economic*) yaitu pertimbangan tentang efisiensi produksi, pasar dan kebijakan lain yang terkait. Di dalamnya terkait dengan kebijakan pemerintah (*government*) sebagai acuan dalam merancang, seperti program-program, keputusan, peraturan dan sebagainya yang terkait dengan masalah ekonomi. Selain itu terkait juga dengan masyarakat (*society*) yaitu mempertimbangkan kondisi masyarakat pengguna; dan (3) pertimbangan keindahan (*aesthetic*), yaitu pertimbangan yang berkaitan dengan keindahan atau sesuatu yang dapat menggetarkan jiwa manusia. Dalam mengambil keputusan keindahan se-

mestinya kembali merujuk pada pertimbangan-pertimbangan sebelumnya. Nilai-nilai keindahan yang diterapkan dalam suatu rancangan didasari dengan pertimbangan lingkungan (*environmentally*) serta masalah sosial budaya (*socio culturally*) sehingga kemunculan desain tidak mengalami benturan-benturan dengan eksistensi nilai-nilai atau norma-norma yang berlaku di masyarakat (Adiputra, 2006).

Berdasarkan paparan tersebut, maka dalam mendesain peralatan kerja tidak hanya berorientasi pada salah satu aspek, karena tindakan tersebut dapat menimbulkan permasalahan bagi penggunaanya atau *user*. Prinsip mendesain peralatan kerja semestinya mampu memecahkan realitas masalah-masalah yang muncul dalam interaksi manusia dengan peralatan kerja secara komprehensif. Dalam mendesain secara garis besarnya ditentukan oleh tiga faktor: (1) produk; (2) konsumen; dan (3) produsen, sehingga pemikiran desain akan mengarah pada persoalan produk ergonomis (E) dan produk berkualitas (K). Merupakan dua areal dengan sejumlah kriteria dan tujuan yang objektif serta saling berhubungan untuk memberi yang terbaik kepada konsumen maupun produsen. Hubungan ini digambarkan seperti Gambar 2.1 (Axelsson, 2000).



Sumber: Axelsson, 2000

Gambar 2.1 Hubungan Beberapa Tujuan, Karakteristik dan Keuntungan Potensial yang Diperoleh dari Produk Ergonomis dan Berkualitas

2.1.2 Redesain

Redesain peralatan kerja secara ergonomis adalah upaya pemecahan masalah desain peralatan kerja dengan mengimplementasikan aspek-aspek ergonomi. Upaya tersebut dilakukan dengan mengintegrasikan pendekatan SHIP (Sistemik, Holistik, Interdisiplin, dan Partisipatori) serta dipecahkan berdasarkan pendekatan teknologi tepat guna dengan enam kriteria yaitu: teknis, ekonomis, ergonomis, sosial budaya, hemat energi, dan melindungi lingkungan.

Implementasi ergonomi dalam meredesain peralatan kerja dengan baik dapat membuat lebih sesuai dengan pemakainya, memuaskan, aman, nyaman dan sehat (Valesco, 2002). Sehingga dalam dunia kerja atau dalam beraktivitas yang melibatkan peralatan kerja, baik pada sektor formal atau informal, aspek ergonomi mutlak diimplementasikan (Manuaba, 1986). Menurut Adiputra (2000) bahwa implementasi ergonomi akan lebih berhasil, jika didasari dengan penerapan asas partisipatori manajemen, karena pengalaman menunjukkan bahwa perbaikan yang dilakukan secara sepihak tanpa melibatkan pekerja atau pemakainya akan tidak berkelanjutan.

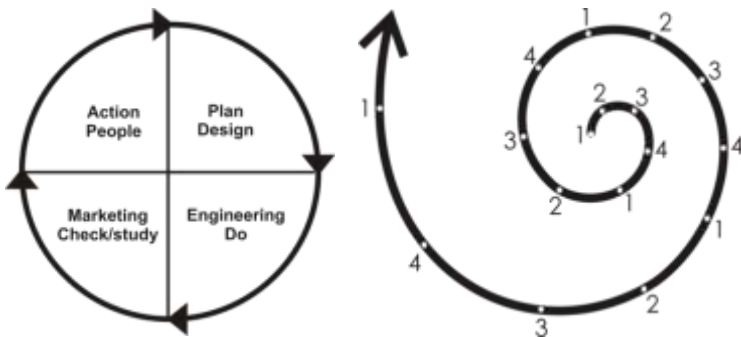
Redesain peralatan kerja secara ergonomis mutlak dilakukan, mengingat pemanfaatan suatu alat kerja pada hakekatnya bertujuan untuk membantu kemampuan, keterbatasan dan kebolehan manusia, sehingga dapat tercapai kinerja yang lebih optimal dalam artian tidak hanya berorientasi pada peningkatan produktivitas semata, tetapi tercipta peralatan kerja yang manusiawi karena tidak me-

nimbulkan keluhan kerja (Manuaba, 2003c; 2005c). Hal tersebut sesuai dengan pendapat Wilson and Corlett (1990) bahwa peralatan kerja, lingkungan dan tata cara kerja yang baik harus mempertimbangkan karakteristik manusia sebagai pekerja. Namun kenyataan yang terjadi di masyarakat, banyak ditemukan peralatan kerja kurang memuaskan pemakainya, karena mengakibatkan beban kerja berlebihan, cepat menimbulkan kelelahan, sering menimbulkan keluhan muskuloskeletal, dan produktivitas rendah (Sutjana, et al. 1998; Ardana, et al. 2005; Grandjean, 1998).

Hal tersebut merupakan masalah desain peralatan kerja yang perlu dipecahkan. Kekeliruan desain peralatan kerja yang terlanjur digunakan di masyarakat perlu didesain ulang atau redesain secara ergonomis. Tindakan tersebut termasuk *corrective ergonomics* (Manuaba, 1998). Diupayakan dengan menjadikan manusia dalam aktivitasnya sebagai pertimbangan esensial atau sebagai fokus utama (*human centre*), sehingga dampak buruk yang mengancam para pengguna dapat diminimalkan (Hendrick and Kleiner, 2000). Solusi redesain yang diberikan hendaknya sesuai dengan situasi dan kondisi masyarakat pekerja setempat, seperti mengenai desain peralatan kerja tradisional yang digunakan pada industri informal di pedesaan. Implementasi ergonomi di pedesaan (*rural ergonomic*) hendaknya: bersifat sederhana, terjangkau, mudah pengoperasiannya dan perawatannya, serta dapat memberikan keuntungan secara ekonomi (Manuaba, 1992b). Pendekatan yang relevan diaplikasikan adalah pendekatan teknologi tepat guna, sehingga melalui upaya tersebut diharapkan dapat tercipta peralatan kerja yang ergonomis bagi para pekerja di pedesaan.

Dalam upaya memperbaiki mutu produk, maka redesain sebaiknya dilakukan melalui proses adaptasi dan partisipasi desain (*design participation*) dari pemakai serta

dilakukan sejak pertama kali munculnya suatu rancangan sampai pada tercapai desain final (*goal design*). Jadi dalam proses redesain dilakukan dengan mengikuti beberapa langkah yang disebut *Deming Cycle*, yaitu: *Plan, Do, Check* dan *Action* atau *Plan, Do, Study* dan *Action* dan dilakukan secara kontinyu mengikuti pola lingkaran logaritma (Axelsson, 2000; Adiputra, 2005), seperti pada Gambar 2.2



Proses Desain Berdasarkan
Lingkaran PDCA/PDSA
atau *Deming Cycle*

Lingkaran Logaritma Proses
Redesain Berdasarkan PDCA
Secara Kontinyu

Sumber: Axelsson, 2000; Adiputra. 2006; Papanek, 1983.

Gambar 2.2 Lingkaran Proses Redesain Kontinyu

2.2 Pengertian Ergonomi

Istilah ergonomi berasal dari bahasa Yunani: *ergein* artinya bekerja dan terdiri dari dua kata, yaitu: *ergos* yang berarti kerja dan *nomos* berarti hukum alam (*natural law*), sehingga ergonomi berarti peraturan atau tata cara kerja yang alamiah (Hafid, 2002; Shadily, 1990). Dalam *The American Heritage® Dictionary of the English Language* (1992) dijelaskan bahwa ergonomi adalah ilmu pengetahuan yang diterapkan dalam mendesain peralatan kerja, tempat kerja, dengan tujuan untuk memaksimalkan produktivitas de-

ngan mengurangi kelelahan dan ketidaknyamanan operator. Lebih komprehensif dijelaskan oleh Manuaba (1998), bahwa ergonomi adalah ilmu, teknologi dan seni yang berupaya mensterilkan alat, cara dan lingkungan kerja terhadap kemampuan, kebolehan dan keterbatasan manusia untuk terwujudnya kondisi lingkungan kerja yang sehat, aman, nyaman, efisien dan untuk mencapai produktivitas yang setinggi-tingginya.

2.3 Aspek-aspek Ergonomi dalam Pemecahan

Masalah

Dalam upaya memecahkan permasalahan ergonomi untuk mencapai kemampuan kerja yang optimal, maka terdapat delapan aspek ergonomi yang dapat dipakai sebagai pedoman dalam mengidentifikasi masalah kerja (Manuaba, 2003b):

1) Aspek gizi

Seorang pekerja akan menyelesaikan pekerjaan dengan baik, apabila memiliki tenaga atau energi yang cukup dan sangat tergantung pada kualitas gizi yang dikonsumsi. Pada umumnya seorang pekerja normal secara alami memerlukan asupan energi setelah empat jam bekerja (tiga kali dalam sehari), diselingi dengan makanan kecil setelah satu jam kerja. Hal ini terjadi karena setiap habis makan, maka gula dalam darah dan *respiratory quotient* serta tenaga otot meningkat. Kemudian kandungan gula menurun sampai batas terendah yang diikuti perasaan lelah.

Tindakan yang dilakukan adalah dengan mengatur pola makan dan kandungan gizi disesuaikan dengan jenis pekerjaannya. Menurut Manuaba (1992b) bahwa dengan memberikan makanan atau minuman adekuat dalam jumlah dan saat yang tepat akan membuat para pekerja dapat mempertahankan irama kerjanya. Terkait hal tersebut, ILO

(2005) juga menerbitkan persyaratan pengaturan gizi dan air minum pada peraturan no. 228-231.

Pada umumnya manusia membutuhkan cairan untuk mempertahankan hidrasi normal, rata-rata 35 gram per kg berat badan diperlukan dalam 24 jam (2-2,5 liter per hari). Cairan ini sebenarnya telah diperoleh dari kandungan bahan makanan yang dimakan. Walaupun demikian, tubuh masih memerlukan air tambahan yang jumlahnya berbeda untuk setiap orang dan tergantung pada kondisi atmosfer lingkungan dan aktivitasnya. Pada musim dingin, *intake* harian diperlukan sebanyak 0,5 liter dan pada musim panas 1,5 sampai 2 liter. Pada musim panas atau pekerjaan dengan lingkungan panas, cairan tubuh banyak keluar berupa keringat, oleh sebab itu harus diganti dengan minum air atau teh, kopi, limun, sehingga panas inti tubuh dan *homeostasis* dapat dipertahankan (Manuaba, 1993)

2) Aspek pemanfaatan tenaga otot

Dalam melakukan pekerjaan perlu memperhatikan aplikasi tenaga otot dengan benar agar diperoleh daya otot yang optimal. Sehubungan dengan hal tersebut, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, seperti: umur, jenis kelamin, kondisi kesehatan fisik dan kemampuan tubuh untuk menyesuaikan dengan lingkungan. Umur seseorang pekerja menentukan kemampuan untuk melakukan suatu pekerjaan. Pada usia 25 tahun adalah puncak kemampuan seseorang untuk bekerja, kemudian secara evolusi mengalami penurunan kemampuan otot hingga 25 % dan kapasitas sensoris-motoris 60 % dari umur 25 ke 60 tahun (Rodahl, 1989; Manuaba, 1998).

Sebagai salah satu indikator kesehatan seseorang juga dapat diketahui dari berat dan tinggi badan, karena berdasarkan penampilan fisik seseorang dapat merepresentasikan gejala-gejala yang terjadi pada tubuhnya, misalnya jika tubuh seseorang terlampaui kurus, maka sebagai

indikasi ada kemungkinan kekurangan asupan gisi. Sebaliknya, jika tubuh seseorang terlampau gemuk, maka kemungkinan risiko terserang berbagai macam penyakit lebih tinggi (Soekirman 1994).

Cara untuk mengetahui kondisi kesehatan berdasarkan berat dan tinggi badan adalah dengan menghitung indeks masa tubuh (IMT) atau *body mass index* (BMI), yaitu angka yang menunjukkan tingkat perbandingan antara berat badan (dalam satuan kg) dengan nilai kuadrat ukuran tinggi badan (dalam satuan meter²) (Soekirman, 1994). Terkait dengan hal tersebut, *World Health Organization* (1990) mengeluarkan suatu klasifikasi IMT dan secara garis besar dibedakan menjadi empat kategori yaitu: (1) $IMT < 18,50 \text{ kg/m}^2$ kekurangan berat badan (*underweight*), (2) $IMT = 18,53 \text{ kg/m}^2$ normal, (3) $IMT > 25,00 \text{ kg/m}^2$ gemuk (*overweigh*) dan (4) $IMT > 30,00 \text{ kg/m}^2$ *obese*. Sesuai dengan jenis kelamin, maka untuk pria dengan berat badan normal, jika IMTnya berkisar antara 20,10-25,00 kg/m^2 . Sedangkan untuk wanita berkisar antara 18,7-23,8 kg/m^2 (Depkes RI, 2007).

Selain hal tersebut, kondisi kesehatan seseorang, juga dapat diketahui dari tekanan darah. Dalam pengukuran tekanan darah dikenal dua jenis tekanan darah: (1) tekanan darah sistolik, yaitu tekanan tertinggi yang terjadi saat *ventrikel* berkontraksi dan (2) tekanan darah diastolik, yaitu tekanan darah terendah yang terjadi saat jantung dalam fase relaksasi (Hartati, 2004). Tekanan darah orang dewasa dikatakan normal, jika tekanan darah sistolik berkisar antara 110,00 mmHg sampai dengan 125,00 mmHg dan tekanan darah diastolik mmHg 60,00 sampai dengan 70,00 mmHg (Pearce, 2000). Sedangkan menurut kategori yang dikeluarkan oleh *World Health Organization* bahwa, tekanan darah dalam keadaan normal, jika tekanan darah sistolik $\leq 140 \text{ mmHg}$ dan diastolik $\leq 90 \text{ mmHg}$ (Depkes RI, 2007)

Tindakan yang dapat diupayakan sehingga dampak buruk yang akan terjadi sehubungan dengan jenis pekerjaan yang dikerjakan dapat dicegah adalah dengan pemanfaatan tenaga otot secara optimal, menghindari sikap kerja yang tidak alamiah, mendesain stasiun kerja atau peralatan kerja dengan pertimbangan antropometri dan dalam pemberian suatu pekerjaan perlu memperhatikan kondisi kesehatan pekerja.

3) Aspek sikap kerja

Sikap kerja yang buruk akan menyebabkan *strain* (reaksi) muskuloskeletal dan menimbulkan dampak buruk bagi para pekerja. Sikap kerja yang tidak alamiah kemungkinan terjadi pada saat melakukan aktivitas seperti: saat menggunakan alat yang tidak ergonomis. Sikap kerja atau posisi tubuh tidak alamiah sebenarnya merupakan beban kerja tambahan, sehingga mengakibatkan kemampuan kerja tidak optimal, aktivitas kerja terganggu dan berpengaruh pada produktivitas kerja.

Menurut Pheasant (1991) ada tujuh petunjuk dasar yang berhubungan dengan sikap tubuh selama bekerja, sehingga tidak terjadi sikap kerja paksa, dengan ketentuan sebagai berikut:

- a) Hindari inklinasi ke depan pada kepala dan leher.
- b) Hindari inklinasi ke depan pada tubuh.
- c) Hindari penggunaan anggota badan bagian atas dalam posisi terangkat.
- d) Hindari puntiran atau sikap asimetris.
- e) Hindari gerakan persendian melebihi jangkauan sepertiga dari gerakan maksimum.
- f) Lengkapi sandaran punggung pada semua tempat duduk.
- g) Bila menggunakan tenaga otot, hendaknya anggota badan dalam posisi yang dapat menghasilkan kekuatan maksimum.

Tindakan pencegahannya adalah dengan memperhatikan posisi tubuh dan anggota gerak, sehingga tidak melakukan sikap kerja paksa. Mendesain peralatan kerja dengan pertimbangan antropometri serta menghindari terjadi sikap paksa atau sikap kerja yang tidak alamiah (Nala, 1986).

4) Aspek lingkungan kerja.

Semestinya setiap menjalankan suatu usaha, maka kesehatan, kenyamanan dan keamanan lingkungan tempat kerja (*work place safety*) merupakan salah satu aspek penting, sebab bila pekerja mengalami kecelakaan kerja (*occupational accident*), penyakit akibat kerja dan penyakit akibat hubungan kerja (*occupational disease & work related diseases*), secara tidak langsung akan dapat menurunkan produktivitas pekerja. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Manuaba (1992a), bahwa lingkungan kerja yang nyaman, aman dan sehat sangat dibutuhkan oleh pekerja untuk dapat bekerja secara optimal dan produktif. Sehingga lingkungan kerja perlu didesain sesuai persyaratan ergonomi (Hafid, 2002; Depkes RI, 2006b).

Iklim mikro lingkungan kerja juga perlu diperhatikan karena merupakan faktor kenyamanan beraktivitas, baik dalam ruangan atau di luar ruangan, yaitu terdiri dari: (a) suhu udara; (b) panas radiasi; (c) kelembaban; dan (d) gerakan udara. batas toleransi suhu 35-40°C; kecepatan udara 0,2 meter/detik; kelembaban 40-50%; dan perbedaan suhu permukaan < 40°C (Grandjean, 1998; Manuaba, 1998). Tindakan yang dapat dilakukan untuk memperbaiki iklim mikro agar sehat, aman dan nyaman, adalah mengatur sirkulasi udara dengan memperbaiki ventilasi, mengatur peralatan kerja dalam ruang kerja dan sebagainya.

5) Aspek kondisi waktu.

Pekerja dalam menyelesaikan pekerjaannya, secara umum mengalami tiga masalah waktu, yaitu waktu: kerja;

istirahat; dan makan. Waktu kerja menyangkut aspek-aspek: (1) lamanya waktu kerja; (2) istirahat; dan (3) aspek periode waktu (Suma'mur, 1982). Menurut Grandjean (1998), bahwa rentang waktu kerja yang lama dapat menyebabkan irama kerja menjadi lambat dan luaran per jam turun. Sebaliknya rentang waktu kerja pendek, luaran akan meningkat terutama untuk pekerjaan manual, misalnya dari 8,5 menjadi 8 jam per hari output meningkat antara 3-10,5%

Istirahat dibedakan menjadi empat jenis yaitu: (1) istirahat spontan atau istirahat pendek yang dilakukan segera setelah pembebanan; (2) istirahat curian terjadi karena beban kerja tidak seimbang dengan kemampuan kerja; (3) istirahat karena bertalian dengan proses kerja dan tergantung pada peralatan atau prosedur-prosedur kerja; dan (4) istirahat yang ditetapkan adalah istirahat yang diatur, misalnya istirahat paling sedikit 45-60 menit setelah empat jam kerja berturut-turut (Suma'mur, 1995; Grandjean, 1998) Di Indonesia waktu bagi pekerja adalah 8 jam dengan 1 kali makan siang dan 2 kali istirahat pendek. Waktu kerja yang optimal sebenarnya 7 jam/hari dan setiap empat jam kerja perlu diatur satu jam istirahat (tidak termasuk jam kerja). Menurut Manuaba (1990) bahwa jam kerja berlebihan, jam kerja lembur di luar batas kemampuan akan dapat mempercepat munculnya kelelahan, menurunkan ketepatan, kecepatan, dan ketelitian kerja.

Pengaturan waktu istirahat pendek dalam waktu kerja perlu diupayakan dan pelaksanaannya sebaiknya bersamaan dengan pemberian minuman tambahan. Sebab pemberian waktu istirahat pendek 5 sampai dengan 10 menit di antara waktu kerja dapat meningkatkan produktivitas (Sutajaya, 2000; Netrawati, et al, 2001).

6) Aspek sosial-budaya

Dalam menggerakkan suatu usaha, apabila jalinan komunikasi yang kurang serasi antara sesama teman kerja atau masyarakat di sekitarnya, dapat berpengaruh pada motivasi, *stress* mental, tidak betah dan malas kerja, sehingga secara kumulatif juga mempengaruhi produktivitas kerja.

7) Aspek informasi.

Sistem informasi berkaitan dengan aplikasi kognitif ergonomi (*cognitive ergonomics*). Merupakan salah satu cabang ergonomi yang menekankan pada analisis proses kognisi manusia, seperti, hasil diagnosis, pengambilan keputusan dan perencanaan. Kognitif ergonomi terfokus pada kajian mengenai mental proses, seperti: mengenai *sign*, persepsi, pengalaman dan interaksi antar manusia dengan unsur-unsur lain dalam sistem yang berkaitan dengan beban kerja mental, pengambilan keputusan, kemampuan skil, kesalahan manusia, interaksi manusia dengan peralatan, dan pelatihan. Sehingga kondisi informasi dapat mempengaruhi mental, emosi dan kepuasan kerja serta produktivitas (Dillon, 2003).

Banyak kemungkinan kesalahan yang akan terjadi diakibatkan oleh sistem informasi yang tidak konsisten. Sehingga untuk menghindari timbulnya dampak buruk, maka tindakannya adalah membuat sistem informasi dengan pertimbangan lokasi dan waktu pemberian informasi. Informasi yang diberikan semestinya dibuat dengan sistem tanda yang mengandung pesan lugas dan sesuai dengan konvensi universal atau nilai-nilai yang berlaku pada masyarakat setempat, sehingga tidak membingungkan bagi sipenerima (*interpretant*) (Groot, 1996).

Tindakan yang perlu dilakukan untuk mencegahnya, yaitu perlu mengadakan sosialisasi atau pelatihan sistem informasi untuk menyamakan persepsi yang terkait dengan masalah budaya. Hal ini sesuai dengan pendapat

yang dikemukakan Long (1987) mengenai beberapa tindakan yang perlu dilakukan dalam merancang sistem informasi dalam konteks tujuan ergonomi kognitif, di antaranya: (a) berorientasi pada interaksi manusia-mesin; (b) merancang sistem informasi yang mendukung kognitif gugus tugas (*cognitive artifacts*); (c) pengembangan program latihan terpadu; dan (d) mendesain ulang pekerjaan untuk mengelola *cognitif work load* dan meningkatkan kepercayaan.

8) Aspek interaksi manusia-mesin (peralatan kerja)

Pekerja dalam menjalankan tugasnya sering mempergunakan peralatan kerja yang pada dasarnya bertujuan untuk dapat membantu, mempermudah atau mempercepat proses produksi. Namun dalam pemanfaatan peralatan tersebut, jika tidak dikelola dengan benar, malah sebaliknya akan menimbulkan dampak buruk bagi pekerja. Menurut Manuaba (2005a) dan Grandjean (1998), bahwa satu ketidakserasian antara kemampuan, keterbatasan dan kebolehan pekerja dengan kondisi peralatan kerja, akan menyebabkan konsekuensi terhadap kesehatan dan keselamatan pekerja, maka dalam pemanfaatan peralatan kerja dibutuhkan suatu interaksi yang optimal antara alat yang digunakan dengan manusia atau pekerja sebagai penggunaannya (Manuaba, 2003a). Bila desain peralatan kerja belum sesuai dengan pemakainya perlu dilakukan redesain. Setiap usaha redesain peralatan kerja hendaknya diupayakan sesederhana mungkin, murah biayanya, dapat dijangkau, dan mudah dilakukan serta memberikan keuntungan secara ekonomi (Manuaba, 1992b).

2.4 Implementasi Ergonomi dalam Kerja

Peranan implementasi ergonomi merupakan faktor yang krusial dalam kaitan dengan kerja dan sebagai penentu tercapainya kesinambungan usaha serta peningkatan

an produktivitas (Manuaba, 1983b). Prinsip-prinsip ergonomi dapat diimplementasikan dalam kerja melalui dua fase. Pertama: pada fase perencanaan yang dikenal dengan pendekatan *conceptual ergonomics* atau pendekatan sistem. Kedua: pada fase perbaikan atas kondisi yang sudah ada, dikenal dengan pendekatan *corrective ergonomics* (Manuaba, 1998). Dalam implementasi ergonomi secara garis besarnya memakai suatu metode dengan melalui tiga tahap (Depkes RI, 2006a), yaitu sebagai berikut:

- 1) *Diagnosis*, yaitu tindakan yang dilakukan melalui wawancara dengan pekerja, inspeksi tempat kerja, peralatan kerja, penilaian fisik pekerja, pengukuran lingkungan kerja, antropometri dan lain sebagainya.
- 2) *Treatment*, yaitu pemecahan masalah ergonomi melalui pemberian perlakuan dan sangat tergantung pada data dasar yang diperoleh saat diagnosis. Kadang perlakuan berupa tindakan yang sangat sederhana, seperti mengubah posisi tempat duduk, memberi bantalan pada alat yang digunakan dan sebagainya.
- 3) *Follow-up*, yaitu dengan mengevaluasi secara subjektif atau objektif terhadap perlakuan yang diberikan. Subjektif misalnya dengan menanyakan kenyamanan, rasa nyeri atau sakit pada sistem muskuloskeletal, rasa lelah dan lain-lain. Secara objektif, misalnya: absensi sakit, angka kecelakaan, denyut nadi, dan lain-lain, sebelum atau sesudah perlakuan.

Apalagi dalam aktivitas tersebut melibatkan teknologi (mesin atau alat bantu kerja), maka dapat dipastikan akan terjadi kecelakaan atau gangguan muskuloskeletal (Sutjana, 2005). Kemungkinan besar akan menimbulkan risiko yang cukup potensial bagi pekerja, seperti menim-

bulkan kecelakaan akibat kerja atau penyakit yang berhubungan dengan pekerjaan (Hafid, 2002). Hal tersebut mengingat dalam penerapan teknologi selain memberi dampak yang menguntungkan, karena merupakan elemen produksi yang dapat membantu kemampuan, kebolehan dan keterbatasan manusia dalam bekerja, namun di sisi lain pemanfaatan teknologi jika tidak dikelola dengan bijak berdasarkan kaidah-kaidah ergonomi, maka dapat dipastikan akan menimbulkan dampak negatif bagi penggunanya.

Menurut Manuaba (2004a) bahwa implementasi ergonomi yang baik dan benar akan memberi manfaat besar bagi pihak pekerja maupun perusahaan, seperti: (a) pemanfaatan tenaga otot bisa lebih efisien; (b) kelelahan berkurang; (c) kecelakaan kerja berkurang; (d) penyakit akibat bekerja berkurang; (e) kenyamanan dan kepuasan kerja meningkat; (f) pemanfaatan waktu lebih efisien; (g) efisiensi kerja meningkat; (h) kesalahan kerja berkurang dan apkiran (*reject*) produk dapat diminimalkan; (i) mutu produk dan produktivitas kerja meningkat; dan (j) pengeluaran untuk mengatasi kecelakaan dan penyakit akibat kerja dapat dikurangi.

Pada prinsipnya peranan implementasi ergonomi dalam berbagai bidang adalah bertujuan untuk meminimalkan dampak buruk yang timbul akibat kerja dan berimplikasi pada peningkatan produktivitas (Manuaba, 2004a). Menurut Manuaba (1992a) dan Wignjosoebroto (2006) bahwa, pada garis besarnya peranan implementasi ergonomi dalam kerja adalah: (a) meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental; (b) meningkatkan kesejahteraan sosial; dan (c) menyeimbang yang rasional antara sistem manusia-mesin dengan aspek teknis, ekonomi, antropologi, sosial dan budaya.

Implementasi ergonomi dalam kerja merupakan upaya pemecahan masalah yang didiagnosis dengan berpedoman

pada delapan aspek ergonomi. Pemberian perlakuan dan analisis berdasarkan pendekatan SHIP serta pemecahan masalah berdasarkan teknologi tepat guna (TTG) (Manuaba 2003b; 2004b; 2005b). Mengingat ilmu ergonomi merupakan ilmu multidisiplin, maka dalam pemecahan masalah dimungkinkan untuk didukung dengan berbagai macam disiplin ilmu (Manuaba, 2004b), sehingga cara tersebut akan memberi perspektif tentang kerja ergonomis dengan apresiasi yang lebih luas. Selain itu, implementasi ergonomi dalam konteks redesain peralatan kerja adalah bertujuan untuk menjadikan peralatan kerja tersebut menjadi lebih manusiawi, kompetitif dan berkelanjutan (Manuaba, 2005c; 2006). Akronim SHIP yang dipakai dalam implementasi ergonomi adalah suatu pendekatan yang tersusun dari beberapa pendekatan sebagai berikut:

- 1) Pendekatan sistemik (*systemic approach*) maksudnya, permasalahan yang dijumpai diselesaikan secara sistem, di mana semua aspek atau unsur yang terkait dengan redesain peralatan kerja disusun dan dikerjakan secara sistem, sehingga dengan pendekatan ini diharapkan tidak ada masalah yang tertinggal.
- 2) Pendekatan holistik (*holistic approach*) maksudnya, semua faktor dan sistem-sistem yang berhubungan dengan permasalahan yang terjadi, dipecahkan secara proaktif serta menyeluruh dari hulu sampai hilir.
- 3) Pendekatan interdisipliner (*interdisciplinary approach*) adalah suatu upaya mendayagunakan seluruh disiplin ilmu yang terkait karena kompleksitas persoalan yang akan dipecahkan. Keterlibatan berbagai disiplin ilmu, maka memungkinkan simpulan yang diperoleh lebih luas dan kritis.

- 4) Pendekatan partisipatori atau *participatory approach*. Menurut Manuaba (2000) dan Michelle (2006) bahwa pendekatan ergonomi partisipatori adalah keterlibatan mental dan emosi setiap orang dari suatu kelompok tertentu yang mendorong untuk berkontribusi dan bertanggung jawab untuk mencapai tujuan bersama. Pendekatan ini semestinya dilaksanakan dari awal proses dengan melibatkan partisipasi aktif dari seluruh elemen yang terkait, seperti produsen dan konsumen, sehingga dapat lebih efektif efisien dan sesuai dengan permintaan (Manuaba, 2004b).

Pendekatan ergonomi partisipatori juga merupakan salah satu komponen pendekatan ergonomi makro yang mampu meningkatkan keselamatan dan kesehatan kerja (Imada, 1993). Demikian juga menurut Nagamachi (1993), bahwa pendekatan partisipatori dalam konteks ergonomi makro adalah keterlibatan semua pihak secara aktif. Hal tersebut mengingat dengan perbaikan kondisi kerja melalui ergonomi partisipatori secara tidak langsung akan berdampak pada peningkatan produktivitas dan kualitas produk (Gilad, 1998; Carrivick, et al. 2002). Demikian juga dari sudut pandang *total quality management*; partisipatori adalah merupakan upaya keterlibatan dari seluruh tingkat hirarki perusahaan harus dimanfaatkan secara optimal apabila menghendaki perbaikan yang terus-menerus (Ibrahim, 1997).

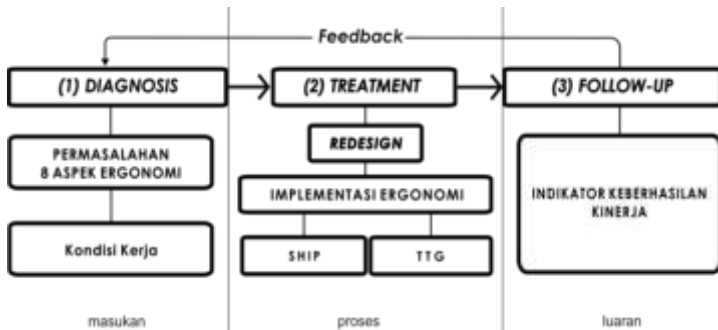
Sedangkan pemecahan masalah berdasarkan pendekatan teknologi tepat guna (*appropriate technology*) dalam mekanisme implementasi ergonomi, merupakan penerapan teknologi yang efektif dan berorientasi pada situasi dan kondisi masyarakat pekerja setempat, seperti menyangkut

kondisi fisik para pekerja, lingkungan, kondisi finansial dan sebagainya, sehingga dapat tercapai solusi yang optimal. Menurut Manuaba (2003b; 2003c) bahwa dalam redesign peralatan, tata cara, dan lingkungan kerja harus mengikuti kriteria teknologi tepat guna sebagai berikut:

- 1) Secara teknis maksudnya adalah dalam pertimbangan teknis hendaknya dipikirkan secara holistik seperti: material, metode pengerjaan, proteksi rancangan, masukan para ahli, mudah perawatan, komponen yang umum atau mudah didapat, tahan lama, mudah didaur ulang, ramah lingkungan, siklus hidup yang optimal dan mutunya lebih baik.
- 2) Secara ekonomis maksudnya adalah dalam pengambilan keputusan redesign peralatan kerja seharusnya menurut skala prioritas mempertimbangkan faktor-faktor yang berhubungan dengan anggaran, waktu, perawatan dan keuntungan bagi *stake holder*.
- 3) Secara ergonomis maksudnya adalah dalam proses redesign peralatan kerja hendaknya mengikuti prinsip-prinsip ergonomi. Menurut Sutjana (2005) dalam merancang peralatan kerja, tempat kerja maupun lingkungan kerja harus menjadikan manusia sebagai pertimbangan yang utama (*human centre*).
- 4) Secara sosial-budaya maksudnya adalah dalam redesign peralatan kerja yang berorientasi pada manusia, maka faktor sosial-budaya juga merupakan hal yang menentukan solusi yang diberikan. Oleh sebab itu pertimbangan norma-norma atau nilai-nilai yang berlaku dalam masyarakat, seperti: adat, kebiasaan, agama, etika, kebutuhan pemakai, estetika, *fashion*, gaya hidup (*life style*)

dan sebagainya harus dipertimbangkan, sehingga tidak menimbulkan dampak buruk dan dapat berkelanjutan.

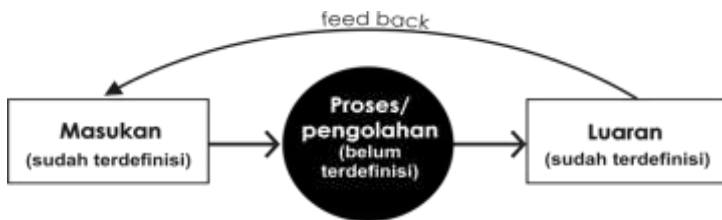
- 5) Secara hemat energi maksudnya adalah dalam redesain peralatan kerja yang dilakukan dapat memberikan kontribusi yang berarti bagi pokok pengembangan berkelanjutan. Redesain peralatan kerja harus efektif dan efisien dalam penggunaan sumber energi yang terbatas, seperti: listrik, minyak dan gas bumi, air dan tanah.
- 6) Secara ramah lingkungan maksudnya, redesain peralatan kerja seharusnya tidak menimbulkan masalah bagi lingkungan, seperti sampah plastik, dapat mencemari sumber-sumber penting, seperti: air dan tanah. Adapun limbah dari sisa produksi seharusnya bukan berupa polutan yang berpotensi mencemari sumber daya alam. Secara keseluruhan, mekanisme implementasi ergonomi dalam redesain peralatan kerja dalam upaya peningkatan kinerja dapat digambarkan seperti Gambar 2.3



Gambar 2.3 Bagan Implementasi Ergonomi dalam Redesain Peralatan Kerja

2.5 Sistem Produksi

Istilah sistem ditinjau dari segi etimologi berasal dari bahasa Yunani, yaitu *sustema* berarti mengumpulkan. Dalam bahasa Indonesia yang disebut sistem berarti sehimpunan komponen saling berhubungan secara teratur dan merupakan suatu keseluruhan yang tidak terpisahkan (Kridalaksana,1994). Sistem adalah perangkat unsur yang teratur saling berkaitan sehingga membentuk suatu totalitas (Shadily, 1990). Menurut Kemala (2006), bahwa kata sistem terkait dengan ergonomi, mengacu pada sistem analisis dan desain kerja yang melibatkan dua atau lebih orang yang berinteraksi dengan berbagai macam: perangkat, lingkungan internal atau eksternal dan organisasi. Secara sederhana sistem digambarkan seperti Gambar 2.4 (Arimbawa, 2006):



Gambar 2.4 Bagan Sebuah Model Sistem

Sedangkan produksi adalah suatu kegiatan yang menghasilkan luaran dalam bentuk barang maupun jasa. Contoh: pabrik baterai memproduksi batu baterai, pembuatan minyak kelapa menghasilkan minyak goreng, tukang mie ayam membuat mie ayam, tukang pijet memberikan pelayanan jasa pijat atau urut kepada para pelanggannya dan lain sebagainya. Produksi adalah bidang yang terus berkembang selaras dengan perkembangan teknologi, di mana produksi memiliki suatu jalinan hubungan timbal balik dengan teknologi (Wikipedia, 2006)

Sistem produksi adalah suatu rangkaian kegiatan yang saling berhubungan secara teratur untuk menghasilkan suatu barang atau jasa. Sistem produksi merupakan pengolahan dan pembentukan sumberdaya alam melalui serangkaian tahap pemerosesan, sehingga menghasilkan bahan atau barang yang dapat memenuhi kebutuhan hidup. Konsep dasar sistem produksi adalah terjadinya suatu proses transformasi masukan menjadi luaran yang memiliki nilai tambah dan dapat dijual dengan harga kompetitif. Proses transformasi nilai tersebut dalam sistem produksi, secara garis besarnya melibatkan dua komponen sebagai berikut (Jogiyanto, 1990):

- 1) Komponen struktural bagian yang membentuk sistem produksi terdiri dari: bahan (material), mesin dan peralatan, tenaga kerja, dan lain-lain.
- 2) Komponen fungsional adalah berkaitan dengan manajemen dan organisasi.

2.6 Sistem Produksi Industri Rumah Tangga Pembuatan Minyak Kelapa

Industri rumah tangga merupakan salah satu kegiatan yang termasuk kelompok usaha berskala kecil, bersifat informal, umumnya berupa usaha yang dilakukan dalam rumah tangga di daerah pedesaan. Dalam aktivitasnya memanfaatkan teknologi sederhana yang bersifat tradisional dan tujuan usahanya berorientasi pada pemenuhan kebutuhan pasar lokal. Tenaga kerja yang terlibat kebanyakan mempekerjakan anggota keluarga (*family workers*) tetapi bukan berstatus sebagai buruh atau peng-usaha, sehingga mereka tidak memperoleh gaji (Fillaili, 2002). Menurut Dewayanti (2004) bahwa, karakteristik industri rumah tangga adalah sebagai berikut:

- 1) Sangat tergantung pada sumber daya alam sebagai bahan baku utama.

- 2) Sistem produksi keluarga yang melibatkan anggota keluarga.
- 3) Penggunaan teknologi sederhana yang bersifat tradisional.
- 4) Modal usaha relatif kecil dan tidak dikelola secara khusus
- 5) Jangkauan pemasaran hasil produksi masih terbatas dan tergantung pada kebutuhan pasar lokal.

Ditinjau dari sudut ergonomi, dalam sistem produksi industri rumah tangga, terdapat banyak risiko kerja yang dapat mengancam kesehatan dan keselamatan para pekerja. Hal ini sesuai dengan pendapat yang dikemukakan oleh Mikhew dalam Effendi (2002), bahwa industri kecil di pedesaan yang bersifat informal, secara umum memiliki kondisi sebagai berikut:

- 1) Timbulnya risiko bahaya pekerjaan yang tinggi.
- 2) Keterbatasan sumber daya manusia dalam mengubah lingkungan kerja dan menentukan tentang pelayanan kesehatan kerja yang adekuat.
- 3) Rendahnya kesadaran terhadap faktor-faktor kesehatan kerja.
- 4) Kondisi pekerjaan tidak ergonomis, kerja fisik berat dan jam kerja panjang.
- 5) Anggota keluarga sering kali terpajan bahaya-bahaya akibat pekerjaan.
- 6) Masalah perlindungan lingkungan tidak terpecahkan dengan baik.
- 7) Kurangnya pemeliharaan kesehatan, jaminan keamanan, sosial (asuransi kesehatan) dan fasilitas kesejahteraan.

Dari penjelasan tersebut, maka pembuatan minyak kelapa merupakan suatu sistem produksi atau suatu rangkaian tahap pengolahan buah kelapa sebagai masukan

menjadi produk minyak kelapa sebagai luaran yang memiliki nilai tambah. Dikerjakan sebagai usaha dalam suatu rumah tangga secara tradisional. Dalam usaha tersebut juga banyak hal yang berpotensi mempengaruhi kinerja mereka.

Salah satu contoh, sistem produksi minyak kelapa tradisional, seperti yang terdapat di Kecamatan Dawan, Klungkung. Kegiatan tersebut merupakan usaha yang diwariskan oleh nenek moyangnya yang diterima secara turun-temurun dan sampai sekarang masih bertahan. Dalam mengerjakan usaha tersebut dominan masih menerapkan sistem produksi lama yang bersifat tradisional. Hal tersebut dapat dilihat pada komponen struktural dari sistem produksinya berikut ini (Arimbawa, 2007):

- 1) Bahan baku yang digunakan berupa buah kelapa jenis kelapa dalam atau *Cocos nucifera*, yaitu buah kelapa yang dihasilkan oleh salah satu jenis tumbuhan tropis dan pohonnya dapat mencapai ketinggian 30 m (lihat lampiran 1)
- 2) Tenaga kerja yang masih aktif mengerjakan usaha ini sebanyak 61 orang dan kebanyakan dikerjakan oleh para wanita, usia antara 24 tahun sampai 50 tahun dan berpendidikan Sekolah Dasar sampai dengan Sekolah Menengah Pertama.
- 3) Tempat kerja yang digunakan untuk melakukan kegiatan membuat minyak kelapa tidaklah merupakan tempat khusus, tetapi mereka memanfaatkan dapur (*paon*) sebagai tempat kerja. Kondisi dapur yang digunakan kebanyakan tidak memenuhi kaidah ergonomi. Ketika memasak para pekerja terpapar panas dan polutan berupa asap yang berasal dari kayu bakar. Temperatur ruangan dapur tercatat suhu basah 24,58°C, suhu kering 27,16°C, dan kelembaban relatif 80,49 %. Kecepatan

an angin 0,17 m/detik. Temperatur tersebut masih termasuk daerah nyaman orang Indonesia, yaitu antara 22°C sampai dengan 28°C, suhu kering untuk kelembaban 70% sampai dengan 80 % (Manuaba, 1983b). Sirkulasi udara kurang lancar hal tersebut dapat diketahui dari hasil pengukuran kecepatan angin 0,17 meter/detik dan kurang lagi 0,03 m/detik dibandingkan dengan batas toleransi kecepatan angin yang direkomendasikan Grandjean (1998) sebesar 0,2 meter/detik. Kondisi dapur tersebut perlu diupayakan agar lebih nyaman dan aman. Hal ini sesuai dengan pendapat Manuaba (1986) bahwa dapur merupakan tempat beraktivitas para ibu-ibu selama berjam-jam dalam kesehariannya.

