

**PERANCANGAN ULANG SISTEM KERJA PENGOLAHAN TAHU YANG  
ERGONOMIS**

**(Studi Kasus pada CV. Sumber Rejeki)**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1  
Teknik Industri**



Oleh :

Nama : Fendy Santoso

No. Mahasiswa : 06 522 209

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA**

**2012**

## PENGAKUAN

Demi Allah, saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah saya jelaskan sumbernya. Jika di kemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak intelektual maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 18 MEI 2012



Fendy santoso

06522209

## SURAT KETERANGAN

Pimpinan CV. SUMBER REJEKI di kecamatan Kartasura, Kabupaten Sukoharjo  
menerangkan bahwa :

Nama : sukasno.

Jabatan : Pemilik Usaha.

Menerangkan bahwa :

Nama : Fendy Santoso.

NIM : 06522209.

Jurusan : Teknik Industri.

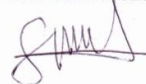
Universitas : Universitas Islam Indonesia.

Adalah benar, telah melaksanakan penelitian di CV. SUMBER REJEKI Purwogondo  
RT. 03 RW. I kelurahan Kartasura, kecamatan Kartasura, Kabupaten Sukoharjo.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat di pergunakan sebagaimana mestinya.

Sukoharjo, 10 mei 2012

CV. SUMBER REJEKI



sukasno

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**

**PERANCANGAN ULANG SISTEM KERJA PENGOLAHAN TAHU YANG  
ERGONOMIS**

**(Studi Kasus pada CV. Sumber Rejeki)**



**Dosen Pembimbing,**

**Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, MT.**

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**

**PERANCANGAN ULANG SISTEM KERJA PENGOLAHAN TAHU YANG  
ERGONOMIS**

**(Studi Kasus pada PT. CV. Sumber Rejeki)**

**TUGAS AKHIR**

Oleh :

Nama : Fendy Santoso

No. Mahasiswa : 06 522 209

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Industri  
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta,

Tim Penguji :

Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, MT.

Ketua

Yuli Agusti rohman. ST, M.Eng.

Anggota I

Ir. Hudaya, MM.

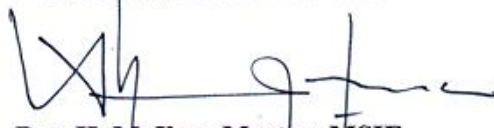
Anggota II

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Drs. H. M. Ibnu Mastur, MSIE

21/6/2012

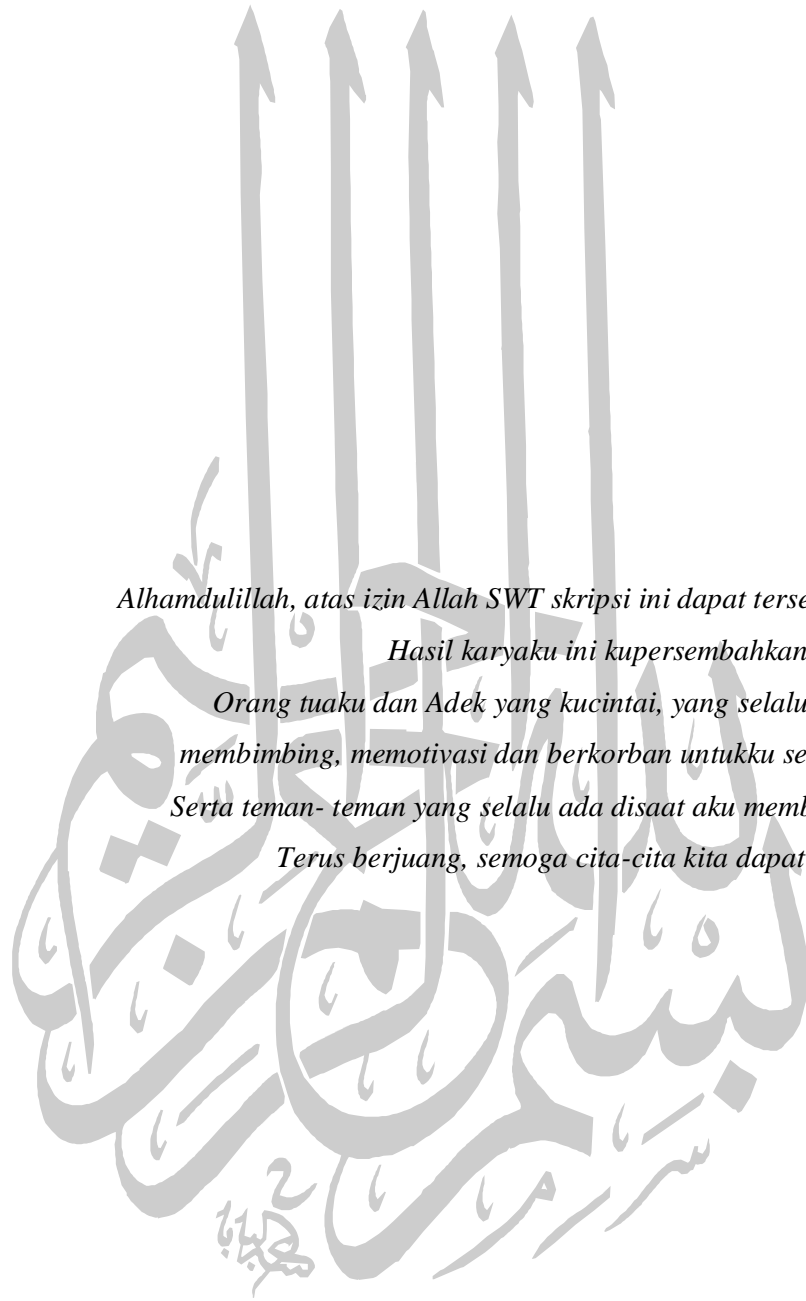
## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Alhamdulillah, atas izin Allah SWT skripsi ini dapat terselesaikan.*

*Hasil karyaku ini kupersembahkan kepada :*

*Orang tuaku dan Adek yang kucintai, yang selalu berdo'a,  
membimbing, memotivasi dan berkorban untukku setiap saat.*

*Serta teman-teman yang selalu ada disaat aku membutuhkan,  
Terus berjuang, semoga cita-cita kita dapat tercapai.*



## MOTTO

إِذَا مَاتَ الْإِنْسَانُ انْفَطَعَ عَمَلُهُ إِلَّا مِنْ ثَلَاثٍ؛ صَدَقَةٌ جَارِيَةٌ أَوْ عِلْمٌ يُنْتَفَعُ بِهِ أَوْ وَلَدٌ صَالِحٌ يَدْعُو لَهُ.

*"Jika manusia mati terputuslah amalnya kecuali tiga: shadaqah jariyah, atau ilmu yang dia amalkan atau anak shalih yang mendoakannya." (HR. Muslim)*

مَنْ يُرِدِ اللَّهُ بِهِ خَيْرًا يُفَقِّهْهُ فِي الدِّينِ وَإِنَّمَا أَنَا قَاسِمٌ وَاللَّهُ هُوَ الْمُعْطِيُّ وَلَا تَزَالُ هَذِهِ الْأُمَّةُ قَائِمَةٌ عَلَى أَمْرِ اللَّهِ لَا يَضُرُّهُمْ مَنْ خَالَفَهُمْ حَتَّى يَأْتِيَ أَمْرُ اللَّهِ.

*"Barangsiapa yang Allah kehendaki padanya kebaikan, maka Allah akan fahamkan dia dalam (masalah) dien. Aku adalah Al-Qasim (yang membagi) sedang Allah Azza wa Jalla adalah yang Maha Memberi. Umat ini akan senantiasa tegak di atas perkara Allah, tidak akan memadharatkan kepada mereka, orang-orang yang menyelisihinya mereka sampai datang putusan Allah." (HR. Al-Bukhari)*

مَنْ سَلَكَ طَرِيقًا يَلْتَمِسُ فِيهِ عِلْمًا سَهَّلَ اللَّهُ لَهُ بِهِ طَرِيقًا إِلَى الْجَنَّةِ.

*Barangsiapa menempuh jalan untuk mencari ilmu, maka Allah mudahkan baginya jalan menuju Surga." (HR. Muslim)*

## KATA PENGANTAR



*Assalamu'alaikum. Wr. Wb*

Dengan memanjatkan puji Syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kekuatan dan petunjuk sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik. Tugas Akhir ini merupakan syarat untuk menyelesaikan jenjang strata satu (S1) di jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Penulis banyak menemui kesulitan dan hambatan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Namun berkat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak akhirnya halangan maupun rintangan ini dapat penulis atasi dengan baik. Untuk itu tidak berlebihan kiranya jika pada kesempatan ini penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada :

1. Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Ka Prodi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, MT. selaku Dosen Pembimbing yang banyak memberikan masukan dan bimbingan selama menyelesaikan Tugas Akhir ini.



4. Kedua orang tuaku yang telah memberikan doa dan restunya agar bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. istriku tercinta yang selalu memberikan semangat dan doa tiada henti dalam menempuh Tugas Akhir ini.
6. Semua teman-temanku yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Penulis berharap semoga penelitian ini bisa bermanfaat bagi semua pihak, dan semoga seluruh bantuan yang telah disumbangkan kepada penulis dapat diterima Allah SWT sebagai amal sholeh.

***Wassalamu'alaikum Wr. Wb***

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
PENGAKUAN .....	ii
SURAT SELESAI PENELITIAN .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING .....	iv
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
MOTTO .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xix
ABSTRAKSI.....	xx
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	6
1.3 Batasan Masalah.....	6
1.4 Tujuan Penelitian .....	7
1.5 Manfaat Penelitian.....	7
1.6 Sistematika Penulisan Laporan .....	9
1.7 Tinjauan Pustaka .....	11
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Pengertian Ergonomi .....	14
2.2 Sistem Manusia-Mesin .....	15
2.3 Dampak sistem Manusia Mesin Yang Tidak Sesuai .....	16
2.4 Perancangan Stasiun Kerja .....	19
2.5 Sikap Tubuh Dalam Bekerja .....	19

2.6	Anthropometri.....	22
2.7	Pengukuran Anthropometri .....	27
2.8	Perhitungan Keseragaman Data .....	31
2.9	Perhitungan Kecukupan Data .....	32
2.10	Perhitungan Persentil .....	33
2.11	Aplikasi Antropometri Dalam Perancangan Fasilitas Kerja .....	34
2.12	Costumer Competitive Evaluation (CCE ) .....	38

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Subjek Penelitian .....	41
3.2	Objek Penelitian .....	41
3.3	Metode Pengumpulan Data .....	41
3.4	Identifikasi data .....	42
3.5	Jalannya Penelitian .....	43
3.6	Metode Pemecahan Masalah Dan Analisa Data .....	44
3.7	Analisis Perancangan Ulang .....	45
3.8	Kerangka Pemecahan Masalah .....	46

### BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1	Pengumpulan Data .....	48
4.1.1	Data Stasiun Kerja .....	48
4.1.2	Data Anthropometri .....	53
4.1.3	Data Kuesioner Nordic BodyMap .....	54
4.1.4	Data Kuesioner Kuesioner Evaluasi Peralatan Kerja .....	60
4.2	Pengolahan Data.....	60
4.2.1	Pengolahan Data Antropometri .....	60
4.2.2	Pengolahan Data Kuesioner .....	64
4.2.3	Kuesioner Evaluasi Peralatan Kerja.....	72
4.3	Pembahasan.....	75
4.3.1	Antropometri .....	75

4.3.3	KuesionerEvaluasi Stasiun Kerja .....	77
4.3.4	Penentuan dimensi perancangan stasiunkerja .....	79
4.3.4	Aplikasi Desain Sistem Kerja.....	99

#### BABV PENUTUP

5.1	Kesimpulan .....	111
5.2	Saran .....	113
5.3	ResponUKM Pembuatan Tahu Terhadap Usulan Rancangan Stasiun Kerja .....	114

#### DAFTAR PUSTAKA

#### LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 CaraPengukuran Antropometri Dalam Posisi Berdiri	27
Tabel 2.2 CaraPengukuran Anthropolometri Dalam Posisi Duduk	28
Tabel 2.3 CaraPengukuran Anthropolometri Jari Tangan.....	30
Tabel 2.4 Rekomendasi Untuk Tinggi Bangku Untuk Operator Berdiri.....	38
Tabel 4.1 Ukuran Aktual Stasiun Penggilingan.....	48
Tabel 4.2 Ukuran Aktual Stasiun Pemasakan.....	49
Tabel 4.3 Ukuran Aktual Stasiun Penyaringan.....	50
Tabel 4.4 Ukuran Aktual Stasiun Pencetakan .....	51
Tabel 4.5 Ukuran Aktual Stasiun Pemotongan.....	52
Table 4.6 Anthropolometri PekerjaTahu .....	53
Tabel 4.7 Nordic Body Map Keluhan Operator Stasiun Penggilingan PadaTubuh Selama 7 Hari Terakhir ....	55
Tabel 4.8 Nordic Body Map Keluhan Operator Stasiun Pemasakan PadaTubuh Selama 7 Hari Terakhir .....	56
Tabel 4.9 Nordic Body Map Keluhan Operator Stasiun Penyaringan PadaTubuh Selama 7 Hari Terakhir .....	57
Tabel 4.10 Nordic Body Map Keluhan Operator Stasiun Pencetakan PadaTubuh Selama 7 Hari Terakhir .....	58
Tabel 4.11 Nordic Body Map Keluhan Operator Stasiun Pemotongan PadaTubuh Selama 7 Hari Terakhir .....	59
Tabel 4.12 Perhitungan Uji Kecukupan Data Dengan Mengambil Satu Sampel Data Antropometri Tinggi Siku Berdiri (TSB).....	61
Table 4.13 Rekapitulasihasil PerhitunganUji Kecukupan Data Antropometri .....	61
Tabel 4.11 Uji Kecukupan Data Tinggi Siku Berdiri.....	62

Tabel 4.12 Rekapitulasi hasil Perhitungan Uji Keseragaman Data Antropometri .....	63
Tabel 4.16 Rekapitulasi Nordic Body Map Keluhan Operator Stasiun Penggilingan .....	65
Tabel 4.17 Rekapitulasi Nordic Body Map Keluhan Operator Stasiun Pemasakan .....	66
Tabel 4.18 Rekapitulasi Nordic Body Map Keluhan Operator Stasiun Penyaringan.....	67
Tabel 4.19 Rekapitulasi Nordic Body Map Keluhan Operator Stasiun Pencetakan .....	68
Tabel 4.20 Rekapitulasi Nordic Body Map Keluhan Operator Stasiun Pemotongan .....	69
Tabel 4.21 Evaluasi Peralatan Stasiun Penggilingan Kedelai .....	72
Tabel 4.22 Evaluasi Peralatan Stasiun Pemasakan Kedelai .....	73
Tabel 4.23 Evaluasi Peralatan Stasiun Penyaringan .....	74
Tabel 4.24 Evaluasi Peralatan Stasiun Pencetakan .....	74
Tabel 4.25 Evaluasi Peralatan Stasiun Pemotongan .....	75
Tabel 4.26 Hasil Uji Kecukupan Data.....	76
Tabel 4.27 Hasil Keseragaman Data .....	76
Tabel 4.28 Nordic Body Map Keluhan Operator Stasiun Penggilingan PadaTubuh Selama 7 Hari Setelah Perbaikan .....	100
Tabel 4.29 Nordic Body Map Keluhan Operator Stasiun Pencetakan PadaTubuh Selama 7 Hari Setelah Perbaikan .....	101
Tabel 4.30 Nordic Body Map Keluhan Operator Stasiun Pemotongan PadaTubuh Selama 7 Hari Setelah Perbaikan .....	101
Tabel 4.31 Rekapitulasi Perbandingan Nordic Body Map Sebelum dan Sesudah Perbaikan.....	103

Tabel 4.32 Perbandingan Kondisi Usulan Dan Kondisi	
Sekarang .....	105
Table 4.33 Perbandingan Kondisi Desain Baru Dan Kondisi	
Desain Lama .....	108

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 NordicBodyMap .....	18
Gambar 2.2 Pengukuran Antropometri Dalam Posisi Berdiri .....	26
Gambar 2.3 Pengukuran Anthropometri Dalam Posisi Duduk ...	28
Gambar 2.4 Pengukuran Anthropometri Jari Tangan .....	30
Gambar 2.5 Jangkauan Posisi Berdiri .....	39
Gambar 3.1 Kerangka Pemecahan Masalah .....	46
Gambar 4.1 Stasiun Penggilingan Aktual .....	49
Gambar 4.2 Stasiun Pemasakan Aktual .....	50
Gambar 4.3 Stasiun Penyaringan Aktual .....	51
Gambar 4.4 Stasiun Pencetakan Aktual .....	51
Gambar 4.5 Stasiun Pemotongan Aktual .....	53
Gambar 4.6 Grafik Kendali Data Tinggi Bahu Berdiri .....	63
Gambar 4.7 Grafik keluhan pada tubuh selama7 hari terakhir Pada stasiun penggilingan .....	65
Gambar 4.8 Grafik keluhan pada tubuh selama7 hari terakhir Pada stasiun pemasakan.....	66
Gambar 4.9 Grafik keluhan pada tubuh selama7 hari terakhir Pada stasiun penyaringan .....	67
Gambar 4.10 Grafik keluhan pada tubuh selama7 hari terakhir Pada stasiun pencetakan .....	68
Gambar 4.11 Grafik keluhan pada tubuh selama7 hari terakhir Pada stasiun pemotongan .....	69
Gambar 4.12 Desain stasiun lama.....	80
Gambar 4.13 Desain Stasiun Penggilingan sekarang .....	81
Gambar 4.14 Desain Stasiun Penggilingan Tampak Samping Kanan lama.....	81
Gambar 4.15 Desain Stasiun Penggilingan Tampak Samping Kanan sekarang .....	82



Gambar 4.16 Desain Stasiun Penggilingan	
Tampak Depan lama .....	82
Gambar 4.17 Desain Stasiun Penggilingan	
Tampak Depan sekarang .....	83
Gambar 4.18 Stasiun Penggilingan setelah dilakukan perbaikan .	83
Gambar 4.19 Stasiun Pemasakan tampak lama .....	85
Gambar 4.20 Stasiun Pemasakan Tampak sekarang .....	85
Gambar 4.21 Stasiun Pemasakan Tampak Samping Kanan lama	85
Gambar 4.22 Stasiun Pemasakan Tampak Samping Kanan sekarang .....	85
Gambar 4.23 Stasiun Pemasakan Tampak Atas lama .....	86
Gambar 4.24 Stasiun Pemasakan Tampak Atas sekarang .....	86
Gambar 4.25 Stasiun Pemasakan Tampak Depan lama .....	86
Gambar 4.26 Stasiun Pemasakan Tampak Depan sekarang .....	86
Gambar 4.27 Stasiun Penyaringan Tampak lama .....	88
Gambar 4.28 Stasiun Penyaringan Tampak sekarang .....	88
Gambar 4.29 Stasiun Penyaringan tampak samping kanan lama	89
Gambar 4.30 Stasiun Penyaringan Tampak Samping Kanan sekarang .....	89
Gambar 4.31 Stasiun PenyaringanTampak depan lama .....	90
Gambar 4.32 Stasiun Penyaringan Tampak Depan sekarang .....	90
Gambar 4.33 Stasiun Penyaringan Tampak Atas lama .....	91
Gambar 4.34 Stasiun Penyaringan Tampak Atas sekarang .....	91
Gambar 4.35 Stasiun Pencetakan Tampak lama .....	92
Gambar 4.36 Stasiun Pencetakan Tampak sekarang .....	92
Gambar 4.37 Stasiun Pencetakan TampakSamping Kanan lama	93
Gambar 4.38 Stasiun Pencetakan Tampak Samping Kanan sekarang .....	93
Gambar 4.39 Stasiun Pencetakan Tampak Atas lama.....	93
Gambar 4.40 Stasiun Pencetakan Tampak Atas sekerang .....	93
Gambar 4.41 Stasiun Pencetakan Tampak Depan lama .....	94

