

**RANCANG ULANG ALAT PENGUPAS NANAS YANG  
ERGONOMIS  
(Studi Kasus: UD Berkat Bersama)**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada  
Jurusan Teknik Industri**

**Oleh:**

**FERDI FERNANDO  
1075200063**



**UIN SUSKA RIAU**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU  
PEKANBARU  
2013**

**RANCANG ULANG ALAT PENGUPAS NANAS YANG  
ERGONOMIS  
(Studi Kasus: UD Berkat Bersama)**

**FERDI FERNANDO  
10752000063**

Tanggal Sidang : 18 Juli 2013  
Tanggal Wisuda : November 2013

Jurusan Teknik Industri  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau  
JL. HR. Soebrantas No. 155 Pekanbaru

**ABSTRAK**

Posisi kerja yang mambungkuk dan menumpukan beban tubuh di kaki pada saat proses membuang hati dan mengupas kulit nanas tidak sesuai dengan kaidah ergonomi. Hal ini dapat mempercepat rasa kelelahan yang dialami pekerja dan bisa mengakibatkan cedera. Penerapan alat pengupas nanas yang dirancang berdasarkan data antropometri pekerja di UD Berkat Bersama, lebih ergonomis dari kondisi awal dimana persentase keluhan tidak nyaman pekerja sebelum perancangan sebesar 94,44% sedangkan setelah perancangan sebesar 16,66%. Setelah perancangan juga terjadi pengurangan konsumsi energi pada proses pembuangan hati nanas sebesar 14,5% dan 3,8% untuk proses pengupasan kulit nanas. Waktu baku yang dihasilkan setelah perancangan sebesar 21,6 detik/proses dimana setiap prosesnya alat mampu membuang hati dan mengupas kulit dua nanas secara bersamaan, sehingga mengurangi sebesar 62,5% dari waktu sebelum perancangan.

Kata kunci: Ergonomi, Konsumsi Energi, Waktu Kerja.

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL.....</b>	<b>iv</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN .....</b>	<b>v</b>
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>viii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR RUMUS .....</b>	<b>xxii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xxiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Rumusan Masalah.....	I-5
1.3 Tujuan Penelitian.....	I-5
1.4 Batasan Masalah .....	I-5
1.5 Manfaat Penelitian.....	I-5
1.6 Posisi Penelitian.....	I-6
1.7 Sistematika Penulisan .....	I-8
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
2.1 Ergonomi .....	II-1
2.2 Antropometri .....	II-4
2.2.1 Sumber Variabilitas Data Antropometri.....	II-4

2.2.2 Dimensi Antropometri .....	II-6
2.2.3 Aplikasi Distribusi Normal dalam Penetapan Data Antropometri .....	II-8
2.2.4 Penerapan Data Antropometri dalam Perancangan Produk.....	II-9
2.3 Pengujian Data.....	II-10
2.3.1 Uji Kenormalan Data.....	II-11
2.3.2 Uji Keseragaman Data.....	II-11
2.3.3 Uji Kecukupan Data .....	II-13
2.4 Mengukur Aktivitas Kerja Manusia .....	II-15
2.5 Beban Kerja Fisik .....	II-15
2.6 Konsumsi Energi .....	II-16
2.7 Standar untuk Energi Kerja .....	II-18
2.8 Pengukuran Denyut Jantung.....	II-19
2.9 Kelelahan .....	II-20
2.10 Perhitungan Waktu Baku.....	II-20
2.11.1 Faktor Penyesuaian.....	II-21
2.11.2 Faktor Kelonggaran .....	II-22
2.12 Konsep Perancangan Produk.....	II-23

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Studi Pendahuluan.....	III-3
3.2 Perumusan Masalah .....	III-4
3.3 Menetapkan Tujuan Penelitian .....	III-4
3.4 Pengumpulan Data.....	III-4
3.5 Perancangan Alat .....	III-5
3.6 Pengujian Hasil Perancangan .....	III-6
3.7 Analisis Hasil.....	III-8
3.8 Penutup .....	III-9

## BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data.....	IV-1
4.1.1 Proses Pembuatan Keripik Nanas .....	IV-1
4.1.1.1 Proses Membuang Hati Nanas .....	IV-1
4.1.1.2 Proses Mengupas Kulit Nanas .....	IV-3
4.1.2 Data Antropometri .....	IV-4
4.1.3 Data Denyut Jantung Pekerja Sebelum Perancangan ....	IV-4
4.1.3.1 Data Denyut Jantung Pekerja Pembuang Hati Nanas .....	IV-5
4.1.3.2 Data Denyut Jantung Pekerja Pengupas Kulit Nanas .....	IV-5
4.1.4 Data Waktu Kerja Sebelum Perancangan .....	IV-5
4.1.4.1 Data Waktu Pembuangan Hati Nanas.....	IV-5
4.1.4.2 Data Waktu Pengupasan Kulit Nanas.....	IV-6
4.2 Pengolahan Data Sebelum Perancangan.....	IV-6
4.2.1 Pengolahan Data Denyut Jantung Sebelum Perancangan .....	IV-7
4.2.1.1 Pengolahan Data Denyut Jantung Pekerja Pembuang Hati Nanas.....	IV-7
4.2.1.2 Pengolahan Data Denyut Jantung Pekerja Pengupas Kulit Nanas .....	IV-14
4.2.2 Menentukan Waktu Baku Sebelum Perancangan .....	IV-22
4.2.2.1 Menentukan Waktu Baku Pembuangan Hati Nanas .....	IV-22
4.2.2.2 Menentukan Waktu Baku Pengupasan Kulit Nanas .....	IV-27
4.3 Pengolahan Data Antropometri .....	IV-33
4.3.1 Uji Kenormalan Data .....	IV-33
4.3.2 Uji Keseragaman Data .....	IV-36
4.3.3 Perhitungan Persentil .....	IV-39
4.4 Perancangan Alat .....	IV-40

4.5	Pengolahan Data Setelah Perancangan .....	IV-42
4.5.1	Data Denyut Jantung Setelah Perancangan.....	IV-42
4.5.2	Perhitungan Waktu Baku Setelah Perancangan .....	IV-50
4.5.3	Hasil Keluhan Subjektivitas Pekerja Setelah Perancangan .....	IV-55

## BAB V ANALISA

5.1	Analisa Data Antropometri .....	V-1
5.2	Analisa Perbandingan Konsumsi Energi .....	V-2
5.3	Analisa Perbandingan Waktu Kerja.....	V-4
5.3.1	Analisa Faktor Penyesuaian .....	V-4
5.3.2	Analisa Faktor Kelonggaran .....	V-5
5.3.3	Analisa Perbandingan Data Waktu Proses.....	V-7
5.4	Analisa Keluhan Subjektivitas Pekerja.....	V-8

## BAB VI PENUTUP

6.1	Kesimpulan .....	VI-1
6.2	Saran .....	VI-2

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

## KATA PENGANTAR



Puji syukur kehadiran ALLAH SWT. atas berkah, rahmat dan hidayah-Nya penulis masih diberikan kesempatan untuk menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“RANCANG ULANG ALAT PENGUPAS NANAS YANG ERGONOMIS (Studi Kasus : UD Berkat Bersama)”** sebagai syarat kelulusan dalam menyelesaikan studi di Teknik Industri Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini penulis mendapat bimbingan, bantuan, dan dukungan yang amat berarti dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H.M. Nazir selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
2. Ibu Dra. Yenita Morena, M.Si. Selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
3. Bapak Ismu Kusumanto, M.T. Selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
4. Ibu Merry Siska, M.T selaku dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membimbing dan memberikan petunjuk yang sangat berharga dalam penulisan laporan ini.
5. Bapak Petir Papilo S.T., M.Sc dan Ibu Wresni Anggraini S.T., M.M. selaku penguji yang selalu memberikan masukan, saran dan telah bersedia meluangkan waktunya demi kelancaran penulisan laporan Tugas Akhir ini.
6. Kepada Ayahanda dan Ibunda yang tercinta, Abang, serta seluruh keluarga yang telah banyak memberi dukungan moril dan materil serta do'a restu kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Bapak Muslimin selaku pemilik UD Berkat Bersama beserta karyawan yang telah banyak membantu dan bekerjasama sehingga Tugas Akhir ini dapat penulis selesaikan.

8. Seluruh rekan-rekan Teknik Industri yang banyak memberikan semangat, motivasi pada penulis untuk menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
9. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan namanya satu persatu yang telah mendukung penuli selama ini penulis ucapkan terima kasih.

Akhirnya kepada semua pihak yang telah memberikan dorongan dan bantuan tersebut, Penulis hanya dapat memanjatkan do'a, semoga bantuan, kebaikan dan pengorbanan yang diberikan mendapat balasan kebaikan yang setimpal dari ALLAH SWT dan semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Pekanbaru, Juli 2013

Penulis,

**FERDI FERNANDO**  
**NIM. 10752000063**



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan industri kecil menengah bila dilihat dari tahun ke tahun cukup pesat. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya lapangan kerja yang terbatas, tingkat pengetahuan yang semakin tinggi, dan lain sebagainya. Sebagian besar usaha industri kecil menengah melakukan proses produksi dengan cara dan peralatan yang tradisional dan manual. Hal ini disebabkan oleh tingginya biaya pengaplikasian peralatan modern. Proses produksi manual sangat bergantung pada daya tahan fisik dan *skill* pekerja. Pada kondisi seperti ini, sisi ergonomis sangat jarang diperhatikan sehingga sering terjadi keluhan kesehatan dari pekerja.

Ergonomi adalah studi tentang berbagai permasalahan manusia dalam menyesuaikan diri dengan lingkungan mereka atau ilmu yang berusaha untuk mengadaptasi kerja atau kondisi-kondisi kerja agar sesuai dengan pekerjaannya (Panero dan Zelnik, dalam Purwati, 2003). Menurut Nurmianto dalam Purwati (2003) istilah ergonomi didefinisikan sebagai studi tentang aspek-aspek manusia dalam lingkungan kerjanya yang ditinjau secara anatomi, fisiologi, psikologi, *engineering*, manajemen dan desain/perancangan. Ergonomi juga didefinisikan sebagai disiplin keilmuan yang mempelajari manusia dalam kaitannya dengan pekerjaannya (Wignjosoebroto, dalam Purwati, 2003).

Beberapa pendapat para ahli di atas tidak lepas dari makna dasar ergonomi, dimana ergonomi berasal dari bahasa Latin, yaitu *ergon* yang berarti “kerja” dan *nomos* yang berarti “hukum alam” (Nurmianto, dalam Raharjo, 2008). Jadi, ergonomi juga dapat diartikan sebagai suatu cabang ilmu yang sistematis untuk memanfaatkan informasi-informasi mengenai sifat, kemampuan dan keterbatasan manusia untuk merancang suatu sistem kerja sehingga orang dapat hidup dan bekerja pada sistem itu dengan baik, yaitu mencapai tujuan yang diinginkan melalui pekerjaan itu, dengan efektif, aman dan nyaman (Sutalaksana dkk., dalam Raharjo, 2008).

Desa Kualu Nenas merupakan kawasan sentra industri keripik nanas binaan Dinas Perindustrian Provinsi Riau dan Kabupaten Kampar, Dinas Pertanian Provinsi Riau dan Kabupaten Kampar, dan Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Riau. Di Desa Kualu Nenas terdapat beberapa kelompok tani yang menaungi usaha dagang keripik nanas milik rakyat. Salah satu usaha dagang keripik nanas yang ada yaitu UD Berkat Bersama. Usaha ini didirikan oleh Bapak Muslimin pada tahun 2001. Beliau merupakan salah seorang yang berperan dalam menjadikan Desa Kualu Nenas sebagai sentra industri keripik nanas saat ini. Pada tahun 2000, kecenderungan konsumen hanya mengkonsumsi nanas dengan berat  $\leq$  800 gram sehingga nanas dengan berat  $\geq$  800 gram menjadi busuk dan tidak terjual. Berawal dari hal ini, beliau beserta beberapa petani lain dan didampingi pemerintah merencanakan pembuatan keripik nanas agar semua nanas dapat terjual. Di tahun berikutnya pemerintah mengadakan pelatihan perdana pengolahan keripik nanas, hingga petani mampu mengolah keripik nanas sendiri sampai saat ini.

UD Berkat Bersama menggunakan tenaga 4 (empat) orang pekerja yaitu Bapak Muslimin dan istri, serta 2 (dua) warga sekitar yang dipekerjakan oleh Bapak Muslimin untuk membantu proses produksi. Target produksi perharinya  $\pm$  20 kg keripik nanas yang dihasilkan dari 200 kg buah nanas segar. Saat ini, Bapak Muslimin telah memiliki 4 (empat) unit mesin *vacuum frying*. Selain mengolah nanas, mesin ini juga digunakan oleh Bapak Muslimin untuk mengolah buah nangka, mangga, dan buah-buahan lainnya.

Proses pembuatan keripik nanas yang dilakukan di UD Berkat Bersama masih tergolong sederhana. Diawali dengan pemilihan nanas yang akan diolah, membuang mahkota dan pangkal buah, membuang hati nanas, mengupas kulit nanas, mengiris buah nanas, mencuci irisan buah nanas dengan air garam, menggoreng irisan buah nanas, meniriskan hasil penggorengan, dan pengepakan. Proses pembuangan hati nanas dilakukan dengan menggunakan sebatang pipa dan proses pengupasan kulit dilakukan dengan menggunakan pisau. Gambar 1.1 merupakan contoh proses pembuangan hati dan Gambar 1.2 merupakan contoh proses pengupasan kulit nanas di UD Berkat Bersama.



Gambar 1.1 Proses Pembuangan Hati Nanas di UD Berkat Bersama

Gambar 1.1 menunjukkan bahwa proses pembuangan hati nanas dilakukan secara manual. Proses ini dilakukan dengan cara melubangi nanas menggunakan sebatang pipa dengan diameter 1,5 cm. Tahapan melubangi nanas ini dilakukan dengan cara menekan pipa hingga menembus hati nanas. Gambar 1.2 menunjukkan proses pengupasan kulit nanas dengan menggunakan pisau. Kedua tahapan proses produksi ini perlu mendapat perhatian karena peralatan yang digunakan, seperti pipa, alas duduk dan alas potong nanas serta posisi kerja operator tidak ergonomis. Hal ini menyebabkan adanya rasa tidak nyaman yang dialami pekerja setelah melakukan pekerjaan sehingga menimbulkan rasa sakit pada bagian tertentu. Tabel 1.2 menjelaskan adanya keluhan fisik yang dialami pekerja setelah melakukan pekerjaan membuang hati dan mengupas kulit nanas. Apabila hal ini dibiarkan terus menerus maka pekerja akan lebih cepat mengalami kelelahan dan rentan mengalami cedera. Oleh sebab itu perlu dilakukan rancang ulang alat pengupas nanas yang ergonomis.



Gambar 1.2 Proses Pengupasan Kulit Nanas di UD Berkat Bersama

Tabel 1.1 Data Keluhan Pekerja UD Berkat Bersama

No	Jenis Keluhan	Jawaban Kuesioner			
		Tidak Sakit	%	Sakit	%
1	Leher	1	5,56	2	11,11
2	Punggung			3	16,67
3	Pinggang			3	16,67
4	Lengan Tangan			3	16,67
5	Pergelangan Tangan			3	16,67
6	Kaki			3	16,67
Jumlah		1	5,56%	17	94.44%

Sumber: Pengumpulan Data Awal (2012)

Saat ini teknologi sederhana telah banyak berkembang. Demikian juga dengan alat pengupas nanas yang sederhana juga telah banyak tercipta. Salah satu contoh alat pengupas nanas yang sederhana dapat dilihat pada Gambar 1.3. Konsep kerja alat ini seperti mesin press pada umumnya. Nanas diletakkan dibagian bawah mata potong pada posisi yang telah disediakan, kemudian tuas ditekan ke bawah untuk menurunkan mata potong sehingga kulit dan hati nanas terpotong. Sebenarnya alat ini sudah cukup membantu dalam segi waktu, tetapi tenaga yang dibutuhkan pada saat menekan tuas ke bawah masih cukup besar sehingga masih dibutuhkan perancangan alat yang lebih ergonomis untuk mengurangi resiko cedera pada operator.



Gambar 1.3 Alat Pengupas Nanas Sederhana yang Ada Saat Ini  
 Sumber: [lifestyle.kompasiana.com/urban20120504alat-pengupas-nanas-yang-praktis-di-supermarket-saudi-arabia-460579.htm](http://lifestyle.kompasiana.com/urban20120504alat-pengupas-nanas-yang-praktis-di-supermarket-saudi-arabia-460579.htm)  
 (Diakses pada 10/27/2012)

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dari latar belakang yang tersebut di atas diketahui adanya permasalahan dalam mengupas dan membuang hati nanas. Sehingga dapat dirumuskan suatu permasalahan yang akan dibahas yaitu “Bagaimana rancang ulang alat pengupas nanas yang ergonomis”.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah:

1. Menentukan data antropometri yang akan digunakan dalam melakukan rancang ulang alat pengupas nanas.
2. Merancang ulang alat pengupas nanas yang ergonomis.
3. Menguji dan menganalisa data sebelum dan setelah merancang ulang alat pengupas nanas.

## **1.4 Batasan Masalah**

Penelitian ini memerlukan batasan masalah agar tidak menyimpang dari tujuan yang ingin dicapai. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Data antropometri yang diteliti adalah data antropometri pekerja pada UD Berkat Bersama.
2. Penelitian yang dilakukan tidak memperhitungkan aspek biaya.
3. Perancangan mata pisau pengupas kulit nanas memiliki dua ukuran yaitu diameter 9 cm dan 12 cm. Ukuran ini berdasarkan rata-rata dimensi nanas yang diolah di UD Berkat Bersama.
4. Asumsi tidak ada perubahan jumlah pekerja selama proses penelitian.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Dapat mengembangkan pola pikir dan mengetahui penerapan ilmu yang didapat dari perkuliahan dalam dunia kerja secara nyata.
2. Bermanfaat bagi pengusaha keripik nanas khususnya UD Berkat Bersama sehingga meningkatkan produktivitas dan kenyamanan pada saat bekerja.

## 1.6 Posisi Penelitian

Penelitian mengenai perancangan juga pernah dilakukan sebelumnya oleh beberapa orang peneliti. Agar dalam penelitian ini tidak terjadi penyimpangan dan penyalinan maka perlu ditampilkan posisi penelitian, berikut adalah tampilan posisi penelitian.

Tabel 1.2 Posisi Penelitian Tugas Akhir

Penelitian	Wahyu Adi Nugroho (2008)	Poppy Raharjo (2008)	Eko Putro (2009)	Agung Kristanto dan Dianasa Adhi Saputra (2011)	Ferdi Fernando (2012)
<b>Judul</b>	Perancangan Ulang Alat Pengupas Kacang Tanah Untuk Meminimalkan Waktu Pengupasan	Usulan Perancangan Alat Pemotong Kertas Karton	Perbaikan Rancangan Alat Pemotong Singkong dengan Mekanisme Pedal Kaki Untuk Meningkatkan Produksi dengan Prinsip Ergonomi	Perancangan Meja dan Kursi Kerja yang Ergonomis pada Stasiun Kerja Pemotongan Sebagai Upaya Peningkatan Produktivitas	Rancang Ulang Alat Pengupas Nanas yang Ergonomis
<b>Objek Penelitian</b>	Petani Dusun Wukirsari, Kelurahan Baleharjo, Kecamatan Wonosari, Kabupaten Gunungkidul	D&D Handycraft Collections	Home Industri 'PJ' Snack	Industri krupuk rambak Barokah Jaya.	UD Berkat Bersama
<b>Latar belakang</b>	Selama bekerja pekerja merasakan pegal pada punggung, pinggang, lengan tangan, pergelangan tangan dan siku. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai hal ini. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan produktivitas dengan melakukan perancangan ulang mesin pengupas kacang tanah.	Dari hasil kuisioner pendahuluan diketahui mayoritas pekerja merasakan ketidaknyamanan dalam bekerja dengan posisi saat ini yaitu timbul rasa sakit pada leher, bahu, punggung dan tangan/pergelangan tangan. Selain itu, dengan menggunakan peralatan yang ada sekarang ini, muncul kesulitan dalam proses memotong kertas karton, yaitu adanya kecenderungan jari tersayat atau terjepit <i>cutter</i> atau gunting, membutuhkan waktu yang relatif lama dan ketelitian yang cukup tinggi agar hasil potongannya sesuai dengan pola yang telah dibuat.	Dalam melakukan proses kerjanya posisi tubuh operator terhadap alat perajang singkong lebih tinggi. Cara kerja operator tangan kiri menggerakkan tuas alat perajang dengan cara memutar atau diengkol, tangan kanan memegang singkong kemudian mengarahkannya ke mata pisau alat perajang. Posisi kepala dan pandangan mata terhadap alat perajang dengan leher selalu menunduk serta posisi punggung membungkuk dan posisi kaki yang tertekuk, menyebabkan kelelahan fisik pada tengkuk dan tulang belakang serta kaki sering mengalami kesemutan.	Salah satu proses produksi adalah pemotongan krupuk yang dilakukan operator dengan posisi duduk di kursi kecil ( <i>dingklik</i> ) dan krupuk yang akan dipotong diletakkan di lantai. Berdasarkan observasi awal, operator mengalami rasa sakit pada bagian tubuh tertentu. Hal ini mengakibatkan target produksi menjadi tidak optimal. Melihat kondisi kerja tersebut perlu dilakukan perancangan kursi dan meja kerja pada stasiun pemotongan.	Pada pembuangan hati dan pengupasan kulit nanas, peralatan yang digunakan pekerja sangat tidak ergonomis. Serta posisi kerja pada stasiun tersebut tidak menganut kaidah ergonomis, dimana pekerja melakukan pekerjaan dengan cara membungkuk dan titik tumpu tubuh terpusat pada kaki.

Tabel 1.2 Posisi Penelitian Tugas Akhir (lanjutan)

<b>Tujuan</b>	Merancang ulang alat pengupas kacang tanah yang ergonomis untuk meminimalkan waktu pengupasan	Menganalisis dan membuat usulan perancangan alat pemotong kertas karton yang ergonomis dalam pembuatan wadah multifungsi.	Merancang alat perajang singkong dengan mekanisme pedal kaki berdasar antropometri pekerja pada stasiun perajangan.	Menghasilkan desain kursi dan meja kerja pemotongan dan dapat memperbaiki posisi kerja operator, serta mengurangi kelelahan sehingga produktivitas kerja akan tercapai dan pekerja merasa Efektif, Nyaman, Aman, Sehat dan Efisien (ENASE) dalam bekerja.	Merancang Alat bantu yang ergonomis untuk mengurangi beban kerja dan meningkatkan produktivitas
<b>Metode</b>	Perancangan alat berdasarkan data antropometri, evaluasi beban kerja, analisis konsumsi energi.	Antropometri, REBA	Antropometri	Perancangan meja dan kursi berdasarkan data antropometri tubuh operator, keluhan-keluhan selama bekerja dan waktu proses pemotongan krupuk.	Perancangan alat berdasarkan data antropometri dan kaidah ergonomi.
<b>Pengolahan</b>	Melakukan pengolahan data antropometri untuk perancangan alat pengupas kacang tanah kemudian melakukan pengujian setelah dan sebelum perancangan.	Melakukan pengolahan data antropometri untuk perancangan alat dan metode REBA sebelum dan sesudah perancangan.	Melakukan pengolahan data antropometri untuk merancang alat dan melakukan pengujian sebelum dan sesudah perancangan	Melakukan pengolahan data antropometri pekerja untuk perancangan meja dan kursi dan kemudian melakukan perbandingan waktu baku sebelum dan sesudah perancangan untuk mengetahui peningkatan produktivitas.	Berdasarkan hasil pengolahan data, dilakukan rancang ulang alat pengupas kulit nanas dengan menggunakan data antropometri. Kemudian dilakukan perbandingan sebelum dan sesudah perancangan.
<b>Alat</b>	Pengupas Kacang Tanah	Alat Pemotong Kertas	Alat Perajang Singkong	Meja dan Kursi Kerja Pemotongan	Pembuang Hati dan Pengupas Kulit Nanas
<b>Kelebihan</b>	Hasil rancangan direalisasikan	Hasil rancangan direalisasikan	Hasil rancangan direalisasikan	Hasil rancangan direalisasikan	Hasil rancangan direalisasikan
<b>Kekurangan</b>	Posisi kerja operator berdiri	Alat hasil rancangan terlalu kaku sehingga tidak efektif bila digunakan untuk memotong desain model tertentu.	Proses pendorongan singkong ke mata potong dilakukan secara manual.	Penelitian hanya dilakukan di satu tempat usaha, sehingga tidak efektif jika diterapkan di tempat lain.	Fungsi hasil rancangan kurang optimal karena adanya variasi ukuran nanas dan hasil pengupasan kurang sempurna.

## **1.7 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan laporan dapat dilihat sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini memuat latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

### **BAB II LANDASAN TEORI**

Bab ini berisi teori-teori yang mendukung penelitian dan berkaitan dengan penelitian.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan secara skematis langkah-langkah yang dilakukan pada penyusunan laporan dan pada proses penelitian

### **BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Bab ini memaparkan semua data-data yang diperlukan dalam penelitian, baik itu data primer maupun data sekunder yang kemudian diolah untuk mendukung tujuan penelitian.

### **BAB V ANALISA**

Bab ini memuat pembahasan terhadap hasil pengumpulan dan pengolahan data berdasarkan teori yang digunakan.

### **BAB VI PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan yang diambil dari hasil penelitian dan pembahasan serta mencoba memberikan saran-saran bagi pembaca yang kan menerapkan atau melakukan penelitian selanjutnya.



## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Ergonomi**

Ergonomi merupakan suatu cabang ilmu yang sistematis untuk memanfaatkan informasi mengenai sifat, kemampuan, dan keterbatasan manusia untuk merancang suatu sistem kerja sehingga orang dapat hidup dan bekerja pada sistem itu dengan baik, yaitu mencapai tujuan yang diinginkan melalui pekerja itu secara efektif, aman, dan nyaman (Sutalaksana, dalam Soleman, 2011). Istilah “ergonomi” berasal dari bahasa latin yaitu *ergon* (kerja) dan *nomos* (hukum alam) dan dapat didefinisikan sebagai studi tentang aspek-aspek manusia dalam lingkungan kerjanya yang ditinjau secara anatomi, fisiologi, psikologi, *engineering*, manajemen, dan desain perancangan (Rochman dkk, 2010). Penerapan ergonomi pada umumnya merupakan aktivitas rancang bangun ataupun rancang ulang. Hal ini meliputi perangkat keras seperti misalnya perkakas kerja (*tools*), bangku kerja (*benches*), *platform*, kursi, pegangan alat kerja (*workholders*), sistem pengendali (*control*), alat peraga(*display*), jalan/lorong (*access ways*), pintu (*door*), jendela (*windows*) dan sebagainya (Nugroho, 2008).

Berkaitan dengan perancangan stasiun kerja dalam industri, ada beberapa aspek pendekatan ergonomis yang harus dipertimbangkan, antara lain (Nugroho, 2008):

1. Sikap dan posisi kerja

Pertimbangan ergonomis yang berkaitan dengan sikap atau posisi kerja, baik duduk ataupun berdiri merupakan suatu hal yang sangat penting. Adanya sikap atau posisi kerja yang tidak mengenakan dan berlangsung dalam waktu yang lama, akan mengakibatkan pekerja cepat mengalami kelelahan serta membuat banyak kesalahan.

Terdapat sejumlah pertimbangan ergonomis antara lain:

- a. Mengurangi keharusan operator untuk bekerja dengan sikap dan posisi membungkuk dengan frekuensi kegiatan yang sering, atau jangka waktu yang lama.
- b. Pengaturan posisi kerja dilakukan dalam jarak jangkauan normal. Operator tidak seharusnya duduk atau berdiri dalam waktu yang lama dengan kepala, leher, dada atau kaki dalam posisi miring.
- c. Operator tidak seharusnya bekerja dalam frekuensi atau periode waktu yang lama dengan tangan atau lengan berada diatas level siku yang normal.

## 2. Kondisi Lingkungan Kerja

Faktor yang mempengaruhi kemampuan kerja, terdiri dari faktor yang berasal dari dalam diri manusia (*intern*) dan faktor dari luar diri manusia (*ekstern*). Salah satu faktor yang berasal dari luar adalah kondisi lingkungan yang meliputi semua keadaan yang terdapat di sekitar tempat kerja seperti temperatur, kelembaban udara, getaran mekanis, warna, bau-bauan dan lain-lain. Adanya lingkungan kerja yang bising, panas, bergetar atau atmosfer yang tercemar akan memberikan dampak yang negatif terhadap kinerja operator.

## 3. Efisiensi Ekonomi Gerakan dan Pengaturan Fasilitas Kerja

Perancangan sistem kerja haruslah memperhatikan prosedur-prosedur untuk membuat gerakan kerja yang memenuhi prinsip-prinsip ekonomi gerakan. Gerakan kerja yang memenuhi prinsip ekonomi gerakan dapat memperbaiki efisiensi kerja dan mengurangi kelelahan kerja. Adapun ketentuan pokok yang berkaitan dengan prinsip ekonomi gerakan, yang perlu dipertimbangkan dalam perancangan stasiun kerja:

- a. Tempat-tempat tertentu yang tidak sering dipindahkan harus disediakan untuk semua alat dan bahan, sehingga dapat menimbulkan kebiasaan tetap atau gerakan rutin.
- b. Meletakkan bahan dan peralatan pada jarak yang dapat dengan mudah dijangkau oleh pekerja, sehingga mengurangi usaha mencari-cari.