- 4) Peralatan kerja yang digunakan dalam pembuatan minyak kelapa seperti: *pangesan* (alat pengupas sabut), *panyeluhan* (alat pencongkel daging kelapa), alat pamarut kelapa (sekarang sudah banyak digantikan dengan mesin pamarut kelapa, semenjak listrik masuk desa), saringan, panci, wajan, dan tungku (*jalikan*) bahan bakar kayu.
- 5) Modal yang digunakan dalam menggerakkan usaha ini relatif kecil semampunya dan dikelola tidak secara khusus untuk usaha tersebut. Selama ini, mereka belum pernah mendapat bantuan dari pemerintah atau memakai kredit dari bank.

Dari paparan komponen struktural tersebut, jika ditinjau dari sudut ergonomi, tampak banyak masalah yang dihadapi oleh para pekerja dalam menjalankan tugasnya. Hal ini sesuai dengan pendapat Manuaba (1983a) bahwa pada umumnya masalah-masalah yang dihadapi dalam industri kecil di Indonesia adalah terkait dengan beberapa aspek industri, seperti aspek-aspek: permodalan, bahan ba-

ku, desain peralatan kerja, manajemen dan organisasi, keterampilan tenaga kerja, pemasaran dan tata cara kerja yang ergonomis.

Sedangkan mengenai komponen fungsional, umumnya usaha tersebut dilakukan sendiri (*self employed workers*), mulai dari penyiapan bahan baku, pemerosesan sampai pada pemasaran. Jadi secara umum usaha tersebut belum memiliki bentuk organisasi yang mampu menghadapi perubahan peradaban dengan cepat, karena struktur organisasi internalnya masih sederhana dan tidak memiliki pembagian tugas yang jelas serta penampilan hasil atau kinerja mereka masih relatif rendah.

2.7 Pengertian Kinerja

Kata kinerja (*performance*) berarti penampilan hasil atau prestasi dari suatu kerja atau kemampuan kerja (Kridalaksana, 1994). Pada fungsi-fungsi tertentu kemampuan kerja seseorang, baik sebagai individu maupun sebagai anggota organisasi pada periode tertentu dan hasilnya dapat dinikmati sendiri maupun secara kelompok. Menurut Bernardin dan Russell (1993) bahwa kinerja adalah catatan hasil kerja atau *out come* yang dicapai dari fungsi suatu pekerjaan atau kegiatan tertentu selama periode tertentu (*the record of outcome produced on a specified job function or activity during specified time period*). Dalam penjelasan lebih lanjut ditambahkan pula bahwa kinerja seorang pekerja sangat tergantung pada kemampuan, usaha kerja dan kesempatan kerja. Sedangkan menurut Tiffin dan Mc. Cormick (dalam Srimulyo, 1999) kinerja merupakan hasil interaksi yang kompleks dan agregasi kinerja sejumlah individu dalam organisasi yang dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik bersifat internal maupun eksternal atau fisik dan non fisik dari pekerja. Berbagai kondisi lingkungan fisik sangat mempengaruhi kondisi pekerja dalam bekerja. Selain itu, kondisi lingkungan fisik juga akan mempenga-

ruhi berfungsinya faktor lingkungan non fisik. Oleh sebab itu, kinerja berkaitan dengan variabel individual dan situasional. Variabel individual mencakup sikap, karakteristik kepribadian, karakteristik fisik, motivasi, pendidikan, dan pengalaman kerja. Sedangkan variabel situasional terdiri dari *physical and job variabel*, di antaranya metode kerja, ruang, susunan kerja, desain peralatan kerja dan sebagainya (Mangkuprawira, 2003).

Dalam upaya peningkatan kinerja atau *performance* seorang pekerja yang optimal, maka perlu dipertimbangkan mengenai: (1) *potential performance*, yaitu kekuatan atau daya yang dimiliki pekerja dan (2) *actual performance* yang merupakan tingkatan prestasi kerja yang nyata sebagai luaran (*out put*). Menurut Vroom (dalam As'ad, 1991), bahwa sejauh mana tingkat keberhasilan (*level of performance*) seseorang dalam menyelesaikan pekerjaannya dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor internal dan eksternal. Oleh sebab itu, menurut Manuaba (1998), faktor-faktor penentu tersebut perlu diserasikan antara alat, cara dan lingkungan kerja dengan kemampuan, kebolehan dan keterbatasan manusia, sehingga pekerja dapat bekerja dengan lebih baik dan memberi hasil yang maksimal. Salah satu upaya yang mutlak dilakukan adalah dengan mengimplementasikan ergonomi. Misalnya dengan redesain peralatan kerja secara ergonomis.

Sehubungan dengan peningkatan kinerja sebagai akibat dari perubahan variabel situasional yang berpengaruh terhadap variabel individual, maka peningkatan kinerja pembuat minyak kelapa akibat redesain peralatan kerja secara ergonomis dapat diukur berdasarkan beberapa indikator seperti: (1) penurunan keluhan kerja yang diukur dari penurunan: beban kerja, keluhan muskuloskeletal dan kelelahan serta (2) peningkatan produktivitas kerja.

2.7.1 Keluhan Kerja

Keluhan kerja yang dimaksudkan adalah ungkapan perasaan yang dirasakan oleh seorang pekerja dalam melakukan pekerjaan, seperti: beban kerja, keluhan muskuloskeletal dan kelelahan. Ketiga hal tersebut merupakan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi tingkat kinerja (*level of performance*) seorang pekerja dalam menjalankan tugasnya (Mangkuprawira, 2003). Oleh sebab itu, maka dalam penelitian ini ketiga hal tersebut dipakai sebagai indikator kinerja.

a. Beban Kerja

Beban kerja atau *work load* adalah merupakan salah satu komponen dari daya kerja atau kinerja, yaitu beban kerja, kapasitas kerja dan lingkungan. Ketiga komponen tersebut perlu diserasikan untuk memperoleh derajat kesehatan kerja yang optimal dan peningkatan produktivitas (Tresnaningsih, 2004). Sedangkan kesehatan kerja adalah upaya untuk mempersiapkan, memelihara serta tindakan lainnya dalam memperdayakan tenaga kerja dengan kesehatan baik fisik, mental maupun sosial yang maksimal, sehingga dapat berproduksi secara optimal (Dainur, 1999).

Dalam usaha menyelesaikan suatu rentetan pekerjaan selalu akan berhadapan dengan berbagai beban kerja; baik ringan, sedang atau berat. Beban ini muncul di tempat kerja akibat terjadinya interaksi antar manusia dengan peralatan kerja atau dengan kondisi lingkungan (Budiono, 1992). Dalam interaksi tersebut, pekerja memiliki kemampuan, kebolehan yang maksimal sekaligus merupakan keterbatasan dan tergantung pada masing-masing individu. Hal ini disebabkan setiap pekerja memiliki kondisi yang berbeda dengan pekerja yang lainnya dan sangat tergantung pada: keterampilan, keserasian, keadaan gizi, ukuran tubuh, usia dan jenis kelamin.

Dari paparan tersebut, maka dalam upaya peningkatan kinerja seorang pekerja faktor beban kerja perlu dise-

suaikan dengan kondisi pekerjaanya, sehingga tidak menimbulkan dampak buruk (Depkes RI, 2006a). Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan redesain peralatan kerja secara ergonomis.

Beban kerja yang dihadapi oleh pekerja dapat berupa beban fisik, mental, sosial atau lingkungan. Beban kerja yang terkait dengan fisik mencakup: *external load* atau *stressor* dan *internal load* atau *functional load* (*strain*) (Adiputra, 1998).

- 1) *External load* atau *stressor*; merupakan beban kerja yang berasal dari pekerjaan yang sedang dilakukan dan mempunyai ciri khusus yang berlaku untuk semua orang dan meliputi tugas, organisasi dan lingkungan.
- 2) *Internal load* atau *functional load* (*strain*) merupakan reaksi tubuh seseorang terhadap suatu beban kerja yang berasal dari dalam tubuh pekerja yang berkaitan dengan harapan, keinginan, kepuasan, penghargaan dan sebagainya.

Terkait dengan hal tersebut, terdapat dua kriteria penilaian secara: (1) objektif; penilaian yang meliputi reaksi fisiologis, psikologis dan perubahan perilaku seseorang dan (2) subjektif penilaian berdasarkan pengalaman pribadinya, seperti: beban kerja yang dirasakan sebagai kelelahan yang mengganggu aktivitas kerja, keluhan rasa sakit, senang atau pengalaman lain yang dirasakan.

Menurut Rodahl (1989) beban kerja fisik yang terpapar pada tenaga kerja dapat diukur secara objektif dengan cara:

- 1) Pengukuran secara langsung dilakukan dengan mengukur kebutuhan energi yang diperlukan untuk melaksanakan suatu pekerjaan atau mengukur konsumsi oksigen oleh tubuh, suhu inti tubuh dan sebagainya. Pengukuran dengan cara

langsung merupakan cara yang lebih akurat, tetapi hanya bisa untuk mengukur pada periode tertentu saja (biasanya hanya beberapa menit), sehingga tidak bisa dipakai untuk menggambarkan operasi kerja secara umum atau sepanjang hari.

- 2) Pengukuran secara tidak langsung dapat dilakukan dengan merekam denyut nadi selama kerja. Pengukuran dengan cara tersebut, ternyata lebih banyak digunakan dalam penelitian karena: (a) perekaman denyut nadi dapat dilaksanakan terus menerus selama bekerja; (b) memungkinkan mendapatkan respon denyut nadi karena pengaruh pekerjaan secara individu; dan (c) pencatatan waktu dapat lebih mudah sesuai dengan aktivitas kerja pada setiap pekerja.

Denyut nadi dapat dipakai sebagai tolok ukur kondisi beban kerja, karena denyut nadi merupakan frekuensi irama denyut atau detak jantung. Frekuensi denyut nadi pada umumnya sama dengan frekuensi denyut jantung. Menurut Rodahl (1989) bahwa perubahan rerata denyut nadi berhubungan linier dengan pengambilan oksigen. Oleh sebab itu, penilaian beban kerja secara objektif dapat dilakukan dengan cara mengukur denyut nadi pada saat pekerjaan berlangsung. Karena cara tersebut dapat memberikan indikasi tentang aktivitas dalam sel, jika aktivitas tubuh mengalami peningkatan beban dari biasanya, maka denyut nadi juga meningkat (Grandjean, 1998). Terkait dengan hal tersebut, ada beberapa kategori beban kerja seperti pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1
Kategori Beban Kerja Berdasarkan Denyut Nadi Kerja

No	Rentang (denyut per menit)	Kategori beban kerja
	60 — 75	Sangat ringan = Istirahat

75 — 100	Ringan
100 — 125	Sedang
125 — 150	Berat
150 — 175	Sangat berat
175 <	Ekstrim

Sumber: Grandjean, 1998

Cara untuk mengetahui denyut nadi dapat dilakukan dengan dipalpasi atau diraba pada permukaan kulit di tempat-tempat tertentu, misalnya: (a) pada pergelangan tangan di bagian depan sebelah atas pangkal ibu jari (*arteri radialis*); (b) pada leher sebelah kiri atau kanan di depan otot *sterno cleido mastoideus* (*arteri carotlis*); (c) pada dada sebelah kiri, tepat di *apex* jantung; (d) pada pelipis (*arteri tempieralis*). Cara menghitung denyut nadi secara manual dengan teknik palpasi dapat dilakukan dengan cara: (a) denyut nadi dihitung selama 6 detik; hasilnya dikalikan 10; (b) denyut nadi dihitung selama 10 detik; hasilnya dikalikan 6; (c) denyut nadi dihitung selama 15 detik; hasilnya dikalikan 4; dan (d) denyut nadi dihitung selama 30 detik; hasilnya dikalikan 2. Cara lain pengukuran denyut nadi dapat dilakukan dengan menggunakan alat yang disebut *pulse monitor* atau *pulse-meter*, yaitu alat elektronik yang dapat digunakan untuk mengukur frekuensi nadi setiap menit (Depdiknas, 2004). Denyut nadi yang perlu diketahui terkait dengan beban kerja adalah sebagai berikut:

- 1) Denyut nadi istirahat atau denyut nadi pada waktu tidak bekerja. Disebut sebagai denyut nadi istirahat, karena pengukuran dilakukan pada subjek dalam keadaan istirahat. Pada orang dewasa normal, denyut nadi saat istirahat berkisar antara 60-80 denyut/menit (Depdiknas, 2004). Cara pengukuran dilakukan tiga kali berturut-turut dengan tujuan untuk mendapatkan hasil yang lebih konstan. Subjek yang akan diukur diusahakan dalam keadaan tenang. Pada saat dilakukan *palpasi*, po-

sisi subjek boleh duduk, berdiri atau dalam posisi terlentang (Andersen, 1978; Adiputra, 2002). Dalam suatu penelitian yang memakai denyut nadi sebagai salah satu indikator beban kerja, maka denyut nadi istirahat dianggap sebagai kondisi yang menggambarkan kondisi awal subjek (Adiputra, 2002).

- 2) Nadi kerja (nadi saat kerja fisik) yaitu denyut nadi yang diukur pada saat subjek sedang melaksanakan pekerjaan. Kecepatan denyut nadi yang terjadi saat bekerja adalah sebagai akibat dari kecepatan dari metabolisme dalam tubuh (Grandjean, 1998; Adiputra, 2002). Penghitungan denyut nadi kerja dilaksanakan selama kerja, jika alat untuk mengukur memungkinkan, tetapi jika tidak bisa dilakukan penghitungan setiap lima menit sejak mulai sampai akhir kerja, maka penghitungan dapat juga dilakukan setiap 30 menit atau bahkan setiap satu jam kerja tergantung dari jenis pekerjaan. Penghitungan dengan metode sepuluh denyut (*ten pulses method*) (*stopwatch* ditekan *start* saat denyutan satu dan ditekan *stop* pada denyutan kesebelas) dapat dilakukan pada akhir bekerja dan metode ini lazim dipakai untuk menggambarkan denyut nadi kerja. (Astrand and Rodahl, 1986; Adiputra, 2002).
- 3) Denyut nadi pemulihan atau *recovery heart rate* yaitu denyut nadi yang dialami saat pekerja selesai melaksanakan pekerjaannya. Beban kerja yang diterima pekerja saat bekerja dapat pula diketahui dengan mengukur denyut nadi pemulihan. Ketika mulai berhenti bekerja, maka saat itu denyut nadi akan mulai mengalami penurunan denyut nadinya sampai kembali ke kondisi awal

(sebelum bekerja) kondisi denyut nadi tersebut disebut nadi pemulihan (Grandjean, 1998; Adiputra, 2002). Denyut nadi pemulihan biasanya diukur satu menit setelah pekerjaan dihentikan, kemudian dilanjutkan lagi pada menit kedua, ketiga, keempat dan kelima. Denyut nadi pemulihan memberikan fakta tentang perubahan metabolisme tubuh dari keadaan aktif ke kondisi istirahat (Kilbom, 1990; Adiputra, 2002)

b. Keluhan Muskuloskeletal

Sistem muskuloskeletal adalah sistem penunjang bentuk dan gerakan tubuh. Sistem ini terdiri dari tulang, sendi, otot rangka, *tendo*, *ligament*, *bursae*, dan jaringan khusus yang menghubungkan struktur tersebut (Depkes RI, 2006a). Sedangkan otot rangka adalah sistem otot yang melekat pada tulang, tersusun dari otot-otot serat lintang yang gerakannya dapat diatur (*volunter*) (Ganong, 2001) dan menurut Tjandra (1988) bahwa otot rangka secara umum memiliki fungsi sebagai berikut:

- 1) Menyelenggarakan gerakan bagian-bagian tubuh atau berjalan (*movement*).
- 2) Mempertahankan sikap tertentu, karena adanya kontraksi otot secara lokal yang memungkinkan sikap berdiri, duduk jongkok dan lainnya.
- 3) Menghasilkan panas, karena adanya proses kimia dalam otot yang digunakan untuk mempertahankan suhu tubuh. Otot memiliki salah satu peran utama dalam aktivitas manusia, yaitu berperan dalam sistem metabolisme yang diperlukan untuk menyediakan kebutuhan energi.

Sedangkan postur tubuh atau sikap tubuh dalam kaitan dengan ergonomi adalah orientasi postur tubuh manusia saat beraktivitas atau berinteraksi dengan peralatan kerja. Dari beberapa penelitian yang dilakukan oleh para

pakar fisiologi kerja ditemukan bahwa metode kerja yang dapat mengakibatkan sikap kerja yang tidak alami, seperti sikap kerja statis dalam waktu lama, gerakan memutar dan menunduk yang berulang dapat mengakibatkan gangguan pada otot rangka (*musculoskeletal disorder*) (Hales and Bernard 1996). Menurut Manuaba (1992b), bahwa akibat dari posisi tubuh yang salah atau tidak alamiah, jelas akan mengurangi produktivitas seseorang, karena di satu pihak ada sejumlah tenaga yang harus dikeluarkan untuk menanggung beban tambahan yang tidak perlu, sedang di lain pihak tidak mampu mengarahkan kemampuannya secara optimal untuk melakukan sikap kerja yang tidak alamiah. Dalam usaha mempertahankan suatu orientasi tubuh pada selang waktu tertentu atau menahan gaya dari luar tubuh, khususnya terhadap gaya gravitasi bumi, maka fungsi otot dan rangka adalah sangat penting (Pheasant, 1991).

Otot dalam ergonomi dibedakan menjadi dua tipe kerja, dengan tujuan untuk mengevaluasi tuntutan kerja fisik yang sesungguhnya yaitu:

- 1) Kerja otot dinamis melibatkan kontraksi dan relaksasi ritmik elastisitas dari otot, contoh: memutar sebuah *handwheel* untuk membuka katup. Tekanan alternatif dan relaksasi memungkinkan banyak darah disalurkan melalui otot dibandingkan tubuh sedang istirahat. Sehingga baik oksigen yang diperlukan maupun sisa metabolisme yang dibuang menjadi efektif. Ciri sistem kerja otot dinamis adalah terjadi pergantian gerak yang berirama antara *contraction* (pengerutan) dan *extension* (perpanjangan), *tension* (ketegangan) dan *relaxation* (istirahat). Selama gerakan otot dinamis, otot-otot akan bekerja sebagai pompa untuk membantu peredaran darah. Pada saat terjadi pemampatan, darah tertekan keluar dari otot, sedangkan

pada saat istirahat terjadi aliran darah segar ke dalam otot. Otot dalam keadaan gerak dinamis terjadi proses pemasukan darah segar dan menahan gula yang kaya energi dan oksigen ke dalam otot, selanjutnya membuang zat-zat hara atau sisa yang tidak berguna. Dalam keadaan bergerak dinamis otot menerima 10-20 kali darah lebih banyak dari pada dalam keadaan istirahat.

- 2) Kerja otot statis: ditandai dengan suatu gerakan pengerutan atau kontraksi (*contraction*) dalam waktu yang relatif lama, membatasi darah mengalir ke jaringan otot. Baik oksigen yang dibutuhkan maupun sisa metabolisme yang dibuang menjadi tidak efektif. Secara umum otot dikatakan dalam keadaan gerakan statis jika: (a) gerakan berat berlangsung selama 10 detik atau lebih (b) gerakan sedang berlangsung terus-menerus selama 1 menit atau lebih (c) gerakan ringan bertahan selama 4 menit atau lebih.

Apabila terjadi gerakan otot statis yang cukup lama, maka akan terjadi suplai glukosa dan oksigen berkurang serta kebanyakan tergantung pada persediaan yang ada di dalam otot itu sendiri (Dul and Weerdmeester, 1993). Keadaan ini sangat merugikan, karena hasil sisa metabolisme tidak diangkut keluar dan menumpuk di dalam otot yang berakibat otot menjadi lelah dan timbul rasa nyeri (Depkes RI, 2006b). Seperti: memegang sebuah kotak dengan postur statis dan menekan pada bagian tertentu untuk menjaga posisi. Besarnya otot yang mengalami muatan statis akan cepat menghabiskan cadangan ATP dan kreatin pospat, sehingga jenis aktivitas ini tidak akan berlangsung lama. Otot-otot yang mengalami sakit akan menimbulkan sisa pembakaran termasuk asam laktat dan berakumulasi pada jaringan otot. Jadi dibandingkan dengan kerja dinamis,

kerja statis akan memerlukan waktu istirahat yang lebih lama (Bridger, 1995; Grandjean, 1998).

Gerakan atau kerja statis sering disebabkan oleh sikap paksa yaitu sikap tubuh, kepala, kaki dan tangan bekerja dalam posisi tidak alamiah. Sebenarnya sistem kerja otot diusahakan untuk memperlakukan secara wajar, sebab sikap kerja yang tidak alami dapat menimbulkan kontraksi otot secara statis pada sebagian besar otot tubuh manusia (Nala, 1986). Beberapa sikap tubuh yang tidak alami dalam melakukan pekerjaan dan didukung gerakan otot statis dengan ketentuan sebagai berikut:

- 1) Pekerjaan membungkuk, condong ke depan (*inklinasi*) atau ke samping
- 2) Menjinjing barang dengan lengan dalam waktu yang relatif lama
- 3) Pekerjaan yang memerlukan posisi tangan terlentang secara horisontal.
- 4) Memiringkan kepala terlalu ke depan atau ke belakang.
- 5) Mengangkat bahu terlalu lama
- 6) Berdiri pada satu tempat dalam jangka waktu yang terlalu lama

Menurut Grandjean (1998), bahwa berdiri pada satu tempat dan tidak Bergeraknya sendi pada kaki, lutut dan pinggul dalam jangka waktu yang terlalu lama serta memanfaatkan sedikit tenaga (berkisar di bawah 15 % dari tenaga maksimum) merupakan sikap kerja yang tidak alamiah. Sikap kerja ini dapat mengakibatkan rasa nyeri atau sakit dan melelahkan. Timbulnya keluhan tersebut, selain disebabkan oleh kerja otot statis, juga disebabkan oleh meningkatnya tekanan *hidrostatik* darah vena kaki dan sirkulasi *lymph*a pada tungkai bagian bawah.

Sikap yang tidak alamiah selama bekerja dapat menyebabkan terjadinya ketegangan kronis pada otot dan

tendo daerah tengkuk (misalnya menundukan kepala dalam waktu yang lama). Ligamen menjadi sangat regang, otot menjadi lelah, sendi leher dan saraf tertekan. Sikap statis ini dapat menimbulkan bantalan tulang rawan atau diskus dan sendi pada leher sering mengalami perubahan degeneratif dan radang yang prevalensinya meningkat sesuai umur. Postur tubuh yang kurang tepat menyebabkan lengkung tulang belakang tidak berada dalam satu garis lurus sehingga mudah cedera dan menimbulkan kelainan prematur pada diskus (Depkes RI., 2006d).

Dalam beraktivitas tubuh sering mengalami keluhan-keluhan pada sistem muskuloskeletal sebagai dampak bekerja pada kondisi kerja yang kurang sehat, seperti: sikap kerja buruk atau tidak alamiah dan dilakukan dalam waktu yang relatif lama, desain peralatan kerja yang tidak ergonomis, kurang pengetahuan tentang pengorganisasian pekerjaan dan variasi kerja (Chavalitsakulchai and Shahnava, 1993). Pada kenyataannya di masyarakat faktor ini sering kurang mendapat perhatian. Mereka asal bekerja yang penting dapat imbalan, pada hal faktor ini sangat berpengaruh dan menentukan tingkat kinerja seseorang.

Menurut Kuntoro (2002), bahwa gejala klinis yang timbul dari keluhan muskuloskeletal, seperti rasa sakit pada otot-otot dan tulang. Apabila mengalami keluhan pada sistem muskuloskeletal, maka kemungkinan akan diikuti dengan kerusakan jaringan dan berakibat perangsangan terhadap *reseptor* nyeri yang berlanjut menjadi proses peradangan (Ndraha, 2004; Melhorn, 1996). Tanda-tanda keluhan sistem muskuloskeletal dapat diketahui dari beberapa gejala berupa: nyeri, pembengkakan, kerusakan jaringan kolagen dan jaringan lunak, gangguan stabilitas sendi karena kerusakan struktur stabilitator. Cohen (dalam Susila, 2002) menyatakan bahwa keluhan terjadi pada sistem muskuloskeletal meliputi: (a) tulang-tulang yang me-

rupakan struktur penyangga tubuh; (b) jaringan otot yang dapat berkontraksi sehingga menimbulkan gerakan; (c) *tendo* yang merupakan jaringan penghubung otot dengan tulang; (d) *ligamen* yang merupakan jaringan penghubung tulang dengan tulang; (e) *kartilago* (tulang rawan) yang berfungsi sebagai bantalan sendi; (f) saraf yang merupakan sistem komunikasi antar otot, *tendo* dan jaringan lainnya dengan otak; dan (g) pembuluh darah yang berfungsi sebagai organ transportasi nutrisi ke seluruh jaringan tubuh melalui darah dan ke organ pembuangan.

Dalam penelitian secara subjektif untuk memperoleh data keluhan tersebut, dapat dilakukan dengan pendataan menggunakan kuesioner *Nordic Body Map* (Corlett, 1992) (lihat Lampiran 2). Pengukuran dilaksanakan pada saat sebelum dan sesudah melakukan kerja. Prosedur menggunakan *mapping* untuk menilai keluhan otot skeletal tersebut dapat dilakukan pada interval selama jam kerja pada 4 skala *Likert*. Subjek ditanya mengenai bagian-bagian tubuh yang mengalami nyeri atau sakit.

Keluhan otot sesuai dengan *Nordic Body Map* dapat dibagi menjadi tiga bagian yaitu: bagian otot trunkus, bagian otot ekstremitas bagian atas (*upper extrimities*) dan bagian otot ekstremitas bagian bawah (*lower extrimities*).

- a) Bagian otot trunkus terdiri dari: leher bagian atas, leher bagian bawah, punggung, pinggang, bokong, pantat.
- b) Bagian otot ekstremitas bagian atas terdiri dari: bahu kiri/kanan, lengan atas kiri/kanan, siku kiri/kanan, lengan bawah kiri/kanan, pergelangan tangan kiri/ kanan, dan tangan kiri/kanan.
- c) Bagian otot ekstremitas bagian bawah terdiri dari: paha kiri/kanan, lutut kiri/ kanan, betis kiri/kanan, pergelangan kaki kiri/kanan, kaki kiri/kanan.

Keluhan pada leher bagian belakang (tengkuk atau kuduk). Nyeri dan rasa tidak nyaman pada tengkuk umum terjadi pada waktu kerja. Antara lain terjadi pada pekerja-an dengan beban yang berat, pekerjaan manual dengan posisi duduk terus menerus. Dalam suatu sikap yang statis pembuluh darah dapat tertekan, sehingga aliran darah dalam otot menjadi berkurang yang berakibat berkurangnya glukosa dan oksigen dari darah dan harus menggunakan cadangan yang ada. Selain itu sisa metabolisme tidak di-angkut keluar dan menumpuk dalam otot yang berakibat otot menjadi lelah dan nyeri (Depkes RI., 2006c, Taslim, 2001).

Nyeri atau sakit pada punggung banyak disebabkan oleh postur tubuh yang buruk selama bertahun-tahun, sehingga mengakibatkan kelainan pada otot dan *diskus*, bahkan bisa berakibat nyeri punggung. Kasus nyeri tulang punggung juga dapat disebabkan karena buruknya kelen-turan (*tonus*) otot, karena kurang berolahraga. Otot yang lemah, terutama pada daerah perut, tentu tidak mampu menyokong punggung secara maksimal (Ahmad, 2004; Caninews, 2006).

Nyeri pada pinggang bawah atau *low back pain* adalah salah satu gangguan yang terjadi pada pinggang. Salah satu karakter dari penderita *low back pain* adalah penderita merasakan sakit yang kronis pada bagian lumbal. Penyebab keluhan ini merupakan akumulasi dari penggunaan pinggang yang berlebihan atau ekstrim (Onishi, 1991). Rasa nyeri ini dapat menjalar ke kaki, terutama pada bagian sebelah belakang dan samping luar. Pada dasarnya nyeri pada pinggang bawah timbul karena terjadinya tekanan pada susunan syaraf tepi daerah pinggang (syaraf terjepit). Jepitan pada syaraf ini terjadi karena gangguan pada otot dan jaringan yang ada di sekitarnya. Menurut Syaifuddin (2003) dan Ahmad (2006), bahwa gangguan *low*

back pain dapat terjadi karena sikap tubuh yang buruk, seperti: sikap tubuh yang tidak rileks (tidak alami), duduk yang terlalu lama atau kesalahan sikap tubuh ketika mengangkat atau mengangkat beban yang terlalu berat dan sebagainya.

c. Kelelahan

Menurut Ganong (2001) kelelahan adalah reaksi fungsional dari pusat kesadaran, di korteks serebri, yang dipengaruhi oleh dua sistem antagonik, yaitu sistem penghambat (inhibisi) dan sistem penggerak (aktivasi). Sistem penghambat terdapat dalam talamus yang mampu menurunkan reaksi manusia dan cenderung menyebabkan lelah dan mengantuk, sedangkan sistem penggerak terdapat pada formasio retikularis yang dapat merangsang pusat-pusat vegetatif untuk bekerja. Keadaan seseorang sangat dipengaruhi oleh kedua sistem ini. Apabila sistem penghambat lebih kuat, maka tubuh akan mengalami keadaan kelelahan. Sebaliknya, apabila sistem aktivasi lebih kuat maka tubuh akan terasa segar untuk bekerja (Grandjean, 1998).

Munculnya kelelahan secara ergonomis disebabkan oleh pekerjaan yang monoton, peralatan kerja yang tidak ergonomis, kerja fisik yang berat, rentang waktu pekerjaan terlalu lama, iklim yang buruk, masalah mental, adanya penyakit, rasa sakit waktu bekerja dan kurang energi (Manuaba, 1983b). Kelelahan kerja dapat dibedakan menjadi tiga (Depkes RI., 2006b), yaitu sebagai berikut: (a) Kelelahan fisik dapat diakibatkan kerja yang berlebihan. Kondisi ini kemungkinan dapat dipulihkan performanya seperti semula dengan istirahat dan tidur yang cukup. (b) Kelelahan yang patologis. Kelelahan ini biasanya terganggu dengan penyakit yang diderita, muncul secara tiba-tiba dan gejalanya berat. (c) Psikologis dan *emotional fatigue*.

Ditinjau dari sudut fisiologi kelelahan otot, merupakan keadaan di mana otot mengalami gerakan atau aksi

(tekanan, ketegangan dan tarikan) yang berlebihan dalam waktu relatif lama. Hal ini terlihat pada beberapa gejala tremor otot, penurunan tenaga, gerak otot yang lambat dan koordinasi otot menurun. Penyebab kelelahan otot dimungkinkan karena sikap kerja yang statis, sehingga aliran darah ke otot terhambat, suplai oksigen, glukosa menurun, dan terjadi penumpukan sisa metabolisme (Manuaba, 1983a; Guyton, 1995).

Tingkat kelelahan berupa keluhan subjektif yang dialami oleh pekerja setelah melakukan pekerjaan diukur dengan menggunakan kuesioner *30 items of rating scale* (skala empat), seperti pada (lampiran 3). Kuesioner ini telah mendapat rekomendasi dari *Japan Association Industrial Health* (JAIH) berupa daftar pertanyaan tentang gejala-gejala yang berhubungan dengan kelelahan (Adiputra, 1998). Aplikasi kuesioner ini adalah dengan menanyakan kepada para pekerja yang telah selesai melakukan pekerjaannya. Jawaban yang diberikan bersifat subjektif dan diusahakan sesuai dengan yang dirasakannya. Jenis pertanyaan dikelompokkan menjadi tiga kelompok, yaitu: kelompok I (item 1-10) mengenai pelemahan aktivitas. Kelompok II (item 11- 20) mengenai penurunan motivasi, dan Kelompok III (item 21- 30) mengenai kelelahan fisik.

2.7.2 Produktivitas Kerja

Menurut Manuaba (1992b), produktivitas diartikan sebagai kemampuan mengubah masukan (*input*) dan menggunakan sumber daya untuk menghasilkan luaran (*output*) yang berupa barang atau jasa. Pendapat lain dikemukakan oleh Ravianto dalam Revida (2004) bahwa produktivitas dapat diketahui dengan pendekatan multidisiplin yang secara efektif merumuskan tujuan dan pelaksanaan dengan menggunakan sumber daya secara efisien namun tetap menjaga kualitas.

Pengertian produktivitas berkaitan erat dengan sistem produksi yaitu sistem pengelolaan dengan cara yang terorganisir mengenai tenaga kerja, modal atau kapital berupa mesin, peralatan kerja, bahan baku, bangunan, untuk mewujudkan barang atau jasa secara efektif dan efisien. Peningkatan produktivitas dapat dicapai dengan menekan sekecil-kecilnya segala biaya termasuk pemanfaatan sumber daya manusia dan meningkatkan luaran yang sebesar-besarnya (Manuaba, 1992a).

Jadi produktivitas mengandung upaya efisiensi dalam suatu rasio antara luaran dan masukan. Rasio *output* dan *input* dapat dipakai untuk mengetahui kondisi usaha yang dilakukan oleh manusia. Sebagai ukuran efisiensi, umumnya berbentuk luaran yang dihasilkan oleh aktivitas kerja dibagi dengan waktu kerja. Produktivitas akan bertambah bila ada penambahan secara proporsional dari nilai luaran per masukan. Bila *input* dalam keadaan konstan, sedang luaran yang dihasilkan terus bertambah, maka hal ini akan menunjukkan bahwa sumber-sumber efektif dan efisien (Kusriyanto, 1986). Menurut Sedarmayanti (1996) bahwa secara umum produktivitas mengandung pengertian perbandingan antara hasil yang dicapai (*output*) dengan keseluruhan sumber daya yang digunakan (*input*). Perbandingan ini mengalami perubahan dari waktu ke waktu karena dipengaruhi oleh: tata cara kerja, sikap kerja, peralatan kerja, lingkungan kerja, motivasi dan sebagainya. Menurut Greenberg dalam Sinungan (1987) bahwa produktivitas adalah perbandingan antara totalitas luaran pada waktu tertentu dibagi totalitas masukan selama periode tersebut. Dari beberapa penjelasan tersebut, maka dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$P = \frac{o}{i.t} \dots\dots\dots(2.1)$$

dimana:

O	= Keluaran	T	= Waktu Kerja
P	= Produktivitas	I	= Masukan

Dalam produktivitas kerja, secara garis besarnya terdapat dua faktor utama yaitu: (1) faktor teknis: yaitu faktor yang berhubungan dengan pemakaian dan penerapan peralatan atau teknologi dan lingkungan kerja dan (2) faktor manusia: faktor yang berpengaruh terhadap usaha yang dilakukan manusia di dalam menyelesaikan pekerjaan yang menjadi tugas dan tanggung jawabnya.

Berdasarkan paparan tersebut, maka dengan redesign peralatan kerja secara ergonomis diharapkan terjadi penurunan beban kerja, keluhan muskuloskeletal dan kelelahan. Sebab dengan kondisi kerja tersebut, maka akan mendorong peningkatan produktivitas dan secara tidak langsung sebagai indikasi terjadinya peningkatan kinerja para pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung. Hal ini sesuai dengan pendapat Vroom dalam As'ad (1991), bahwa tingkat keberhasilan yang ditunjukkan seorang pekerja dalam menyelesaikan pekerjaannya atau tingkat kinerja (*level of performance*) berbanding lurus dengan tingkat produktivitas seorang pekerja. Bila pekerja yang memiliki produktivitas tinggi, maka pekerja tersebut disebut memiliki *level of performance*-nya tinggi. Sebaliknya pekerja yang produktivitas rendah, maka mereka disebut memiliki *level of performance*-nya rendah.

2.8 Antropometri

Antropometri merupakan salah satu faktor yang perlu dipertimbangkan dalam redesign peralatan kerja secara ergonomis, sebagai upaya untuk memperoleh kondisi kerja yang enase (efektif, nyaman, aman, sehat, efisien) dan produktivitas kerja yang maksimal (Suma'mur,1995), tetapi kenyataan di masyarakat banyak peralatan yang tidak sesuai dengan antropometri tubuh penggunaanya, sehingga

berpotensi untuk menimbulkan risiko kerja. Hal ini sesuai dengan pendapat Manuaba (1998) bahwa banyak desain produk yang mutakhir, produktivitas tinggi, mutu produk bagus, tetapi kurang manusiawi, karena menimbulkan beban fisik atau mental bagi pemakainya. Salah satu tindakan adalah dengan mendesain ulang atau meredesain peralatan kerja dengan mengacu kepada antropometri tubuh penggunaanya (Syaifuddin, 2005).

Antropometri adalah cabang dari ilmu ergonomi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi dan karakteristik tertentu dari tubuh manusia seperti volume, titik berat, dimensi dan massa (Cormick and Sanders, 1993). Antropometri merupakan sistem pengukuran sifat fisik tubuh manusia, terutama mengenai dimensi ukuran dan bentuk tubuh manusia (Bhattacharjee and McGlothlin, 1996). Merupakan ukuran dan proporsi tubuh manusia yang mempunyai manfaat praktis untuk menentukan ukuran tempat duduk, meja kerja, jangkauan, genggam, ruang gerak dan batas-batas gerakan sendi dan sebagainya (Penero and Zelnik, 1979). Data antropometri sangat bermanfaat dalam mendesain peralatan kerja, tempat kerja atau produk fungsional lainnya. Sebab dengan pertimbangan ini akan dapat terhindar dari: (1) ketidaknyaman dalam beraktivitas; (2) munculnya kelelahan yang lebih cepat; (3) terjadinya risiko kesalahan lebih tinggi; (4) meningkatnya beban kerja; (5) energi yang diperlukan untuk kerja lebih tinggi; (6) gangguan pada sistem muskuloskeletal lebih tinggi; dan (7) menurunnya produktivitas (Sutajaya, 2006).

Antropometri dapat dibedakan menjadi dua sebagai berikut (Dewantara, 2002): (1) Antropometri statis berkaitan dengan pengukuran keadaan dan ciri-ciri fisik manusia dalam keadaan diam atau dalam posisi yang dibakukan. Data antropometri statis dapat berupa dimensi skeletal (dimensi antara titik pusat persendian, misalnya jarak an-

tara siku hingga pergelangan tangan), ataupun dimensi kontur tubuh (dimensi pada permukaan kulit, misalnya keliling lingkaran kepala). (2) Antropometri dinamis, pengukuran ini dilakukan untuk tubuh dalam keadaan bergerak saat melakukan suatu kegiatan. Dari kedua jenis antropometri tersebut, dalam mendesain sarana dan prasarana kerja atau produk fungsional lainnya, kebanyakan menggunakan data-data antropometri statis dengan berbagai variasi dimensi tubuh manusia, misalnya perbedaan dimensi tubuh antara pria dengan wanita atau antar suku bangsa.

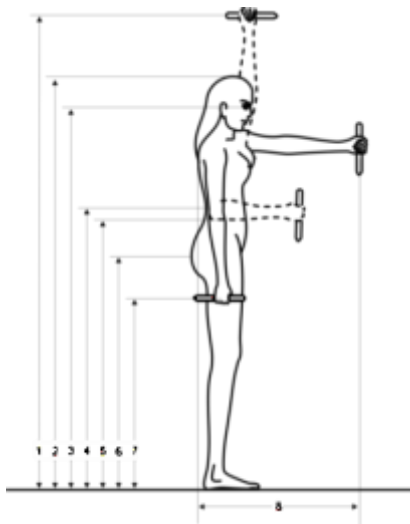
Dari hasil penelitian pada para pekerja pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan, Klungkung, dalam aktivitas produksi minyak kelapa dominan dilakukan oleh para wanita dengan posisi berdiri dan peralatan kerja yang digunakan tidak sesuai dengan antropometri tubuh pekerja, seperti: alat pengupas kelapa (*pangesan*), pencongkel daging kelapa (*panyeluhan*), tungku masak (*jalikan*), alat parut kelapa dan sebagainya (Arimbawa, 2007). Sehubungan hal tersebut, maka dalam redesain peralatan kerja, beberapa data antropometri yang perlu diukur untuk memperoleh kesesuaian dengan peralatan kerja yang digunakan adalah sebagai berikut (Sutajaya, 2006):

- 1) Tinggi siku. Ketentuan yang harus diperhatikan dalam pengukuran tinggi siku adalah sebagai berikut:
 - a) Diukur dari tempat berpijak sampai tepi bawah siku (lihat Gambar 2.5)
 - b) Ukuran standarnya (pada persentil 5) untuk pria 104,9 cm dan wanita 98,0 cm
 - c) Dimanfaatkan sebagai tinggi meja atau tinggi bidang kerja.
 - d) Jika tidak sesuai antara tinggi bidang kerja dengan tinggi siku maka lengan akan terangkat atau punggung akan membungkuk.

Menurut Grandjean (1998) bahwa untuk mendesain peralatan kerja untuk pekerjaan manual tinggi bidang kerja antara 10 -15 cm di bawah siku dan untuk pekerjaan yang memerlukan banyak usaha dan menggunakan berat badan, maka diperlukan bidang kerja antara 15 - 40 cm lebih rendah dari tinggi siku berdiri.