Gambar 4.42 Stasiun Pencetakan Tampak Depan sekarang .....	94
Gambar 4.43 Stasiun Pencetakan Setelah Dilakukan Perbaikan ..	94
Gambar 4.43 Stasiun Pemotongan Tampak lama .....	96
Gambar 4.44 Stasiun Pemotongan Tampak sekarang .....	96
Gambar 4.45 Stasiun Pemotongan Tampak Depan lama .....	96
Gambar 4.46 Stasiun Pemotongan Tampak Depan sekarang .....	97
Gambar 4.47 Stasiun Pemotongan tampak Samping Kanan lama	97
Gambar 4.48 Stasiun Pemotongan Tampak Samping Kanan sekarang .....	97
Gambar 4.49 Stasiun Pemotongan Tampak Atas lama .....	98
Gambar 4.50 Stasiun Pemotongan Tampak Atas sekarang .....	98
Gambar 4.52 Stasiun Pemotongan setelah dilakukan perbaikan....	99
Gambar 4.49 Diagram Keluhan Pekerja Stasiun Penggilingan ....	100
Gambar 4.50 Diagram Keluhan Pekerja Stasiun Pencetakan .....	101
Gambar 4.51 Diagram Keluhan Pekerja Stasiun Pemotongan .....	102
Gambar 4.52 kondisi stasiun kerja lama .....	107
Gambar 4.53 kondisi stasiun kerja baru .....	107
Gambar 4.54 kondisi stasiun kerja lama .....	107
Gambar 4.55 kondisi stasiun kerja baru .....	107
Gambar 4.56 kondisi stasiun kerja lama .....	108
Gambar 4.57 kondisi stasiun kerja baru .....	108
Gambar 4.58 Grafik CCE (Customer Competitive Evaluation) ..	109

## **DAFTAR LAMPIRAN**

<b>LAMPIRAN I</b>	<b>Pengukuran Anthopometri Pekerja Tahu</b>
<b>LAMPIRAN II</b>	<b>Kuesioner Evaluasi Peralatan Kerja</b>
<b>LAMPIRAN III</b>	<b>Perhitungan Kecukupan Data Anthropometri</b>
<b>LAMPIRAN IV</b>	<b>Perhitungan Keseragaman Data Anthropometri</b>
<b>LAMPIRAN V</b>	<b>Perbandingan Antara Desain Baru Dan Desain Lama</b>

## **ABSTRAKSI**

*Perusahaan "SumberRejeki" merupakan perusahaan yang bergerak pada bidang industry pembuatan tahu yang masih beroperasi secara tradisional. Kegiatan proses produksi masih didominasi oleh manusia sehingga interaksi manusia dan mesin sangat kuat. Perusahaan ini memiliki lima stasiun kerja yang digunakan untuk memproduksi tahu yaitu stasiun penggilingan kedelai, stasiun pemasakan, stasiun penyaringan, stasiun pencetakan dan stasiun pemotongan. Stasiun-stasiun kerja tersebut dirancang hanya berdasarkan pengalaman saja tanpa memperhitungkan aspek antropometri sehingga tidak ergonomis.*

*Perancangan alat-alat kerja tanpa memperhitungkan aspek antropometri manusia sebagai penggunaanya berakibat adanya ketidakserasian antara dimensi alat dan stasiun kerja dengan ukuran tubuh pekerja. hal semacam ini mengakibatkan sikap kerja tidak alamiah bagi pekerja saat menggunakan alat tersebut. Sikap kerja tidak alamiah adalah sikap kerja yang menyebabkan posisi bagian-bagian tubuh tergerak menjahui posisi alamiah, misalnya pergerakan tangan terangkat, punggung terlalu membungkuk dan kepala terangkat.*

*Dari penelitian, untuk mencapai kondisi ergonomis bagi operator maka perlu dilakukan perbaikan pada stasiun penggilingan dengan menambah dudukan ember Perendaman dengan ketinggian 55cm panjang 40cm dan lebar 70cm, Tinggi penyangga Mesin sebesar 25 cm. stasiun pemasakan ketinggian bak untuk memasak kedelai diubah menjadi 96.5 cm. Stasiun penyaringan ketinggian bak untuk memasak kedelai diubah menjadi 96.5 cm dan Pegangan dayung diperpanjang menjadi 27.5 cm. Stasiun pencetakan ketinggian penyangga cetakan diubah menjadi sebesar 80.5 cm. Stasiun pemotongan dengan penambahan meja dudukan ember akan membantu pekerja saat memasukan kedelai ke ember dengan tetap berdiri tegak tanpa harus menunduk dengan ketinggian 63cm panjang dan lebar 40 cm. Sebagai visualisasi gambar dari bentuk mesin actual maupun perbaikannya menggunakan CATIA V5R13.*

**Kata kunci : Anthropometri, Ergonomis.**

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Perkembangan industri manufaktur yang semakin pesat akan mendorong meningkatnya daya saing produk-produk manufaktur. Para pelaku industri kecil telah melakukan berbagai usaha untuk meningkatkan kualitas produk. Evaluasi dan perbaikan dilakukan secara berkesinambungan guna menciptakan produk yang mampu memenuhi keinginan dan kebutuhan konsumen. Selalu mengutamakan kualitas produk dengan harga yang sangat terjangkau oleh pasar. Dan seluruh industri kecil selalu berusaha meminimalkan product cacat dalam setiap proses produksinya agar tidak mengalami banyak kerugian saat mereka memproduksi hasil produksinya.

Perusahaan “Sumber Rejeki” merupakan perusahaan yang bergerak pada bidang industri pembuatan tahu yang masih beroperasi secara tradisional. Dalam proses produksinya masih menggunakan peralatan yang beroperasi secara manual sehingga manusia lebih dominan dalam melakukan pekerjaan dibandingkan dengan mesin (*tool*) yang digunakan. Stasiun kerja yang digunakan dirancang hanya berdasarkan pengalaman yang sudah ada selama ini tanpa memperhitungkan tingkat kenyamanan dan keamanan dari operator. Kondisi seperti ini tidak memungkinkan terciptanya kondisi kerja yang ergonomis bagi operator. Dan berpotensi menimbulkan sikap kerja tidak alamiah yang disebabkan oleh adanya ketidakserasian antara dimensi alat dan stasiun kerja dengan ukuran tubuh pekerja. Akibatnya yang akan terjadi

adalah keluhan *musculoskeletal Disorders*.

Di daerah Kartasura terdapat beberapa industri kecil yang masih berjalan sangat sederhana dan masih menggunakan cara yang sangat tradisional sekali, diantaranya yaitu industri kulit, industri tahu, industri minuman keras, industri furniture, industri kripik paru, industri rambak ceker, industri garmen dan masih banyak yang lainnya. Dimana industri tersebut sangatlah mulai terpinggirkan seiring dengan kemajuan jaman ini di karenakan banyak industri rumahan yang mulai mengalami kesulitan dalam pemasaran maupun dalam segi keuangan. Akan tetapi di kartasura industri yang bisa di katakan sangat cepat berkembang adalah industri (garmen), banyak nama rumah industri yang sekarang ini mulai menjadi industry maju seperti PT. Sritek, PT. Batik Keris, dan PT. *Tifountex*. karena di era perkembangan jaman sekarang ini haruslah selalu bisa mengikuti pasar, dan selalu bisa berinovasi sesuai tuntutan konsumen.

Didalam rumah industri setiap pekerja diharuskan mengikuti aturan kerja yang telah ditetapkan, dan terdapat suatu aktivitas yang selalu di lakukan oleh para pekerja. Diantaranya terdapat aktivitas membungkuk dan memutar didalam tempat kerja saat melakukan material handling atau bahkan jika memungkinkan aktivitas ini dihilangkan karena sikap ini rawan yang dapat menimbulkan gangguan pada *system musculoskeletal*. Keluhan *musculoskeletal* adalah keluhan pada bagian-bagian otot skeletal oleh seseorang mulai dari keluhan ringan sampai sakit. Apalagi seseorang menerima beban statis secara berulang dan dalam waktu yang lama akan

dapat menyebabkan keluhan berupa kerusakan pada sendi, ligament dan tendon. Keluhan hingga kerusakan inilah yang biasanya diistilahkan dengan keluhan *Musculoskeletal Disorder* (MSDs) atau cedera pada *system musculoskeletal* (Granjean 1993 dan lamasters, 1996).

Penelitian ini akan melakukan perancangan ulang stasiun kerja pembuatan tahu dengan mempertimbangkan anthropometri para pekerja tahu yang menggunakan stasiun kerja tersebut. Perancangan ini bertujuan untuk membuat stasiun kerja yang ergonomis pada stasiun perendaman, pemasakan dan penyaringan, serta pemotongan, bagi para pekerja tahu. khususnya perusahaan tahu milik bapak kasno. Menggunakan *Nordic Body Map* (NBM) untuk evaluasi *ergonomic* terhadap stasiun yang sudah ada untuk mengetahui dampak penggunaannya oleh operator. Melalui NBM maka dapat di ketahui bagian-bagian otot yang mengalami keluhan dengan tingkat keluhan mulai dari rasa tidak nyaman (agak sakit) sampai sangat sakit. Sedangkan untuk mempresentatiskan hasil rancangan ulang penulis menggunakan *software Catia V5R13*.

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini penulis menggunakan teori-teori serta pustaka yang dipakai untuk membantu selama penelitian dan penyusunan laporan. Teori-teori ini diambil dari buku literature, dari internet, dan dari laporan tugas akhir yang sudah ada. Adapun laporan-laporan tugas akhir yang digunakan sebagai acuan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. “Analisa Postur Kerja dan Perancangan Alat Bantu Untuk Aktivitas *Manual Material Handling* Industri Kecil”. Disusun oleh Andy Wijaya (2008). Penelitian ini dilakukan di perusahaan tahu yang berlokasi di Surakarta. Mengidentifikasi postur kerja para pekerja *manual material handling* (MMH) Industri Kecil pembuatan tahu dengan metode OWAS, memberikan rekomendasi perbaikan kerja terhadap proses kerja yang memiliki postur kerja yang paling berbahaya berdasarkan penilaian metode OWAS, mengidentifikasi rancangan alat bantu yang ergonomis bagi pekerja MMH di industri kecil pembuatan tahu. Perbaikan dilakukan berdasarkan postur kerja operator dengan menggunakan metode OWAS, dari hasil pengolahan OWAS didapatkan penilaian terhadap postur kerja untuk mengetahui tingkat keamanan dalam bekerja yang digunakan untuk saran perbaikan, apakah harus dilakukan perbaikan. Namun pada penelitian ini aplikasi perhitungan persentil
2. “Analisa sistem manusia-mesin pada industri mebel Memen *Furniture*” disusun oleh priyatni imam prasetyo (2008). Penelitian ini dilakukan di Memen *Furniture* sukoharjo. Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian adalah menganalisis keserasian interaksi system manusia-mesin, mengetahui denyut nadi sebelum rancang ulan, mengidentifikasi keluhan yang muncul akibat interaksi system manusia-mesin yang tidak sesuai dan mengusulkan rancang ulang dimensi mesin atau penambahan alat bantu produksi agar pekerja dapat bekerja dengan nyaman. Perbaikan dilakukan berdasarkan referensi tentang perancangan stasiun kerja,



masuk dari operator yang berbentuk kuesioner, data denyut nadi serta data antropometri. Ukuran-ukuran yang direkomendasikan didapatkan dari hasil perhitungan percentile data antropometri yang ada.

3. “Perancangan ulang meja dan kursi berdasarkan data antropometri dan *perspektif mannequinpro* serta evaluasi pencahayaan dan kebisingan” disusun oleh bowo prihutomo (2005). Penelitian ini dilakukan di perusahaan gula tasikmadu karanganyar dimana hubungan antara manusia distasiun pemurnian dan stasiun puteran perlu sedikit perbaikan. Hal ini berdasarkan pendapat-pendapat dari para karyawan di stasiun tersebut. Perbaikan diberikan baik dalam bentuk *display*, ukuran maupun tinggi alat control tersebut. Perbaikan dilakukan berdasarkan referensi tentang *display* maupun bentuk alat control yang telah direkomendasikan. Untuk perbaikan pada tinggi *display* penulis menggunakan percentil data antropometri dari para karyawan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang di atas penulis dapat merumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah rancangan stasiun kerja yang lebih ergonomis untuk memudahkan pekerjaan para pekerja tahu?
2. Apakah perbaikan stasiun kerja dapat mengurangi keluhan sakit yang diderita oleh pekerja?
3. Apakah perbaikan stasiun kerja yang dilakukan mampu memberikan rasa aman dan nyaman bagi para pekerja?

## **1.3 Batasan Masalah**

Supaya tidak terjadi bias dalam penelitian dan fokus terhadap tujuan penelitian, maka dibuat suatu pembatasan masalah. Batas permasalahan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. perancangan ulang ini tidak membahas masalah tata letak dari stasiun kerja.
2. Tidak semua rancangan stasiun kerja diaplikasikan kedalam perusahaan, hanya pada stasiun kerja yang memungkinkan dilakukan perubahan saja rancangan yang telah dibuat kemudian diaplikasikan, seperti stasiun penyaringan, pemotongan, dan pencetakan. Untuk stasiun kerja yang lain hanya sebagai saran perbaikan untuk perusahaan.
3. Penelitian dilakukan diperusahaan pembuatan tahu milik bapak kasno di kartosuro (kartasura).

#### **1.4 Tujuan Penulisan**

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengusulkan perbaikan stasiun kerja dengan melakukan rancang ulang dimensi komponen ataupun penambahan alat bantu produksi sehingga interaksi sistem manusia-mesin memiliki nilai ergonomis yang lebih tinggi bagi penggunanya.
2. Melakukan identifikasi terhadap keluhan operator yang timbul akibat adanya interaksi sistem manusia-mesin sebelum dan sesudah perbaikan sistem kerja dilakukan.
3. Menciptakan lingkungan kerja yang lebih kondusif, lebih memuaskan, lebih aman dan nyaman bagi para pekerja, guna mengurangi tingkat stress pekerja.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang dapat diambil dari hasil penelitian ini antara lain:

1. Menjadi masukan bagi pihak pimpinan perusahaan akan kendala-kendala yang dihadapi operator terhadap penggunaan mesin dan komponen produksi yang lain.
2. Dapat digunakan sebagai acuan melakukan perancangan dan perbaikan interaksi sistem manusia dan mesin yang mempertimbangkan aspek ergonomis sehingga tercapai keamanan dan kenyamanan operator.
3. Perancangan dan perbaikan stasiun yang mempertimbangkan aspek ergonomis diharapkan mampu meningkatkan kualitas kerja operator

yang berujung pada peningkatan kualitas produk.

## **1.6 Sistematika Penulisan Laporan**

Penyusunan laporan tugas akhir ini mengikuti sistematika penulisan sebagai berikut :

### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini membahas tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian serta sistematika penulisan laporan.

### **BAB II LANDASAN TEORI**

Bab ini berisi tentang konsep dan teori yang relevan tentang sistem manusi-mesin, teknik perancangan dan perbaikan stasiun kerja yang aman dan nyaman bagi operator dari sudut pandang ergonomi, pengukuran antropometri serta beban kerja operator akibat dari interaksi sistem manusia- implementasi perancangan menggunakan *Catia V5R13*

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini disajikan tentang obyek penelitian, gambaran umum perusahaan, teknik pengumpulan dan pengolahan data serta kerangka pemecahan masalah

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

Pada bab ini disajikan data hasil penelitian yang diperoleh dari perusahaan, analisis anthropometri, dan analisi interaksi sistem manusia-mesin kemudian akan diproses serta diolah lebih lanjut sebagai dasar pada pembahasan masalah.

## **BAB V PENUTUP**

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian dan saran-saran untuk perbaikan atas permasalahan yang sedang ditelaah serta pengembangan yang lebih lanjut.

## 1.7 Tinjauan Pustaka

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini penulis menggunakan teori-teori serta pustaka yang dipakai untuk membantu selama penelitian dan penyusunan laporan. Teori-teori ini diambil dari buku literature, dari internet, dan dari laporan tugas akhir yang sudah ada. Adapun laporan-laporan tugas akhir yang digunakan sebagai acuan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. “Analisa Postur Kerja dan Perancangan Alat Bantu Untuk Aktivitas *Manual Material Handling* Industri Kecil”. Disusun oleh Andy Wijaya (2008). Penelitian ini dilakukan di perusahaan tahu yang berlokasi di Surakarta. Mengidentifikasi postur kerja para pekerja *manual material handling* (MMH) Industri Kecil pembuatan tahu dengan metode OWAS, memberikan rekomendasi perbaikan kerja terhadap proses kerja yang memiliki postur kerja yang paling berbahaya berdasarkan penilaian metode OWAS, mengidentifikasi rancangan alat bantu yang ergonomis bagi pekerja MMH di industri kecil pembuatan tahu. Perbaikan dilakukan berdasarkan postur kerja operator dengan menggunakan metode OWAS, dari hasil pengolahan OWAS didapatkan penilaian terhadap postur kerja untuk mengetahui tingkat keamanan dalam bekerja yang digunakan untuk saran perbaikan, apakah harus dilakukan perbaikan. Namun pada penelitian ini aplikasi perhitungan persentil untuk menentukan ukuran dan dimensi alat kerja tidak dilakukan.
2. “Analisis Sistem Manusia-mesin Pada Industri Mebel Memen

*Furniture*”” disusun oleh Prayitni Imam Prasetyo (2008). Penelitian ini dilakukan di Memen *Furniture* sukoharjo. Tujuan yang ingin di capai dalam penelitian adalah menganalisis keserasian interaksi system manusia-mesin, mengetahui denyut nadi sebelum rancang ulang, mengidentifikasi keluhan yang muncul akibat interaksi system manusia-mesin yang tidak sesuai dan mengusulkan rancang ulang dimensi mesin atau penambahan alat bantu produksi agar pekerja dapat bekerja dengan nyaman. Perbaikan dilakukan berdasarkan referensi tentang perancangan stasiun kerja, masukan dari operator yang berbentuk data kuesioner, data denyut nadi serta data anthropometri. Ukuran-ukuran yang direkomendasikan didapatkan dari hasil perhitungan percentile data antropometri yang ada.

3. “Perancangan Ulang Meja Dan Kursi Berdasarkan Data Anthropometri Dan *Perspektif Mannequinpro* Serta Evaluasi Pencahayaan Dan Kebisingan” disusun oleh Prihutomo Bowo (2005). Penelitian ini dilakukan di Perusahaan gula Tasikmadu Karanganyar dimana hubungan antara manusia mesin di stasiun pemurnian dan stasiun puteran perlu sedikit perbaikan. Hal ini berdasarkan pendapat-pendapat dari para karyawan di stasiun tersebut. Perbaikan diberikan baik dari bentuk *display*, ukuran maupun tinggi dari alat kontrol tersebut. Perbaikan dilakukan berdasarkan referensi tentang *display* maupun bentuk alat kontrol yang telah direkomendasikan. Untuk perbaikan pada tinggi *display* penulis



menggunakan persentil data anthropometri dari para karyawan.

Dalam penulisan ini penulis akan melakukan perancangan ulang stasiun kerja pembuatan tahu dengan mempertimbangkan anthropometri para pekerja tahu yang menggunakan stasiun kerja tersebut. Perancangan ini bertujuan untuk membuat stasiun kerja yang ergonomis bagi para pekerja tahu khususnya perusahaan tahu milik bapak kasno. Menggunakan *Nordic Body Map* (NBM) untuk evaluasi ergonomic terhadap stasiun yang sudah ada untuk mengetahui dampak penggunaannya oleh operator. Melalui NBM maka dapat di ketahui bagian-bagian otot yang mengalami keluhan dengan tingkat keluhan mulai dari rasa tidak nyaman (agak sakit) sampai sangat sakit. Sedangkan untuk mempresentatifkan hasil rancangan ulang penulis menggunakan *software* Catia V5R13.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1. Pengertian Ergonomi**

Ergonomi berasal dari bahasa latin yaitu Ergos (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. Ergonomi berkenaan pula dengan optimasi, efisiensi, kesehatan, keselamatan dan kenyamanan manusia di tempat kerja (Nurmianto, 2003).

Menurut Sutalaksana (1979) ergonomi merupakan salah satu cabang ilmu yang sistematis untuk memanfaatkan informasi-informasi mengenai sifat, kemampuan dan keterbatasan manusia untuk merancang suatu system 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.

Pokok-pokok mengenai disiplin ergonomi sebagai berikut :

- a. Fokus dari ergonomi adalah berkaitan erat dengan aspek-aspek manusia didalam perencanaan “*Man Made Object*” dan lingkungan kerja. Secara sistematis pendekatan ergonomi untuk rancang bangun, sehingga akan tercipta produk, sistem atau lingkungan kerja yang sesuai dengan manusia.