- c. Tata letak bahan dan peralatan kerja diatur sedemikian rupa sehingga memungkinkan urutan-urutan gerakan kerja yang terbaik.
- d. Tinggi tempat kerja seperti mesin, meja kerja dan lain-lain harus sesuai dengan ukuran tubuh manusia, sehingga pekerja dapat melaksanakan kegiatannya dengan mudah dan nyaman.
- e. Kondisi ruangan kerja seperti penerangan, temperatur, ventilasi udara dan yang lainnya, yang berkaitan dengan persyaratan ergonomis harus diperhatikan. Sehingga diperoleh kondisi kerja yang nyaman.

Ada 5 masalah pokok dalam ergonomi sehubungan dengan keterbatasan manusia, yaitu (Pullat, dalam Raharjo, 2008):

1. *Anthropometric*

*Anthropometric* berhubungan dengan pengukuran dimensi-dimensi linier tubuh manusia. Permasalahan yang sering ditemui adalah ketidaksesuaian dimensi tubuh manusia dengan rancangan produk dan area kerja. Solusinya adalah merancang suatu area kerja dan produk tersebut dengan penyesuaian terhadap informasi yang diperoleh dari data antropometri.

2. *Cognitive*

Permasalahan *cognitive* yang timbul berhubungan dengan terjadinya kekurangan atau berlebihan informasi yang dibutuhkan selama pemrosesannya.

3. *Musculoskeletal*

Sistem *musculoskeletal* terdiri dari otot, tulang dan jaringan penghubung. Timbulnya ketegangan pada otot atau rasa sakit pada tulang adalah akibat dari aktivitas fisik manusia. Hal ini membuat sistem kerja harus dirancang agar sesuai dengan kemampuan fisik manusia atau mengadakan alat bantu untuk mempermudah pekerjaan.

4. *Cardiovascular*

Permasalahan *cardiovascular* terletak pada sistem peredaran darah, yaitu jantung. Dalam menjalankan aktivitas fisik, otot memerlukan oksigen yang lebih banyak, maka jantung memompakan darah ke otot untuk memenuhi kebutuhan oksigen tersebut.

## 5. *Psychomotor*

*Psychomotor* berkaitan dengan fungsi sensorik manusia (panca indera). Fungsi sensorik ini dipengaruhi oleh rangsangan eksternal seperti informasi berupa bunyi-bunyian atau cahaya.

Dengan adanya kelima masalah pokok tersebut, maka sistem kerja harus dirancang untuk menghasilkan kenyamanan yang maksimum bagi manusia.

## 2.2 Antropometri

Istilah antropometri berasal dari kata *anthro* yang berarti “manusia” dan *metri* yang berarti “ukuran”. Antropometri adalah studi tentang dimensi tubuh manusia (Pullat, dalam Raharjo, 2008). Antropometri merupakan suatu ilmu yang secara khusus mempelajari tentang pengukuran tubuh manusia guna merumuskan perbedaan-perbedaan ukuran pada tiap individu ataupun kelompok dan lain sebagainya (Panero dan Zelnik, dalam Raharjo, 2008).

Antropometri secara luas akan digunakan sebagai pertimbangan-pertimbangan ergonomis dalam proses perancangan produk maupun sistem kerja yang akan memerlukan interaksi manusia. Data-data antropometri yang berhasil diperoleh akan diaplikasikan secara luas antara lain dalam hal perancangan areal kerja, perancangan peralatan kerja, perancangan produk-produk konsumtif, perancangan lingkungan kerja fisik (Wignjosoebroto, dalam Daryono, 2010).

Data antropometri dibedakan menjadi dua kategori, yaitu (Pullat, dalam Raharjo 2008):

1. Dimensi struktural (statis), mencakup pengukuran dimensi tubuh pada posisi tetap dan standar.
2. Dimensi fungsional (dinamis), mencakup pengukuran dimensi tubuh pada berbagai posisi atau sikap.

### 2.2.1 Sumber Variabilitas Data Antropometri

Manusia pada umumnya akan berbeda-beda dalam hal bentuk dan dimensi ukuran tubuhnya. Semakin banyak jumlah manusia yang diukur dimensi tubuhnya maka akan semakin kelihatan betapa besar variansinya antara satu tubuh

dengan tubuh lainnya secara keseluruhan tubuh maupun per segmennya. Faktor-faktor yang membedakan dimensi tubuh antara satu populasi dengan populasi lainnya adalah (Nurmianto, dalam Putro, 2009):

1. Keacakan atau *random*

Walaupun telah terdapat dalam satu kelompok populasi yang sudah jelas sama jenis kelamin, suku bangsa, kelompok usia dan pekerjaannya, namun masih ada perbedaan yang cukup signifikan antara berbagai macam masyarakat.

2. Jenis kelamin

Secara distribusi statistik ada perbedaan yang signifikan antar dimensi tubuh pria dan wanita. Kebanyakan dimensi pria dan wanita ada perbedaan antara *mean* (rata-rata) dan nilai perbedaan tidak dapat diabaikan begitu saja. Pria dianggap lebih panjang dari pada wanita. Oleh karena data antropometri untuk kedua jenis kelamin tersebut selalu disajikan secara terpisah.

3. Suku bangsa (*ethnic variability*)

Variasi diantara beberapa kelompok suku bangsa telah menjadi hal yang tidak kalah pentingnya terutama karena meningkatnya jumlah angka migrasi dari satu negara ke negara yang lain. Suatu contoh sederhana bahwa dengan meningkatnya jumlah penduduk yang migrasi dari negara Vietnam ke Australia untuk mengisi jumlah satuan angkatan kerja (*industrial work force*), maka mempengaruhi antropometri secara nasional.

4. Usia

Digolongkan atas beberapa kelompok usia yaitu balita, anak-anak, remaja, dewasa dan lanjut usia. Hal ini jelas berpengaruh terutama jika desain diaplikasikan untuk antropometri anak-anak. Antropometri cenderung meningkat sampai batas usia dewasa. Namun setelah menginjak usia dewasa, tinggi badan manusia mempunyai kecenderungan untuk menurun yang antara lain disebabkan oleh berkurang elastisitas tulang belakang (*vertebral discs*). Selain itu juga berkurangnya dinamika gerakan tangan dan kaki.

5. Jenis pekerjaan

Beberapa jenis pekerjaan tertentu menuntut adanya persyaratan dalam seleksi karyawan atau stafnya. Seperti misalnya buruh dermaga harus mempunyai postur tubuh yang relatif lebih besar dibandingkan dengan karyawan perkantoran umumnya.

6. Pakaian

Hal ini juga merupakan sumber variabilitas yang disebabkan oleh bervariasinya iklim atau musim yang berbeda dari satu tempat ke tempat lainnya terutama untuk daerah dengan empat musim. Misalnya pada waktu dingin manusia akan memakai pakaian yang relatif lebih tebal dan ukuran yang relatif yang lebih besar.

7. Faktor kehamilan pada wanita

Faktor ini sudah jelas akan mempunyai pengaruh perbedaan yang berarti kalau dibandingkan dengan wanita yang tidak hamil terutama yang berkaitan dengan analisis perancangan produk (APP) dan analisis perancangan kerja (APK).

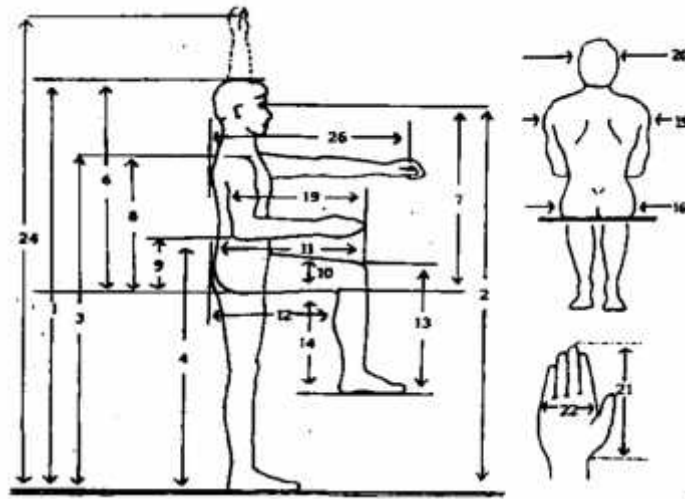
8. Cacat tubuh secara fisik

Suatu perkembangan yang menggembirakan pada dekade terakhir yaitu dengan diberikannya skala prioritas pada rancang bangun fasilitas akomodasi untuk para penderita cacat tubuh secara fisik sehingga dapat merasakan “kesamaan” dalam penggunaan jasa dari hasil ilmu ergonomi di dalam pelayanan untuk masyarakat. Masalah yang sering timbul, misalnya: keterbatasan jarak jangkauan, dibutuhkan ruang kaki (*knee space*) untuk desain meja kerja, lorong atau jalur khusus di dalam *lavatory*, jalur khusus keluar masuk perkantoran, kampus, hotel, restoran, supermarket dan lain-lain.

### 2.2.2 Dimensi Antropometri

Data antropometri dapat dimanfaatkan untuk menetapkan dimensi ukuran produk yang akan dirancang dan disesuaikan dengan dimensi tubuh manusia yang

akan menggunakannya. Beberapa dimensi statis dari tubuh manusia dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 2.1 Antropometri Tubuh Manusia yang Diukur Dimensinya

(Sumber data : Wignjosoebroto, dalam Kubangun, 2010)

Keterangan:

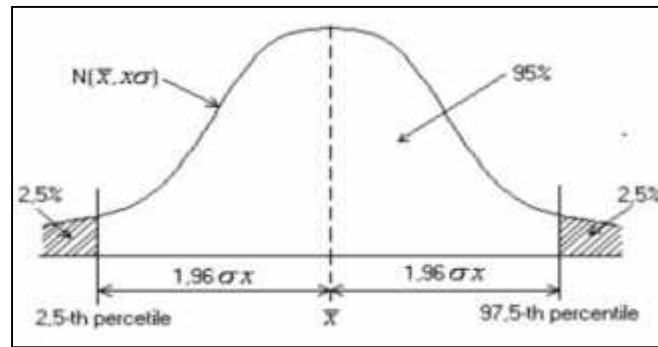
1. Tinggi tubuh dalam posisi tegak ( dari lantai s/d ujung kepala)
2. Tinggi mata dalam posisi tegak
3. Tinggi bahu dalam posisi berdiri tegak
4. Tinggi siku dalam posisi berdiri tegak (siku tegak lurus)
5. Tinggi kepalang tangan yang terjulur lepas dalam posisi berdiri tegak (dalam gambar tidak ditunjukkan)
6. Tinggi tubuh dalam posisi duduk (diukur dari alas tempat duduk /pantat sampai dengan kepala)
7. Tinggi mata dalam posisi duduk
8. Tinggi bahu dalam posisi duduk
9. Tinggi siku dalam posisi duduk (siku tegak lurus)
10. Tebal atau lebar paha
11. Panjang paha diukur dari pantat sampai dengan ujung lutut
12. Panjang paha yang diukur dari pantat s/d bagian belakang dari lutut/betis.
13. Tinggi lutut yang bisa diukur baik dalam posisi berdiri maupun duduk.
14. Tinggi duduk dalam posisi duduk yang diukur dari lantai sampai dengan paha
15. Lebar dari bahu (bisa diukur dalam posisi berdiri berdiri ataupun duduk)

16. Lebar pinggul.
17. Lebar dari dada dalam keadaan membusung (tidak tampak ditunjukkan dalam gambar)
18. Lebar perut.
19. Panjang siku yang diukur sampai dengan ujung jari-jari dalam posisi siku tegak lurus
20. Lebar kepala
21. Panjang tangan diukur dari pergelangan sampai dengan ujung jari.
22. Lebar telapak tangan
23. Lebar tangan dalam posisi tangan terbentang lebar-lebar kesamping kiri-kanan (tidak ditunjukkan dalam gambar)
24. Tinggi jangkauan tangan dalam posisi berdiri tegak, diukur dari lantai sampai dengan telapak tangan yang terjangkau lurus keatas (vertikal).
25. Tinggi jangkauan tangan dalam posisi duduk tegak, diukur seperti halnya nomor 24. Tetapi dalam posisi duduk (tidak ditunjukkan dalam gambar)
26. Jarak jangkauan tangan yang dijulur kedepan diukur dari bahu sampai ujung jari tangan.

### **2.2.3 Aplikasi Distribusi Normal dalam Penetapan Data Antropometri**

Masalah adanya variasi ukuran sebenarnya akan lebih mudah diatasi apabila kita mampu merancang produk yang memiliki fleksibilitas dan sifat “mampu suai” dengan suatu rentang ukuran tertentu. Dalam penetapan data antropometri, pemakaian distribusi normal dapat diterapkan. Pada statistik, distribusi normal dapat diformulasikan berdasarkan harga rata-rata (*mean*) dan simpangan standarnya (*standard deviation*, ( $\sigma$ )) dari data yang ada. Nilai yang ada tersebut, maka persentil (suatu nilai yang menunjukkan persentase tertentu dari orang yang memiliki ukuran pada atau di bawah nilai tersebut) dapat ditetapkan sesuai tabel probabilitas distribusi normal. Bila ukuran yang mampu mengakomodasikan 95% dari populasi yang ada misalnya, maka diambil rentang persentil ke-2,5 dan 97,5 sebagai batas-batasnya, seperti yang ditunjukkan dalam gambar 2.2.





Gambar 2.2 Distribusi Normal yang Mengakomodasi 95% dari Populasi  
(Sumber data: Wignjosoebroto, dalam Putro, 2009)

Tabel 2.1 Persentil Untuk Data Berdistribusi Normal

Persentil	Perhitungan
1 <sup>st</sup>	$X - 2,325 \cdot SD$
2,5 <sup>th</sup>	$X - 1,96 \cdot SD$
5 <sup>th</sup>	$X - 1,645 \cdot SD$
10 <sup>th</sup>	$X - 1,28 \cdot SD$
50 <sup>th</sup>	$X$
90 <sup>th</sup>	$X + 1,28 \cdot SD$
95 <sup>th</sup>	$X + 1,645 \cdot SD$
97,5 <sup>th</sup>	$X + 1,96 \cdot SD$
99 <sup>th</sup>	$X + 2,325 \cdot SD$

(Sumber data: Kubangun, 2010)

#### 2.2.4 Penerapan Data Antropometri dalam Perancangan Produk

Data antropometri yang menyajikan data ukuran dari berbagai macam anggota tubuh manusia dalam persentil tertentu akan sangat besar manfaatnya pada suatu rancangan produk atau fasilitas kerja yang akan dibuat. Agar rancangan suatu produk nantinya dapat sesuai dengan ukuran tubuh manusia yang akan mengoperasikannya, maka prinsip yang harus diambil di dalam aplikasi data antropometri dapat dijelaskan, sebagai berikut (Wignjosoebroto, dalam Putro, 2009):

1. Prinsip perancangan produk bagi individu dengan ukuran yang ekstrim, rancangan produk dibuat agar bisa memenuhi 2 sasaran produk, yaitu:
  - a. Sesuai untuk ukuran tubuh manusia yang mengikuti klasifikasi ekstrim dalam arti terlalu besar atau kecil bila dibandingkan dengan rata-ratanya.

- b. Tetap dapat digunakan untuk memenuhi ukuran tubuh yang lain (mayoritas dari populasi yang ada).

Agar memenuhi sasaran pokok tersebut maka ukuran yang diaplikasikan ditetapkan dengan cara, yaitu:

1. Dimensi minimum yang harus ditetapkan dari suatu rancangan produk umumnya didasarkan pada nilai persentil yang terbesar seperti persentil ke-90, ke-95 atau ke-99.
2. Dimensi maksimum yang harus ditetapkan diambil berdasarkan nilai persentil yang paling rendah (persentil ke-1, ke-5 atau ke-10) dari distribusi data antropometri yang ada. Secara umum aplikasi data antropometri untuk perancangan produk ataupun fasilitas kerja ditetapkan dengan nilai persentil ke-5 untuk dimensi maksimum dan persentil ke-95 untuk dimensi minimumnya.
2. Prinsip perancangan produk yang dapat dioperasikan di antara rentang ukuran tertentu. Rancangan dapat dirubah ukurannya sehingga cukup fleksibel dioperasikan oleh setiap orang yang memiliki berbagai macam ukuran tubuh. Dalam kaitannya untuk mendapatkan rancangan yang fleksibel semacam ini, maka data antropometri yang umum diaplikasikan adalah dalam rentang nilai persentil ke-5 sampai dengan ke-95.
3. Prinsip perancangan produk dengan ukuran rata-rata, rancangan produk didasarkan terhadap rata-rata ukuran manusia. Problem pokok yang dihadapi dalam hal ini justru sedikit sekali mereka yang berada dalam ukuran rata-rata. Produk dirancang dan dibuat untuk manusia yang berukuran sekitar rata-rata, sedangkan yang memiliki ukuran ekstrim akan dibuatkan rancangan tersendiri.

### **2.3 Pengujian Data**

Data-data antropometri yang didapat akan melewati beberapa uji agar layak untuk membuat dimensi atau ukuran dalam perancangan. Adapun pengujian yang dilakukan antara lain uji kenormalan, keseragaman dan kecukupan data.

### 2.3.1 Uji Kenormalan Data

Penggunaan uji kenormalan dilakukan untuk mengetahui apakah data tersebut telah terdistribusi secara normal. Maksud data terdistribusi secara normal adalah bahwa data akan mengikuti bentuk distribusi normal, dimana data memusat pada nilai rata-rata dan median (Nugroho, 2008). Uji Kenormalan dilakukan dengan menggunakan *software* SPSS 17.0.

Hipotesis :  $H_0$  : Data berdistribusi normal  
 $H_1$  : Data tidak berdistribusi normal

Keputusan :  
Chi\_Hitung < Chi\_Tabel :  $H_0$  diterima,  $H_1$  ditolak  
Chi\_Hitung > Chi\_Tabel :  $H_0$  ditolak,  $H_1$  diterima

Chi\_Tabel menggunakan tingkat signifikansi ( $\sigma$ ) = 5%, ini berarti dalam penelitian hanya diperbolehkan penyimpangan sebesar 5%.

### 2.3.2 Uji Keseragaman Data

Dalam melakukan pengukuran kerja, keadaan sistem selalu berubah. Perubahan ini adalah suatu yang wajar karena bagaimanapun sistem kerja tidak dapat dipertahankan tetap terus menerus pada keadaan tetap yang sama. Keadaan sistem yang selalu berubah dapat diterima jika perubahannya adalah yang memang sepatutnya terjadi. Akibatnya waktu penyelesaian yang dihasilkan sistem selalu berubah-ubah namun juga mesti dalam waktu batas kewajaran. Sehingga data waktu hasil pengukuran harus diseragamkan. Analisa keseragaman data bisa dilaksanakan dengan dua cara yaitu sebagai berikut (Hamni, Tomi, 2008):

#### 1. Visual

Analisa keseragaman data secara visual dilakukan secara sederhana, mudah dan cepat. Analisa ini hanya sekedar melihat data yang terkumpul dan seterusnya mengidentifikasi data yang terlalu ekstrim. Data ekstrim adalah data yang terlalu besar dan terlalu kecil dan jauh menyimpang dari *trend* rata-ratanya. Data yang terlalu ekstrim ini sebaiknya dibuang dan tidak dimasukkan perhitungan selanjutnya.

2. Peta Kontrol (*control chart*)

Peta kontrol (*control chart*) adalah suatu alat yang tepat guna dalam menganalisa keseragaman data yang diperoleh dari hasil pengamatan. Peta kontrol dibatasi oleh dua batas yaitu batas kontrol atas (BKA) atau *upper control limit* (UCL) dan batas kontrol bawah (BKB) atau *lower control limit* (LCL). Batas-batas kontrol yang dibentuk dari data merupakan batas seragam tidaknya data. Data yang dikatakan seragam, yaitu berasal dari sistem sebab yang sama bila berada diantara dua batas kontrol dan tidak seragam yaitu berasal dari sistem sebab yang berbeda bila berada diluar batas kontrol.

Tahap-tahap yang harus dilakukan dalam menganalisa keseragaman data dengan Peta Kontrol adalah sebagai berikut (Hamni, Tomi,2008):

1. Rata-rata subgroup ( $\bar{X}$ )

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{k} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

$X_i$  = data waktu pada subgroup ke-i

$k$  = jumlah data waktu pada tiap subgroup

2. Rata-rata dari rata-rata subgroup ( $\bar{\bar{X}}$ )

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum \bar{X}_i}{n} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

$\bar{X}_i$  = Rata-rata subgroup ke-i

$n$  = Jumlah subgroup

3. Standar deviasi ( $\sigma$ )

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum (X_j - \bar{X})^2}}{N-1} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

$\bar{X}$  = Rata-rata dari rata-rata subgrup

$N$  = Jumlah data waktu pengamatan

$X_j$  = Waktu ke-j yang teramati selama pengamatan

4. Standar deviasi dari distribusi harga rata-rata subgrup ( $\sigma_{\bar{X}}$ )

$$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

$\sigma$  = Standar deviasi

$n$  = Jumlah subgrup

5. Batas Kontrol Atas (BKA)

$$BKA = \bar{X} + \beta \sigma_{\bar{X}} \dots\dots\dots(2.5)$$

6. Batas Kontrol Bawah (BKB)

$$BKB = \bar{X} - \beta \sigma_{\bar{X}} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana :

$\bar{X}$  = Rata-rata dari rata-rata subgrup

$\sigma_{\bar{X}}$  = Standard deviasi dari distribusi harga rata-rata subgrup

$\beta$  = Koefisien indeks tingkat kepercayaan, yaitu:

Tingkat kepercayaan 0 % - 68 % harga k adalah 1

Tingkat kepercayaan 69 % - 95 % harga k adalah 2

Tingkat kepercayaan 96 % - 100 % harga k adalah 3

### 2.3.3 Uji Kecukupan Data

Analisis kecukupan data dilakukan dengan tujuan untuk menguji apakah data yang diambil sudah mencukupi dengan mengetahui besarnya nilai  $N'$ . Apabila  $N' < N$  maka data pengukuran dianggap cukup sehingga tidak perlu dilakukan pengambilan data lagi. Sedangkan jika  $N' > N$  maka data dianggap masih kurang sehingga diperlukan pengambilan data kembali.

Adapun tahapan dalam uji kecukupan data adalah sebagai berikut (Nugroho, 2008):

1. Menentukan Tingkat Ketelitian dan Tingkat Keyakinan

Tingkat ketelitian menunjukkan penyimpangan maksimum hasil pengukuran dari waktu penyelesaian sebenarnya. Hal ini biasanya dinyatakan dalam persen. Sedangkan tingkat keyakinan atau kepercayaan menunjukkan besarnya keyakinan atau kepercayaan pengukuran bahwa hasil yang diperoleh memenuhi syarat tadi. Ini pun dinyatakan dalam persen. Jadi tingkat ketelitian 5% dan tingkat keyakinan 95% memberi arti bahwa pengukuran membolehkan rata-rata hasil pengukurannya menyimpang sejauh 5 % dari rata-rata sebenarnya dan kemungkinan berhasil mendapatkan hal ini adalah 95%. Atau dengan kata lain berarti bahwa sekurang-kurangnya 95 dari 100 harga rata-rata dari sesuatu yang diukur akan memiliki penyimpangan tidak lebih dari 5%.

2. Pengujian kecukupan data dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$N' = \frac{\frac{\beta}{\alpha} \frac{N \sum X_i^2 - \sum X_i^2}{\sum X_i^2}}{\sum X_i} \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana :

$N'$  = Jumlah pengamatan yang seharusnya dilakukan

$X$  = Data hasil pengukuran

$\alpha$  = Tingkat ketelitian yang dikehendaki (dalam desimal)

$\beta$  = Koefisien indeks tingkat kepercayaan, yaitu:

Tingkat kepercayaan 0 % - 68 % harga k adalah 1

Tingkat kepercayaan 69 % - 95 % harga k adalah 2

Tingkat kepercayaan 96 % - 100 % harga k adalah 3

Setelah mendapatkan nilai  $N'$  maka dapat diambil kesimpulan apabila  $N' < N$  maka data dianggap cukup dan tidak perlu dilakukan pengambilan data kembali, tetapi apabila  $N' > N$  maka data belum mencukupi dan perlu dilakukan pengambilan data lagi.

#### **2.4 Mengukur Aktivitas Kerja Manusia**

Maksud mengukur aktivitas kerja manusia adalah mengukur berapa besarnya tenaga yang dibutuhkan oleh seorang pekerja untuk melaksanakan pekerjaannya. Tenaga yang dikeluarkan tersebut biasanya diukur dalam satuan kilokalori (Nugroho, 2008).

Tata cara kerja perlahan-lahan dirubah ataupun diperbaharui agar bisa lebih cepat, sederhana dan mudah untuk dikerjakan. Maka kecenderungan yang sering dijumpai dalam upaya perubahan ataupun perbaikan ini adalah menghindari kegiatan-kegiatan yang harus dilaksanakan dengan menggunakan energi otot manusia. Secara drastis kekuatan otot manusia sebagai sumber energi kerja akan digantikan oleh mesin. Hal tersebut terutama sekali untuk melakukan pekerjaan yang berat ditinjau dari aspek keterbatasan kemampuan otot manusia seperti aktivitas pemindahan material.

Pengukuran aktivitas fisik berdasarkan rentangan dari gerakan, digunakan untuk jenis pekerjaan yang berulang dengan tetap. Hasil gerakan tubuh dapat dikatakan menurun atau meningkat jika rentangan gerakannya semakin kecil atau semakin besar. Maka dalam hal ini diperlukan teknik tertentu untuk menggambarkan atau mencatat informasi-informasi tentang gerakan fisik yang terlibat dalam suatu aktivitas (Nugroho, 2008).

#### **2.5 Beban Kerja Fisik**

Tubuh manusia dirancang untuk dapat melakukan aktivitas pekerjaan sehari-hari. Adanya massa otot yang bobotnya hampir lebih dari separuh beban tubuh, memungkinkan kita untuk dapat menggerakkan dan melakukan pekerjaan. Pekerjaan di satu pihak mempunyai arti penting bagi kemajuan dan peningkatan prestasi, sehingga mencapai kehidupan yang produktif sebagai satu tujuan hidup.

Dipihak lain, bekerja berarti tubuh akan menerima beban dari luar tubuhnya. Dengan kata lain bahwa setiap pekerjaan merupakan beban bagi yang bersangkutan.

Dari sudut pandang ergonomi, setiap beban kerja yang diterima oleh seseorang harus sesuai atau seimbang baik dalam kemampuan fisik, maupun kognitif, maupun keterbatasan manusia yang menerima beban tersebut. Kemampuan kerja seorang tenaga kerja berbeda dari satu dengan yang lain dan sangat tergantung dari tingkat keterampilan, kesegaran jasmani, usia dan ukuran tubuh dari pekerja yang bersangkutan (Soleman,2011).

Beban kerja fisik (*physical work load*) merupakan beban yang diterima oleh fisik akibat pelaksanaan kerja. Prinsip dasar dalam ergonomi adalah bagaimana agar  $demand < capacity$ , sehingga perlu diupayakan agar beban kerja fisik yang diterima tubuh saat bekerja tidak melebihi kapasitas fisik manusia yang bersangkutan. Untuk mengevaluasi suatu pekerjaan berdasarkan kapasitas fisik manusia dapat dilihat dari dua sisi, yaitu sisi biomekanika dan sisi fisiologis. Sisi fisiologis melihat kapasitas kerja manusia dari sisi fisiologi tubuh, meliputi anatomi tubuh, denyut jantung, pernafasan dan lain-lain. Beban kerja dari sisi fisiologis dihitung menurut kebutuhan kalori berdasarkan energi yang dikeluarkan selama melakukan aktivitas kerja (Azmi, 2010).

## **2.6 Konsumsi Energi**

Konsumsi energi merupakan faktor utama yang membatasi prestasi harian para pekerja. Kebutuhan akan energi manusia memang bisa dikurangi melalui mekanisasi, namun masih banyak industri yang masih tetap menggunakan tenaga manusia yang besar seperti pada industri pertambangan, pengolahan barang logam, pertanian, kehutanan, konstruksi, pengiriman barang dan sebagainya.

Analisa mengenai konsumsi energi pada beberapa pekerjaan tertentu bertujuan untuk memilih frekuensi dan periode istirahat pada saat bekerja, membandingkan metode alternatif pemilihan peralatan dan aktifitas kerja, dan lain-lain.



Menurut Grandjean dalam Muslimah, dkk (2006) bahwa kebutuhan kalori seorang pekerja selama 24 jam ditentukan oleh tiga hal:

1. Kebutuhan kalori untuk metabolisme basal.

Keterangan kebutuhan seorang laki-laki dewasa memerlukan kalori untuk metabolisme basal  $\pm 100$  kilo joule (23,87kilo kalori) per 24 jam per kg BB. Sedangkan wanita dewasa memerlukan kalori untuk metabolisme basal  $\pm 98$  kilo joule (23,39 kilo kalori) per 24 jam per kg BB.

Perlu diketahui konsumsi oksigen akan tetap diperlukan meskipun orang tidak melakukan aktivitas fisik. Kondisi seperti ini disebut energi kimiawi dari makanan hampir seluruhnya akan dipakai untuk menjaga panas badan, agar manusia bisa tetap hidup. Adanya kerja fisik akan menyebabkan penambahan energi. Kenaikan konsumsi energi untuk kerja atau metabolisme kerja dapat diformulasikan sebagai berikut (Nugroho,2008):

Konsumsi Energi Untuk kerja Fisik (Metabolisme Kerja)	=	Basal Metabolisme (Nilai Energi Saat Istirahat)	+	Nilai Kalori Kerja
--	---	--	---	-----------------------

2. Kebutuhan kalori untuk kerja.

Kebutuhan kalori untuk kerja sangat ditentukan oleh jenis aktivitas kerja yang dilakukan atau berat ringannya pekerjaan. Semakin banyaknya kebutuhan untuk aktivitas otot bagi suatu jenis pekerjaan, maka semakin banyak pula energi yang dikonsumsi dan diekspresikan sebagai kalori kerja. Kalori ini didapat dengan cara mengukur konsumsi energi pada saat bekerja kemudian dikurangi dengan konsumsi energi pada saat istirahat atau pada saat metabolisme basal.