- 2) Jangkauan ke depan. Ketentuan pengukuran yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut:
 - a) Diukur dari belakang punggung sampai titik tengah tongkat yang dipegang (lihat Gambar 2.5)
 - b) Ukuran standar (pada persentil 5) adalah: untuk pria 75,4 cm dan wanita 67,6 cm.
 - c) Dimanfaatkan untuk menentukan jarak penempatan alat, bahan dan kontrol yang ada di depan tubuh.
 - d) Jika penempatan alat/bahan/kontrol tidak sesuai dengan jangkauan ke depan, maka akan terjadi sikap kerja yang tidak alamiah.

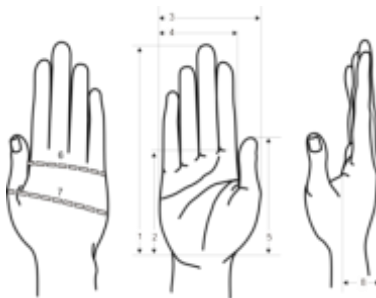
Jika merancang peralatan tangan yang digunakan dengan cara digenggam, maka dalam penggunaannya memerlukan gagang atau *grip*. Menurut syarat yang dikemukakan Dul and Weerdmeester (1993) bahwa, untuk menghindari timbulnya keluhan, seperti rasa nyeri atau sakit pada telapak tangan akibat penggunaan peralatan tangan, maka sebaiknya dirancang dengan diameter gagang ± 3 cm dan panjang ± 10 cm. Selain mengacu pada syarat tersebut, juga dibutuhkan penyesuaian dengan antropometri tangan penggunaannya pada persentil 5. Cara mengukur antropometri tangan, seperti disajikan pada Gambar 2.6.



- Keterangan:
1. Tinggi jangkauan ke atas.
 2. Tinggi tubuh
 3. Tinggi mata
 4. Tinggi pinggang.
 5. Tinggi siku.
 6. Panjang tungkai bawah
 7. Tinggi genggam
 8. Jangkauan ke depan.

Sumber: Sutjana, 2000

Gambar 2.5 Cara Mengukur Antropometri pada Posisi Berdiri



- Keterangan:
1. Panjang tangan
 2. Panjang telapak tangan
 3. Lebar tangan sampai ibu jari
 4. Lebar tangan sampai metakarpal
 5. Jarak antara pergelangan tangan ke ujung jari.
 6. Lingkaran tangan sampai telunjuk
 7. Lingkaran tangan sampai ibu jari
- Ketebalan tangan pada metakarpal

Sumber: Sutjana, 2000

Gambar 2.6 Cara Mengukur Antropometri Tangan

2.9 Lingkungan Kerja

Pada hakekatnya bekerja ditinjau dari sudut ergonomi merupakan penyesuaian lingkungan fisik dengan kondisi tubuh manusia untuk menurunkan beban kerja yang

akan dihadapi (Tresnaningsih, 2004) atau upaya untuk penyerasian kebolehan, keterbatasan dan kemampuan dengan lingkungan kerja. Bila kondisi lingkungan kerja buruk dan tidak diantisipasi dengan baik akan menjadi beban tambahan atau bahaya yang dapat mengancam pekerja (Manuaba,1998).Bahaya potensial faktor fisik seperti: mikroklimat ruangan yang ditentukan oleh lima komponen, yaitu suhu udara, suhu permukaan lingkungan, kelembaban udara, gerakan udara, dan kualitas udara (Manuaba, 1993). Dalam penelitian ini yang diukur adalah mengenai suhu udara yang mencakup suhu basah, suhu kering ruang kerja yang dirasakan para pekerja dalam satuan derajat Celcius (°C) yang diukur setiap jam pada waktu kerja dengan sling termometer. Kelembaban relatif adalah kadar uap air di udara, ditentukan dengan nilai suhu basah/kering dan kecepatan angin adalah hembusan angin yang dirasakan para pekerja dalam satuan meter per detik yang diukur dengan anemometer.

Lingkungan dengan suhu tinggi dan melebihi batas maksimal kemampuan tubuh manusia untuk mempertahankan *homeostatis* akan dapat menimbulkan keluhan dan penyakit yang kronik. Menurut Manuaba (1993), bahwa daerah nyaman untuk orang Indonesia adalah dengan suhu kering berkisar antara 22-28°C dan kelembaban berkisar antara 70-80% atau sesuai dengan batas panas-dingin yang disarankan untuk kerja harian seperti terlihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2
Batas Panas-Dingin yang Disarankan untuk Kerja Harian

Batas suhu efektif °C	Suhu udara pada 50% Kelembaban Relatif °C	Contoh
26 - 28	30,5 - 33	Kerja berat: Jalan dengan beban 30 kg/jam
29 - 31	34 - 37	Kerja agak berat: Jalan dengan

Sumber: Widarto, 1990.

Bagi pekerja yang bekerja dengan lingkungan panas, maka gerakan udara di dalam ruang kerja sangat perlu diperhatikan, karena dapat berpengaruh pada suhu yang dirasakan. Namun gerakan udara tersebut perlu dikendalikan, karena dari hasil penelitian ditemukan bahwa gerakan udara jangan melebihi 0,2 m/detik karena berdampak tidak baik (Manuaba, 1993; Grandjean, 1998).

2.10 Aspek Ekonomi dalam Ergonomi

Dalam upaya menciptakan suatu usaha yang efisien tidaklah semata-mata hanya berorientasi pada aspek biaya (*cost*) atau investasi, namun perlu pertimbangan dari berbagai aspek, salah satunya mengenai aspek ergonomi. Manfaat aspek ergonomi bagi usaha adalah penyelesaian pekerjaan akan lebih cepat, risiko kecelakaan lebih kecil, *man-days/hours* tidak banyak hilang, dan biaya tak terduga bisa ditekan. Apabila angka kecelakaan atau risiko akibat kerja dapat ditekan, maka secara tidak langsung memberi keuntungan secara ekonomi (Fauzan, 2005). Hal ini sesuai dengan pendapat Hendrick (1997), bahwa *good ergonomic is good economic*, maksudnya apabila ergonomi diterapkan dengan baik akan memberi manfaat ekonomi lebih baik.

Kecelakaan yang dialami oleh para pekerja dalam melakukan tugasnya adalah sebuah gejala kegagalan usaha dan sebaliknya performa keselamatan kerja yang baik menggambarkan keberhasilan manajemen produksi (Hurst, 1998). Lebih lanjut Manuaba, (1992a) menjelaskan bahwa suatu kecelakaan atau cedera tidak terjadi begitu saja, tetapi selalu ada penyebabnya dan berakhir dengan kerugian yang cukup besar dan fatal bagi yang bersangkutan maupun bagi lingkungannya. Sehingga dapat diketahui bahwa dalam memperdayakan manusia, maka kerja yang

ergonomis sangat penting, karena dapat mempengaruhi produktivitas, kualitas produk dan finansial.

2.11 Layak Investasi

Investasi adalah merupakan penanaman uang atau modal (baik modal tetap maupun modal tidak tetap) yang digunakan dalam proyek, proses produksi atau usaha untuk memperoleh suatu keuntungan (Kridalaksana, 1994). Investasi memiliki fungsi yang sangat penting bagi kelangngan masa depan suatu usaha. Hal ini sesuai dengan pendapat Djamin (2003) bahwa, suatu usaha merupakan rangkaian kegiatan penanaman modal atau investasi dalam kuantitas tertentu dan disertai dengan harapan untuk mendapatkan keuntungan (*profitability*) setelah dalam jangka waktu tertentu.

Dalam mengambil keputusan berinvestasi sebenarnya tidaklah cukup dengan mengandalkan pertimbangan bersifat teknis dalam suatu alternatif desain, karena tindakan ini belum tentu akan memberi keuntungan finansial di masa yang akan datang. Untuk memprediksikan bahwa upaya tersebut merupakan dan layak investasi atau memberi keuntungan jika direalisasikan, maka perlu juga diadakan perhitungan investasi melalui beberapa metode (Giatman, 2006).

Layak investasi dari upaya redesain peralatan kerja pembuatan minyak kelapa secara ergonomis dapat diprediksikan dengan perhitungan menggunakan tiga metode, seperti: (a) *Net Present Value* (NPV); (b) *Payback Period* (PBP) dan (c) *Return on Investment* (ROI).

- a) *Net Present Value* (NPV) adalah metode penghitungan nilai bersih (*netto*) pada waktu sekarang (*present*) dari sejumlah uang yang akan diterima dimasa yang akan datang dan dikonversikan ke masa sekarang dengan menggunakan tingkat bunga terpilih. Asumsi *present* yaitu menjelaskan waktu awal perhitungan

bertepatan dengan saat evaluasi dilakukan atau pada periode tahun ke-nol (0) dalam penghitungan *cash flow* investasi. Persamaan NVP yang digunakan untuk mengetahui apakah rencana suatu investasi layak ekonomis atau tidak (Husnan,1999).

$$NPV = -C + \frac{CF_1}{(1+k)} + \frac{CF_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+k)^n} + \frac{V_n}{(1+k)^n} \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan :

C = biaya pengeluaran

CF = pendapatan

n = umur ekonomis alat mesin (tahun operasi)

Vn = nilai akhir alat mesin diakhir umur ekonomis

k = Suku bunga bank

Kriteria keputusan investasi: NPV > 0 artinya layak investasi.

- b) *Payback Period* (PBP). Metode tersebut bertujuan untuk mengukur seberapa lama (periode) investasi akan dapat dikembalikan. Satuan hasil perhitungan dinyatakan dalam satuan waktu (tahun). Persamaan (PBP) adalah sebagai berikut dengan asumsi komponen aliran dana (*cash flow*), manfaat (*benefit*) dan kerugian (*cost*) bersifat annual:

$$PBP = \frac{\text{Investasi}}{\text{Annual benefit}} \times \text{Periode waktu} \quad \dots\dots\dots (2.3)$$

Kriteria keputusan investasi: PBP ≤ umur investasi artinya layak investasi.

- d) *Return on investment* (RoI) Istilah tersebut juga sering disebut dengan *return on total assets* merupakan perbandingan antara laba bersih dengan jumlah biaya perusahaan atau jumlah investasi. Untuk menghitung RoI perlu diketahui data tentang jumlah laba bersih dan jumlah investasi (Wasis, 1981). RoI adalah alat ukur yang sangat umum digunakan untuk mengukur kinerja sebuah pusat investasi, digunakan

sebagai pedoman manajemen dalam menerima sebuah proyek baru atau kebanyakan dipakai sebagai tolak ukur atas rencana bisnis atau proposal yang akan dikembangkan, sehingga proyek tersebut berkontribusi terhadap entitas suatu perusahaan (Lina-wati,1999). Rumus untuk menghitung RoI adalah laba operasi dibagi dengan investasi rerata selama satu periode sebagai berikut:

$$\text{RoI} = \frac{\text{Total laba bersih}}{\text{Total Investasi}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.4)$$

$$\text{RoI} = \frac{\text{Total Manfaat - Total Biaya}}{\text{Total Investasi}} \times 100\%$$

Kriteria keputusan investasi: Untuk penetapan kriteria tersebut, dapat dibandingkan antara hasil perhitungan RoI dengan tingkat suku bunga (*rate of interest*) yang berlaku umum . Jika: RoI > Tingkat suku bunga umum (r) artinya layak investasi. (Budiwati, 2004).

BAB III KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS PENELITIAN

3.1 Kerangka Konsep Penelitian

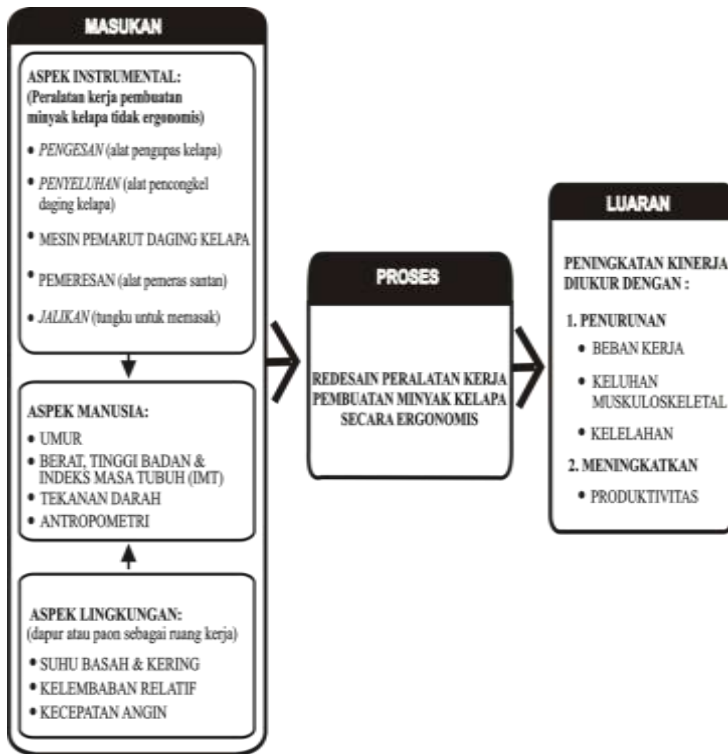
Redesain peralatan kerja secara ergonomis adalah merupakan upaya mendesain ulang peralatan kerja dengan mengimplementasikan kaidah-kaidah ergonomi yang mengacu pada kemampuan, kebolehan dan keterbatasan para pekerja yang optimal, sehingga dapat terwujud desain peralatan kerja pembuatan minyak kelapa yang efektif, nyaman, aman sehat dan efisien serta tercipta kon-

disi kerja yang manusiawi, kompetitif dan berkelanjutan. Dalam implementasi ergonomi tersebut, dilakukan dengan menggunakan suatu metode yang terdiri dari tiga tahap sebagai berikut:

- 1) Tahap *diagnosis*. Tahap ini dilakukan dengan berpedoman pada delapan aspek ergonomi untuk memperoleh data yang dibutuhkan sebagai masukan dan dasar untuk mengidentifikasi permasalahan dalam penelitian. Seperti: data yang terkait dengan aspek instrumental, aspek manusia dan aspek lingkungan.
- 2) Tahap *treatment*, merupakan proses pemberian perlakuan berupa redesain peralatan kerja secara ergonomis yang dilakukan dengan melalui pendekatan SHIP; suatu pendekatan yang tersusun dari beberapa pendekatan yang dipakai dalam menganalisis dan memecahkan permasalahan yang ditemukan pada tahap *diagnosis*. Pendekatan-pendekatan tersebut seperti: (a) pendekatan sistemik yang berarti permasalahan peralatan kerja dianalisis dan dipecahkan dengan perlakuan redesain peralatan kerja yang dilakukan secara sistem, sehingga tidak ada masalah yang tertinggal; (b) pendekatan holistik artinya semua faktor dan sistem-sistem yang berhubungan dengan redesain peralatan kerja dipecahkan secara menyeluruh; (c) interdisipliner, karena kompleksnya persoalan yang akan dipecahkan terkait dengan redesain peralatan kerja, maka diupayakan dengan mendayagunakan seluruh disiplin ilmu yang terkait, sehingga simpulan yang diperoleh lebih mengenai pada akar permasalahan; dan (d) pendekatan partisipatori dilakukan dengan melibatkan partisipasi proaktif dari seluruh elemen

yang terkait, seperti: pembuat minyak kelapa, ergonom, desainer, instansi terkait (Deperdag, Depsos, Depnaker dan yang lainnya), profesi terkait lainnya, seperti: bengkel dan petugas kesehatan. Kemudian permasalahan tersebut dipecahkan melalui perlakuan berdasarkan kriteria-kriteria pendekatan teknologi tepat guna (TTG) yang diadaptasikan dengan potensi, situasi dan kondisi subjek penelitian. Pendekatan ini terdiri dari beberapa kriteria yaitu: (a) ekonomis, (b) teknis, (c) ergonomis, (d) sosial-budaya, (e) hemat energi, dan (f) melindungi lingkungan.

- 3) Tahap *Follow-up*, merupakan tahap evaluasi sebagai luaran mengenai tingkat keberhasilan redesign peralatan kerja terhadap kinerja (*performance*) para pekerja pembuat minyak kelapa antara sebelum dan sesudah perlakuan. Indikator keberhasilan dari perlakuan redesign peralatan kerja secara ergonomis dapat diukur dari catatan hasil kerja atau *out come* berdasarkan variabel kondisi fisik para pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan, Klungkung; berupa penurunan keluhan kerja seperti: penurunan beban kerja yang diamati dari penurunan rerata denyut nadi, penurunan keluhan muskuloskeletal dan penurunan kelelahan dan peningkatan produktivitas dalam satu siklus produksi minyak kepala antara sebelum dan sesudah perlakuan.



Gambar 3.1 Bagan Kerangka Konsep Penelitian

3.2 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah dan mengacu kepada kerangka konsep yang diajukan dalam penelitian mengenai redesain peralatan kerja secara ergonomis meningkatkan kinerja para pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan, Klungkung serta indikator keberhasilannya diukur dengan penurunan keluhan kerja, seperti penurunan beban kerja, penurunan keluhan muskuloskeletal, penurunan kelelahan dan peningkatan produktivitas, maka hipotesis penelitian ini adalah sebagai berikut:

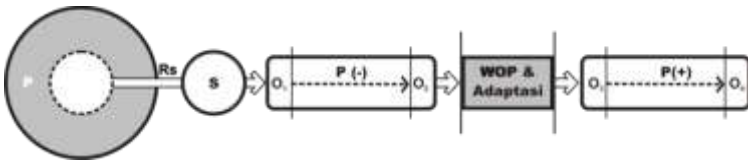
- 1) Redesain peralatan kerja secara ergonomis dapat menurunkan beban kerja para pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung.
- 2) Redesain peralatan kerja secara ergonomis dapat menurunkan keluhan muskuloskeletal para pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung.
- 3) Redesain peralatan kerja secara ergonomis dapat menurunkan kelelahan para pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung.
- 4) Redesain peralatan kerja secara ergonomis dapat meningkatkan produktivitas para pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimental dan memakai rancangan penelitian sama subjek (*treatment by subject design*), yaitu perlakuan dikenakan pada subjek yang sama. Pada rancangan tersebut diberi interval waktu atau waktu jeda selama beberapa hari untuk *washing out period*, agar perlakuan sebelumnya tidak meninggalkan efek atau respon (*residual effect*) (Colton, 1974) dan juga untuk adaptasi peralatan kerja yang diredesain secara ergonomis. Rancangan penelitian tersebut dapat digambarkan seperti Gambar 4.1

80



Gambar 4.1 Bagan Rancangan Penelitian

Keterangan:

- p = Populasi penelitian.
- Rs = Pemilihan sampel penelitian secara acak sederhana (*random sampling*).
- S = Sampel penelitian.

- O1 = Pendataan sebelum mulai bekerja (membuat minyak kelapa dengan peralatan kerja tradisional atau peralatan lama sebelum redesain).
- O2 = Pendataan sesudah bekerja (membuat minyak kelapa dengan peralatan kerja tradisional atau peralatan lama sebelum redesain).
- O3 = Pendataan sebelum mulai bekerja (membuat minyak kelapa dengan peralatan kerja sesudah diredesain secara ergonomis).
- O4 = Pendataan sesudah bekerja (membuat minyak kelapa dengan peralatan kerja sesudah diredesain secara ergonomis).
- WOP = *Washing out period* yaitu masa istirahat untuk menghilangkan efek pekerjaan yang telah dilakukan sebelumnya P(-). Dalam penelitian ini WOP diberikan selama 5 hari karena pekerjaan tersebut termasuk kategori berat.
- Adaptasi = Diberi waktu selama 2 hari kerja dipakai untuk pengenalan atau penyesuaian dengan peralatan kerja yang telah diredesain secara ergonomis.
- P(-) = Pembuatan minyak kelapa tradisional dengan menggunakan peralatan kerja sebelum diredesain secara ergonomis.
- P(+)= Pembuatan minyak kelapa tradisional dengan menggunakan peralatan kerja sesudah diredesain secara ergonomis.

4.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kecamatan Dawan, yaitu salah satu Kecamatan di Kabupaten Klungkung. Terletak ± 9 km ke arah timur kota Semarang dan luas wilayah 37,38 km². Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei-Juli 2008

4.3 Ruang Lingkup Penelitian

Permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini dibatasi hanya mengenai redesain peralatan kerja dalam pembuatan minyak kelapa tradisional. Khususnya mengenai akibat redesain peralatan kerja secara ergonomis terhadap peningkatan kinerja para pembuat minyak kelapa yang diukur dari indikator: penurunan beban kerja,

keluhan muskuloskeletal, kelelahan dan peningkatan produktivitas.

4.4 Penentuan Sumber Data

4.4.1 Populasi Target dan Terjangkau

Populasi target pada penelitian ini adalah pekerja wanita pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan, Klungkung dan mengacu pada data Disperindag Kabupaten Klungkung (2006), maka populasi terjangkau adalah 61 orang wanita yang masih aktif membuat minyak kelapa.

4.4.2 Kriteria Eligibilitas

4.4.2.1 Kriteria Inklusi

Sampel dalam penelitian ini adalah semua pekerja wanita pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan, Klungkung yang memenuhi kriteria sebagai berikut:

- 1) Umur : ditentukan antara 24 sampai 50 tahun (karena merupakan usia produktif).
- 2) Pendidikan: Sekolah Dasar sampai Sekolah Menengah Atas.
- 3) Jenis kelamin: wanita.
- 4) Berbadan sehat yang dibuktikan dari karakteristik para pembuat minyak kelapa dan didukung data hasil diagnosis dari petugas kesehatan setempat.
- 5) Pengalaman bekerja sebagai pembuat minyak kelapa minimal 2 tahun.
- 6) Bersedia untuk dijadikan sebagai subjek penelitian sampai selesai dengan menandatangani *informed consent* (lampiran 4).
- 7) Berdomisili di Kecamatan Dawan, Klungkung.

4.4.2.2 Kriteria Tidak Dilanjutkan Sebagai Sampel

- 1) Tidak hadir karena berhalangan pada saat pelaksanaan penelitian.
- 2) Jatuh sakit saat pelaksanaan penelitian.

4.4.3 Besar Sampel Penelitian

Untuk menentukan besar sampel yang digunakan dalam penelitian ini, dihitung dengan menggunakan rumus Colton (1974), berikut

$$n = \left\{ \frac{(Z_{\alpha} - Z_{\beta})\sigma}{\mu_1 - \mu_0} \right\}^2 \dots\dots\dots (4.1)$$

- n = Jumlah sampel
- σ = Simpang Baku (SB)
- μ_0 = Rerata variabel penelitian sebelum perlakuan
- μ_1 = Rerata variabel penelitian sesudah perlakuan
- Z_{α} = Nilai Z score α untuk tingkat kesalahan tipe I $\alpha = 0,95$ ($Z_{\alpha} = 1,96$)
- Z_{β} = Nilai Z score β untuk tingkat kesalahan tipe II $\beta = 0,01$ ($Z_{\beta} = -1,645$)

Dari hasil penelitian pendahuluan mengenai denyut nadi kerja pada 10 orang pekerja wanita pembuatan minyak kelapa di Kecamatan Dawan, Klungkung, maka nilai σ dalam satu siklus produksi minyak kelapa sebesar 9,3. Rerata denyut nadi kerja μ_0 : 113,7 dpm (Arimbawa, 2007). Penelitian sejenis lain yang dilakukan oleh Tandaju (2002), mengenai penggunaan *lewang* (alat pengupas sabut kelapa) yang dimodifikasi pada para pengupas kelapa di desa Lobo, Kecamatan Tombatu, Kabupaten Minahasa, diperoleh rerata keluhan muskuloskeletal μ_0 : 12,69 dengan nilai σ sebesar 1,53. Kemudian penelitian mengenai modifikasi meja pengumpan mesin perontok padi pada subak Poh manis, Saba dan Padanggalak, Denpasar Timur yang dilakukan oleh Sucipta (2004) diperoleh rerata kelelahan μ_0 : 11,67 dengan nilai σ sebesar 1,02 dan rerata produktivitasnya μ_0 : 2,10 dengan nilai σ sebesar 0,21.

Dalam penelitian ini diharapkan setelah diberi perlakuan terjadi penurunan keluhan kerja (beban kerja, keluhan muskuloskeletal dan kelelahan) sebesar 10% dan peningkatan produktivitas sebesar 10%. Dengan perhitungan

menggunakan rumus Colton, maka besar sampel yang diperoleh berdasarkan:

- 1) Rerata denyut nadi kerja diperoleh sebesar 10,005 dibulatkan= 10 orang
- 2) Rerata keluhan muskuloskeletal diperoleh sebesar 18,8 dibulatkan= 19 orang
- 3) Rerata kelelahan diperoleh sebesar 9,93 dibulatkan =10 orang
- 4) Rerata peningkatan produktivitas diperoleh sebesar 13,1 dibulatkan = 13 orang

Jadi besar sampel yang digunakan sebanyak 19 orang, yaitu jumlah sampel paling banyak yang diperoleh dengan perhitungan berdasarkan rerata keluhan muskuloskeletal. Menurut Arikunto (1998), bahwa untukantisipasi terjadinya risiko *drop out* pada saat penelitian, maka jumlah sampel ditambah 15% dari besar sampel terpilih, sehingga besar sampel yang dipakai menjadi 21,6 dan dibulatkan menjadi 22 orang pekerja wanita pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan, Klungkung.

4.4.4 Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini dilakukan dengan sampel acak sederhana menggunakan tabel angka random atau *table random numbers* (Pocock, 1986; Nasir, 2003). Langkah-langkah randomisasi dilakukan sebagai berikut:

- 1) Populasi penelitian ditentukan sesuai dengan populasi target.
- 2) Dari populasi target didata mengenai pekerja pembuat minyak kelapa yang masih menekuni pekerjaan tersebut dan juga didasari dengan data Disperindag Kabupaten Klungkung, yaitu sebanyak 61 orang dan diasumsikan memiliki kondisi yang sama.

- 3) Dari 61 orang pekerja diambil secara acak menggunakan tabel angka random sebanyak 22 orang.

4.5 Variabel Penelitian

4.5.1 Identifikasi dan Klasifikasi Variabel

Variabel-variabel dalam penelitian ini, seperti tampak pada kerangka konsep, maka dapat diidentifikasi dan diklasifikasikan sebagai berikut:

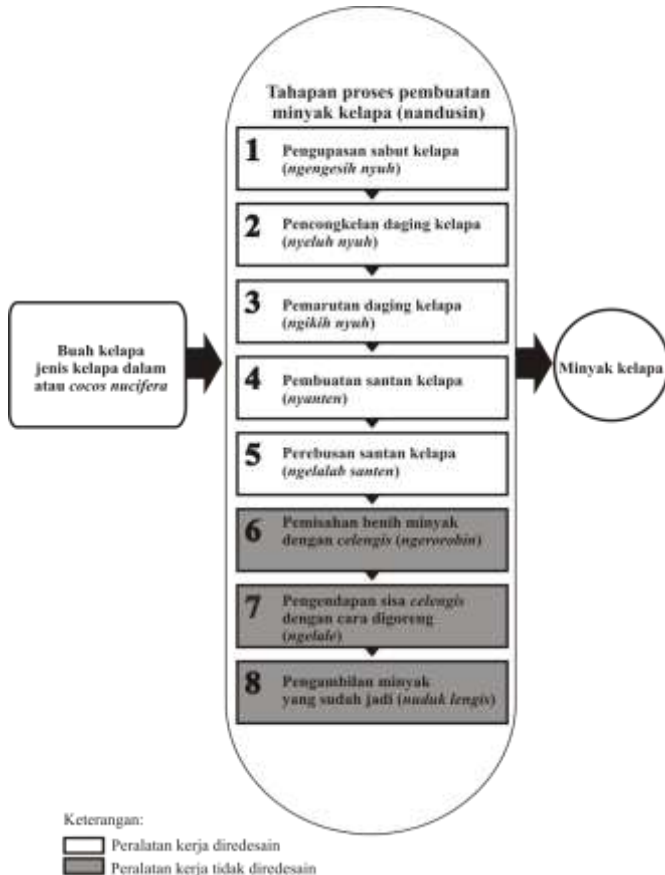
- 1) Variabel bebas dalam penelitian ini adalah: Peralatan kerja pembuatan minyak kelapa cara lama dan dengan cara baru atau setelah dilakukan intervensi berupa redesain peralatan kerja secara ergonomis.
- 2) Variabel tergantung dalam penelitian ini adalah kinerja para pembuat minyak kelapa yang diukur berdasarkan: beban kerja, keluhan muskuloskeletal, kelelahan dan produktivitas kerja.
- 3) Variabel kontrol, dalam penelitian ini adalah: (a) Faktor internal pekerja pembuat minyak kelapa, seperti: Umur, berat badan, tinggi badan, IMT, tekanan darah dan ukuran antropometri tubuh. (b) Faktor eksternal (lingkungan kerja) seperti: suhu basah, suhu kering, kelembaban relatif dan kecepatan angin.

4.5.2 Definisi Operasional Variabel

Dalam upaya efisiensi tenaga, waktu dan biaya serta menghindari terjadinya kekeliruan dalam pengambilan data, maka perlu didefinisikan beberapa hal yang terkait dengan operasional penelitian ini, sebagai berikut:

- 1) Usaha pembuatan minyak kelapa di Kecamatan Dawan, Klungkung merupakan industri kecil rumah tangga dengan sistem produksi tradisional atau suatu rangkaian tahap pengolahan buah kelapa (sebagai masukan) menjadi produk minyak

kelapa (sebagai luaran) yang memiliki nilai tambah, dikerjakan dengan sederhana yang diwarisi secara turun-temurun. Proses pembuatannya melalui beberapa tahap pengerjaan, seperti Gambar 4.2



Gambar 4.2 Proses Pembuatan Minyak Kelapa Tradisional di Kecamatan Dawan Klungkung

- 2) Peralatan kerja pembuatan minyak kelapa yang digunakan dominan masih tradisional dan ukur-

anya banyak tidak sesuai dengan antropometri pekerja, seperti:

- a) *Pengesan*, yaitu alat yang digunakan mengupas sabut kelapa (*ngengessin nyuh*), terbuat dari besi beton berbentuk batang silinder dengan diameter Ø 2,5 cm, panjang 100 cm.
 - b) *Penyeluhan*, yaitu alat yang digunakan untuk mencongkel daging kelapa (*nyeluh nyuh*), terbuat dari besi dengan panjang 20 cm dan bentuknya dibuat semakin ke ujung semakin pipih serta tidak dilengkapi gagang.
 - c) Alat pamarut kelapa, yaitu alat yang digunakan memarut daging kelapa (*ngikih nyuh*). Dengan adanya listrik masuk desa, maka para pekerja di daerah tersebut kebanyakan menggunakan alat pamarut kelapa bertenaga listrik.
 - d) Alat pemeras adonan parutan kelapa. Selama ini para pembuat minyak kelapa di daerah tersebut belum menggunakan alat untuk memeras. Cara pemerasan dilakukan secara manual menggunakan kedua belah tangannya.
 - e) *Jalikan* atau tungku dapur, yaitu alat yang digunakan untuk memasak santan kelapa (*nge-lalab santen*) dengan menggunakan bahan bakar, seperti: kayu, sabut kelapa, daun kelapa kering (*danyuh*) atau yang sejenisnya
- 3) Tindakan redesain peralatan kerja secara ergonomis adalah upaya pemecahan masalah desain peralatan kerja dengan mengimplementasikan prinsip-prinsip ergonomi. Upaya tersebut dilakukan dengan mengintegrasikan pendekatan SHIP (Sistemik, Holistik, Interdisiplin, dan Partisipa-

tori) seperti disajikan pada lampiran: 6 serta pemecahan masalah berdasarkan pendekatan teknologi tepat guna mengikuti enam kriteria yaitu: teknis, ekonomis, ergonomis, sosial budaya, hemat energi, dan melindungi lingkungan seperti pada lampiran 7). Pemecahan masalah tersebut dilakukan dengan membuat desain alternatif berdasarkan data hasil penelitian, kemudian sesuai dengan lingkaran proses redesain berdasarkan PDCA dilakukan beberapa kali penyesuaian dengan ukuran antropometri para pembuat minyak kelapa dan adaptasi penggunaannya dengan melibatkan partisipasi para pembuat minyak kelapa.

- 4) Tindakan redesain peralatan kerja secara ergonomis dalam satu siklus pembuatan minyak kelapa di Kecamatan Dawan, Klungkung dilakukan mengenai lima jenis peralatan kerja yang digunakan dalam lima tahap pembuatan minyak kelapa seperti: (1) alat pengupas sabut kelapa (*pengesan*), (2) alat pencongkel daging kelapa (*penyeluhan*), (3) parutan kelapa, (4) cara meremas adonan santan menggunakan tangan, dan (5) konstruksi tungku api (*jalikan*).
- 5) Kesehatan adalah tingkat kesehatan para pembuat minyak yang ditinjau berdasarkan kondisi fisiologis. Penentuan kondisi kesehatan berdasarkan karakteristik tubuh dan surat keterangan kesehatan dari dokter.
- 6) Umur adalah usia para pembuat minyak kelapa yang ditentukan berdasarkan Kartu Tanda Pengenal (KTP)
- 7) Jenis kelamin adalah ciri fenotip para pembuat minyak yang ditunjukkan oleh ciri kelamin se-

kunder dan juga berdasarkan Kartu Tanda Pengenal yang bersangkutan.

- 8) Berat badan adalah bobot tubuh subjek yang diukur dengan timbangan badan merek *detecto medical scale* model 439 buatan Amerika.
- 9) Tinggi badan adalah ukuran tinggi para pembuat minyak kelapa yang diukur dari telapak kaki sampai dengan ubun-ubun dengan menggunakan alat *anthropometer* merek *Toyota*, buatan *Jepang*.
- 10) Indeks masa tubuh (IMT) yaitu angka yang menunjukkan tingkat perbandingan antara berat badan (dalam satuan kg) dengan nilai kuadrat ukuran tinggi badan (dalam satuan meter²) para pembuat minyak kelapa.
- 11) Tekanan darah adalah tenaga pompa dari jantung untuk melawan tahanan pembuluh darah atau sejumlah tenaga yang dibutuhkan untuk mengedarkan darah ke seluruh tubuh. Tekanan darah yang diukur dalam penelitian ini adalah tekanan darah sistolik dan diastolik. Tekanan darah tersebut dipakai untuk mengetahui kondisi kesehatan para pembuat minyak kelapa yang didata sebelum dilibatkan sebagai subjek penelitian.
- 12) Pengalaman kerja adalah masa atau jangka waktu subjek menekuni pekerjaan sebagai pembuat minyak kelapa. Batas minimal dua tahun masa kerja yang dianggap cukup berpengalaman melakukan pekerjaan tersebut.
- 13) Suhu udara adalah mencakup suhu basah, suhu kering ruang dapur dalam derajat Celcius yang diukur setiap jam pada waktu kerja dengan *sling thermometer*, yaitu pagi pukul 08.00, 09.00 dan 10.00 WITA, siang pukul 11.00, 12.00 dan 13.00 WITA dan sore pukul 14.00, 15.00 dan 16.00 WITA

- 14) Kelembaban relatif adalah kadar uap air di udara. Ditentukan berdasarkan perhitungan nilai suhu basah dan kering dengan program konversi yang berbasis program *Microsoft Excel*
- 15) Kecepatan angin adalah hembusan angin yang dirasakan subjek dalam satuan meter per detik yang diukur dengan *anemometer* digital merk *Lutron AM 4201*.
- 16) Kinerja berarti penampilan hasil atau prestasi dari suatu kerja atau kemampuan kerja, merupakan hasil interaksi yang kompleks dan dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik bersifat internal maupun eksternal atau fisik dan non fisik, sehingga kinerja berkaitan dengan variabel individual dan situasional. Dalam pembuatan minyak kelapa perubahan variabel situasional berupa redesign peralatan kerja secara ergonomis akan berpengaruh terhadap variabel individual yaitu: berupa penurunan beban kerja, keluhan muskuloskeletal, kelelahan dan peningkatan produktivitas kerja dan mengindikasikan terjadi peningkatan kinerja.
- 17) Keluhan kerja adalah masalah fisik yang dirasakan para pembuat minyak kelapa sebagai akibat redesign peralatan kerja yang digunakan dalam pembuatan minyak kelapa meliputi:
 - a. Beban kerja atau *work load* yang diukur berdasarkan rerata denyut nadi kerja selama bekerja. Pengukuran denyut nadi kerja dilaksanakan selama kerja, yaitu setiap pembuat minyak kelapa setelah menggunakan salah satu peralatan kerja pada satu tahap pembuatan minyak kelapa. Penghitungan denyut nadi dilakukan dengan metode sepuluh denyut (*ten pulses method*) (*stopwatch* ditekan *start* saat de-

nyutan satu dan ditekan *stop* pada denyutan kesebelas).

- b. Keluhan muskuloskeletal adalah keluhan nyeri atau sakit yang dirasakan pada sistem otot rangka setelah menggunakan salah satu peralatan kerja sebelum dan sesudah redesign peralatan kerja. Keluhan muskuloskeletal merupakan keluhan subjektif yang didata dengan menggunakan kuesioner *Nordic Body Map* yang dimodifikasi dengan empat *skala Likert*. Pendataan dilakukan sebelum dan sesudah perlakuan. Kelelahan adalah persepsi subjektif yang dirasakan para pembuat minyak kelapa setelah menggunakan salah satu peralatan kerja pada satu tahap pembuatan minyak kelapa. Kelelahan didata menggunakan 30 *items of rating scale*.
- 17) Produktivitas (P) kerja para pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung diukur berdasarkan perbandingan minyak kelapa yang dihasilkan *output* (O) dengan buah kelapa yang diproduksi *input* (I) dalam satuan waktu pengerjaan satu siklus pembuatan minyak kelapa *time* (t).
 - 18) Layak investasi yang dimaksudkan adalah kelayakan penanaman modal yang rasional dan terukur serta memberi keuntungan secara finansial dari realisasi redesign peralatan kerja secara ergonomis pada pembuatan minyak kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung. Untuk memprediksi layak atau tidaknya dari upaya tersebut, dilakukan dengan menggunakan beberapa metode, seperti: *Net Present Value* (NPV), *Payback Period* (PBP) dan *Return on Investment* (RoI). Data yang diperlukan adalah: (a) Tingkat suku bunga yang

berlaku, (b) biaya redesain peralatan kerja, (c) Harga jual minyak kelapa, *celengis*, *usam* dan tempurung kelapa, (d) upah tenaga kerja, (e) biaya untuk bahan baku (kelapa) dan (e) umur ekonomis atau daya tahan peralatan kerja hasil redesain.

4.6 Instrumen Penelitian

Peralatan pengukuran yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- 1) Kuesioner *Nordic Body Map* yang telah dimodifikasi dengan skala *Likert* dan sudah valid, reliable dan telah digunakan secara internasional. Kuesioner tersebut digunakan untuk mendata keluhan muskuloskeletal.
- 2) Kuesioner 30 *items of rating scale* yang dikeluarkan oleh *Japan Association of Industrial and Health* yang sudah valid dan reliable serta telah digunakan secara internasional.
- 3) *Informed Consent* adalah surat persetujuan setelah penjelasan. Digunakan untuk mendapat persetujuan menjadi subjek penelitian.
- 4) Timbangan badan *Detecto Medical Scale* model 439 buatan Amerika, digunakan untuk mengukur berat badan subjek (lihat lampiran 5).
- 5) *Stop watch* digital merk *Citizen* buatan Jepang, digunakan untuk perlengkapan mengukur denyut nadi dengan metode sepuluh denyut (lihat Lampiran 5).
- 6) *Anthropometer* Merk Toyota, Buatan Jepang, digunakan untuk mengukur data antropometrik pembuat minyak kelapa (lihat lampiran 5).
- 7) *Rollmeter* kemampuan ukur 5 meter, merek *stanley* buatan Jerman, digunakan untuk mengukur peralatan kerja (lihat lampiran 5).

- 8) *Sling thermometer*, digunakan untuk mengukur suhu basah dan kering pada ruang kerja (lihat Lampiran 5).
- 9) *Pulsemonitor*, digunakan untuk mengukur denyut nadi (lihat lampiran 5).
- 10) *Anemometer* digital merk Lutron AM 4201, digunakan untuk mengukur kecepatan angin (lihat lampiran 5)
- 11) Kamera merek *Nixon Coolpix P5100*, resolusi 12.1 Megapixel, buatan Jepang, digunakan untuk mengambil gambar postur tubuh pembuat minyak kelapa saat melakukan kegiatan pengolahan kelapa menjadi minyak kelapa dan gambar-gambar yang mendukung penelitian ini (lihat lampiran 5)

4.7 Prosedur Penelitian

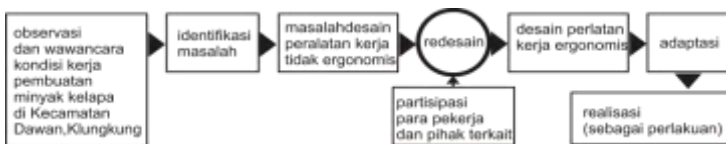
Untuk memudahkan pelaksanaan penelitian, maka tahapan penelitian disusun seperti berikut ini:

4.7.1 Tahap Persiapan

Untuk menghindari kekeliruan dalam pelaksanaan penelitian, maka perlu dilakukan persiapan sebagai berikut:

1. Mencari surat pengantar atau rekomendasi dari kampus dan surat ijin penelitian dari Camat, Kecamatan Dawan Klungkung seperti disajikan pada.
2. Membuat jadwal pelaksanaan program berdasarkan kesepakatan bersama seperti disajikan pada.
3. Menyiapkan tempat dilangsungkan penelitian yang telah disepakati.
4. Menyiapkan peralatan dan bahan untuk keperluan eksperimen.
5. Menyiapkan formulir pengukuran antropometrik dan berat badan.