- b. Ergonomi sebagai “*A Disiplinne Concered*” yaitu pendekatan ergonomis akan mampu menimbulkan “*Functional Effetiveness*” dan kenikmatan kenikmatan pemakai dan peralatan, fasilitas maupun lingkungan kerja yang dirancang.
- c. Maksud dan tujuan dari pendekatan disiplin ergonomi diarahkan pada upaya memperbaiki *performance* kerja manusia seperti menambah kecepatan kerja, *accuracy* (ketepatan), keselamatan kerja, dan untuk mengurangi kelelahan.
- d. Pendekatan khusus disiplin ergonomi adalah aplikasi yang sistematis dari informasi yang berkaitan dengan karakteristik dan perilaku manusia dalam perancangan alat, fasilitas dan lingkungan kerja yang dipakai.

Menurut Satalaksana (1979) untuk mengembangkan ergonomis diperlukan dukungan dari beberapa disiplin, antara lain psikologi, Antropologi, faal kerja, biologi, sosiologi, perancangan kerja, fisika dan lain-lain. Masing-masing disiplin berfungsi sebagai pemberi informasi. Informasi-informasi tersebut digunakan sebagai pengetahuan untuk merancang fasilitas sedemikian rupa sehingga mencapai kegunaan yang optimal.

## **2.2. Sistem Manusia-Mesin**

Sistem manusia-mesin ialah kombinasi antara satu atau beberapa manusia dengan satu atau beberapa “mesin” dimana salah satu mesin dan lainnya saling berinteraksi untuk keluaran-keluaran berdasarkan masukan-masukan yang diperoleh (Satalaksana, 1979).

Manusia dan mesin masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan. Beberapa pekerjaan hasilnya akan lebih baik bila dikerjakan oleh manusia dan sebaliknya ada beberapa pekerjaan yang lebih baik dikerjakan dengan mesin. Dengan kata lain sistem manusia-mesin dikatakan baik bila ada keseimbangan kemampuan antara manusia dan mesin yang dapat saling melengkapi kekurangan dan kelebihannya masing-masing.

Dengan mempelajari manusia sebagai salah satu komponen system manusia-mesin diharapkan akan dapat meletakkan fungsi manusia dengan segala kemampuan dan keterbatasannya, dalam hubungan untuk merancang sistem manusia-mesin yang terdiri dari manusia, peralatan dan lingkungan kerja sedemikian rupa sehingga memberikan hasil akhir secara keseluruhan yang optimal (Sutalaksana, 1979).

### **2.3. Dampak Sistem Manusia Mesin Yang Tidak Sesuai**

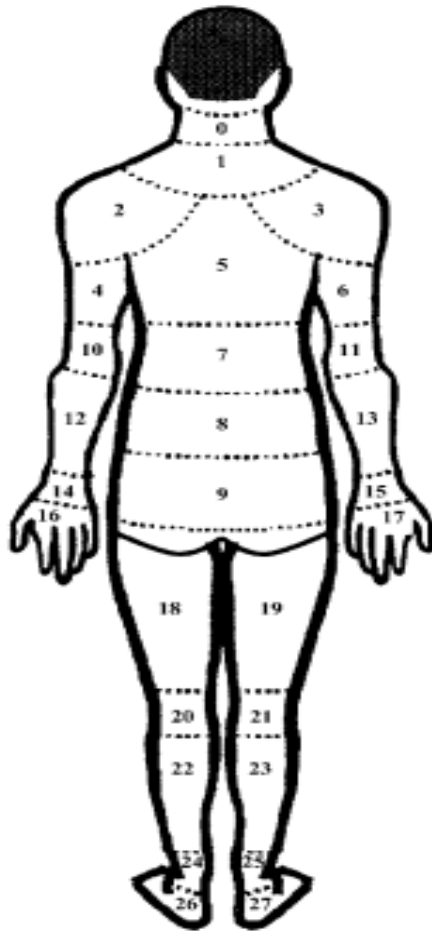
Sikap kerja tidak alamiah adalah sikap kerja yang menyebabkan posisi bagian-bagian tubuh tergerak menjahui posisi alamiah, misalnya pergerakan tangan terangkat, punggung terlalu membungkuk dan kepala terangkat. Sikap kerja tidak alamiah ini lebih banyak disebabkan oleh adanya ketidakserasian antara dimensi alat dan stasiun kerja dengan ukuran tubuh pekerja. Akibat yang terjadi adalah keluhan *Musculoskeletal Disorders*.

Keluhan *Musculoskeletal Disorders* adalah keluhan pada bagianbagian otot skeletal yang dirasakan oleh seseorang mulai dari keluhan sangat ringan sampai sangat sakit. Apabila otot menerima beban statis secara

secara berulang dan dalam waktu yang lama, akan menyebabkan keluhan berupa kerusakan pada sendi, ligamen dan tendon (Grandjean, 1993).

Ada beberapa cara yang telah diperkenalkan dalam melakukan evaluasi ergonomi untuk mengetahui hubungan antara tekanan fisik dengan resiko keluhan otot skeletal (*musculoskeletal disorder*). Salah satu alat bantu untuk mempermudah pengukuran serta mengenali sumber penyebab *musculoskeletal disorder* adalah *Nordic Body Map* (NBM) yang dapat dilihat pada (gambar 2.1) seperti dibawah ini.

Melalui NBM maka dapat diketahui bagian-bagian otot yang mengalami keluhan dengan tingkat keluhan mulai dari rasa tidak nyaman (agak sakit) sampai sangat sakit (Corlett, 1992).



1. Leher/Tenguk
3. Bahu
5. Punggung
6. Pangkal tangan
8. Pinggang
9. Pantat
11. Siku
13. lengan
15. Pergelangan Tangan
19. Paha
21. Lutut
23. Betis
25. Pergelangan Kaki

Gambar 2.1 *Nordic Body Map*

## **2.4. Perancangan Stasiun Kerja**

Salah satu faktor yang mempengaruhi keberhasilan proses produksi adalah pemanfaatan sistem manusia-mesin yang optimal. Kondisi ini akan tercapai apabila suatu rancangan stasiun kerja dimana pada stasiun kerja tersebut orang dapat hidup dan bekerja dengan baik.

Menurut Nurmianto eko (1996) perancangan tempat kerja pada dasarnya merupakan suatu aplikasi data antropometri, tetapi masih memerlukan dimensi fungsional yang tidak terdapat pada data statis. Misalkan data menjangkau, mengambil sesuatu, mengoperasikan suatu alat adalah suatu hal yang sukar untuk didefinisikan.

## **2.5. Sikap Tubuh Dalam Bekerja**

Posisi tubuh dalam bekerja sangat ditentukan oleh jenis pekerjaan yang dilakukan. Masing-masing posisi kerja mempunyai pengaruh yang berbeda- beda terhadap tubuh.

### **a. Sikap Kerja Duduk.**

Menurut (Grandjean, 1993 dalam Tarwaka, dkk, 2004) bahwa bekerja dengan posisi duduk mempunyai keuntungan antara lain: pembebanan pada kaki, pemakaian energi dan keperluan untuk sirkulasi darah dapat dikurangi. Namun demikian kerja dengan sikap duduk terlalu lama dapat menyebabkan otot perut melemah dan tulang belakang akan melengkung sehingga cepat lelah. Pekerjaan yang paling baik dilakukan dengan posisi duduk adalah sebagai berikut: (Pulat, 1992 dalam Tarwaka, dkk, 2004 )

1. Pekerjaan yang memerlukan kontrol dengan teliti pada kaki.
  2. Pekerjaan utama adalah menulis atau memerlukan ketelitian tangan.
  3. Tidak memerlukan tenaga dorong yang besar.
  4. Objek yang dipegang tidak memerlukan tangan bekerja pada ketinggian lebih dari 15 cm dari landasan kerja
  5. Diperlukan tingkat kestabilan tubuh yang tinggi
  6. Pekerjaan dilakukan pada waktu yang lama
  7. Seluruh objek dikerjakan atau disuplai masih dalam jangkauan dengan posisi duduk
- b. Sikap Kerja Berdiri.

Menurut Satalaksana dkk, (1979), bahwa bekerja dengan sikap berdiri merupakan sikap siaga baik fisik maupun mental, sehingga aktifitas kerja yang dilakukan lebih cepat, kuat, dan teliti. Namun demikian pekerjaan dengan berdiri lebih melelahkan dari pada duduk dan energi yang dikeluarkan lebih banyak 10-15% dibandingkan dengan duduk. Sikap kerja dengan berdiri menggunakan meja sebagai landasan kerja dengan ketinggian landasan yang tidak tepat, yang menyebabkan sikap kerja paksa. Jika landasan kerja terlalu tinggi maka pekerjaan akan mengangkat untuk menyesuaikan dengan ketinggian landasan kerja sehingga menyebabkan sakit pada bahu dan leher, sebaliknya bila landasan terlalu rendah maka tulang belakang akan membungkuk sehingga menyebabkan nyeri pada tulang belakang. Grandjean, 1993 dalam Tarwaka, dkk, 2004. Pekerjaan yang paling baik dilakukan



dengan posisi berdiri adalah sebagai berikut: Pulat, 1992 dan Clark, 1996 dalam Tarwaka, dkk, 2004.

1. Tidak tersedia tempat untuk kaki dan lutut
2. Harus memegang objek yang berat
3. Sering menjangkau keatas, kebawah dan kesamping
4. Sering dilakukan pekerjaan dengan menekan kebawah
5. Diperlukan mobilitas tinggi

Menurut Manuaba, 1986; Sanders & Mc Cormick, 1987; Grandjean, 1993 dalam Tarwaka, dkk, 2004 ketinggian landasan kerja posisi berdiri di dasarkan pada ketinggian siku berdiri sebagai berikut:

1. Untuk pekerjaan memerlukan ketelitian, ketinggian landasan kerja adalah 5-10 cm diatas tinggi siku.
2. Untuk pekerjaan memerlukan ruangan untuk peralatan maksimal dengan berbagai jenis, ketinggian landasan kerja adalah 10-15 cm dibawah tinggi siku berdiri.
3. Untuk pekerjaan dengan penekanan kuat, ketinggian landasan adalah 15-40 cm.

c. Sikap Kerja Dinamis.

Menurut Clark, 1996 dalam Tarwaka, dkk, 2004 batasan stasiun kerja untuk posisi duduk dan berdiri sebagai berikut:

1. Pekerjaan dilakukan dengan duduk pada suatu saat dan pada saat lainnya dilakukan dengan berdiri saling bergantian.

2. Perlu menjangkau sesuatu lebih dari 40 cm ke depan dan atau 15 cm diatas landasan kerja.
3. Tinggi landasan kerja 90-120 cm

Sikap kerja dengan berdiri menggunakan meja sebagai landasan kerja dengan ketinggian landasan yang tidak tepat menyebabkan sikap paksa.

Jika landasan kerja terlalu tinggi maka pekerjaan akan mengangkat untuk menyesuaikan dengan ketinggian landasan kerja sehingga menyebabkan sakit pada bahu dan leher, sebaliknya bila landasan terlalu rendah makatulang belakang akan membungkuk sehingga menyebabkan kenyarian tulang belakang (Grandjean, 1993).

## **2.6. Anthropometri**

Antropometri berasal dari kata “*ANTROPOS*” yang artinya manusia dan “*METRI*” yang berarti ukuran. Jadi antropometri diartikan sebagai ilmu yang secara khusus berkaitan dengan pengukuran tubuh manusia yang digunakan untuk menentukan perbedaan pada individu, kelompok, dan sebagainya.

Menurut Nurmianto (2003), dalam rangka untuk mendapatkan perancangan yang optimum dari suatu ruang dan fasilitas akomodasi maka hal-hal yang harus diperhatikan adalah factor-faktor seperti panjang dari suatu dimensi tubuh baik dalam posisi statis maupun dinamis suatu.

Sedangkan menurut Satalaksana (1979), antropometri adalah keadaan dan ciri-ciri fisik manusia seperti: dimensi, volume dan berat.

Dengan demikian terdapat dua cara pengukuran yaitu antropometri statis dan antropometri dinamis.

Pada umumnya manusia mempunyai bentuk dan dimensi ukuran tubuh yang berbeda-beda. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi ukuran tubuh manusia, sehingga sudah semestinya dalam merancang produk harus diperhatikan faktor-faktor tersebut yang antara lain (Wignjosoebroto, 1995)

a. Umur.

Secara umum dimensi tubuh manusia akan tumbuh dan tambah besar seiring dengan bertambahnya umur.

b. Jenis kelamin.

Dimensi ukuran tubuh laki-laki umumnya akan lebih besar dibandingkan dengan wanita, terkecuali untuk beberapa bagian tubuh tertentu seperti pinggul dan sebagainya.

c. Suku bangsa (*ethnic*).

Setiap suku, bangsa atau kelompok etnik yang memiliki karakteristik fisik yang akan berbeda satu dengan yang lainnya.

d. Posisi tubuh (*posture*)

Posisi tubuh akan mempengaruhi terhadap ukuran tubuh, oleh sebab itu, posisi tubuh standar harus ditetapkan untuk survei pengukuran.

Ada 2 cara pengukuran dalam kaitan posisi tubuh manusia yaitu (Wignjosoebroto, 1995) :

1. Pengukuran dimensi struktur tubuh (*structural body dimensions*).

Disini tubuh diukur dalam berbagai posisi standar dan tidak bergerak (tegak). Istilah lain dari pengukuran ini dikenal dengan “*static anthropometry*”. Dimensi tubuh yang diukur dengan posisi tetap antara lain meliputi berat badan, tinggi tubuh dalam posisi tetap antara lain meliputi berat badan, tinggi tubuh dalam posisi berdiri, maupun duduk, ukuran kepala, tinggi atau panjang lutut pada saat berdiri/ duduk, panjang lengan dan sebagainya

2. Pengukuran dimensi fungsional tubuh (*functional body dimensions*)

Di sini pengukuran dilakukan terhadap posisi tubuh pada saat berfungsi melakukan gerakan-gerakan tertentu yang berkaitan dengan kegiatan yang harus diselesaikan. Hak pokok yang ditekankan dalam pengukuran dimensi fungsional tubuh ini adalah mendapatkan ukuran tubuh yang nantinya akan berkaitan erat dengan gerakan-gerakan tertentu. Berbeda dengan cara pengukuran yang pertama yang mengukur tubuh dalam posisi tetap, maka cara pengukuran kali ini dilakukan pada saat tubuh melakukan gerakan-gerakan kerja atau dalam posisi yang dinamis. Cara pengukuran ini akan menghasilkan *Dynamic Anthropometry*.

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

- a. Untuk suatu dimensi minimum yang harus ditetapkan dari suatu produk umumnya didasarkan pada nilai *percentile* yang terbesar seperti 90, 95 atau 99.

- b. Untuk dimensi maksimum yang harus ditetapkan diambil berdasarkan nilai *percentile* yang paling rendah yaitu 1, 5 atau 10 dari distribusi data anthropometri.

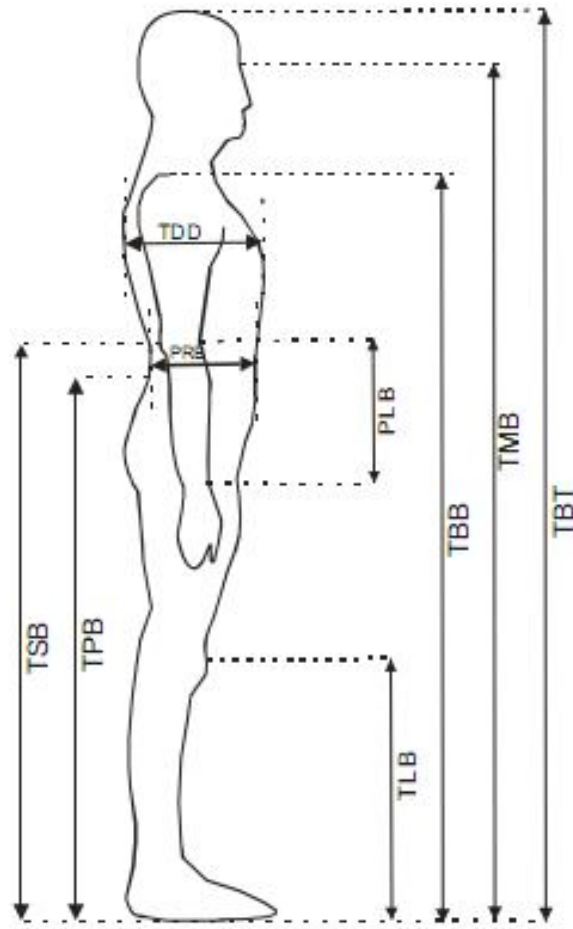
Secara umum aplikasi data anthropometri untuk perancangan produk ataupun fasilitas kerja akan menetapkan nilai *percentile* 5 untuk dimensi maksimum dan *percentile* 95 untuk dimensi minimum. Selain faktor-faktor diatas masih ada pula beberapa faktor lain yang mempengaruhi variabilitas

ukuran tubuh manusia seperti :

- a. Cacat tubuh, dimana perancangan ini digunakan untuk orang-orang cacat (kursi roda, kaki/ tangan palsu, dll).
- b. Tebal dan tipis pakaian yang harus dikenakan, dimana faktor iklim yang berbeda-beda pula dalam bentuk rancangan dan spesifikasi pakaian. Dengan demikian dimensi tubuh orang satu dengan yang lain akan berbeda dari satu tempat ke tempat lainnya.
- c. Kehamilan (*pregnancy*), dimana kondisi semacam ini jelas akan mempengaruhi bentuk dan ukuran tubuh (untuk wanita)

## 2.7. Pengukuran Anthropometri

### a. Posisi berdiri



Gambar 2.2 Pengukuran Antropometri  
Dalam Posisi Berdiri

Gambar 2.2 adalah merupakan cara pengukuran antropometri dalam posisi berdiri yang di gunakan sebagai pedoman dalam pengukuran.

Tabel 2.1 Cara Pengukuran Antropometri Dalam Posisi Berdiri

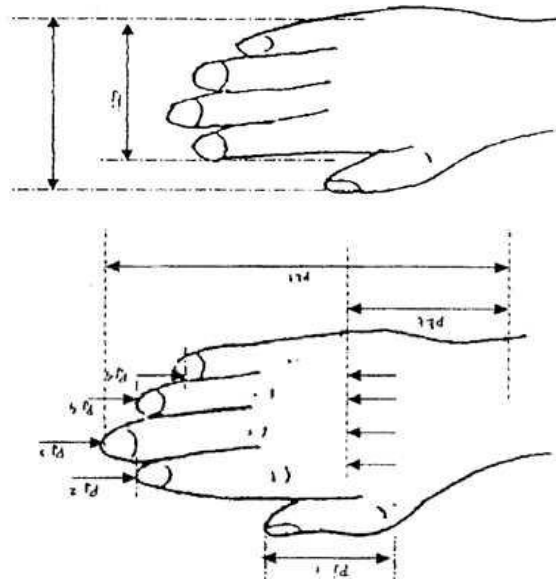
No	Dimensi Tubuh	Cara Pengukuran
1	Tinggi Badan Tegak (TBT)	Subyek berdiri tegak dengan mata memandang lurus ke depan. Ukur jarak vertikal antara alas kaki sampai ujung kepala.
2	Tinggi Mata Berdiri (TMB)	Subyek berdiri tegak dengan mata memandang lurus ke depan. Ukur jarak vertikal antara alas kaki sampai ujung bagian dalam mata (dekat pangkal hidung).
3	Tinggi Bahu Berdiri (TBB)	Subyek berdiri tegak dengan mata memandang lurus ke depan. Ukur jarak vertikal antara alas kaki sampai bahu yang paling menonjol.
4	Tinggi Siku Berdiri (TSB)	Subyek berdiri dengan kedua tangantergantuing secara wajar. Ukur jarak vertical antara lantai sampai ke titik pertemuanantara lengan atas dan lengan bawah.
5	Tinggi Pinggang Berdiri (TPB)	Subyek berdiri tegak. Ukur jarak vertical antara lantai sampai pinggang.
6	Jangkauan Tangan Atas (JTA)	Subyek berdiri tegak dengan menjangkau ke atas setinggi-tingginya. Ukur jarak vertical dari lantai sampai ujung jari tengah.
7	Panjang Lengan Bawah (PLB)	Subyek berdiri tegak dengan tangan disamping. Ukur jarak dari siku sampai pergelangan tangan.
8	Tinggi Lutut Berdiri (TLB)	Subyek berdiri tegak. Ukur jarak vertical dari lantai sampai lutut.
9	Tebal Dada (TDD)	Subyek berdiri tegak. Ukur jarak dari dada (bagian ulu hati) sampai punggung secara horisontal.
10	Tebal Perut Berdiri (PRB)	Subyek berdiri tegak. Ukur menyamping jarak dari perut depan sampai perut belakang secara horisontal.
11	Jangkauan Tangan ke Depan (JTD)	Subyek berdiri tegak dengan betis dan pantat (bagian samping kiri badan) merapat ke dinding, tangan direntangkan secara horizontal ke depan. Ukur jarak horizontal dari punggung sampai ujung jari tengah.