Kalori kerja ini menunjukkan tingkat ketegangan otot tubuh manusia dalam hubungannya dengan:

- a. Jenis kerja berat
- b. Tingkat usaha kerjanya
- c. Kebutuhan waktu untuk istirahat

- d. Efisiensi dari berbagai jenis perkakas kerja, dan
  - e. Produktivitas dari berbagai variasi cara kerja.
3. Kebutuhan kalori untuk aktivitas-aktivitas lain diluar jam kerja.  
Rata-rata kebutuhan kalori untuk aktivitas diluar kerja adalah  $\pm$  2400 kilo joule (573 kilokalori) untuk laki-laki dewasa dan sebesar 2000 – 2400 kilo joule (425–477 kilokalori) per hari untuk wanita dewasa.

Satuan pengukuran konsumsi energi adalah Kilo Calori (kcal).1 kcal adalah jumlah panas yang dibutuhkan untuk menaikkan temperatur 1 liter air dari 14,5°C menjadi 15,5°C. Konsumsi energi dapat diukur secara tidak langsung dengan mengukur konsumsi oksigen, karena keduanya merupakan faktor yang berhubungan langsung. Jika satu liter oksigen dikonsumsi oleh tubuh, maka tubuh akan mendapatkan 4.8 kcal energi. Faktor inilah yang merupakan nilai kalori suatu oksigen.

## 2.7 Standar untuk Energi Kerja

Dari hasil penelitian mengenai fisiologi kerja diperoleh kesimpulan bahwa 5,2 Kcal/menit akan dipertimbangkan sebagai maksimum energi yang dikonsumsi untuk melaksanakan kerja fisik berat atau kasar secara terus menerus. Nilai 5,2 Kcal/menit dapat pula dikonversikan dalam bentuk:

Konsumsi oksigen : 5,2 Kkal/menit = $\frac{5,2}{4,8} = 1,08$ Liter oksigen/menit
Tenaga/Daya : 5,2Kkal/menit = 5,2 x 4,2 KJ/Menit = 21,48 KJ/menit
Atau : 21,48 x $\frac{1000}{60} = 364$ <i>watt</i>

Bilamana nilai metabolisme basal =1,2 Kcal/menit maka energi yang dikonsumsi untuk kerja fisik berat adalah (5,2 - 1,2 = 4,0 Kcal/menit). Nilai kalori kerja 5,2 pada kondisi kerja standar ini akan menyebabkan jantung atau nadi akan berdetak sekitar 120 detik/menit. Nilai-nilai ini kemudian akan dipakai sebagai tolak ukur yang akan menggambarkan kondisi kerja standar.

Kepastian energi yang mampu dihasilkan oleh seseorang juga akan dipengaruhi oleh faktor usia, dimana dengan meningkatnya usia, kemampuan tersebut juga akan menurun dengan persentase dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Persentase Kemampuan dengan Meningkatnya Usia

Umur (tahun)	Persentase Kemampuan (%)
20-30	100
40	96
50	90
60	80
65	75

(Sumber data: Nugroho, 2008)

## 2.8 Pengukuran Denyut Jantung

Derajat beratnya beban kerja tidak hanya tergantung pada jumlah kalori yang dikonsumsi, akan tetapi juga tergantung pada jumlah otot yang terlibat pada pembebanan otot statis. Sejumlah konsumsi energi tertentu akan lebih berat jika hanya ditunjang oleh sejumlah kecil otot relatif terhadap sejumlah besar otot. Begitu juga untuk konsumsi energi dapat juga untuk menganalisa pembebanan otot statis dan dinamis. Adapun hubungan antara metabolisme, respirasi, temperatur badan dan denyut jantung sebagai media pengukur beban kerja ditunjukkan pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Hubungan Antara Metabolisme, Respirasi, *Energi Expenditure* dan Denyut Jantung sebagai Media Pengukur Beban Kerja

<i>Assesment Of Work Load</i>	<i>Oxygen Consumption Litres/min</i>	<i>Lung Ventilation Litres/min</i>	<i>Energi Expenditure Calories/minute</i>	<i>Heart Rate Pulses/mins</i>
“Very low” (resting)	0.25-0.3	6-7	<2,5	60-70
“Low”	0.5-1	11-20	2,5-5,0	75-100
“Moderate”	1-1.5	20-31	5,0-7,5	100-125
“High”	1.5-2	31-43	7,5-10,0	125-150
“Very high”	2-2.5	43-56	10,0-12,5	150-175
“Extremely high” (e.g. sport)	2.4-4	60-100	>12,5	> 175

(Sumber data: Wignjosoebroto, dkk.)

Pengukuran denyut jantung adalah merupakan salah satu alat untuk mengetahui beban kerja. Hal ini dapat dilakukan dengan berbagai cara antara lain:

1. Merasakan denyut yang ada pada arteri radial pada pergelangan tangan
2. Mendengarkan denyut dengan *stethoscope*
3. Menggunakan ECG (*Electrocardiogram*), yaitu mengukur *signal* elektrik yang diukur dari otot jantung pada permukaan kulit dada.

## **2.9 Kelelahan (*Fatigue*)**

Salah satu gejala kelelahan umum adalah munculnya perasaan letih. Suatu perasaan kelelahan akan teratasi jika dilakukan istirahat. Kelelahan merupakan suatu kondisi dimana seluruh fungsi tubuh dalam bekerja sudah tidak maksimal lagi. Beberapa penyebab kelelahan pada industri adalah intensitas dan lamanya kerja fisik atau mental, lingkungan (seperti iklim, pencahayaan, dan kebisingan), irama circadian, masalah psikis (seperti tanggung jawab, kekhawatiran, konflik), penyakit yang dialami, dan nutrisi. Sedangkan gejala kelelahan yang penting adalah perasaan letih, mengantuk, pusing dan tidak enak dalam bekerja. Gejala kelelahan lainnya adalah semakin lamban dalam berpikir menurunnya kewaspadaan, persepsi yang lemah dan lambat, tidak semangat bekerja dan penurunan kinerja tubuh dan mental. Apabila kelelahan tidak disembuhkan suatu saat akan terjadi kelelahan kronis yang menyebabkan meningkatnya kestabilan psikis (perilaku), depresi, tidak semangat dalam bekerja, dan meningkatnya kecenderungan sakit.

## **2.10 Perhitungan Waktu Baku**

Perhitungan waktu baku merupakan perhitungan waktu tidak langsung. Jika semua data yang didapat telah memiliki keseragaman yang dikehendaki, dan jumlahnya telah memenuhi tingkat-tingkat ketelitian serta keyakinan yang diinginkan, maka selanjutnya adalah mengolah data tersebut sehingga memberikan waktu baku.

Langkah-langkah untuk mendapatkan waktu baku dari data yang terkumpul adalah sebagai berikut (Raharjo, 2008):

1. Menghitung waktu siklus rata-rata ( $W_s$ ) dengan:

$$W_s = \frac{\sum X_i}{N} \dots\dots\dots(2.8)$$

dimana:

$X_i$  = Waktu pengamatan

$N$  = Jumlah pengamatan

2. Menghitung waktu normal ( $W_n$ ) dengan:

$$W_n = W_s \times p \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana:

$p$  = Faktor penyesuaian

$W_s$  = Waktu siklus rata-rata

3. Menghitung waktu baku ( $W_b$ ) dengan:

$$W_b = W_n \times (1 + a) \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana:

$a$  =Faktor kelonggaran

$W_n$  = Waktu normal

### 2.11.1 Faktor Penyesuaian

Suatu ketidakwajaran dalam melakukan suatu pekerjaan hendaknya disesuaikan atau diwajarkan dengan memberikan faktor penyesuaian untuk memperoleh waktu penyelesaian yang normal. *Rating* dari faktor ini adalah sebagai berikut (Nugroho, 2008):

1. Apabila operator dinyatakan terlalu cepat yaitu di atas batas kewajaran (normal) maka *rating* faktor ini akan lebih besar daripada satu (  $p > 1$  atau  $p > 100\%$  ).
2. Apabila operator bekerja terlalu lambat yaitu bekerja dengan kecepatan di bawah kewajaran (normal) maka *rating* faktor ini akan lebih kecil daripada satu (  $p < 1$  atau  $p < 100\%$  ).

3. Apabila operator bekerja secara normal atau wajar maka *rating* faktor ini diambil sama dengan satu (  $p = 1$  atau  $p = 100\%$  ). Untuk kondisi kerja dimana operasi dilaksanakan secara penuh oleh mesin (*operating* atau *machine time*) maka waktu yang diukur dianggap merupakan waktu normal.

Salah satu cara untuk menentukan faktor penyesuaian adalah *Westinghouse*. Cara ini mengarahkan penilaian pada 4 faktor yang dianggap menentukan kewajaran dan ketidakwaajaran dalam bekerja yaitu keterampilan, usaha, kondisi kerja, dan konsistensi.

### 2.11.2 Faktor Kelonggaran

Faktor kelonggaran diberikan untuk tiga hal yang secara nyata dibutuhkan oleh pekerja yaitu untuk kebutuhan pribadi, menghilangkan rasa *fatigue*, dan hambatan-hambatan yang tidak dapat dihindarkan dimana kelonggaran perlu ditambahkan setelah mendapatkan waktu normal (Sutalaksana dkk., dalam Raharjo, 2008).

1. Kelonggaran untuk kebutuhan pribadi

Kebutuhan pribadi yang dimaksud disini adalah hal-hal seperti minum sekadarnya untuk menghilangkan rasa haus, ke kamar kecil, bercakap-cakap dengan teman kerja sekadar untuk menghilangkan ketegangan ataupun kejemuhan dalam bekerja. Kebutuhan-kebutuhan ini jelas merupakan sesuatu yang mutlak, karena merupakan tuntutan psikologis dan fisiologis yang wajar dan manusiawi, serta dapat menurunkan produktivitas pekerja apabila tidak dilaksanakan. Besarnya kelonggaran yang diberikan untuk kebutuhan pribadi berbeda-beda dari satu pekerjaan ke pekerjaan lainnya. Berdasarkan penelitian diketahui besar kelonggaran ini berbeda antara pekerja pria dan wanita.

2. Kelonggaran untuk menghilangkan rasa *fatigue*

Rasa *fatigue* tercermin antara lain dari menurunnya hasil produksi baik jumlah maupun kualitas. Salah satu cara untuk menentukan besarnya kelonggaran ini adalah dengan melakukan pengamatan sepanjang hari kerja dan mencatat pada saat-saat dimana hasil produksi menurun.

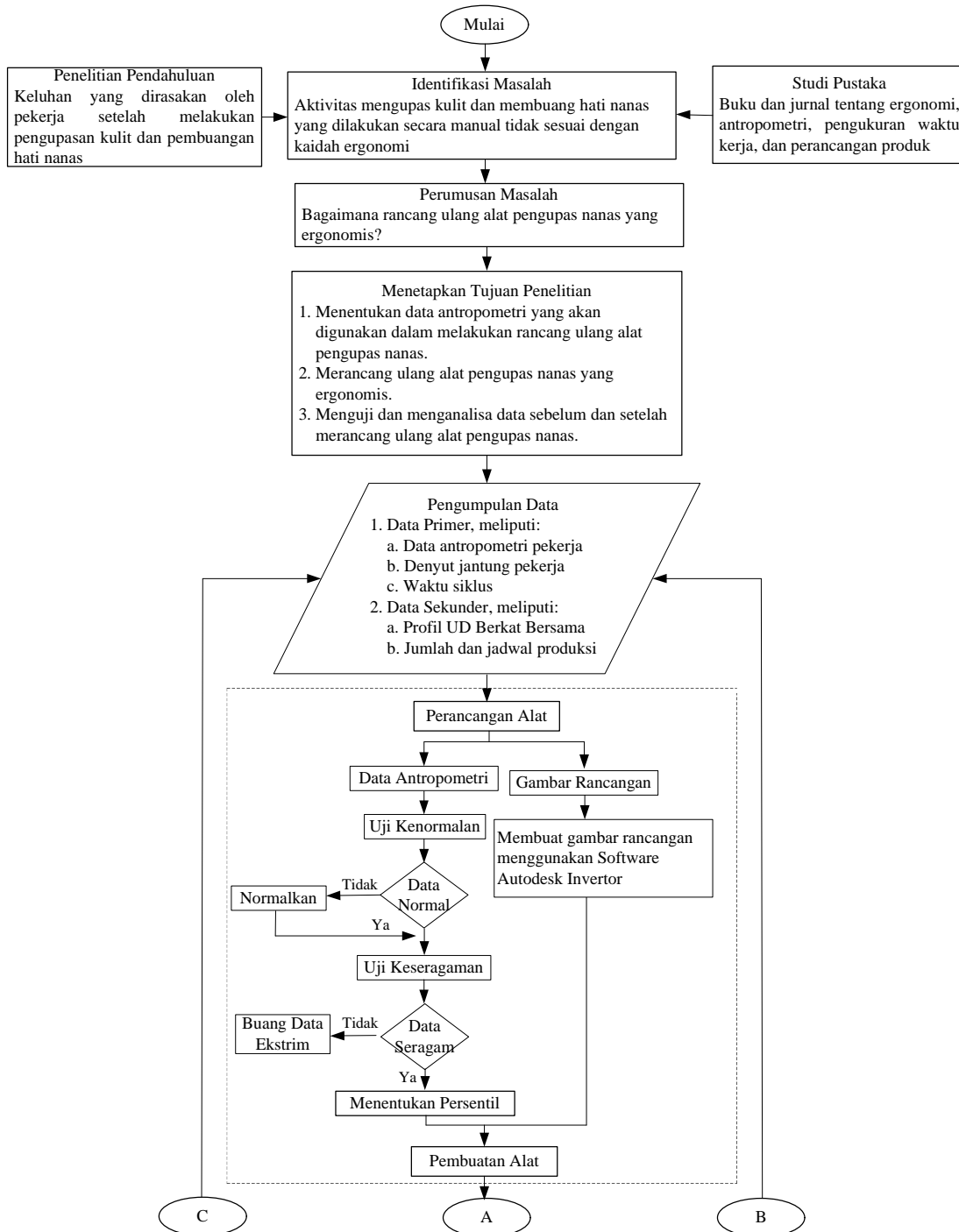
3. Kelonggaran untuk hambatan-hambatan tak terhindarkan

Hambatan dalam hal ini ada 2, pertama hambatan yang dapat dihindarkan seperti mengobrol berlebihan serta yang kedua hambatan yang tidak dapat dihindarkan karena berada diluar kekuasaan pekerja untuk mengendalikannya. Bagi yang pertama jelas harus dihilangkan, sedangkan yang hambatan kedua akan tetap ada dan karenanya harus diperhitungkan dalam perhitungan waktu baku.

### **2.12 Konsep Perancangan Produk (Desain)**

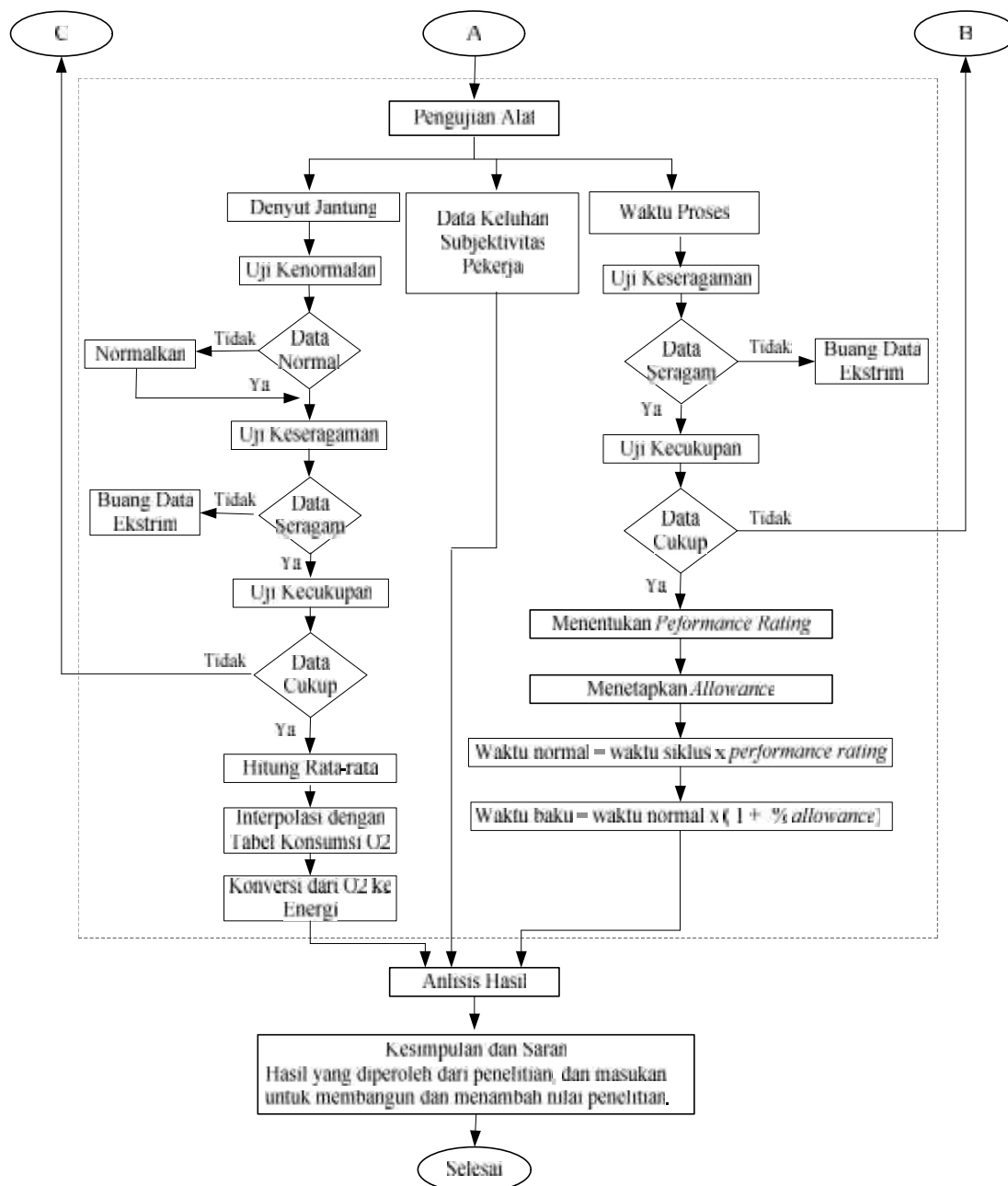
Perancangan dan pembuatan produk merupakan bagian yang sangat besar dari semua kegiatan teknik yang ada. Kegiatan perancangan dimulai dengan didapatkannya persepsi tentang kebutuhan manusia, kemudian disusul oleh penciptaan konsep produk, kemudian diakhiri dengan pembuatan dan pendistribusian produk. Perancangan produk adalah sebuah proses yang berawal pada ditemukannya kebutuhan manusia akan suatu produk sampai diselesaikannya gambar dan dokumen hasil rancangan yang dipakai sebagai dasar pembuatan produk. Hasil rancangan yang dibuat menjadi produk akan menghasilkan produk yang dapat memenuhi kebutuhan manusia. Ergonomi merupakan salah satu dari persyaratan untuk mencapai desain yang *qualified*, *certified*, dan *customer need*. Ilmu ini akan menjadi suatu keterkaitan yang simultan dan menciptakan sinergi dalam pemunculan gagasan, proses desain, dan desain akhir (Kristanto, Saputra, 2011).

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 3.1 *Flow Chart* Metodologi Penelitian





Gambar 3.1 Flow Chart Metodologi Penelitian (lanjutan)

Metodologi penelitian bertujuan untuk memaparkan sistematika tahapan penelitian dari awal proses penelitian sampai akhir penelitian. Metodologi digunakan untuk mengarahkan dan mempermudah proses analisis dalam mencari solusi dalam memecahkan masalah, merancang manajemen penelitian secara baik serta untuk

menentukan kualitas dari suatu penelitian. Setiap tahapan dalam metodologi merupakan bagian yang menentukan tahapan selanjutnya sehingga harus dilakukan dengan cermat.

### **3.1 Studi Pendahuluan**

Langkah awal yang dilakukan dalam penelitian ini ialah melakukan studi pendahuluan di UD Berkas Bersama Di Desa Kualu Nenas, Kabupaten Kampar. Langkah-langkah yang dilakukan dalam tahapan ini meliputi:

#### **1. Penelitian Pendahuluan**

Tahapan ini dilakukan untuk mengetahui apakah ada gejala permasalahan yang timbul pada saat proses produksi. Tahapan ini dilakukan dengan cara melakukan wawancara kepada pemilik dan pekerja di UD Berkas Bersama serta menyebarkan kuesioner pendahuluan. Dari hasil studi pendahuluan yang dilakukan, diketahui bahwa pekerja mengalami permasalahan pada saat bekerja, yaitu sakit pada beberapa bagian otot sehingga menimbulkan rasa tidak nyaman. Hal ini terjadi karena mereka masih menggunakan cara manual yaitu dengan menggunakan pisau dan pipa.

#### **2. Studi Pustaka**

Studi pustaka bertujuan mengumpulkan literatur dan teori yang berkaitan dengan permasalahan yang ada di UD Berkas Bersama khususnya mengenai alat pembuang hati dan pengupas kulit nanas. Literatur dan teori dikutip dari buku dan karya ilmiah yang berhubungan dengan perancangan ulang alat pengupas nanas yang dibutuhkan oleh pekerja di UD Berkas Bersama.

#### **3. Identifikasi Masalah**

Dari studi pendahuluan dan studi pustaka yang dilakukan dapat diidentifikasi bahwa pekerja tidak bekerja dengan kaidah ergonomi sehingga akan menimbulkan cedera yang cukup parah bila tidak segera diantisipasi. Terutama pada stasiun kerja pengupasan kulit dan pembuangan hati nanas.

### **3.2 Perumusan Masalah**

Rumusan masalah merupakan inti dari permasalahan yang didapat dalam penelitian yang akan terjawab ketika penelitian selesai. Identifikasi masalah mengarahkan penelitian kepada permasalahan yang ada, kemudian akan ditentukan pokok masalahnya pada tahapan perumusan masalah. Adapun rumusan masalah dari identifikasi masalah di UD Berkat Bersama adalah Bagaimana rancang ulang alat pengupas nanas yang ergonomis?

### **3.3 Menetapkan Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian merupakan hasil akhir yang ingin dicapai dari suatu penelitian. Oleh sebab itu, tujuan harus *real* dan terukur. Tujuan juga menjadi suatu tolak ukur untuk mengetahui apakah penelitian tersebut berhasil atau tidak. Adapun tujuan yang ingin dicapai dari perumusan masalah di atas adalah:

1. Menentukan data antropometri yang akan digunakan dalam merancang ulang alat pengupas nanas.
2. Merancang ulang alat pengupas nanas yang ergonomis
3. Menguji dan menganalisa data sebelum dan setelah merancang ulang alat pengupas nanas.

### **3.4 Pengumpulan Data**

Setelah tujuan penelitian dan batasan masalah ditetapkan maka langkah selanjutnya adalah melakukan pengumpulan data. Data merupakan fakta-fakta ataupun angka-angka.

Jenis data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah :

1. Data Primer

Data ini adalah data yang langsung diperoleh dari sumber melalui pengamatan dan pencatatan langsung yaitu dengan cara wawancara, pengukuran dimensi tubuh operator, pengukuran denyut jantung operator sebelum dan sesudah

melakukan pekerjaan dan data waktu proses pembuangan hati dan pengupasan kulit nanas.

## 2. Data Sekunder

Data yang diperoleh bukan dari hasil pengamatan langsung. Data ini diperoleh melalui referensi tertentu atau literatur yang berkaitan dengan penelitian. Adapun data sekunder yang diperoleh dari UD Berkat Bersama yaitu profil usaha dagang, data jumlah dan jadwal produksi pembuatan keripik nanas, data karyawan, data jumlah mesin serta peralatan yang digunakan, serta data pendukung lainnya.

### 3.5 Perancangan Alat

Setelah data-data yang dibutuhkan terkumpul, maka dapat dilakukan perancangan ulang alat pengupas nanas. Perancangan dilakukan dengan mengolah data antropometri untuk mengetahui ukuran-ukuran yang digunakan dalam merancang ulang alat pengupas nanas dan membuat gambar dari konsep rancangan.

#### 1. Pengolahan Data Antropometri

Adapun langkah-langkah dalam melakukan pengolahan data antropometri adalah sebagai berikut:

##### a. Uji kenormalan data

Pada penelitian ini uji kenormalan data digunakan *software* SPSS 17.0 yaitu dengan melihat *chi\_tabel* dan *chi\_square*. Untuk menghitung *chi\_tabel* tingkat ketelitian yang digunakan adalah 5%, dan tingkat keyakinan sebesar 95%. Hal ini berarti sekurang-kurangnya 95 dari 100 data yang diambil memiliki penyimpangan tidak lebih dari 5 %.

##### b. Uji keseragaman data

Pada penelitian ini uji keseragaman dilakukan dengan melihat peta kontrol yang diolah melalui program *Microsoft Office Excel 2007*. Dimana menggunakan tingkat ketelitian 5% dan tingkat keyakinan sebesar 95% untuk menentukan nilai BKA (batas kontrol atas) dan BKB (batas kontrol

bawah). Hal ini berarti sekurang-kurangnya 95% dari 100% data yang diambil memiliki penyimpangan tidak lebih dari 5%.

c. Penentuan persentil

Penggunaan persentil dalam perancangan sangat mempengaruhi rancangan alat bantu yang akan dirancang. Apakah alat bantu yang dirancang dapat digunakan oleh seluruh penggunanya atau tidak ditentukan oleh persentil yang digunakan oleh perancang. Persentil yang digunakan dalam penelitian ini adalah 5<sup>th</sup> untuk persentil kecil, 50<sup>th</sup> untuk persentil sedang, dan 95<sup>th</sup> untuk pesentil besar.

2. Membuat Gambar Rancangan

Setelah ukuran alat rancangan didapat dari hasil perhitungan data antropometri, maka selanjutnya dilakukan pembuatan gambar rancangan. Gambar dibuat menggunakan *Software Autodesk Inventor*. Gambar ini selanjutnya akan dijadikan sebagai acuan dalam pembuatan alat.

3. Pembuatan Alat

Pembuatan alat didasarkan pada gambar rancangan yang telah ditentukan sebelumnya. Pembuatan alat ini dilakukan di sebuah bengkel dengan menggunakan beberapa mesin produksi seperti mesin bubut, las, gerinda, dan peralatan lainnya. Secara garis besar tahapan pembuatan alat rancangan ini yaitu: membuat rangka, membuat mata pisau, membuat as penghubung mata pisau dengan *gear* penggerak. Selanjutnya merakit rangka, mata pisau, as, *gearbox*, motor penggerak, dan terakhir *finishing*.

### 3.6 Pengujian Alat

Selanjutnya, alat yang telah dibuat akan uji dalam beberapa bentuk pengujian di UD Berkat Bersama untuk mengetahui apakah alat yang dirancang telah sesuai dengan yang diharapkan.

Adapun pengujian yang dilakukan yaitu:

1. Data Denyut Jantung Pekerja Sebelum dan Sesudah Bekerja

Melakukan pengolahan data denyut jantung pekerja sebelum dan sesudah bekerja untuk mengetahui konsumsi energi pekerja sesudah dan sebelum perancangan alat. Data konsumsi energi pekerja sebelum perancangan akan dibandingkan dengan data konsumsi energi pekerja setelah perancangan. Dari hasil perbandingan ini akan diketahui apakah alat hasil rancangan mampu mengurangi beban kerja yang dialami pekerja. Sebelum data denyut jantung diolah, terlebih dahulu dilakukan pengujian statistik, yaitu uji kenormalan, uji keseragaman, dan uji kecukupan.

2. Data Waktu Siklus Pembuangan Hati dan Pengupasan Kulit Nanas Sebelum dan Sesudah Perancangan.

Melakukan pengolahan data waktu proses sebelum dan sesudah perancangan. Adapun langkah-langkah dalam melakukan pengolahan datanya adalah sebagai berikut:

a. Uji Keseragaman Data Waktu Proses.

Uji keseragaman data dapat dilakukan dengan menghitung BKA (batas kontrol atas) dan BKB (batas kontrol bawah). Apabila terdapat data yang keluar dari batas kontrol, maka data tersebut tidak digunakan dalam perhitungan.

b. Uji Kecukupan Data Waktu Proses.

Uji kecukupan data ini digunakan untuk mengetahui cukup atau tidaknya data hasil pengamatan yang telah terkumpul. Jika  $N' \leq N$  maka data mencukupi. Sebaliknya, jika  $N' > N$  maka harus dilakukan pengamatan kembali sampai data tercukupi.

c. Menentukan *Performance Rating*.

*Performance Rating* bertujuan untuk menormalkan waktu kerja yang disebabkan oleh ketidakwajaran operator dalam bekerja. Metode yang

digunakan untuk menentukan *performance rating* dalam penelitian ini adalah metode *Westinghouse*.

d. Menetapkan *Allowance*.

Terdapat tiga hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan faktor kelonggaran (*allowance*) seperti kebutuhan pribadi (*personal need*), menghilangkan rasa kelelahan (*fatigue*), dan hambatan-hambatan yang tak terhindarkan (*delay*).

e. Perhitungan Waktu Normal

Melakukan perhitungan waktu normal untuk menentukan waktu penyelesaian pekerjaan yang diselesaikan oleh pekerja dalam kondisi wajar dan kemampuan rata-rata.

f. Perhitungan Waktu Baku.

Perhitungan waktu baku bertujuan untuk menentukan waktu yang dibutuhkan secara wajar oleh pekerja normal untuk menyelesaikan pekerjaannya yang dikerjakan dalam sistem kerja terbaik saat itu.

g. Perhitungan *Output* Standar.