6. Menyiapkan formulir persetujuan setelah penjelasan (PSP/*informed consent*) sebagai pernyataan bahwa subjek siap menjadi sampel secara bersungguh-sungguh akan mendukung sampai proses penelitian selesai.
7. Menyiapkan kuesioner *Nordic Body Map* dan 30 *items of rating scale*, serta formulir pencatat data.
8. Menyiapkan dan memberi pembekalan pada 5 orang petugas pengumpul data. (diusahakan dengan minta bantuan pada petugas kesehatan Puskesmas Desa dan Kecamatan setempat)
9. Melakukan diagnosis dan identifikasi masalah dengan berpedoman pada delapan aspek ergonomi dan memfokuskan pada aspek interaksi manusia-mesin
10. Menyiapkan alat, bahan, dan gambar rancangan berupa gambar kerja yang diperlukan terkait dengan perlakuan yang diberikan, yaitu berupa redesain peralatan kerja secara ergonomis lampiran 12(a) sampai dengan lampiran 12(f).
11. Melakukan redesain peralatan kerja pembuatan minyak kelapa tradisional yang digunakan pada beberapa tahap pembuatan minyak kelapa. Redesain peralatan kerja tersebut dikerjakan selama 3 minggu (dikerjakan setelah teridentifikasi masalah desain peralatan kerja yang tidak ergonomis sampai berakhirnya masa WOP). Langkah-langkah redesain dilakukan seperti pada Gambar 4.3



Gambar 4.3 Upaya Redesain Peralatan Kerja yang Tidak Ergonomis

Upaya redesain peralatan kerja dalam satu siklus pembuatan minyak kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung, difokuskan mengenai beberapa alat kerja yang tidak ergonomis seperti: (1) redesain alat pengupas sabut kelapa (*pengesan*); (2) redesain alat pencongkel daging kelapa (*penyeluhan*); (3) redesain mesin parut kelapa; (4) redesain cara memeras santan menggunakan tangan; dan (5) redesain konstruksi tungku api (*jalikan*).

12. Menyiapkan protokol penelitian agar pelaksanaan penelitian ini dapat terarah dan terkontrol. Prosedur protokol penelitian sebagai berikut:

- a) Para pembuat minyak kelapa yang memenuhi ketentuan penelitian diminta hadir dalam pertemuan pertama bertempat di Balai Warga Sekar Sari Abian Kangin, Dusun Bucu, Paksabali, Klungkung. Waktu pelaksanaannya sesuai dengan jadwal pelaksanaan penelitian yang telah disepakati. Pada pertemuan tersebut disampaikan beberapa hal seperti: (1) penjelasan tentang tugastugas yang harus dilakukan selama proses penelitian dan menyarankan agar tidak meleak dan beraktivitas yang berlebihan termasuk membuat minyak, terutama dalam menjalani *WOP*; (2) pada kesempatan tersebut juga disampaikan bahwa penghasilan selama masa *WOP* diganti peneliti; dan (3) penjelasan tentang waktu kerja, yaitu para pembuat minyak kelapa diminta agar hadir di tempat penelitian pada pukul 06.00. WITA.

- b) Pada pukul 06.30-08.00 WITA, melakukan pengukuran denyut nadi istirahat, pengisian kuesioner *Nordic Body Map* dan kuesioner *30 items of rating scale*. Pengukuran tersebut dilakukan sebelum

para pembuat minyak kelapa melakukan ber-aktivitas.

Pada pukul 08.00 - 16.00 WITA para pembuat minyak kelapa diminta untuk mulai melakukan proses pembuatan minyak kelapa dengan menggunakan peralatan kerja dengan cara lama dan di akhir masing-masing tahap dilakukan pengukuran denyut nadi kerja, pengisian kuesioner *Nordic Body Map* dan kuesioner *30 items of rating scale*, sebagai berikut:

Tahap 1: Proses pengupasan sabut kelapa (*ngengsin nyuh*) sebanyak 20 butir menggunakan *pengesan* dilakukan selama ± 45 menit

Tahap 2: Proses pencongkelan daging kelapa (*nyeluh nyuh*) menggunakan *penyeluhan* dilakukan selama ± 40 menit.

Tahap 3: Proses pamarutan daging kelapa (*ngikih nyuh*) menggunakan mesin parut kelapa dilakukan selama ± 35 menit.

Tahap 4: Proses pembuatan santan kelapa (*nyanten*), diawali dengan mencampur parutan kelapa dengan air sebanyak ± 15 liter, diremas-remas dan diperas secara manual menggunakan kedua tangan. Cara memeras santan dilakukan dengan membungkus adonan santan secukupnya menggunakan selebar kain kapan ukuran 30 x 30 cm, selanjutnya diperas dengan sekuat tenaga menggunakan kedua belah tangannya dan dilakukan berulang-ulang sampai adonan santan tersebut habis diperas. Cara tersebut dilakukan sebanyak dua kali: (1) pertama disebut *cepokan* atau *nyumundane*. Pemerasan santan dilakukan untuk memperoleh benih minyak; dan (2) kedua disebut *pindoan*. Pemerasan santan dilakukan untuk mem-

peroleh *celengis* lebih banyak. Proses terse-but dilakukan selama ± 100 menit.

Tahap 5: Proses perebusan santan kelapa (*ng-elablab santen*) dilakukan dengan dipanaskan di atas tungku dapur selama ± 120 menit.

Tahap 6: Proses pemisahan benih minyak dengan *celengis* atau disebut dengan *ngerorobin*, dilakukan selama ± 70 menit.

Tahap 7: Proses pengendapan sisa *celengis* atau penjernihan minyak (*ngelale*) dilakukan dengan menggoreng selama ± 30 menit.

Tahap 8: Proses pengambilan minyak kelapa yang sudah jadi dari wajan atau *nuduk lengis*, dilakukan selama ± 15 menit.

- c) Pada pukul 16.15 WITA melakukan pengukuran denyut nadi kerja, pengisian kuesioner *Nordic Body Map* dan kuesioner *30 items of rating scale* sesudah para pembuat minyak kelapa selesai mengerjakan satu siklus pembuatan minyak kelapa.
- d) Pada pukul 16.30 WITA melakukan penghitungan jumlah minyak kelapa yang diproduksi dalam satuan ml dan lamanya waktu dalam menit yang diperlukan dalam satu siklus pembuatan minyak kelapa.
- e) Memberikan *Washing out period (WOP)* pada para pembuat minyak kelapa, yaitu masa jeda 3 hari untuk menghilangkan efek dari pekerjaan membuat minyak kelapa tradisional dengan cara lama yang telah dilakukan sebelumnya. Pada masa tersebut pembuat minyak kelapa disarankan agar tidak meleak dan tidak melakukan aktivitas yang berlebihan atau melelahkan, termasuk kegiatan membuat minyak kelapa. Untuk penghasilan yang hilang selama masa WOP diganti peneliti.

- f) Setelah persiapan redesain peralatan kerja pembuatan minyak kelapa secara ergonomis, selanjutnya perlu diadakan sosialisasi dan adaptasi dengan kondisi para pekerja selama 2 hari kerja, sehingga pekerja dapat mengenali cara pengoperasiannya dalam proses penelitian selanjutnya.
- g) Sehari sebelum berakhirnya masa *WOP*, para pembuat minyak kelapa diminta mengikuti pertemuan yang kedua di Balai Warga Sekar Sari, Dusun Bucu, Desa Pakseballi, Klungkung untuk membahas pelaksanaan penelitian selanjutnya. Pada pertemuan tersebut para pekerja: (1) diberi pengarahan mengenai prosedur yang harus diikuti selama proses penelitian selanjutnya; (2) disarankan agar tidak meleak dan beraktivitas yang berlebihan di luar jam kerja yang ditentukan; dan (3) diminta agar hadir di tempat penelitian pada pukul 06.00 WITA.
- h) Pada pukul 06.30 - 08.00 WITA dilakukan pengukuran denyut nadi istirahat, pengisian kuesioner *Nordic Body Map* dan kuesioner *30 items of rating scale* sebelum para pembuat minyak kelapa bekerja membuat minyak kelapa dengan menggunakan peralatan kerja yang telah diredesain.
- i) Pada pukul 08.00-16.00 WITA para pembuat minyak kelapa yang sama kembali diminta untuk melakukan satu siklus pembuatan minyak kelapa dengan menggunakan peralatan kerja yang telah diredesain secara ergonomis dan pada setiap akhir tahap pengerjaan tersebut juga dilakukan pengukuran denyut nadi kerja, pengisian kuesioner *Nordic Body Map* dan kuesioner *30 items of rating scale*.

- j) Pada pukul 16.15 WITA melakukan pengukuran denyut nadi kerja, pengisian kuesioner *Nordic Body Map* dan kuesioner *30 items of rating scale* sesudah para pembuat minyak kelapa selesai mengerjakan satu siklus pembuatan minyak kelapa.
- k) Pada pukul 16.30 WITA melakukan penghitungan jumlah minyak kelapa yang dapat diproduksi dan lamanya waktu yang diperlukan dalam satu siklus pembuatan minyak kelapa dengan menggunakan peralatan kerja yang telah diredesain secara ergonomis.

4.7.2 Tahap Pelaksanaan

Pelaksanaan penelitian ini selama 36 hari sesuai jadwal penelitian dan melalui beberapa tahap sebagai berikut:

- 1) Pengambilan data awal mengenai kondisi subjek adalah sebagai berikut:
 - a) Umur diketahui dari KTP para pembuat minyak kelapa sebagai objek penelitian,
 - b) Berat badan diperoleh dengan cara ditimbang menggunakan timbangan badan merek *Detecto Medical Scale* model 439, dengan posisi tubuh berdiri dan tidak memakai alas kaki.
 - c) Demensi tubuh para pembuat minyak kelapa diukur dengan menggunakan *antropometer* pada posisi berdiri sempurna untuk mengetahui ukuran tinggi tubuh, tinggi siku, jangkauan ke depan, panjang tangan, panjang telapak tangan, lebar tangan, dan lingkaran tangan.
- 2) Pengambilan data mengenai kondisi lingkungan kerja fisik sebelum perlakuan adalah sebagai berikut:
 - a) Suhu basah, dan suhu kering ruang dapur atau *paon* yang digunakan sebagai ruang kerja diukur dengan menggunakan alat *sling thermometer*. Pengambilan dilakukan setiap dua jam dari pukul 08.00

sampai dengan 16.00 WITA untuk mendapatkan suhu awal kerja dan suhu paling ekstrim pada hari tersebut.

- b) Kecepatan angin ruang dapur atau *paon* diukur dengan alat *anemometer*.
 - c) Pedataan peralatan kerja tradisional dan jarak antara peralatan dengan pembuat minyak kelapa, menggunakan *rollmeter*, seperti untuk mengukur: panjang *pengesan*, *penyeluhan*, tinggi alat pamarut kelapa, ukuran tungku api dan jarak tungku dengan pekerja.
- 4) Pengambilan data utama sebelum perlakuan P (-) atau pada pembuatan minyak kelapa tradisional dengan menggunakan peralatan kerja cara lama, dengan cara sebagai berikut:
- a. Denyut nadi istirahat diukur sebelum pembuat minyak kelapa melakukan pekerjaan. Cara pengukuran dilakukan dengan palpasi pada pergelangan tangan bagian atas menggunakan metode sepuluh denyut (*ten pulses method*) pada posisi berdiri.
 - b. Beban kerja diketahui dengan mengukur denyut nadi kerja yang dilakukan sebanyak tiga kali, yaitu awal kerja, pertengahan kerja dan akhir kerja pembuat minyak kelapa dengan menggunakan peralatan kerja sebelum diredesain secara ergonomis. Cara pengukuran dilakukan dengan palpasi pada pergelangan tangan bagian atas menggunakan metode sepuluh denyut (*ten pulses method*) pada posisi berdiri.
 - c. Keluhan muskuloskeletal didata dengan mengisi kuesioner *Nordic Body Map* yang dilakukan sebanyak tiga kali, yaitu awal kerja, pertengahan kerja dan akhir kerja pembuat minyak kelapa

dengan menggunakan peralatan kerja sebelum diredesain secara ergonomis. Cara pengisian kuesioner tersebut dilakukan dengan memberikan tanda silang (X) pada lembar jawaban yang tersedia, sesuai dengan keluhan yang dirasakan.

d. Kelelahan yang dialami pembuat minyak kelapa didata dengan pengisian kuesioner *30 items of rating scale*, yang dilakukan sebanyak tiga kali, yaitu awal kerja, pertengahan kerja dan akhir kerja pembuat minyak kelapa dengan menggunakan peralatan kerja sebelum diredesain secara ergonomis. Cara pengisian jawaban dengan memberikan tanda silang (X) pada lembar jawaban yang tersedia, sesuai dengan kondisi yang dirasakan pada saat itu.

e. *Out put* proses pembuatan minyak kelapa menggunakan peralatan kerja cara lama, didata setelah para pembuat minyak kelapa selesai melakukan satu siklus pembuatan minyak kelapa berupa minyak kelapa yang sudah jadi. Pendataan lima hal tersebut dilakukan repetisi sebanyak dua kali sesuai dengan jadwal penelitian.

- 5) Memberikan *Washing out period* (WOP) , yaitu masa jeda untuk menghilangkan efek pekerjaan membuat minyak kelapa sebelum perlakuan. Waktu WOP diberikan selama 3 hari (karena pekerjaan tersebut termasuk kategori sedang). Pada masa tersebut para pembuat minyak kelapa disarankan agar tidak melakukan aktivitas yang berlebihan atau melelahkan, sedangkan untuk adaptasi peralatan kerja yang telah diredesain diberikan waktu selama 2 hari.
- 6) Memberi perlakuan P (+) pada proses pembuatan minyak kelapa tradisional berupa hasil redesain peralatan kerja secara ergonomis.

- 7) Pengambilan data utama sesudah perlakuan P (+) yaitu pada proses pembuatan minyak kelapa dengan menggunakan peralatan kerja yang telah diredesain secara ergonomis dengan cara sebagai berikut:
- a. Denyut nadi istirahat yaitu denyut nadi yang diukur sebelum pembuat minyak kelapa melakukan pekerjaan. Cara pengukuran dilakukan dengan palpasi pada pergelangan tangan bagian atas menggunakan metode sepuluh denyut (*ten pulses method*) pada posisi berdiri.
 - b. Beban kerja diketahui dengan mengukur denyut nadi kerja yang dilakukan sebanyak tiga kali, yaitu awal kerja, pertengahan kerja dan akhir kerja pembuat minyak kelapa dengan menggunakan peralatan kerja yang telah diredesain secara ergonomis. Cara pengukuran dilakukan dengan palpasi pada pergelangan tangan bagian atas dengan metode sepuluh denyut (*ten pulses method*) pada posisi berdiri.
 - c. Keluhan muskuloskeletal yang didata dengan pengisian *Nordic Body Map*. yang dilakukan sebanyak tiga kali, yaitu awal kerja, pertengahan kerja dan akhir kerja pembuat minyak kelapa dengan menggunakan peralatan kerja yang telah diredesain secara ergonomis. Cara pengisian kuesioner tersebut dilakukan dengan memberikan tanda silang (X) pada jawaban yang tersedia, sesuai dengan keluhan yang dirasakan saat itu.
 - d. Kelelahan yang dialami pembuat minyak kelapa didata dengan pengisian kuesioner *30 items of rating scale* yang dilakukan sebanyak tiga kali, yaitu awal kerja, pertengahan kerja dan akhir kerja pembuat minyak kelapa dengan menggunakan peralatan kerja yang telah diredesain secara ergonomis.

Cara pengisian jawaban kuesioner tersebut dilakukan dengan memberikan tanda silang (X) pada jawaban yang tersedia, sesuai dengan kondisi fisik yang dirasakan pada saat pendataan.

- e. *Out put* proses pembuatan minyak kelapa menggunakan peralatan kerja yang telah didesain secara ergonomis, didata setelah subjek selesai melakukan satu siklus pembuatan minyak kelapa, berupa minyak kelapa jadi.
- f. Pendataan lima hal tersebut dilakukan repetisi sebanyak dua kali sesuai dengan jadwal penelitian.

4.8 Analisis Data

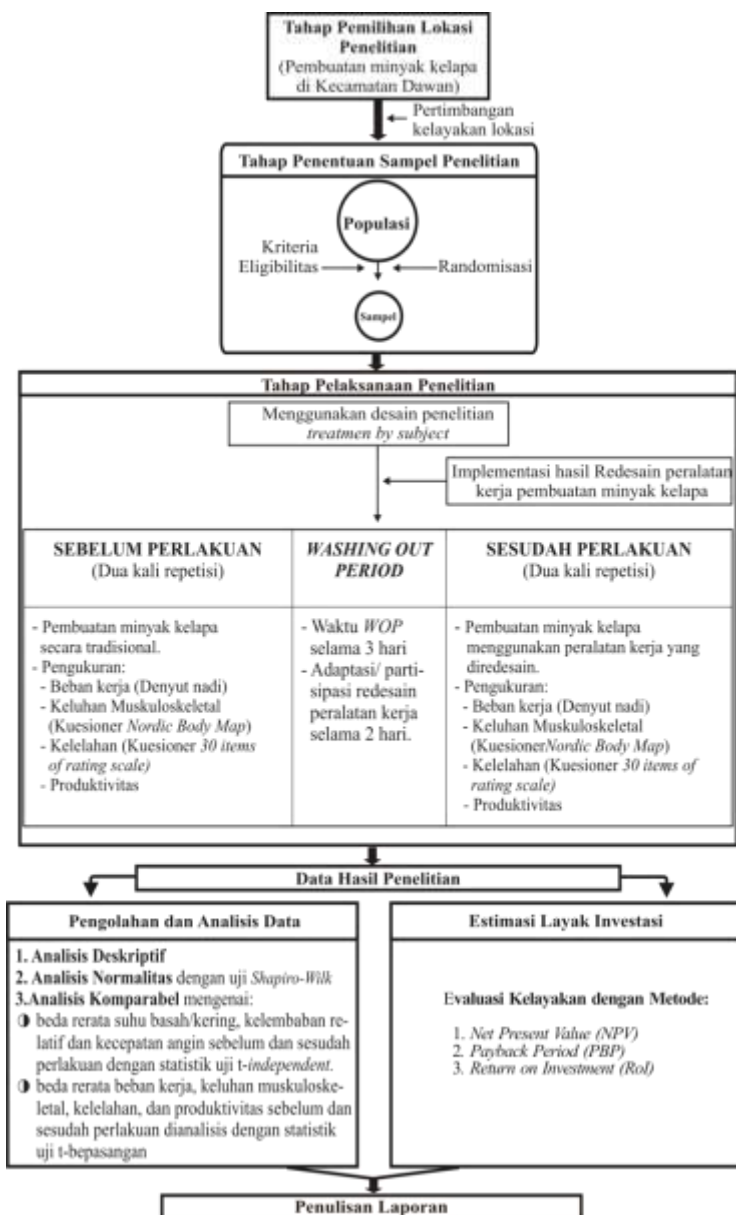
Data hasil penelitian yang diperoleh di lapangan diolah dengan program *SPSS for Windows Release 13* sebagai berikut:

- 1) Analisis deskriptif dilakukan untuk:
 - a) Data karakteristik fisik para pembuat minyak kelapa mengenai: umur, tinggi dan berat badan serta data antropometrik tubuh dengan persentil 5, dihitung dengan mencari rerata dan simpang baku
 - b) Data kondisi lingkungan ruang dapur mengenai: suhu kering, suhu basah, kelembaban relatif, dan kecepatan angin dihitung rerata dan simpang baku
 - c) Data rerata dan simpang baku: beban kerja (diketahui dari denyut nadi kerja), keluhan muskuloskeletal, kelelahan, dan produktivitas .
- 2) Analisis normalitas dilakukan untuk:
 - a) Data iklim mikro ruang kerja mengenai: suhu basah, suhu kering, kelembaban relatif dan kecepatan angin dianalisis dengan statistik uji *Shapiro-Wilk*
 - b) Data beban kerja, keluhan muskuloskeletal, kelelahan, dan produktivitas dianalisis dengan statistik uji *Shapiro-Wilk*.
- 3) Analisis komparabel dilakukan untuk:

- a) Data iklim mikro ruang kerja jika berdistribusi normal, maka untuk memastikan tidak ada beda antara sebelum dan sesudah perlakuan dianalisis dengan statistik uji *t-independent*. Jika tidak berdistribusi normal diuji dengan uji *Mann-Whitney*
- b) Data beban kerja, keluhan muskuloskeletal, kelelahan, dan produktivitas jika berdistribusi normal, maka untuk mengetahui penurunan beban kerja, keluhan muskuloskeletal, kelelahan, dan peningkatan produktivitas antara sebelum dan sesudah perlakuan dalam satu siklus pembuatan minyak kelapa dianalisis dengan statistik uji *t-berpasangan*, pada taraf signifikansi 5% ($\alpha = 0,05$). Jika tidak berdistribusi normal diuji dengan uji *Mann-Whitney*

4.9 Alur Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa langkah dengan mengikuti suatu alur penelitian seperti Gambar 4.4



Gambar 4.4 Alur Penelitian

BAB V HASIL PENELITIAN

5.1 Karakteristik Para Pembuat Minyak Kelapa

Beberapa data karakteristik para pembuat minyak kelapa yang dibutuhkan meliputi: umur, berat badan, tinggi badan dan tekanan darah, termasuk pengalaman kerja serta pendidikan. Data tersebut disajikan pada (lampiran 8). Nilai rerata, simpang baku dan rentangan disajikan pada Tabel 5.1

Tabel 5.1
Rerata, Simpang Baku dan Rentangan Karakteristik
Para Pembuat Minyak Kelapa (n=22) di Kecamatan
Dawan Klungkung

Karakteristik Para Pembuat Minyak Kelapa				
Kelapa	Rerata	SB	Rentangan	
Umur (tahun)	36,86	5,55	27,00	-45,00
Berat Badan (kg)	56,70	4,45	50,50	-70,00
Tinggi Badan (cm)	156,64	10,60	136,00	-167,00
Indeks Massa Tubuh (kg/m ²)	23,41	2,86	20,12	-30,19
Tekanan Darah Sistolik (mmHg)	101,73	9,15	90,00	-120,00
Tekanan Darah Diastolik (mmHg)	71,55	6,64	60,00	-80,00

5.2 Antropometri Para Pembuat Minyak Kelapa

Beberapa data antropometri para pembuat minyak kelapa yang dibutuhkan terkait dengan upaya redesain peralatan kerja secara ergonomis, meliputi: (1) ukuran tinggi siku yang digunakan sebagai acuan untuk menentukan ukuran tinggi peralatan, seperti ukuran: tinggi alat pengupas sabut kelapa, tinggi alat pamarut kelapa, alat pemeras

santan dan tinggi tungku. (2) Jangkauan tangan ke depan untuk menentukan ukuran jarak antara pekerja dengan tungku. (3) panjang tangan, panjang telapak tangan, lingkaran tangan sampai telunjuk, dan lingkaran tangan sampai ibu jari, dipakai untuk menentukan ukuran gagang alat pencongkel daging kelapa. Data tersebut disajikan pada (lampiran 9). Nilai persentil, rerata dan simpang baku disajikan pada Tabel 5.2

Tabel 5.2
Nilai Persentil Antropometri Para Pembuat Minyak Kelapa (n=22) di Kecamatan Dawan Klungkung

Antropometri Tubuh	Persentil 5 (cm)
Tinggi siku	82,08
Jangkauan ke depan	64,08
Panjang tangan	14,00
Panjang telapak tangan	8,00
Lingkaran tangan sampai telunjuk	7,08
Lingkaran tangan sampai ibu jari	8,00

5.3 Redesain Peralatan Kerja Secara Ergonomis

Berdasarkan data hasil pengukuran antropometri para pembuat minyak kelapa seperti pada Tabel 5.2, maka dalam satu siklus pembuatan minyak kelapa ditemukan lima jenis alat kerja pada lima tahap pembuatan minyak kelapa yang tidak sesuai dengan data antropometri tersebut, seperti disajikan pada Tabel 5.3

Tabel 5.3
Peralatan Kerja yang Tidak Sesuai dengan Antropometri
Para Pembuat Minyak Kelapa di Kecamatan Dawan
Klungkung

Tahapan Pembuatan Minyak Kelapa		Peralatan Kerja Lama Tidak Sesuai dengan Antropometri
Tahap 1:	Proses pengupasan sabut kelapa (ngengessin nyuh)	⇒ Alat pengupas sabut kelapa (pengesan).
Tahap 2:	Proses pencongkelan daging kelapa (nyeluh nyuh)	⇒ Alat pencongkel daging kelapa (penyeluhan)
Tahap 3:	Proses pamarutan daging kelapa (ngikih nyuh)	⇒ Alat pamarut kelapa
Tahap 4:	Proses membuat santen (nyanten) memeras santan menggunakan tangan.	⇒ Cara meremas adonan santan dengan menggunakan tangan
Tahap 5:	Proses perebusan santan kelapa (ngelablab santen) dilakukan dengan dipanaskan di atas tungku (jalikan).	⇒ Konstruksi tungku api (jalikan).
Tahap 6:	Proses pemisahan berih minyak dengan celengis (ngerorobin)	⇒ Konstruksi tungku api (jalikan) yang sama dengan tahap: 5
Tahap 7:	Proses pengendapan sisa celengis atau penjernihan minyak (ngelale)	⇒ Konstruksi tungku api (jalikan) yang sama dengan tahap: 5
Tahap 8:	Proses pengambilan minyak kelapa yang sudah jadi dari wajan atau nuduk lengis	⇒ Konstruksi tungku api (jalikan) yang sama dengan tahap: 5

Keterangan:



= dilakukan redesain peralatan kerja

= tidak dilakukan redesain peralatan kerja

Data hasil pengukuran beberapa bagian dari lima jenis peralatan kerja yang tidak sesuai dengan antropometri para pembuat minyak kelapa disajikan pada lampiran 10. Nilai persentil disajikan pada Tabel 5.4

Tabel 5.4
Nilai Persentil Ukuran Peralatan Kerja yang Tidak Sesuai dengan Antropometri Para Pembuat Minyak Kelapa

Ukuran Peralatan Kerja	Persentil 5 (cm)
Tinggi alat pengupas kelapa (<i>pengesan</i>)	50,00
Diameter gagang alat pencongkel kelapa (<i>penyeluhan</i>)	1,20
Tinggi alat pamarutan kelapa	60,00
Tinggi tungku	28,00
Tinggi Pondasi	33,15
Tinggi Panci	29,00
Jarak antara pekerja dengan tungku	66,30

Berdasarkan hasil pendataan yang diperoleh, seperti: data antropometri para pembuat minyak kelapa yang disajikan pada tabel 5.2; data peralatan kerja yang tidak sesuai dengan antropometri para pembuat minyak kelapa pada tabel 5.3; dan data hasil pengukuran peralatan kerja sebelum dilakukan redesain secara ergonomis yang disajikan pada Tabel 5.4, maka sebagai solusi redesain peralatan kerja secara ergonomis dilakukan dengan penyesuaian ukuran peralatan kerja dengan ukuran antropometri para pembuatan minyak kelapa pada nilai persentil 5. Data hasil perhitungan tersebut, seperti disajikan pada Tabel 5.5

Tabel 5.5
Hasil Perhitungan Ukuran Peralatan Kerja Sesuai dengan Antropometri Para Pembuat Minyak Kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung (Satuan cm)

No.	Ukuran Bagian Alat	Persen-til	Ukuran sebelum Redesain (cm)	Penyesuaian dengan antropometri (cm)	Ukuran sesudah Redesain (cm)
1.	Tinggi alat pengupas kelapa	5	50	Dibuat fleksibel dengan ukuran tinggi $\pm$ (tinggi siku - 20), karena memanfaatkan	62,08

(pengesan)			tekanan dari berat badan		
2.	Gagang alat pencongkel kelapa (penyeluhan)	5	1,20	Untuk ukuran <i>handle</i> disarankan 3 cm atau 3,5	3,5
3.	Tinggi alat parutan kelapa	5	60,00	Disesuaikan dengan tinggi siku, dengan menambah bantalan ± 20	80
4.	Memeras santan secara manual dengan menggunakan tangan	-	-	Mendesain alat pemerasan santan disesuaikan dengan tinggi siku pada persentil 5 dikurangi 20 untuk pondasi	82,08-20 = 62,08.
5	-Tinggi tungku	5	28,00	Disesuikan dengan tinggi siku dan ditambah	90,15+20 =
	-Tinggi pondasi	5	33,15	bantalan untuk kaki para pekerja setinggi ± 20	110,15
	-Tinggi panci		29,00	Diperpendek sampai 10	
	-Tinggi tungku keseluruhan		90,15	dari tepi pondasi agar badan pekerja tidak bersentuhan dengan	10
	-Jarak tungku dengan pekerja	5	37,00	dinding tungku	

Untuk lebih jelasnya mengenai kondisi lima jenis peralatan kerja dan sikap kerja para pembuatan minyak kelapa di Kecamatan Dawan antara sebelum dan sesudah dilakukan redesain secara ergonomis, dapat diamati dari hasil observasi pada lima tahap dalam satu siklus pembuatan minyak kelapa, seperti pada (lampiran 11) Mengenai ukuran peralatan kerja sesudah redesain secara ergonomis lebih rinci disajikan dalam Gambar teknik pada lampiran: 12a sampai dengan 12f.

5.4 Kondisi Lingkungan Kerja

Kondisi lingkungan kerja yang dimaksud adalah mengenai kondisi iklim mikro tempat kerja yang digunakan para pembuat minyak kelapa sebagai tempat pembuatan minyak kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung. Dalam penelitian ini, iklim mikro yang didata meliputi: suhu basah, suhu kering, kelembaban relatif atau *relative*

humidity, dan kecepatan angin dalam ruang dapur sebelum dan sesudah perlakuan. Data hasil pengukuran iklim mikro tersebut disajikan pada lampiran 13. Analisis normalitas data iklim mikro dengan statistik uji *Shapiro-Wilk* disajikan pada lampiran 14 (i). Nilai rerata, simpang baku dan normalitas data disajikan pada Tabel 5.6

Tabel 5.6
Nilai Rerata, Simpang Baku dan Normalitas Data Iklim
Mikro Ruang Dapur (*Paon*) Para Pembuat Minyak Kelapa
(n=22) di Kecamatan Dawan Klungkung

Variabel	Rerata	SB	Statistik	p
Sebelum Perlakuan				
Suhu basah (oC)	24,58	0,31	0,98	0,83
Suhu kering (oC)	27,16	0,29	0,93	0,14
Kelembaban relatif (%)	80,49	1,70	0,96	0,56
Kecepatan angin (m/detik)	0,07	0,02	0,92	0,08
Sesudah Perlakuan				
Suhu basah (oC)	24,56	0,45	0,97	0,79
Suhu kering (oC)	27,17	0,31	0,97	0,67
Kelembaban relatif (%)	81,14	3,28	0,95	0,30
Kecepatan angin (m/detik)	0,08	0,02	0,93	0,10

Hasil analisis normalitas data iklim mikro seperti pada Tabel 5.6, menunjukkan bahwa semua data iklim mikro sebelum dan sesudah perlakuan berdistribusi normal karena nilai $p > 0,05$, sehingga dapat dilanjutkan dengan analisis statistik parametrik beda rerata dengan uji *t-independent* seperti disajikan pada lampiran 14 (ii). Nilai uji *t-independent* disajikan pada Tabel 5.7

Tabel 5.7
Nilai Uji t- *Independent* Data Iklim Mikro Tempat Kerja
Para Pembuat Minyak Kelapa (n=22) di Kecamatan Dawan
Klungkung

Variabel	Sebelum Perlakuan		Sesudah Perlakuan		Beda		
	Rerata	SB	Rerata	SB	Rerata	t	p
Suhu basah (°C)	24,58	0,31	24,56	0,45	-0,02	0,19	0,85
Suhu kering (°C)	27,16	0,29	27,17	0,31	0,01	0,15	0,88
Kelembaban relatif (%)	80,49	1,70	81,14	3,28	0,65	0,83	0,41
Kecepatan angin (m/detik)	0,07	0,02	0,08	0,02	-0,01	-1,65	0,10

Hasil analisis beda rerata dengan statistik uji t-*independent* data iklim mikro ruang dapur, seperti disajikan pada Tabel 5.7, secara statistik menunjukkan bahwa semua data iklim mikro antara sebelum dan sesudah perlakuan tidak ada beda rerata yang signifikan pada taraf nyata 5% , dengan nilai $p > 0,05$. Hal tersebut berarti para pembuat minyak kelapa dalam aktivitasnya, antara sebelum dengan sesudah redesain peralatan kerja terpapar oleh iklim mikro dengan kondisi yang sama dan tidak berpengaruh pada perlakuan yang diberikan.

5.5 Beban Kerja dalam Proses Pembuatan Minyak Kelapa

Beban kerja para pembuat minyak kelapa dalam proses pembuatan minyak kelapa dapat diketahui dengan memakai parameter denyut nadi. Data denyut nadi istirahat diperoleh dengan mengukur langsung para pembuat minyak kelapa sebelum melakukan kegiatan dan denyut nadi kerja diukur pada saat mulai, pertengahan dan akhir kerja. Sedangkan nadi kerja diperoleh dengan menghitung selisih antara denyut nadi kerja dengan denyut nadi istirahat. Data denyut nadi istirahat, denyut nadi kerja dan nadi kerja para pembuat minyak kelapa sebelum dan se-

sudah perlakuan, disajikan pada lampiran 15. Analisis normalitas data denyut nadi istirahat, denyut nadi kerja dan nadi kerja dengan statistik uji *Shapiro-Wilk* disajikan pada lampiran 16 (i), (ii) dan (iii). Nilai rerata, simpang baku, dan normalitas data disajikan pada Tabel 5.8

Tabel 5.8
Nilai Rerata, Simpang Baku, dan Normalitas Data Denyut
Nadi Istirahat, Denyut Nadi Kerja dan Nadi Kerja Para
Pembuat Minyak Kelapa (n=22) di Kecamatan Dawan
Klungkung

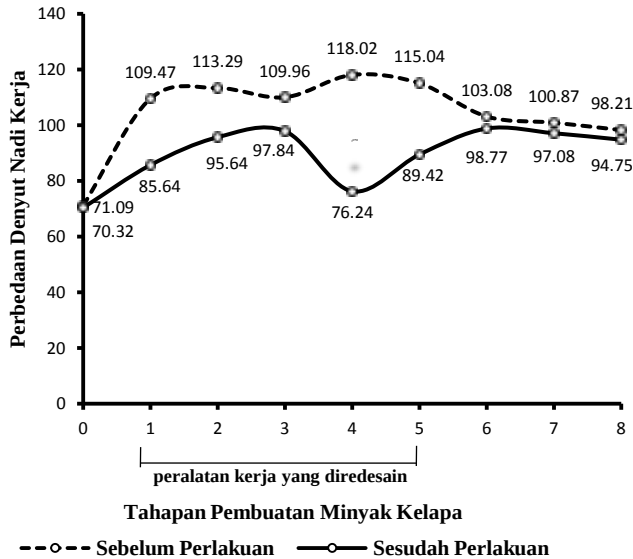
Variabel	Rerata	SB	Statistik	p
Sebelum Perlakuan				
Denyut nadi istirahat (denyut/menit)	71,09	2,25	0,96	0,47
Denyut Nadi Kerja (denyut/menit)	108,49	0,95	0,94	0,22
Nadi Kerja (denyut/menit)	37,40	1,90	0,92	0,08
Sesudah Perlakuan				
Denyut nadi istirahat (denyut/menit)	70,32	1,86	0,97	0,75
Denyut Nadi Kerja (denyut/menit)	91,90	1,91	0,95	0,32
Nadi Kerja (denyut/menit)	21,61	2,10	0,97	1,61

Berdasarkan hasil analisis normalitas data denyut nadi istirahat, denyut nadi kerja dan nadi kerja, seperti pada Tabel 5.8, menunjukkan bahwa, semua data berdistribusi normal dengan nilai $p > 0,05$, maka dapat dilanjutkan dengan analisis parametrik beda rerata dengan statistik uji t-berpasangan. Hasil analisis tersebut disajikan pada lampiran 17. Nilai uji t-berpasangan data denyut nadi istirahat, denyut nadi kerja dan nadi kerja disajikan pada Tabel 5.9

Tabel 5.9
Nilai Uji t-Berpasangan Data Denyut Nadi Istirahat,
Denyut Nadi Kerja dan Nadi Kerja Para Pembuat Minyak
Kelapa (n=22) di Kecamatan Dawan Klungkung

Variabel	Sebelum Perlakuan		Sesudah Perlakuan		Beda rerata	t	p
	Rerata	SB	Rerata	SB			
Denyut nadi istirahat (denyut/menit)	71,09	2,25	70,32	1,86	0,77	1,75	0,09
Denyut nadi kerja (denyut/menit)	108,49	0,95	91,90	1,91	16,59	37,45	0,00
Nadi kerja (denyut/menit)	37,40	1,90	21,61	2,10	15,79	31,15	0,00

Berdasarkan hasil analisis beda rerata denyut nadi istirahat para pembuat minyak kelapa seperti pada Tabel 5.9, ternyata rerata denyut nadi istirahat sebelum dengan sesudah redesain peralatan kerja secara ergonomis, tidak ada beda yang signifikan pada taraf nyata 5% dengan nilai $p > 0,05$ yakni $p = 0,09$, berarti para pembuat minyak kelapa memiliki kondisi kesehatan yang sama antara sebelum dan sesudah perlakuan. Sehubungan dengan hal tersebut, maka sebagai parameter untuk mengetahui beban kerja para pembuat minyak kelapa dalam pembuatan minyak kelapa dipakai denyut nadi kerja, karena denyut nadi kerja antara sebelum dan sesudah perlakuan ada beda rerata yang signifikan pada taraf nyata 5% dengan nilai $p > 0,05$, yakni $p = 0,00$ dan beda rerata sebesar 16,59 denyut/menit. Dalam bentuk Grafik dapat disajikan seperti Gambar 5.1



Gambar 5.1 Grafik Denyut Nadi Kerja Para Pembuat Minyak Kelapa Sebelum dan Sesudah Redesain Peralatan Kerja dalam Satu Siklus Pembuatan Minyak Kelapa

Pada Gambar 5.1 tampak denyut nadi istirahat para pembuat minyak kelapa antara sebelum dan sesudah redesain peralatan kerja secara statistik tidak berbeda signifikan, yakni sebesar 0,77 denyut/menit atau sebesar 1,09%. Pada saat melakukan satu siklus pembuatan minyak kelapa, secara umum pada setiap tahap, baik sebelum atau sesudah perlakuan, para pembuat minyak kelapa mengalami peningkatan denyut nadi dari denyut nadi istirahat ke denyut nadi kerja. Sedangkan denyut nadi kerja dalam satu siklus pembuatan minyak kelapa antara sebelum dan sesudah perlakuan tampak mengalami penurunan yang signifikan, yakni sebesar 16,59 denyut/ menit atau sebesar 14,69% dari sebelumnya.

Berdasarkan lima jenis redesain peralatan kerja yang digunakan pada lima tahap pembuatan minyak kelapa, ternyata pada redesain alat pamarut kelapa yang digunakan pada tahap 3 memberi pengaruh paling kecil terhadap penurunan beban kerja, yakni sebesar 12,11 denyut/menit atau sebesar 11,02% dari sebelumnya. Hal tersebut terjadi disebabkan ketegangan otot yang dirasakan pada bahu, lengan dan pergelangan tangan dapat berkurang, serta postur tubuh inklinasi ke depan yang dialami sebelumnya menjadi sikap kerja yang normal, sehingga berpengaruh terhadap denyut nadi kerja. Sedangkan penurunan beban kerja paling besar terjadi pada tahap 4, yakni sebesar 41,78 denyut/menit atau sebesar 35,40 % dari sebelumnya. Hal tersebut terjadi sebagai akibat dari mengganti cara pemerasan santan secara manual menggunakan tangan dengan alat peras santan yang didesain secara ergonomis. Ketegangan otot lengan dan tangan dapat berkurang, sehingga berpengaruh terhadap denyut nadi kerja. Pada tahap 6,7, dan 8, sekalipun tidak dilakukan redesain peralatan kerja secara ergonomis, namun para pembuat minyak kelapa juga mengalami penurunan beban kerja sebagai imbas dari redesain peralatan kerja yang dilakukan pada lima tahap sebelumnya.