No	Dimensi Tubuh	Cara Pengukuran
3	Tinggi Mata Duduk (TMD)	Subyek duduk seperti pada poin 1. Ukur jarak vertical dari permukaan alas duduk sampai ujung mata bagian dalam.
4	Tinggi Bahu Tegak (TBH)	Subyek duduk seperti pada poin 1. Ukur jarak vertical dari permukaan alas duduk sampai ujung tulang bahu yang menonjol.
5	Tinggi Siku Duduk (TSD)	Subyek duduk tegak dengan lengan atas vertical di sisi badan dan membentuk sudut siku-siku dengan lengan bawah. Ukur jarak vertical dari permukaan alas duduk sampai ujung bawah siku kanan.
6	Tinggi Sandaran Duduk (TSN)	Subyek duduk seperti pada poin 1. Ukur jarak vertical dari permukaan alas duduk sampai pucuk belikat bawah.
7	Tinggi Pingang (TPG)	Subyek duduk seperti pada poin 1. Ukur jarak vertical dari permukaan alas duduk sampai pinggang (di atas tulang pinggul).
8	Tebal Perut Duduk (TPD)	Ukur dari samping jarak bagian belakang sampai bagian depan perut. Subyek duduk seperti pada poin 1.
9	Tebal Paha (TPH)	Subyek duduk seperti pada poin 1. Ukur jarak dari permukaan alas duduk sampai ke permukaan pangkal paha.
10	Tinggi Popliteal (TPL)	Ukur jarak vertical dari alas kaki sampai bagian bawah paha
11	Pantat Popliteal (PPL)	Subyek duduk tegak. Ukur jarak horizontal dari bagian terluar pantat sampai lekukan lutut sebelah dalam (popliteal) dengan posisi paha dan kaki bagian bawah membentuk sudut sikusiku.
12	Pantat ke Lutut (PLT)	Subyek duduk tegak. Ukur jarak horizontal dari bagian terluar pantat sampai ke lutut dengan posisi paha dan kaki bagian bawah membentuk sudut siku-siku.

### c. Pengukuran Jari Tangan



Gambar 2.4 Pengukuran Anthropometri Jari Tangan

Gambar 2.4 adalah merupakan cara pengukuran antropometri jari tangan yang di gunakan sebagai pedoman dalam pengukuran.

Tabel 2.3 Cara Pengukuran Anthropometri Jari Tangan

No	Dimensi Tubuh	Cara Pengukuran
1	Panjang 1,2,3,4,5 (PJR)	Diukur dari masing-masing pangkal ruasjari sampai ujung jari. Jari-jari subyekmerentang lurus dan sejajar
2	Pangkal ke Tangan (PKT)	Diukur dari pangkal pergelangan tangansampai pangkal ruas jari. Lengan bawahsampai telapak tangan subyek lurus.
3	Lebar Tangan (LBT)	Diukur dari sisi luar ibu jari sampai sisiluar jari kelingking.
4	Panjang Telapak Tangan (PTT)	Diukur dari ujung tengah sampaipangkal pergelangan tagan.

No	Dimensi Tubuh	Cara Pengukuran
5	Genggaman Tangan (GGT)	Diukur garis tengahnya.

## 2.8. Perhitungan Keseragaman Data

Uji keseragaman data bertujuan untuk mengetahui apakah data hasil pengamatan tersebut seragam atau tidak seragam. Adapun langkah-langkah perhitungan persentil adalah sebagai berikut:(Sutalaksana, 1979)

- a. Menghitung harga rata-rata dari data yang ada

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

- b. Hitung standar deviasi

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N - 1}} \dots\dots\dots (2.2)$$

- c. Standar deviasi dari distribusi rata-rata

$$\delta\bar{X} = \frac{\delta}{\sqrt{N}} \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan :

$\bar{X}$  = ukuran anthropometri rata-rata

$X_i$  = ukuran anthropometri

$N$  = jumlah data pengamatan

$\delta$  = standar deviasi

$\delta\bar{X}$  = standar deviasi rata-rata

d. Membuat batas kontrol Atas dan bawah

$$\text{BKA} = \bar{X} + 2 \delta\bar{X} \dots\dots\dots (2.4)$$

$$\text{BKB} = \bar{X} - 2 \delta\bar{X} \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan:

$\bar{X}$  = ukuran anthropometri rata-rata

$\delta\bar{X}$  = standar deviasi rata-rata

## 2.9. Perhitungan Kecukupan Data

Digunakan untuk menghitung banyaknya data yang diperlukan. Tujuannya adalah mengetahui apakah data yang digunakan sebagai dasar analisis sudah mewakili, sehingga hasilnya dapat dipercaya atau valid. Rumus yang digunakan dalam uji kecukupan data adalah

$$N' = \left[ \frac{k / s \sqrt{N \sum (X_i^2) - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right]^2 \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana :

$N'$  = jumlah data yang dibutuhkan

$N$  = jumlah data pengukuran

$X_i$  = data pengukuran

$i$  = 1, 2, 3 ....  $N$

$s$  = Derajat ketelitian menunjukkan penyimpangan maksimum hasil pengukuran dari waktu penyelesaian sebenarnya.

$k$  = Tingkat keyakinan menunjukkan besarnya keyakinan pengukur akan ketelitian data waktu yang telah diamati dan dikumpulkan.

Derajat ketelitian ( $s$ ) yang digunakan adalah tergantung dari tingkat kepercayaan yang dipakai, yaitu:

- 1) Tingkat kepercayaan 90%, maka harga  $s = 0,10$
- 2) Tingkat kepercayaan 95%, maka harga  $s = 0,05$
- 3) Tingkat kepercayaan 99%, maka harga  $s = 0,01$

Sedangkan harga indeks ( $k$ ) yang digunakan adalah tergantung dari tingkat kepercayaan yang dipakai, yaitu :

- 1) Tingkat kepercayaan 90%, maka harga  $k = 1$
- 2) Tingkat kepercayaan 95%, maka harga  $k = 2$
- 3) Tingkat kepercayaan 99%, maka harga  $k = 3$

Dari perhitungan  $N'$  dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Jika  $N' \leq N$  maka data pengukuran dianggap cukup sehingga tidak perlu dilakukan pengambilan data lagi.
- 2) Jika  $N' > N$  maka data pengukuran dianggap tidak cukup sehingga perlu dilakukan pengambilan data lagi.

### **2.10. Perhitungan Persentil**

Persentil adalah suatu nilai yang menyatakan bahwa presentase tertentu dari sekelompok orang yang dimensinya sama dengan atau lebihrendah dari nilai tersebut (Nurmianto, 2003). Adapun langkah-langkah perhitungan persentil adalah sebagai berikut:

1. Menghitung harga rata-rata dari data yang ada
2. Hitung standar deviasi
3. Perhitungan persentil

- a) Persentil 5 =  $X - 1,64 \times \sigma$
- b) Persentil 10 =  $\tilde{X} - 1,28 \times \sigma$
- c) Persentil 50 =  $X$
- d) Persentil 90 =  $X + 1,28 \times \sigma$
- e) Persentil 95 =  $X + 1.64 \times \sigma$

### 2.11. Aplikasi Anthropometri Dalam Perancangan Fasilitas Kerja

Peranan manusia dalam sistem manusia-mesin akan didasarkan pada kemampuan dan keterbatasannya terutama yang berkaitan dengan aspek pengamatan, kognitif, fisik maupun psikologisnya. Demikian pula peranan dan fungsi peralatan dan mesin seharusnya ikut menunjang manusia (operator) dalam melaksanakan tugas yang ditentukan. Mesin kerja juga berfungsi menambah kemampuan manusia, tidak menimbulkan stress tambahan akibat beban kerja dan membantu melaksanakan kerja-kerja tertentu yang dibutuhkan tetapi berada diatas kapasitas atau kemampuan yang dimiliki manusia ( Wignjosoebroto, 1995).

Adapun prinsip-prinsip perancangan produk dengan menggunakan data anthropometri adalah sebagai berikut:

- a. Prinsip perancangan produk bagi individu dengan ukuran ekstrim Prinsip ini digunakan apabila kita mengharapkan agar fasilitas yang akan dirancang dapat dipakai dengan enak dan nyaman oleh sebagian besar orang-orang yang akan memakainya. Perancangan berdasarkan individu ekstrim ini dibagi 2 yaitu :
  1. Perancangan berdasarkan individu ekstrim atas

Dari data yang diperoleh, kita menggunakan persentil terbesar dari perhitungan data yang didapatkan, misalnya persentil 95%. Makin tinggi persentil yang digunakan, makin banyak populasi yang bias menggunakan peralatan tersebut.

## 2. Perancangan berdasarkan individu ekstrim bawah

Dari data yang diperoleh, kita menggunakan persentil terkecil dari perhitungan data yang didapatkan, misalnya persentil 5%. Rancangan produk bagi individu dengan ukuran ekstrim ini dibuat agar memenuhi dua sasaran produk yaitu :

- a) Sesuai untuk ukuran tubuh manusia yang mengikuti klasifikasi ekstrim dalam arti terlalu besar atau terlalu kecil bila dibandingkan dengan rata-ratanya.
- b) Tetap bisa digunakan untuk memenuhi ukuran tubuh yang lain (mayoritas dari populasi yang ada).

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

- 1) Untuk dimensi minimum yang harus ditetapkan dari suatu rancangan produk umumnya didasarkan pada nilai persentil yang terbesar seperti 90, 95, atau 99 persentil. Contoh konkrit pada kasus ini dapat dilihat pada penetapan ukuran minimal dari lebar dan tinggi dari pintu darurat, dan lain-lain.
- 2) Untuk dimensi maksimum yang harus ditetapkan diambil berdasarkan nilai persentil yang paling rendah 1,5 atau 10

persentil dari distribusi data antropometri yang ada. Hal ini ditetapkan sebagai contoh dalam penetapan jarak jangkauan dari suatu mekanisme kontrol yang harus dioperasikan oleh seorang pekerja. Secara umum aplikasi data antropometri untuk perancangan produk maupun fasilitas kerja akan menetapkan nilai persentil ke-5 untuk dimensi maksimum dan persentil ke-95 untuk dimensi minimumnya.

- b. Prinsip perancangan produk yang bisa dioperasikan diantara rentang ukuran tertentu.

Dalam hal ini diubah-ubah ukurannya sehingga cukup fleksibel dioperasikan oleh sekian orang yang memiliki berbagai ukuran tubuh. Contoh yang paling umum dijumpai adalah perancangan kursi mobil dalam hal ini letaknya bisa digeser maju/mundur dan sudut sandarnya bisa dirubah-rubah sesuai dengan yang diinginkan, atau pada kursi sekretaris dan tinggi permukaan mejanya, merupakan contoh-contoh dari pemakaian prinsip-prinsip ini dalam praktek. Dalam kaitannya untuk mendapatkan rancangan yang *flexible* semacam ini maka data antropometri yang umum diaplikasikan adalah rentang nilai 5 sampai dengan 95 persentil.

- c. Prinsip perancangan produk dengan ukuran rata-rata

Dalam hal ini rancangan produk didasarkan terhadap rata-rata ukuran manusia. Problem pokok yang dihadapi dalam hal ini justru sedikit sekali mereka berada dalam ukuran rata-rata, sedangkan bagi mereka



yang memiliki ukuran ekstrim akan dibuatkan rancangan tersendiri. Perancangan dengan prinsip ini dapat dikatakan perancangan dengan persentil 50%. Berkaitan dengan aplikasi data antropometri yang diperlihatkan dalam proses rancangan produk ataupun fasilitas kerja, maka ada beberapa saran/rekomendasi yang bisa diberikan sesuai dengan langkah-langkah seperti berikut :

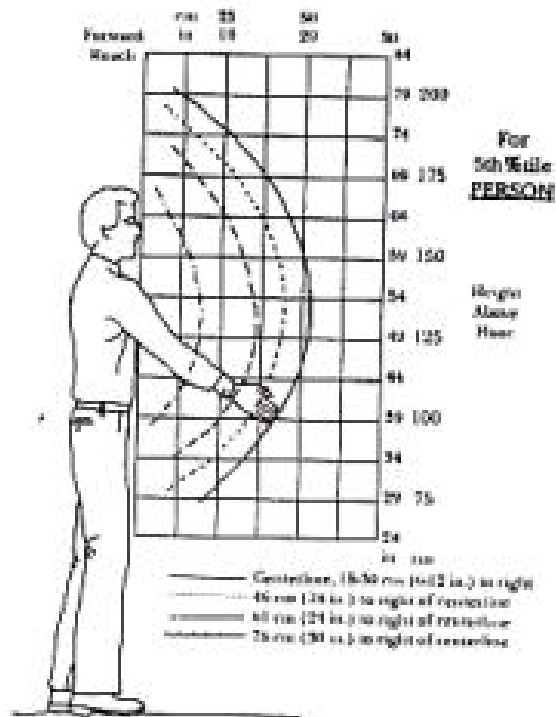
1. Pertama kali terlebih dahulu harus ditetapkan anggota tubuh yang mana nantinya akan difungsikan untuk mengoperasikan rancangan tersebut.
2. Tentunya dimensi tubuh yang penting dalam proses perancangan tersebut, dalam hal ini juga perlu diperhatikan apakah harus menggunakan data *structural body dimensions* atau *functional body dimensions*.
3. Selanjutnya tentukan populasi terbesar yang harus diantisipasi, diakomodasikan, dan target utama pemakai rancangan produk tersebut. Ini lazim dikenal sebagai “ *Market Segmentation*”, seperti produk mainan untuk anak-anak, peralatan rumah tangga untuk wanita dan lain-lain.
4. Tetapkan prinsip ukuran yang harus diikuti semisal apakah rancangan tersebut untuk ukuran individual yang ekstrim, rentang ukuran yang fleksibel atautkah rata-rata
5. Pilih prosentasi populasi yang harus ikuti : 90, 95, 99, atau nilai presentil lain yang dikehendaki.

Stasiun kerja untuk operator berdiri, Menurut Nurmiyanto (2003), operator seharusnya berdiri dalam posisi tegak, dengan lengan atas dalam posisi santai dan dalam posisi vertical yang dekat dengan meja, dan dengan lengan bawah inklinasi (dimiringkan sedikit) dari kedudukan horizontal. Beberapa rekomendasi untuk tinggi bangku untuk operator berdiri.

Tabel 2.4 Rekomendasi Untuk Tinggi Bangku Untuk Operator Berdiri

<b>Sumber Data</b>	<b>Wanita</b>	<b>Pria</b>
R. Farley (1985)	940	1020
H. Dreyfuss (1967)	810-860	910-970
E. Grandjean (1980)	850-900	900-950
Standar Australia	900	950-1000

Daerah-daerah jangkauan maksimum dapat dibuat menggunakan bagian depan dari tubuh sebagai titik referensi yang sesuai untuk perancangan kerja bangku untuk operator berdiri, seperti diagram berikut:



Gambar 2.5 Jangkauan Posisi Berdiri

Gambar 2.5 adalah merupakan cara pengukuran jangkauan posisi berdiri yang di gunakan sebagai pedoman dalam pengukuran.

Pada posisi berdiri untuk operator tidak begitu disukai, tetapi sering diperlukan. Hal ini terutama untuk pekerjaan yang memerlukan penanganan yang sering untuk objek yang berat, jangkauan jauh yang sering dilakukan, mobilitas untuk bergerak di sekitar stasiun kerja. Untuk perancangan stasiun kerja berdiri, data antropometri yang dibutuhkan adalah tinggi bahu, tinggi tubuh, tinggi siku, tinggi mata.

## 2.12. Customer Competitive Evaluation

*Customer Competitive Evaluation*, adalah metode yang digunakan untuk membandingkan dan mengevaluasi antara desain/produk yang

dijadikan *competitor* dengan desain/produk riset yang dikembangkan berdasarkan kepuasan yang dirasakan *user/customer*.

CCE dapat menjelaskan keunggulan dan kelemahan dari tiap desain berdasarkan variabel-variabel pembandingan yang digunakan melalui diagram saing, metode ini berguna untuk mengevaluasi kekurangan yang ada pada desain/produk riset yang akan dikembangkan. CCE juga dapat digunakan untuk penentu aksi terhadap produk/desain yang dikembangkan (Laboratorium Perancangan Sistem Industri Terpadu 1, Universitas Islam Indonesia, 2012).

CCE dalam membandingkan atas kedua produk/desain menganut skala *likert*, CCE didapat melalui kuesioner yang disebarkan langsung kepada *user/customer*, dengan skala 1 hingga 5, misal; (SB) sangat baik, (B) baik, (N) netral, (J) jelek, (SJ) sangat jelek. Dari hasil penyebaran kuesioner yang didapat kemudian dilakukan penghitungan nilai CCE. Persamaan *Customer Competitive Evaluation* dapat dituliskan sbb:

$$CCE = \frac{\sum (n_i x_i)}{n} \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana :

- $n_i$  : Banyaknya *user* yang memilih
- $x_i$  : Parameter skala likert ( SB, B, N..dst)
- $n$  : Banyaknya kuesioner yang disebar

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Subjek Penelitian**

Penelitian dalam penelitian ini sebagian besar di dominasi oleh para pekerja laki-laki yang bekerja di CV Sumber Rejeki. Dan rata-rata umur para pekerja berkisaran antara 27<sup>th</sup> – 57<sup>th</sup> .

#### **3.2. Objek Penelitian**

Penelitian dilakukan di CV Sumber Rejeki , yang beralamat di Purwogondo RT. 03 RW. I kelurahan Kartasura, kecamatan Kartasura, Kabupaten Sukoharjo.

#### **3.3. Metode Pengumpulan Data**

Adapun metode yang digunakan untuk mengumpulkan data dalam melakukan penelitian, yaitu:

a. Studi Lapangan (*observasi*)

Metode pengumpulan data dengan mengadakan pengamatan langsung pada obyek yang diteliti. Observasi dilakukan guna mendapatkan spesifikasi mesin, dimensi atau ukuran mesin dan kondisi lingkungan operator yang dapat mempengaruhi aktivitas kerja.

b. Wawancara (*interview*)

Pengumpulan data dengan cara melakukan tanya jawab dengan narasumber yang terkait dengan penelitian yang dilakukan wawancara

dilakukan pada sejumlah karyawan di bagian produksi. Adapun data yang diambil yaitu ukuran mesin dan cara operator dalam bekerja.

c. Kuesioner *Nordic Body Map*

Berupa pertanyaan tertulis yang berisi mengenai keluhan-keluhan dirasakan oleh operator saat beraktifitas dengan mesin produksi.

d. Pengukuran Anthropometri

Pengukuran dimensi tubuh pekerja yang berhubungan dengan karakteristik fisik manusia, ukuran, dan bentuk.

e. Studi Kepustakaan

Metode pengumpulan data yang bersumber pada buku atau literatur literatur yang mendukung jalannya penelitian.

### 3.4. Identifikasi Data

a. Data Primer

Data yang diperoleh langsung dari sumber-sumber yang diamati dan dicatat pertama kali atau diperoleh langsung dari pimpinan ataupun karyawan perusahaan yang bersangkutan. Data yang diambil diantaranya:

1. Data pengukuran dimensi mesin produksi.
2. Data pengukuran dimensi tubuh (data anthropometri).
3. Data keluhan operator yang sering dirasakan pada saat mengoperasikan mesin.

b. Data Sekunder

Adalah data yang diperoleh dari luar perusahaan yang ada hubungannya dengan materi penelitian yang meliputi studi pustaka dan disiplin keilmuan yang mendukung serta mempunyai hubungan dengan kasus yang diteliti.