Menghitung *Output* Standar untuk mengetahui jumlah produk yang dihasilkan dengan dasar dari perhitungan waktu baku.

3. Data Keluhan Subjektivitas Pekerja

Data keluhan subjektif pekerja digunakan untuk membandingkan perubahan terhadap keluhan-keluhan yang dirasakan oleh pekerja antara cara kerja sebelum dan setelah perancangan ulang alat pengupas nanas. Hal ini dilakukan untuk mengetahui keluhan-keluhan sakit yang dinilai secara subjektif oleh pekerja berkaitan dengan kondisi kerja yang ada.

### 3.7 Analisis Hasil

Pada tahapan ini akan dilakukan analisis terhadap hasil pengolahan data dan pengujian hasil perancangan. Analisis hasil akan menentukan apakah pertanyaan pada rumusan masalah dapat terjawab sesuai dengan tujuan awal. Analisis juga akan

menjelaskan perbandingan hasil pengujian yang dilakukan sebelum dan setelah perancangan.

### **3.8 Penutup**

Penutup terdiri kesimpulan dan saran. Kesimpulan merupakan hasil akhir yang didapat dari penelitian. Kesimpulan harus sesuai dengan tujuan yang kemudian akan menjawab pertanyaan dari rumusan masalah. Sedangkan saran merupakan masukan yang diberikan kepada UD Berkat Bersama agar proses produksi dan pengembangan produk menjadi lebih baik, serta masukan untuk penelitian selanjutnya agar menjadi lebih baik.



## **BAB IV**

### **PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

#### **4.1 Pengumpulan Data**

Tahapan ini dilakukan untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan dalam proses rancang ulang alat pengupas nanas. Adapun data-data yang dibutuhkan dalam proses perancangan ini adalah data antropometri, data denyut nadi pekerja, dan data waktu siklus. Data antropometri digunakan untuk menentukan ukuran/dimensi alat yang dirancang agar ergonomis sedangkan data denyut nadi pekerja dan data waktu siklus digunakan dalam pengujian alat hasil rancangan.

##### **4.1.1 Proses Pembuatan Keripik Nanas**

Proses produksi keripik nanas yang dilakukan di UD Berkat Bersama masih tergolong sederhana dengan mengandalkan tenaga manusia yang bekerja secara manual. Adapun beberapa tahapan proses pembuatan keripik nanas di UD Berkat Bersama adalah sebagai berikut:

1. Memisahkan nanas yang akan diolah dari tumpukan bahan baku (nanas).
2. Membuang mahkota dan pangkal nanas
3. Membuang hati nanas
4. Mengupas kulit nanas
5. Mengiris buah nanas
6. Mencuci irisan nanas dengan menggunakan air yang diberi campuran garam
7. Menggoreng irisan nanas
8. Meniriskan hasil penggorengan
9. Mengemas keripik nanas

##### **4.1.1.1 Proses Membuang Hati Nanas**

Salah satu tahapan dalam proses pembuatan keripik nanas di UD Berkat Bersama adalah membuang hati nanas. Proses ini dilakukan dengan peralatan yang sederhana yaitu sebatang pipa aluminium dengan diameter 1,5 cm. Pekerja membuang hati nanas dengan cara melubangi bagian tengah nanas dari bagian

mahkota ke pangkal nanas dengan menggunakan pipa tersebut. Kemudian digunakan sebatang kayu yang lebih kecil dari pipa untuk mengeluarkan sisa hati yang tertinggal di dalam pipa. Proses ini terbilang cukup berat karena pekerja bekerja secara manual menekan pipa pada saat melubangi nanas dan dilakukan secara berulang-ulang dalam waktu yang lama. Hal ini dapat menyebabkan kelelahan dan rentan cedera. Berikut gambar alat pembuang hati nanas yang digunakan di UD Berkat Bersama (Gambar 4.1) dan gambar posisi kerja proses membuang hati nanas (Gambar 4.2).



Gambar 4.1 Alat Pembuang Hati Nanas yang Digunakan di UD Berkat Bersama



Gambar 4.2 Posisi Pekerja pada Proses Membuang Hati Nanas

#### 4.1.1.2 Proses Mengupas Kulit Nanas

Proses mengupas kulit nanas dilakukan dengan menggunakan pisau. Ukuran pisau yang digunakan  $\pm$  35 cm. Mata pisau dibuat sangat tajam dengan tujuan untuk memudahkan dan mempercepat proses pengupasan tetapi hal ini juga sangat berbahaya bagi keselamatan pekerja. Pekerjaan dilakukan secara manual dimana satu tangan berfungsi menggerakkan pisau dan satu tangan lagi mengarahkan nanas. Posisi pekerja juga kurang baik karena terlalu membungkuk dengan tumpuan badan terletak pada kaki. Hal ini dapat menimbulkan cedera pada pekerja karena dilakukan secara terus menerus dalam rentang waktu yang panjang. Alat pengupas kulit nanas yang digunakan di UD Berkat Bersama dapat dilihat pada Gambar 4.3 dan posisi kerja proses mengupas kulit nanas dapat dilihat pada Gambar 4.4 berikut ini.



Gambar 4.3 Alat Pengupas Kulit Nanas yang Digunakan di UD Berkat Bersama



Gambar 4.4 Posisi Kerja Proses Mengupas Kulit Nanas

#### 4.1.2 Data Antropometri

Data antropometri digunakan untuk menentukan ukuran alat yang dirancang agar ergonomis. Adapun data antropometri yang digunakan dalam rancang ulang alat pengupas nanas dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut ini.

Tabel 4.1 Antropometri yang Digunakan untuk Rancang Ulang Alat Pengupas Nanas

NO	Antropometri	Simbol	Cara Pengukuran	Penerapan
1	Tinggi bahu berdiri	Tbb	Ukur jarak vertikal dari lantai sampai bahu yang menonjol pada saat subjek berdiri tegak	Digunakan untuk menentukan tinggi tombol <i>switch control</i>
2	Tinggi pinggang berdiri	Tpgb	Ukur jarak vertikal dari lantai sampai pinggang pada saat subjek berdiri tegak	Digunakan untuk menentukan tinggi alas nanas
3	Lebar bahu	Lb	Ukur jarak horisontal antara kedua lengan atas	Digunakan untuk menentukan lebar rangka bagian depan

Sumber : Data Antropometri (2013)

Adapun data antropometri hasil pengukuran langsung yang akan digunakan untuk menentukan ukuran rancangan alat pengupas nanas di UD Berkat Bersama dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Rekapitulasi Data Antropometri Pekerja

Nama	Antropometri (Cm)		
	Tbb	Tpgb	Lb
Nursyam	133	100	37
Henra	135	101	38
Masni	132	98	37

Sumber : Pengukuran Data Antropometri Pekerja di UD Berkat Bersama (2013)

#### 4.1.3 Data Denyut Jantung Pekerja Sebelum Perancangan

Data denyut jantung diperoleh dari hasil pengukuran secara manual dengan menggunakan alat bantu jam henti (*stopwacth*). Pengukuran ini dilakukan sebelum operator melakukan pekerjaan dan setelah operator selesai melakukan pekerjaan. Data denyut jantung diambil dari satu operator atau pekerja dengan kemampuan atau *skill* rata-rata.

#### 4.1.3.1 Data Denyut Jantung Pekerja Pembuang Hati Nanas

Adapun data denyut jantung pekerja pembuang hati nanas sebelum bekerja dan sesudah bekerja dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut ini.

Tabel 4.3 Denyut Jantung Pekerja Pembuang Hati Nanas Sebelum Perancangan

No	Denyut Jantung	
	Sebelum Bekerja	Sesudah Bekerja
1	78	92
2	77	93
3	74	89
4	76	92
5	78	90
6	75	88
7	77	91
8	75	90
9	74	91
10	77	93

Sumber : Pengukuran Denyut Jantung Pekerja di UD Berkat Bersama (2013)

#### 4.1.3.2 Data Denyut Jantung Pekerja Pengupas Kulit Nanas

Adapun data denyut jantung pekerja pengupas kulit nanas sebelum dan sesudah bekerja dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Denyut Jantung Pekerja Pengupas Kulit Nanas Sebelum Perancangan

No	Denyut Jantung	
	Sebelum Bekerja	Sesudah Bekerja
1	78	86
2	81	88
3	77	84
4	78	88
5	76	85
6	82	87
7	79	84
8	80	85
9	78	88
10	81	88

Sumber : Pengukuran Denyut Jantung Pekerja di UD Berkat Bersama (2013)

#### 4.1.4 Data Waktu Kerja Sebelum Perancangan

##### 4.1.4.1 Data Waktu Pembuangan Hati Nanas

Pengumpulan data waktu pembuangan hati nanas dilakukan dengan menggunakan jam henti (*stopwatch*). Adapun data hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Data Waktu Pembuangan Hati Nanas Sebelum Perancangan

No	Data Waktu (Detik)	No	Data Waktu (Detik)	No	Data Waktu (Detik)	No	Data Waktu (Detik)	No	Data Waktu (Detik)
1	8	11	6	21	8	31	6	41	7
2	6	12	6	22	6	32	8	42	9
3	7	13	7	23	9	33	7	43	5
4	7	14	6	24	5	34	7	44	8
5	5	15	5	25	8	35	5	45	6
6	7	16	8	26	7	36	8	46	5
7	8	17	7	27	8	37	6	47	7
8	9	18	7	28	8	38	6	48	8
9	8	19	6	29	9	39	6	49	8
10	7	20	9	30	5	40	7	50	6

Sumber : Pengukuran Waktu Kerja di UD Berkat Bersama (2013)

#### 4.1.4.2 Data Waktu Pengupasan Kulit Nanas

Pengumpulan data waktu pengupasan kulit nanas dilakukan dengan menggunakan jam henti (*stopwatch*). Adapun data hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 4.6

Tabel 4.6 Data Waktu Pengupasan Kulit Nanas Sebelum Perancangan

No	Data Waktu (Detik)	No	Data Waktu (Detik)	No	Data Waktu (Detik)	No	Data Waktu (Detik)	No	Data Waktu (Detik)
1	31	11	34	21	33	31	29	41	31
2	29	12	32	22	32	32	30	42	30
3	35	13	30	23	33	33	32	43	31
4	32	14	30	24	31	34	33	44	32
5	30	15	31	25	34	35	30	45	33
6	34	16	33	26	29	36	31	46	33
7	33	17	34	27	30	37	32	47	31
8	31	18	35	28	32	38	32	48	29
9	32	19	32	29	31	39	33	49	30
10	32	20	31	30	34	40	30	50	34

Sumber : Pengukuran Waktu Kerja di UD Berkat Bersama (2013)

## 4.2 Pengolahan Data Sebelum Perancangan

Sebelum dilakukan perancangan alat, ada beberapa data yang dapat diolah terlebih dahulu. Data-data tersebut adalah data denyut jantung sebelum dan sesudah bekerja, dan data pengukuran waktu kerja.

## 4.2.1 Pengolahan Data Denyut Jantung Sebelum Perancangan

### 4.2.1.1 Pengolahan Data Denyut Jantung Pekerja Pembuang Hati Nanas

Sebelum data digunakan, terlebih dahulu dilakukan pengujian statistik yaitu uji kenormalan, uji keseragaman, dan uji kecukupan. Perhitungan data denyut jantung pekerja pada saat melakukan proses pembuangan hati nanas dilakukan untuk menentukan seberapa besar konsumsi energi dari pekerjaan tersebut.

#### 1. Uji Kenormalan Data Denyut Jantung Pekerja Pembuang Hati Nanas

Uji kenormalan digunakan untuk melihat apakah data denyut jantung pekerja pembuang hati nanas yang terkumpul merupakan data yang berdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas ini dilakukan dengan menggunakan *software* SPSS 17.

##### a. Uji Kenormalan Data Sebelum Bekerja

Adapun hasil uji kenormalan data denyut jantung pekerja pembuang hati nanas sebelum bekerja (sebelum perancangan) dapat dilihat pada Tabel 4.7 - 4.10 berikut.

Tabel 4.7 Uji Kenormalan Data Denyut Jantung Pekerja Pembuang Hati Nanas Sebelum Bekerja (Sebelum Perancangan)

No	Denyut Jantung	Chi_Tabel	No	Denyut Jantung	Chi_Tabel
1	78.00	9.49	6	75.00	9.49
2	77.00	9.49	7	77.00	9.49
3	74.00	9.49	8	75.00	9.49
4	76.00	9.49	9	74.00	9.49
5	78.00	9.49	10	77.00	9.49

Sumber : Pengolahan Data Menggunakan Software SPSS 17 (2013)

Tabel 4.8 *Descriptive Statistics* Data Denyut Jantung Pekerja Pembuang Hati Nanas Sebelum Bekerja (Sebelum Perancangan)

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Denyut_Jantung	10	76.1000	1.52388	74.00	78.00

Sumber : Pengolahan Data Menggunakan Software SPSS 17 (2013)

Tabel 4.9 Frekuensi Denyut Jantung pekerja Pembuang Hati Nanas Sebelum Bekerja (Sebelum Perancangan)

	Observed N	Expected N	Residual
74.00	2	2.0	.0
75.00	2	2.0	.0
76.00	1	2.0	-1.0
77.00	3	2.0	1.0
78.00	2	2.0	.0
Total	10		

Sumber : Pengolahan Data Menggunakan Software SPSS 17 (2013)

Tabel 4.10 *Test Statistics* Denyut Jantung Pekerja Pembuang Hati Nanas Sebelum Bekerja (Sebelum Perancangan)

	<b>Denyut_Jantung</b>
Chi-Square	1.000 <sup>a</sup>
df	4
Asymp. Sig.	.910

Sumber : Pengolahan Data Menggunakan Software SPSS 17 (2013)

Hipotesis:

H<sub>0</sub> : Data berdistribusi normal, jika *Chi\_Square* Hitung < *Chi\_Tabel*

H<sub>1</sub> : Data tidak berdistribusi normal, jika *Chi\_Square* Hitung > *Chi\_Tabel*

Dari Tabel 4.10 diketahui bahwa *chi\_square* hitung bernilai 1,000<sup>a</sup> dan dari Tabel 4.7 diketahui *chi\_tabel* bernilai 9,49. Maka *chi\_square* hitung < *chi\_tabel* (1,000<sup>a</sup> < 9,49), berarti data Denyut Jantung Pekerja Pembuang Hati Nanas Sebelum Bekerja (Sebelum Perancangan) telah berdistribusi normal.

#### b. Uji Kenormalan Data Sesudah Bekerja

Adapun hasil uji kenormalan data denyut jantung pekerja pembuang hati nanas sesudah bekerja (sebelum perancangan) dapat dilihat pada Tabel 4.11-4.14 berikut.

Tabel 4.11 Uji Kenormalan Data Denyut Jantung Pekerja Pembuang Hati Nanas Sesudah Bekerja (Sebelum Perancangan)

No	Denyut Jantung	Chi_Tabel
1	92.00	11.07
2	93.00	11.07
3	89.00	11.07
4	92.00	11.07
5	90.00	11.07
6	88.00	11.07
7	91.00	11.07
8	90.00	11.07
9	91.00	11.07
10	93.00	11.07

Sumber : Pengolahan Data Menggunakan Software SPSS 17 (2013)

Tabel 4.12 *Descriptive Statistics* Data Denyut Jantung Pekerja Pembuang Hati Nanas Sesudah Bekerja (Sebelum Perancangan)

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Denyut_Jantung	10	90.9000	1.66333	88.00	93.00

Sumber : Pengolahan Data Menggunakan Software SPSS 17 (2013)



Tabel 4.13 Frekuensi Denyut Jantung Pekerja Pembuang Hati Nanas Sesudah Bekerja (Sebelum Perancangan)

	Observed N	Expected N	Residual
88.00	1	1.7	-.7
89.00	1	1.7	-.7
90.00	2	1.7	.3
91.00	2	1.7	.3
92.00	2	1.7	.3
93.00	2	1.7	.3
Total	10		

Sumber : Pengolahan Data Menggunakan Software SPSS 17 (2013)

Tabel 4.14 Test Statistics Denyut Jantung Pekerja Pembuang Hati Nanas Sesudah Bekerja (Sebelum Perancangan)

	Denyut_Jantung
Chi-Square	.800 <sup>a</sup>
df	5
Asymp. Sig.	.977

Sumber : Pengolahan Data Menggunakan Software SPSS 17 (2013)

Hipotesis:

$H_0$  : Data berdistribusi normal, jika  $Chi\_Square$  Hitung  $<$   $Chi\_Tabel$

$H_1$  : Data tidak berdistribusi normal, jika  $Chi\_Square$  Hitung  $>$   $Chi\_Tabel$

Dari Tabel 4.14 diketahui bahwa  $chi\_square$  hitung bernilai 0,800<sup>a</sup> dan dari Tabel 4.11 diketahui  $chi\_tabel$  bernilai 11,07. Maka  $chi\_square$  hitung  $<$   $chi\_tabel$  (0,800<sup>a</sup>  $<$  11,07), berarti data Denyut Jantung Pekerja Pembuang Hati Nanas Sesudah Bekerja (Sebelum Perancangan) telah berdistribusi normal.

Tabel 4.15 Rekapitulasi Uji Kenormalan Data Denyut Jantung Pekerja Pembuang Hati Nanas (Sebelum Perancangan)

NO	Denyut Jantung (Sebelum Perancangan)	$Chi\_Square$ Hitung	$Chi\_Tabel$	Hasil
1	Sebelum Bekerja	1,000	9,49	Normal
2	Sesudah Bekerja	0,800	11,07	Normal

Sumber : Pengolahan Data Denyut Jantung (2013)

## 2. Uji Keseragaman Data Denyut Jantung Pekerja Pembuang Hati Nanas

Uji keseragaman data denyut jantung pekerja pembuang hati nanas dilakukan agar data berada dalam batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB) yang telah ditentukan.

**a. Uji Keseragaman Data Sebelum Bekerja**

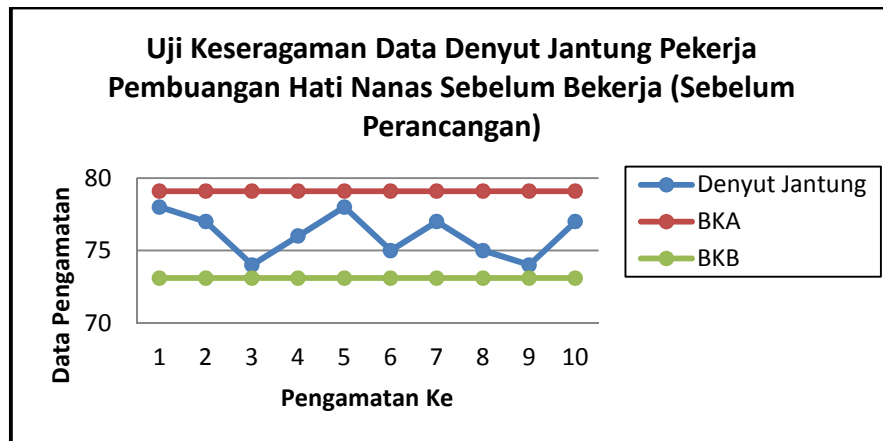
$$\begin{aligned} \text{Rata-rata } (\bar{X}) &= \frac{\sum xi}{n} \\ &= \frac{761}{10} \\ &= 76,1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi } (\sigma) &= \frac{\sqrt{\sum(x_1 - \bar{x})^2}}{N-1} \\ &= \sqrt{\frac{(78 - 76,1)^2 + (77 - 76,1)^2 + \dots + (77 - 76,1)^2}{10 - 1}} \\ &= 1,52 \end{aligned}$$

Batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB)

$$\begin{aligned} \text{BKA} &= \bar{X} + k \cdot \sigma \\ &= 76,1 + 2(1,52) \\ &= 79,1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BKB} &= \bar{X} - k \cdot \sigma \\ &= 76,1 - 2(1,52) \\ &= 73,1 \end{aligned}$$



Gambar 4.5 Peta Keseragaman Data Denyut Jantung Pekerja Pembuangan Hati Nanas Sebelum Bekerja (Sebelum Perancangan)

Sumber : Pengolahan Data Denyut Jantung (2013)

Dari peta keseragaman data denyut jantung pekerja pembuang hati nanas sebelum bekerja (sebelum perancangan) diketahui seluruh data pengamatan berada di antara batas kontrol atas (BKA) = 79,1 dan batas kontrol bawah (BKB) = 73,1 yang berarti data tersebut seragam.

**b. Uji Keseragaman Data Sesudah Bekerja**

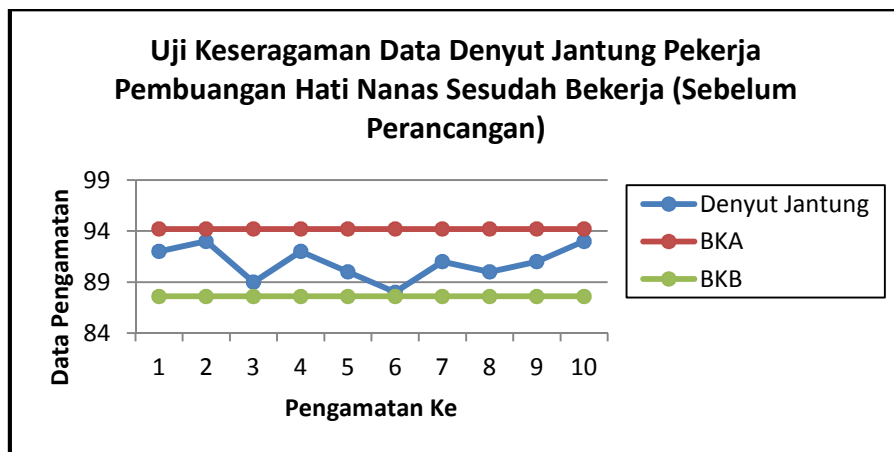
$$\begin{aligned} \text{Rata-rata } (\bar{X}) &= \frac{\sum xi}{n} \\ &= \frac{909}{10} \\ &= 90,9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi } (\sigma) &= \frac{\sqrt{\sum(x_1-x)^2}}{N-1} \\ &= \sqrt{\frac{(92-90,9)^2 + (93-90,9)^2 + \dots + (93-90,9)^2}{10-1}} \\ &= 1,67 \end{aligned}$$

Batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB)

$$\begin{aligned} \text{BKA} &= \bar{X} + k \cdot \sigma \\ &= 90,9 + 2(1,67) \\ &= 94,2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BKB} &= \bar{X} - k \cdot \sigma \\ &= 90,9 - 2(1,67) \\ &= 87,6 \end{aligned}$$



Gambar 4.6 Peta Keseragaman Data Denyut Jantung Pekerja Pembuang Hati Nanas Sesudah Bekerja (Sebelum Perancangan)

Sumber : Pengolahan Data Denyut Jantung (2013)

Dari peta keseragaman data denyut jantung pekerja pembuang hati nanas sesudah bekerja (sebelum perancangan) diketahui seluruh data pengamatan berada di antara batas kontrol atas (BKA) = 94,2 dan batas kontrol bawah (BKB) = 87,6 yang berarti data tersebut seragam.

Tabel 4.16 Rekapitulasi Uji Keseragaman Data Denyut Jantung Pekerja Pembuang Hati Nanas (Sebelum Perancangan)

NO	Denyut Jantung (Sebelum Perancangan)	Rata-rata	†	BKA	BKB	Hasil
1	Sebelum Bekerja	76,1	1,53	79,15	73,1	Seragam
2	Sesudah Bekerja	90,9	1,67	942	87,6	Seragam

Sumber : *Pengolahan Data Denyut Jantung* (2013)

### 3. Uji Kecukupan Data Denyut Jantung Pekerja Pembuang Hati Nanas

Uji kecukupan data dilakukan dengan tujuan agar data yang digunakan dalam penelitian cukup untuk dilakukan pengolahan data selanjutnya. Dalam penelitian ini menggunakan tingkat kepercayaan 95 % dan derajat ketelitian 5%.

#### a. Uji Kecukupan Data Sebelum Bekerja

$$\begin{aligned}
 N' &= \left[ \frac{(\ / ) \sqrt{N \Sigma (x_i^2) - (\Sigma x_i)^2}}{\Sigma x_i} \right]^2 \\
 &= \left[ \frac{40 \sqrt{10(57933) - (579121)}}{761} \right]^2 \\
 &= 0,58 \approx 1
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diperoleh  $N' = 0,58 \approx 1$  sedangkan  $N = 10$  maka uji kecukupan data denyut jantung pekerja pembuang hati nanas sebelum bekerja dinyatakan cukup karena  $N' < N$  ( $1 < 10$ ).

#### b. Uji Kecukupan Data Sesudah Bekerja

$$\begin{aligned}
 N' &= \left[ \frac{(\ / ) \sqrt{N \Sigma (x_i^2) - (\Sigma x_i)^2}}{\Sigma x_i} \right]^2 \\
 &= \left[ \frac{40 \sqrt{10(82653) - (826281)}}{909} \right]^2 \\
 &= 0,48 \approx 1
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diperoleh  $N' = 0,48 \approx 1$  sedangkan  $N = 10$  maka uji kecukupan data denyut jantung pekerja pembuang hati nanas sesudah bekerja dinyatakan cukup karena  $N' < N$  ( $1 < 10$ ).

Tabel 4.17 Rekapitulasi Uji Kecukupan Data Denyut Jantung Pekerja Pembuang Hati Nanas (Sebelum Perancangan)

NO	Denyut Jantung (Sebelum Perancangan)	N'	N	Hasil
1	Sebelum Bekerja	0,58	10	Cukup
2	Sesudah Berkerja	0,48	10	Cukup

Sumber : Pengolahan Data Denyut Jantung (2013)

#### 4. Perhitungan Konsumsi Oksigen dan Konsumsi Energi (Sebelum Perancangan)

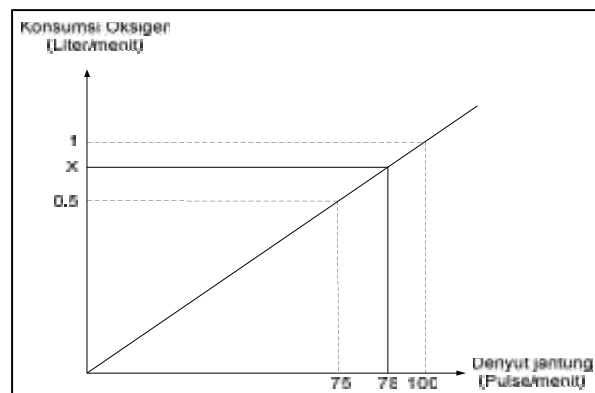
Perhitungan data denyut jantung pekerja pada saat melakukan proses pembuangan hati nanas dilakukan untuk menentukan seberapa besar konsumsi energi dari pekerjaan tersebut.

Tabel 4.18 Data Denyut Jantung Pekerja Sebelum Perancangan

No	Denyut Jantung		No	Denyut Jantung	
	Sebelum Bekerja	Sesudah Bekerja		Sebelum Bekerja	Sesudah Bekerja
1	78	92	6	75	88
2	77	93	7	77	91
3	74	89	8	75	90
4	76	92	9	74	91
5	78	90	10	77	93

Sumber : Denyut Jantung Pekerja Saat Pembuangan Hati Nanas (2013)

Berdasarkan Tabel 4.18 di atas maka dapat dihitung konsumsi oksigen dan konsumsi energi dari proses pembuangan hati nanas sebelum perancangan. Perhitungan konsumsi oksigen dilakukan dengan cara interpolasi berdasarkan tabel hubungan antara metabolisme, respirasi, energi *expenditure* dan denyut jantung sebagai media pengukur beban kerja. Adapun kurva interpolasi antara denyut jantung dan konsumsi oksigen dapat dilihat pada Gambar 4.7 berikut.



Gambar 4.7 Kurva Interpolasi Konsumsi Oksigen

Perhitungan interpolasi konsumsi oksigen:

$$\frac{100-75}{78-75} = \frac{1-0.5}{x-0.5}$$

$$1,5 = 25x-12.5$$

$$x = \frac{14}{25} = 0,56$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh nilai konsumsi oksigen sebesar 0,56 liter/menit. Untuk mengetahui berapa nilai konsumsi energi yang diperlukan maka:

$$\text{Konsumsi oksigen} \times 4,8 \text{ Kkal} = 0,56 \text{ liter/menit} \times 4,8 \text{ Kkal} = 2,688 \text{ Kkal.}$$

Hasil perhitungan konsumsi oksigen dan konsumsi energi dari data denyut jantung pada saat pembuangan hati nanas sebelum perancangan dengan cara interpolasi dapat dilihat pada Tabel 4.19 berikut ini.

Tabel 4.19 Hasil Perhitungan Konsumsi Oksigen dan Konsumsi Energi Proses Pembuangan Hati Nanas (Sebelum Perancangan)

No	Pembuangan Hati Nanas					
	Sebelum Bekerja			Sesudah Bekerja		
	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)
1	78	0,56	2,69	92	0,84	4,03
2	77	0,54	2,59	93	0,86	4,13
3	74	0,48	2,30	89	0,78	3,74
4	76	0,52	2,50	92	0,84	4,03
5	78	0,56	2,69	90	0,8	3,84
6	75	0,50	2,40	88	0,76	3,65
7	77	0,54	2,59	91	0,82	3,94
8	75	0,50	2,40	90	0,8	3,84
9	74	0,48	2,30	91	0,82	3,94
10	77	0,54	2,59	93	0,86	4,13
Jumlah	761	5,22	25,05	909	8,18	39,27
Rata-rata	76,1	0,522	2,505	90,9	0,818	3,927

Sumber : Pengolahan Data Denyut Jantung Pekerja Pembuang Hati Nanas di UD Berkat Bersama (2013)

#### 4.2.1.2 Pengolahan Data Denyut Jantung Pekerja Pengupas Kulit Nanas

Sebelum data digunakan, terlebih dahulu dilakukan pengujian statistik yaitu uji kenormalan, uji keseragaman, dan uji kecukupan. Perhitungan data denyut jantung pekerja pada saat melakukan proses pengupasan kulit nanas dilakukan untuk menentukan seberapa besar konsumsi energi dari pekerjaan tersebut.