5.6 Keluhan Muskuloskeletal dalam Proses Pembuatan Minyak Kelapa

Hasil pendataan keluhan muskuloskeletal para pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung sebelum dan sesudah redesain peralatan kerja secara ergonomis, disajikan pada lampiran 18. Analisis normalitas data skor keluhan muskuloskeletal dengan statistik uji *Shapiro-Wilk* disajikan pada lampiran 19. Nilai rerata, simpang baku dan normalitas data disajikan pada Tabel 5.10

Tabel 5.10
Nilai Rerata, Simpang Baku, dan Normalitas Data Skor
Keluhan Muskuloskeletal Para Pembuat Minyak Kelapa
(n=22) di Kecamatan Dawan Klungkung

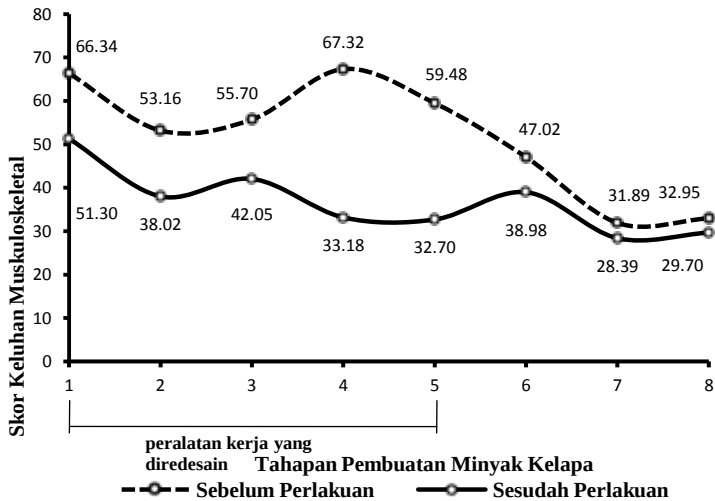
Variabel	Rerata	SB	Statistik	p
Sebelum perlakuan				
Keluhan Muskuloskeletal	51,73	1,36	0,98	0,86
Sesudah perlakuan				
Keluhan Muskuloskeletal	36,79	0,83	0,97	0,70

Berdasarkan hasil analisis normalitas data skor keluhan muskuloskeletal, seperti pada Tabel 5.10, menunjukkan bahwa, semua data berdistribusi normal, ditunjukkan dengan nilai $p > 0,05$, maka dilanjutkan dengan analisis parametrik beda rerata dengan statistik uji t-berpasangan. Hasil analisis beda rerata skor keluhan muskuloskeletal disajikan pada lampiran: 20. Nilai uji t-berpasangan rerata skor keluhan muskuloskeletal seperti pada Tabel 5.11

Tabel 5.11
Nilai Uji t-Berpasangan Rerata Skor Keluhan
Muskuloskeletal Para Pembuat Minyak Kelapa (n=22) di
Kecamatan Dawan Klungkung

Variabel	Sebelum		Sesudah		Beda rerata	t	p
	Perlakuan		Perlakuan				
	Rerata	SB	Rerata	SB			
Keluhan muskuloskeletal	51,73	2,25	36,79	0,83	14,94	59,53	0,00

Berdasarkan hasil analisis beda rerata skor keluhan muskuloskeletal seperti pada Tabel 5.11, menunjukkan bahwa skor keluhan muskuloskeletal antara sebelum dengan sesudah redesign peralatan kerja secara ergonomis ada beda rerata yang signifikan pada taraf nyata 5%, ditunjukkan dengan nilai $p < 0,05$, yakni $p = 0,00$, dengan beda rerata sebesar 14,94. Dalam bentuk grafik dapat disajikan seperti Gambar 5.2



Gambar 5.2 Grafik Skor Keluhan Muskuloskeletal Para Pembuat Minyak Kelapa Sebelum dan Sesudah Redesain Peralatan Kerja dalam Satu Siklus Pembuatan Minyak Kelapa

Pada Gambar 5.2 tampak dalam satu siklus pembuatan minyak kelapa para pembuat minyak kelapa merasakan penurunan keluhan muskuloskeletal akibat redesain peralatan kerja secara ergonomis, yakni sebesar 14,94 atau 26,17% dari sebelumnya. Penurunan keluhan muskuloskeletal paling besar dirasakan pada tahap 4, yakni sebesar 50,71%, sebagai akibat dari mengganti cara memeras santan secara manual menggunakan tangan dengan alat pemeras santan kelapa yang didesain secara ergonomis. Hal tersebut terjadi disebabkan kontraksi otot statis yang dirasakan pada bahu, lengan dan pergelangan tangan dapat berkurang, serta postur tubuh inklinasi ke depan yang dialami sebelumnya menjadi sikap kerja yang normal atau alamiah. Sedangkan penurunan keluhan muskuloskeletal terkecil terjadi pada redesain alat parut kelapa pa-

da tahap 1, sebesar 22,68%, yaitu redesain alat pengupas sabut kelapa berupa penambahan konstruksi bidang penyangga pada pangkal bawah dan menyesuaikan tinggi alat tersebut dengan ukuran tinggi siku para pembuat minyak kelapa pada persentil 5. Pada tahap 6,7, dan 8 sekalipun tidak dilakukan redesain peralatan kerja, namun juga mengalami penurunan keluhan muskuloskeletal sebagai akibat redesain yang dilakukan pada lima tahap sebelumnya.

Selanjutnya untuk mengetahui lebih rinci mengenai keluhan muskuloskeletal yang dirasakan pada beberapa bagian tubuh para pembuat minyak kelapa sesuai dengan item pada kuesioner *Nordic Body Map*, dilakukan dengan analisis deskriptif sebelum dan sesudah perlakuan dan hasilnya disajikan pada Tabel 5.12

Tabel 5.12
Persentase Penurunan Rerata Skor Keluhan
Muskuloskeletal yang Dirasakan Pada Beberapa Bagian
Tubuh Para Pembuat Minyak Kelapa (n=22) Sesuai
Dengan Item Kuesioner *Nordic Body Map* Antara
Sebelum dan Sesudah Perlakuan

No Jenis keluhan Muskuloskeletal	Rerata		Selisih	Persentase (%)
	Sebelum perlakuan	Sesudah perlakuan		
1. Sakit / kaku leher bagian atas	26,06	23,31	2,75	10,55
2. Sakit / kaku leher bagian bawah	37,88	28,13	9,75	25,74
3. Sakit di bahu kiri	39,31	26,88	12,43	31,62
4. Sakit di bahu kanan	54,13	32,13	22,00	40,64
5. Sakit pada lengan atas kiri	35,19	27,31	7,88	22,39
6. Sakit di punggung	53,13	32,25	20,88	39,30
7. Sakit pada lengan kanan	57,44	34,13	23,31	40,58
8. Sakit pada pinggang	54,69	36,19	18,50	33,83
9. Sakit pada bokong	51,94	34,38	17,56	33,81
10. Sakit pada pantat	22,31	22,13	0,18	0,81
11. Sakit pada siku kiri	37,63	25,69	11,94	31,73
12. Sakit pada siku kanan	54,88	32,63	22,25	40,54
13. Sakit pada lengan bawah kiri	38,63	26,25	12,38	32,05
14. Sakit pada lengan bawah kanan	53,50	32,38	21,12	39,48
15. Sakit pada pergelangan tangan kiri	39,19	27,06	12,13	30,95

16. Sakit pada pergelangan tangan kanan	54,94	36,44	18,50	33,67
17. Sakit pada tangan kiri	38,88	26,19	12,69	32,64
18. Sakit pada tangan kanan	55,00	33,94	21,06	38,29
19. Sakit pada paha kiri	23,63	22,69	0,94	3,98
20. Sakit pada paha kanan	32,63	23,25	9,38	28,75
21. Sakit pada lutut kiri	27,88	27,25	0,63	2,26
22. Sakit pada lutut kanan	35,81	29,00	6,81	19,02
23. Sakit pada betis kiri	33,69	27,69	6,00	17,81
24. Sakit pada betis kanan	40,38	27,75	12,63	31,28
25. Sakit pada pergelangan kaki kiri	33,63	29,13	4,50	13,38
26. Sakit pada pergelangan kaki kanan	39,44	29,94	9,50	24,09
27. Sakit pada kaki kiri	29,44	27,81	1,63	5,54
28. Sakit pada kaki kanan	36,19	27,50	8,69	24,01

5.7 Kelelahan dalam Proses Pembuatan Minyak Kelapa

Hasil pendataan skor kelelahan yang dirasakan para pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung sebelum dan sesudah redesain peralatan kerja secara ergonomis, disajikan pada lampiran 21 Analisis normalitas data skor kelelahan dengan statistik uji *Shapiro-Wilk* disajikan pada lampiran 22. Nilai rerata, simpang baku dan normalitas data skor kelelahan disajikan pada Tabel 5.13

Tabel 5.13
Nilai Rerata, Simpang Baku, dan Normalitas Data Skor Kelelahan Para Pembuat Minyak Kelapa (n=22) di Kecamatan Dawan Klungkung

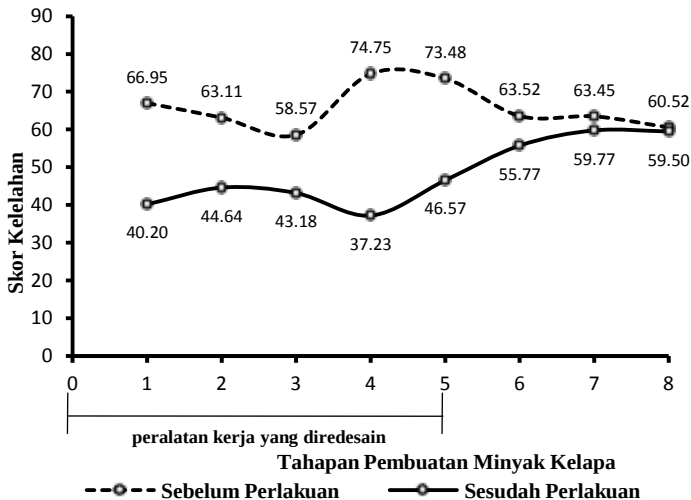
Variabel	Rerata	SB	Statistik	p
Sebelum perlakuan Kelelahan	66,75	3,60	0,97	0,65
Sesudah perlakuan Kelelahan	49,50	3,28	0,95	0,26

Berdasarkan hasil analisis normalitas data skor kelelahan, seperti pada Tabel 5.13, semua data berdistribusi normal, ditunjukkan dengan semua nilai $p > 0,05$, maka dilanjutkan dengan analisis parametrik beda rerata dengan statistik uji t-berpasangan. Hasil analisis beda rerata skor kelelahan disajikan pada lampiran 23 dan nilai uji t-berpasangan rerata skor kelelahan disajikan pada Tabel 5.14

Tabel 5.14
Nilai Uji t-Berpasangan Rerata Skor Kelelahan Para
Pembuat Minyak Kelapa (n=22) di Kecamatan Dawan
Klungkung

Variabel	Sebelum Perlakuan		Sesudah Perlakuan		Beda		
	Rerata	SB	Rerata	SB	rerata	t	p
Kelelahan	65,55	1,66	48,36	1,65	17,19	42,60	0,00

Berdasarkan hasil analisis beda rerata skor kelelahan seperti pada Tabel 5.14, menunjukkan bahwa skor kelelahan antara sebelum dengan sesudah redesain peralatan kerja secara ergonomis, ternyata ada beda rerata yang signifikan pada taraf nyata 5%, ditunjukkan dengan nilai $p < 0,05$, yakni $p = 0,00$ dengan beda rerata sebesar 17,25. Dalam bentuk Grafik dapat disajikan seperti Gambar 5.3



Gambar 5.3 Grafik Skor Kelelahan Sebelum dan Sesudah Redesain Peralatan Kerja dalam Satu Siklus Pembuatan Minyak Kelapa

Pada Gambar 5.3 tampak dalam satu siklus pembuatan minyak kelapa para pembuat minyak kelapa merasakan penurunan kelelahan akibat redesain peralatan kerja secara ergonomis, yakni sebesar 17,19 atau sebesar 25,83%. Penurunan kelelahan paling besar tampak terjadi pada tahap 4 sebesar 37,52 atau sebesar 50,20%, sebagai akibat dari mengganti cara memeras santan secara manual menggunakan tangan dengan alat pemeras santan kelapa yang didesain secara ergonomis. Sedangkan penurunan terkecil terjadi pada redesain alat parut kelapa pada tahap 3, sebesar 15,39 atau sebesar 26,27%, yaitu berupa penambahan bantalan pada tiang penyangga, sehingga sesuai dengan tinggi siku pembuat minyak kelapa pada nilai persentil 5.

Selanjutnya untuk mengetahui secara rinci mengenai jenis kelelahan yang dirasakan sesuai dengan tiga kelompok pelemahan pada kuesioner *30 items of rating scale*, yaitu mengenai pelemahan: aktivitas, motivasi dan fisik, maka dilakukan dengan analisis deskriptif sebelum dan sesudah perlakuan, seperti disajikan pada Tabel 5.15

Tabel 5.15
Persentase Penurunan Jenis Kelelahan yang Dirasakan
Para Pembuat Minyak Kelapa (n=22) Sesuai dengan Tiga
Kelompok Pelemahan pada Kuesioner *30 Items of Rating*
Scale Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan

Jenis Kelelahan	Rerata		Selisih	Persentase (%)
	Sebelum perlakuan	Sesudah perlakuan		
Pelemahan Aktivitas	23,23	18,04	5,19	22,34
Pelemahan Motivasi	18,89	16,88	2,01	10,64
Pelemahan Fisik	24,64	14,20	10,44	42,37

Dari ketiga jenis kelelahan yang dialami para pembuat minyak kelapa dalam melakukan satu siklus pembuatan minyak kelapa, seperti tampak pada Tabel 5.15, ternyata jenis kelelahan yang paling besar mengalami penu-

runan setelah menggunakan peralatan kerja yang dire-desain secara ergonomis adalah kelelahan yang termasuk jenis pelemahan fisik, yakni dengan selisih sebesar 10,44 atau sebesar 42,37% dari sebelumnya. Hal tersebut dirasakan, karena sebelum dilakukan redesain peralatan kerja para pembuat minyak kelapa banyak melakukan kerja fisik dengan sikap kerja yang tidak alamiah. Namun setelah dilakukan redesain peralatan kerja secara ergonomis, maka sikap kerja tersebut dapat diminimalkan, sehingga pelemahan fisik dapat berkurang. Sedangkan jenis kelelahan yang paling kecil mengalami penurunan adalah pelemahan motivasi, yakni sebesar 2,01 atau sebesar 10,64% dari sebelumnya. Hal tersebut dirasakan, karena: (1) para pembuat minyak kelapa belum merasakan manfaat jangka panjang dari upaya redesain peralatan kerja tersebut; dan (2) para pekerja di daerah tersebut umumnya sudah pernah menggunakan alat produksi, seperti alat pamarut kelapa bertenaga listrik.

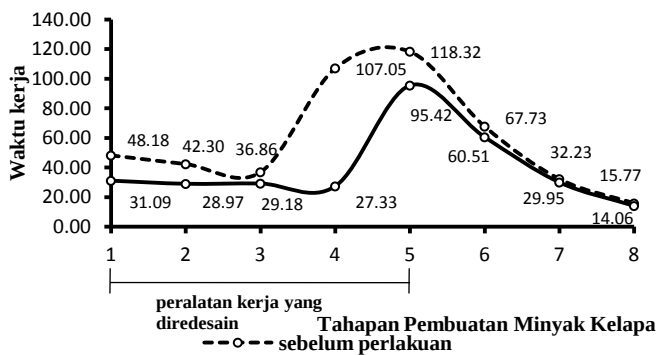
5.8 Waktu Kerja dalam Satu Siklus Pembuatan Minyak Kelapa

Waktu kerja dimaksudkan adalah waktu yang dimanfaatkan oleh para pembuat minyak kelapa untuk mengerjakan satu siklus pembuatan minyak kelapa. Data hasil pengukuran waktu kerja sebelum dan sesudah redesain peralatan kerja secara ergonomis disajikan pada lampiran 24. Sedangkan hasil analisis deskriptif data waktu kerja disajikan pada Tabel 5.16

Mengenai waktu kerja yang dibutuhkan untuk mengerjakan setiap tahap dalam satu siklus pembuatan minyak kelapa antara sebelum dan sesudah redesain peralatan kerja, dalam bentuk Grafik dapat disajikan seperti Gambar 5.4

Tabel 5.16
Nilai Rerata dan Persentase Waktu Kerja yang
Dimanfaatkan Para Pembuat Minyak Kelapa (n=22)
Sebelum dan Sesudah Perlakuan

Variabel	Rerata		Selisih (menit)	Persentase (%)
	Sebelum perlakuan (menit)	Sesudah perlakuan (menit)		
Waktu Kerja	468,43	316,51	151,30	32,29



Gambar 5.4 Grafik Rerata Waktu Kerja Sebelum dan Sesudah Redesain Peralatan Kerja dalam Satu Siklus Pembuatan Minyak Kelapa

Pada Gambar 5.4 tampak dalam satu siklus pembuatan minyak kelapa antara sebelum dan sesudah redesign peralatan kerja secara ergonomis, para pembuat minyak kelapa mengalami selisih rerata waktu kerja, yakni sebesar 151,30 menit atau sebesar 32,29%. Dari lima jenis redesign peralatan kerja yang dilakukan pada lima tahap pembuatan minyak kelapa tersebut, selisih rerata waktu kerja antara sebelum dengan sesudah redesign peralatan kerja yang paling besar terjadi pada tahap 4 sebesar 79,72 menit atau sebesar 74,68%. Hal tersebut terjadi sebagai

akibat dari mengganti cara memeras santan secara manual menggunakan tangan dengan alat pemeras santan kelapa yang didesain secara ergonomis. Sedangkan selisih rerata waktu kerja terkecil terjadi pada tahap 3, sebesar 7,68 menit atau sebesar 20,84% yaitu berupa penambahan bantalan pada tiang penyangga, sehingga sesuai dengan tinggi siku para pembuat minyak kelapa pada nilai persentil 5.

5.9 Produktivitas Kerja Para Pembuat Minyak Kelapa

Produktivitas kerja para pembuat minyak kelapa dihitung dengan rumus $P = O/I.t$. Berdasarkan data pada lampiran 27 dapat diketahui nilai luaran (O) berupa minyak kelapa yang dihasilkan dalam satu siklus pembuatan minyak kelapa, yaitu sebanyak 3600 ml. Kemudian berdasarkan data pada lampiran 25, nilai masukan (I) berupa buah kelapa yang diproses dalam satu siklus pembuatan minyak kelapa, sebanyak 20 butir, sedangkan berdasarkan data pada Tabel 5.16 diketahui nilai rerata waktu kerja (t) yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu siklus pembuatan minyak kelapa sebelum perlakuan sebesar 468,43 menit dan sesudah perlakuan sebesar 316,51 menit. Dengan data tersebut, maka produktivitas kerja dapat dihitung dan hasilnya disajikan pada lampiran 29. Analisis normalitas dengan statistik uji *Shapiro-Wilk* data produktivitas kerja disajikan pada lampiran 30. Nilai rerata, simpang baku, dan normalitas data disajikan pada Tabel 5.17

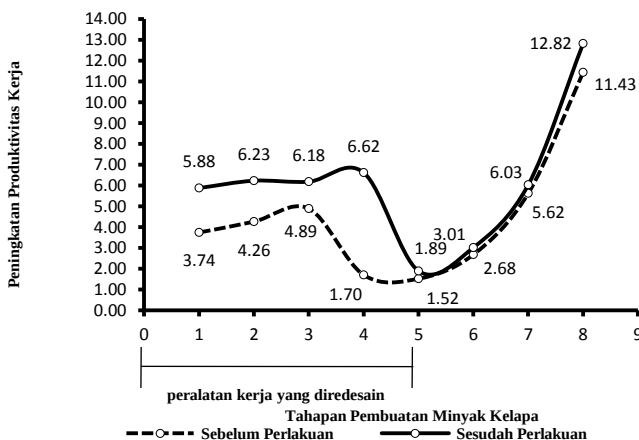
Tabel 5.17
Nilai Rerata, Simpang Baku, dan Normalitas Data
Produktivitas Kerja Para Pembuat Minyak Kelapa (n=22)
di Kecamatan Dawan Klungkung

Variabel	Rerata	SB	Statistik	p
Sebelum perlakuan				
Produktivitas Kerja	35,86	1,09	0,89	0,06
Sesudah perlakuan				
Produktivitas Kerja	48,66	1,10	0,93	0,13

Berdasarkan hasil analisis normalitas data produktivitas kerja, seperti pada Tabel 5.17, menunjukkan bahwa, semua data berdistribusi normal, ditunjukkan dengan nilai $p > 0,05$, maka dilanjutkan dengan analisis parametrik beda rerata dengan statistik uji t-berpasangan. Hasil analisis beda rerata produktivitas kerja disajikan pada lampiran 31 dan nilai uji t-berpasangan rerata produktivitas kerja disajikan pada Tabel 5.18

Tabel 5.18
Nilai Uji t-Berpasangan Data Produktivitas Kerja Para
Pembuat Minyak Kelapa (n=22) di Kecamatan Dawan
Klungkung

Variabel	Sebelum Perlakuan		Sesudah Perlakuan		Beda		
	Rerata	SB	Rerata	SB	rerata	t	p
Produktivitas Kerja	35,86	1,09	48,66	1,10	12,81	54,35	0,00



Gambar 5.5 Grafik Rerata Produktivitas Kerja Sebelum dan Sesudah Redesain Peralatan Kerja dalam Satu Siklus Pembuatan Minyak Kelapa

Berdasarkan hasil analisis beda rerata produktivitas kerja seperti pada Tabel 5.18, menunjukkan bahwa nilai

rerata produktivitas kerja sebelum dengan sesudah redesign peralatan kerja secara ergonomis, ternyata ada beda rerata yang signifikan pada taraf nyata 5%, ditunjukkan dengan nilai $p < 0,05$, yakni $p = 0,00$ dengan beda rerata sebesar 12,81. Dalam bentuk Grafik dapat disajikan seperti Gambar 5.5

Pada Gambar 5.5 tampak dalam satu siklus pembuatan minyak kelapa antara sebelum dan sesudah redesign peralatan kerja secara ergonomis, para pembuat minyak kelapa mengalami peningkatan produktivitas yang signifikan, yakni sebesar 12,81 atau sebesar 35,71% dari sebelumnya. Dari lima jenis redesign peralatan kerja yang dilakukan pada lima tahap pembuatan minyak kelapa tersebut, ternyata peningkatan produktivitas kerja yang paling besar terjadi pada tahap 4, yakni sebesar 4,91 atau sebesar 288,63% dari sebelumnya. Hal tersebut terjadi sebagai akibat dari mengganti cara memeras santan secara manual menggunakan tangan dengan alat pemeras santan kelapa yang didesain secara ergonomis. Sedangkan peningkatan produktivitas kerja terkecil terjadi pada tahap 5, yakni sebesar 0,37 atau sebesar 24,19%, sebagai akibat dari redesign tungku dapur secara ergonomis yang dilakukan dengan mengubah konstruksi tungku, sehingga sesuai dengan tinggi siku, jangkauan tangan ke depan dan mengubah posisi pintu api (semula berhadapan dengan pekerja diubah menjadi di sebelah pekerja).

BAB VI PEMBAHASAN

6.1 Karakteristik Para Pembuat Minyak Kelapa

Karakteristik para pembuat minyak kelapa mak-sudnya adalah ciri-ciri khusus yang berkaitan dengan kondisi fisik 22 orang pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung yang dilibatkan sebagai subjek dalam penelitian ini, meliputi: umur, berat badan, tinggi badan, indeks masa tubuh, dan tekanan darah.

a) Umur

Umur merupakan salah satu faktor kondisi fisik yang dapat mempengaruhi kinerja seseorang dalam melakukan suatu pekerjaan. Sehubungan dengan hal tersebut, maka umur para pembuat minyak kelapa perlu dipertimbangkan sebelum dilibatkan sebagai subjek penelitian.

Berdasarkan hasil analisis data seperti pada Tabel 5.1, tampak nilai rerata umur para pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan, Klungkung sebesar $36,86 \pm 5,55$ tahun. Nilai tersebut tidak jauh berbeda dengan rerata umur subjek yang dilibatkan dalam penelitian yang dilakukan Tandaju (2002) mengenai penggunaan *lewang* yang dimodifikasi dalam proses pengupasan sabut kelapa di Desa Lobu, Kecamatan Tombatu, Kabupaten Minahasa, yakni nilai rerata umur subjek ditemukan sebesar $34,56 \pm 4,43$ tahun. Nilai rerata umur subjek penelitian ini juga tidak berbeda jauh dengan nilai rerata umur subjek yang dilibatkan dalam penelitian yang dilakukan Surata (2001) mengenai penggunaan roda tangan berhendel pada alat

pres parutan kelapa dalam pembuatan minyak kelapa tradisional di Desa Ped Nusa Penida, ditemukan rerata umur subjek sebesar $30,06 \pm 4,50$ tahun dengan rentangan antara 23 sampai dengan 38 tahun.

Umur para pembuat minyak kelapa yang dijadikan subjek penelitian ini berada pada batas umur antara 25 tahun sampai dengan 60 tahun. Umur 25 tahun merupakan kondisi puncak kemampuan seseorang untuk bekerja, kemudian secara evolusi mengalami penurunan kemampuan otot hingga 25% dan kapasitas sensoris-motoris 60% dari umur 25 ke 60 tahun (Rodahl, 1989; Manuaba, 1998; Bridger, 1995). Umur subjek tersebut juga termasuk kategori usia produktif, karena berada antara umur 15 sampai dengan 60 tahun (ILO, 2005). Jadi mengacu pada hal tersebut, maka para pembuat minyak kelapa yang dipilih secara random layak dijadikan subjek penelitian.

b) Berat Badan, Tinggi Badan dan Indeks Masa Tubuh

Hasil pendataan mengenai berat dan tinggi badan, ditemukan rerata berat badan para pembuat minyak sebesar $56,70 \pm 4,45$ kg dalam rentangan berkisar antara 50,50 sampai dengan 70,00 kg. Rerata tinggi badan sebesar $156,64 \pm 10,60$ cm dalam rentangan antara 136,00 sampai dengan 167,00 cm. Nilai tersebut tidak jauh berbeda dengan hasil pendataan yang dilakukan Surata (2001) dalam penelitian tentang penggunaan roda tangan berhendel pada alat pres parutan kelapa dalam pembuatan minyak kelapa tradisional di Desa Ped Nusa Penida, ditemukan rerata berat badan para pembuat minyak kelapa sebesar $59,124 \pm 60$ kg dalam rentangan antara 51 sampai dengan 69 kg. Nilai rerata tinggi badan sebesar $159,68 \pm 2,27$ cm dalam rentangan tinggi badan antara 155,70 sampai dengan 175,50 cm. Juga hampir sama dengan hasil pendataan yang dilakukan Purnomo (2007) dalam penelitian mengenai sistem kerja para pekerja industri gerabah di Kasongan, Bantul. Dari

hasil perhitungan didapat rerata berat badan subjek penelitian sebesar $51,93 \pm 4,33$ kg dalam rentangan antara 42 sampai dengan 65 kg dan rerata tinggi badan sebesar $162,00 \pm 4,51$ cm dalam rentangan antara 150 sampai dengan 167 cm.

Berdasarkan hasil perhitungan indeks masa tubuh (IMT) para pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung, seperti disajikan pada Tabel 5.1, didapat nilai rerata IMTnya sebesar $23,41 \pm 2,86$ kg/m² dan nilai rerata IMT tersebut berada pada kisaran antara 20,10 sampai dengan 25,00 kg/m², sehingga para pembuat minyak kelapa termasuk kategori wanita pekerja berbadan normal dan mengindikasikan kondisi fisik yang sehat pada saat pendataan (Depkes RI, 2007; *World Health Organization*, 1990). Hal tersebut berarti para pembuat minyak kelapa yang dilibatkan dalam penelitian ini memenuhi kriteria inklusi sebagaimana dipaparkan pada Bab III.

c) Tekanan darah

Hasil pengukuran tekanan darah para pembuat minyak kelapa, diketahui nilai rerata tekanan darah sistoliknya sebesar $101,73 \pm 9,15$ mmHg dalam rentangan antara 90 sampai dengan 120 mmHg. Sedangkan nilai rerata tekanan darah diastoliknya sebesar $71,55 \pm 6,64$ mmHg dalam rentangan antara 60 sampai dengan 80 mmHg. Nilai rerata tekanan darah tersebut hampir sama dengan hasil pendataan yang dilakukan Sajiyo (2007) dalam penelitian mengenai redesain tempat kerja tukang giling rokok dengan pendekatan ergonomi pada industri rokok di Kediri Jawa Timur, yakni nilai rerata tekanan darah sistoliknya sebesar $104,44 \pm 4,55$ mmHg dan tekanan darah diastoliknya sebesar $72,73 \pm 10,33$ mmHg. Tidak jauh berbeda dengan hasil pendataan yang dilaksanakan Sena (2000) dalam penelitian tentang perbaikan sikap kerja duduk menurunkan keluhan subjektif dan meningkatkan produktivitas penenun cagcag

di Desa Gelgel, Klungkung Bali. Diperoleh rerata tekanan darah sistolik para penenun cagcag sebesar $102,50 \pm 7,91$ mmHg dan rerata tekanan darah diastoliknya sebesar $71,50 \pm 7,84$ mmHg. Selain hal tersebut, tekanan darah para pembuat minyak kelapa termasuk kategori normal, karena tekanan darah sistoliknya berada pada rentangan antara 110,00 mmHg sampai dengan 125,00 mmHg dan tekanan darah diastoliknya berada pada rentangan antara 60,00 mmHg sampai dengan 70,00 mmHg (Pearce, 2000) atau termasuk dalam kategori tekanan darah normal, karena tekanan darah sistoliknya ≤ 140 mmHg dan diastoliknya ≤ 90 mmHg (Depkes RI, 2007).

Jadi dengan kondisi tekanan darah tersebut, maka para pembuat minyak yang dilibatkan dalam penelitian ini dapat dinyatakan dalam keadaan sehat untuk melakukan pekerjaan membuat minyak kelapa.

6.2 Pertimbangan Antropometri dalam Redesain Peralatan Kerja

Hasil pengukuran antropometri para pembuat minyak kelapa seperti disajikan pada Tabel 5.2, jika dibandingkan dengan data hasil pengukuran peralatan kerja yang digunakan dalam pembuatan minyak kelapa selama ini, seperti disajikan pada Tabel 5.4, ternyata ditemukan beberapa ukuran peralatan kerja yang perlu diredesain atau diganti dengan peralatan kerja yang didesain sesuai antropometri para pembuat minyak kelapa, seperti:

- 1) Pada tahap 1, yaitu pada proses pengupasan sabut kelapa (*ngengessin nyuh*) dengan menggunakan alat pengupas sabut kelapa (*pengesan*), seperti disajikan pada lampiran 11. Gambar 1a. Ukuran tinggi alat tersebut sebelum diredesain 50,00 cm dan lebih rendah dibandingkan dengan tinggi siku para pembuat minyak kelapa 82,08 cm, sehingga mengakibatkan terjadi sikap kerja yang tidak alamiah saat para pem-

buat minyak kelapa menggunakannya, mengakibatkan postur tubuh membungkuk $\pm 50^\circ$ dari posisi tegak atau melebihi jangkauan sepertiga dari gerakan maksimum badan bagian atas, seperti tampak pada lampiran 11. Gambar 1c (Pheasant, 1991). Selain hal tersebut, juga dibutuhkan tenaga otot lengan untuk menahan ketidakstabilan posisi kelapa pada saat dikupas, sebagai akibat dari posisi alat pengupas kelapa yang tidak stabil atau goyang, karena alat tersebut ditancap begitu saja pada permukaan tanah. Kondisi tersebut merupakan beban tambahan yang dapat mempengaruhi kemampuan kerja atau kinerja para pembuat minyak kelapa dan juga berpotensi menimbulkan bahaya bagi pekerja.

Setelah melalui beberapa kali redesain dengan pendekatan teknologi tepat guna, penyesuaian antropometri, dan melibatkan partisipasi dari para pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung, maka solusinya adalah sebagai berikut:

- a) Meningkatkan ukuran alat pengupas sabut kelapa, sehingga sesuai dengan ukuran tinggi siku para pembuat minyak kelapa, yaitu setinggi 82,08 cm. Mengingat dalam pekerjaan mengupas sabut kelapa memanfaatkan tekanan dari berat badan bagian atas, maka diperlukan permukaan kerja 15 - 40 cm lebih rendah dari tinggi siku (Grandjean, 1988). Sehubungan dengan hal tersebut dan sesuai dengan kenyamanan yang dirasakan para pembuat minyak kelapa saat menggunakannya, maka ukuran tinggi siku dikurangi ± 20 cm. Jadi ukuran tinggi alat tersebut menjadi 62 cm pada persentil 5.
- b) Mengurangi ketidakstabilan posisi alat pengupas sabut kelapa, dilakukan dengan menambahkan

bidang penahan pada bagian pangkal bawah alat tersebut, seperti tampak pada lampiran 12, Gambar (b). Dalam penelitian ini, bidang penahan dibuat dengan menggunakan *gear* bekas sepeda motor dan pada bagian bawahnya dilengkapi cakar atau pancang dengan ukuran 10 cm untuk mengurangi goyangan. Selain hal tersebut, juga dilengkapi skrup pengatur ketinggian untuk mengatur tinggi alat pengupas sabut kelapa sesuai yang diinginkan penggunaanya. Gambar teknik konstruksi bidang penahan tersebut disajikan pada lampiran 12(a) dan aplikasinya pada lampiran 12(b).

Berdasarkan pengamatan aplikasi hasil redesain alat pengupas sabut kelapa dengan pertimbangan antropometri, ternyata para pembuat minyak kelapa pada saat mengupas sabut kelapa tidak lagi melakukan dengan sikap kerja membungkuk dan juga tidak membutuhkan tenaga untuk menahan posisi kelapa yang dikupas. Mereka dapat bekerja dengan sikap kerja normal dengan sistem kerja otot secara wajar dan tidak menimbulkan kontraksi otot secara statis pada otot lengan, punggung, pinggang, dan pinggang (Nala, 1986) serta waktu kerja yang dibutuhkan dapat lebih singkat. Hal tersebut terbukti dari hasil pendataan waktu kerja yang dibutuhkan untuk mengupas 20 butir kelapa, seperti tampak pada Gambar 5.4. Pada Grafik tersebut tampak rerata waktu pengupasan sabut kelapa sebelum redesain sebesar $47,95 \pm 3,12$ menit dan sesudahnya sebesar $31,41 \pm 3,65$ menit, maka terdapat selisih waktu kerja sebesar 16,55 menit atau sebesar 34,51% dari sebelumnya.

- 2) Pada tahap 2, yaitu pada proses pencongkelan daging kelapa (*nyeluh nyuh*) menggunakan alat pencongkel daging kelapa (*penyeluhan*). Ukuran pada bagian yang dipegang dari alat tersebut atau ukuran gagang sebelum diredesain 1,20 cm. dengan panjang ± 20 cm. Ukuran gagang alat tersebut lebih kecil dengan diameter genggam tangan para pembuat minyak kelapa, seperti tampak pada lampiran 12 Gambar (c). Penggunaan alat tersebut mengakibatkan sikap kerja tidak alamiah pada tangan, sehingga menimbulkan rasa sakit pada telapak tangan, jari-jari dan pergelangan tangan. Sikap tangan saat menggunakan alat tersebut, seperti tampak pada lampiran 11 Gambar 2 (c).

Kemudian setelah melalui beberapa kali proses re-desain dengan melibatkan partisipasi para pembuat minyak kelapa, maka sebagai solusinya adalah dengan memberi gagang dibuat dengan kayu dan dibentuk mengikuti lekuk telapak tangan saat menggenggam. Bentuk gagang alat pencongkel daging kelapa, seperti tampak pada lampiran 11, Gambar 2 (b) dan Gambar tekniknya disajikan pada lampiran 12 (c). Ukuran gagang yang ergonomis diperoleh dengan menghitung ukuran panjang tangan dan panjang telapak tangan, didapat sebesar 11,00 cm pada persentil 5. Kemudian dengan menggunakan rumus keliling lingkaran $K=d \pi$ dimana $\pi= 3,14$, maka didapat ukuran gagang dengan diameter sebesar $11,00/3,14 \times 1\text{cm} = 3,50$ cm dengan panjang 8,5 cm sesuai dengan ukuran lingkaran tangan sampai telunjuk pada persentil 5. Ukuran tersebut sesuai dengan anjuran bahwa ukuran *handle* sebaiknya 3,5 cm dan tidak jauh berbeda dengan syarat untuk ukuran diameter *hendle*, yakni 3,2 cm dengan panjang 10 cm

sehingga nyaman di-pegang (Dul dan Weedmester, 1993; Pheasant, 1991).

Berdasarkan hasil pendataan, ternyata dengan menggunakan alat pencongkel daging kelapa hasil redesain secara ergonomis, seperti tampak pada lampiran 11. Gambar 2(b), ternyata keluhan rasa sakit pada telapak tangan, pergelangan tangan, siku dan lengan yang dirasakan para pembuat minyak kelapa dapat berkurang. Para pembuat minyak kelapa dapat bekerja lebih nyaman, aman dan sehat serta waktu kerja yang dibutuhkan lebih singkat. Hal tersebut terbukti dari waktu kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan tahap tersebut, seperti pada Gambar 5.4. Pada Grafik tersebut tampak rerata waktu kerja sebelum perlakuan $42,39 \pm 1,90$ menit dan sesudahnya $28,79 \pm 1,43$ menit, terdapat selisih waktu kerja sebesar 13,60 menit atau sebesar 32,12% dari sebelumnya.

- 3) Pada tahap 3, yaitu proses pamarutan kelapa (*ngikih nyuh*) dengan menggunakan mesin pamarut kelapa bertenaga listrik, seperti tampak pada lampiran 11, Gambar 3(a). Pada proses tersebut ditemukan mesin pamarut kelapa yang digunakan tidak ergonomis. Ukuran tinggi alat tersebut sebelum diredesain sebesar 60,00 cm. Ukuran tersebut tidak sesuai dengan ukuran tinggi siku para pembuat minyak kelapa sebagai operator, yaitu 82,08 cm. Sehingga alat tersebut berpotensi menimbulkan keluhan muskuloskeletal, terutama terjadi keluhan sakit atau ketegangan pada otot pangkal lengan, otot lengan bagian atas, siku, lengan bawah dan pergelangan tangan. Solusi redesain secara ergonomis dilakukan dengan menambah bantalan setinggi 20 cm di bawah tiang penyangga mesin pamarut kelapa, sehingga ukuran

tinggi alat tersebut sesuai dengan tinggi siku para pembuat minyak kelapa pada persentil 5, seperti disajikan dalam Gambar teknik pada lampiran 12(d) dan sikap kerja para pembuat minyak kelapa saat menggunakan alat pamarut kelapa setelah diredesain seperti tampak pada lampiran 11. Gambar 3b.

Berdasarkan hasil pengamatan aplikasi alat pamarut kelapa hasil redesain secara ergonomis, ternyata keluhan rasa sakit pada otot pangkal lengan, otot lengan bagian atas, siku, lengan bawah dan pergelangan tangan yang dirasakan para pembuatan minyak kelapa dapat berkurang. Para pembuat minyak kelapa dapat bekerja sikap kerja yang alamiah, lebih nyaman, aman dan sehat dan waktu kerja lebih singkat. Hal tersebut terbukti dari hasil pendataan mengenai waktu kerja yang disajikan pada Gambar 5.4. Pada Grafik tersebut tampak rerata waktu kerja sebelum perlakuan $36,64 \pm 1,33$ menit dan sesudah perlakuan $29,16 \pm 1,36$ menit. Terjadi selisih waktu kerja sebesar 7,48 menit atau sebesar 20,41% dari sebelum diredesain.

- 4) Pada tahap 4, yaitu pada proses pembuatan santan (*nyanten*) yang dilakukan dengan mencampur 20 butir parutan kelapa dengan air sebanyak ± 15 liter sambil diremas-remas dan diperas dengan tangan. Cara memeras santan dilakukan dengan membungkus adonan santan secukupnya dengan selembar kain kapan ukuran 30×30 cm, selanjutnya diperas dengan sekuat tenaga menggunakan kedua belah tangannya dan dilakukan berulang-ulang sampai adonan santan tersebut habis diperas. Cara tersebut dilakukan sebanyak dua kali: Pertama disebut *cepokan* atau *nyumundane*, yaitu cara yang dilakukan untuk memperoleh benih minyak. Kedua disebut

pindoan, yaitu cara yang dilakukan untuk memperoleh *celengis* yang lebih banyak. Sikap kerja pada saat memeras parutan kelapa, seperti tampak pada lampiran 11, Gambar 4a. Pada proses tersebut terjadi sikap kerja paksa, terutama pada bahu, punggung, otot lengan, pergelangan tangan, telapak tangan dan jari-jari tangan. Selain mengalami hal tersebut, juga selama melakukan proses tersebut (± 1 jam) tangan para pembuat minyak kelapa dibasahi oleh air santan, sehingga kondisi tersebut juga merupakan beban tambahan bagi para pembuat minyak kelapa.

Solusi redesain secara ergonomis dilakukan dengan mendesain alat pemeras adonan parutan kelapa dengan memakai pertimbangan antropometri para pembuat minyak kelapa. Sehingga alat tersebut sesuai dengan kebutuhan yang sebenarnya atau sesuai dengan kondisi fisik para pembuat minyak kelapa di daerah tersebut dan dapat memberi nilai tambah (Wilson and Corlett, 1990). Upaya mendesain alat tersebut dilakukan eksperimen desain dengan beberapa alternatif desain berdasarkan pendekatan teknologi tepat guna dan penyesuaian antropometri para pembuat minyak kelapa. Dalam proses perwujudan desain tersebut dilakukan dengan melibatkan partisipasi aktif dari para pembuat minyak kelapa dan konsultan ahli dalam bidang alat produksi. Hasilnya seperti tampak pada lampiran 11 Gambar 4(b) dan Gambar tekniknya disajikan pada lampiran 12(e) serta dengan spesifikasi sebagai berikut:

- a) Peletakan tabung didesain agar bisa bongkar-pasang dari rangka, bisa diputar 40° dan dilengkapi kait penahan tabung untuk memudahkan memasukkan adonan parutan kelapa ke dalam ruang peras. Selain itu, juga dilengkapi dengan

kantong terbuat dari kain untuk memudahkan mengeluarkan ampasnya.

- b) Lubang untuk pengeluaran santan dari ruang peras selain dibuat pada penampang bawah tabung, juga pada dinding tabung. Tujuannya untuk memudahkan mengeluarkan santan pada saat diperas.
- c) Memakai sekerup dengan derat kotak, sehingga lebih cepat untuk menekan atau mengangkat piston penekan.
- d) Ukuran tinggi alat tersebut dibuat 62 cm dan pondasi 20 cm. Ukuran tersebut disesuaikan dengan tinggi siku para pembuat minyak kelapa 82,08 cm pada persentil 5.

Berdasarkan hasil pengamatan mengenai aplikasi alat pemeras parutan kelapa yang didesain secara ergonomis, seperti tampak pada lampiran 11, Gambar 4(b), ternyata memberi hasil yang lebih optimal. Keluhan rasa sakit pada bahu, lengan dan tangan dapat diminimalkan. Waktu kerja yang dibutuhkan dalam proses pembuatan santan menjadi lebih singkat. Hal tersebut terbukti dari hasil pendataan waktu kerja yang dibutuhkan untuk melakukan proses pembuatan santan, seperti pada Gambar 5.4. Pada Grafik tersebut tampak rerata waktu pembuatan santan sebelum menggunakan alat peras yang dire desain secara ergonomis, sebesar $108,07 \pm 9,97$ menit dan sesudahnya ditemukan rerata waktu kerja $27,22 \pm 2,12$ menit. Terjadi selisih waktu kerja sebesar 80,85 menit atau sebesar 74,82% dari sebelumnya. Keuntungan lain yang dapat diperoleh dengan menggunakan alat tersebut adalah santan yang dihasilkan lebih kental dan lebih banyak ± 1 liter dibandingkan memeras secara manual menggunakan tangan.