### **3.5. Jalannya Penelitian**

a. Pra penelitian

Pra penelitian dilakukan dengan langkah-langkah awal sebagai berikut:

1. Menentukan tempat untuk dijadikan sebagai objek penelitian
2. Menentukan tujuan penelitian
2. Melakukan studi pendahuluan dengan cara:
  - a) Mengidentifikasi permasalahan yang ada di tempat penelitian
  - b) Tanya jawab dengan pemilik perusahaan.

b. Proses penelitian

1. Peneliti melakukan pengamatan di lantai produksi untuk mengamati mesin dan cara kerja operator dengan mesin tersebut.
2. Untuk mengetahui keluhan-keluhan operator peneliti melakukan analisa pendapat-pendapat dari pekerja yang mengisi kuesioner.
3. Melakukan pengukuran
  - a) Pengukuran Anthropometri
  - b) Pengukuran dimensi mesin

### 3.6. Metode Pemecahan Masalah Dan Analisa Data

Data yang sudah diperoleh akan diolah dan selanjutnya dianalisis meliputi :

#### a. Uji Kecukupan Data

Digunakan untuk menghitung banyaknya data yang diperlukan. Tujuannya adalah mengetahui apakah data yang digunakan sebagai dasar analisis sudah mewakili, sehingga hasilnya dapat dipercaya atau valid. Data yang digunakan adalah data anthropometri dari operator. Rumus yang digunakan dalam uji kecukupan data adalah (Wignjosoebroto, 1995 : 1991):

$$N' = \left[ \frac{k / s \sqrt{N \sum(X_i^2) - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right]^2 \dots\dots\dots (2.6)$$

#### b. Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data bertujuan untuk mengetahui apakah data hasil pengamatan tersebut seragam atau tidak seragam. Data yang digunakan adalah data anthropometri dari operator. Adapun langkah-langkah perhitungan persentil adalah sebagai berikut: (Sutalaksana, 1979 :133)

##### 1) Menghitung harga rata-rata dari data

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

##### 2) Hitung standar deviasi

$$\delta \bar{X} = \frac{\delta}{\sqrt{N}} \dots\dots\dots (2.3)$$



3) Membuat batas kontrol Atas dan bawah

$$\text{BKA} = \bar{X} + 2 \delta \bar{X} \dots\dots\dots (2.4)$$

$$\text{BKB} = \bar{X} - 2 \delta \bar{X} \dots\dots\dots (2.5)$$

c. Perhitungan Persentil

Persentil adalah suatu nilai yang menyatakan bahwa presentase tertentu dari sekelompok orang yang dimensinya sama dengan atau lebih rendah dari nilai tersebut (Nurmianto, 2003) Adapun perhitungan persentil adalah sebagai berikut:

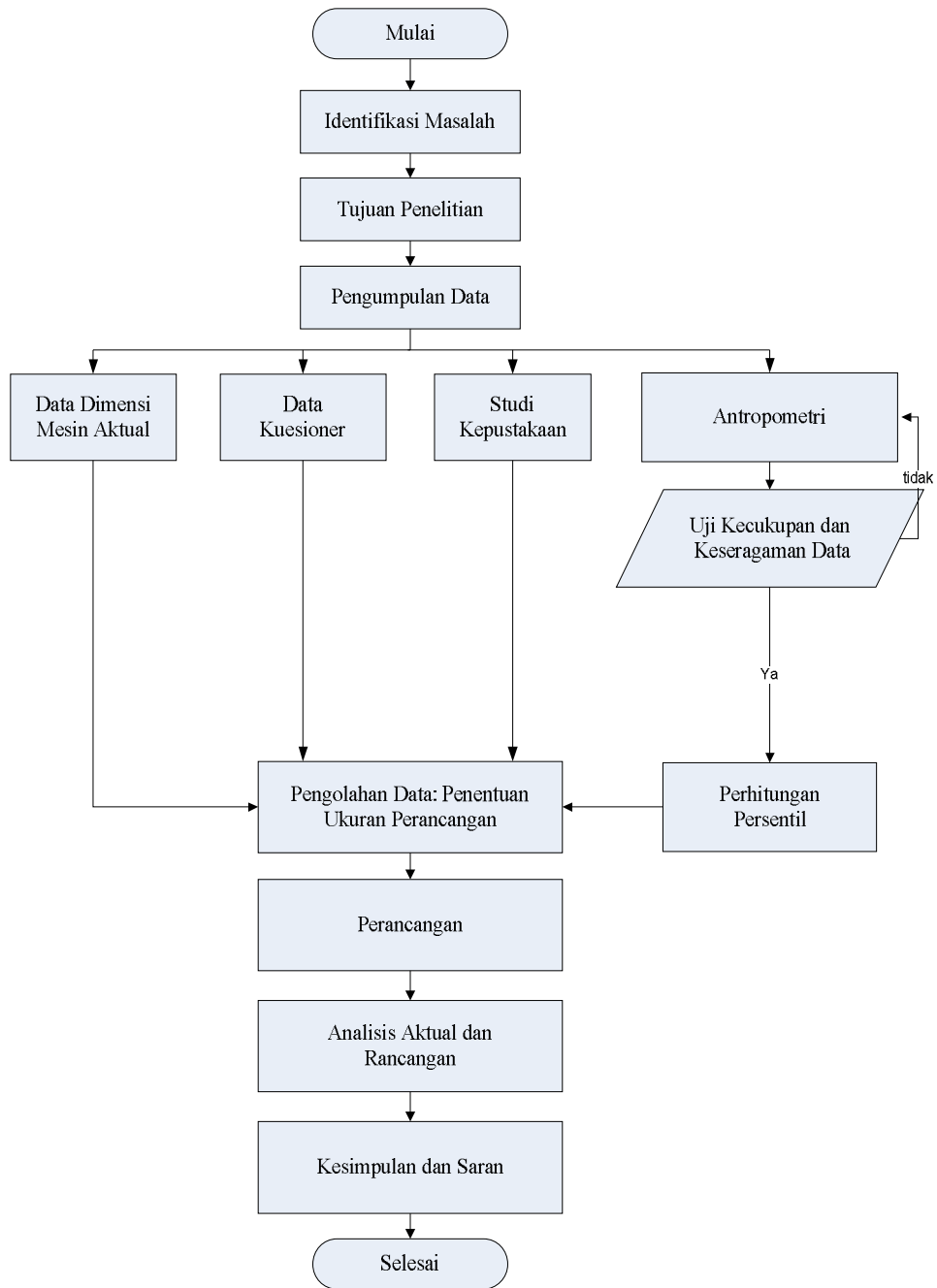
Perhitungan persentil

- a) Persentil 5 =  $X - 1,64 \times \sigma$
- b) Persentil 10 =  $X - 1,28 \times \sigma$
- c) Persentil 50 =  $X$
- d) Persentil 90 =  $X + 1,28 \times \sigma$
- e) Persentil 95 =  $X + 1,64 \times \sigma$

### 3.7. Analisis Perancangan Ulang

- a. Penentuan ukuran dimensi perancangan
- b. Membandingkan hasil perancangan dengan kondisi actual

### 3.8. Kerangka Pemecahan Masalah



**Gambar 3.1 Kerangka Pemecahan Masalah**

Gambar 3.1 merupakan kerangka pemecahan masalah. Dimana dalam proses pengambilan data dalam penelitian ini di dapat melalui data dimensi mesin actual, data kuesioner, studi kepustakaan, dan antropometri. Dari data antropometri di uji kecukupan data dan keseragaman datanya, ketika data yang diambil tidak mencukupi maka di ulangi lagi dengan menambahkan data. Dan ketika data tidak seragam maka data harus di ganti dengan data yang lain sampai di rasa cukup dan seragam kemudian menghitung percetil yang kemudian data-data tersebut diolah untuk menentukan ukuran perancangan, setelah perancangan selesai kemudian harus di analisa actual dan rancangannya. Dan kemudian didapatkan kesimpulan dan sarannya.

## BAB IV

### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

#### 4.1 Pengumpulan Data

Data yang diperoleh langsung dari sumber-sumber yang diamati dan dicatat pertama kali atau diperoleh langsung dari pimpinan ataupun karyawan perusahaan yang bersangkutan.

##### 4.1.1 Data Stasiun Kerja

a. Data pengukuran stasiun penggilingan

Data pengukuran stasiun penggilingan hasil observasi berupa pengukuran dimensi dari stasiun penggilingan yang digunakan pada saat ini yang berhubungan dengan interaksi sistem manusia-mesin dapat dilihat dalam tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1 Ukuran Aktual Stasiun Penggilingan

No	Dimensi	Satuan (cm)
1	Panjang penyangga mesin	122
2	Lebar penyangga mesin	70
3	Tinggi penyangga mesin	45
4	Panjang mesin	70
5	Lebar mesin	72
6	Tinggi mesin	77
7	Jarak penggilingan ke pencucian	81
8	Ketinggian tangan saat mengangkat kedelai	38

9	Ketinggian tangan saat memasukan kedelai ke pengilingan	155
---	---	-----

Sedangkan diskripsi kondisi stasiun penggilingan pada saat ini dapat dilihat dari gambar 4.1 berikut:



Gambar 4.1 Stasiun Penggilingan Aktual

b. Data pengukuran stasiun pemasakan

Adapun data hasil pengukuran dari dimensi stasiun pemasakan yang digunakan pada saat ini dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut ini:

Tabel 4.2 Ukuran Aktual Stasiun Pemasakan

No	Stasiun Pemasakan	Dimensi (Cm)
1	Tinggi bak dari luar	76.5
2	Diameter luar bak	117
3	Diameter dalam bak	100

4	Kedalaman bak	60
5	Tinggi penampung air	72.5
6	Lebar penampungan air	48
7	Panjang penampungan air	72
8	Ketinggian jangkauan tangan ke bawah	40.5

Gambaran kondisi stasiun pemasakan pada saat ini dapat dilihat dari gambar 4.2 berikut:



Gambar 4.2 Stasiun Pemasakan Aktual

c. Data pengukuran stasiun penyaringan

Hasil pengukuran dimensi stasiun kerja pada stasiun penyaringan yang digunakan pada saat ini dapat dilihat pada tabel 4.3 sebagai berikut:

**Tabel 4.3 Ukuran Aktual Stasiun Penyaringan**

No	Stasiun Penyaringan	Dimensi (Cm)
1	Tinggi bak	76.5
2	Diameter luar bak	117
3	Diameter dalam bak	100
4	Ketinggian penyangga kasa penyaring dari permukaan atas bak	137,5
5	Kedalaman bak	60
6	Ketinggian jangkauan tangan kebawah bila diukur dari lantai	40.5

7	Jangkauan tangan ke atas memegang kasa saring	137,5
8	Jangkauan tangan ke depan memegang kasa saring	83

Sedangkan diskripsi kondisi stasiun penyaringan pada saat ini dapat dilihat pada gambar 4.3 berikut:



Gambar 4.3 Stasiun Penyaringan Aktual

d. Data pengukuran dimensi stasiun pencetakan

Hasil pengukuran dari dimensi stasiun pencetakan pada stasiun yang sudah ada pada saat ini dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut ini:

Tabel 4.4 Ukuran Aktual Stasiun Pencetakan

No	Stasiun Pencetakan	Dimensi (Cm)
1	Tinggi penyangga bak cetakan	73
2	Lebar penyangga bak cetakan	72
3	Panjang penyangga cetakan	168
4	Ketinggian bak cetakan	12



5	Lebar bak cetakan	63
6	Panjang bak cetakan	87

Kondisi stasiun pencetakan pada saat ini dapat dilihat pada gambar 4.4 berikut:



Gambar 4.4 Stasiun Pencetakan Aktual

e. Data pengukuran stasiun pemotongan

Sedangkan data hasil pengukuran dari dimensi stasiun pemotongan yang digunakan pada saat ini dapat dilihat pada tabel 4.5 berikut ini:

Tabel 4.5 Ukuran Aktual Stasiun Pemotongan

No	Stasiun Pemotongan	Dimensi (Cm)
1	Tinggi penyangga papan pemotongan	80
2	Panjang penyangga papan pemotongan	450
3	Lebar penyangga papan pemotongan	86
4	Panjang papan pemotongan	82
5	Tinggi papan pemotongan	4
6	Lebar papan pemotongan	58
7	Ketinggian tangan saat meletakkan tahu ke ember potongan tahu	38

Gambaran kondisi stasiun pemotongan pada saat ini dapat dilihat dari gambar 4.5 berikut:



Gambar 4.5 Stasiun Pemotongan Aktual

#### 4.1.2 Data Anthropometri

Data anthropometri merupakan data hasil pengukuran dimensi tubuh manusia. Data anthropometri yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari operator yang bekerja di stasiun-stasiun kerja pembuatan tahu. Data-data anthropometri yang tersebut adalah data pengukuran anthropometri posisi berdiri dikarena semua pekerjaan dilakukan pada posisi berdiri. Data anthropometri dapat dilihat pada tabel 4.6 berikut:

Table 4.6 Anthropometri Pekerja Tahu

No	Nama	Umur	BB	TPB	PLB	JTD	TSB
1	Sadimin	57	50	101	26	78	101
2	Kasimin	55	50	90	28	79	100.5
3	Peang	23	60	98	28	81	105
4	Sulardi	52	52	97	27	80	106
5	Temon	45	48	96	24	77.5	100
6	Riyadi	39	50	93.5	25	79	94
7	Semiyono	55	50	94	26	71	102
8	Yoto	35	60	104	27	88	111

No	Nama	Umur	BB	TPB	PLB	JTD	TSB
9	Widodo	41	55	94	30	86	96
10	Aris	51	50	92	27	80	98
11	Yusupriyanto	31	50	103	30.5	83	109
12	Siswanto	45	40	98	28	83	101
13	Sukris	45	50	98	27	80	98
14	Joko	35	60	92	26	75	96

Data-data anthropometri yang tersebut antara lain:

1. Tinggi Pinggang Berdiri (TPB)
2. Panjang Lengan Bawah (PLB)
3. Jangkauan Tangan ke Depan (JTD)
4. Tinggi Siku Berdiri (TSB)

Secara keseluruhan ukuran anthropometri pekerja taudapat dilihat pada lampiran I.

#### **4.1.3 Data Kuesioner *Nordic Body Map***

Data primer lain yang dibutuhkan dalam penelitian ini selain data pengukuran dimensi mesin produksi dan pengukuran dimensi tubuh (data anthropometri) adalah data kuesioner. Data kuesioner adalah data yang didapat dari penyebaran kuesioner kepada para operator stasiun kerja pembuatan tahu. Dalam kuesioner ini di ajukan pertanyaan mengenai gangguan/keluhan (sakit, nyeri, pegal) pada tubuh selama 7 hari terakhir. Format dan data dari kuesioner mengenai gangguan/keluhan (sakit, nyeri, pegal) pada tubuh selama 7 hari terakhir dapat dilihat pada tabel 4.7 sampai tabel 4.11.

## 1. Stasiun penggilingan

Tabel 4.7 *Nordic Body Map* Stasiun Penggilingan 7 Hari Terakhir

No	Uraian	1	2	3	4
		YA/tidak	YA/tidak	YA/tidak	YA/tidak
1	Nama	Semiyono	Marto	Kasno	Daryono
2	Umur (th)	55	42	43	41
3	Jenis kelamin (L/P)	L	L	L	L
4	Lama kerja (th)	4	5	1	5
5	Berat badan (Kg)	50	52	60	65
6	Tinggi badan (cm)	150	150	155	160
7	Tinggi popliteal (cm)	45	44	44	46
8	Kelompok/bagian				
<b>NBM</b>	<b>Apakah saudara mempunyai gangguan/keluhan (sakit, nyeri, pegal) pada tubuh selama 6 bulan terakhir?</b>				
1	Bahu	1	1		
2	Bahu kanan		1		
3	Bahu kiri	1	1		
4	Di kedua bahu		1		1
5	Punggung		1	1	1
6	Pangkal tangan	1	1	1	
7	Pangkal tangan kanan	1	1	1	
8	Pangkal tangan kiri				
9	Di kedua pangkal tangan				
10	Siku			1	1
11	Siku kanan			1	1
12	Siku kiri				
13	Di kedua siku				
14	satu atau keduanya dari lengan		1		1
15	satu atau keduanya dari pergelangan tangan	1	1	1	1
16	satu atau keduanya dari pinggang			1	
17	satu atau keduanya dari paha			1	1
18	satu atau keduanya dari lutut				
19	satu atau keduanya dari betis atau pergelangan kaki			1	

## 2. Stasiun Pemasakan

Tabel 4.8 *Nordic Body Map* Stasiun Pemasakan 7 Hari Terakhir

No	Uraian	1	2	3	4
		YA/tidak	YA/tidak	YA/tidak	YA/tidak
1	Nama	Anton	Joko	Trianggoro	Aris
2	Umur (th)	30	35	27	51
3	Jenis kelamin (L/P)	L	L	L	L
4	Lama kerja (th)	9	20	1	01-Feb
5	Berat badan (Kg)	70	60	60	50
6	Tinggi badan (cm)	168	150	160	160
7	Tinggi popliteal (cm)	50	45	45	46
8	Kelompok/bagian				
<b>NBM</b>	<b>Apakah saudara mempunyai gangguan/keluhan (sakit, nyeri, pegal) pada tubuh selama 6 bulan terakhir?</b>				
1	Bahu	1		1	1
2	Bahu kanan	1		1	1
3	Bahu kiri				
4	Di kedua bahu				
5	Punggung	1		1	1
6	Pangkal tangan	1	1		
7	Pangkal tangan kanan	1	1		
8	Pangkal tangan kiri				
9	Di kedua pangkal tangan	1			
10	Siku	1	1	1	1
11	Siku kanan	1	1	1	1
12	Siku kiri				
13	Di kedua siku				
14	Satu atau keduanya dari lengan				
15	Satu atau keduanya dari pergelangan tangan	1	1	1	
16	Satu atau keduanya dari pinggang	1	1		1
17	Satu atau keduanya dari paha				
18	Satu atau keduanya dari lutut				
19	Satu atau keduanya dari betis atau pergelangan kaki		1	1	1

## 3. Stasiun Penyaringan

Tabel 4.9 *Nordic Body Map* Stasiun Penyaringan 7 Hari Terakhir

No	Uraian	1	2	3	4
		YA/tidak	YA/tidak	YA/tidak	YA/tidak
1	Nama	Sukris	Sadimin	Yusupriyanto	Memet
2	Umur (th)	45	57	31	30
3	Jenis kelamin (L/P)	L	L	L	L
4	Lama kerja (th)	3	3	2	5
5	Berat badan (Kg)	50	50	50	60
6	Tinggi badan (cm)	162	160	175	172
7	Tinggi popliteal (cm)	48	48	52	48
8	Kelompok/bagian				
<b>NBM</b>	<b>Apakah saudara mempunyai gangguan/keluhan (sakit, nyeri, pegal) pada tubuh selama 6 bulan terakhir?</b>				
1	Bahu	1	1		
2	Bahu kanan	1	1		
3	Bahu kiri				
4	Di kedua bahu				
5	Punggung	1	1	1	1
6	Pangkal tangan	1		1	1
7	Pangkal tangan kanan	1		1	1
8	Pangkal tangan kiri			1	1
9	Di kedua pangkal tangan			1	1
10	Siku		1		
11	Siku kanan		1		
12	Siku kiri				
13	Di kedua siku				
14	Satu atau keduanya dari lengan		1	1	1
15	Satu atau keduanya dari pergelangan tangan	1			1
16	Satu atau keduanya dari pinggang		1	1	1
17	Satu atau keduanya dari paha		1	1	1
18	Satu atau keduanya dari lutut		1		
19	Satu atau keduanya dari betis atau pergelangan kaki	1		1	1

## 4. Stasiun Pencetakan

Tabel 4.10 *Nordic Body Map* Stasiun Pencetakan 7 Hari Terakhir

No	Uraian	1	2	3	4
		YA/tidak	YA/tidak	YA/tidak	YA/tidak
1	Nama	Panut	Siswanto	Bambang	Riyatno
2	Umur (th)	54	45	38	35
3	Jenis kelamin (L/P)	L	L	L	L
4	Lama kerja (th)	21	2	1,5	04-Jan
5	Berat badan (Kg)	100	40	70	60
6	Tinggi badan (cm)	163	170	165	175
7	Tinggi popliteal (cm)	44	46	45	50
8	Kelompok/bagian				
<b>NBM</b>	<b>Apakah saudara mempunyai gangguan/keluhan (sakit, nyeri, pegal) pada tubuh selama 6 bulan terakhir?</b>				
1	Bahu	1	1		1
2	Bahu kanan	1	1		1
3	Bahu kiri		1		
4	Di kedua bahu		1		
5	Punggung	1	1	1	1
6	Pangkal tangan	1	1		1
7	Pangkal tangan kanan	1	1		1
8	Pangkal tangan kiri		1		
9	Di kedua pangkal tangan		1		
10	Siku		1		
11	Siku kanan		1		
12	Siku kiri		1		
13	Di kedua siku		1	1	
14	Satu atau keduanya dari lengan		1		
15	Satu atau keduanya dari pergelangan tangan	1	1	1	
16	Satu atau keduanya dari pinggang	1	1	1	1
17	Satu atau keduanya dari paha		1		
18	Satu atau keduanya dari lutut		1		
19	Satu atau keduanya dari betis atau pergelangan kaki		1	1	1



## 5. Stasiun Pemotongan

Tabel 4.11 *Nordic Body Map* Stasiun Pemotongan 7 Hari Terakhir

No	Uraian	1	2	3	4
		YA/tidak	YA/tidak	YA/tidak	YA/tidak
1	Nama	Yoto	Sulardi	Tarjimin	Suwandi
2	Umur (th)	35	52	34	28
3	Jenis kelamin (L/P)	L	L	L	L
4	Lama kerja (th)	01-Feb	01-Feb	3	01-Feb
5	Berat badan (Kg)	50	52	50	55
6	Tinggi badan (cm)	160	140	152	140
7	Tinggi popliteal (cm)	49	43	45	43
8	Kelompok/bagian				
<b>NBM</b>	<b>Apakah saudara mempunyai gangguan/keluhan (sakit, nyeri, pegal) pada tubuh selama 6 bulan terakhir?</b>				
1	Bahu	1	1		1
2	Bahu kanan	1	1		1
3	Bahu kiri				1
4	Di kedua bahu				1
5	Punggung		1	1	
6	Pangkal tangan		1		
7	Pangkal tangan kanan		1		
8	Pangkal tangan kiri				
9	Di kedua pangkal tangan				
10	Siku				
11	Siku kanan				
12	Siku kiri				
13	Di kedua siku				
14	Satu atau keduanya dari lengan			1	
15	Satu atau keduanya dari pergelangan tangan	1		1	1
16	Satu atau keduanya dari pinggang	1	1	1	
17	Satu atau keduanya dari paha				
18	Satu atau keduanya dari lutut		1		1
19	Satu atau keduanya dari betis atau pergelangan kaki	1		1	

#### 4.1.4 Data Kuesioner Kuesioner Evaluasi Peralatan Kerja

Data kuesioner didapat dari penyebaran kuesioner kepada operator. Kuesioner ini berisi pertanyaan-pertanyaan terkait aktivitas-aktivitas yang membuat operator tidak nyaman saat menggunakan alat atau stasiun kerja tersebut, serta perubahan alat atau stasiun yang diinginkan operator terkait dengan penggunaan alat-alat tersebut dalam bekerja. Adapun untuk format dari kuesioner evaluasi peralatan kerja dapat dilihat secara lengkap pada bagian lampiran II.