## 1. Uji Kenormalan Data Denyut Jantung Pekerja Pengupas Kulit Nanas

Uji kenormalan digunakan untuk melihat apakah data denyut jantung pekerja pengupas kulit nanas yang terkumpul merupakan data yang berdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas ini dilakukan dengan menggunakan *software* SPSS 17.

### a. Uji Kenormalan Data Sebelum Bekerja

Adapun hasil uji kenormalan data denyut jantung pekerja pengupas kulit nanas sebelum bekerja (sebelum perancangan) dapat dilihat pada Tabel 4.20 - 4.23 berikut.

Tabel 4.20 Uji Kenormalan Data Denyut Jantung Pekerja Pengupas Kulit Nanas Sebelum Bekerja (Sebelum Perancangan)

No	Denyut Jantung	Chi_Tabel	No	Denyut Jantung	Chi_Tabel
1	78.00	12.59	6	82.00	12.59
2	81.00	12.59	7	79.00	12.59
3	77.00	12.59	8	80.00	12.59
4	78.00	12.59	9	78.00	12.59
5	76.00	12.59	10	81.00	12.59

Sumber : Pengolahan Data Menggunakan Software SPSS 17 (2013)

Tabel 4.21 *Descriptive Statistics* Data Denyut Jantung Pekerja Pengupas Kulit Nanas Sebelum Bekerja (Sebelum Perancangan)

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Denyut_Jantung	10	79.0000	1.94365	76.00	82.00

Sumber : Pengolahan Data Menggunakan Software SPSS 17 (2013)

Tabel 4.22 Frekuensi Denyut Jantung Pekerja Pengupas Kulit Nanas Sebelum Bekerja (Sebelum Perancangan)

	Observed N	Expected N	Residual
76.00	1	1.4	-.4
77.00	1	1.4	-.4
78.00	3	1.4	1.6
79.00	1	1.4	-.4
80.00	1	1.4	-.4
81.00	2	1.4	.6
82.00	1	1.4	-.4
Total	10		

Sumber : Pengolahan Data Menggunakan Software SPSS 17 (2013)

Tabel 4.23 *Test Statistics* Denyut Jantung Pekerja Pengupas Kulit Nanas Sebelum Bekerja (Sebelum Perancangan)

	Denyut_Jantung
Chi-Square	2.600 <sup>a</sup>
df	6
Asymp. Sig.	.857

Sumber : Pengolahan Data Menggunakan Software SPSS 17 (2013)

Hipotesis:

$H_0$  : Data berdistribusi normal, jika  $Chi\_Square$  Hitung  $<$   $Chi\_Tabel$

$H_1$  : Data tidak berdistribusi normal, jika  $Chi\_Square$  Hitung  $>$   $Chi\_Tabel$

Dari Tabel 4.23 diketahui bahwa  $chi\_square$  hitung bernilai 2,600<sup>a</sup> dan dari Tabel 4.20 diketahui  $chi\_tabel$  bernilai 12,59. Maka  $chi\_square$  hitung  $<$   $chi\_tabel$  (2,600<sup>a</sup>  $<$  12,59), berarti data Denyut Jantung Pekerja Pengupas Kulit Nanas Sebelum Bekerja (Sebelum Perancangan) telah berdistribusi normal.

### b. Uji Kenormalan Data Sesudah Bekerja

Adapun hasil uji kenormalan data denyut jantung pekerja pengupas kulit nanas sesudah bekerja (sebelum perancangan) dapat dilihat pada Tabel 4.24-4.27 berikut.

Tabel 4.24 Uji Kenormalan Data Denyut Jantung Pekerja Pengupas Kulit Nanas Sesudah Bekerja (Sebelum Perancangan)

No	Denyut Jantung	Chi_Tabel	No	Denyut Jantung	Chi_Tabel
1	86.00	9.49	6	87.00	9.49
2	88.00	9.49	7	84.00	9.49
3	84.00	9.49	8	85.00	9.49
4	88.00	9.49	9	88.00	9.49
5	85.00	9.49	10	88.00	9.49

Sumber : Pengolahan Data Menggunakan Software SPSS 17 (2013)

Tabel 4.25 *Descriptive Statistics* Data Denyut Jantung Pekerja Pengupas Kulit Nanas Sesudah Bekerja (Sebelum Perancangan)

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Denyut_Jantung	10	86.3000	1.70294	84.00	88.00

Sumber : Pengolahan Data Menggunakan Software SPSS 17 (2013)

Tabel 4.26 Frekuensi Denyut Jantung Pekerja Pengupas Kulit Nanas Sesudah Bekerja (Sebelum Perancangan)

	Observed N	Expected N	Residual
84.00	2	2.0	.0
85.00	2	2.0	.0
86.00	1	2.0	-1.0
87.00	1	2.0	-1.0
88.00	4	2.0	2.0
Total	10		

Sumber : Pengolahan Data Menggunakan Software SPSS 17 (2013)

Tabel 4.27 *Test Statistics* Denyut Jantung Pekerja Pengupas Kulit Nanas Sesudah Bekerja (Sebelum Perancangan)

	Denyut_Jantung
Chi-Square	3.000 <sup>a</sup>
df	4
Asymp. Sig.	.558

Sumber : Pengolahan Data Menggunakan Software SPSS 17 (2013)



Hipotesis:

$H_0$  : Data berdistribusi normal, jika  $Chi\_Square$  Hitung  $< Chi\_Tabel$

$H_1$  : Data tidak berdistribusi normal, jika  $Chi\_Square$  Hitung  $> Chi\_Tabel$

Dari Tabel 4.27 diketahui bahwa  $chi\_square$  hitung bernilai 3,000<sup>a</sup> dan dari Tabel 4.24 diketahui  $chi\_tabel$  bernilai 9,49. Maka  $chi\_square$  hitung  $< chi\_tabel$  (3,000<sup>a</sup>  $<$  9,49), berarti data Denyut Jantung Pekerja Pengupas Kulit Nanas Sesudah Bekerja (Sebelum Perancangan) telah berdistribusi normal.

Tabel 4.28 Rekapitulasi Uji Kenormalan Data Denyut Jantung Pekerja Pengupas Kulit Nanas (Sebelum Perancangan)

NO	Denyut Jantung (Sebelum Perancangan)	$Chi\_Square$ Hitung	$Chi\_Tabel$	Hasil
1	Sebelum Bekerja	2,600	12,59	Normal
2	Sesudah Bekerja	3,000	9,49	Normal

Sumber : Pengolahan Data Denyut Jantung (2013)

## 2. Uji Keseragaman Data Denyut Jantung Pekerja Pengupas Kulit Nanas

Uji keseragaman data denyut jantung pekerja pengupas kulit nanas dilakukan agar data berada dalam batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB) yang telah ditentukan.

### a. Uji Keseragaman Data Sebelum Bekerja

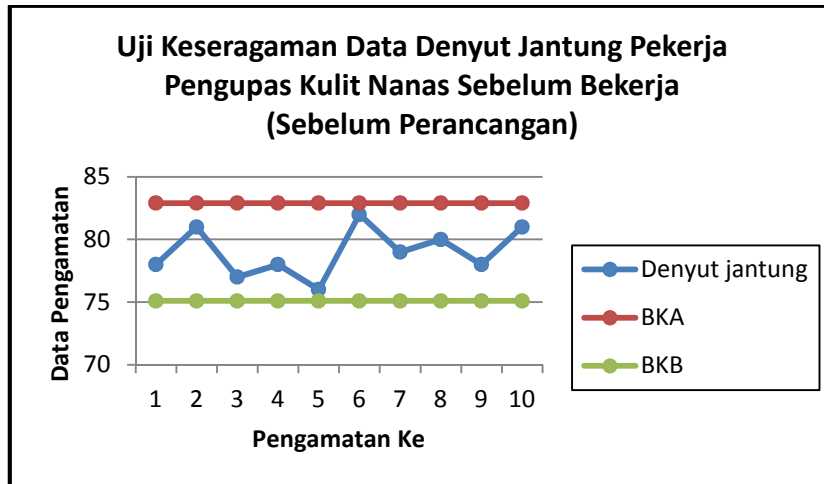
$$\begin{aligned} \text{Rata-rata } (\bar{X}) &= \frac{\sum xi}{n} \\ &= \frac{790}{10} = 79 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi } (\sigma) &= \frac{\sqrt{\sum(x_1 - \bar{x})^2}}{N-1} \\ &= \sqrt{\frac{(78-79)^2 + (81-79)^2 + \dots + (81-79)^2}{10-1}} \\ &= 1,94 \end{aligned}$$

Batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB)

$$\begin{aligned} \text{BKA} &= \bar{X} + k \cdot \sigma \\ &= 79 + 2(1,94) = 82,9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BKB} &= \bar{X} - k \cdot \sigma \\ &= 79 - 2(1,94) = 75,1 \end{aligned}$$



Gambar 4.8 Peta Keseragaman Data Denyut Jantung Pekerja Pengupas Kulit Nanas Sebelum Bekerja (Sebelum Perancangan)

Sumber : Pengolahan Data Denyut Jantung (2013)

Dari peta keseragaman data denyut jantung pekerja pengupas kulit nanas sebelum bekerja (sebelum perancangan) diketahui seluruh data pengamatan berada di antara batas kontrol atas (BKA) = 82,9 dan batas kontrol bawah (BKB) = 75,1 yang berarti data tersebut seragam.

**b. Uji Keseragaman Data Sesudah Bekerja**

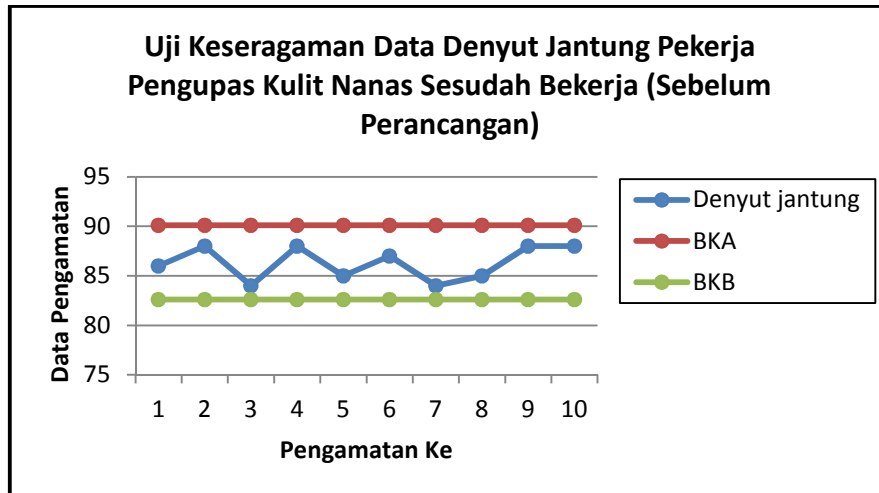
$$\begin{aligned} \text{Rata-rata } (\bar{X}) &= \frac{\sum xi}{n} \\ &= \frac{863}{10} = 86,3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi } (\sigma) &= \frac{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2}}{N-1} \\ &= \sqrt{\frac{(86 - 86,3)^2 + (88 - 86,3)^2 + \dots + (88 - 86,3)^2}{10 - 1}} \\ &= 1,87 \end{aligned}$$

Batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB)

$$\begin{aligned} \text{BKA} &= \bar{X} + k \cdot \sigma \\ &= 86,3 + 2(1,87) \\ &= 90,1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BKB} &= \bar{X} - k \cdot \sigma \\ &= 86,3 - 2(1,87) \\ &= 82,6 \end{aligned}$$



Gambar 4.9 Peta Keseragaman Data Denyut Jantung Pekerja Pengupas Kulit Nanas Sesudah Bekerja (Sebelum Perancangan)

Sumber : Pengolahan Data Denyut Jantung (2013)

Dari peta keseragaman data denyut jantung pekerja pembuang hati nanas sesudah bekerja (sebelum perancangan) diketahui seluruh data pengamatan berada di antara batas kontrol atas (BKA) = 90,1 dan batas kontrol bawah (BKB) = 82,6 yang berarti data tersebut seragam.

Tabel 4.29 Rekapitulasi Uji Keseragaman Data Denyut Jantung Pekerja Pengupas Kulit Nanas (Sebelum Perancangan)

NO	Denyut Jantung (Sebelum Perancangan)	Rata-rata	†	BKA	BKB	Hasil
1	Sebelum Bekerja	79	1,95	82,9	75,1	Seragam
2	Sesudah Berkerja	86,3	1,87	90,1	82,6	Seragam

Sumber : Pengolahan Data Denyut Jantung (2013)

### 3. Uji Kecukupan Data Denyut Jantung Pekerja Pengupas Kulit Nanas

Uji kecukupan data dilakukan dengan tujuan agar data yang digunakan dalam penelitian cukup untuk dilakukan pengolahan data selanjutnya. Dalam penelitian ini menggunakan tingkat kepercayaan 95 % dan derajat ketelitian 5%.

#### a. Uji Kecukupan Data Sebelum Bekerja

$$N' = \left[ \frac{(\ / ) \sqrt{N (\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

$$= \left[ \frac{40 \sqrt{10(62444) - (624100)}}{790} \right]^2$$

$$= 0,87 \approx 1$$

Dari hasil perhitungan diperoleh  $N' = 0,87 \approx 1$  sedangkan  $N = 10$  maka uji kecukupan data denyut jantung pekerja pengupas kulit nanas sebelum bekerja dinyatakan cukup karena  $N' < N$  ( $1 < 10$ ).

**b. Uji Kecukupan Data Sesudah Bekerja**

$$N' = \left[ \frac{(\ / ) \sqrt{N (\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

$$= \left[ \frac{40 \sqrt{10(74503) - (744769)}}{863} \right]^2$$

$$= 0,56 \approx 1$$

Dari hasil perhitungan diperoleh  $N' = 0,56 \approx 1$  sedangkan  $N = 10$  maka uji kecukupan data denyut jantung pekerja pengupas kulit nanas sesudah bekerja dinyatakan cukup karena  $N' < N$  ( $1 < 10$ ).

Tabel 4.30 Rekapitulasi Uji Kecukupan Data Denyut Jantung Pekerja Pengupas Kulit Nanas (Sebelum Perancangan)

NO	Denyut Jantung (Sebelum Perancangan)	N'	N	Hasil
1	Sebelum Bekerja	0,87	10	Cukup
2	Sesudah Berkerja	0,56	10	Cukup

Sumber : Pengolahan Data Denyut Jantung (2013)

**4. Perhitungan Konsumsi Oksigen dan Konsumsi Energi (Sebelum Perancangan)**

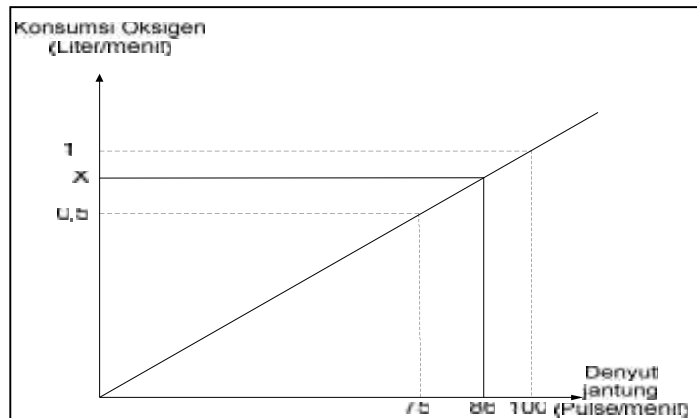
Perhitungan data denyut jantung pekerja pada saat melakukan proses pengupasan kulit nanas dilakukan untuk menentukan seberapa besar konsumsi energi dari pekerjaan tersebut.

Tabel 4.31 Data Denyut Jantung Pekerja Sebelum Perancangan

No	Denyut Jantung		No	Denyut Jantung	
	Sebelum Bekerja	Sesudah Bekerja		Sebelum Bekerja	Sesudah Bekerja
1	78	86	6	82	87
2	81	88	7	79	84
3	77	84	8	80	85
4	78	88	9	78	88
5	76	85	10	81	88

Sumber : Denyut Jantung Pekerja Saat Pengupasan Kulit Nanas (2013)

Berdasarkan Tabel 4.31 di atas maka dapat dihitung konsumsi oksigen dan konsumsi energi dari proses pengupasan kulit nanas sebelum perancangan. Perhitungan konsumsi oksigen dilakukan dengan cara interpolasi berdasarkan tabel hubungan antara metabolisme, respirasi, energi *expenditure* dan denyut jantung sebagai media pengukur beban kerja. Perhitungan konsumsi oksigen dengan cara interpolasi.



Gambar 4.10 Kurva Interpolasi Konsumsi Oksigen

Perhitungan interpolasi konsumsi oksigen:

$$\frac{100-75}{86-75} = \frac{1-0,5}{x-0,5}$$

$$25x-12,5 = 5,5$$

$$x = \frac{18}{25} = 0,72$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh nilai konsumsi oksigen sebesar 0,72 liter/menit. Untuk mengetahui berapa nilai konsumsi energi yang diperlukan maka:

$$\text{Konsumsi oksigen} \times 4,8 \text{ Kkal} = 0,72 \text{ liter/menit} \times 4,8 \text{ Kkal} = 3,46 \text{ Kkal.}$$

Hasil perhitungan konsumsi oksigen dan konsumsi energi dari data denyut jantung pada saat pengupasan kulit nanas sebelum perancangan dengan cara interpolasi dapat dilihat pada Tabel 4.32 berikut ini.

Tabel 4.32 Hasil Perhitungan Konsumsi Oksigen dan Konsumsi Energi Proses Pengupasan Kulit Nanas (Sebelum Perancangan)

No	Pengupasan Kulit Nanas					
	Sebelum Bekerja			Sesudah Bekerja		
	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)
1	78	0,56	2,69	86	0,72	3,46
2	81	0,62	2,98	88	0,76	3,65
3	77	0,54	2,59	84	0,68	3,26
4	78	0,56	2,69	88	0,76	3,65
5	76	0,52	2,5	85	0,7	3,36
6	82	0,64	3,07	87	0,74	3,55
7	79	0,58	2,78	84	0,68	3,26
8	80	0,60	2,88	85	0,7	3,36
9	78	0,56	2,69	88	0,76	3,65
10	81	0,62	2,98	88	0,76	3,65
Jumlah	790	5,8	27,85	863	7,26	34,85
Rata-rata	79	0,58	2,785	86,3	0,726	3,485

Sumber : Pengolahan Data Denyut Jantung Pekerja Pengupas Kulit Nanas di UD Berkas Bersama (2013)

#### 4.2.2 Menentukan Waktu Baku Sebelum Perancangan

Data waktu proses pembuangan hati dan pengupasan kulit nanas sebelum perancangan digunakan untuk menentukan waktu baku dari masing-masing proses tersebut. Perhitungan waktu baku dilakukan dengan cara memberi nilai dari faktor penyesuaian dan faktor kelonggaran terhadap waktu siklus dari masing-masing proses. Sebelum menentukan waktu baku, data waktu proses diuji secara statistik terlebih dahulu. Adapun pengolahan data statistik tersebut adalah uji keseragaman dan uji kecukupan data.

##### 4.2.2.1 Menentukan Waktu Baku Pembuangan Hati Nanas

Menentukan waktu baku pembuangan hati nanas bertujuan untuk mengetahui lama waktu yang dibutuhkan oleh pekerja untuk membuang hati nanas setelah diberi faktor pengesuaian dan faktor kelonggaran sehingga diketahui waktu standar dari proses pembuangan hati nanas.

#### 1. Uji Keseragaman Data Waktu Proses Pembuangan Hati Nanas Sebelum Perancangan

Uji keseragaman data waktu pembuangan hati nanas sebelum perancangan dilakukan agar data yang akan kita gunakan tersebut berada dalam batas kontrol atas dan batas kontrol bawah yang telah ditentukan.

**a. Rata-rata Subgrup ( $\bar{X}$ )**

Tabel 4.33 Perhitungan Rata-rata Nilai Subgrup Data Waktu Pembuangan Hati Nanas Sebelum Perancangan

No	Subgrup				
	1	2	3	4	5
1	8	6	8	6	7
2	6	6	6	8	9
3	7	7	9	7	5
4	7	6	5	7	8
5	5	5	8	5	6
6	7	8	7	8	5
7	8	7	8	6	7
8	9	7	8	6	8
9	8	6	9	6	8
10	7	9	5	7	6
$\dot{y}$	72	67	73	66	69
$\bar{X}$	7,2	6,7	7,3	6,6	6,9

Sumber : Pengolahan Data Waktu (2013)

**b. Rata-rata dari Rata-rata Subgrup ( $\bar{X}$ )**

$$\begin{aligned} X &= \frac{\sum \bar{X}_i}{n} \\ &= \frac{7,2+6,7+7,3+6,6+6,9}{5} \\ &= 6,94 \end{aligned}$$

**c. Standar Deviasi ( $\dagger$ )**

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{\sqrt{\sum (X_j - \bar{X})^2}}{N-1} \\ &= \frac{\sqrt{(8-6,94)^2 + (6-6,94)^2 + \dots + (6-6,94)^2}}{50-1} \\ &= 1,22 \end{aligned}$$

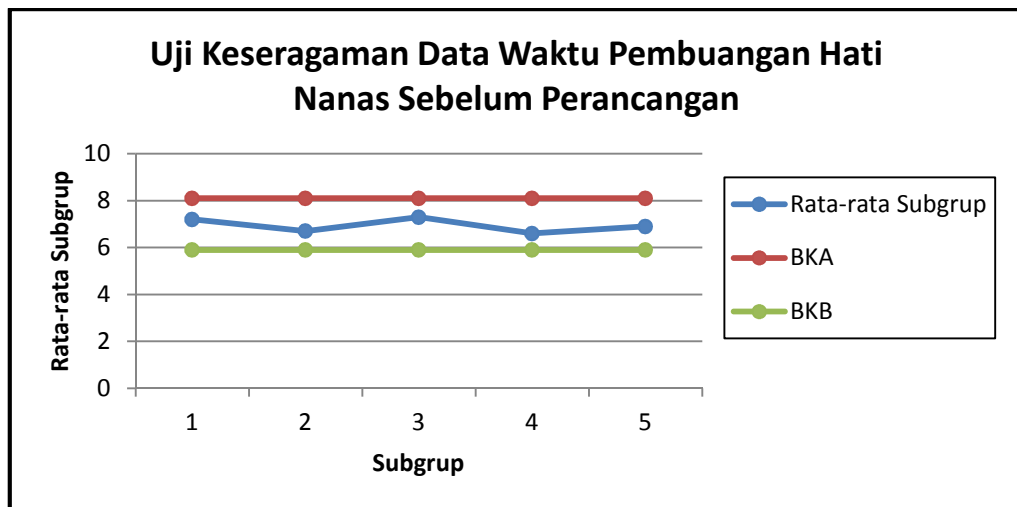
**d. Standar Deviasi dari Distribusi Rata-rata Subgrup ( $\sigma_{\bar{X}}$ )**

$$\begin{aligned} \sigma_{\bar{X}} &= \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \\ &= \frac{1,22}{\sqrt{5}} \\ &= 0,55 \end{aligned}$$

e. Perhitungan BKA dan BKB

$$\begin{aligned} \text{BKA} &= X + \beta\sigma_{\bar{x}} \\ &= 6,94 + 2(0,55) \\ &= 8,1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BKB} &= X - \beta\sigma_{\bar{x}} \\ &= 6,94 - 2(0,55) \\ &= 5,9 \end{aligned}$$



Gambar 4.11 Peta Keseragaman Data Waktu Pembuangan Hati Nanas Sebelum Perancangan

Sumber : Pengolahan Data Waktu (2013)

Dari peta keseragaman data waktu pembuangan hati nanas sebelum perancangan diketahui bahwa data telah seragam karena semua rata-rata subgrup berada dalam batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB). Ini berarti semua data yang ada dapat digunakan untuk perhitungan selanjutnya.

Tabel 4.34 Rekapitulasi Uji Keseragaman Data Waktu Pembuangan Hati Nanas Sebelum Perancangan

Subgrup	Rata-rata	BKA	BKB	Hasil
1	7,2	8,1	5,9	Seragam
2	6,7	8,1	5,9	Seragam
3	7,3	8,1	5,9	Seragam
4	6,6	8,1	5,9	Seragam
5	6,9	8,1	5,9	Seragam

Sumber : Pengolahan Data Waktu (2013)



## 2. Uji Kecukupan Data Waktu Proses Pembuangan Hati Nanas Sebelum Perancangan

Uji kecukupan data dilakukan dengan tujuan agar data yang digunakan dalam penelitian cukup untuk dilakukan pengolahan data selanjutnya. Dalam penelitian ini menggunakan tingkat kepercayaan 95 % dan derajat ketelitian 5%.

$$N' = \left[ \frac{(\frac{1}{0,05}) \sqrt{N(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

$$N' = \left[ \frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{50(2481) - (120409)}}{347} \right]^2$$

$$N' = 48,4 \approx 49$$

Dari hasil perhitungan diperoleh  $N' = 48,4 \approx 49$  sedangkan  $N = 50$  maka uji kecukupan data waktu pembuangan hati nanas sebelum perancangan dinyatakan cukup karena  $N' < N$  ( $49 < 50$ ).

Tabel 4.35 Rekapitulasi Uji Kecukupan Data Waktu Pembuangan Hati Nanas Sebelum Perancangan

Data Waktu (Sebelum Perancangan)	N'	N	Hasil
Pembuangan Hati Nanas	48,4	50	Cukup

Sumber : Pengolahan Data Waktu (2013)

## 3. Perhitungan Waktu Baku Proses Pembuangan Hati Nanas Sebelum Perancangan

Jika semua data yang didapat telah memiliki keseragaman yang dikehendaki, serta jumlahnya juga telah memenuhi tingkat-tingkat ketelitian dan keyakinan yang diinginkan, maka selanjutnya adalah mengolah data tersebut sehingga didapat waktu baku. Untuk menghitung waktu baku perlu diketahui nilai dari faktor penyesuaian dan faktor kelonggaran. Langkah-langkah untuk mendapatkan waktu baku dari data yang terkumpul adalah sebagai berikut:

### a. Menentukan Faktor Penyesuaian

Penentuan nilai faktor penyesuaian dalam penelitian ini menggunakan metode *Westinghouse*. Dalam metode *westinghouse* ada empat faktor penyesuaian yang dinyatakan dapat mempengaruhi *performance* manusia

dalam bekerja yaitu keterampilan (*skill*), usaha (*effort*), kondisi kerja (*working condition*), dan konsistensi (*consistency*). Berdasarkan sistem penentuan tersebut, maka nilai faktor penyesuaian untuk kondisi kerja pembuangan hati nanas sebelum perancangan dapat dihitung sebagai berikut:

Keterampilan ( <i>skill</i> )	: <i>Good Skill</i> (C1)	= + 0,06
Usaha ( <i>effort</i> )	: <i>Good Effort</i> (C1)	= + 0,05
Kondisi Kerja	: <i>Fair</i> (E)	= - 0,03
Konsistensi	: <i>Good</i> (C)	= + 0,01 (+)
Total		= + 0,09

Jadi, faktor penyesuaian pekerja pembuang hati nanas adalah:

$$P = 1 + 0,09 = 1,09$$

#### b. Menetapkan Faktor Kelonggaran (*Allowance*)

Pada penelitian ini, penetapan besarnya nilai *allowance* berdasarkan nilai faktor-faktor yang berpengaruh. Faktor-faktor tersebut yaitu besarnya tenaga yang dikeluarkan, sikap kerja, gerakan kerja, kelelahan mata, keadaan suhu tempat kerja, keadaan atmosfer tempat kerja, dan keadaan lingkungan tempat kerja. Adapun penilaian dalam menetapkan *allowance* pekerja pembuang hati nanas adalah sebagai berikut:

1. Tenaga yang dikeluarkan	16 %
2. Sikap kerja	8 %
3. Gerakan kerja	1 %
4. Kelelahan mata	3 %
5. Keadaan suhu tempat kerja	5 %
6. Keadaan atmosfer tempat kerja	5 %
7. Keadaan lingkungan kerja	5 % +
Jumlah = 43 %	

Jadi, nilai *allowance* pekerja pembuang hati nanas adalah 43%

#### c. Perhitungan Waktu Siklus ( $W_s$ )

$$W_s = \frac{\sum x_i}{N} = \frac{347}{50}$$

$$= 6,94 \text{ detik/buah}$$

**d. Perhitungan Waktu Normal (Wn)**

$$\begin{aligned} W_n &= W_s \times p \\ &= 6,94 \times 1,09 \\ &= 7,57 \text{ detik/buah} \end{aligned}$$

**e. Perhitungan Waktu Baku (Wb)**

$$\begin{aligned} W_b &= W_n (1 + a) \\ &= 7,57 (1 + 0,43) \\ &= 10,8 \text{ detik/buah} \end{aligned}$$

**f. Perhitungan Output Standar**

*Output* standar pada proses ini merupakan total buah nanas yang mampu dibuang hatinya oleh pekerja dalam rentang waktu tertentu. Adapun perhitungan *output* standar proses pengupasan kulit nanas dalam rentang waktu 1 jam adalah sebagai berikut:

Waktu baku pembuangan hati nanas : 10,8 detik/buah

Rentang Waktu standar : 3600 detik/jam

$$\begin{aligned} \text{Output Standar} &= \frac{\text{Rentang Waktu Standar}}{\text{Waktu Baku}} \\ &= \frac{3600}{10,8} \\ &= 333,33 \\ &\approx 333 \text{ buah/jam} \end{aligned}$$

Tabel 4.36 Hasil Perhitungan Waktu Baku dan *Output* Standar Proses Pembuangan Hati Nanas Sebelum Perancangan

Data Waktu (Sebelum Perancangan)	N	Waktu Siklus (Detik)	Waktu Normal (Detik)	Waktu Baku (Detik)	<i>Output</i> Standar (Buah/jam)
Pembuangan Hati Nanas	50	6,94	7,57	10,8	333

Sumber : Pengolahan Data Waktu (2013)

**4.2.2.2 Menentukan Waktu Baku Pengupasan Kulit Nanas**

Menentukan waktu baku pengupasan kulit nanas bertujuan untuk mengetahui lama waktu yang dibutuhkan oleh pekerja untuk mengupas kulit nanas setelah diberi faktor pengesuaian dan faktor kelonggaran sehingga diketahui waktu standar dari proses pengupasan kulit nanas.