5) Tahap 5: yaitu proses memasak santan (*ngelalab santan*) yang dilakukan dengan memanaskan di atas tungku dapur lama atau tradisional, seperti pada lampiran 11, Gambar 5a. Kondisi tungku dapur tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

a) Ukuran tinggi dari pondasi sampai ke tepi atau bibir panci yang digunakan dalam proses merebus santan 90,15 cm, sedangkan tinggi siku para pembuat minyak kelapa 82,08 cm. Jadi ukuran tinggi alat tersebut secara keseluruhan lebih tinggi 8,07 cm dibandingkan dengan tinggi siku para pembuat minyak kelapa.

b) Jarak antara tungku dengan pekerja lebih panjang dibandingkan dengan jangkauan tangan ke depan para pembuat minyak kelapa, di mana jarak antara tungku dengan pekerja 66,30 cm, sedangkan jangkauan tangan ke depan para pembuat minyak kelapa 64,08 cm.

c) Pintu api tungku dibuat berhadapan dengan pembuat minyak kelapa yang menggunakannya.

Dengan kondisi tungku tersebut, mengakibatkan para pembuat minyak kelapa mengalami sikap kerja paksa, seperti: posisi tangan terentang ke depan lebih dari 90° atau melebihi sepertiga dari kemampuan gerakan lengan maksimum 60°, postur tubuh bagian atas inklinasi ke depan dan kaki menjinjit, sehingga mengakibatkan rasa nyeri atau sakit pada leher, punggung, pinggang, bokong, betis, lengan, dan tangan. Selain terjadinya hal tersebut, para pembuat minyak kelapa juga terpapar panas langsung dari api tungku. Kondisi tersebut merupakan beban tambahan pada saat memasak santan dan dapat mempengaruhi kinerja para pembuat minyak kelapa.

Untuk mengatasi masalah tersebut, maka solusi re-desain tungku secara ergonomis dilakukan seperti tampak pada Gambar teknik pada lampiran 12(f) dan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a) Mengubah konstruksi pintu api tungku (semula berhadapan dengan pekerja diubah menjadi di sebelah pekerja).
- b) Memperpendek jarak tungku dengan pekerja (semula 41,3 cm diubah menjadi 10 cm pada persentil 5).
- c) Menambah bantalan di bawah kaki pembuat minyak kelapa setinggi 20 cm.

Berdasarkan hasil pengamatan penggunaan tungku dapur yang diredesain secara ergonomis oleh para pembuat minyak kelapa, seperti tampak pada lampiran 11, Gambar 5b, ternyata diperoleh beberapa kelebihan, seperti:

- a) Keluhan kerja yang dirasakan para pembuat minyak kelapa mengalami penurunan dan tidak terpapar panas langsung dari api tungku, sehingga dapat bekerja lebih nyaman, aman dan sehat,.
- b) Waktu kerja yang dibutuhkan untuk memasak santan lebih singkat dibandingkan sebelumnya. Hal tersebut terbukti dari hasil pendataan waktu kerja dalam proses merebus santan, seperti disajikan pada Gambar 5.4. Pada Grafik tersebut tampak rerata waktu kerja sebelum dilakukan re-desain tungku dapur sebesar $116,82 \pm 5,17$ menit dan sesudahnya rerata waktu kerja $95,33 \pm 4,24$ menit. Jadi terdapat selisih waktu kerja sebesar 21,49 menit atau sebesar 18,45% dari sebelumnya.
- c) Lebih hemat kayu bakar, karena dengan konstruksi tersebut, maka panas api tungku dapat lebih

terkonsentrasi pada ruang tungku, sehingga panas tidak banyak yang terbuang ke luar tungku.

- d) Penempatan kayu bakar pada pintu api tungku tidak mudah jatuh ke lantai, sehingga lebih aman bagi pekerja yang sedang berada di samping tungku, karena terhindar dari kemungkinan tertimpa kayu bakar yang berisi bara api.

Pada tahap: 6, yaitu proses pemisahan benih minyak kelapa dengan *celengis* atau *ngerorobin*; pada tahap: 7, yaitu proses pengendapan sisa *celengis* atau penjerihannya minyak atau disebut *ngelale*; dan pada tahap: 8, yaitu proses pengambilan minyak kelapa yang sudah jadi dari wajan atau *nuduk lengis*. Pada ketiga tahap tersebut tidak dilakukan perlakuan berupa redesign peralatan kerja, karena selain tungku dapur tidak ditemukan lagi peralatan kerja yang kritis untuk didesain secara ergonomis.

6.3 Kondisi Lingkungan Kerja Para Pembuat Minyak Kelapa

Kondisi lingkungan yang dimaksud dalam penelitian ini adalah mengenai iklim mikro ruang dapur sebagai tempat kerja para pembuat minyak kelapa dalam memproduksi minyak kelapa, meliputi suhu basah, suhu kering, kelembaban relatif dan kecepatan angin (Christopherson, 2005; Manuaba, 1993; Haryati, et al. 1987). Suhu basah, suhu kering dan kecepatan angin didata langsung setiap jam, yaitu: pagi pukul 08.00, 09.00 dan 10.00 WITA, siang pukul 11.00, 12.00 dan 13.00 wita dan sore pukul 14.00, 15.00 dan 16.00 WITA. Sedangkan kelembaban relatif dihitung dengan program konversi berbasis program *Microsoft Excel* (Snyder, 2001). Berdasarkan hasil pendataan dan hasil analisis statistik tersebut, maka dapat dijelaskan sebagai berikut:

Nilai rerata suhu basah ruang dapur sebelum redesign peralatan kerja secara ergonomis ditemukan sebesar $24,582 \pm 0,305$ °C dan sesudahnya ditemukan sebesar $24,582 \pm 0,452$ °C. Berdasarkan analisis beda rerata suhu basah sebelum dan sesudah redesign peralatan kerja secara ergonomis dengan statistik uji *t-independent*, ternyata tidak ada beda yang signifikan pada taraf nyata 5%, ditunjukkan dengan nilai $p > 0,05$, yakni $p = 0,848$. Nilai rerata suhu basah tersebut hampir sama dengan hasil pendataan Puja (2000) saat mengadakan penelitian di Kecamatan Banjarangkan Klungkung, yakni rerata suhu basah yang ditemukan sebesar $24,93 \pm 1,86$ °C. Tidak jauh berbeda dengan hasil pendataan Tandaju (2002) pada saat mengadakan penelitian di Kecamatan Tombatu, Kabupaten Minahasa, yakni rerata suhu basah yang ditemukan sebesar $27,25 \pm 1,22$ °C. Demikian juga dengan hasil pendataan Sutajaya (1998) pada saat mengadakan penelitian di Kecamatan Ubud, Kabupaten Gianyar, yakni rerata suhu basah yang ditemukan sebesar $25,47 \pm 2,54$ °C.

Nilai rerata suhu kering di tempat kerja pembuatan minyak kelapa sebelum redesign peralatan kerja secara ergonomis ditemukan sebesar $27,160 \pm 0,289$ °C dan sesudahnya sebesar $24,560 \pm 0,452$ °C. Berdasarkan analisis beda rerata suhu kering sebelum dan sesudah redesign peralatan kerja secara ergonomis dengan statistik uji *t-independent*, ternyata tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada taraf nyata 5%, yang ditunjukkan dengan nilai $p > 0,05$, yakni $p = 0,881$. Nilai suhu kering tersebut hampir sama dengan pendataan yang dilakukan Puja (2000) saat mengadakan penelitian di Kecamatan Banjarangkan Klungkung, yakni rerata suhu kering yang ditemukan sebesar $27,43 \pm 0,42$ °C dan tidak berbeda jauh dengan hasil pendataan yang dilakukan Artayasa (2007) saat mengadakan pene-

litian di daerah Tabanan, yakni rerata suhu kering yang ditemukan sebesar $29,11 \pm 1,99$ °C.

Nilai rerata kelembaban relatif di tempat kerja pembuatan minyak kelapa sebelum redesain peralatan kerja secara ergonomis ditemukan sebesar $80,49 \pm 1,70\%$ dan sesudahnya sebesar $81,14 \pm 3,28\%$. Berdasarkan analisis beda rerata kelembaban relatif sebelum dan sesudah redesain peralatan kerja secara ergonomis dengan statistik uji *t-independent*, ternyata tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada taraf nyata 5%, yang ditunjukkan dengan nilai $p > 0,05$, yakni $p = 0,413$. Nilai kelembaban relatif tersebut hampir sama dengan pendataan yang dilakukan Puja (2000) pada saat penelitian di Kecamatan Banjarangkan Klungkung, yakni rerata kelembaban relatif ditemukan sebesar $80,17 \pm 3,30\%$. Tidak berbeda jauh dengan pengamatan yang dilakukan Tandaju (2002) pada saat penelitian di Kecamatan Tombatu, Kabupaten Minahasa, yakni rerata kelembaban relatif yang ditemukan sebesar $78,75 \pm 2,12\%$ dan tidak berbeda jauh dengan pendataan yang dilakukan Surata (2001) dalam penelitian tentang penggunaan roda tangan berhendel pada alat peras parutan kelapa dalam pembuatan minyak kelapa tradisional di Desa Ped Nusa Penida, yakni rerata kelembaban relatif yang ditemukan sebesar $79,75 \pm 2,12\%$.

Nilai rerata kecepatan angin di tempat kerja pembuatan minyak kelapa sebelum diadakan redesain peralatan kerja secara ergonomis ditemukan sebesar $0,17 \pm 0,01$ m/detik dan sesudahnya sebesar $0,17 \pm 0,01$ meter/detik. Berdasarkan analisis beda rerata kecepatan angin sebelum dan sesudah redesain peralatan kerja secara ergonomis dengan statistik uji *t-independent*, ternyata tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada taraf nyata 5%, yang ditunjukkan dengan nilai $p > 0,05$, yakni $p = 0,119$. Nilai kecepatan angin tersebut hampir sama dengan pendataan yang dila-

kukan Pulung dan Setya (2005) pada saat penelitian di Desa Plumpogambang, Kecamatan Gudo, Kabupaten Jombang, yakni rerata kecepatan angin yang ditemukan sebesar 0,05 meter/detik, namun lebih rendah dengan pendataan yang dilakukan Rolles (2007) saat mengadakan penelitian tahap I di daerah dataran rendah yang berlokasi di Stasiun Klimatologi Paniki Atas Manado, yakni rerata kecepatan angin yang ditemukan sebesar $1,878 \pm 1,084$ meter/detik

Jadi mengenai kondisi lingkungan kerja yang diamati berdasarkan iklim mikro tempat kerja para pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan, Klungkung, seperti: mengenai suhu basah, suhu kering, kelembaban relatif dan kecepatan angin, ternyata hasil pendataan keempat komponen tersebut secara statistik tidak ada beda signifikan antara sebelum dan sesudah redesain peralatan kerja secara ergonomis. Hal tersebut berarti para pembuat minyak kelapa dalam melakukan proses pembuatan minyak kelapa terpapar oleh iklim mikro yang sama dan dapat di kontrol selama dilaksanakan penelitian di daerah tersebut, sehingga dapat dikatakan bahwa kondisi iklim kerja tidak mempengaruhi perlakuan yang diberikan dalam penelitian ini.

6.4 Kinerja Para Pembuat Minyak Kelapa

Kinerja berkaitan dengan variabel individual dan situasional. Variabel individual salah satunya adalah mengenai karakteristik fisik. Sedangkan variabel situasional terdiri dari *physical and job variable*, salah satunya adalah mengenai desain peralatan kerja. Kinerja berkaitan dengan faktor individual, karena kinerja dipengaruhi oleh: derajat keluhan kerja dan produktivitas. Jadi tingkat keberhasilan (*level of performance*) seseorang dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor internal dan eksternal. Jadi berdasarkan hal tersebut, maka perubahan kinerja para pembuat minyak kelapa akibat redesain peralatan kerja secara ergonomis

dapat diukur berdasarkan beberapa indikator, seperti: (1) keluhan kerja meliputi: beban kerja, keluhan muskuloskeletal, kelelahan dan (2) produktivitas (Manuaba, 2006; Mangkuprawira, 2003; Vroom dalam As'ad, 1991).

6.4.1 Beban Kerja dalam Proses Pembuatan Minyak Kelapa

Beban kerja yang dihadapi para pembuat minyak kelapa dalam satu siklus pembuatan minyak kelapa dapat berupa beban fisik, mental, dan sosial-budaya. Beban kerja fisik yang dirasakan para pembuat minyak kelapa dapat diukur secara objektif dengan merekam denyut nadi. Pengukuran denyut nadi istirahat (*resting heart rate*) para pembuat minyak kelapa dilakukan sebelum melakukan aktivitas dan denyut nadi kerja diukur selama bekerja (Adiputra, 1998; Rodahl, 1989).

Hasil analisis statistik deskriptif mengenai denyut nadi istirahat 22 orang para pembuat minyak kelapa yang dilibatkan sebagai subjek penelitian ini, ditemukan nilai rerata denyut nadi istirahat sebelum redesain peralatan kerja secara ergonomis sebesar $71,09 \pm 2,25$ denyut/menit dan sesudahnya sebesar $70,32 \pm 1,86$ denyut/menit. Selanjutnya berdasarkan analisis beda rerata denyut nadi istirahat para pembuat minyak kelapa sebelum dan sesudah redesain peralatan kerja secara ergonomis dengan statistik uji t-berpasangan, ternyata tidak terdapat beda rerata yang signifikan pada taraf nyata 5%, yang ditunjukkan dengan nilai $p > 0,05$, yakni $p = 0,09$.

Nilai rerata denyut nadi istirahat tersebut merepresentasikan bahwa, kondisi fisik para pembuat minyak kelapa sebelum dan sesudah perlakuan, secara statistik adalah sama dan berada dalam rentang denyut nadi istirahat normal, yaitu berada di antara 60 sampai dengan 80 denyut/menit, sehingga mengindikasikan kondisi yang sehat untuk melakukan kegiatan pembuatan minyak kela-

pa selama penelitian ini berlangsung (Adiputra, 2002; Depdiknas, 2004). Sehubungan dengan hasil analisis statistik mengenai denyut nadi istirahat menunjukkan kondisi yang sama antara sebelum dengan sesudah perlakuan, maka beban kerja para pembuat minyak kelapa dinilai berdasarkan denyut nadi kerja pada saat pekerjaan berlangsung (Astrand and Rodahl, 1986).

Berdasarkan analisis statistik deskriptif ditemukan rerata denyut nadi kerja dalam satu siklus pembuatan minyak kelapa sebelum redesain peralatan kerja secara ergonomis sebesar $108,49 \pm 6,86$ denyut/menit, sedangkan sesudahnya nilai rerata denyut nadi kerja sebesar sebesar $91,92 \pm 7,66$ denyut/menit.

Sedangkan berdasarkan hasil analisis beda rerata denyut nadi kerja para pembuat minyak kelapa antara sebelum dan sesudah redesain peralatan kerja secara ergonomis dengan statistik uji t-berpasangan, ternyata ada beda rerata yang signifikan pada taraf nyata 5%, ditunjukkan dengan nilai $p < 0,05$, yakni $p = 0,00$. Hal tersebut berarti redesain peralatan kerja secara ergonomis yang dilakukan dalam satu siklus pembuatan minyak kelapa dapat menurunkan beban kerja dari katagori sedang menjadi ringan (Grandjean, 1998), ditandai dengan penurunan denyut nadi kerja sebesar 16,56 denyut/menit atau sebesar 14,69% dari sebelumnya. Nilai penurunan tersebut tidak berbeda jauh dengan hasil penelitian yang dilakukan Surata (2001) dalam penelitian tentang penggunaan roda tangan berhendel pada alat pres parutan kelapa dalam pembuatan minyak kelapa tradisional di Desa Ped Nusa Penida dapat menurunkan beban kerja secara signifikan sebesar 16,77%. Juga tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian Tandaju (2002) dengan memodifikasi *lewang* yang disesuaikan dengan antropometri tubuh pengupas kelapa di desa Lobu, Keca-

matan Tombatu, Kabupaten Minahasa dapat menurunkan beban kerja secara signifikan sebesar 17,90 %.

Pada Gambar 5.1, tampak pada Grafik tersebut, setiap tahap pembuatan minyak kelapa, para pembuat minyak kelapa merasakan penurunan beban kerja akibat redesign peralatan kerja secara ergonomis. Penurunan beban kerja paling besar terjadi pada tahap 4, yakni sebesar 35,40% sebagai akibat dari mengganti cara memeras adonan parutan kelapa secara manual menggunakan tangan dengan alat pemeras parutan kelapa yang didesain secara ergonomis. Sedangkan penurunan beban kerja terkecil terjadi pada tahap 3, yakni sebesar 11,02% sebagai akibat penambahan bantalan di bawah tiang penyangga alat pamarut daging kelapa, sehingga sesuai dengan tinggi siku para pembuat minyak kelapa.

Penurunan beban kerja tersebut, salah satunya disebabkan oleh berkurangnya beban tambahan berupa pemanfaatan kontraksi otot statis, seperti pada bahu, pangkal lengan, otot lengan, pergelangan tangan, telapak tangan, bokong, pinggang dan punggung, sehingga secara tidak langsung dapat berdampak pada penurunan denyut nadi kerja (Grandjean,1988)

6.4.2 Keluhan Muskuloskeletal dalam Proses Pembuatan Minyak Kelapa

Terjadinya keluhan pada sistem muskuloskeletal yang dirasakan para pembuat minyak kelapa, salah satunya disebabkan oleh orientasi postur tubuh yang salah atau dalam kondisi yang dipaksakan saat berinteraksi dengan peralatan kerja. Sebenarnya dalam beraktivitas sistem kerja otot diusahakan untuk memperlakukan secara wajar, sebab sikap kerja yang tidak alamiah atau sikap kerja paksa dapat menimbulkan kontraksi otot secara statis (*isometric*) pada sebagian besar sistem otot manusia.

Dari hasil observasi, ternyata banyak pekerjaan dalam proses pembuatan minyak kelapa dilakukan dengan kerja otot yang tidak secara normal akibat dari sikap kerja yang tidak alamiah. Seperti sikap kerja statis dalam waktu lama ketika memeras santan, gerakan membungkuk dan menekan yang dilakukan pada saat mengupas sabut kelapa atau pada saat mencongkel daging kelapa. Timbulnya sikap kerja tersebut, salah satunya disebabkan oleh penggunaan peralatan kerja yang dipaksakan, karena tidak sesuai dengan antropometri para pembuat minyak kelapa, sehingga mengakibatkan keluhan muskuloskeletal pada beberapa bagian tubuhnya, seperti: sakit pada bahu, lengan, siku, punggung, pinggang, pergelangan tangan, dan telapak tangan (Hales and Bernard, 1996; Nala, 1986).

Namun selama ini penanganan masalah tersebut, kebanyakan dilakukannya dengan tindakan kuratif, yaitu menggunakan ramuan tradisional berupa *boreh* atau param terbuat dari ramuan rempah-rempah untuk mengobati bagian tubuh yang terasa sakit sehabis bekerja. Jadi solusi yang dilakukannya tersebut bersifat sementara dan tidak kepada sumber penyebabnya. Sehubungan dengan hal tersebut, dalam penelitian ini dilakukan dengan redesain peralatan kerja secara ergonomis dengan mengacu pada kondisi yang sebenarnya. Kemudian untuk mengetahui keberhasilannya, maka data yang diperoleh sebelum dan sesudah perlakuan dianalisis secara statistik.

Berdasarkan analisis statistik deskriptif ditemukan rerata skor keluhan muskuloskeletal sebelum redesain peralatan kerja secara ergonomis sebesar $395,00 \pm 11,36$, sedangkan sesudahnya sebesar $275,27 \pm 6,06$. Selanjutnya berdasarkan hasil analisis beda rerata skor keluhan muskuloskeletal sebelum dan sesudah redesain peralatan kerja secara ergonomis dengan statistik uji t-berpasangan, ternyata terdapat beda rerata yang signifikan pada taraf

nyata 5%, dengan nilai $p < 0,05$, yakni $p = 0,00$. Dari hasil analisis statistik tersebut, diketahui bahwa redesain peralatan kerja secara ergonomis, ternyata dapat menurunkan rerata skor keluhan muskuloskeletal sebesar 119,73 atau sebesar 30,31% dari sebelumnya. Terjadinya penurunan rerata skor keluhan muskuloskeletal akibat perbaikan alat kerja berdasarkan pendekatan ergonomi juga dibuktikan oleh Surata (2001), dalam penelitian tentang penggunaan roda tangan berhendel pada alat pres parutan kelapa dalam pembuatan minyak kelapa tradisional di Desa Ped Nusa Penida dapat menurunkan skor keluhan muskuloskeletal sebesar 29,52%. Bahkan Tandaju (2002) dalam penelitian mengenai modifikasi *lewang* yang disesuaikan dengan antropometri tubuh pengupas kelapa di desa Lobu, Kecamatan Tombatu, Kabupaten Minahasa, ternyata dapat menurunkan skor keluhan muskuloskeletal para pengupas kelapa yang lebih besar, yaitu sebesar 32,70%.

Pada Gambar 5.2, tampak pada Grafik tersebut, setiap tahap pembuatan minyak kelapa, para pembuat minyak kelapa merasakan penurunan keluhan muskuloskeletal akibat redesain peralatan kerja secara ergonomis. Penurunan keluhan muskuloskeletal paling besar terjadi pada tahap 4, yakni sebesar 50,71%, sebagai akibat mengganti cara memeras santan secara manual menggunakan tangan dengan alat pemeras adonan parutan kelapa yang didesain secara ergonomis. Sedangkan penurunan keluhan muskuloskeletal terkecil terjadi pada redesain alat pengupas sabut kelapa, sebesar 22,68%, yaitu akibat penambahan konstruksi bidang penahan pada pangkal bawah alat pengupas sabut kelapa dan menyesuaikan tinggi alat tersebut dengan rerata tinggi siku para pembuat minyak kelapa.

Terjadinya penurunan keluhan muskuloskeletal tersebut, karena dalam proses pembuat minyak kelapa meng-

gunakan peralatan kerja yang ergonomis, sehingga para pembuat minyak kelapa tidak lagi melakukan dengan sikap kerja paksa. Kontraksi otot statis yang dirasakan pada bahu, pangkal lengan, otot lengan, pergelangan tangan, telapak tangan, bokong, pinggang dan punggung dapat diminimalkan.

Jika diamati lebih rinci berdasarkan masing-masing item dari kuesioner *Nordic Body Map*, ternyata penurunan keluhan yang paling dirasakan para pembuat minyak kelapa sesudah redesain peralatan kerja secara ergonomis adalah rasa sakit pada bagian otot ekstremitas bagian atas, di antaranya: sakit pada bahu kanan 40,64%, sakit pada lengan kanan 40,58%, sakit pada siku kanan 40,54%, sakit pada lengan bawah kanan 39,48%. Hal tersebut dimungkinkan karena dalam aktivitas tersebut, redesain alat kerja kebanyakan dilakukan berhubungan dengan sikap kerja dari bagian tubuh tersebut. Sedangkan penurunan terkecil terjadi pada pantat sebesar 0,81%. Hal tersebut terjadi karena dalam satu siklus proses pembuatan minyak kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung, para pembuat minyak kelapa kebanyakan melakukan dengan sikap berdiri.

6.4.3 Kelelahan dalam Proses Pembuatan Minyak Kelapa

Kelelahan secara umum merupakan suatu gejala yang tercermin dari perubahan psikologis berupa kelambanan motoris dan respirasi serta terjadi pelemahan motivasi, aktivitas dan fisik. Oleh sebab itu, maka kelelahan merupakan keluhan subjektif dan diukur dengan kuesioner *30 items of rating scale*. Jenis pertanyaan dalam kuesioner tersebut dikelompokkan menjadi tiga kelompok: (1) item 1-10, mengenai pelemahan aktivitas. (2) item 11-20, mengenai penurunan motivasi, dan (3) item 21-30, mengenai kelelahan fisik (Adiputra, 1998; Grandjean, 1988).

Munculnya kelelahan yang dirasakan para pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan, Klungkung, keba-

nyakan disebabkan oleh sikap kerja yang tidak alamiah, seperti: sikap kerja membungkuk, merentangkan lengan ke depan melebihi sepertiga dari kemampuan maksimum, menggunakan alat pencongkel kelapa dengan gagang yang lebih kecil dibandingkan diameter genggam tangan, dan memeras santan secara manual menggunakan tangan, sehingga mengakibatkan terjadi kontraksi otot statis, aliran darah ke otot terhambat, suplai oksigen, glukosa menurun, dan terjadi penumpukan sisa metabolisme. Hal tersebut terjadi, karena banyak peralatan kerja yang digunakan dalam proses pembuatan minyak kelapa tidak ergonomis (Sutjana, 1998; Ardana, et al. 2005).

Berdasarkan analisis statistik deskriptif data hasil penelitian mengenai redesain peralatan kerja pada pembuatan minyak kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung, ditemukan rerata skor kelelahan sebelum redesain peralatan kerja secara ergonomis sebesar $534,00 \pm 28,83$. Sedangkan sesudahnya ditemukan sebesar $396,05 \pm 26,24$. Selanjutnya berdasarkan hasil analisis beda rerata skor kelelahan antara sebelum dengan sesudah redesain peralatan secara ergonomis dengan statistik uji t-berpasangan, ternyata ada beda rerata yang signifikan pada taraf nyata 5%, dengan nilai $p < 0,05$, yakni $p = 0,00$.

Dari hasil pengujian statistik tersebut, dapat diketahui bahwa dengan redesain peralatan kerja secara ergonomis, ternyata dapat menurunkan kelelahan sebesar 137,95 atau sebesar 25,83%. Terjadinya penurunan kelelahan tersebut juga dibuktikan dalam penelitian sejenis yang dilaksanakan Sucipta (2004), yaitu tentang perbaikan alat kerja dapat menurunkan kelelahan sebesar 48,91%. Demikian juga dilaporkan dalam hasil penelitian Sarsono (2006), tentang perancangan sistem kerja ergonomis dapat mengurangi tingkat kelelahan sebesar 21,40%.

Pada Gambar 5.3, tampak pada Grafik tersebut, setiap tahap pembuatan minyak kelapa para pembuat minyak kelapa merasakan penurunan kelelahan akibat redesign peralatan kerja secara ergonomis. Penurunan kelelahan paling besar tampak pada tahap 4 sebesar 47,86%, sebagai akibat mengganti cara memeras santan secara manual menggunakan tangan dengan alat pemeras santan kelapa yang didesain secara ergonomis. Sedangkan penurunan terkecil terjadi pada redesign alat parut kelapa pada tahap 3, sebesar 26,31%, yaitu memberi bantalan di bawah tiang penyangga mesin pamarut kelapa, sehingga sesuai dengan tinggi siku para pekerja.

Berdasarkan persentase selisih rerata pelemahan, maka pelemahan yang dirasakan oleh para pembuat minyak kelapa paling berkurang sesudah dilakukan redesign peralatan kerja secara ergonomis adalah pelemahan fisik, yakni sebesar 42,37%. Hal tersebut terjadi, karena dalam penelitian ini lebih banyak dilakukan perlakuan yang berkaitan dengan aktivitas fisik. Sebelum redesign, para pembuat minyak kelapa banyak melakukan kerja fisik dengan sikap kerja yang tidak alamiah. Namun sesudah dilakukan redesign peralatan kerja secara ergonomis, sikap kerja tersebut dapat diminimalkan, sehingga para pembuat minyak kelapa dapat bekerja lebih ergonomis.

6.4.4 Produktivitas Kerja Para Pembuat Minyak Kelapa

Peningkatan produktivitas kerja para pembuat minyak kelapa dapat diketahui berdasarkan perbandingan antara hasil yang dicapai (*output*) berupa banyaknya minyak kelapa yang dihasilkan dalam satu siklus pembuatan minyak kelapa dengan keseluruhan sumber daya yang digunakan (*input*) berupa banyak buah kelapa yang di proses dalam rentang waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proses pembuatan minyak kelapa (Sedarmayanti, 1996; Greenberg dalam Sinungan, 1987)

Berdasarkan analisis statistik deskriptif, ditemukan nilai rerata produktivitas kerja sebelum redesain peralatan kerja secara ergonomis sebesar $0,39 \pm 0,01$. Sedangkan sesudahnya ditemukan sebesar $0,57 \pm 0,02$. Berdasarkan hasil analisis beda rerata produktivitas kerja para pembuat minyak kelapa antara sebelum dengan sesudah redesain peralatan kerja secara ergonomis pada satu siklus pembuatan minyak kelapa dengan statistik uji t-berpasangan, ternyata terdapat perbedaan yang signifikan pada taraf nyata 5%, dengan nilai $p < 0,05$, yakni $p = 0,00$.

Berdasarkan hasil analisis statistik tersebut, dapat diketahui bahwa redesain peralatan kerja secara ergonomis dalam satu siklus pembuatan minyak kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung, ternyata dapat meningkatkan produktivitas kerja para pembuat minyak kelapa sebesar 0,18 atau sebesar 47,56% dari sebelumnya. Nilai peningkatan produktivitas kerja juga dibuktikan pada penelitian yang dilakukan Purnomo (2007) mengenai sistem kerja para pekerja industri gerabah di Kasongan, Bantul dengan pendekatan ergonomi total, yaitu sebesar 59,49%. Peningkatan produktivitas kerja tersebut juga dibuktikan Surata (2001), dalam penelitian tentang penggunaan roda tangan berhendel pada alat pres parutan kelapa dalam pembuatan minyak kelapa tradisional di Desa Ped Nusa Penida. Dalam penelitian tersebut hanya memberi perlakuan berupa alat pres santan yang ergonomis dalam satu siklus pembuatan minyak kelapa, ternyata dapat meningkatkan produktivitas kerja sebesar 30,23 %.

Pada Gambar 5.5, tampak pada Grafik tersebut, bahwa redesain peralatan kerja secara ergonomis yang dilakukan pada lima tahap dalam satu siklus pembuatan minyak, ternyata mengalami peningkatan produktivitas yang signifikan. Peningkatan produktivitas terbesar terjadi pada tahap 4, yakni sebesar 4,97 atau sebesar 295,74%, sebagai

akibat dari mengganti cara memeras adonan parutan kelapa secara manual menggunakan tangan dengan alat pemeras adonan parutan kelapa yang didesain secara ergonomis. Sedangkan peningkatan produktivitas terkecil terjadi pada tahap 5, yaitu redesain konstruksi tungku dapur secara ergonomis, sebesar 26,31%. Hal tersebut terjadi, karena waktu yang dibutuhkan dalam proses memasak santan sampai munculnya benih minyak ke permukaan, berdasarkan pengalaman para pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung diperkirakan antara 1 sampai dengan 2 jam, sehingga waktu kerja antara sebelum dengan sesudah redesain hampir sama.

6.5 Aspek Ekonomi dalam Ergonomi

Dalam penelitian ini pembahasan aspek ekonomi dalam ergonomi tidak mengarah pada pembuktian hipotesis secara statistik terkait dengan kondisi ekonomi para pembuat minyak kelapa, tetapi pembahasan aspek tersebut merupakan estimasi keuntungan atau kerugian yang akan diperoleh para pembuat minyak kelapa dan kelayakan investasi terhadap upaya redesain peralatan kerja secara ergonomis dalam proses pembuatan minyak kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung.

Ditinjau dari aspek ekonomi dalam ergonomi mengenai kondisi kerja para pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung, ternyata sebelum dilakukan redesain peralatan kerja secara ergonomis, para pembuat minyak kelapa sering mengalami keluhan kerja, seperti rasa nyeri atau sakit yang dirasakan pada beberapa bagian tubuh, kelelahan kerja dan beban tambahan yang tidak perlu. Apabila pada bagian tubuh mereka merasa nyeri atau sakit, kadang dipaksakan untuk bekerja atau dilakukan tindakan kuratif berupa pengobatan dengan menggunakan ramuan tradisional, seperti: menggunakan minyak gosok, param (obat pelumur) atau *boreh anget-anget* yang

terbuat dari kencur, *mesui*, beras, *katik cengkeh*, *ketumbah*, *ginten*, *jebugarum*, *tabyabun* dan rempah-rempah lainnya atau dengan minum jamu atau *loloh*. Secara finansial, tindakan tersebut juga berpengaruh pada kondisi ekonomi rumah tangganya, karena untuk keperluan bahan tersebut, para pembuat minyak kelapa harus mengeluarkan uang sebesar ± Rp 1.500,00 setiap ±3 hari, sehingga dalam setahun diperkirakan mengeluarkan uang sebesar Rp 180.000,00. Di samping hal tersebut, secara ergonomi juga memberi dampak yang merugikan, karena mereka tidak dapat bekerja secara optimal. Hal tersebut tidak sesuai dengan prinsip *good ergonomic is good economic*, apabila ergonomi diterapkan dengan baik dan benar akan memberi manfaat ekonomi yang lebih baik (Hendrick, 1997; Fauzan 2005).

Berdasarkan hasil pengamatan mengenai aplikasi redesain peralatan kerja secara ergonomis, ternyata keluhan kerja yang dialami dapat berkurang dan dari hasil wawancara dengan para pekerja, bahwa setelah dilakukan redesain peralatan kerja secara ergonomis, para pembuat minyak kelapa dapat mengurangi menggunakan *boreh*. Sebelumnya setiap 3 hari, namun setelah perlakuan penggunaannya menjadi berkurang, yaitu kadang-kadang seminggu sekali. Berdasarkan hal tersebut, maka redesain peralatan kerja dalam pembuatan minyak kelapa secara ergonomis dapat dikatakan memberi hasil yang positif atau memberi nilai tambah secara finansial.

Upaya redesain peralatan kerja secara ergonomis dalam proses pembuatan minyak kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung, juga merupakan kegiatan investasi, karena merupakan rangkaian kegiatan penanaman modal dalam kuantitas tertentu dan disertai dengan harapan untuk mendapatkan keuntungan (*profitability*) setelah dalam jangka waktu tertentu (Djamin, 2003).

Jadi dalam mengambil keputusan berinvestasi untuk redesain peralatan kerja secara ergonomis tidak cukup dengan mengandalkan pertimbangan bersifat teknis semata, karena tindakan tersebut belum tentu akan memberi keuntungan finansial di masa yang akan datang. Untuk membuktikan bahwa redesain peralatan kerja secara ergonomis merupakan upaya yang layak investasi atau memberi keuntungan di masa depan, maka perlu diadakan evaluasi investasi dengan menggunakan kombinasi dari tiga metode yang lazim digunakan untuk menaksir kelayakan suatu proyek, yakni: 1) *Net Present Value* (NPV), 2) *Payback Period* (PBP) dan 3) *Return on Investment* (RoI). Berdasarkan data pada lampiran 25 sampai dengan lampiran 28, maka dapat dijabarkan, sebagai berikut:

- 1) *Net Present Value* (NPV) untuk perhitungan dengan metode tersebut, maka data yang perlu diketahui:
 - a) Biaya pengeluaran (C) untuk redesain peralatan kerja pembuatan minyak kelapa sebesar Rp 525.500,00.
 - b) Pendapatan bersih (CF) dalam satu siklus pembuatan minyak kelapa (untuk 3 hari kerja $\times$ 1 tahun)=pendapatantotal-biaya tetap = $(125.500,00 - 97.000,00) \times 120 = \text{Rp } 3.420.000,00$ per-tahun.
 - c) Umur ekonomis peralatan kerja pembuatan minyak kelapa yang diredesain (n) diasumsikan 5 tahun operasi karena tidak melalui uji mekanik.
 - d) Nilai akhir peralatan kerja pembuatan minyak kelapa yang diredesain (V_n) diasumsikan 0 atau rusak dan tidak dapat digunakan.
 - e) Suku bunga bank (k) (*rate of interest*) saat penelitian ini dilaksanakan (tahun 2008) sebesar 0,13 = 13 % per-tahun.

Kemudian dengan menggunakan rumus (2.2), maka nilai *Net Present Value* atau keuntungan yang akan

diperoleh dari investasi dalam jangka waktu 5 tahun mendatang ditemukan sebesar Rp.11.503.431,00. Nilai tersebut ternyata > 0 . Jadi atas dasar nilai NPV tersebut, maka keputusan investasi untuk redesain peralatan kerja pembuatan minyak kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung adalah layak investasi.

- 2) *Payback Period* (PBP) untuk perhitungan dengan metode tersebut, maka data yang perlu diketahui:
 - a) Nilai investasi untuk redesain peralatan kerja adalah sebesar Rp 525.500,00.
 - b) Nilai *annual benefit* atau pendapatan bersih dalam satu siklus pembuatan minyak kelapa (untuk 3 hari kerja $\times$ 1tahun) = pendapatan total - biaya tetap adalah sebesar Rp 3.420.000,00 per-tahun.
 - c) Periode waktu adalah selama 5 tahun.

Kemudian dengan menggunakan persamaan (2.3), ditemukan umur atau periode pengembalian investasi dalam jangka waktu 0,77 tahun atau 9,22 bulan. Nilai tersebut ternyata > 0 . Jadi atas dasar nilai tersebut, maka keputusan investasi untuk redesain peralatan kerja pembuatan minyak kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung adalah layak investasi.

- 3) *Return on investment* (RoI) untuk perhitungan dengan metode tersebut, maka data yang perlu diketahui:
 - a) Nilai total laba bersih yang akan diperoleh dari investasi untuk redesain peralatan kerja adalah sebesar Rp 3.420.000,00.
 - b) Nilai total investasi untuk redesain peralatan kerja pembuatan minyak kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung sebesar Rp 525.500,00.

Kemudian dengan menggunakan rumus (2.4), maka ditemukan nilai kontribusi redesain peralatan kerja pembuatan minyak kelapa terhadap investasi dalam jangka waktu 5 tahun adalah sebesar 32,54%. Nilai

tersebut jika dibandingkan dengan tingkat suku bunga yang berkaku (*rate of interest*) tahun 2008, ternyata nilai $RoI > \text{tingkat suku bunga umum (r)}$, yaitu sebesar 13 %, berarti upaya redesain peralatan kerja pembuatan minyak kelapa secara ergonomis di Kecamatan Dawan Klungkung layak investasi.

Jadi dengan menggunakan tiga metode evaluasi ekonomi untuk mengetahui kelayakan investasi yang akan dilakukan untuk redesain peralatan kerja pembuatan minyak kelapa secara ergonomis di Kecamatan Dawan Klungkung, dapat diketahui bahwa ketiga nilai yang ditemukan menunjukkan layak investasi. Keuntungan investasi dalam jangka waktu 5 tahun mendatang adalah sebesar Rp.11.503.431,00, umur atau periode pengembalian investasi dalam jangka waktu 0,77 tahun atau 9,24 bulan dan nilai kontribusi redesain peralatan kerja pembuatan minyak kelapa terhadap investasi dalam jangka waktu 5 tahun adalah sebesar 32,54%.

6.6 Kelemahan Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian ini, dibuktikan bahwa redesain peralatan kerja secara ergonomis dapat meningkatkan kinerja para pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung yang diamati dari beberapa indikator seperti: terjadi penurunan keluhan kerja dan peningkatan produktivitas kerja. Kendatipun demikian, namun kelemahannya adalah mengenai kesinambungan dari penerapan hasil redesain peralatan kerja di masa yang akan datang. Hal tersebut mengingat: (1) para pembuat minyak kelapa tradisional di Kecamatan Dawan Klungkung dalam menjalankan usahanya, mereka telah terbiasa menggunakan peralatan dengan cara lama sekalipun tidak ergonomis dan berpotensi menimbulkan risiko bagi keselamatan kerja. (2) Kurang yakin akan keberhasilan yang akan diperoleh dari investasi yang dilakukan terhadap redesain per-

alatan kerja secara ergonomis. Oleh sebab itu, maka perlu diberi pengarahan tentang keuntungan yang diperoleh dari aplikasi ergonomi dalam kegiatan pembuatan minyak kelapa. Perlu ditanamkan kewirausahaan berbasis ergonomi.

6.7 Temuan Baru Hasil Penelitian (*Novelty*)

Temuan baru yang dapat dibuktikan dalam penelitian ini adalah berupa peralatan kerja pembuatan minyak kelapa yang ergonomis. Dalam proses perwujudannya dilakukan dengan meredesain dimensi kritis, bentuk dan fungsi peralatan kerja pembuatan minyak kelapa tradisional berdasarkan pendekatan teknologi tepat guna, penyesuaian antropometri, dan melibatkan partisipasi dari para pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung. Peralatan kerja hasil redesain secara ergonomis seperti:

1. Alat pengupas sabut kelapa (*pengesan*), seperti disajikan pada lampiran 11. Gambar 1(b) dengan spesifikasi sebagai berikut:
 - a) Ukuran tinggi alat tersebut diredesain sesuai dengan tinggi siku para pembuat minyak kelapa dikurangi ± 20 cm karena dalam pekerjaan mengupas sabut kelapa membutuhkan tekanan dari berat badan bagian atas, sehingga ukuran tinggi alat tersebut dibuat 62 cm pada persentil 5.
 - b) Pada bagian pangkal bawah alat tersebut diberi bidang penahan, seperti tampak pada lampiran 12 (a). Bidang penahan tersebut dibuat dengan menggunakan *gear* bekas sepeda motor dengan diameter 15 cm dan pada bagian bawahnya dilengkapi cakar atau pancang dengan ukuran 10 cm. Fungsinya untuk mengurangi posisi alat yang ketidakstabilan atau goyang pada saat digunakan. Selain hal tersebut, juga dilengkapi skrup pengatur tinggi alat pengupas sabut kelapa sesuai dengan diinginkan penggunaannya.