## 4.2 Pengolahan Data

### 4.2.1 Pengolahan Data Antropometri

#### a. Uji Kecukupan Data

Pada uji kecukupan data dalam penelitian ini penulis menggunakan tingkat kepercayaan 95% sehingga memiliki derajat ketelitian ( $s$ ) sebesar 0,05 dan memiliki tingkat keyakinan ( $k$ ) sebesar 2. Maka didapatkan nilai  $k/s$  nya sama dengan 40. Rumus yang digunakan untuk melakukan uji kecukupan data seperti pada rumus 3.1

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

Tabel 4.12 Uji Kecukupan Data Dengan Sampel Data Antropometri Tinggi Siku Berdiri (TSB)

No	Hasil Pengukuran (Cm)							$\Sigma Xi$	$(\Sigma Xi)^2$	$\Sigma (Xi)^2$
	1	2	3	4	5	6	7			
1	101	100.5	105	106	100	94	102	1417.5	2009306	143845.3
2	111	96	98	109	101	98	96			

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

$$N' = \left[ \frac{2/0.05 \sqrt{14 (143845.3) - 2009306}}{1417.5} \right]^2$$

$$N' = 3.605025$$

Kesimpulan :

Data yang diambil telah cukup, karena  $N' < N$

Adapun untuk perhitungan data yang lainnya dapat dilihat pada lampiran III. Berikut ini rekapitulasi hasil uji kecukupan data data semua data disajikan dalam Table 4.13

Table 4.13 Hasil Perhitungan Uji Kecukupan Data Antropometri

No	Data	$\Sigma Xi$	$(\Sigma Xi)^2$	$\Sigma (Xi)^2$	$N'$	$N$	Kesimpulan
1	Tinggi Siku Berdiri	1417.5	2009306	143845.3	3.61	14	Data Cukup
2	Tinggi Pinggang Berdiri	1350.5	1823850	130505.3	2.83	14	Data Cukup
3	Panjang Lengan Bawa	379.5	144020.3	10327.25	6.24	14	Data Cukup
4	Jangkauan Tangan ke Depan	1120.5	1255520	89917.25	4.23	14	Data Cukup

## b. Uji Keseragaman Data.

Perhitungan keseragaman kata dengan mengambil satu sampel data antropometri Tinggi Siku Berdiri.

Tabel 4.14 Uji Kecukupan Data Tinggi Siku Berdiri

NO	X	X <sup>2</sup>	(X - $\bar{X}$ ) <sup>2</sup>
1	101	10201	0.0625
2	100.5	10100.25	0.5625
3	105	11025	14.0625
4	106	11236	22.5625
5	100	10000	1.5625
6	94	8836	52.5625
7	102	10404	0.5625
8	111	12321	95.0625
9	96	9216	27.5625
10	98	9604	10.5625
11	109	11881	60.0625
12	101	10201	0.0625
13	98	9604	10.5625
14	96	9216	27.5625
	$\sum X_i = 1417.5$	$\sum X_i^2 = 143845.3$	$\sum (X - \bar{X})^2 = 323.375$

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

$$\delta = \sqrt{\frac{323.375}{13}}$$

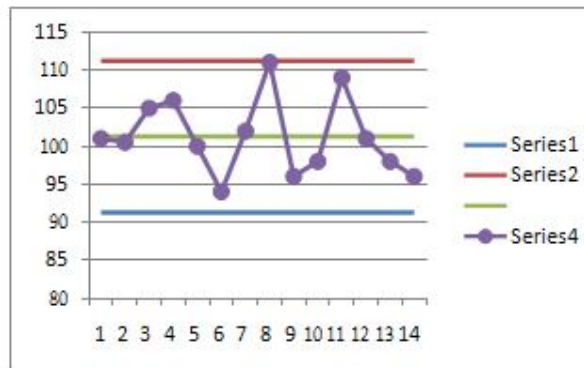
$$= 4.987484$$

$$\text{BKA} = \bar{X} + 2 \delta$$

$$= 101.25 + 2(4.987484)$$

$$= 111.225$$

$$\begin{aligned}
 \text{BKB} &= \bar{X} - 2 \delta \\
 &= 101.25 - 2(4.987484) \\
 &= 91.27503
 \end{aligned}$$



Gambar 4.6 Grafik Kendali Data Tinggi Bahu Berdiri

#### Analisis Uji Keseragaman Data

Pada Grafik gambar 4.6 dapat dilihat bahwa tidak ada data yang berada diantara batas kontrol atas dan batas kontrol bawah atau data tidak ada yang keluar dari batas kontrol maka data dikatakan bahwa data seragam. Adapun untuk perhitungan data yang lain dapat dilihat pada lampiran IV dan untuk Grafiknya dapat dilihat pada lampiran V. Rekapitulasi perhitungan uji keseragaman data dapat dilihat pada tabel 4.15

Tabel 4.15 Hasil Uji Keseragaman Data Antropometri

No	Diskripsi data	BKA	$\bar{X}$	BKB	N	Kesimpulan
1	Tinggi Siku Berdiri	111.23	101.25	91.28	14	Data Seragam
2	Tinggi Pinggang Berdiri	104.88	96.46	88.05	14	Data Seragam
3	Panjang LenganBawa	30.62	27.11	23.60	14	Data Seragam
4	Jangkauan Tangan ke Depan	88.58	80.04	71.49	14	Data Seragam

c. Perhitungan Persentil

1) Jangkauan tangan kedepan

$$\begin{aligned}\text{Persentil 5} &= \bar{X} - 1,64 \times \delta \\ &= 80.0357 - (1,64 \times 4.271841) \\ &= 73.02988\end{aligned}$$

2) Tinggi Siku Berdiri

$$\begin{aligned}\text{Persentil 50} &= \bar{X} \\ &= 101.25\end{aligned}$$

3) Tinggi Pinggang Berdiri

$$\begin{aligned}\text{Persentil 5} &= \bar{X} - 1,64 \times \delta \\ &= 96.4643 - (1.64 \times 4.20834) \\ &= 89.56262\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Persentil 50} &= \bar{X} \\ &= 96.4643\end{aligned}$$

4) Panjang Lengan Bawah

$$\begin{aligned}\text{Persentil 50} &= \bar{X} \\ &= 27.1071\end{aligned}$$

#### 4.2.2 Pengolahan Data Kuesioner

a. Kuesioner *Nordic Body Map*

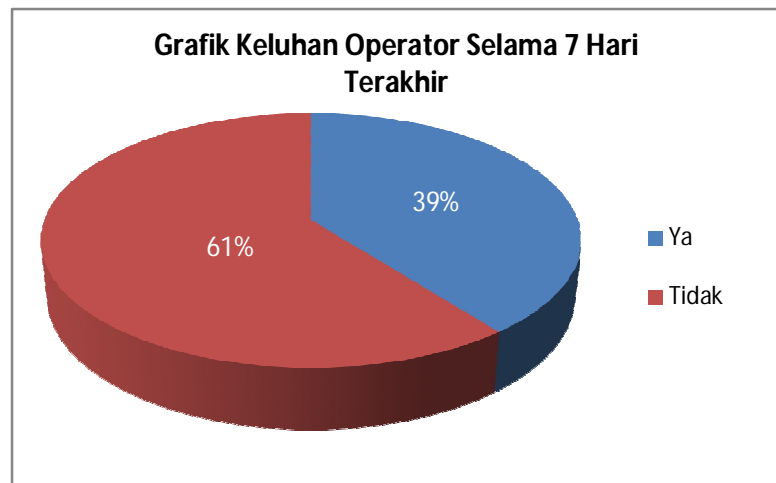
Kuesioner ini dapat digunakan untuk mengetahui bagian-bagian otot yang mengalami keluhan dengan tingkat keluhan mulai dari rasa tidak nyaman (agak sakit) sampai sangat sakit. Berikut ini rekapitulasi dari data kuesioner *Nordic Body Map* masing-masing stasiun kerja.

## 1) Stasiun Kerja Penggilingan

Tabel 4.16 Rekapitulasi *Nordic Body Map* Stasiun Penggilingan

No.	Nama	Umur (Th)	BB (Kg)	Gangguan Pada Tubuh	
				Ya	Tidak
1	Semiyono	55	50	5	14
2	Marto	42	52	9	10
3	Kasno	43	60	9	10
4	Daryono	41	65	7	12
<b>Jumlah</b>				30	46

Berdasarkan rekapitulasi data *Nordic Body Map* pada tabel 4.16 maka diperoleh besarnya presentase keluhan pekerja ketika menggunakan stasiun kerja, sbb:



Gambar 4.7 Grafik Keluhan Stasiun Kerja Penggilingan

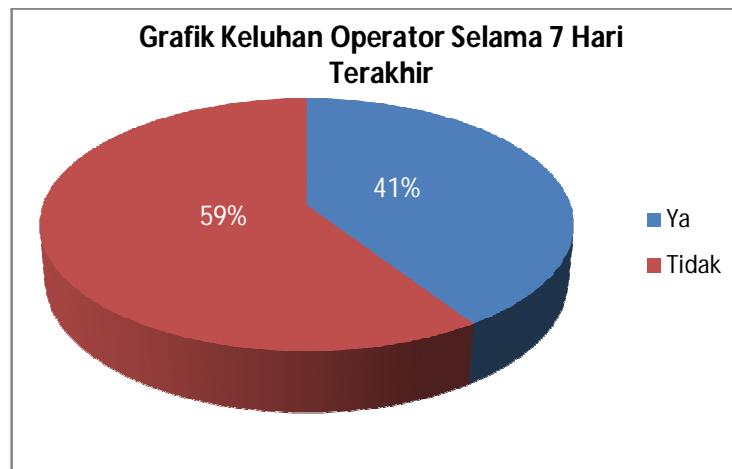
Gambar Grafik 4.7 persentase menunjukkan bahwa 61% pekerja tidak mengalami keluhan/gangguan dalam 7 hari terakhir sedangkan 39 % menjawab mengalami gangguan/keluhan dalam 7 hari terakhir.

## 2) Stasiun Kerja Pemasakan

Tabel 4.17 Rekapitulasi *Nordic Body Map* Stasiun Pemasakan

No.	Nama	Umur (Th)	BB (Kg)	Gangguan Pada Tubuh	
				Ya	Tidak
1	Anton	30	70	10	9
2	Joko	35	60	7	12
3	Trianggoro	27	60	7	12
4	aris	51	50	7	12
<b>Jumlah</b>				31	45

Berdasarkan rekapitulasi data *Nordic Body Map* pada tabel 4.17 maka diperoleh besarnya presentase keluhan pekerja ketika menggunakan stasiun kerja, sbb:



Gambar Grafik 4.8 persentase menunjukkan bahwa 59% pekerja tidak mengalami keluhan/gangguan dalam 7 hari terakhir sedangkan 41% menjawab mengalami gangguan/keluhan dalam 7 hari terakhir.

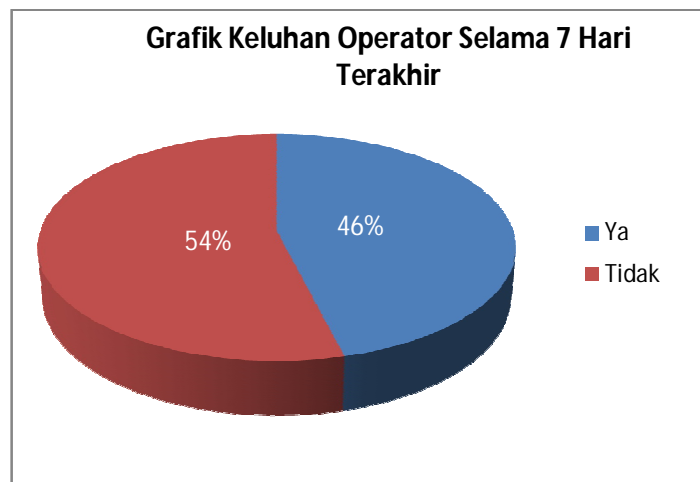


## 3) Stasiun Kerja Penyaringan

Tabel 4.18 Rekapitulasi *Nordic Body Map* Stasiun Penyaringan

No.	Nama	Umur (Th)	BB (Kg)	Gangguan Pada Tubuh	
				Ya	Tidak
1	Sukris	45	50	7	12
2	Sadimin	57	50	9	10
3	Yusupriyanto	31	50	9	10
4	Memet	30	60	10	9
<b>Jumlah</b>				35	41

Berdasarkan rekapitulasi data *Nordic Body Map* pada tabel 4.18 maka diperoleh besarnya presentase keluhan pekerja ketika menggunakan stasiun kerja, sbb:



Gambar 4.9 Grafik Keluhan Stasiun Kerja Penyaringan

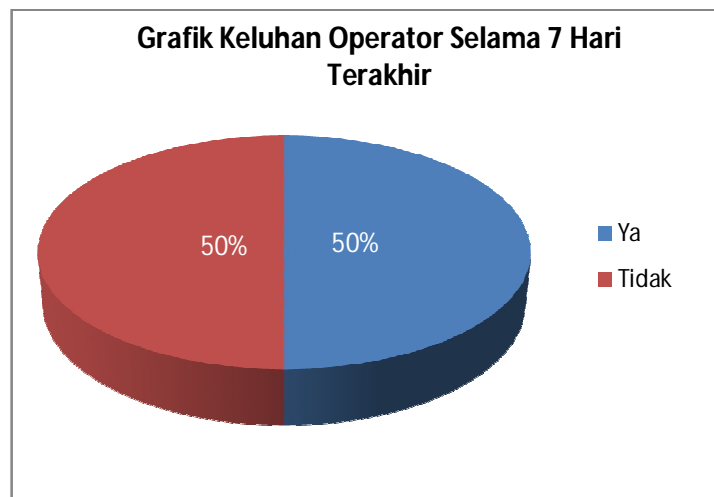
Gambar Grafik 4.9 persentase menunjukkan bahwa 54% pekerja tidak mengalami keluhan/gangguan dalam 7 hari terakhir sedangkan 46% menjawab mengalami gangguan/keluhan dalam 7 hari terakhir.

## 4) Stasiun Kerja Pencetakan

Tabel 4.19 Rekapitulasi *Nordic Body Map* Stasiun Pencetakan

No.	Nama	Umur (Th)	BB (Kg)	Gangguan Pada Tubuh	
				Ya	Tidak
1	Panut	54	100	7	12
2	Siswanto	45	40	19	0
3	Bambang	38	70	5	14
4	Riyatno	35	60	5	14
<b>Jumlah</b>				36	40

Berdasarkan rekapitulasi data *Nordic Body Map* pada tabel 4.19 maka diperoleh besarnya presentase keluhan pekerja ketika menggunakan stasiun kerja, sbb:



Gambar 4.10 Grafik Keluhan Stasiun Kerja Pencetakan

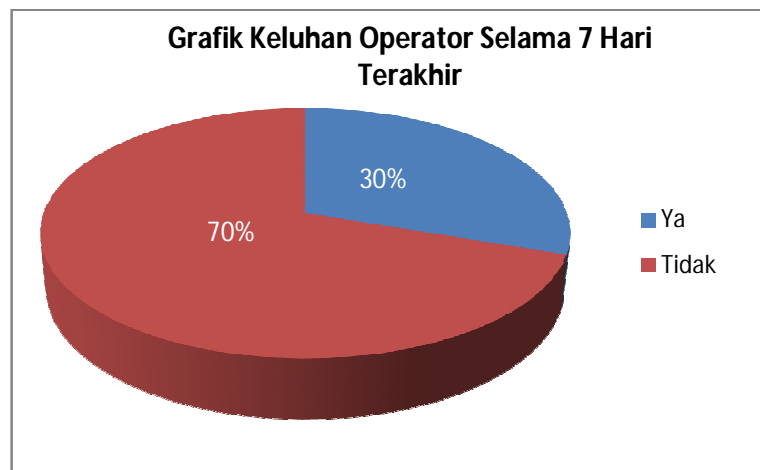
Gambar Grafik 4.10 persentase menunjukkan bahwa 50% pekerja tidak mengalami keluhan/gangguan dalam 7 hari terakhir sedangkan 50 % menjawab mengalami gangguan/keluhan dalam 7 hari terakhir.

## 5) Stasiun Kerja Pemotongan

Tabel 4.20 Rekapitulasi *Nordic Body Map* Stasiun Pemotongan

No.	Nama	Umur (Th)	BB (Kg)	Gangguan Pada Tubuh	
				Ya	Tidak
1	Yoto	35	50	4	15
2	Sulardi	52	52	7	12
3	Tarjimin	34	50	5	14
4	Suwandi	28	55	6	13
<b>Jumlah</b>				22	54

Berdasarkan rekapitulasi data *Nordic Body Map* pada tabel 4.20 maka diperoleh besarnya presentase keluhan pekerja ketika menggunakan stasiun kerja, sbb:



Gambar 4.11 Grafik Keluhan Stasiun Kerja Pemotongan

Gambar Grafik 4.11 persentase menunjukkan bahwa 70% pekerja tidak mengalami keluhan/gangguan dalam 7 hari terakhir sedangkan 30% menjawab mengalami gangguan/keluhan dalam 7 hari terakhir.

Berdasarkan hasil pengolahan kuesioner *Nordic Body Map* maka dapat identifikasi besarnya tingkat keluhan yang dirasakan oleh pekerja selama menggunakan stasiun dalam kurun waktu 7 hari terakhir sebagai indikasi yang menyatakan bahwa masing-masing stasiun harus diperbaiki agar mencapai kondisi kerja yang lebih ergonomis. Berikut hasil analisa *Nordic Body Map* yang dilakukan pada masing-masing stasiun kerja.

#### 1. Stasiun Penggilingan

Dari hasil Pengolahan kuesioner *Nordic Body Map* pada stasiun penggilingan didapat prosentase keluhan yang menyatakan “ya” sebesar 39%, dan “tidak” sebesar 61%.

Keluhan bagian tubuh yang paling dominan pada stasiun ini adalah pada bagian satu atau keduanya dari pergelangan tangan sebesar 100%, untuk bagian punggung dan pangkal tangan (kanan) masing-masing sebesar 75%.