**1. Uji Keseragaman Data Waktu Proses Pengupasan Kulit Nanas Sebelum Perancangan**

Uji keseragaman data waktu pengupasan kulit nanas sebelum perancangan dilakukan agar data yang akan kita gunakan tersebut berada dalam batas kontrol atas dan batas kontrol bawah yang telah ditentukan.

**a. Rata-rata Subgrup ( $\bar{X}$ )**

Tabel 4.37 Perhitungan Rata-rata Nilia Subgrup Data Waktu Pengupasan Kulit Nanas Sebelum Perancangan

No	Subgrup				
	1	2	3	4	5
1	31	34	33	29	31
2	29	32	32	30	30
3	35	30	33	32	31
4	32	30	31	33	32
5	30	31	34	30	33
6	34	33	29	31	33
7	33	34	30	32	31
8	31	35	32	32	29
9	32	32	31	33	30
10	32	31	34	30	34
$\dot{y}$	319	322	319	312	314
$\bar{X}$	31,9	32,2	31,9	31,2	31,4

Sumber : Pengolahan Data Waktu (2013)

**b. Rata-rata dari Rata-rata Subgrup ( $\bar{X}$ )**

$$\begin{aligned}
 X &= \frac{\sum \bar{X}_i}{n} \\
 &= \frac{31,9+32,2+31,9+31,2+31,4}{5} \\
 &= 31,72
 \end{aligned}$$

**c. Standar Deviasi ( $\sigma$ )**

$$\begin{aligned}
 \sigma &= \frac{\sqrt{\sum (X_j - \bar{X})^2}}{N-1} \\
 &= \frac{\sqrt{(31-31,72)^2 + (29-31,72)^2 + \dots + (34-31,72)^2}}{50-1} \\
 &= 1,62
 \end{aligned}$$

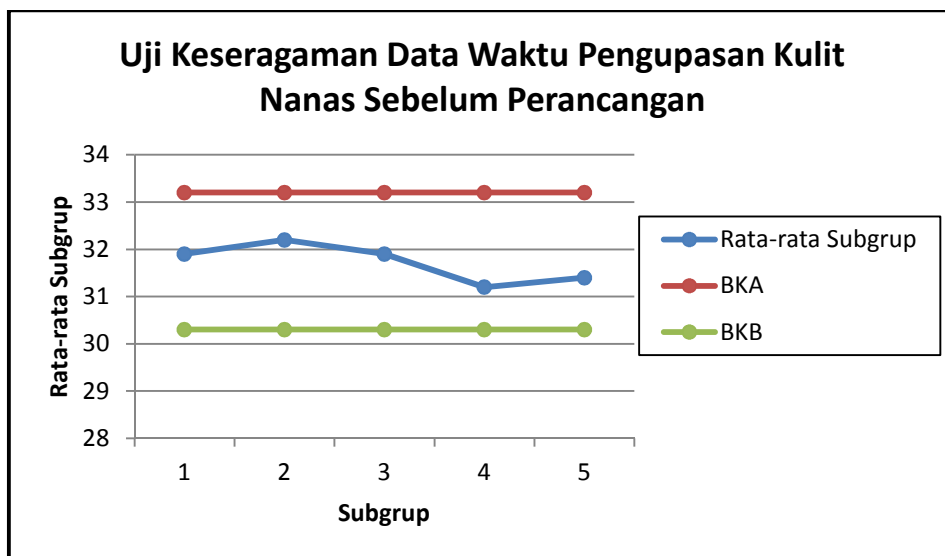
d. Standar Deviasi dari Distribusi Rata-rata Subgrup ( $\sigma_{\bar{x}}$ )

$$\begin{aligned}\sigma_{\bar{x}} &= \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \\ &= \frac{1,62}{\sqrt{5}} \\ &= 0,72\end{aligned}$$

e. Perhitungan BKA dan BKB

$$\begin{aligned}\text{BKA} &= \bar{X} + \beta\sigma_{\bar{x}} \\ &= 31,72 + 2(0,72) \\ &= 33,2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{BKB} &= \bar{X} - \beta\sigma_{\bar{x}} \\ &= 31,72 - 2(0,72) \\ &= 30,3\end{aligned}$$



Gambar 4.12 Peta Keseragaman Data Waktu Pengupasan Kulit Nanas Sebelum Perancangan

Sumber : Pengolahan Data Waktu (2013)

Dari peta keseragaman data waktu pengupasan kulit nanas sebelum perancangan diketahui bahwa data telah seragam karena semua rata-rata subgrup berada dalam batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB). Ini berarti semua data yang ada dapat digunakan untuk perhitungan selanjutnya.

Tabel 4.38 Rekapitulasi Uji Keseragaman Data Waktu Pengupasan Kulit Nanas Sebelum Perancangan

Subgrup	Rata-rata	BKA	BKB	Hasil
1	31,9	33,2	30,3	Seragam
2	32,2	33,2	30,3	Seragam
3	31,9	33,2	30,3	Seragam
4	31,2	33,2	30,3	Seragam
5	31,4	33,2	30,3	Seragam

Sumber : Pengolahan Data Waktu (2013)

## 2. Uji Kecukupan Data Waktu Proses Pengupasan Kulit Nanas Sebelum Perancangan

Uji kecukupan data dilakukan dengan tujuan agar data yang digunakan dalam penelitian cukup untuk dilakukan pengolahan data selanjutnya. Dalam penelitian ini menggunakan tingkat kepercayaan 95 % dan derajat ketelitian 5%.

$$N' = \left[ \frac{(\frac{1}{0,05}) \sqrt{N(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

$$N' = \left[ \frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{50(50436) - (2515396)}}{1586} \right]^2$$

$$N' = \left[ \frac{40 \sqrt{(2521800) - (2515396)}}{1586} \right]^2$$

$$N' = 4,07$$

$$\approx 5$$

Dari hasil perhitungan diperoleh  $N' = 4,07 \approx 5$  sedangkan  $N = 50$  maka uji kecukupan data waktu pengupasan kulit nanas sebelum perancangan dinyatakan cukup karena  $N' < N$  ( $5 < 50$ ).

Tabel 4.39 Rekapitulasi Uji Kecukupan Data Waktu Pengupasan Kulit Nanas Sebelum Perancangan

Data Waktu (Sebelum Perancangan)	N'	N	Hasil
Pengupasan Kulit Nanas	4,07	50	Cukup

Sumber : Pengolahan Data Waktu (2013)

### 3. Perhitungan Waktu Baku Proses Pengupasan Kulit Nanas Sebelum Perancangan

Jika semua data yang didapat telah memiliki keseragaman yang dikehendaki. serta jumlahnya juga telah memenuhi tingkat-tingkat ketelitian dan keyakinan yang diinginkan, maka selanjutnya adalah mengolah data tersebut sehingga didapat waktu baku. Untuk menghitung waktu baku perlu diketahui nilai dari faktor penyesuaian dan faktor kelonggaran. Langkah-langkah untuk mendapatkan waktu baku dari data yang terkumpul adalah sebagai berikut:

#### a. Menentukan Faktor Penyesuaian

Penentuan nilai faktor penyesuaian dalam penelitian ini menggunakan metode *Westinghouse*. Dalam metode *westinghouse* ada empat faktor penyesuaian yang dinyatakan dapat mempengaruhi *performance* manusia dalam bekerja yaitu keterampilan (*skill*), usaha (*effort*), kondisi kerja (*working condition*), dan konsistensi (*consistency*). Berdasarkan sistem penentuan tersebut, maka faktor penyesuaian untuk kondisi kerja pengupasan kulit nanas sebelum perancangan dapat dihitung seperti di bawah ini.

Keterampilan ( <i>skill</i> )	: <i>Good Skill</i> (C1)	= + 0,06
Usaha ( <i>effort</i> )	: <i>Good Effort</i> (C1)	= + 0.05
Kondisi Kerja	: <i>Fair</i> (E)	= - 0.03
Konsistensi	: <i>Good</i> (C)	= + 0.01 (+)
<hr/>		
Total		= + 0.09

Jadi, faktor penyesuaian pekerja pengupasan kulit nanas adalah:

$$\begin{aligned} P &= 1 + 0,09 \\ &= 1,09 \end{aligned}$$

#### b. Menetapkan Kelonggaran (*Allowance*)

Pada penelitian ini, penetapan besarnya nilai *allowance* berdasarkan nilai faktor-faktor yang berpengaruh. Faktor-faktor tersebut yaitu besarnya tenaga yang dikeluarkan, sikap kerja, gerakan kerja, kelelahan mata, keadaan suhu tempat kerja, keadaan atmosfer tempat kerja, dan keadaan lingkungan tempat kerja.

Adapun penilaian dalam menetapkan *allowance* pada proses kerja pengupasan kulit nanas adalah sebagai berikut:

1. Tenaga yang dikeluarkan	7,5 %
2. Sikap kerja	7 %
3. Gerakan kerja	0 %
4. Kelelahan mata	6 %
5. Keadaan suhu tempat kerja	5 %
6. Keadaan atmosfer tempat kerja	5 %
7. <u>Keadaan lingkungan kerja</u>	5 % +
Jumlah	= 35,5 %

Jadi, nilai *allowance* pekerja pengupasan kulit nanas adalah 35,5%

**c. Perhitungan Waktu Siklus (Ws)**

$$W_s = \frac{\sum x_i}{N} = \frac{1586}{50}$$

$$= 31,72 \text{ detik/buah}$$

**d. Perhitungan Waktu Normal (Wn)**

$$W_n = W_s \times p$$

$$= 31,72 \times 1,09$$

$$= 34,6 \text{ detik/buah}$$

**e. Perhitungan Waktu Baku (Wb)**

$$W_b = W_n (1 + a)$$

$$= 34,6 (1 + 0,355)$$

$$= 46,9 \text{ detik/buah}$$

**f. Perhitungan *Output* Standar**

*Output* standar pada proses ini merupakan total buah nanas yang mampu dikupas kulitnya oleh pekerja dalam rentang waktu tertentu. Adapun perhitungan *output* standar proses pengupasan kulit nanas dalam rentang waktu 1 jam adalah sebagai berikut:

Waktu baku pengupasan kulit nanas : 46,9 detik/buah  
 Rentang waktu standar : 3600 detik/jam



$$\begin{aligned}
 \text{Output Standar} &= \frac{\text{Rentang Waktu Standar}}{\text{Waktu Baku}} \\
 &= \frac{3600}{46,9} = 76,76 \approx 76 \text{ buah/jam}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.40 Hasil Perhitungan Waktu Baku dan *Output* Standar Proses Pengupasan Kulit Nanas Sebelum Perancangan

Data Waktu (Sebelum Perancangan)	N	Waktu Siklus (Detik)	Waktu Normal (Detik)	Waktu Baku (Detik)	<i>Output</i> Standar (Buah/jam)
Pengupasan Kulit Nanas	50	31,72	34,6	46,9	76

Sumber : Pengolahan Data Waktu (2013)

### 4.3 Pengolahan Data Antropometri

Data antropometri yang telah terkumpul selanjutnya akan diuji menggunakan pengujian data secara statistik. Adapun pengolahan data statistik tersebut adalah uji kenormalan dan uji keseragaman data. Uji kenormalan data bertujuan untuk mengetahui apakah data yang diperoleh berdistribusi normal atau tidak. Sedangkan uji keseragaman data mempunyai tujuan agar data antropometri tersebut berada dalam batas kontrol yang telah ditentukan. Apabila terdapat data yang melebihi batas kontrol, maka data tersebut dibuang dan tidak digunakan dalam perhitungan karena memiliki nilai yang ekstrim. Setelah melakukan pengujian statistik terhadap data antropometri, maka selanjutnya adalah melakukan perhitungan persentil untuk menentukan nilai antropometri yang akan digunakan sebagai ukuran dalam perancangan.

#### 4.3.1 Uji Kenormalan Data

Pada tahapan ini, uji kenormalan data dilakukan dengan menggunakan *software* SPSS 17. Berikut tahapan dan hasil pengujian dari masing-masing data antropometri.

##### 1. Tinggi Bahu Berdiri (Tbb)

Tabel 4.41 Uji Kenormalan Data Tinggi Bahu Berdiri

No	N	Chi_Tabel
1	135	5.99
2	135	5.99
3	136	5.99

Sumber : Pengolahan Data Menggunakan Software SPSS 17 (2013)

Tabel 4.42 *Descriptive Statistics* Data Tinggi Bahu Berdiri

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Tinggi_Bahu_Berdiri	3	133.3333	1.52753	132.00	135.00

Sumber : Pengolahan Data Menggunakan Software SPSS 17 (2013)

Tabel 4.43 Frekuensi Data Tinggi Bahu Berdiri

	Observed N	Expected N	Residual
132.00	1	1.0	.0
133.00	1	1.0	.0
135.00	1	1.0	.0
Total	3		

Sumber : Pengolahan Data Menggunakan Software SPSS 17 (2013)

Tabel 4.44 *Test Statistics* Data  
Tinggi Bahu Berdiri

	Tinggi_Bahu_Berdiri
Chi-Square	.000 <sup>a</sup>
df	2
Asymp. Sig.	1.000

Sumber : Pengolahan Data Menggunakan Software SPSS 17 (2013)

Hipotesis:

$H_0$  : Data berdistribusi normal, jika *Chi\_Square* Hitung < *Chi\_Tabel*

$H_1$  : Data tidak berdistribusi normal, jika *Chi\_Square* Hitung > *Chi\_Tabel*

Dari Tabel 4.44 diketahui bahwa *chi\_square* hitung bernilai 0,000<sup>a</sup> dan dari Tabel 4.41 diketahui *chi\_tabel* bernilai 5,99. Maka *chi\_square* hitung < *chi\_tabel* (0,000<sup>a</sup> < 5,99), berarti data tinggi bahu berdiri berdistribusi normal.

## 2. Tinggi Pinggang Berdiri (Tpgb)

Tabel 4.45 Uji Kenormalan Data  
Tinggi Pinggang Berdiri

No	N	Chi_Tabel
1	100.00	5.99
2	101.00	5.99
3	98.00	5.99

Sumber : Pengolahan Data Menggunakan Software SPSS 17 (2013)

Tabel 4.46 *Descriptive Statistics* Data Tinggi Pinggang Berdiri

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Tinggi_Pinggang_Berdiri	3	99.6667	1.52753	98.00	101.00

Sumber : Pengolahan Data Menggunakan Software SPSS 17 (2013)

Tabel 4.47 Frekuensi Data Tinggi Pinggang Berdiri

	Observed N	Expected N	Residual
98.00	1	1.0	.0
100.00	1	1.0	.0
101.00	1	1.0	.0
Total	3		

Sumber : Pengolahan Data Menggunakan Software SPSS 17 (2013)

Tabel 4.48 *Test Statistics Data Tinggi Pinggang Berdiri*

	<b>Tinggi_Pinggang_Berdiri</b>
Chi-Square	.000 <sup>a</sup>
df	2
Asymp. Sig.	1.000

Sumber : Pengolahan Data Menggunakan Software SPSS 17 (2013)

Hipotesis:

$H_0$  : Data berdistribusi normal, jika *Chi\_Square* Hitung < *Chi\_Tabel*

$H_1$  : Data tidak berdistribusi normal, jika *Chi\_Square* Hitung > *Chi\_Tabel*

Dari Tabel 4.48 diketahui bahwa *chi\_square* hitung bernilai 0,000<sup>a</sup> dan dari Tabel 4.45 diketahui *chi\_tabel* bernilai 5,99. Maka *chi\_square* hitung < *chi\_tabel* (0,000<sup>a</sup> < 5,99), berarti data tinggi pinggang berdiri berdistribusi normal.

### 3. Lebar Bahu

Tabel 4.49 Uji Kenormalan Data Lebar Bahu

No	N	Chi_Tabel
1	37.00	3.84
2	38.00	3.84
3	37.00	3.84

Sumber : Pengolahan Data Menggunakan Software SPSS 17 (2013)

Tabel 4.50 *Descriptive Statistics Data Lebar Bahu*

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Lebar_Bahu	3	37.3333	.57735	37.00	38.00

Sumber : Pengolahan Data Menggunakan Software SPSS 17 (2013)

Tabel 4.51 Frekuensi Data Lebar Bahu

	Observed N	Expected N	Residual
37.00	2	1.5	.5
38.00	1	1.5	-.5
Total	3		

Sumber : Pengolahan Data Menggunakan Software SPSS 17 (2013)

Tabel 4.52 *Test Statistics Data Lebar Bahu*

	<b>Lebar_Bahu</b>
Chi-Square	.333 <sup>a</sup>
df	1
Asymp. Sig.	.564

Sumber : Pengolahan Data Menggunakan Software SPSS 17 (2013)

Hipotesis:

$H_0$  : Data berdistribusi normal, jika *Chi\_Square* Hitung < *Chi\_Tabel*

$H_1$  : Data tidak berdistribusi normal, jika *Chi\_Square* Hitung > *Chi\_Tabel*

Dari Tabel 4.52 diketahui bahwa *chi\_square* hitung bernilai 0,333<sup>a</sup> dan dari Tabel 4.49 diketahui *chi\_tabel* bernilai 3,84. Maka *chi\_square* hitung < *chi\_tabel* (0,333<sup>a</sup> < 3,84), berarti data lebar bahu berdistribusi normal.

Tabel 4.53 Rekapitulasi Uji Kenormalan Data Antropometri

No	Data Antropometri	<i>Chi_square</i> Hitung	<i>Chi_Tabel</i>	Hasil
1	Tinggi bahu berdiri (Tbb)	0,000	5,99	Normal
2	Tinggi pinggang berdiri (Tpgb)	0,000	5,99	Normal
3	Lebar bahu (Lb)	0,333	3,84	Normal

Sumber : Pengolahan Data Menggunakan Software SPSS 17 (2013)

### 4.3.2 Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data dilakukan agar data antropometri yang akan kita gunakan berada dalam batas kontrol atas dan batas kontrol bawah yang telah ditentukan. Jika ada data yang berada diluar batas kontrol, maka data tersebut dibuang dan tidak akan digunakan pada perhitungan selanjutnya.

#### 1. Tinggi Bahu Berdiri (Tbb)

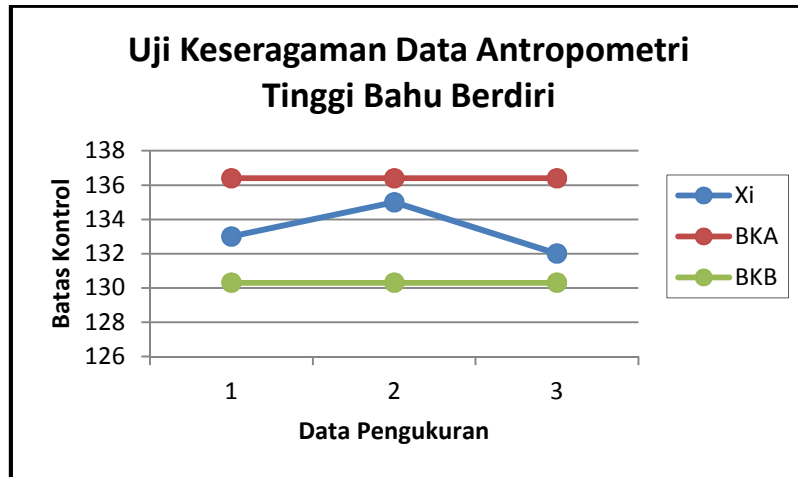
$$\begin{aligned} \text{Rata-rata } (\bar{X}) &= \frac{\sum xi}{n} \\ &= \frac{400}{3} = 133,33 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi } (\sigma) &= \frac{\sqrt{\sum(x_1 - \bar{x})^2}}{N-1} \\ &= \sqrt{\frac{(133-133,33)^2 + (135-133,33)^2 + (132-133,33)^2}{3-1}} \\ &= 1,53 \end{aligned}$$

Batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB)

$$\begin{aligned} \text{BKA} &= \bar{X} + k \cdot \sigma \\ &= 133,33 + 2(1,53) \\ &= 136,4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BKB} &= \bar{X} - k \cdot \sigma \\ &= 133,33 - 2(1,53) \\ &= 130,3 \end{aligned}$$



Gambar 4.13 Peta Keseragaman Data Tinggi Bahu Berdiri  
 Sumber : Pengolahan Data Antropometri (2013)

Dari peta keseragaman data tinggi bahu berdiri diketahui bahwa data telah seragam karena seluruh data berada dalam batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB). Ini berarti semua data yang ada dapat digunakan untuk perhitungan selanjutnya.

## 2. Tinggi Pinggang Berdiri (Tpgb)

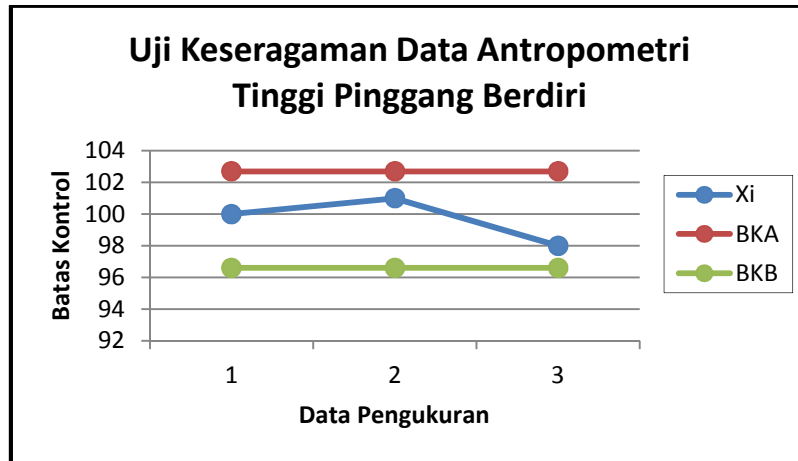
$$\begin{aligned} \text{Rata-rata } (\bar{X}) &= \frac{\sum xi}{n} \\ &= \frac{299}{3} = 99,67 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi } (\sigma) &= \frac{\sqrt{\sum(x_1 - \bar{x})^2}}{N-1} \\ &= \sqrt{\frac{(100 - 99,67)^2 + (101 - 99,67)^2 + (98 - 99,67)^2}{3-1}} \\ &= 1,53 \end{aligned}$$

Batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB)

$$\begin{aligned} \text{BKA} &= \bar{X} + k \cdot \sigma \\ &= 99,67 + 2(1,53) \\ &= 1102,7 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BKB} &= \bar{X} - k \cdot \sigma \\ &= 99,67 - 2(1,53) \\ &= 96,6 \end{aligned}$$



Gambar 4.14 Peta Keseragaman Data Tinggi Pinggang Berdiri  
 Sumber : Pengolahan Data Antropometri (2013)

Dari peta keseragaman data tinggi pinggang berdiri diketahui bahwa data telah seragam karena seluruh data berada dalam batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB). Ini berarti semua data yang ada dapat digunakan untuk perhitungan selanjutnya.

### 3. Lebar Bahu (Lb)

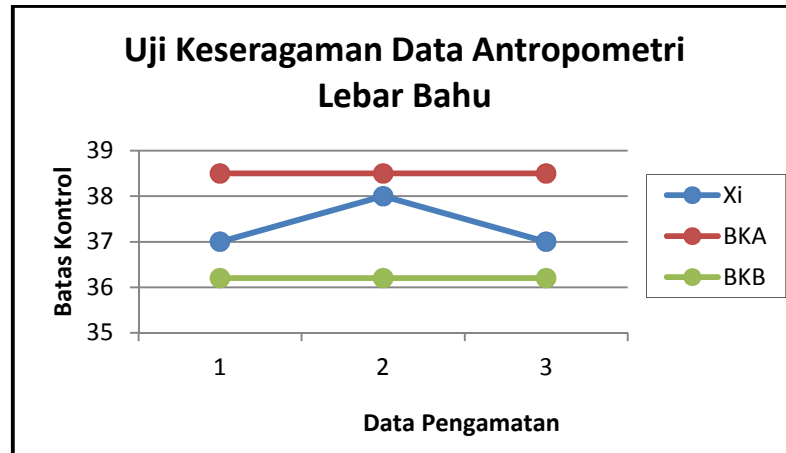
$$\begin{aligned} \text{Rata-rata } (\bar{X}) &= \frac{\sum xi}{n} \\ &= \frac{112}{3} = 37,33 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi } (\sigma) &= \sqrt{\frac{\sum(x_1 - \bar{x})^2}{N-1}} \\ &= \sqrt{\frac{(37 - 37,33)^2 + (38 - 37,33)^2 + (37 - 37,33)^2}{3-1}} \\ &= 0,58 \end{aligned}$$

Batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB)

$$\begin{aligned} \text{BKA} &= \bar{X} + k \cdot \sigma \\ &= 37,33 + 2(0,58) \\ &= 38,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BKB} &= \bar{X} - k \cdot \sigma \\ &= 37,33 - 2(0,58) \\ &= 36,2 \end{aligned}$$



Gambar 4.15 Peta Keseragaman Data Lebar Bahu  
 Sumber : Pengolahan Data Antropometri (2013)

Dari peta keseragaman data lebar bahu diketahui bahwa data telah seragam karena seluruh data berada dalam batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB). Ini berarti semua data yang ada dapat digunakan untuk perhitungan selanjutnya.

Tabel 4.54 Rekapitulasi Uji Keseragaman Data Antropometri

No	Data Antropometri	Rata-rata	†	BKA	BKB	Hasil
1	Tinggi bahu berdiri (Tbb)	133,33	1,53	136,4	130,3	Seragam
2	Tinggi pinggang berdiri (Tpgb)	99,67	1,53	102,7	96,6	Seragam
3	Lebar bahu (Lb)	37,33	0,58	38,5	36,2	Seragam

Sumber : Pengolahan Data Antropometri (2013)

### 4.3.3 Perhitungan Persentil

Perhitungan persentil dilakukan untuk menentukan ukuran yang dipakai dalam perancangan agar dapat mencakup populasi manusia yang akan menggunakan produk hasil rancangan dengan dimensi yang sama maupun lebih dari ukuran pesentil. Pada tahapan ini persentil yang digunakan adalah 5<sup>th</sup> untuk persentil kecil, 50<sup>th</sup> untuk persentil sedang, dan 95<sup>th</sup> untuk pesentil besar. Berikut perhitungan persentil dari masing-masing data antropometri.

#### 1. Tinggi Bahu Berdiri (Tbb)

Data antropometri tinggi bahu berdiri digunakan untuk menentukan tinggi letak tuas *switch control* mesin. Pada data ini persentil yang digunakan adalah persentil 5<sup>th</sup>.

$$\bar{X} \text{ Tbb} = 133,33 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Persentil } 5^{\text{th}} \text{ Tbb} &= \bar{X} - 1,645 \times \text{SD} \\
 &= 133,33 - 1,645 (1,53) \\
 &= 130,82 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

## 2. Tinggi Pinggang Berdiri (Tpgb)

Data antropometri tinggi pinggang berdiri digunakan untuk menentukan tinggi tempat landasan nanas (alas). Pada data ini persentil yang digunakan adalah persentil 50<sup>th</sup>.

$$\begin{aligned}
 \bar{X} \text{ Tpgb} &= 99,67 \text{ cm} \\
 \text{Persentil } 5^{\text{th}} \text{ Tbb} &= \bar{X} \\
 &= 99,67 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

## 3. Lebar Bahu (Lb)

Data antropometri lebar bahu digunakan untuk menentukan lebar minimal rangka depan yang menjadi tempat meneluarkan dan memasukkan nanas. Pada data ini persentil yang digunakan adalah persentil 95<sup>th</sup>.

$$\begin{aligned}
 \bar{X} \text{ Lb} &= 37,33 \text{ cm} \\
 \text{Persentil } 95^{\text{th}} \text{ Lb} &= \bar{X} + 1,645 \times \text{SD} \\
 &= 37,33 + 1,645 (0,58) \\
 &= 38,3 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.55 Rekapitulasi Perhitungan Nilai Persentil

No	Antropometri	Persentil	$\bar{X}$	SD	Ukuran (cm)
1	Tbb	5 <sup>th</sup>	133,33	1,53	130,8
2	Tpgb	50 <sup>th</sup>	99,67	1,53	99,7
3	Lb	95 <sup>th</sup>	37,33	0,58	38,3

Sumber : *Pengolahan Data Antropometri* (2013)

## 4.4 Perancangan Alat

Setelah perhitungan persentil dilakukan, maka langkah selanjutnya adalah menentukan ukuran alat pengupas nanas berdasarkan data antropometri sebagai berikut :

### 1. Tinggi tombol *switch control*

Untuk menentukan tinggi tuas *switch control* digunakan data antropometri tinggi bahu berdiri. Sedangkan persentil yang digunakan untuk menentukan tinggi tuas *switch control* maksimal alat pengupas nanas ini adalah persentil



5<sup>th</sup> sebesar 130,8 cm dibulatkan menjadi 131 cm. Persentil 5<sup>th</sup> dipilih agar pekerja yang memiliki tinggi bahu berdiri lebih rendah dari rata-rata dapat menggunakan alat mengoperasikan alat hasil rancangan dengan nyaman.