2. Alat pencongkel daging kelapa (*penyeluhan*), seperti disajikan pada lampiran 11, Gambar 2b dengan spesifikasi sebagai berikut:
 - a) Ukuran panjang alat tersebut 25 cm tujuannya untuk meringankan dalam pencongkelan daging kelapa. Ukuran tersebut diperoleh dari hasil eksperimen dan partisipasi dari para pembuat minyak kelapa.
 - b) Diberi gagang terbuat dengan kayu dan didesain mengikuti lekuk telapak tangan pada posisi menggenggam. Bentuk gagang tersebut, seperti tampak pada lampiran 12 (c). Ukuran gagang yang ergonomis diperoleh 3,50 cm dan panjang 8,5 cm sesuai dengan ukuran lingkaran tangan sampai telunjuk para pembuat minyak kelapa pada persentil 5.
3. Alat pemeras adonan parutan kelapa, seperti disajikan pada lampiran 11 Gambar 4(b). Alat tersebut didesain berdasarkan antropometri para pembuat minyak kelapa di daerah tersebut dan dalam proses perwujudannya dilakukan eksperimen desain dengan beberapa alternatif desain dan melibatkan partisipasi para pembuat minyak kelapa. Spesifikasi alat tersebut adalah sebagai berikut:
 - a) Ukuran tinggi alat tersebut 62 cm dan pondasi 20 cm. Ukuran tersebut disesuaikan dengan tinggi siku para pembuat minyak kelapa 82,08 cm pada persentil 5, seperti disajikan pada Gambar teknik, lampiran 12 (e).
 - b) Ukuran tabung: tinggi 35 cm dan diameter alas tabung 11,5 cm. Peletakan tabung didesain dengan sistem bongkar-pasang dengan rangka, dapat diputar 40° dan dilengkapi kait penahan tabung untuk menahan tabung pada posisi miring pada

saat memasukan adonan parutan kelapa ke dalam tabung. Selain hal tersebut, juga dilengkapi dengan kantong terbuat dari kain yang berfungsi untuk saringan dan memudahkan mengeluarkan ampas atau *usam* setelah diperas.

- c) Volume tabung=3,18 liter adonan parutan kelapa dan kapasitas kerja 0,64 liter/menit. Santan yang dihasilkan lebih kental dan lebih banyak ± 1 liter dibandingkan memeras adonan parutan kelapa secara manual menggunakan tangan (untuk 20 butir kelapa)
 - d) Lubang untuk pengeluaran santan dari ruang peras, selain dibuat pada penampang bawah tabung, juga pada dinding tabung. Tujuannya untuk memudahkan mengeluarkan santan pada saat diperas, sehingga lebih ringan untuk memutar stir skrup piston penekan.
 - e) Memakai skerup dengan derat kotak, sehingga lebih cepat untuk menurunkan atau mengangkat piston penekan.
4. Tungku Dapur atau *jalikan*, yaitu alat yang digunakan untuk memasak di dapur para pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan, Klungkung, Bentuk alat tersebut setelah diredesain, seperti tampak pada lampiran 11, Gambar 5(b) dengan spesifikasi sebagai berikut:
- a) Tinggi tungku dibuat ± 62 cm dari lamtai sampai dengan tepi atas tungku dan tinggi panci ± 30 cm serta jarak tungku dengan pekerja 10 cm, seperti pada Gambar Teknik, lampiran 12 (f).
 - b) Menambah bantalan di bawah kaki pembuat minyak kelapa setinggi 20 cm untuk menyesuaikan dengan tinggi siku para pembuat minyak kelapa pada persentil 5.

- c) Konstruksi pintu api tungku dibuat di sebelah pekerja, sehingga para pembuat minyak kelapa tidak terpapar panas langsung dari api tungku; Lebih hemat kayu bakar, karena panas api tungku dapat lebih terkonsentrasi pada ruang tungku; dan terhindar dari kemungkinan tertimpa kayu bakar yang berisi bara api, karena peletakan kayu bakar di sebelah pekerja.

Berdasarkan hasil pendataan mengenai aplikasi peralatan kerja hasil redesain secara ergonomis tersebut, ternyata dapat meningkatkan kinerja para pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung. Para pembuat minyak kelapa di daerah tersebut dapat berkerja lebih efisien, nyaman, aman, sehat dan efektif. Keluhan kerja yang dialami sebelumnya mengalami penurunan yang signifikan, waktu kerja lebih singkat, sehingga terjadi peningkatan produktivitas kerja, dan upaya redesain peralatan kerja pembuatan minyak kelapa termasuk layak investasi karena dipredisikan dalam jangka waktu 5 tahun mendatang akan memberi keuntungan terhadap ekonomi keluarga para pembuat minyak kelapa.

BAB VII SIMPULAN DAN SARAN

7.1 Simpulan

Berdasarkan kajian pustaka sebagai landasan teori, hasil penelitian, analisis statistik dan pembahasan, ternyata redesain peralatan kerja secara ergonomis dapat meningkatkan kinerja para pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung. Hal tersebut dapat diketahui berdasarkan simpulan beberapa indikator penelitian ini, sebagai berikut:

- 1) Redesain peralatan kerja secara ergonomis dapat menurunkan beban kerja para pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung sebesar 15,29% dari sebelumnya.
- 2) Redesain peralatan kerja secara ergonomis dapat menurunkan keluhan muskuloskeletal para pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung sebesar 30,31% dari sebelumnya
- 3) Redesain peralatan kerja secara ergonomis menurunkan kelelahan para pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung sebesar 25,83%.
- 4) Redesain peralatan kerja secara ergonomis dapat meningkatkan produktivitas kerja para pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung sebesar 47,56% dari sebelumnya dan upaya tersebut terbukti layak investasi karena diprediksikan dalam jangka waktu 5 tahun mendatang memberi keuntungan terhadap ekonomi para pembuat minyak kelapa, sebesar Rp.11.503.431, 00, dari nilai total investasi, sebesar Rp 525. 500,00.

7.2 Saran

Mengacu pada simpulan penelitian ini, maka disarankan beberapa hal terkait dengan redesain peralatan kerja pembuatan minyak kelapa secara ergonomis sebagai berikut:

1. Dengan menyadari bahwa penelitian ini belum sempurna, karena hanya terfokus pada aspek redesain peralatan kerja secara ergonomis sebagai perlakuan, maka disarankan bagi para peneliti lainnya untuk meneliti lebih mendalam ditinjau dari aspek lainnya, seperti: aspek lingkungan kerja mengenai pemecahan masalah polutan asap pada ruang dapur (*paon*), organisasi kerja, gisi kerja atau mengenai mutu produksi dengan tetap berorientasi pada potensi para pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung.
2. Redesain peralatan kerja secara ergonomis telah dibuktikan dalam penelitian ini dapat menurunkan keluhan kerja dan meningkatkan produktivitas kerja para pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung, maka disarankan untuk menerapkan pada usaha-usaha yang sejenis, sehingga nantinya dapat tercipta kondisi kerja yang efisien, nyaman, aman, sehat dan efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiputra, N. 1998. *Metodelogi Ergonomi*. Denpasar: Program Studi Ergonomi dan Fisiologi Kerja, Program Pasca-sarjana Unud.
- Adiputra, N. 2000. Ergonomi Kuratif. *Jurnal Ergonomi Indonesia (The Indonesian Journal of Ergonomics)*, 1:2-5
- Adiputra, N. 2002. Denyut Nadi dan Kegunaannya dalam Ergonomi. *Jurnal Ergonomi Indonesia* 3: 22-26
- Adiputra, N. 2005. *Etika dalam Rancang-Bangun Produk*. Prosiding Seminar Nasional *The Application of Technology Toward a Better Life*. Kelompok Fakultas Teknik Universitas Teknologi Yogyakarta (UTY). Yogyakarta 29-30 Juli 2006
- Adiputra, N. 2006. *Design and Redesign in Ergonomic*. Catatan Perkuliahan. Program Doktor. Ilmu Kedokteran. Universitas Udayana.
- Ahmad, A. 2004. Mengatasi Gangguan Punggung. Departemen Kesehatan Republik Indonesia [cited 2005 October 8] Available from: URL: <http://www.depkes.go.id/index>
- Ahmad, A. 2006, Menghindari Nyeri Pinggang. Republika Online [cited 2006 September 21] Available from: URL: <http://www.republika.co.id/koran/detail.asp?id=251849&kat-id=123>
- Andersen, K.L. 1978. *Habitual Physical Activity and Health*. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe
- Ardana, G.N; Sutjana, IDP; Tirtayasa, K. 2005. *Kelelahan dan Keluhan Muskuloskeletal Operator Komputer Sesudah Menggunakan Monitor di Bawah Meja Lebih berat Dari pada Monitor di Atas Meja*. Disampaikan dalam Na-

tional Seminar on Human Aspects in Computer Base Systems. Bandung 21- 22 September.

Arikunto,S.1998, *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta:Rineka Cipta.

Arimbawa, IMG. 2006. *Efisiensi Sistem Produksi dengan Intervensi Ergonomi Untuk Meningkatkan Produktivitas*, Prosiding seminar Nasional Ergonomi-K3 peranan Ergonomi dan K-3 Dalam Peningkatan Produktivitas dan Mutu Kerja. Jurusan Teknik Industri FTI-ITS dan perhimpunan Ergonomi Indonesia (PEI) ITS. Surabaya 29-30 Juli 2006

Arimbawa, IMG. 2007. "Survei Pembuatan Minyak Kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung", Denpasar: Program Doktor. Ilmu Kedokteran Universitas Udayana

Artayasa, N. 2007. "Pendekatan Ergonomi Total Meningkatkan Kualitas Hidup Pekerja Wanita Pengangkut Kelapa Di Banjar Semaja Desa Antosari Tabanan Bali" (Disertasi). Denpasar: Program Pascasarjana Universitas Udayana.

As'ad, M.1991. *Psikologi Industri*. Yogyakarta: Liberty.

Astrand, P.O and Rodahl, K. 1986. *Textbook of Work Physiology*. 2nd Edition. Philadelphia: WB Saunders Co.

Axelsson, Jan RC, 2000. *Quality and Ergonomics-Towards successful integration*. Doctoral in Quality and Human-Systems Engineering, Linköpings: Linköpings University

Bernardin, H. J., Joyce, E.A., Russell. 1993. *Human Resource Management*, International edition, Singapura: Mc Graw Hill,Inc.

- Bhattacharjee and McGlothlin, J. 1996. *Occupational ergonomics; Theory and Applications*, New York. Basel. Hongkong: Marcel Dekker, Inc
- BPS Bali. 2004. *Badan Pusat Statistik Kabupaten Dalam Angka Tahun 2004*. Denpasar: Badan Pusat Statistik Bali
- Bridger, R.S. 1995. *Introduction to Ergonomics*. Singapore: McGraw-Hill. Inc.
- Buchori, Z.I. 2006. Desain dan Sains (Telaah Filsafat Ilmu). *Jurnal Ilmu Desain*, FSRD-ITB, 1(1):18
- Budiono,S. 1992. *Bunga Rampai Hiperkes dan KK*, Semarang: Universitas Diponegoro, UNDIP.
- CanineWS, 2006. Cedera Punggung: Hindari dan Kurangi Tekanan. CanineWS [cited 2006 October 28]. Available at: URL: [http://www.canineWS.com/sports & hobbies/ article. php?article-id=157](http://www.canineWS.com/sports%20and%20hobbies/article.php?article-id=157)
- Carrivick, P.J.W., Lee, A.H., Kelvin, K.W.Y, 2002. Effectiveness of a Participatory Workplace Risk Assessment Team in Reducing The Risk and Severity of Musculoskeletal Injury. *Journal Occupational Health*, 44:221-225
- Chavalitsakulchai, P and ShahnavaZ, H.1993. Ergonomics Method For Prevention Of The Musculoskeletal Discomfort Among Female Industrial Workers: Physical characteristics and work factor. *Journal of Human Ergology*.22: 95-113
- Christopherson, N. 2005. Personal Comfort, [cite 2005 Mar.23]. Availabl from:URL : <http://www.bacharch-training.com/norm/comfort.htm>.

- Colton, T. 1974. *Statistic in Medicine*. First Edition. Boston: Little Brown and Company.
- Corlett, E.N. 1992. *Static Muscle Loading and Evaluation of Posture*. In: Wilson, J.R. and Corlett, E.N., editors. London: Taylor and Francis.
- Cormick, Mc.E.J. and Sanders, M.S. 1993. *Workplace Design. Human Factors in Engeneering and Design*. 7th editions. Singapore : Mc Grow-Hill International.
- Dainur. 1999. *Ilmu Kesehatan Masyarakat*. Jakarta: Widya Medika.
- Depdiknas, 2004. Pengukuran Denyut Nadi. Dinas Pendidikan Nasional. [cited 2006 October 12]. Available from: URL: [http://www.setjen.depdiknas.go.id/pusjas/ file/denyut2.html](http://www.setjen.depdiknas.go.id/pusjas/file/denyut2.html)
- Depkes RI. 1993. Pedoman Pengaturan Makanan Atlet. Pusat Kesehatan Kerja Departemen Kesehatan Republik Indonesia. [cited 2006 October 6] Available at: URL: <http://www.depkes.go.id/>
- Depkes RI. 2006a. Kesehatan bagi Pekerja Wanita. Pusat Kesehatan Kerja Departemen Kesehatan Republik Indonesia. [cited 2006 October 8] Available at: URL: [http:// www.depkes.go.id/](http://www.depkes.go.id/)
- Depkes RI. 2006b. Ergonomi. Pusat Kesehatan Kerja Departemen Kesehatan RI [cited 2006 July 8]. Available at: URL: <http://www.depkes.go.id/downloads/ergonomi.pdf>
- Depkes RI. 2006c. Nyeri Tengokuk, Departemen Kesehatan Republik Indonesia, [cited 2006 July 4]. Available at: URL: <http://www.depkes.go.id/>

- Depkes RI. 2006d, Mengatasi Gangguan Punggung, Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Departemen Kesehatan Republik Indonesia. [cited 2006 May 3] Available at: URL: <http://www.depkes.go.id/>
- Depkes RI, 2007. *Pedoman Pengukuran dan Pemeriksaan*, Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan.
- Dewantara, Y. 2002. "Desain Furniture yang Ergonomis Untuk Rumah Sederhana Tipe 27 Guna Menunjang Aktivitas Rumah Tangga" (Tesis). Bandung: Program Studi Teknik dan Manajemen Industri, Program Pascasarjana ITB
- Dewayanti, R. 2004. Marjinalisasi dan Eksploitasi Perempuan Usaha Mikro Di Pedesaan. Semeru[cited 2006 February02].Available from:URL: <http://www.akatiga.or.id/m/buku/marginalisasi-buku2.htm>
- Dillon, A. 2003.*User Interface Design*. MacMillan Encyclopedia of Cognitive Science, Vol. 4, London: Mac Millan
- Dinas Perkebunan Provinsi Bali. 2006. *Statistik Perkebunan Bali 2005*. Denpasar: Pemerintah Provinsi Bali, Dinas Perkebunan.
- Disperindag Kabupaten Klungkung. 2006. *Data Industri Kecil Non-formal*. Klungkung: Dinas Perindustrian dan Perdagangan Kabupaten Klungkung
- Disperindag Provinsi Bali. 2006. *Data Potensi Komoditi Industri Kecil dan Menengah*. Denpasar: Dinas Perindustrian dan Perdagangan Provinsi Bali
- Djamin, Z. 2003. *Perencanaan dan Analisis Proyek*, Jakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.

- Dul,J., Weerdmeester, B.A. 1993. *Ergonomics for Beginners a Quick Reference Guide*. 9th Edition. (English Edition Translated by R.E Vander Putter). London: Taylor & Francis Ltd.
- Effendi, F. 2002. Ergonomi Bagi Pekerja Sektor Informal. *Jurnal Cermin Dunia Kedokteran* 136: 21-24, International Standard Serial Number: 0125 - 913X [cited 2006 July 18]. Available from: URL: <http://www.kalbe.co.id/cdk>
- Evans, B.1982. *Changing Design*. New York: John Wiley and Sons.
- Fauzan, A. Z. 2005. Hubungan Antara Manajemen, Keselamatan, Biaya dan Kualitas dalam Lingkup Manajemen Keselamatan pada Sebuah Perusahaan. Semarang: Program Studi Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Dipenogoro.
- Fillaili, R. 2002. Profil Usaha Mikro. Ekonomi Rakyat [cited 2006 September 18] Available from:URL:<http://www.smeru.or.id/newslet/2004/ed10/200410data.htm>.
- Ganong, W.F. 2001. *Review of Medical Physiology*. 20th Edition. New York: Lange Medical Books/McGraw-Hill Medical Publishing Division.
- Giatman, M, 2006. *Ekonomi Teknik*. Jakarta: PT Raja Garfindo Persada.
- Gilad, I. 1998. Ergonomic Participatory Plan in The Diamond Industry. In: Scott, P.A., Bridger, R.S., Chartervis, *Journal. Editors. Global Ergonomic*. Amsterdam: Elsevier's. 1:919-923
- Grandjean, E. 1998. *Fiting the Task to the Man*, 4th ed. London:Taylor & Francis Inc.

- Groot, A. D. 1996. *Perception And Memory In Chess: Studies in the heuristics of the professional eye*. Assent, The Netherlands: Van Gorcum.
- Guyton.1995. *Fisiologi Manusia dan Mekanisme Penyakit*. (Petrus Andrianto, Pentj). Jakarta: EGC. Penerbit Buku Kedokteran
- Hafid. 2002. Peranan Ergonomi Dalam Meningkatkan Produktivitas. Jakarta: Metal Industries Development Center (MIDC) Depperindag RI.
- Hales, TR and Bernard, BP. 1996. Epidemiology of Work-Related Musculoskeletal Disorder. *Journal Orthopedic Clinic*. North America. 27:679-709
- Hartati, K. 2004. Jus Bagi Penderita Hipertensi. Departemen Farmasi ITB. [cited 2007 July 26] Available from: URL: <http://www.pikiran-rakyat.com/cetak/1004/14/cakrawala/lainnya4.htm>
- Haryati, Siswanto, A., Setijoso,W. 1987. Tekanan Panas. Surabaya: Balai Hiperkes dan Keselamatan Kerja Jawa Timur.
- Hendrick, H.W. 1997. Good Ergonomics is Good Economics. *Proceeding Asian Ergonomics 9*. 5th SEAES Conference, Ed. Halimahtun M. Khalid. Kuala Lumpur: IEA Press
- Hendrick, H.W. and Kleiner, B.M, 2000. *Macro Ergonomics: An Introduction to Work System Design*. America: Human Factor and Ergonomics Society.
- Hurst, N. W. 1998. Measures of Safety Management Performance and Attitudes to Safety at Major Hazard Sites". Elsevier Science Ltd.

- Husnan, S, 1999. Studi Kelayakan Proyek, Edisi: Ke-IV. Yogyakarta: UPP AMP. YKPN.
- Ibrahim, B. 1997. *TQM (Total Quality Management), Panduan Untuk Menghadapi Persaingan Global*, Jakarta : Djembatan.
- ILO. 2005, Pedoman Bersama ILO/WHO. Direktorat Pengawasan Kesehatan Kerja Direktorat Jenderal Pembinaan Pengawasan Ketenagakerjaan Departemen Tenaga Kerja dan Transmigrasi RI Jakarta [cited 2006 February 2] Available at: URL: <http://www.nakertrans.go.id>
- Imada, A.S. 1993. Macro ergonomic Approaches for Improving Safety and Health in Flexible, Self Organizing Systems. The Ergonomics of Manual Work, Proceedings of the International Ergonomics Association World Conference on Ergonomics of Materials Handling and Information Processing at Work, Warsaw, Poland, 14-17 June 1993.
- Jogiyanto, 1990. Analisis dan Disain Sistem Informasi, Yogyakarta: Andi Offset.
- Jones, C. 1970. Design Methods Seeds of Human Futures. Macclesfield: John Willey & Sons.
- Kemala, P. 2006. Pendekatan Ergonomi Makro Terhadap Usaha Peningkatan Kualitas Pelayanan Loker Pembuatan Surat Keterangan Mahasiswa. Prosiding Seminar Nasional Ergonomi-K3 (Peranan Ergonomi dan K-3 Dalam Peningkatan Produktivitas dan Mutu Kerja). Jurusan Teknik Industri FTI-ITS dan perhimpunan Ergonomi Indonesia (PEI) ITS. Surabaya 29-30 Juli 2006

- Kilbom, A. 1990. Measurement and Assessment of Dynamic Work. Dalam John R. Wilson dan E. Corbett Nigel (Ed.), *Evaluation of Human Work: A Practical Ergonomics Methodology*. London: Taylor & Francis
- Kridalaksana, H. 1994. *Kamus Bahasa Indonesia*. Edisi ke dua. Jakarta: Balai Pustaka
- Kuntoro, H.P. 2002. Elektroterapi Pada Sindroma Nyeri Bahu [cited 2006 July 27]. Available from: URL: [Http//: www.PhysioSby.Com](http://www.PhysioSby.Com)
- Kusriyanto, B. 1986. *Meningkatkan Produktivitas Karyawan*. Jakarta: PT Binaman Pressindo.
- Linawati U. L. 1999. Keberhasilan Kinerja Manajemen Perusahaan *Jurnal: Akuntansi dan Keuangan* Vol. 1, No. 1, Mei 1999 : 28 - 42 Jurusan Akuntansi. Fakultas Ekonomi. Universitas Kristen Petra [cited 2008 Mei 19] Available from: URL: <http://puslit.petra.ac.id/journals/accounting/>
- Long, J. 1987. *Cognitive Ergonomics and Human Computer Interaction*, in P. War (ed.), *Psychology at Work*. Harmondsworth, Middlesex, UK: Penguin.
- Mangkuprawira, S. 2003. *Manajemen Sumber Daya Manusia Strategik*. Cetakan Kedua. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Manuaba, A. 1983a. *Peningkatan Kondisi dan Lingkungan Kerja di Sektor Industri Kecil*, Program Internasional untuk Peningkatan Kondisi dan Lingkungan Kerja. Lokakarya Nasional. Jakarta 13 Sampai 14 Desember 1983.
- Manuaba, A. 1983b. *Aspek Ergonomi Dalam Perencanaan Kompleks Olah Raga dan Rekreasi*. Disampaikan pada panel Diskusi Rencana Induk Gelora. Jakarta 21 September 1983

- Manuaba, A. 1986. *Penerapan Ergonomi Kesehatan Kerja di Rumah Tangga*, Disampaikan pada Pembahasan Teknis Peningkatan Peranan Dharma Wanita dalam Gerakan Keluarga Sehat. di Jakarta, 21 Oktober 1986
- Manuaba, A. 1990. *Beban Tugas Untuk Prajurit Dikaitkan Dengan Norma Ergonomi di Indonesia*. Seminar Nasional Tentang Ergonomi di Lingkungan ABRI. Jakarta 20 Februari.
- Manuaba, A. 1992a. Penerapan Ergonomi untuk Meningkatkan Kualitas Sumber Daya Manusia dan Produktivitas. Disampaikan pada Seminar K3 dengan thema (Melalui Pembudayaan K3 Kita Tingkatkan Kualitas Sumber Daya Manusia Dan Produktivitas Perusahaan) di IPTN Bandung, 20 Februari 1992 [cited 2006 January 27] Available from: URL: [http://www.balihesg.org/fullpapers %20A.-%20Manuaba/ad5.htm](http://www.balihesg.org/fullpapers/%20A.-%20Manuaba/ad5.htm)
- Manuaba, A. 1992b, Pengaruh Ergonomi Terhadap Produktivitas. Seminar Produktivitas Tenaga Kerja. Jakarta 30 Januari 1992.
- Manuaba, A. 1993. Pengaturan Suhu Tubuh dan Water Intake. Denpasar: Bagian Ilmu Faal Fakultas Kedokteran Universitas Udayana.
- Manuaba, A. 1998. Bunga Rampai Ergonomi I. Kumpulan Makalah Denpasar: Program Studi Ergonomi-Fisiologi Kerja, Universitas Udayana denpasar
- Manuaba, A. 2000. Participatory ergonomics Improvement at The workplace. Journal The Indonesian of Ergonomics 1: 6-1
- Manuaba, A. 2000. Participatory ergonomics Improvement at The workplace. Jurnal Ergonomi Indonesia Vol. I No.1. Juni 2000: 6-10.

- Manuaba, A. 2003a. Antisipasi Indonesia Terhadap ASEAN Penulis, Ketua Bali-HESG, founding father of SEAS. dimuat Bali Post di halaman rubrik Senin Kliwon, 6 Oktober 2003 [cited 2006 December 16] Available from: URL: [http://www. Balipost.co.id/ BALIPOSTCETAK/2003/10/6/opini.html](http://www.Balipost.co.id/BALIPOSTCETAK/2003/10/6/opini.html)
- Manuaba, A. 2003b. Aplikasi Ergonomi dengan Pendekatan Holistik perlu, Demi Hasil yang lebih Lestari dan Mampu bersaing. Disampaikan pada: temu Ilmiah dan Musyawarah Nasional keselamatan dan Kesehatan kerja, ergonomi: Hotel sahid. Jakarta 17-19 Juli 2003.
- Manuaba, A. 2003c. Holistic Design is Must to Attain Sustainable Product. The National Seminar on Product Design and Development. Industrial Engineering UK Maranatha. Bandung 2003
- Manuaba, A. 2004a. Kontribusi Ergonomi dalam Pembangunan, dengan Acuan Khusus Bali. Presented at The 2nd National Seminar on Ergonomics, UGM, Yogyakarta, 9 Oktober 2004.
- Manuaba, A. 2004b. Pendekatan Total Perlu untuk Adanya Proses Produksi dan Produk yang Manusiawi, Kompetitif dan Lestari. Disampaikan pada: Seminar teknik Industri Universitas Atmajaya, Yogyakarta, 2004
- Manuaba, A. 2005a. To Achieve A Better Life Through Total Ergonomic SHIP Approach Technology. Presented at The 2nd National technology Seminar: The Application of Technology toward a Better Life, University of Technology. Yogyakarta, 10 December 2005.

- Manuaba, A. 2005b. Total Ergonomics Enhancing Productivity, Product Quality And Customer Satisfaction. *Jurnal Ergonomi Indonesia* 6:1-38
- Manuaba, A. 2005c. Pendekatan Ergonomi Total untuk Adanya Produksi dan Produk Manusiawi, Kompetitif dan Lestari. *Jurnal Sosial dan Humaniora Surabaya*. 1:131-140.
- Manuaba, A. 2006. Teknologi Yang Manusiawi, Kompetitif dan Berkelanjutan Merupakan Ragam Teknologi yang Paling Relevan dan Andal untuk Diaplikasikan di Sektor Industri Masa Kini dan Selanjutnya, *Proceeding Seminar on Application Research in Industrial Technology*. Jurusan Teknik Mesin dan Industri Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada. Yogyakarta 2006
- Melhorn, JM. 1996. A Prospective Study for Upper-Extremity Cumulative Trauma Disorders Of Workers In Aircraft Manufacturing. *Journal Occup. Environ Med*; 38:64-71.
- Michelle, M. 2006. Macro Ergonomics: A Work System Design Perspective. [cited 2006 January 24]. Available from: URL: <http://www.ergonomieself.org>.
- Nagamachi, M. 1993. Participatory ergonomics; A Unique technology science, *The Ergonomics of Manual Work*, *Proceedings of the International Ergonomics Association World Conference on Ergonomics of Materials Handling and Information Processing at Work*, Warsaw, Poland, 14-17 June 1993.
- Nala, N.1986. Perbedaan Kekuatan Otot Tangan Absolut dan Relatif antara Siswa siswi SMP dengan Siswa-siswi SMA di Denpasar. Disajikan dalam rangka Konggres VI dan Seminar Nasional VIII IAIFI di

Hontel Gunung Sari Patra Jasa Surabaya18-20
November

Nasir, M. 2003. Metode Penelitian. Jakarta: Ghalia Indonesia

Ndraha, S. 2004. Mengenal Penyakit Rematik dan Asam Urat. Medicastore. [cited 2006 August 24] Available from: URL: [http:// www.medicastore.com](http://www.medicastore.com)

Netrawati, IGA., Hadi, S., Tarwaka, 2001. Sarana Kerja yang Tidak Ergonomis Meningkatkan Keluhan Muskuloskeletal pada Pekerja Garmen di Bali. Proseding Seminar Nasional XII Ikatan Ahli Ilmu Faal Indonesia. Malang:27-28 Oktober.

Onishi, N. 1991. Japan's Modern Industrial Approach to Low Back Pain Problems, Journal of Human Ergology, 20: 103-108.

Pearce, E. 2000. Anatomy and Physiology for Nurses. Jakarta: Gramedia.

Papanek, V. 1983. Design for Human Scale. New York: Van Nostrand Reinhold Company.

Pemda Kabupaten Klungkung. 2006. Profil Kabupaten Klungkung Tahun 2006. Klungkung: Pemerintah Daerah Kabupaten Klungkung

Penero, J and Zelnik, M. 1979. Human Dimension and Interior Space: A Source Book of Design Reference Standards. London: The Architectural Press

Pheasant, S. 1991. Ergonomics Work and Health. London: Macmillan Press Scientific and Medical.

Pocock, S.J. 1986. Clinical Trial, A Practical Approach. New York: A Wiley Medical Publication.

- Puja, I B. 1999. "Perbaikan Sikap Kerja Duduk Mengurangi Gangguan sistem Muskuloskeletal dan Meningkatkan produktivitas Kerja Perajin Batok Kelapa di Desa Koripan Banjarangkan, Klungkung Bali Denpasar: Program Pascasarjana Universitas Udayana.
- Pulung, S dan Setya, I.P. 2005. Perbedaan Efek Fisiologis Pada Pekerja Sebelum dan Sesudah Bekerja di Lingkungan Kerja Panas (Studi pada Pengrajin Manik-manik Desa Plumpogambang Kecamatan Gudo Kabupaten Jombang). Bagian Epidemiologi FKM UNAIR Suarabaya. Jurnal Kesehatan Lingkungan, vol. 2, no. 2, januari 2006: 163-172.
- Purnomo, H. 2007. "Sistem Kerja Dengan Pendekatan Ergonomi Total Mengurangi Beban Kerja, Keluhan Muskuloskeletal dan Kelelahan serta Meningkatkan Produktivitas Pekerja Industri Gerabah di Kasongan, Bantul" (Disertasi) Denpasar: Program Pascasarjana Universitas Udayana.
- Revida, E. 2004. Gaya Kepemimpinan Situasional dan Produktivitas Kerja. Digitized by USU digital library [cited 2006 July 1] Available from: URL:<http://library.usu.ac.id/modules.php?op=modload&name=Downloads&file=index&req=getit&lid=105>
- Rodahl, K. 1989. The Physiology of Work. Philadelphia: Taylor & Francis.
- Rolles, N.P. 2007. "Model Aktivitas Praktikum Lapangan Berbasis Ergonomi Memperbaiki Respons Fisiologis Tubuh, Menurunkan Kelelahan dan Meningkatkan Kinerja Mahasiswa FMIPA UNIMA" (Disertasi). Denpasar: Program Pascasarjana UNUD
- Sajiyo. 2008. "Redesain Tempat Kerja dan Pemberian Istirahat Aktif Dengan Pendekatan Ergonomi Mening-

katkan Kinerja Tukang Giling Rokok Pada Industri Rokok di Kediri Jawa Timur” (Disertasi). Denpasar: Program Pascasarjana, Universitas Udayana

Sarsono, A., Kholel,M., dan Husein,T. 2006. Perencanaan Sistem Kerja Ergonomis Untuk Mengurangi Tingkat Kelelahan. Proceeding Seminar Nasional Ergonomi 2006. Pendekatan Ergonomi Makro Untuk Meningkatkan Kinerja Organisasi. Jurusan Teknik Industri Universitas Tarumanegara dan Program Studi Desain Produk Trisakti. Jakarta 2006.

Sedarmayanti, 1996. Tata Kerja dan Produktivitas Kerja. (Suatu Tinjauan Dari Aspek Ergonomi Atau Kaitan Antara Manusia Dengan Lingkungan Kerjanya), Bandung: Penerbit Mandar Maju.

Sena, A G. 2000. “Perbaikan Sikap Kerja Duduk Menurunkan Keluhan subjektif dan Meningkatkan produktivitas Penenun Cagcag di Desa Gelgel, Klungkung Bali” (Tesis). Denpasar: Program Pascasarjana Universitas Udayana.

Shadily, H. 1990. Ensiklopedi Indonesia, Jakarta: PT. Ichtiar Baru-Van Hoeve.

Snyder, R.L. 2001. Comversions from Dew Point and Air Terperature to other measure of Humidity. Atmospheric Science, University of California, [cited 2005 May 8] Aavailable from: URL: <http://lawr.Ucdavis.edu/coopextn/biometeorology/comversions/TdConv.htm>

Sinungan, M. 1987. Produktivitas Apa dan Bagaimana. Jakarta. PT Bina Aksara.

Soekirman. 1994. Menghadapi Masalah Gizi Ganda Dalam Pembangunan Jangka Panjang Kedua: Agenda

Repelita VI. Dalam: Risalah Widya Karya Nasional Pangan dan Gizi V .LIPI. Jakarta 1994

Srimulyo, K. 1999. "Analisis Pengaruh Faktor-faktor Terhadap Kinerja Perpustakaan di Kotamadya Surabaya" (Tesis) Surabaya: Program Pascasarjana Ilmu Manajemen Universitas Airlangga

Sucipta, N. 2004. "Modifikasi Meja Pengumpan dan Penambahan Peredam Kebisingan Mesin Perontok Padi Meningkatkan Produktivitas Kerja" Denpasar: Program Pascasarjana Universitas Udayana.

Suma'mur, PK. 1982. Ergonomi Untuk Kesehatan Kerja. Jakarta: Yayasan Swabhawa Karya

Suma'mur, PK. 1995. Higene Perusahaan dan Kesehatan Kerja. Jakarta: PT. Toko Gunung Agung.

Surata, W. 2001. "Penggunaan Roda Tangan Berhendel pada Alat Pres Parutan Kelapa Mengurangi Keluhan Sistem Muskuloskeletal dan Meningkatkan Produktivitas Kerja Pembuat Minyak Kelapa Tradisional di Desa Ped Nusa Penida" (tesis). Denpasar: Program Pascasarjana Universitas Udayana.

Susila, I G. N. 2002. Gangguan Muskuloskeletal. Udayana Medical Journal, 33:78-83

Sutajaya, M. 1998. "Perbaikan Kondisi Kerja Mengurangi Gangguan Terhadap Muskuloskeletal dan Denyut Nadi Kerja Serta Meningkatkan Produktivitas Pematung di Desa Peliatan, Kecamatan Ubud, Kabupaten Gianyar" (Tesis) Denpasar: Program Pascasarjana Universitas Udayana.

Sutajaya, M. 2000. Increasing Productivity of Wood Carving in Peliatan Ubud Gianyar. Jurnal Ergonomic Indonesia. Juni;1(1): 15-18

- Sutajaya, M. 2006. Manfaat Praktis Ergonomi. Kerjasama Bagian Faal Fakultas Kedokteran Universitas Udayana Dengan Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas Pendidikan MIPA Universitas Pendidikan Ganesha Singaraja Bali. Denpasar: Bagian Faal Fakultas Kedokteran Universitas Udayana.
- Sutjana, D.P. 1998. "Peningkatan Produktivitas Kerja Penyabit Padi Menggunakan Sabit Bergerigi Dibandingkan dengan Sabit Biasa" (Tesis) Denpasar: Program Pascasarjana Universitas Udayana.
- Sutjana, D.P. 2000. Penuntun Tugas Lapangan Matakuliah Ergonomi-Fisiologi Kerja. Denpasar: Program Pascasarjana Program Studi Ergonomi Fisiologi Kerja UNUD.
- Sutjana, D.P. 2005. Desain Produk dan Risikonya. Prosiding Seminar Nasional The Application of Technology Toward a Better Life. Kelompok Fakultas Teknologi (UTY). Yogyakarta 29-30 Juli 2006
- Sutjana, D.P., Swetra, K., Widana, K., Tirtayasa, K., dan Adiputra, N. 1998. Perbaikan Sikap Kerja Mengurangi Keluhan Subjektif Perajin Ukiran Kayu. Makalah disajikan pada Seminar Nasional Sehari Ergonomi dan Fisiologi Olahraga Universitas Udayana. Denpasar 18 November 1998.
- Syaifuddin, M. 2003. Nyeri Pinggang Bawah Bukan Monopoli Para Manula. Koran Republika [cited 2006 October 9]. Available from: URL: <http://www.republika.co.id/koran-detail.asp?id=78898&katid=123&katid1=&katid2=>
- Syaifuddin, M. 2005. Supply Chain Risk Management (Studi Literatur Dan Pengembangan Framework). Prosiding Seminar Nasional The Application of

Technology Toward a Better Life. Universitas Teknologi Yogyakarta (UTY) Yogyakarta 29-30 Juli 2006

- Tandaju, DT. 2002. "Penggunaan Lewang Modifikasi Sesuai Dengan Antropometri Menurunkan Beban Kerja Dan Keluhan Muskuloskeletal Serta Meningkatkan Produktivitas Kerja Pengupas Kelapa di Desa Lobu Kecamatan Tombatu Minahasa". (Tesis). Denpasar: Program Pascasarjana Universitas Udayana Denpasar.
- Taslim, H. 2001. Gangguan Muskuloskeletal pada Usia Lanjut, Tempo [cited 2006 August 30] Available from: URL: <http://www.tempo.co.id/medika/arsip/072001/pus-1.htm>
- The American Heritage® Dictionary of the English Language.1992, Third Edition by Houghton Mifflin Company. Electronic version licensed from INSO Corporation. All rights reserved
- Tjandra, I.A.M. 1988. Dasar-dasar Osteologi dan Miologi. Materi Kuliah pada Fakultas Biologi, IKIP Singaraja. Singaraja: Fakultas Biologi, IKIP Singaraja
- Tresnaningsih, E. 2004. Menuju Indonesia Sehat 2010. Pusat Kesehatan Kerja Depkes RI. [cited 2006 August 8] Available from: URL: <http://www.depkes.go.id/downloads/ergonomi.pdf>
- Valesco, A.L. 2002. Value Engineering as An Ergonomics Tool to Measure Benefits of Ergonomics Interventions. Jurnal Ergonomi Indonesia (the Indonesia Journal Ergonomics) 3: 55-58.
- Wasis. 1981. Manajemen Keuangan Perusahaan. Semarang: Satya Wacana

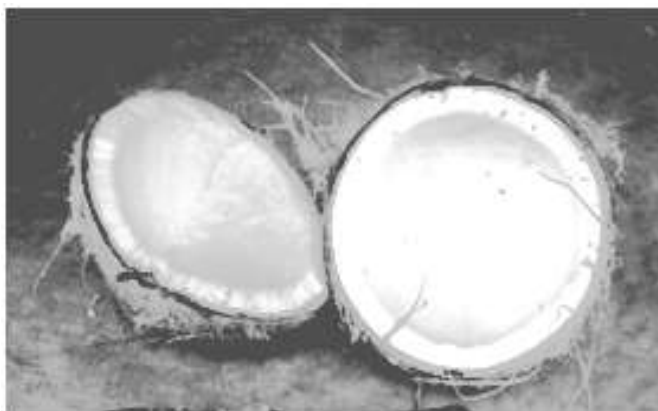
- Wibawa, M. S. 2004. "Penambahan Alas Pada Pamarut Kelapa Menurunkan Keluhan Subyaktif dan Meningkatkan Produktivitas Operator Pamarut Kelapa" (Tesis). Denpasar: Program Pascasarjana Universitas Udayana.
- Widarto.1990. Tekanan Panas dan Cara Penilaiannya. Penataran Dokter Hiperkes. Jakarta, September 1990.
- Wignjosoebroto, S. 2006. Aplikasi Ergonomi dalam Peningkatan Produktivitas dan Kualitas Kerja Industri. (Makalah Lepas) Disampaikan Dalam Acara Seminar Nasional Ergonomi-K3 (Peranan Ergonomi dan K-3 Dalam Peningkatan Produktivitas dan Mutu Kerja). Jurusan Teknik Industri FTI-ITS dan Perhimpunan Ergonomi Indonesia (PEI) ITS. Surabaya 29-30 Juli 2006 Wikipedia, 2006. Wikipedia Indonesia, ensiklopedia. [cited 2006 July 19] Available at: URL: <http://id.wikipedia.org/wiki/Istilah-gerakan-anatomi>
- Wilson, J.R. and Corlett, E.N. (1990). Evaluation of Human Work. a Practical Ergonomics Methodology. Nottingham : University of Nottingham.
- World Health Organization.1990. Diet, Nutrition and The Prevention of Chronic Diseases. Geneva: WHO.Tech Rep Ser. no. 797.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Bahan Baku Pembuatan Minyak Kelapa Dan Potensi Perkebunan Kelapa Di Kecamatan Dawan, Klungkung

Bahan Baku Pembuatan Minyak Kelapa

Buah kelapa terdiri dari tiga lapisan yaitu: (1) sabut kelapa atau *sambuk*, (2) tempurung kelapa atau *kau* dan (3) daging kelapa berwarna putih atau *nyuh* yang digunakan sebagai bahan untuk pembuatan minyak kelapa. Umur buah kelapa yang digunakan untuk bahan minyak adalah buah kelapa yang berumur ± 12 bulan, 4/5 bagian kulit luarnya sudah kering (berwarna coklat), kandungan air berkurang dan bila digoyang nyaring bunyinya (Warisno, 1998)



Daging Kelapa yang Digunakan untuk
Bahan Membuat Minyak Kelapa

1. Potensi Perkebunan Kelapa Di Kecamatan Dawan, Klungkung

Kecamatan Dawan, Klungkung merupakan daerah landai, dekat dengan pantai dan beriklim tropis. Dengan kondisi alam seperti itu, maka masyarakat di daerah tersebut banyak memanfaatkan lahan perkebunannya untuk membudidayakan tanaman kelapa. Sehingga kebutuhan bahan baku untuk menopang industri rumah tangga pembuatan minyak kelapa cukup potensial



Tampak Atas Salah Satu Areal Perkebunan Kelapa di Desa Besan, Kecamatan Dawan, Klungkung



Pohon Kelapa yang Tumbuh Subur di Perkebunan Rakyat di Desa Paksabali, Kecamatan Dawan, Klungkung.