#### 2. Stasiun Pemasakan

Dari hasil Pengolahan kuesioner *Nordic Body Map* pada stasiun pemasakan didapat prosentase keluhan yang menyatakan “ya” sebesar 41%, dan “tidak” sebesar 59%.

Keluhan bagian tubuh yang paling dominan pada stasiun ini adalah pada bagian siku kanan 100%, untuk bagian bahu kanan, punggung dan satu atau keduanya dari pergelangan tangan masing-masing sebesar 75%.

### 3. Stasiun Penyaringan

Dari hasil Pengolahan kuesioner *Nordic Body Map* pada stasiun penyaringan didapat prosentase keluhan yang menyatakan “ya” sebesar 46%, dan “tidak” sebesar 54%.

Keluhan bagian tubuh yang paling dominan pada stasiun ini adalah pada bagian punggung sebesar 100%, untuk bagian pangkal tangan, satu atau keduanya dari lengan, satu atau keduanya dari pinggang, satu atau keduanya dari paha, satu atau keduanya dari betis dan pergelangan kaki masing-masing sebesar 75%.

### 4. Stasiun Pencetakan

Dari hasil Pengolahan kuesioner *Nordic Body Map* pada stasiun penggilingan didapat prosentase keluhan yang menyatakan “ya” sebesar 50%, dan “tidak” sebesar 50%.

Keluhan bagian tubuh yang paling dominan pada stasiun ini adalah pada bagian punggung, dan satu atau keduanya dari pinggang sebesar 100%, untuk bagian bahu, pangkal tangan, satu atau keduanya dari pergelangan tangan, dan satu atau keduanya dari betis dan pergelangan kaki masing-masing sebesar 75%.

### 5. Stasiun Pemotongan

Dari hasil Pengolahan kuesioner *Nordic Body Map* pada stasiun penggilingan didapat prosentase keluhan yang menyatakan “ya” sebesar 30%, dan “tidak” sebesar 70%.

Keluhan bagian tubuh yang paling dominan pada stasiun ini adalah pada bagian bahu kanan, satu atau keduanya dari pergelangan tangan, dan satu atau keduanya dari pinggang, masing-masing sebesar 75%.

Dasi hasil tersebut dapat dianalisa bahwa keluhan-keluhan tersebut dapat terjadi karena adanya ketidak sesuaian dimensi antara stasiun kerja dengan kemampuan dan keterbatasan pekerja. Kondisi semacam ini menyebabkan sikap kerja yang tidak alami dari para pekerja yang beresiko terhadap terjadinya keluhan otot dalam jangka panjang.

#### 4.2.3 Kuesioner Evaluasi Peralatan Kerja

Kuesioner ini digunakan untuk mengetahui adanya ketidaksesuaian antara manusia dan peralatan sehingga menimbulkan Sikap kerja tidak alamiah. Berikut ini rekapitulasi kuesioner evaluasi peralatan kerja:

##### 1. Stasiun Penggilingan Kedelai

Tabel 4.21 Evaluasi Peralatan Stasiun Penggilingan Kedelai

No.	Pernyataan	orang (n=4)	Persentaase %
1	<b>Tingkat Kenyamanan</b>		
	a. Nyaman	1	75%
	b. Kurang nyaman	3	25%
2	<b>Aktivitas yang dikeluhkan</b>		
	a. Memasukan kedelai ke penggilingan	4	100%
	b. Mengangkat kedelai yang ada dalam ember	2	50%
3	<b>Hal yang membuat tidak nyaman</b>		
	a. Tidak ada	1	25%
	b. Memasukan kedelai ke penggilingan	1	25%
	c. Mengangkat kedelai yang ada dalam	2	50%

No.	Pernyataan	orang (n=4)	Persentaase %
	ember		
	d. Kondisi lantai yang selalu basah	1	25%
	<b>Usulan Perbaikan</b>		
4	a. Dipermudah dalam memasukan kedelai ke penggilingan	2	50%
	b. Dapat mengangkat kedelai yang ada dalam ember tidak membungkuk	2	50%
	c. Saluran air diperbaiki agar tidak mengalir ke lantai	1	25%
5	<b>Perubahan Dimensi yang diinginkan</b>		
	a. ketinggian	4	100%

## 2. Stasiun Pemasakan Kedelai

Tabel 4.22 Evaluasi Peralatan Stasiun Pemasakan Kedelai

No.	Pernyataan	orang (n=4)	Persentaase %
1	<b>Tingkat Kenyamanan</b>		
	a. Nyaman	1	25%
	b. Seragam nyaman	1	25%
	c. kurang nyaman	2	50%
2	<b>Aktivitas yang dikeluhkan</b>		
	a. mengambil sari kedelai dari dalam bak	3	75%
	b. menuangkan sari kedelai	1	25%
3	<b>Hal yang membuat tidak nyaman</b>		
	a. Kondisi bak yang dalam	2	50%
	b. Kondisi bak yang kurang tinggi	1	25%
	c. sirkulasi udara kurang lancar	1	25%
4	<b>Usulan Perbaikan</b>		
	a. adanya perubahan kedalaman bak	2	50%
	b. adanya perubahan kedalaman bak	2	50%
	c. sirkulasi udara lebih lancar	1	25%
5	<b>Perubahan Dimensi yang diinginkan</b>		
	a. ketinggian bak	1	25%
	b. kedalaman bak	3	75%

## 3. Stasiun Penyaringan

Tabel 4.23 Evaluasi Peralatan Stasiun Penyaringan

No.	Pernyataan	orang (n=4)	Persentaase %
1	<b>Tingkat Kenyamanan</b>		
	a. Seragam nyaman	2	50%
	b. kurang nyaman	2	50%
2	<b>Aktivitas yang dikeluhkan</b>		
	a. mengambil sari kedelai dari dalam bak	4	100%
3	<b>Hal yang membuat tidak nyaman</b>		
	a. Kondisi bak yang dalam	3	75%
	b. Kondisi bak yang kurang tinggi	2	50%
	c. sirkulasi udara kurang lancar	1	25%
4	<b>Usulan Perbaikan</b>		
	a. adanya perbaikan pada bak	2	50%
	b. adanya perbaikan pada alat-alat yang digunakan	2	50%
5	<b>Perubahan Dimensi yang diinginkan</b>		
	a. ketinggian bak	1	25%
	b. kedalaman bak	3	75%

## 4. Stasiun Pencetakan

Tabel 4.24 Evaluasi Peralatan Stasiun Pencetakan

No.	Pernyataan	orang (n=4)	Persentaase %
1	<b>Tingkat Kenyamanan</b>		
	a. Nyaman	1	25%
	b. Seragam nyaman	3	75%
2	<b>Aktivitas yang dikeluhkan</b>		
	a. membalik landasan cetakan tahu ke papan pemotongan	3	75%
	b. mengangkat pemberat untuk mengepres	1	25%
3	<b>Hal yang membuat tidak nyaman</b>		
	a. Tidak ada	2	50%
	b. dudukan cetakan terlalu tinggi	2	50%
4	<b>Usulan Perbaikan</b>		
	a. penyangga papan dibuat lebih tinggi	3	75%
	b. tidak ada sudah baik	1	25%
5	<b>Perubahan Dimensi yang diinginkan</b>		
	a. ketinggian penyangga ditambah cetakan	3	75%



## 5. Stasiun Pemotongan

Tabel 4.25 Evaluasi Peralatan Stasiun Pemotongan

No.	Pernyataan	orang (n=4)	Persentase %
1	<b>Tingkat Kenyamanan</b>		
	a. nyaman	2	50%
	b. Seragam nyaman	2	50%
2	<b>Aktivitas yang dikeluarkan</b>		
	a. memotong tahu secara berulang ulang	1	25%
	b. memasukan tahu kedalam ember	2	50%
	c. tidak ada karena sudah terbiasa	1	25%
3	<b>Hal yang membuat tidak nyaman</b>		
	a. Tidak ada	1	25%
	b. memasukan tahu kedalam ember	2	50%
4	<b>Usulan Perbaikan yang diinginkan</b>		
	a. Tidak ada	2	50%
	b. posisi ember dibuat lebih tinggi	2	50%
	c. Saluran air diperbaiki agar tidak mengalir ke lantai	1	25%
5	<b>Perubahan Dimensi yang diinginkan</b>		
	a. tinggi dudukan ember ditambah	4	100%
	b. tinggi penyangga ditambah	2	50%

## 4.3 Pembahasan

## 4.3.1 Antropometri

Setelah data Antropometri terkumpul sebelum digunakan dalam proses perancangan maka data harus dilakukan uji keSeragaman data dan keseragaman data. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa data yang telah dikumpulkan sudah Seragam secara obyektif dengan berpedoman pada derajat ketelitian dan tingkat keyakinan. Berikut ini hasil uji keSeragaman data dapat dilihat pada tabel 4.26

Tabel 4.26 Hasil Uji KeSeragaman Data

No	Data	Kesimpulan
1	Tinggi Badan Tegak	Data Seragam
2	Tinggi Mata Berdiri	Data Seragam
3	Tinggi Bahu Berdiri	Data Seragam
4	Tinggi Siku Berdiri	Data Seragam
5	Jangkauan Tangan Atas	Data Seragam
6	Tinggi Lutut Berdiri	Data Seragam
7	Tebal Dada	Data Seragam
8	Tebal Perut Berdiri	Data Seragam
9	Tinggi Pinggang Berdiri	Data Seragam
10	Panjang LenganBawa	Data Seragam
11	Jangkauan Tangan ke Depan	Data Seragam
12	Panjang Telapak Tangan	Data Seragam
13	Lebar Tangan	Data Seragam

Sudah Seragam dan dapat digunakan dalam proses perancangan yang selanjutnya. Sedangkan uji keseragaman data digunakan untuk memastikan bahwa data yang terkumpul berasal dari system yang sama dan untuk memisahkan data yang memiliki karakteristik yang berbeda. Hasil uji keseragaman data dapat dilihat pada tabel 4.27

Tabel 4.27 Hasil Keseragaman Data

No	Data	Kesimpulan
1	Tinggi Badan Tegak	Data Seragam
2	Tinggi Mata Berdiri	Data Seragam
3	Tinggi Bahu Berdiri	Data Seragam
4	Tinggi Siku Berdiri	Data Seragam
5	Jangkauan Tangan Atas	Data Seragam
6	Tinggi Lutut Berdiri	Data Seragam
7	Tebal Dada	Data Seragam
8	Tebal Perut Berdiri	Data Seragam
9	Tinggi Pinggang Berdiri	Data Seragam
10	Panjang LenganBawa	Data Seragam
11	Jangkauan Tangan ke Depan	Data Seragam
12	Panjang Telapak Tangan	Data Seragam
13	Lebar Tangan	Data Seragam

Pada tabel 4.27 menunjukkan bahwa semua data anthropometri yang telah dikumpulkan menunjukkan seragam maka dapat digunakan dalam proses perancangan selanjutnya.

#### **4.3.2 Kuesioner Evaluasi Stasiun Kerja**

Berdasarkan pengolahan kuesioner evaluasi peralatan kerja maka dapat dilakukan analisis pada stasiun kerja sebagai berikut:

##### **1. Stasiun Penggilingan**

Pada stasiun penggilingan perubahan yang paling dominan diinginkan oleh pekerja adalah ketinggian penggilingan (100 %). Dari hasil diatas umumnya pekerja merasa bahwa ketinggian dari penggilingan kurang mendukung aktivitas pekerjaan yang mereka lakukan pada umumnya, dimana pekerja harus memasukkan kedelai seberat 6 kg ke dalam penggilingan dengan menggunakan ember. Pada kondisi seperti ini posisi tangan terangkat melebihi tinggi siku berdiri. Hal ini membuat beban yang diterima lengan menjadi tinggi.

Posisi ember kedelai yang terlalu rendah mengakibatkan kurang nyaman dalam bekerja. Dimana pekerja harus membukuk untuk mengambil kedelai kemudian menaikannya ke penggilingan

##### **2. Stasiun Pemasakan**

Pada stasiun ini perubahan yang banyak diinginkan pekerja adalah pada bak pemasakan pengurangan kedalaman bak sebesar 50%, penambahan ketinggian bak 50%. Hal ini karena terkait dengan aktivitas yang dirasa kurang nyaman oleh pekerja. Para pekerja harus

membungkuk bila akan mengambil sari kedelai sampai dasar bak sehingga mengakibatkan sikap kerja yang tidak alami.

### 3. Stasiun Penyaringan

Pada stasiun penyaringan perubahan yang banyak diinginkan pekerja adalah pada bak pemasakan pengurangan kedalaman bak sebesar 75%, penambahan ketinggian bak 50%. Hal ini karena terkait dengan aktivitas yang dirasa kurang nyaman oleh pekerja. Para pekerja harus membungkuk untuk mengambil sari kedelai sampai dasar bak untuk dilakukan pencetakan.

### 4. Stasiun Pencetakan

Pada stasiun ini tidak adanya keinginan perubahan yang sangat berarti dikarenakan aktivitas pada stasiun ini hanya terbatas mengangkat hasil cetakan tahu ke stasiun pemotongan. Aktivitas yang dominan dikeluhkan pada stasiun ini adalah membalik landasan cetakan tahu ke papan pemotongan sebesar 75%. Perubahan yang diinginkan pada stasiun ini adalah ketinggian penyangga cetakan ditambah.

### 5. Stasiun Pemotongan

Aktivitas yang dikeluhkan oleh para pekerja di stasiun pemotongan adalah memasukan tahu kedalam ember sebesar 50% dikarenakan posisi ember tempat tahu berada di lintai sehingga pekerja harus membungkuk untuk memasukan tahu ke ember, dan memotong tahu secara berulang ulang 25% dimana pada aktivitas ini

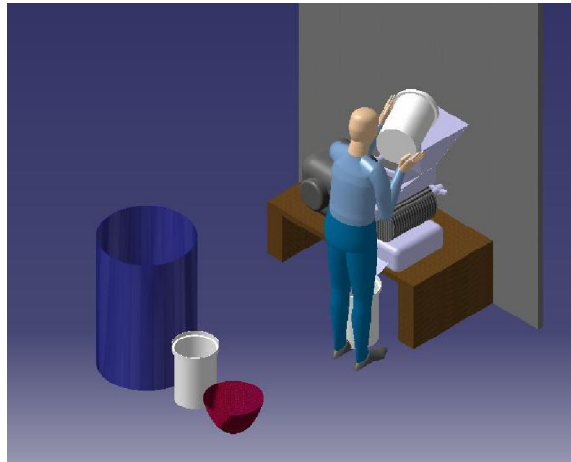
pekerja harus menggeser geser penggaris sambil memotong tahu secara berulang ulang.

#### **4.3.3 Penentuan Dimensi Perancangan Stasiun Kerja**

##### **a. Stasiun Penggilingan**

Untuk menghindari pekerja harus membungkuk untuk mengambil kedelai saat akan memasukan ke penggilingan maka dibuat dudukan ntuk ember. Penentuan ketinggian dudukan ember didasarkan pada perhitungan anthropometri tinggi siku berdiri dengan menggunakan presentil 5 yaitu 93.08 cm dibulatkan menjadi 93 cm agar orang yang mempunyai postur tubuh pendek juga dapat mengangkat ember tanpa mengalami kesulitan. Ketinggian ember adalah 38 cm maka untuk tinggi dudukan ember adalah  $93 - 38 = 55$  cm. Hal ini dimaksudkan agar saat pekerja mengambil ember tepat pada kepada ember seperti yang dilakukan saat ini. Sedangkan panjang 70 cm dan lebar 40 cm agar dapat menampung ember dan saringan kedelai yang masing-masing berdiameter 30 cm dan 35 cm. Penentuan ketinggian penggilingan didasarkan pada perhitungan anthropometri tinggi siku berdiri menggunakan persentil 50 yaitu 102 cm agar orang yang mempunyai ukuran rata- rata diatas ataupun di bawahnya dapat menyesuaikan dengan lebih enak tanpa mengalami kesulitan. Penggilingan memiliki tinggi total 122 cm sehingga perlu dilakukan pengurangan ketinggian pada dudukan mesin sebesar 20 cm sehingga tingginya dari 45 cm menjadi 25 cm.

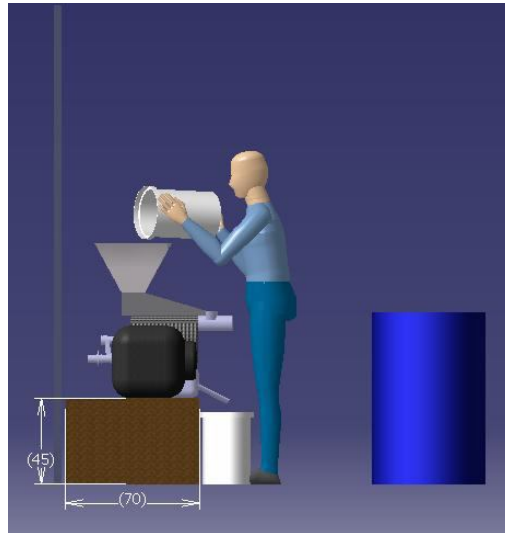
Gambar perbandingan stasiun aktual dan usulan dapat dilihat pada gambar 4.12 sampai gambar 4.18 sebagai berikut:



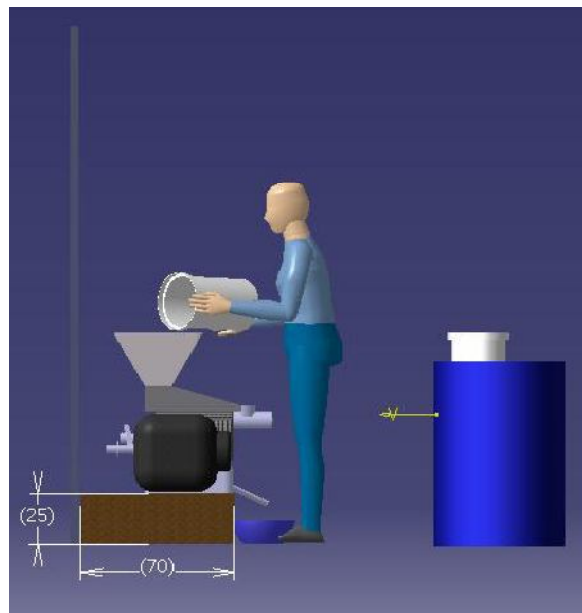
Gambar 4.12 Desain Stasiun Penggilingan lama



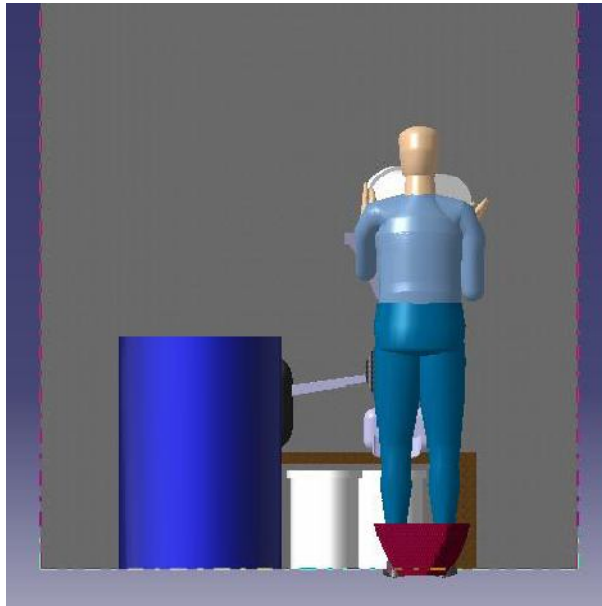
Gambar 4.13 Desain Stasiun Penggilingan sekarang



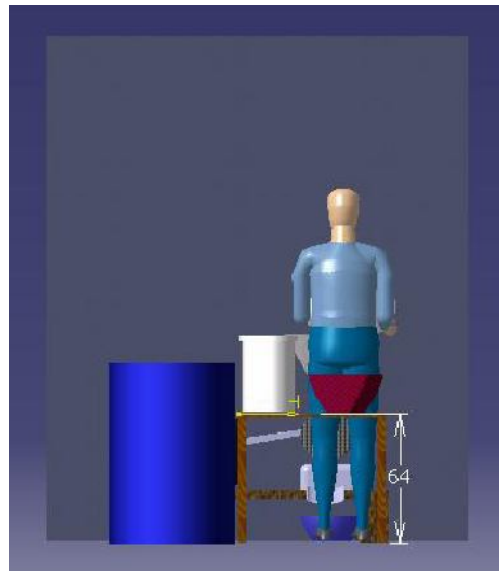
Gambar 4.14 Desain Stasiun Penggilingan  
Tampak Samping Kanan lama



Gambar 4.15 Desain Stasiun Penggilingan  
Tampak Samping Kanan sekarang



Gambar 4.16 Desain Stasiun Penggilingan  
Tampak Depan lama



Gambar 4.17 Desain Stasiun Penggilingan Tampak Depan sekarang





Gambar 4.18 Stasiun Pengilingan setelah dilakukan perbaikan

Pada gambar 4.12 sampai gambar 4.17 menunjukkan antara stasiun kerja pengilingan tahu yang lama dengan stasiun pengilingan tahu yang baru. dan gambar 4.18 merupakan gambar hasil desain stasiun kerja pengilingan tahu.