2. Tinggi landasan tempat nanas

Untuk menentukan tinggi landasan tempat nanas digunakan data antropometri tinggi pinggang berdiri. Sedangkan persentil yang digunakan untuk menentukan tinggi landasan tempat nanas ini adalah persentil 50<sup>th</sup> sebesar 99,7 cm dibulatkan menjadi 100 cm. Persentil 50<sup>th</sup> agar tinggi landasan tempat nanas memiliki tinggi rata-rata dari tinggi pinggang berdiri seluruh pekerja sehingga tetap nyaman menggunakannya.

3. Lebar minimum rangka depan

Lebar minimum rangka depan dirancang berdasarkan data antropometri lebar bahu. Sedangkan persentil yang digunakan untuk menentukan lebar minimum rangka depan ini adalah persentil 95<sup>th</sup> sebesar 38,3 cm dibulatkan menjadi 40 cm. Persentil 95<sup>th</sup> digunakan agar seluruh pekerja dapat menggunakan alat rancangan ini dan memberikan keleluasaan pekerja pada saat memasukan dan mengeluarkan nanas.

Adapun data rancangan ulang alat pengupas nanas sesuai dengan data antropometri pekerja UD Berkas Bersama adalah sebagai berikut:









Tabel 4.56 Ukuran Alat Pengupas Nanas

NO	Bagian Alat	Ukuran
1	Tinggi tombol <i>switch control</i>	131 cm
2	Tinggi landasan tempat nanas	100 cm
3	Lebar minimum rangka depan	40 cm

Sumber: Pengolahan Data Antropometri (2013)

Tahap selanjutnya adalah membuat gambar rancangan alat pengupas nanas dengan bantuan program *Autodesk Inventor*. Adapun gambar desain alat pengupas nanas dapat dilihat lebih jelas pada Lampiran D. Tahap selanjutnya adalah membuat produk jadi alat pengupas nanas berdasarkan ukuran pada Tabel 4.56. Adapun komponen-komponen yang digunakan dan tahapan pembuatannya dapat dilihat pada Tabel 4.57.

Tabel 4.57 Komponen dan Proses Pembuatan Alat Pengupas Nanas

No	Komponen/ Bagian	Proses Pembuatan	Ilustrasi Gambar	Keterangan
1	Rangka	Terbuat dari bahan besi siku. Kemudian mengalami proses pengukuran, pemotongan, dan pengelasan.		--
2	Landasan tempat nanas	Landasan terbuat dari besi plat. Kemudian mengalami proses pengukuran, pemotongan, dan pengelasan.		--
3	Mata pisau	Terbuat dari pipa berbahan baja. Mengalami proses pengukuran, pemotongan, dan pengelasan.		--
4	As	Terbuat dari besi bulat Ø 1,5 cm dan rantai. Mengalami proses pengukuran, pemotongan, dan pengelasan.		--
5	Roda gigi	Dimeter 16 cm. Mengalami proses pengelasan dengan as <i>gearbox</i>		Komponen dibeli dalam keadaan jadi
6	<i>Gearbox</i>	Pada as <i>gearbox</i> mengalami pengelasan dengan puli dan roda gigi		Komponen dibeli dalam keadaan jadi
7	Dinamo	Dinamo yang digunakan 3 <i>phase</i> . Pada as dinamo mengalami pengelasan dengan puli		Komponen dibeli dalam keadaan jadi
8	<i>Switch control</i>	–		Komponen dibeli dalam keadaan jadi

Sumber: Pengolahan Data (2013)

## 4.5 Pengolahan Data Setelah Perancangan

Pengolahan data setelah perancangan yaitu pengolahan data denyut jantung, data waktu kerja dan *ouput* standar. Hasil pengolahan data setelah perancangan ini akan dibandingkan dengan hasil pengolahan data sebelum perancangan untuk mengetahui dampak perubahan yang terjadi.

### 4.5.1 Pengolahan Data Denyut Jantung Setelah Perancangan

Data denyut jantung setelah perancangan diperoleh dari hasil pengukuran secara manual dengan menggunakan alat bantu jam henti (*stopwacth*). Adapun

data denyut jantung pada saat sebelum bekerja dan sesudah bekerja dapat dilihat pada Tabel 4.58 berikut.

Tabel 4.58 Data Denyut Jantung Pekerja  
(Setelah Perancangan)

NO	Denyut Jantung/Menit	
	Sebelum Berkerja	Sesudah Berkerja
1	77	83
2	75	85
3	76	86
4	72	85
5	78	87
6	75	86
7	74	84
8	75	85
9	76	83
10	74	86

Sumber : Pengumpulan Data di UD Berkas Bersama (2013)

### 1. Uji Kenormalan Data Denyut Jantung Pekerja Setelah Perancangan

Uji kenormalan data denyut jantung setelah perancangan dilakukan untuk melihat apakah data denyut jantung setelah perancangan yang terkumpul merupakan data normal atau tidak. Uji kenormalan ini dilakukan dengan menggunakan *software* SPSS 17.

#### a. Uji Kenormalan Data Denyut Jantung Sebelum Bekerja

Adapun hasil uji kenormalan data denyut jantung pekerja setelah perancangan dapat dilihat pada Tabel 4.59 - 4.62 berikut.

Tabel 4.59 Uji Kenormalan Data Denyut Jantung Sebelum Bekerja  
(Setelah Perancangan)

No	Denyut Jantung	Chi_Tabel	No	Denyut Jantung	Chi_Tabel
1	77.00	11.07	6	75.00	11.07
2	75.00	11.07	7	74.00	11.07
3	76.00	11.07	8	75.00	11.07
4	72.00	11.07	9	76.00	11.07
5	78.00	11.07	10	74.00	11.07

Sumber : Pengolahan Data Menggunakan Software SPSS 17 (2013)

Tabel 4.60 *Descriptive Statistics* Data Denyut Jantung Sebelum Bekerja  
(Setelah Perancangan)

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Denyut_Jantung	10	75.2000	1.68655	72.00	78.00

Sumber : Pengolahan Data Menggunakan Software SPSS 17 (2013)

Tabel 4.61 Frekuensi Denyut Jantung Sebelum Bekerja (Setelah Perancangan)

	Observed N	Expected N	Residual
72.00	1	1.7	-.7
74.00	2	1.7	.3
75.00	3	1.7	1.3
76.00	2	1.7	.3
77.00	1	1.7	-.7
78.00	1	1.7	-.7
Total	10		

Sumber : Pengolahan Data Menggunakan Software SPSS 17 (2013)

Tabel 4.62 Test Statistics Denyut Jantung Sebelum Bekerja (Setelah Perancangan)

	Denyut_Jantung
Chi-Square	2.000 <sup>a</sup>
df	5
Asymp. Sig.	.849

Sumber : Pengolahan Data Menggunakan Software SPSS 17 (2013)

Hipotesis:

H<sub>0</sub> : Data berdistribusi normal, jika *Chi\_Square* Hitung < *Chi\_Tabel*

H<sub>1</sub> : Data tidak berdistribusi normal, jika *Chi\_Square* Hitung > *Chi\_Tabel*

Dari Tabel 4.68 diketahui bahwa *chi\_square* hitung bernilai 2,000<sup>a</sup> dan dari Tabel 4.65 diketahui *chi\_tabel* bernilai 11,07. Maka *chi\_square* hitung < *chi\_tabel* (2,000<sup>a</sup> < 11,07), berarti data denyut jantung sebelum bekerja (setelah perancangan) telah berdistribusi normal.

#### b. Uji Kenormalan Denyut Jantung Sesudah Bekerja

Adapun hasil uji kenormalan data denyut jantung pekerja setelah perancangan dapat dilihat pada Tabel 4.63 - 4.66 berikut.

Tabel 4.63 Uji Kenormalan Data Denyut Jantung Sesudah Bekerja (Setelah Perancangan)

No	Denyut Jantung	Chi_Tabel	No	Denyut Jantung	Chi_Tabel
1	83.00	9.49	6	86.00	9.49
2	85.00	9.49	7	84.00	9.49
3	86.00	9.49	8	85.00	9.49
4	85.00	9.49	9	83.00	9.49
5	87.00	9.49	10	86.00	9.49

Sumber : Pengolahan Data Menggunakan Software SPSS 17 (2013)

Tabel 4.64 *Descriptive Statistics* Data Denyut Jantung Sesudah Bekerja (Setelah Perancangan)

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Denyut_Jantung	10	85.0000	1.33333	83.00	87.00

Sumber : Pengolahan Data Menggunakan Software SPSS 17 (2013)

Tabel 4.65 Frekuensi Denyut Jantung Sesudah Bekerja (Setelah Perancangan)

	Observed N	Expected N	Residual
83.00	2	2.0	.0
84.00	1	2.0	-1.0
85.00	3	2.0	1.0
86.00	3	2.0	1.0
87.00	1	2.0	-1.0
Total	10		

Sumber : Pengolahan Data Menggunakan Software SPSS 17 (2013)

Tabel 4.66 *Test Statistics* Denyut Jantung Sesudah Bekerja (Setelah Perancangan)

	Denyut_Jantung
Chi-Square	2.000 <sup>a</sup>
df	4
Asymp. Sig.	.736

Sumber : Pengolahan Data Menggunakan Software SPSS 17 (2013)

Hipotesis:

$H_0$  : Data berdistribusi normal, jika *Chi\_Square* Hitung < *Chi\_Tabel*

$H_1$  : Data tidak berdistribusi normal, jika *Chi\_Square* Hitung > *Chi\_Tabel*

Dari Tabel 4.72 diketahui bahwa *chi\_square* hitung bernilai 2,000<sup>a</sup> dan dari Tabel 4.69 diketahui *chi\_tabel* bernilai 9,49. Maka *chi\_square* hitung < *chi\_tabel* (2,000<sup>a</sup> < 9,49), berarti data denyut jantung sesudah bekerja (setelah perancangan) telah berdistribusi normal.

Tabel 4.67 Rekapitulasi Uji Kenormalan Data Denyut Jantung Pekerja (Setelah Perancangan)

NO	Denyut Jantung (Setelah Perancangan)	<i>Chi_Square</i> Hitung	<i>Chi_Tabel</i>	Hasil
1	Sebelum Bekerja	2,000	11,07	Normal
2	Sesudah Bekerja	2,000	9,49	Normal

Sumber : Pengolahan Data Denyut Jantung (2013)

## 2. Uji Keseragaman Data Denyut Jantung Pekerja Setelah Perancangan

Uji keseragaman data denyut jantung pekerja setelah perancangan dilakukan agar data berada dalam batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB) yang telah ditentukan.

**a. Uji Keseragaman Data Sebelum Bekerja**

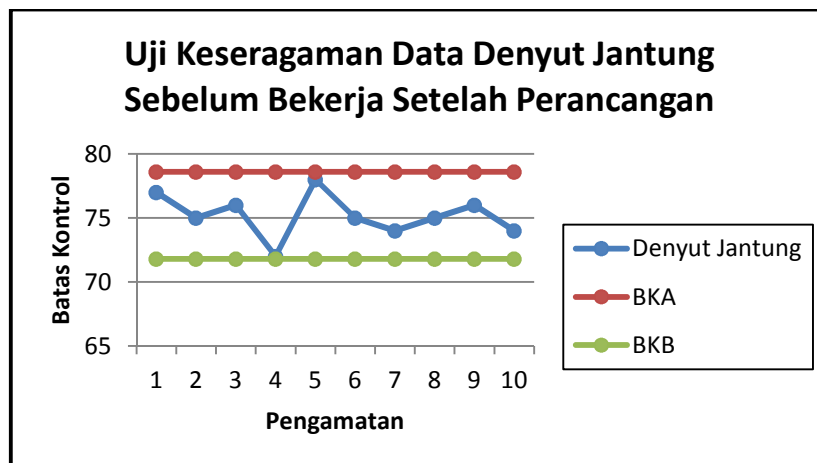
$$\begin{aligned} \text{Rata-rata } (\bar{X}) &= \frac{\sum xi}{n} \\ &= \frac{752}{10} = 75,2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi } (\sigma) &= \frac{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2}}{N-1} \\ &= \sqrt{\frac{(77 - 75,2)^2 + (75 - 75,2)^2 + \dots + (74 - 75,2)^2}{10 - 1}} \\ &= 1,69 \end{aligned}$$

Batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB)

$$\begin{aligned} \text{BKA} &= \bar{X} + k \cdot \sigma \\ &= 75,2 + 2(1,69) \\ &= 78,6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BKB} &= \bar{X} - k \cdot \sigma \\ &= 75,2 - 2(1,69) \\ &= 71,8 \end{aligned}$$



Gambar 4.16 Peta Keseragaman Data Denyut Jantung Sebelum Bekerja (Setelah Perancangan)

Sumber : Pengolahan Data Denyut Jantung (2013)

Dari peta keseragaman data denyut jantung sebelum bekerja diketahui bahwa data telah seragam karena seluruh data berada dalam batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB). Ini berarti semua data yang ada dapat digunakan untuk perhitungan selanjutnya.

**b. Uji Keseragaman Data Sesudah Bekerja**

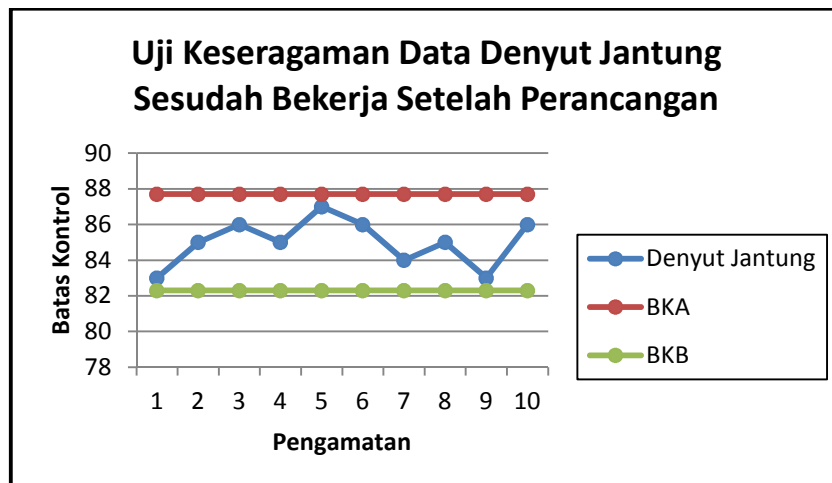
$$\begin{aligned} \text{Rata-rata } (\bar{X}) &= \frac{\sum xi}{n} \\ &= \frac{850}{10} = 85 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi } (\sigma) &= \frac{\sqrt{\sum(x_1-\bar{x})^2}}{N-1} \\ &= \sqrt{\frac{(83-85)^2 + (85-85)^2 + \dots + (86-85)^2}{10-1}} \\ &= 1,33 \end{aligned}$$

Batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB)

$$\begin{aligned} \text{BKA} &= \bar{X} + k \cdot \sigma \\ &= 85 + 2(1,33) \\ &= 87,7 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BKB} &= \bar{X} - k \cdot \sigma \\ &= 85 - 2(1,33) \\ &= 82,3 \end{aligned}$$



Gambar 4.17 Peta Keseragaman Data Denyut Jantung Sesudah Bekerja (Setelah Perancangan)

Sumber : Pengolahan Data Denyut Jantung (2013)

Dari peta keseragaman data denyut jantung sesudah bekerja diketahui bahwa data telah seragam karena seluruh data berada dalam batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB). Ini berarti semua data yang ada dapat digunakan untuk perhitungan selanjutnya.

Tabel 4.68 Rekapitulasi Uji Keseragaman Data Denyut Jantung Setelah Perancangan

NO	Denyut Jantung (Setelah Perancangan)	Rata-rata	†	BKA	BKB	Hasil
1	Sebelum Bekerja	75,2	1,69	78,6	71,8	Seragam
2	Sesudah Bekerja	85	1,33	87,7	82,3	Seragam

Sumber : Pengolahan Data Denyut Jantung (2013)

### 3. Uji Kecukupan Data Denyut Jantung Pekerja Setelah Perancangan

Uji kecukupan data dilakukan dengan tujuan agar data yang digunakan dalam penelitian cukup untuk dilakukan pengolahan data selanjutnya. Dalam penelitian ini menggunakan tingkat kepercayaan 95 % dan derajat ketelitian 5%.

#### a. Uji Kecukupan Data Sebelum Bekerja

$$N' = \left[ \frac{(\ / ) \sqrt{N \sum (x_i^2) - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

$$= \left[ \frac{40 \sqrt{10(56576) - (565504)}}{752} \right]^2$$

$$= 0,72 \approx 1$$

Dari hasil perhitungan diperoleh  $N' = 0,72 \approx 1$  sedangkan  $N = 10$  maka uji kecukupan data denyut jantung sebelum bekerja setelah perancangan dinyatakan cukup karena  $N' < N$  ( $1 < 10$ ).

#### b. Uji Kecukupan Data Sesudah Bekerja

$$N' = \left[ \frac{(\ / ) \sqrt{N \sum (x_i^2) - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

$$= \left[ \frac{40 \sqrt{10(72266) - (722500)}}{850} \right]^2$$

$$= 0,35 \approx 1$$

Dari hasil perhitungan diperoleh  $N' = 0,35 \approx 1$  sedangkan  $N = 10$  maka uji kecukupan data denyut jantung sesudah bekerja setelah perancangan dinyatakan cukup karena  $N' < N$  ( $1 < 10$ ).



Tabel 4.69 Rekapitulasi Uji Kecukupan Data Denyut Jantung Pekerja Setelah Perancangan

NO	Denyut Jantung (Setelah Perancangan)	N'	N	Hasil
1	Sebelum Bekerja	0,72	10	Cukup
2	Setelah Berkerja	0,35	10	Cukup

Sumber : Pengolahan Data Denyut Jantung (2013)

#### 4. Perhitungan Konsumsi Oksigen dan Konsumsi Energi (Setelah Perancangan)

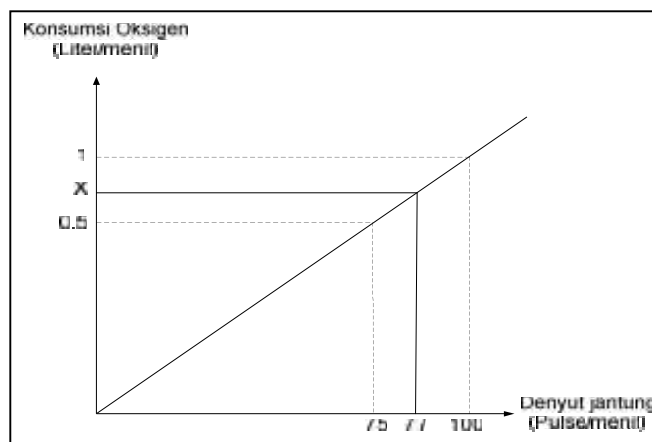
Perhitungan data denyut jantung pekerja setelah perancangan dilakukan untuk menentukan seberapa besar konsumsi energi dari pekerjaan tersebut.

Tabel 4.70 Data Denyut Jantung Pekerja Setelah Perancangan

No	Denyut Jantung		No	Denyut Jantung	
	Sebelum Bekerja	Sesudah Bekerja		Sebelum Bekerja	Sesudah Bekerja
1	77	83	6	75	86
2	75	85	7	74	84
3	76	86	8	75	85
4	72	85	9	76	83
5	78	87	10	74	86

Sumber : Denyut Jantung Pekerja Saat Pembuangan Hati Nanas (2013)

Berdasarkan Tabel 4.70 di atas maka dapat dihitung konsumsi oksigen dan konsumsi energi pekerja setelah perancangan. Perhitungan konsumsi oksigen dilakukan dengan cara interpolasi berdasarkan tabel hubungan antara metabolisme, respirasi, energi *expenditure* dan denyut jantung sebagai media pengukur beban kerja. Adapun kurva interpolasi antara denyut jantung dan konsumsi oksigen dapat dilihat pada Gambar 4.18 berikut.



Gambar 4.18 Kurva Interpolasi Konsumsi Oksigen

$$\frac{100-75}{77-75} = \frac{1-0.5}{x-0.5}$$

$$1 = 25x-12.5$$

$$x = \frac{13,5}{25} = 0,54$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh nilai konsumsi oksigen sebesar 0,54 liter/menit. Untuk mengetahui berapa nilai konsumsi energi yang diperlukan maka:

$$\text{Konsumsi oksigen} \times 4,8 \text{ Kkal} = 0,54 \text{ liter/menit} \times 4,8 \text{ Kkal} = 2,59 \text{ Kkal.}$$

Hasil perhitungan konsumsi oksigen dan konsumsi energi dari data denyut jantung pekerja setelah perancangan dengan cara interpolasi dapat dilihat pada Tabel 4.71 berikut ini.

Tabel 4.71 Rekapitulasi Perhitungan Konsumsi Oksigen dan Konsumsi Energi Setelah Perancangan

No	Denyut Jantung					
	Sebelum Bekerja			Sesudah Bekerja		
	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)	Denyut jantung (Pulse/menit)	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	Konsumsi Energi (Kkal)
1	77	0,54	2,59	83	0,66	3,17
2	75	0,5	2,40	85	0,7	3,36
3	76	0,52	2,50	86	0,72	3,46
4	72	0,44	2,11	85	0,7	3,36
5	78	0,56	2,69	87	0,74	3,55
6	75	0,5	2,40	86	0,72	3,46
7	74	0,48	2,30	84	0,68	3,26
8	75	0,5	2,40	85	0,7	3,36
9	76	0,52	2,50	83	0,66	3,17
10	74	0,48	2,30	86	0,72	3,46
Jumlah	752	2,14	10,28	850	7	33,61
Rata-rata	75,2	0,535	2,57	85	0,7	3,361

Sumber : Pengolahan Data Denyut Jantung (2013)

#### 4.5.2 Perhitungan Waktu Baku Setelah Perancangan

Data waktu proses setelah perancangan digunakan untuk menentukan waktu baku dari proses tersebut. Perhitungan waktu baku dilakukan dengan cara memberi nilai dari faktor penyesuaian dan faktor kelonggaran terhadap waktu siklus dari masing-masing proses. Sebelum menentukan waktu baku, data waktu proses diuji secara statistik terlebih dahulu. Adapun pengolahan data statistik tersebut adalah uji keseragaman dan uji kecukupan data.

## 1. Uji Keseragaman Data Waktu Setelah Perancangan

Uji keseragaman data waktu setelah perancangan dilakukan agar data yang akan kita gunakan tersebut berada dalam batas kontrol atas dan batas kontrol bawah yang telah ditentukan.

### a. Rata-rata Subgrup ( $\bar{X}$ )

Tabel 4.72 Perhitungan Rata-rata Nilai Subgrup Data Waktu Setelah Perancangan

No	Subgrup				
	1	2	3	4	5
1	16	17	16	16	17
2	18	18	18	17	16
3	17	17	18	19	17
4	16	17	19	18	18
5	18	18	18	18	18
6	18	19	16	17	17
7	16	16	16	19	16
8	19	16	18	17	17
9	18	17	17	16	16
10	17	18	17	16	17
$\Sigma$	173	173	173	173	169
$\bar{X}$	17,3	17,3	17,3	17,3	16,9

Sumber : Pengolahan Data Waktu (2013)

### b. Rata-rata dari Rata-rata Subgrup ( $\bar{\bar{X}}$ )

$$\begin{aligned} \bar{\bar{X}} &= \frac{\sum \bar{X}_i}{n} \\ &= \frac{17,3+17,3+17,3+17,3+16,9}{5} \\ &= 17,22 \end{aligned}$$

### c. Standar Deviasi ( $\sigma$ )

$$\begin{aligned} \sigma &= \sqrt{\frac{\sum (X_j - \bar{X})^2}{N-1}} \\ &= \sqrt{\frac{(16-17,22)^2 + (18-17,22)^2 + \dots + (17-17,22)^2}{50-1}} \\ &= 2,24 \end{aligned}$$

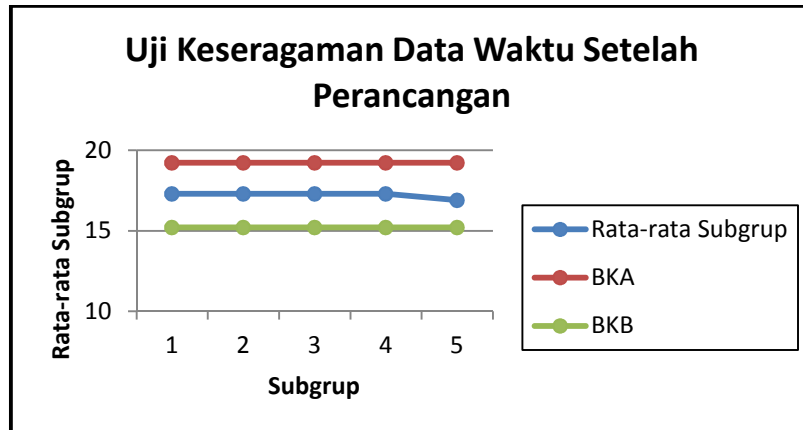
### d. Standar Deviasi dari Distribusi Rata-rata Subgrup ( $\sigma_{\bar{X}}$ )

$$\begin{aligned} \sigma_{\bar{X}} &= \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \\ &= \frac{2,24}{\sqrt{5}} = 1,01 \end{aligned}$$

**e. Perhitungan BKA dan BKB**

$$\begin{aligned} \text{BKA} &= X + \beta\sigma_{\bar{x}} \\ &= 17,22 + 2(1,01) = 19,23 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BKB} &= X - \beta\sigma_{\bar{x}} \\ &= 17,22 - 2(1,01) = 15,21 \end{aligned}$$



Gambar 4.19 Peta Keseragaman Data Waktu Setelah Perancangan  
 Sumber : Pengolahan Data Waktu (2013)

Tabel 4.73 Rekapitulasi Uji Keseragaman Data Waktu Setelah Perancangan

Subgrup	Rata-rata	BKA	BKB	Hasil
1	17,3	19,23	15,21	Seragam
2	17,3	19,23	15,21	Seragam
3	17,3	19,23	15,21	Seragam
4	17,3	19,23	15,21	Seragam
5	16,9	19,23	15,21	Seragam

Sumber : Pengolahan Data Waktu (2013)

**2. Uji Kecukupan Data Waktu Setelah Perancangan**

Uji kecukupan data dilakukan dengan tujuan agar data yang digunakan dalam penelitian cukup untuk dilakukan pengolahan data selanjutnya. Dalam penelitian ini menggunakan tingkat kepercayaan 95 % dan derajat ketelitian 5%.

$$N' = \left[ \frac{(\dots) \sqrt{N(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

$$N' = \left[ \frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{50(14873) - (741321)}}{861} \right]^2$$

$$N' = \left[ \frac{40 \sqrt{(893650) - (741321)}}{861} \right]^2$$

$$N' = 5,03$$

$$\approx 6$$

Dari hasil perhitungan diperoleh  $N' = 5,03 \approx 6$  sedangkan  $N = 50$  maka uji kecukupan data waktu proses setelah perancangan dinyatakan cukup karena  $N' < N$  ( $6 < 50$ ).

Tabel 4.74 Rekapitulasi Uji Kecukupan Data Waktu Setelah Perancangan

Data Waktu	N'	N	Hasil
Setelah Perancangan	5,03	50	Cukup

Sumber : Pengolahan Data Waktu (2013)

### 3. Menentukan Faktor Penyesuaian

Penentuan nilai faktor penyesuaian dalam penelitian ini menggunakan metode *Westinghouse*. Dalam metode *westinghouse* ada empat faktor penyesuaian yang dinyatakan dapat mempengaruhi *performance* manusia dalam bekerja yaitu keterampilan (*skill*), usaha (*effort*), kondisi kerja (*working condition*), dan konsistensi (*consistency*). Berdasarkan sistem penentuan tersebut, maka faktor penyesuaian untuk kondisi kerja pembuangan hati dan pengupasan kulit nanas setelah perancangan dapat dihitung sebagai berikut:

Keterampilan ( <i>skill</i> )	:	<i>Average</i> (D)	= + 0,00
Usaha ( <i>effort</i> )	:	<i>Average</i> (D)	= + 0,00
Kondisi Kerja	:	<i>Fair</i> (E)	= - 0,03
Konsistensi	:	<i>Good</i> (C)	= + 0,01 (+)
Total			= - 0,02

Jadi, faktor penyesuaian pekerja pembuang hati nanas adalah:

$$P = 1 - 0,02$$

$$= 0,98$$

#### 4. Menetapkan Kelonggaran (*Allowance*)

Pada penelitian ini, penetapan besarnya nilai *allowance* berdasarkan nilai faktor-faktor yang berpengaruh. Faktor-faktor tersebut yaitu besarnya tenaga yang dikeluarkan, sikap kerja, gerakan kerja, kelelahan mata, keadaan suhu tempat kerja, keadaan atmosfer tempat kerja, dan keadaan lingkungan tempat kerja. Adapun penilaian dalam menetapkan *allowance* pekerja pembuang hati naans adalah sebagai berikut:

1. Tenaga yang dikeluarkan	6 %
2. Sikap kerja	2 %
3. Gerakan kerja	0 %
4. Kelelahan mata	3 %
5. Keadaan suhu tempat kerja	5 %
6. Keadaan atmosfer tempat kerja	5 %
7. <u>Keadaan lingkungan kerja</u>	<u>5 % +</u>

Jumlah = 26 %

Jadi, nilai *allowance* pekerja pembuang hati nanas adalah 26%

#### 5. Perhitungan Waktu Siklus ( $W_s$ )

$$W_s = \frac{\sum x_i}{N} = \frac{861}{50}$$
$$= 17,22 \text{ detik/2buah}$$

#### 6. Perhitungan Waktu Normal ( $W_n$ )

$$W_n = W_s \times p$$
$$= 17,22 \times 0,98$$
$$= 16,88 \text{ detik/2buah}$$

#### 7. Perhitungan Waktu Baku ( $W_b$ )

$$W_b = W_n (1 + a)$$
$$= 16,88 (1 + 0,26)$$
$$= 21,3 \text{ detik/2buah}$$

## 8. Perhitungan *Output* Standar

*Output* standar pada proses ini merupakan total buah nanas yang mampu dibuang hatinya dan dikupas kulitnya oleh pekerja dalam rentang waktu tertentu. Adapun perhitungan *output* standar setelah perancangan dalam rentang waktu 1 jam adalah sebagai berikut:

Waktu baku pembuangan hati nanas : 21,3 detik/2buah  $\approx$  10,7 detik/buah

Rentang Waktu standar : 3600 detik/jam

$$\begin{aligned} \text{Output Standar} &= \frac{\text{Rentang Waktu Standar}}{\text{Waktu Baku}} \\ &= \frac{3600}{10,7} \\ &= 336,5 \\ &\approx 336 \text{ buah/jam} \end{aligned}$$

Tabel 4.75 Hasil Perhitungan Waktu Baku dan *Output* Standar Setelah Perancangan

Data Waktu	N	Waktu Siklus (Detik)	Waktu Normal (Detik)	Waktu Baku (Detik)	<i>Output</i> Standar (Buah/jam)
Setelah Perancangan	50	17,22	16,88	21,3	336

Sumber : Pengolahan Data Waktu (2013)

### 4.5.3 Hasil Keluhan Subjektivitas Pekerja Setelah Perancangan

Pengaruh alat pengupas nanas hasil rancangan terhadap keluhan pekerja yang ditinjau secara subjektif dapat dilihat pada Tabel 4.76 berikut.