Lampiran 2 [nordik](#)

Lampiran 3 [KUESIONER](#) KELELAHAN 30 *ITEMS OF RATING SCALE*

Lampiran 4

INFORMED CONSENT

(PERSETUJUAN SETELAH DIJELASKAN)

JUDUL PENELITIAN:

Redesain Peralatan Kerja Secara Ergonomis Meningkatkan Kinerja Pembuat Minyak Kelapa Tradisional Di Kecamatan Dawan Klungkung

I TUJUAN PENELITIAN

A Tujuan Umum

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan kinerja para pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan, Klungkung akibat redesign peralatan kerja secara ergonomis.

B Tujuan Khusus

Tujuan khusus yang ingin dicapai dalam penelitian ini:

- 1) Untuk mengetahui besarnya penurunan beban kerja para pembuat minyak kelapa akibat redesign peralatan kerja secara ergonomis.
- 2) Untuk mengetahui besarnya penurunan keluhan muskuloskeletal para pembuat minyak kelapa akibat redesign peralatan kerja secara ergonomis.
- 3) Untuk mengetahui besarnya penurunan kelelahan para pembuat minyak kelapa akibat redesign peralatan kerja secara ergonomis.
- 4) Untuk mengetahui besarnya peningkatan produktivitas para pembuat minyak kelapa akibat redesign peralatan kerja secara ergonomis.

II MANFAAT PENELITIAN

1) Manfaat Praktis

Manfaat praktis yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 3) Hasil penelitian ini diharapkan dapat meredesain peralatan kerja pembuatan minyak kelapa secara ergono-

mis, sehingga dapat digunakan dengan lebih efektif, nyaman, aman, sehat dan efisien.

- 4) Hasil penelitian ini diharapkan dapat menurunkan keluhan kerja dan meningkatkan produktivitas, sekaligus sebagai indikator peningkatan kinerja para pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan, Klungkung

2) Manfaat Akademis

Manfaat akademis yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah:

- 4) Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan referensi dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam hubungannya dengan redesain peralatan kerja pembuatan minyak kelapa secara ergonomis meningkatkan kinerja para pembuat minyak kelapa tradisional di pedesaan.
- 5) Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah informasi mengenai redesain peralatan kerja pembuatan minyak kelapa secara ergonomis pada industri kecil di pedesaan.
- 6) Hasil penelitian ini diharapkan dapat merangsang para peneliti untuk meneliti lebih dalam mengenai aktivitas pembuatan minyak kelapa di pedesaan, khususnya tinjauan dari perspektif ergonomi.

HAK DAN KEWAJIBAN SUBJEK PENELITIAN

I. Perlakuan Terhadap Subjek

1. Mengerjakan pembuatan minyak kelapa dengan peralatan kerja lama.
2. Kemudian setelah diberi *wop* kembali mengerjakan pembuatan minyak kelapa dengan peralatan kerja yang telah diredesain secara ergonomis.

II. Hak Subjek

1. Subjek berhak memberi masukan terkait dengan perlakuan yang diberikan

2. Subjek berhak mengundurkan diri sebagai sample penelitian dengan alasan yang sebenarnya.
3. Subjek berhak untuk mengetahui hasil penelitian.

III. Kewajiban Subjek

1. Subjek diminta untuk mengisi biodata dan kondisi kesehatan secara jujur.
2. Subjek diminta untuk tidak melakukan kegiatan lain yang berlebihan diluar waktu yang ditentukan selama penelitian.
3. Subjek diharapkan kesediannya mengisi atau menjawab pertanyaan secara jujur mengenai keluhan kerja yang dialami sebelum dan sesudah perlakuan.
4. Subjek diminta agar menepati kesepakatan berkaitan dengan pelaksanaan penelitian ini

Berdasarkan penjelasan dan setelah dipertimbangkan, maka saya:

Nama :

Tempat/Tgl. Lahir:

Umur : tahun

Jenis Kelamin : P: Perempuan L: Laki-laki

Alamat :

Berdasarkan penjelasan di atas, maka saya bersedia dijadikan sebagai sample dan jika selama penelitian terjadi hal-hal yang tidak sesuai dengan kesepakatan di atas, maka setiap saat saya berhak untuk membatalkan diri sebagai sample penelitian.

Klungkung,

Tanda tangan dan nama jelas

Lampiran 5

Beberapa Alat Ukur yang Digunakan Dalam Penelitian

No.	Gambar	Nama Alat
1.		<i>Detecto Medical Scale</i> model 439 buatan Amerika
2.		<i>Stop watch</i> digital merk <i>Citizen</i>
3.		Kamera merk <i>Nixon Coolpix P5100</i> 12.1Mpixel
4.		<i>Anthropometer</i> Merk <i>Toyota</i> , Buatan Jepang
5.		<i>Rollmeter</i> merk <i>Stanley</i>
6.		Pengukur Denyut Nadi <i>Pulsemonitor</i>
7.		<i>Sling Thermometer</i> (Pengukur suhu Basah dan Kering.)
8.		<i>Anemometer</i> digital merk <i>Lutron AM 4201</i> , Pengukur Kecepatan Angin

Lampiran 6

Aplikasi Pendekatan SHIP Dalam Upaya Redesan Peralatan Kerja Pembuatan Minyak Kelapa

PEND. 'SHIP'	APLIKASI
Sistemik	Maksud dari pendekatan sistemik dalam redesain peralatan kerja pembuatan minyak kelapa tradisional di Kecamatan Dawan adalah cara menganalisis permasalahan yang dijumpai dalam peralatan kerja pembuatan minyak kelapa tradisional, sebagai hasil diagnosis berdasarkan 8 aspek ergonomi dan disusun secara sistem, seperti: mengenai masalah kondisi interaksi para pembuat minyak dengan peralatan kerja, sebelum dan sesudah perlakuan dalam satu siklus proses pembuatan minyak kelapa (<i>nandusin</i>), sehingga dengan pendekatan ini diharapkan tidak ada masalah yang tertinggal.
Holistik	Maksud dari pendekatan holistik dalam redesain peralatan kerja pembuatan minyak kelapa tradisional adalah semua faktor dan sistem-sistem yang berhubungan dengan permasalahan desain peralatan kerja pembuatan minyak kelapa dipecahkan secara menyeluruh. Mulai dari tahap I: mengupas sabut kelapa atau <i>ngangesin nyuh</i> , tahap II: mencongkel batok kelapa atau <i>nyeluh nyuh</i> , tahap III: memarut kelapa atau <i>ngikih</i> , tahap IV: proses pencampuran parutan kelapa dengan air secukupnya atau disebut <i>nyanten</i> , tahap V: dilakukan proses perebusan santan (<i>ngelalab santen</i>), tahap VI: dilakukan proses pemisahan minyak kelapa (<i>ngarorobin</i>), tahap VII: dilakukan proses penjernihan minyak kelapa atau (<i>ngelala</i>), lingkungan dan tata cara kerja dan tahap VIII: mengambil minyak kelapa jadi (<i>nuduk lengis</i>).
Interdisipliner	Maksudnya adalah upaya pemecahan masalah dengan melibatkan berbagai disiplin ilmu, profesi atau instansi yang terkait dengan perbaikan atau re-desain peralatan kerja pembuatan minyak kelapa tradisional, seperti: para pekerja pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan, petugas kesehatan (dokter), ergonom, desainer, fotografer, Instansi terkait (Deperindag) dan sebagainya.
Partisipatori	Maksudnya adalah memberi kesempatan kepada semua pihak yang terlibat dalam penelitian ini untuk berpartisipasi secara proaktif memberi masukan untuk mendapatkan solusi yang efektif, sesuai dengan kondisi riil para pembuat minyak kelapa di Kecamatan Dawan, Klungkung dan dapat dilaksanakan secara berkesinambungan. Seperti: memberi kesempatan kepada para pekerja pembuat minyak kelapa untuk mengutarakan pendapat atau pertimbangannya terkait dengan perbaikan desain peralatan kerja pembuatan minyak kelapa tradisional.

Lampiran 7

[ttg](#)

Lampiran 8 Data Karakteristik, Pengalaman Kerja dan Pendidikan Para Pembuat Minyak Kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung

No.	Nama	Umur	Berat badan (Kg)	Tinggi badan (Cm)	Indeks Massa Tubuh (kg/m ²)	Tekanan darah Sistolik (mmHg)	Tekanan darah Diastolik (mmHg)	Pengalaman kerja	Pendidikan
1.	Rapig	45	57,0	167	18,29	120	80	10	SD
2.	Resni	40	57,5	165	18,92	119	80	8	SD
3.	Bedog	44	70,0	165	23,51	102	75	11	SD
4.	Jemperut	40	51,5	160	18,16	103	70	7	SD
5.	Ribik	42	52,0	159	18,20	104	72	9	SD
6.	Lami	37	54,5	157	19,68	107	78	9	SD
7.	Tenor	40	56,0	166	18,14	120	75	8	SD
8.	Sari	37	52,5	155	19,35	92	62	5	SD
9.	Pasti	29	55,5	162	18,86	96	74	6	SMP
10.	Lemes	39	57,5	138	19,69	97	80	7	SD
11.	Tangkil	40	55,5	146	23,22	105	75	8	SD
12.	Serini	40	57,5	165	18,92	105	72	8	SD
13.	Sudiani	30	51,5	142	22,56	92	80	8	SD
14.	Kerning	42	55,5	149	22,30	107	76	8	SD
15.	Bakti	40	58,5	167	18,82	108	75	7	SD
16.	Jati	28	60,5	163	20,51	97	66	5	SD
17.	Rendi	27	62,0	154	23,61	92	64	2	SMP
18.	Wati	28	61,5	157	22,52	93	68	3	SMP
19.	Sukerti	38	58,5	160	20,51	90	60	5	SD
20.	Kerti	30	51,0	136	22,71	95	65	4	SD
21.	Radi	38	50,5	137	22,64	96	67	4	SD
22.	Werti	37	60,0	167	19,36	98	60	5	SD

Lampiran 9 Data Antropometri Tubuh Para Pembuat Minyak Kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung

No.	Nama	Tinggi siku (cm)	Jangkauan ke depan (cm)	Panjang tangan (cm)	Panjang telapak tangan (cm)	Lingkarantan sampai telunjuk (cm)	Lingkarantan sampai ibu jari (cm)
1.	Rapig	96,00	70,00	17,00	10,00	8,50	9,00
2.	Resni	97,00	72,00	17,00	10,50	8,00	9,00
3.	Bedog	90,00	69,00	14,50	8,50	8,50	9,50
4.	Jemperut	93,00	70,50	16,50	10,00	8,50	9,50
5.	Ribik	92,00	68,00	16,00	9,00	9,00	10,00
6.	Lami	97,00	74,50	17,00	9,50	8,50	9,50
7.	Tenor	95,50	73,50	16,50	9,50	8,50	9,50
8.	Sari	90,50	67,00	16,50	9,00	7,50	8,50
9.	Pasti	100,00	70,50	17,50	10,00	8,00	9,50
10.	Lemes	82,50	65,00	15,50	8,00	8,00	9,00
11.	Tangkil	83,50	64,50	14,50	8,50	7,50	8,50
12.	Serini	102,00	72,50	18,50	9,00	7,50	8,50
13.	Sudiani	82,50	64,00	16,00	9,00	7,50	9,00
14.	Kerning	87,50	67,00	16,50	8,50	8,00	10,00
15.	Bakti	101,00	70,00	17,50	10,00	9,00	10,00
16.	Jati	101,00	71,00	18,00	10,00	9,00	9,00
17.	Rendi	96,50	68,50	17,00	8,50	8,00	8,50
18.	Wati	90,00	69,00	16,00	8,50	7,50	8,50
19.	Sukerti	95,00	71,00	15,50	9,00	7,50	8,00
20.	Kerti	83,50	67,00	15,50	8,00	7,50	8,50
21.	Radi	82,00	67,50	15,00	8,00	7,00	8,00
22.	Werti	100,50	70,00	17,50	9,00	8,00	9,00

Lampiran: 10 Data Hasil Pengukuran Peralatan Kerja Cara Lama yang Digunakan Para Pembuat Minyak Kelapa Dalam Pembuatan Mi- nyak Kelapa Di Kecamatan Dawan Klung- kung

No	Pemilik Peralatan Kerja							
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	Rapig	60	1,5	75	40	51	29	40
2	Resni	55	1,6	75	45	44	29	40
3	Bedog	65	1,4	75	39	51	29	39
4	Jemperut	60	1,5	75	40	51	29	40
5	Ribik	60	1,5	75	37	53	29	37
6	Lami	50	1,5	75	42	50	29	42
7	Tenor	65	1,4	65	40	49	29	40
8	Sari	55	1,2	65	43	47	29	43
9	Pasti	65	1,3	65	40	49	29	38
10	Lemes	50	1,3	65	40	51	29	39
11	Tangkil	60	1,4	65	37	52	29	37
12	Serini	70	1,4	65	39	50	29	39
13	Sudiani	60	1,5	70	37	52	29	37
14	Kerning	70	1,5	70	40	51	29	40
15	Bakti	65	1,2	70	41	48	29	41
16	Jati	50	1,5	70	39	52	29	39
17	Rendi	55	1,5	70	40	50	29	40
18	Wati	60	1,5	70	45	44	29	45
19	Sukerti	60	1,5	72	40	51	29	40
20	Kerti	65	1,4	72	39	51	29	39
21	Radi	55	1,5	72	39	52	29	39
22	Werti	60	1,5	72	40	52	29	40

Keterangan:

- 1 = Tinggi alat pengupas kelapa (*pengesan*)
- 2 = Ukuran gagang alat pencongkel kelapa (*penyeluhan*)
- 3 = Tinggi alat parutan kelapa
- 4 = Tinggi tungku
- 5 = Tinggi Pondasi
- 6 = Tinggi Panci
- 7 = Jarak antara pekerja dengan tungku

Lampiran: 11 Data Hasil Observasi Mengenai Kondisi Peralatan Kerja dan Sikap Kerja Para Pembuat Minyak Kelapa Sebelum dan Sesudah Redesain Secara Ergonomis

No.	Nama Alat	Gambar Sebelum Redesain	Gambar Sesudah Redesain
1	Pengupas sabut kelapa (<i>pengesan</i>)	 (a)	 (b)
		 (c)	 (d)

- Terbuat dari besi beton dengan diameter $\varnothing$ 2,5 cm, panjang 100 cm dan berbentuk batang silinder
- Cara penggunaannya dengan ditancap di tanah begitu saja, sehingga semakin lama akan semakin rendah, karena semakin tertancap masuk ke dalam tanah.
- Tinggi alat tersebut tidak sesuai dengan rerata tinggi siku para pembuat minyak kelapa.
- Alat tersebut posisinya tidak
- Alat tersebut terbuat dari besi beton dengan $\varnothing$ 2,5 cm, panjang 100 cm dan berbentuk batang silinder
- Ditambah bidang penahan pada bagian pangkal bawah dengan menggunakan *gear* bekas sepeda motor dan dilengkapi cakar atau pancang dengan ukuran 10 cm, sehingga ukuran tingginya tetap dan tidak goyang.
- Selain itu, juga dilengkapi sekrup pengatur ketinggian yang digunakan untuk mengatur

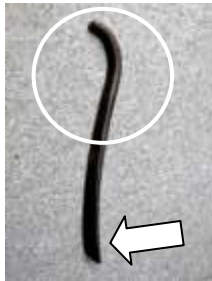
stabil atau goyang saat digunakan.

- Mengakibatkan sikap kerja tidak alamiah. Postur tubuh para pembuat minyak kelapa menjadi membungkuk $\pm 50^\circ$ dari posisi tegak atau melebihi jangkauan sepertiga dari gerakan badan maksimum.
- Dibutuhkan tenaga otot lengan untuk menahan ketidakstabilan posisi kelapa pada saat dikupas.

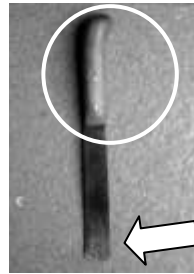
tinggi alat pengupas sabut kelapa sesuai yang diinginkan penggunaanya.

- Tidak menimbulkan sikap kerja paksa.
- Tidak membutuhkan tenaga untuk menahan posisi kelapa yang dikupas.
- Waktu kerja yang dibutuhkan dapat lebih singkat

2 Pencongkel daging kelapa (penyeluhan)



(a)



(b)



(c)



(d)

- Alat tersebut terbuat dari batang besi berbentuk balok dan bentuknya semakin ke ujung semakin pipih serta tidak dilengkapi gagang.
- Ukuran gagangnya lebih kecil dengan ukuran genggam tangan para pembuat minyak kelapa.
- Bentuk ujung alat tersebut dibuat dengan kurang pipih, kurang lebar dan kurang melengkung mengikuti kontur daging kelapa
- Mengakibatkan tidak nyaman atau tidak ergonomis, karena menimbulkan rasa sakit pada

- Alat tersebut terbuat dari batang besi berbentuk balok dan diberi gagang menggunakan kayu.
- Ukuran gagang yang ergonomis disesuaikan dengan ukuran diameter genggam tangan para pembuat minyak kelapa pada persentil 5.
- Bentuk ujung alat tersebut dibuat lebih pipih, lebih lebar dan melengkung mengikuti kontur daging kelapa.
- Keluhan rasa sakit pada telapak tangan, pergelangan tangan siku dan lengan yang dirasakan para pembuatan minyak kelapa dapat berkurang

telapak tangan, jari-jari dan pergelangan tangan saat digunakannya.

- Waktu kerja yang dibutuhkan dapat lebih singkat.

3. Pamarut kelapa



(a)

- Alat tersebut memakai tenaga listrik untuk menggerakkan.
- Ukuran tinggi alat tersebut tidak sesuai dengan rerata tinggi siku para pembuat minyak kelapa sebagai operator.
- Menimbulkan sikap kerja tidak alamiah, karena dapat menimbulkan keluhan muskuloskeletal, terutama terjadi keluhan sakit atau ketegangan pada otot pangkal lengan, otot lengan bagian atas, siku, lengan bawah dan pergelangan tangan.



(b)

- Alat tersebut memakai tenaga listrik untuk menggerakkan.
- Ukuran tinggi alat tersebut disesuaikan dengan ukuran tinggi siku para pembuat minyak kelapa sebagai operator pada nilai persentil 5, yaitu dengan menambah bantalan di bawah tiang penyangga mesin.
- Tidak menimbulkan sikap kerja paksa, karena postur tubuh para pembuat minyak kelapa saat menggunakan dalam keadaan normal.

4. Pemerasan santan



(a)

- Cara memeras santan dilakukan secara manual menggunakan kedua belah tangan dengan sekuat tenaga.
- Terjadi sikap kerja paksa, terutama pada bahu, punggung, otot lengan, pergelangan tangan, telapak



(b)

- Menggunakan alat pemeras santan kelapa yang ergonomis
- Para pekerja dapat bekerja dengan sikap kerja alamiah, karena keluhan pada bahu, punggung, otot lengan, pergelangan tangan, telapak tangan dan jari-jari tangan dapat

tangan dan jari-jari tangan.

- Mengalami beban tabahan, karena tangan para pembuat minyak kelapa terendam air santan dalam waktu sekitar 1 jam 30 menit.

diminimalkan.

- Tidak terjadi beban tambahan, karena tangan pekerja tidak lagi terendam air santan.

5. Tungku dapur
(jalikan)



(a)

- Ukuran tinggi keseluruhan dari pondasi sampai bibir panci tidak sesuai dengan tinggi siku.
- Jarak antara tungku dengan pekerja tidak sesuai dengan jangkauan ke depan para pembuat minyak kelapa.
- Pintu api tungku berhadapan dengan pekerja.
- Mengakibatkan para pembuat minyak kelapa mengalami sikap kerja paksa, seperti: posisi tangan terentang ke depan lebih dari 90o, badan inklinasi ke depan dan kaki menjinjit, sehingga mengakibatkan rasa nyeri atau sakit pada leher, punggung, pinggang, bokong, betis, lengan, dan tangan.
- Para pembuat minyak kelapa mengalami beban tambahan, karena terpapar panas langsung dari api tungku.
- Waktu kerja yang dibutuhkan untuk memasak santan lama.

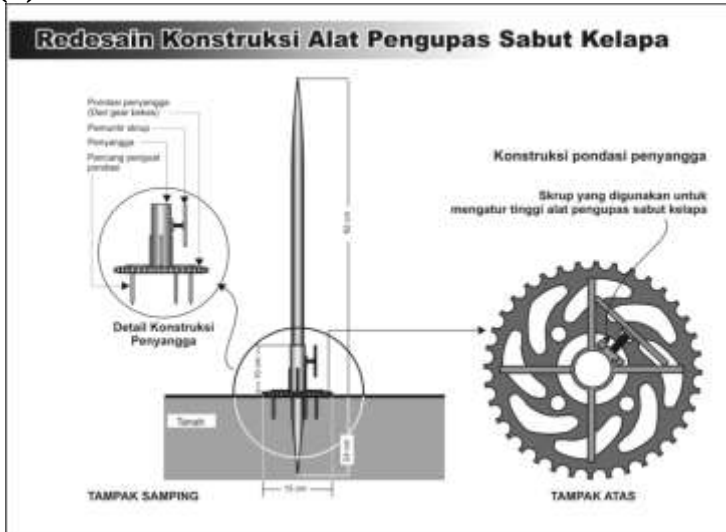


(b)

- Mengubah konstruksi pintu api tungku, semula berhadapan dengan pekerja diubah menjadi disebelah pekerja.
- Memperpendek jarak tungku dengan pekerja, sehingga sesuai dengan jangkauan ke depan para pembuat minyak kelapa pada nilai persentil 5.
- Menambah bantalan di bawah kaki pembuat minyak kelapa.
- Keluhan kerja yang dirasakan dapat berkurang, mereka dapat bekerja lebih nyaman, aman dan sehat.
- Para pembuat minyak kelapa tidak mengalami beban tambahan, karena tidak lagi terpapar panas langsung dari api tungku
- Waktu kerja yang dibutuhkan untuk memasak santan lebih singkat dibandingkan sebelumnya

Lampiran: 12 Gambar Teknik Redesain Peralatan Kerja Pembuatan Minyak Kelapa Secara Ergonomis

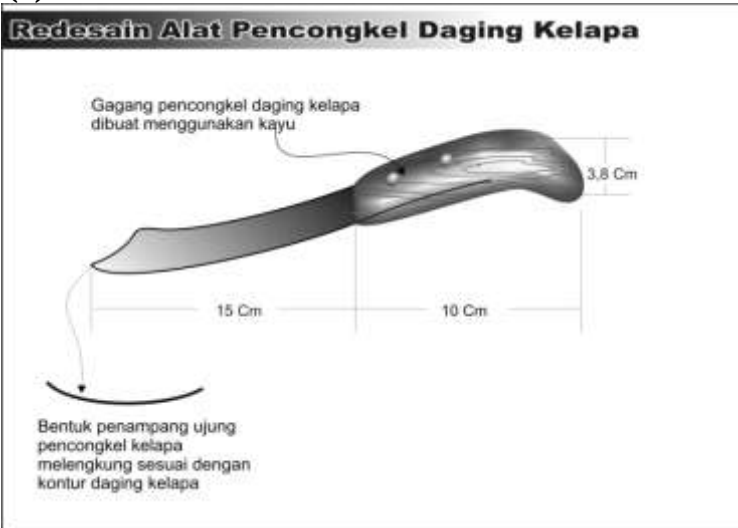
(a)



(b)

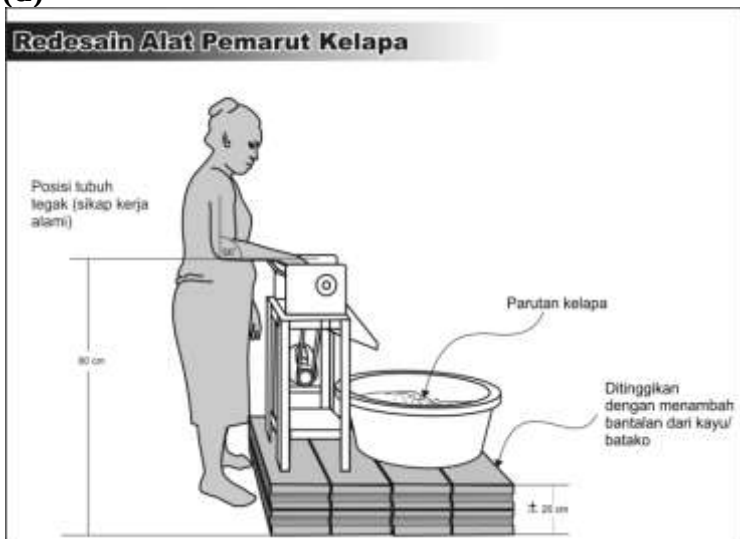


(c)



204

(d)



Redesain Alat Pemas Santan Kelapa

The diagram illustrates a coconut milk press machine with the following components and dimensions:

- Labels:**
 - Seti (2 m)
 - Skrup dorsal kotak
 - Takung
 - Pelindung bearing
 - Pengap (5 cm, 10, 6 cm)
 - Kawat paku
 - Takung sedukan santan
 - Rasi penahan tabung
 - Lubang samping pada penutup tabung
 - Sambung tabung
- Dimensions (Front View - TAMPAK DEPAN):**
 - Top handle: 2 m
 - Vertical frame: 3 cm, 8 cm, 10 cm, 26 cm, 10 cm, 3 cm
 - Base: 7 cm, 10 cm, 3 cm
- Dimensions (Side View - TAMPAK SAMPING):**
 - Vertical frame: 9 cm
 - Base: 10 cm, 16 cm

Redesain Konstruksi Tungku Dapur

Lampiran 13 Data Hasil Pengukuran Iklim Mikro Ruang Dapur (*Paon*) Para Pembuat Minyak Kelapa Di Kecamatan Dawan Klungkung

No.	Nama Pemilik Dapur	Sebelum Redesain Peralatan Kerja				Sesudah Redesain Peralatan Kerja			
		Suhu basah (°C)	Suhu kering (°C)	Kelembaban relatif (%)	Kecepatan angin (m/dt)	Suhu basah (°C)	Suhu kering (°C)	Kelembaban relatif (%)	Kecepatan angin (m/dt)
1.	Rapig	24.430	27.150	80.280	0.170	24.783	27.150	82.730	0.160
2.	Resni	24.600	27.130	81.590	0.160	24.522	27.120	81.060	0.180
3.	Bedog	24.320	26.900	77.720	0.170	24.344	26.900	81.320	0.160
4.	Jemperut	24.470	27.150	80.560	0.170	24.261	27.150	79.130	0.170
5.	Ribik	24.700	27.470	80.070	0.170	24.211	27.470	76.750	0.180
6.	Lami	24.290	27.100	78.120	0.160	23.861	27.100	76.730	0.180
7.	Tenor	24.020	26.860	79.340	0.160	24.111	26.860	79.960	0.160
8.	Sari	24.630	27.490	79.460	0.170	24.683	27.480	79.830	0.170
9.	Pasti	24.860	27.420	81.490	0.170	25.572	27.420	86.440	0.180
10.	Lemes	24.040	26.710	80.460	0.180	24.150	26.710	81.210	0.160
11.	Tangkil	24.670	27.420	80.190	0.160	25.100	27.420	83.130	0.180
12.	Serini	24.290	27.360	77.990	0.160	24.439	27.530	78.990	0.170
13.	Sudiani	24.630	27.210	81.270	0.160	24.178	27.200	78.210	0.170
14.	Kerning	24.430	27.430	78.490	0.160	24.956	27.430	82.060	0.170
15.	Bakti	24.820	27.300	82.000	0.170	24.383	27.300	79.000	0.170
16.	Jati	24.480	27.000	81.610	0.170	24.756	27.000	83.530	0.170
17.	Rendi	24.380	26.700	82.900	0.180	24.739	26.700	85.450	0.180
18.	Wati	25.050	26.510	81.020	0.160	25.056	26.500	89.090	0.180
19.	Sukerti	24.890	27.390	81.890	0.180	24.361	27.380	78.290	0.160
20.	Kerti	25.150	27.320	84.160	0.170	25.267	27.320	84.960	0.180
21.	Radi	25.030	27.540	81.870	0.160	24.767	27.720	80.040	0.170
22.	Werti	24.630	26.970	78.290	0.170	23.817	26.970	77.240	0.160

Lampiran 14 Hasil Analisis Normalitas dengan Uji Shapiro-Wilk dan Uji t-Independent Data Iklim Mikro Ruang Dapur (Paon) Tempat Kerja Para Pembuat Minyak Kelapa Di Kecamatan Dawan Klungkung

Sebelum dan sesudah perlakuan

(i)

Tests of Normality

	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
SB	Sebelum	,086	22	,200(*)	,975	22	,830
	Sesudah	,109	22	,200(*)	,973	22	,789
SK	Sebelum	,140	22	,200(*)	,933	22	,140
	Sesudah	,112	22	,200(*)	,968	22	,670
RH	Sebelum	,107	22	,200(*)	,964	22	,564
	Sesudah	,132	22	,200(*)	,949	22	,302
U	Sebelum	,140	22	,200(*)	,921	22	,081
	Sesudah	,170	22	,099	,926	22	,104

* This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Group Statistics

	perlakuan	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
SB	sebelum	22	24,5823	,30541	,06511
	sesudah	22	24,5600	,45287	,09655
SK	sebelum	22	27,1605	,28939	,06170
	sesudah	22	27,1741	,31032	,06616
RH	sebelum	22	80,4895	1,70231	,36293
	sesudah	22	81,1432	3,27872	,69902
u0	sebelum	22	,0695	,02171	,00463
	sesudah	22	,0795	,01838	,00392

(ii)

Independent Samples Test

		t-test for Equality of Means						
		t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	5% Confidence Interval of the Difference	
							Lower	Upper
SB	Equal variances assumed	,191	42	,849	,02227	,11646	-,21275	,25729
	Equal variances not assumed	,191	36,828	,849	,02227	,11646	-,21373	,25827
SK	Equal variances assumed	-,151	42	,881	-,01364	,09047	-,19620	,16893
	Equal variances not assumed	-,151	41,797	,881	-,01364	,09047	-,19623	,16896
RH	Equal variances assumed	-,830	42	,411	-,65364	,78763	-2,24313	,93586
	Equal variances not assumed	-,830	31,555	,413	-,65364	,78763	-2,25887	,95159
u0	Equal variances assumed	-1,649	42	,107	-,01000	,00606	-,02224	,00224
	Equal variances not assumed	-1,649	40,890	,107	-,01000	,00606	-,02225	,00225

**Lampiran [15](#) Data Hasil Pengukuran Denyut
Nadi Para
Pembuat Minyak
Kelapa Di
Kecamatan Dawan
Klungkung Dalam
Satu Siklus Proses
Pembuatan
Minyak Kelapa
Sebelum dan
Sesudah Redesain
Peralatan Kerja**

Lampiran 16 Hasil Analisis Normalitas dengan Statistik Uji *Shapiro-Wilk* Data Denyut Nadi Istirahat, Denyut Nadi Kerja dan Nadi Kerja Para Pembuat Minyak Kelapa sebelum dan sesudah perlakuan

(i) Analisis Normalitas Data Denyut Nadi Istirahat (Dis)

Tests of Normality

	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Dis	Sebelum	,157	22	,167	,959	22	,474
	Sesudah	,130	22	,200(*)	,972	22	,748

* This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

(ii) Analisis Normalitas Data Denyut Nadi Kerja (DNK)

Tests of Normality

	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
DNK	Sebelum	,128	22	,200(*)	,942	22	,221
	Sesudah	,159	22	,155	,950	22	,318

* This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

(iii) Analisis Normalitas Data Nadi Kerja (NK)

Tests of Normality

	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
NK	Sebelum	,147	22	,200(*)	,921	22	,080
	Sesudah	,089	22	,200(*)	,966	22	,612

* This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Lampiran 17 Hasil Analisis Beda Rerata dengan Statistik Uji t Berpasangan Sebelum dan Sesudah Perlakuan Data Denyut Nadi Istirahat, Denyut Nadi Kerja dan Nadi Kerja Para Pembuat Minyak Kelapa Di Kecamatan Dawan Klungkung

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Dis0	71,0909	22	2,24476	,47859
	Dis1	70,3182	22	1,86155	,39688
Pair 2	DNKO	108,4914	22	,94964	,20246
	DNK1	91,9027	22	1,90682	,40653
Pair 3	NK0	37,4005	22	1,89814	,40469
	NK1	21,6073	22	2,10113	,44796

210

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	Dis0 - Dis1	,773	2,069	,441	-,144	1,690	,752	21	,094
Pair 2	DNK0 - DNK1	6,58864	2,07762	,44295	5,66747	7,50980	,450	21	,000
Pair 3	NK0 - NK1	,793182	,377957	,06982	,738855	,847509	,151	21	,000

Lampiran
18

**Data Hasil Pengukuran Keluhan
Muskuloskeletal Pembuat Minyak
Kelapa Di Kecamatan Dawan Klungkung
pada Satu Siklus Proses Pembuatan
Minyak Kelapa Sebelum dan Sesudah
Perlakuan**

Lampiran 19 Hasil Analisis Normalitas dengan Statistik Uji *Shapiro-Wilk* Data Keluhan Muskuloskeletal Para Pembuat Minyak Kelapa Sebelum dan Sesudah Perlakuan

Tests of Normality

	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
KM	Sebelum	,103	22	,200(*)	,977	22	,859
	Sesudah	,087	22	,200(*)	,970	22	,700

* This is a lower bound of the true significance.

a Lilliefors Significance Correction

Lampiran 20 Hasil Analisis Beda Rerata dengan Statistik Uji t Berpasangan Sebelum dan Sesudah Perlakuan Data Skor Keluhan Muskuloskeletal Para Pembuat Minyak Kelapa Di Kecamatan Dawan Klungkung

212

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	KM0	49,3768	22	1,41954	,30265
	KM1	34,4095	22	,75712	,16142

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	KM0 – KM1	14,94273	1,17717	,25097	14,42080	15,46466	59,539	21	,000

Lampiran
21 **Data Hasil Pengukuran Skor
Kelelahan Para Pembuat Minyak
Kelapa Di Kecamatan Dawan
Klungkung Dalam Satu Siklus
Proses Pembuatan Minyak Kelapa
Sebelum dan Sesudah Perlakuan**

**Lampiran 22 Hasil Uji Normalitas dengan Statistik Uji
Shapiro-Wilk Data Skor Kelelahan Para
Pembuat Minyak Kelapa Sebelum dan Se-
sudah Perlakuan**

Tests of Normality

	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
K	sebelum	,142	22	,200(*)	,967	22	,649
	sesudah	,133	22	,200(*)	,946	22	,261

* This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

**Lampiran 23 Hasil Analisis Beda Rerata dengan Sta-
tistik Uji t Berpasangan Sebelum dan Se-
sudah Perlakuan Data Skor Kelelahan Pa-
ra Pembuat Minyak Kelapa Di Kecamatan
Dawan Klungkung**

214

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	K0	65,5468	22	1,66023	,35396
	K1	48,3600	22	1,65188	,35218

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	KO- K1	17,18682	1,89206	,40339	16,34793	18,02571	42,606	21	,000

Lampiran
24

**Data Hasil Pengukuran Waktu Kerja
Yang Dimanfaatkan Oleh Para
Pembuat Minyak Kelapa Di Kecamatan
Dawan Klungkung Pada Satu Siklus
Proses Pembuatan Mi-nyak Kelapa
Sebelum Dan Sesudah Perlakuan**

Lampiran 25 Biaya yang Dibutuhkan Untuk Satu Siklus Pembuatan Minyak Kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung Sebelum Perbaikan

No.	Jenis Biaya	Banyak	Harga (Rp)	Total (Rp)
A.	Biaya Tetap (<i>fix cost</i>)			
	1. Bahan baku (buah kelapa)	20 butir	2.500,00/ butir	50.000,00
	2. Kayu bakar (saang)	1 m ³	5.000,00/m ³	5.000,00
	3. Upah kerja	1orang	30.000,00/orang	30.000,00
	4. Upah pamarutan (listrik)	20 butir	500,00/butir	10.000,00
	5. Air	10 liter	200,00/liter	2.000,00
Total				97.000,00
B.	Biaya tidak tetap (<i>variable cost</i>)			
	1. Kain Kapan	¼ m	4.000,00/m	1.000,00
	2. Saringan (<i>kukusan</i>)	1 buah	2.000,00	2.000,00
	3. Panci 5kg	2 buah	75.000,00	150.000,00
	4. Perawatan tungku	-	-	10.000,00
	5. Gayung atau <i>Cedok</i>	1buah	2.500,00	2.500,00
	6. Perawatan mesin parutan	-	-	50.000,00
	7. Perawatan alat pengupas kelapa	-	-	-
	8. Perawatan alat pencongkel kelapa	-	-	-
	9. Baskom 25 liter	1buah	16.000,00	16.000,00
	10. Botol 600ml	6buah	1.000,00	6.000,00
Total				237.500,00

216

Lampiran 26 Biaya Untuk Pengadaan Peralatan Kerja Pembuatan Minyak Kelapa di Kecamatan Dawan Klungkung

No.	Nama alat	Ukuran		Bahan	Biaya (Rp)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1.	Pengesan	Panjang	:100 cm	Besi batang slinder 2,5	10.000,00
	(alat	Lebar	: -		
	pengupas	Tinggi/tebal	: -		
	sabutkelap)	Diameter	: 2,3cm		
2.	Penyeluhan	Panjang	:18 cm	Besi	4.500,00
	(alat	Lebar	:2 cm		
	pencongkel	Tebal	:0,5cm		

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	daging kelapa)	Diameter gagang	:1,5cm		
3.	Pemarut Kelapa (Mesin Parut kelapa)	Pangjang Lebar Tinggi/tebal	:45cm :42cm :75cm	Besi, aluminium, motor listrik	450.000,00
		Diameter	:-		
4.	Pemeras parutan kelapa(secara manual)	Pangjang Lebar Tinggi/tebal Diameter	:- :- :-	-	
5.	Jalikan (Tungku api)	Pangjang Lebar Tinggi/tebal Diameter	: 150 cm : 70 cm : 35cm : 50 cm	70 batu bata tanah	37.500,00
6.	Kain Kapan	Pangjang Lebar	: 30 cm : 25 cm	Kain	1.000,00
7.	Saringan (kukusan)	Tinggi Diameter	: 30cm : 35 cm	Anyaman bambu	2.000,00
8.	Panci	Tinggi Diameter	: 30 cm : 40cm		75.000,00
9.	Baskom	Volume	: 25 liter	Plastik	16.000,00
10.	Botol	Volume	: 600ml	Gelas	1.000,00
				Total	597.000,00

Lampiran 27 Pendapatan yang Diperoleh Para Pem-buat Minyak Kelapa dari Satu Siklus Pembuat-an Minyak Kelapa di Kecamat-an Dawan Klungkung Sebelum Perbaik-an

No.	Jenis Barang	Jumlah Produksi	Harga (Rp)	Total (Rp)
1.	Minyak kelapa	6 botol aqua tanggung a' 600 ml	13.500,00	81.000,00
2.	<i>Celengis (blondo)</i>	5 kg	3.000,00	15.000,00
3.	<i>Usam (ampas)</i>	4 kg	1.500,00	6.000,00
4.	Tempurung Kelapa	8 kg	2.000,00	16.000,00
5.	Sabut	7,5 kg	1.000,00	75.000,00
Total				125.500,00

Lampiran 28

Beaya untuk Redesain Peralatan Kerja Pembuatan Minyak Kelapa Secara Ergonomis di Kecamatan Dawan Klungkung

No.	Kegiatan	Ukuran (Cm)	Bahan	Banyak	Biaya (Rp)
1.	Penambahan penyangga pada alat pengupas sabut kelapa (<i>pengesan</i>)	Panjang : - Lebar : - Tinggi/tebal : 10 cm Diameter : 15 cm	- Gear bekas sepeda motor - Pipa 2,5 - Pengerjaan dengan Las listrik	1 buah	40.000,00
2.	Perbaikan gagang dan mata alat pencongkel daging kelapa (<i>Penyeluhan</i>)	Panjang : 18 cm Lebar : 2 c m Tebal : 0,5 cm Diameter gagang : 1,5 cm	- Besi plat - Karet /kayu	1buah	10.500,00
3.	Menambah bantalan pada tiang penyangga mesin pamarut kelapa	Pangjang : 40 cm Lebar : 20 cm Tinggi/tebal : 10 cm	- Batako,	4 buah	10.000,00
4.	Mendesain alat pemerasan santan kelapa secara ergonomis	Panjang : 30 cm Lebar : 30 cm Tinggi Alat : 65 cm Tinggi tabung : 35 cm Ø tabung : 11 cm	- Besi batang profil U - Besi plat - Pipa galfanis - Baut kotak - Plat aluminium - <i>Bearing</i>	1 unit - Volume tabung = 3,18 liter - Kapasitas kerja 0,64 liter/menit	375.000,00
5.	Meredesain tungku api (<i>jalkan</i>) dengan meubah konstruksi pintu api dan memperpendek jarak jangkauan	Pangjang : 80 cm Lebar : 80 cm Tinggi : 85 cm	- 70 batu bata - Adonan tanah (<i>luluh tanah</i>)	1unit + ongkos tukang	90.000,00
Total					525.500,00

ampiran

29

**Data Hasil Penghitungan Produktivitas
Kerja Para Pembuat Minyak Kelapa Di
Kecamatan Dawan Klungkung Pada Satu
Siklus Proses Pembuatan Minyak Kelapa
Sebelum Dan Sesudah Perlakuan**

Lampiran 30 Hasil Analisis Normalitas dengan Uji Statistik *Shapiro-Wilk* Data Produktivitas Kerja Para Pembuat Minyak Kelapa Sebelum dan Sesudah Perlakuan

Tests of Normality

	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Pro	sebelum	,132	22	,200(*)	,893	22	,062
	sesudah	,146	22	,200(*)	,931	22	,131

a. Lilliefors Significance Correction

Lampiran 31 Hasil Analisis Beda Rerata dengan Statistik Uji t Berpasangan Sebelum dan Sesudah Perlakuan Data Produktivitas Kerja Para Pembuat Minyak Kelapa Di Kecamatan Dawan Klungkung

220

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	P0	35,8568	22	1,09086	,23257
	P1	48,6614	22	1,09737	,23396

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	P0 - P1	12.80455	1.10512	.23561	13.29453	12.31456	54.346	21	.000

Lampiran [32](#)