Tabel 4.76 Data Keluhan Subjektivitas Pekerja Setelah Perancangan

No	Jenis Keluhan	Jawaban Kuesioner			
		Nyaman	%	Tidak Nyaman	%
1	Leher	3	16,67		
2	Punggung	3	16,67		
3	Pinggang	2	11,11	1	5,55
4	Lengan Tangan	3	16,67		
5	Pergelangan Tangan	3	16,67		
6	Kaki	1	5,55	2	11,11
Jumlah		15	83,34	3	16,66

Sumber: Pekerja UD Berkat Bersama (2013)

## **BAB V ANALISA**

### **5.1 Analisa Data Antropometri**

Rancang ulang alat pengupas nanas didasarkan pada data antropometri pekerja agar alat tersebut menjadi ergonomis. Untuk itu, perlu adanya beberapa data ukuran antropometri yang nantinya akan digunakan untuk perancangan. Penggunaan data antropometri dikaitkan dengan subjek pemakai dan pemilihan data yang sesuai. Adapun data antropometri yang digunakan dalam rancang ulang alat pengupas nanas adalah:

#### **1. Tinggi bahu berdiri (Tbb)**

Tinggi bahu berdiri (Tbb) adalah tinggi bahu dalam posisi berdiri tegak diukur dari jarak vertikal dari lantai sampai bahu yang menonjol pada saat subjek berdiri tegak. Data antropometri ini digunakan untuk menentukan tinggi tuas *switch control* mesin. Penggunaan data tinggi bahu berdiri bertujuan supaya tuas *switch control* mesin tersebut sesuai dengan ketinggian bahu berdiri pekerja sehingga memudahkan pekerja dalam menggunakan alat tersebut. Persentil yang digunakan untuk menentukan tinggi tuas *switch control* mesin adalah persentil 5<sup>th</sup>. Persentil 5<sup>th</sup> ini digunakan agar operator yang memiliki ukuran tinggi bahu rendah maupun yang tinggi, tetap dapat mengoperasikan alat dengan nyaman. Dari hasil perhitungan persentil tinggi bahu berdiri yang dilakukan, diperoleh nilai sebesar 130,82 cm dibulatkan menjadi 131 cm.

#### **2. Tinggi pinggang berdiri (Tpgb)**

Tinggi pinggang berdiri (Tpgb) adalah tinggi pinggang dalam posisi berdiri tegak diukur dari jarak vertikal dari lantai sampai pinggang pada saat subjek berdiri tegak. Data antropometri tinggi pinggang berdiri ini digunakan untuk menentukan tinggi landasan alas tempat peletakan nanas. Persentil yang digunakan untuk menentukan tinggi landasan tempat nanas dari data tinggi pinggang berdiri adalah persentil 50<sup>th</sup>. Persentil 50<sup>th</sup> ini digunakan agar landasan tempat nanas memiliki tinggi rata-rata pekerja sehingga seluruh pekerja dapat menggunakan alat rancangan dengan nyaman. Dari hasil



perhitungan persentil tinggi pinggang berdiri yang dilakukan, diperoleh nilai sebesar 99,67 cm dibulatkan menjadi 100 cm.

### 3. Lebar bahu (Lb)

Data antropometri lebar bahu (Lb) diukur dari jarak horizontal antara kedua lengan atas. Data lebar bahu ini digunakan untuk menentukan lebar minimum rangka depan yang berfungsi sebagai tempat memasukan dan mengeluarkan nanas. Persentil yang digunakan untuk menentukan lebar minimum rangka depan alat pengupas nanas adalah persentil 95<sup>th</sup> sehingga nilai lebar bahu menjadi 38,3 cm dibulatkan menjadi 40 cm. Persentil 95<sup>th</sup> digunakan agar seluruh pekerja dapat menggunakan alat rancangan ini dan memberikan keleluasaan pekerja pada saat memasukan dan mengeluarkan nanas.

Tabel 5.1 Rekapitulasi Perhitungan Nilai Persentil

No	Antropometri	Persentil	$\bar{X}$	SD	Ukuran (cm)	Penerapan
1	Tbb	5 <sup>th</sup>	133,33	1,53	130,8	Tinggi tuas <i>switch control</i> mesin
2	Tpgb	50 <sup>th</sup>	99,67	1,53	99,7	Tinggi landasan (alas) tempat nanas
3	Lb	95 <sup>th</sup>	37,33	0,58	38,3	Lebar minimum rangka depan

Sumber : Pengolahan Data Antropometri (2013)

## 5.2 Analisa Perbandingan Konsumsi Energi

Perhitungan data denyut jantung pekerja pada saat melakukan proses kerja pembuangan hati dan pengupasan kulit nanas dilakukan untuk menentukan seberapa besar konsumsi energi dari pekerjaan tersebut. Data denyut jantung pekerja terlebih dahulu diinterpolasi berdasarkan Tabel 2.3 untuk mengetahui nilai konsumsi oksigen. Dari nilai banyaknya oksigen yang dikonsumsi oleh pekerja ini akan diketahui jumlah konsumsi energi pekerja pembuang hati dan pengupas kulit nanas. Dimana, setiap 1 liter oksigen yang dikonsumsi tubuh sama dengan 4,48 Kkal energi yang didapatkan tubuh (yang dikonsumsi tubuh). Maka, setiap nilai konsumsi oksigen pekerja akan dikalikan dengan 4,48 Kkal untuk mengetahui jumlah konsumsi energi pekerja pengupas dan pembuang hati nanas. Adapun perbandingan konsumsi energi dari pekerja pembuang hati dan pengupas kulit nanas sebelum dan setelah perancangan dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Perbandingan Rata-rata Data Denyut Jantung, Konsumsi Oksigen, Konsumsi Energi Pekerja

No	Keterangan	Sebelum Perancangan				Setelah Perancangan	
		Pembuangan Hati Nanas		Pengupasan Kulit Nanas		Sebelum Bekerja	Setelah Bekerja
		Sebelum Bekerja	Sesudah Bekerja	Sebelum Bekerja	Sesudah Bekerja		
		Bekerja	Bekerja	Bekerja	Bekerja	Bekerja	Bekerja
1	Denyut Jantung (Pulse/menit)	76,1	90,9	79	86,3	75,2	85
2	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	0,52	0,82	0,58	0,73	0,54	0,7
3	Konsumsi Energi (Kkal/menit)	2,51	3,93	2,79	3,49	2,57	3,36

Sumber : Pengolahan Data Denyut Jantung (2013)

Berdasarkan Tabel 5.1 rata-rata konsumsi energi yang dibutuhkan oleh seorang pekerja pembuang hati nanas sebelum dilakukan perancangan yaitu sebesar 2,51 Kkal/mnt sebelum bekerja dan setelah bekerja sebesar 3,93 Kkal/mnt. Artinya bahwa energi yang dikeluarkan pada saat sebelum bekerja adalah sebesar 2,51 Kkal/mnt dan energi yang dikeluarkan setelah bekerja adalah sebesar 3,93 Kkal/mnt yang secara beban kerja berkategori “low” yang dilihat dari detak jantung, konsumsi oksigen, dan konsumsi energinya . Sedangkan pada proses pengupasan kulit nanas sebelum dilakukan perancangan yaitu sebesar 2,79 Kkal/mnt sebelum bekerja dan setelah bekerja sebesar 3,49 Kkal/mnt. Artinya bahwa energi yang dikeluarkan pada saat sebelum bekerja adalah sebesar 2,79 Kkal/mnt dan energi yang dikeluarkan setelah bekerja adalah sebesar 3,49 Kkal/mnt yang secara beban kerja berkategori “low” yang dilihat dari detak jantung, konsumsi oksigen, dan konsumsi energinya. Setelah perancangan rata-rata konsumsi energi yang dikeluarkan pada saat sebelum bekerja adalah sebesar 2,57 Kkal/mnt dan setelah bekerja sebesar 4,36 Kkal/mnt. Artinya bahwa energi yang dikeluarkan sebelum melakukan pekerjaan adalah sebesar 2,57 Kkal/mnt dan energi yang dikeluarkan setelah melakukan pekerjaan adalah sebesar 44,36 Kka/mnt yang secara beban kerja juga berkategori “low” yang dilihat dari detak jantung, konsumsi oksigen, dan konsumsi energinya. Dari Tabel 5.1 juga diketahui bahwa terjadi penghematan konsumsi energi setelah adanya perancangan yaitu 0,57 Kkal/mnt (14,5%) untuk pembuangan hati nanas dan 0,13 Kkal/mnt (3,8%) untuk pengupasan kulit nanas.

### 5.3 Analisa Perbandingan Waktu Kerja

Data waktu proses kerja sebelum perancangan dan setelah perancangan akan diolah untuk menentukan waktu baku proses kerja. Waktu baku merupakan standar waktu yang pantas untuk pekerja dalam melakukan pekerjaannya dengan normal. Waktu baku akan diperoleh dari waktu siklus rata-rata setiap proses pekerjaan setelah diberi nilai faktor penyesuaian dan kelonggaran.

#### 5.3.1 Analisa Faktor Penyesuaian

Pemberian faktor penyesuaian bertujuan untuk menormalkan waktu kerja dari ketidakwajaran yang ditunjukkan oleh pekerja. Dalam metode *Westinghouse* ada 4 faktor yang dianggap menentukan kewajaran atau ketidakwajaran dalam bekerja, yaitu keterampilan, usaha, kondisi kerja, dan konsistensi. Berikut penjelasan nilai masing-masing faktor penyesuaian setelah dan sebelum perancangan:

##### 1. Analisa Faktor Penyesuaian Proses Pembuangan Hati Nanas Sebelum Perancangan

Adapun pemberian kategori faktor penyesuaian pada proses pembuangan hati nanas di UD Berkat Bersama adalah sebagai berikut:

- a. Keterampilan (*skill*): *Good skill* C1 (+ 0,06), karena pekerja selama melakukan pekerjaannya dapat melakukan gerakan kerja yang stabil, tidak ragu-ragu, dan gerakannya cepat.
  - b. Usaha (*effort*): *Good effort* C1 (+ 0,05), karena pekerja mampu mempertahankan kecepatannya dengan baik.
  - c. Kondisi kerja (*condition*): *Fair E* (-0,03), karena kondisi tempat kerja berada dekat dengan jalan raya sehingga menimbulkan kebisingan dan berdebu.
  - d. Konsistensi (*consistency*): *Good C* (+0,01) karena pekerja dapat bekerja dengan waktu kerja yang hampir sama dari setiap waktu kerja yang dilakukannya.
- ##### 2. Analisa Faktor penyesuaian Proses Pengupasan Kulit Nanas Sebelum Perancangan

Adapun pemberian kategori faktor penyesuaian pada proses pengupasan kulit nanas di UD Berkat Bersama adalah sebagai berikut:

- a. Keterampilan (*skill*): *Good skill* C1 (+ 0,06), karena hasil kerja baik, bekerja tanpa keragu-raguan, gerakan-gerakannya cepat.
  - b. Usaha (*effort*): *Good effort* C1 (+ 0,05), karena waktu menganggur pekerja sangat sedikit, bekerja berirama.
  - c. Kondisi kerja (*condition*): *Fair* E (-0,03), karena kondisi tempat kerja berada dekat dengan jalan raya sehingga menimbulkan kebisingan dan berdebu.
  - d. Konsistensi (*consistency*): *Good* C (+0,01) karena pekerja dapat bekerja dengan waktu kerja yang hampir sama dari setiap waktu kerja yang dilakukannya.
3. Analisa Faktor Penyesuaian Proses Kerja Setelah Perancangan
- a. Keterampilan (*skill*): *Average Skill* D (0,00), karena pekerja cukup cepat melakukan pekerjaannya dan mampu melakukan pekerjaannya dengan cukup baik.
  - b. Usaha (*effort*): *Average effort* D (0,00), karena pekerja mampu melakukan pekerjaan dengan stabil.
  - c. Kondisi kerja (*condition*): *Fair* E (-0,03), karena kondisi tempat kerja berada dekat dengan jalan raya sehingga menimbulkan kebisingan dan berdebu.
  - d. Konsistensi (*consistency*): *Good* C (+0,01) karena pekerja dapat bekerja dengan waktu kerja yang hampir sama dari setiap waktu kerja yang dilakukannya.

### 5.3.2 Analisa Faktor Kelonggaran

Kelonggaran diberikan untuk tiga hal yaitu untuk kebutuhan pribadi, menghilangkan rasa *fatigue*, dan hambatan-hambatan yang tidak dapat dihindarkan. Ketiganya ini merupakan hal-hal yang secara nyata dibutuhkan oleh pekerja, dan yang selama pengukuran tidak teramati, diukur, dicatat, ataupun dihitung. Oleh karena itu sesuai pengukuran dan setelah mendapatkan waktu normal, kelonggaran perlu ditambahkan (Sutalaksana, 2006). Penetapan besarnya

nilai *allowance* berdasarkan nilai faktor-faktor yang berpengaruh, yaitu besarnya tenaga yang dikeluarkan, sikap kerja, gerakan kerja, kelelahan mata, keadaan suhu tempat kerja, keadaan atmosfer tempat kerja, dan keadaan lingkungan tempat kerja. Adapun penilaian dalam menetapkan *allowance* pekerja sebelum dan setelah perancangan adalah sebagai berikut:

1. Analisa faktor kelonggaran proses pembuangan hati nanas sebelum perancangan.

Adapun penilaian dalam menetapkan *allowance* pekerja pembuang hati nanas adalah sebagai berikut:

- a. Tenaga yang dikeluarkan, 16% (sedang), karena pekerja wanita, bekerja mambuang hati nanas dengan cara melubangi nanas menggunakan pipa.
  - b. Sikap kerja, 8% (membungkuk), bekerja menggunakan alas duduk kecil sehingga badan membungkuk dan bertumpu pada kaki.
  - c. Gearakan kerja, 1% (agak terbatas), bekerja bebas tanpa terfokus pada satu titik.
  - d. Kelelahan mata, 3% (pandangan yang terputus-putus), pencahayaan yang cukup baik.
  - e. Keadaan suhu tempat kerja, 5% (tinggi), suhu berkisar 35<sup>o</sup>c.
  - f. Keadaan atmosfer tempat kerja, 5% (kurang baik), adanya debu karena berada tepat ditepi jalan raya.
  - g. Keadaan lingkungan kerja, 5% (bising), berada dekat dengan jalan raya
2. Analisa faktor kelonggaran proses pengupasan kulit nanas sebelum perancangan

Adapun penilaian dalam menetapkan *allowance* pekerja pembuang hati nanas adalah sebagai berikut:

- a. Tenaga yang dikeluarkan, 7,5% (ringan), karena pekerja wanita, bekerja mengupas nanas menggunakan pisau.
- b. Sikap kerja, 7% (membungkuk), bekerja menggunakan alas duduk kecil sehingga badan membungkuk dan bertumpu pada kaki.
- c. Gearakan kerja, 0% (normal), bekerja bebas tanpa terfokus pada satu titik.

- d. Kelelahan mata, 6% (pandangan yang hampir terus menerus), pencahayaan yang cukup baik, bekerja mengupas kulit nanas menggunakan pisau yang tajam.
  - e. Keadaan suhu tempat kerja, 5% (tinggi), suhu berkisar 35°C.
  - f. Keadaan atmosfer tempat kerja, 5% (kurang baik), adanya debu karena berada tepat ditepi jalan raya.
  - g. Keadaan lingkungan kerja, 5% (bising), berada dekat dengan jalan raya
3. Analisa Faktor Kelonggran proses kerja setelah perancangan
- Adapun penilaian dalam menetapkan *allowance* pekerja pembuang hati nanas adalah sebagai berikut:
- a. Tenaga yang dikeluarkan, 6% (sangat ringan), karena pekerja wanita, bekerja seperti dimeja sambil berdiri.
  - b. Sikap kerja, 2% (berdiri diatas dua kaki), badan tegak, ditumpu dua kaki.
  - c. Gerakan kerja, 0% (normal), bekerja bebas tanpa terfokus pada satu titik.
  - d. Kelelahan mata, 3% (pandangan yang terputus-putus), pencahayaan yang cukup baik.
  - e. Keadaan suhu tempat kerja, 5% (tinggi), suhu berkisar 35°C.
  - f. Keadaan atmosfer tempat kerja, 5% (kurang baik), adanya debu karena berada tepat ditepi jalan raya.
  - g. Keadaan lingkungan kerja, 5% (bising), berada dekat dengan jalan raya

### 5.3.3 Analisa Perbandingan Data Waktu Proses

Berdasarkan Tabel 5.2 di bawah diketahui waktu baku pembuangan hati nanas sebelum perancangan sebesar 10,8 detik dan pengupasan kulit nanas sebelum perancangan sebesar 46,9 detik. Sedangkan setelah perancangan waktu baku dari kedua proses tersebut adalah 21,3 detik. Hal ini membuktikan bahwa rancang ulang alat pengupas nanas, dapat mengeliminasi waktu baku kedua proses tersebut sebesar 36,1 detik/proses (62,5%). Pada tiap prosesnya, alat hasil rancangan menghasilkan dua buah nanas dengan demikian alat hasil rancangan dua kali lebih produktif dari pada sebelum perancangan khususnya pengupasan kulit nanas.

Tabel 5.3 Perbandingan Rata-rata Data Waktu Proses

No	Keterangan	Sebelum Perancangan		Setelah Perancangan
		Pembuangan Hati Nanas	Pengupasan Kulit Nanas	
1	Faktor Penyesuaian	1,09	1,09	0,98
2	Allowance (%)	43	35,5	28
3	Waktu Siklus (Detik)	6,94	31,72	17,22
4	Waktu Normal (Detik)	7,57	34,6	16,88
5	Waktu Baku (Detik)	10,8	46,9	21,3
6	Output Standar (Buah/jam)	333	76	336

Sumber : Pengolahan Data Waktu (2013)

Dari Tabel 5.3 juga diketahui *output* standar pembuangan hati nanas sebelum perancangan sebanyak 333 buah nanas/jam, pengupasan kulit nanas sebelum perancangan sebanyak 76 buah/jam, pembuangan hati dan pengupasan kulit nanas setelah perancangan sebanyak 336 buah/jam. Bararti alat hasil rancangan mampu menghasilkan produk olahan lebih banyak dari pada sebelumnya.

#### 5.4 Analisa Keluhan Subjektivitas Pekerja

Aktivitas pekerjaan yang dilakukan oleh tubuh tentunya mengakibatkan timbulnya rasa lelah. Keadaan sikap kerja yang memaksa dan dalam interval waktu yang lama, bisa berakibat fatal seperti nyeri bahkan cedera. Untuk mengetahui hal tersebut maka dilakukan analisa terhadap keluhan pekerja secara subjektivitas. Data keluhan pekerja ini diketahui dengan cara mengisi kuesioner penelitian sebelum dan setelah perancangan. Tabel 5.4 merupakan rekapitulasi persentase keluhan subjektivitas pekerja sebelum dan setelah perancangan. Dari Tabel 5.4 diketahui bahwa keluhan tidak nyaman yang dialami pekerja sebelum perancangan (sebesar 94,44%) menurun sebesar 77,78% setelah adanya perancangan (sebesar 16,66%).

Tabel 5.4 Perbandingan Persentase Keluhan Subjektivitas Pekerja

No	Jenis Keluhan	Sebelum Perancangan		Setelah Perancangan	
		Nyaman	Tidak Nyaman	Nyaman	Tidak Nyaman
1	Leher	5,56	11,11	16,67	
2	Punggung		16,67	16,67	
3	Pinggang		16,67	11,11	5,55
4	Lengan Tangan		16,67	16,67	
5	Pergelangan Tangan		16,67	16,67	
6	Kaki		16,67	5,55	11,11
<b>Jumlah</b>		<b>5,56%</b>	<b>94,44%</b>	<b>83,34%</b>	<b>16,66%</b>

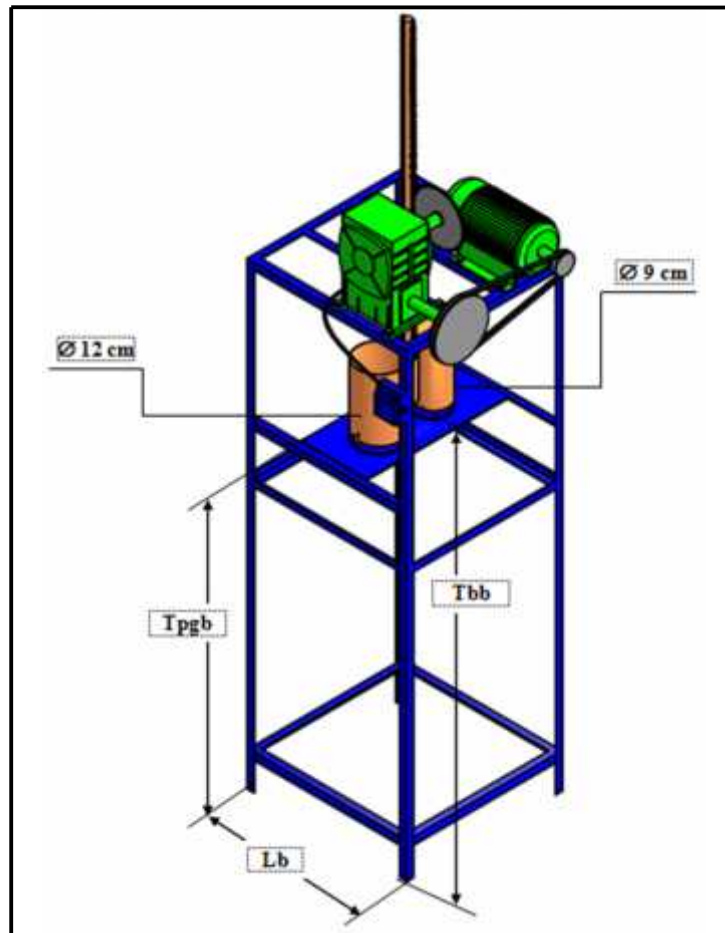
Sumber : Pengolahan Data Keluhan Subjektivitas Pekerja (2013)

## BAB VI PENUTUP

### 6.1 Kesimpulan

Dari hasil pengumpulan dan pengolahan data sebelumnya dapat disimpulkan bahwa:

1. Rancang ulang alat pengupas nanas yang ergonomis menggunakan beberapa data antropometri, yaitu tinggi bahu berdiri, tinggi pinggang berdiri, dan lebar bahu.
2. Data antropometri digunakan untuk menentukan ukuran rancangan alat, yaitu tinggi tuas *switch control* (Tbb) 130,8 cm, tinggi landasan tempat nanas (Tpgb) 99,7 cm, lebar minimum rangka depan (Lb) 38,3 cm. Ukuran tersebut diambil dari persentil data antropometri sehingga alat hasil rancangan menjadi ergonomis.



Gambar 6.1 Rancangan Ulang Alat Pengupas Nanas



3. Pengujian alat pengupas nanas berdasarkan perbandingan data denyut jantung, dan data waktu sebelum dan sesudah perancangan.

Tabel 6.1 Perbandingan Kondisi Sebelum dan Setelah Perancangan

Aspek Ergonomi	Sebelum Perancangan		Setelah Perancangan
	Pembuangan Hati Nanas	Pengupasan Kulit Nanas	
Konsumsi Energi	3,93 Kkal/mnt	3,49 Kkal/mnt	3,36 Kkal/mnt
Waktu Baku Proses	10,8 detik	46,9 detik	21,3 detik
Output Standar	333 buah/jam	76 buah/jam	336 buah/jam

Sumber : Pengolahan Data (2013)

Tabel 6.1 memberikan kesimpulan bahwa alat pengupas nanas hasil rancang ulang lebih ergonomis karena mampu menurunkan konsumsi energi sebesar 14,5% untuk pembuangan hati nanas dan 3,8% untuk pengupasan kulit nanas. Alat hasil rancang ulang juga mengurangi waktu baku untuk kedua proses tersebut sebesar 36,1 detik/buah atau sebesar 62,5% dari waktu sebelumnya. *Output* standar yang dihasilkan alat setelah perancangan juga lebih baik karena alat hasil rancang ulang menggabungkan dua tahapan proses (membuang hati dan mengupas kulit nanas) menjadi satu tahapan proses.

## 6.2 Saran

Adapun saran yang dapat diajukan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Disarankan kepada pengusaha pembuatan keripik nanas hendaknya memperhatikan kesehatan dan keselamatan pekerjaanya. Hal ini bisa dilakukan dengan cara melakukan pekerjaan dengan sikap atau posisi kerja yang baik melalui penggunaan alat bantu yang dapat mempermudah pekerjaan mereka. Serta memperhatikan lingkungan kerja seperti suhu (temperatur), kelembaban, kebisingan, bau-bauan, sirkulasi udara dan aspek lainnya yang mempengaruhi pekerjaan sehingga produktivitas dapat ditingkatkan.
2. Disarankan untuk penelitian selanjutnya agar dapat mengembangkan alat ini dengan mengatasi masalah variasi ukuran nanas sehingga alat pengupas nanas menjadi lebih efektif dan optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Azmi, N. Penentuan Kriteria Fisik Pekerja yang Sesuai Untuk Meningkatkan Produktifitas kerja paada Stasiun Blow Moulding dengan Pendekatan Fisiologi Kerja Studi Kasus di PT. "X" Indonesia. *Jurnal Teknik Industri Universitas Trisakti*. 2010.
- Daryono. *Perancangan Gergaji Logam Untuk Pengurangan Keluhan Fisik Di Bengkel Las Sejati Mulia - Jakarta Selatan*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Industri, Universitas Gunadarma. 2010.
- Hamni, A., dan Tomi, Z. Penentuan Waktu Baku dan Kapasitas Pencurahan Setiap Bahan Baku (Studi Kasus Pada PT. X, Lampung Selatan). *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II Universitas Lampung*. 2008.
- Kristanto, A., dan Saputra, A. D. Perancangan Meja dan Kursi Kerja Yang Ergonomis Pada Stasiun Kerja Pemotongan Sebagai Upaya Peningkatan Produktivitas. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*. Vol. 10, No. 2, ISSN: 1412-6869. 2011.
- Kubangun, H. Analisis Ergonomi Pada Proses Mesin Tenun Dengan Pendekatan Subjektifitas Pada PT Industri Sandang Nusantara Unit Makateks Makassar. *Jurnal Analisis Ergonomi*. ARIKA, Vol. 04, No. 1. ISSN: 1978-1105. 2010.
- Muslimah, E., Pratiwi, I., dan Rafsanjani, F. Analisis *Manual Material Handling* Menggunakan *NIOSH Equation*. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*. Vol. 5, No. 2: 53 – 60. 2006.
- Nugroho, A.W. *Perancangan Ulang Alat Pengupas Kacang Tanah Untuk Meminimalkan Waktu Pengupasan*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Surakarta. 2008.
- Purwati. Analisis dan Perbaikan Bentuk Fisik Kursi Kerja Operator Menjahit Dengan Memperhatikan Aspek Ergonomi (Studi Kasus Pada PD. Sonata Jaya). *Jurnal Teknik Industri Universitas Gunadarma*. 2003.
- Putro, E. *Perbaikan Rancangan Alat Pemotong Singkong Dengan Mekanisme Pedal Kaki Untuk Meningkatkan Produksi Dengan Prinsip Ergonomi*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret Surakarta. 2009.

- Raharjo, P. *Usulan Perancangan Alat Pemotong Kertas Karton (Studi Kasus di D&D Handycraft Collections)*. Tugas Akhir, Program Studi Teknik Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta. 2008.
- Rochman, T., Astuti, D.R., dan Saputro, C.N. Perancangan Fasilitas Fisik Operator SPBU dengan Pendekatan Ergonomi untuk Mengurangi Beban Kerja. *Jurnal Teknik Industri Universitas Sebelas Maret Surakarta*. Performa Vol. 9, No.2: 38-46. 2010.
- Soleman, A. Analisis Beban Kerja Ditinjau Dari Faktor Usia Dengan Pendekatan *Recommended Weight Limit* ( Studi Kasus Mahasiswa Unpatti Poka). *Jurnal Analisa Beban Kerja dengan Pendekatan RWL*. ARIKA, Vol. 05, No. 2, ISSN: 1978-1105. 2011.
- Sutalaksana, I.Z, dkk., 2006. *Teknik Perancangan Sistem Kerja*. Penerbit ITB, Bandung.
- Wignjosoebroto, S., 2008. *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu*, Guna Widya, Jakarta.