#### b. Stasiun Pemasakan

Penentuan ketinggian pemasakan didasarkan pada perhitungan antropometri tinggi pinggang berdiri menggunakan persentil 50 agar orang yang mempunyai ukuran rata-rata diatas ataupun di bawahnya dapat menyesuaikan dengan lebih enak tanpa mengalami kesulitan. Ketinggian bak menjadi 96.4643 cm dibulatkan menjadi 96.5 cm dengan demikian jarak kedalaman bak dengan lantai naik menjadi  $96.5 - 60 = 36.5$  cm.

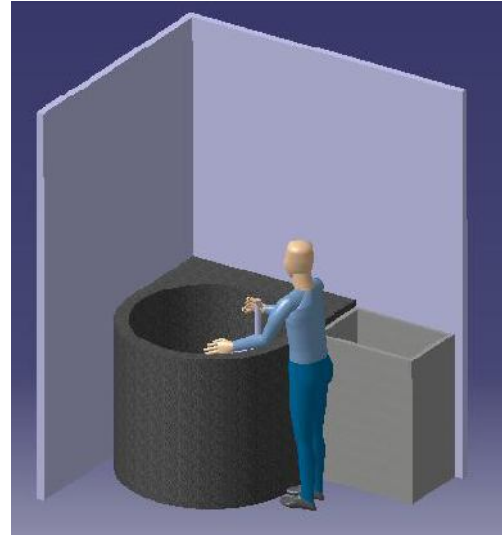
Para pekerja saat mengambil sari kedelai agar tidak membungkuk maka perlu dilakukan perubahan panjang gagang pegangan pada alat yang dayung. Penentuan panjang pegangan

dayung didasarkan pada perhitungan anthropometri tinggi ujung lengan bawah yang didapat dari pengurangan tinggi siku berdiri dengan panjang lengan bawah yaitu  $101.25 - 27.1071 = 74.1429$  cm dibulatkan menjadi 74 cm. pada kondisi seperti ini maka jarak ujung lengan bawah dengan dasar bak adalah  $74 - 36.5 = 37.5$  cm. Sementara itu tinggi mangkuk dayung adalah 10 cm maka panjang pegangan dayung diubah menjadi  $37.5 - 10 = 27.5$  cm.

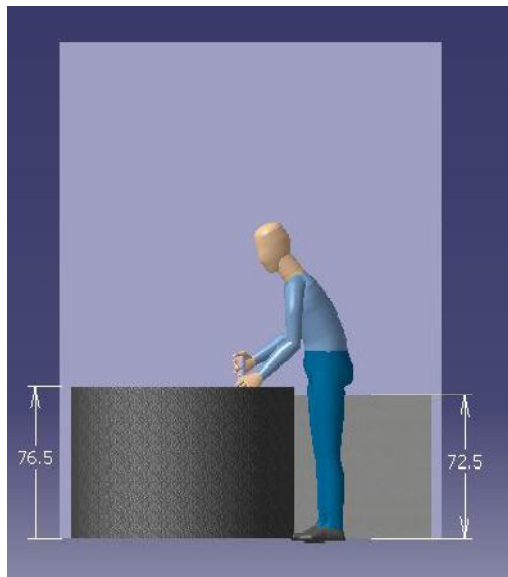
Gambar perbandingan stasiun aktual dan usulan dapat dilihat pada gambar 4.19 sampai gambar 4.26 sebagai berikut:



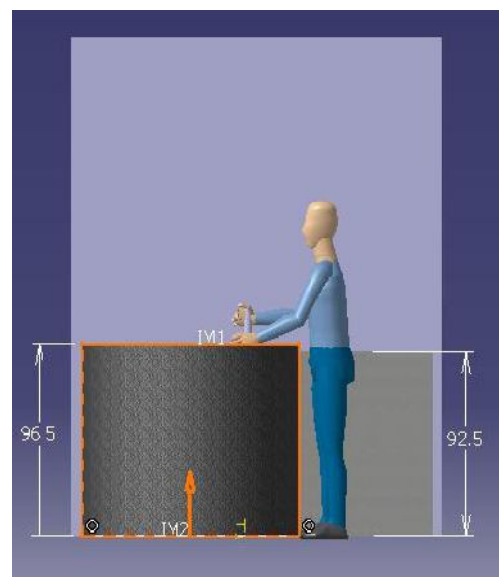
Gambar 4.19 Desain Stasiun Pemasakan Tampak lama



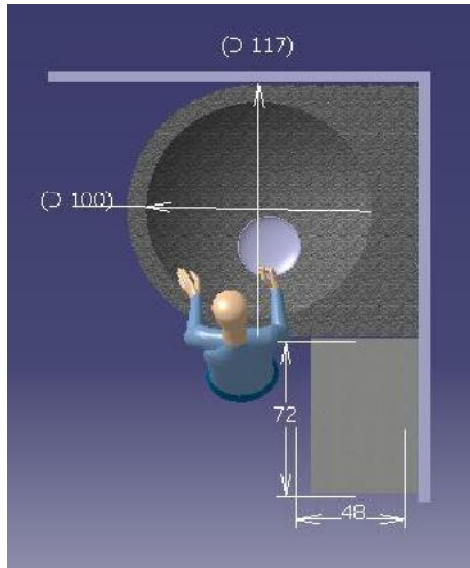
Gambar 4.20 Desain Stasiun Pemasakan Tampak sekarang



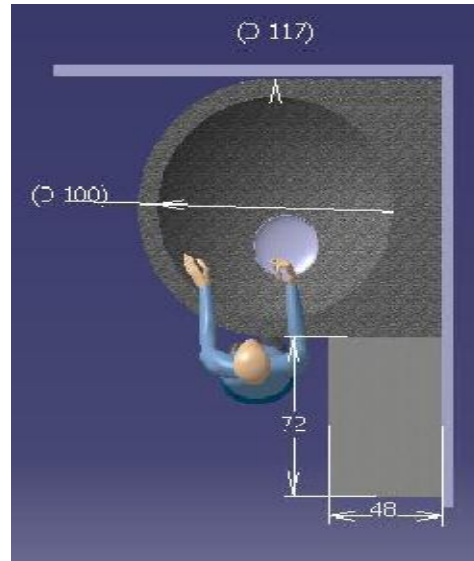
Gambar 4.21 Desain Stasiun Pemasakan Tampak Samping Kanan lama



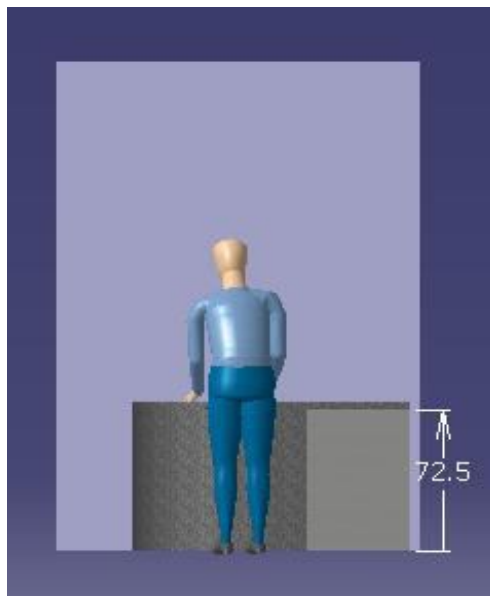
Gambar 4.22 Desain Stasiun Pemasakan Tampak Samping Kanan sekarang



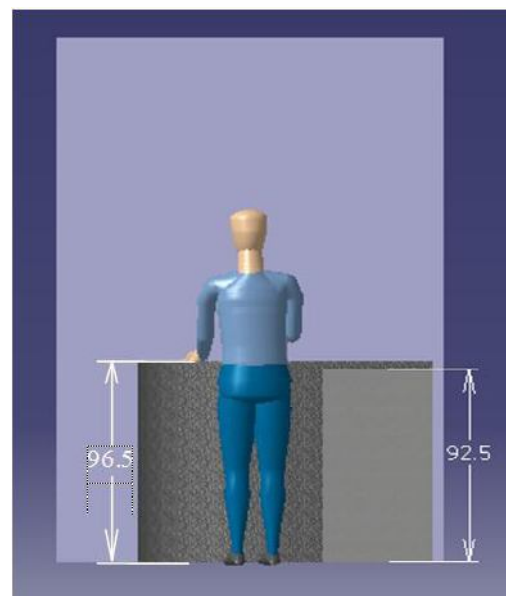
Gambar 4.23 Desain Stasiun Pemasakan Tampak Atas lama



Gambar 4.24 Desain Stasiun Pemasakan Tampak Atas sekarang



Gambar 4.25 Desain Stasiun Pemasakan Tampak Depan lama



Gambar 4.26 Desain Stasiun Pemasakan Tampak Depan sekarang

Pada Gambar 4.19 sampai gambar 4.26 menunjukkan antara stasiun kerja pemasakan tahu yang lama dengan stasiun pemasakan tahu yang baru.

c. Stasiun Penyaringan

Pada stasiun penyaringan tidak jauh berbeda dengan stasiun pemasakan. Perubahan yang diinginkan dari stasiun ini adalah bagian yang berhubungan dengan aktivitas pengambilan sari kedelai dari bak. Penentuan ketinggian bak didasarkan pada perhitungan antropometri tinggi pinggang berdiri menggunakan persentil 50 agar orang yang mempunyai ukuran rata - rata diatas ataupun di bawahnya dapat menyesuaikan dengan lebih enak tanpa mengalami kesulitan. Ketinggian bak menjadi 96.4643 cm dibulatkan menjadi 96.5 cm dengan demikian jarak kedalaman bak dengan lantai naik menjadi  $96.5 - 60 = 36.5$  cm.

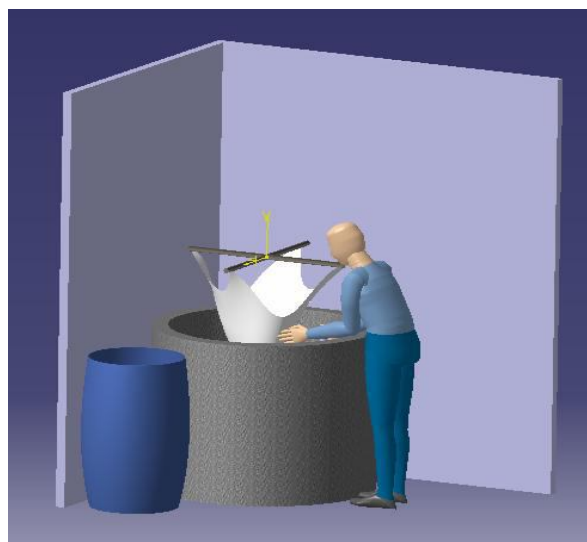
Perlu dilakukan perubahan panjang gagang pegangan pada dayung agar para pekerja saat mengambil sari kedelai tidak membungkuk lagi. Penentuan panjang pegangan dayung didasarkan pada perhitungan antropometri tinggi ujung lengan bawah yang didapat dari pengurangan tinggi siku berdiri dengan panjang lengan bawah yaitu  $101.25 - 27.1071 = 74.1429$  cm dibulatkan menjadi 74 cm. pada konsisi seperti ini maka jarak ujung lengan bawah dengan dasar bak adalah  $74 - 36.5 = 37.5$  cm. sementara itu tinggi mangkuk

dayung adalah 10 cm maka panjang pegangan dayung diubah menjadi  $37.5 - 10 = 27.5$  cm.

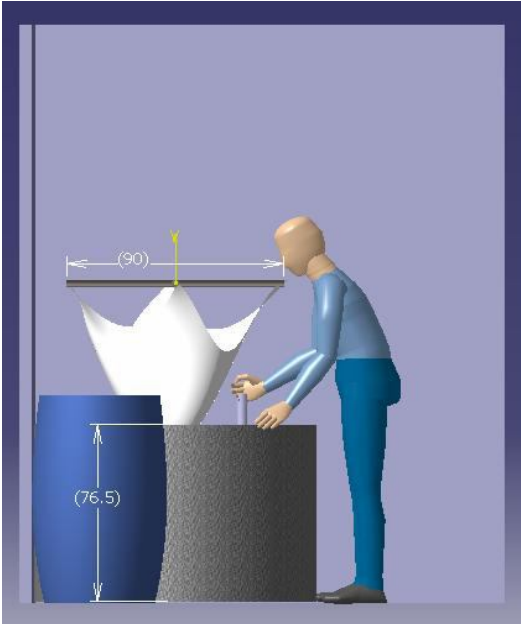
Gambar perbandingan stasiun aktual dan usulan dapat dilihat pada gambar 4.27 sampai gambar 4.34 sebagai berikut:



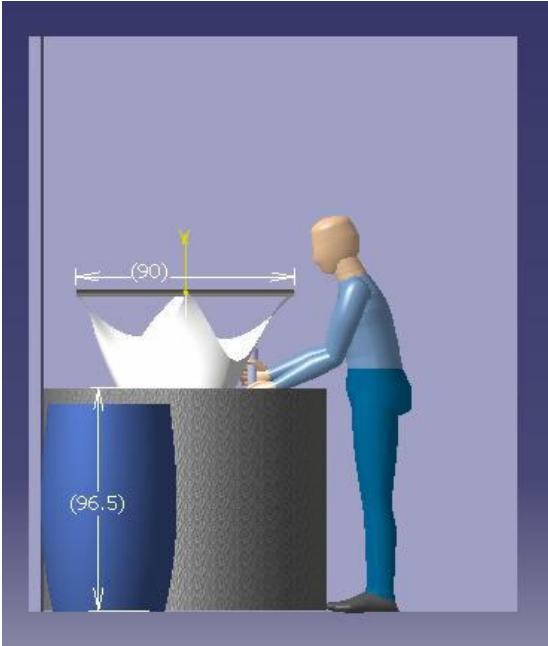
Gambar 4.27 Desain Stasiun Penyaringan lama



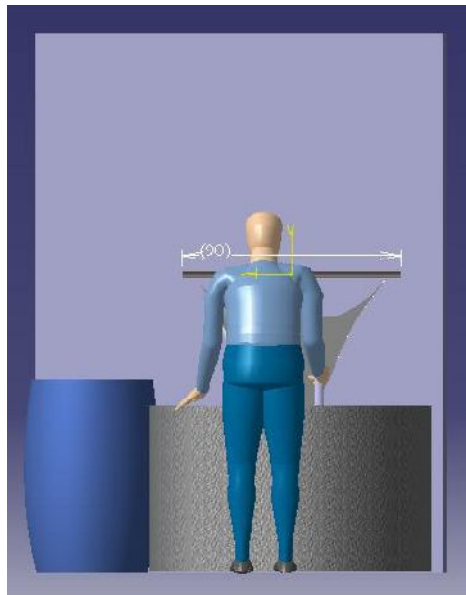
Gambar 4.28 Desain Stasiun Penyaringan sekarang



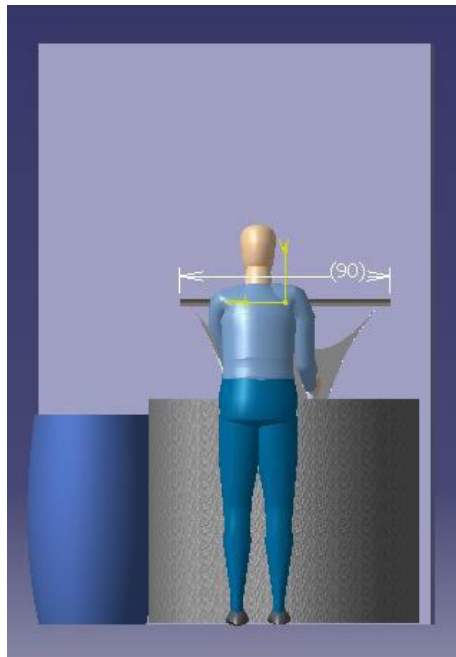
Gambar 4.29 Desain Stasiun Penyaringan  
Tampak Samping Kanan lama



Gambar 4.30 Desain Stasiun Penyaringan  
Tampak Samping Kanan sekarang

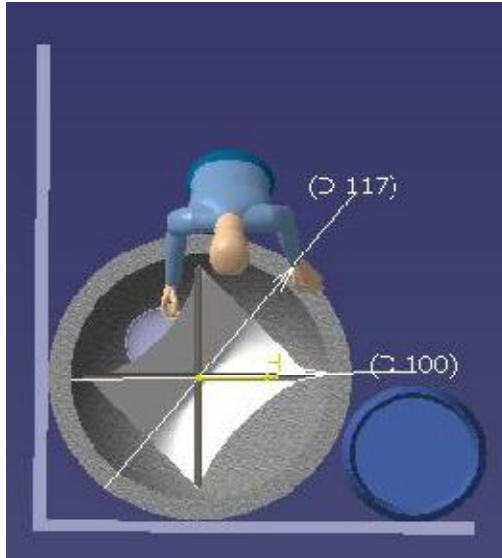


Gambar 4.31 Desain Stasiun Penyaringan  
Tampak depan lama

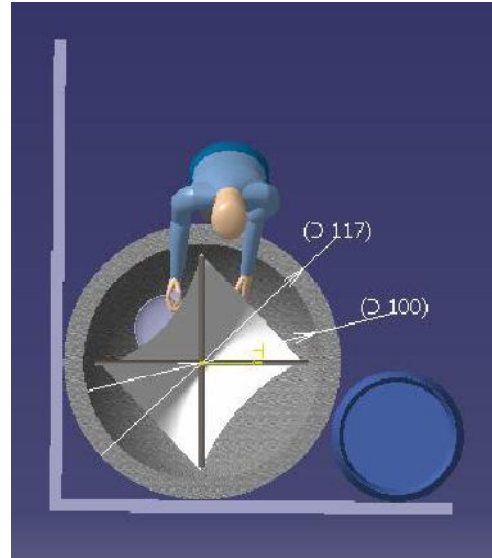


Gambar 4.32 Desain Stasiun Penyaringan  
Tampak Depan sekarang





Gambar 4.33 Desain Stasiun  
Penyaringan  
Tampak Atas lama



Gambar 4.34 Desain Stasiun  
Penyaringan  
Tampak Atas sekarang

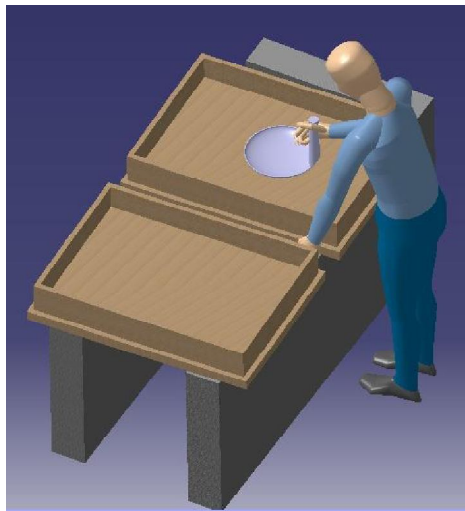
Pada Gambar 4.27 sampai gambar 4.34 menunjukkan antara stasiun kerja penyaringan tahu yang lama dengan stasiun penyaringan tahu yang baru.

#### d. Stasiun Pencetakan

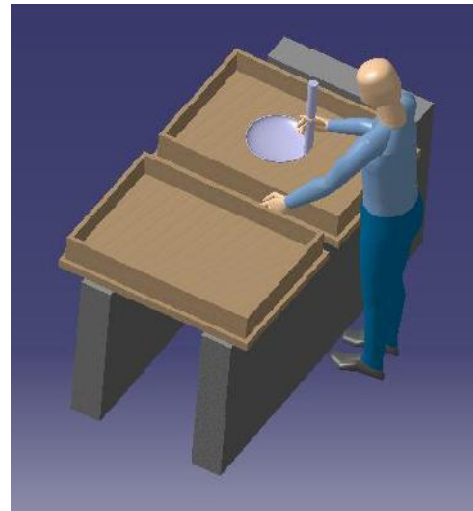
Penentuan ketinggian penyangga cetakan didasarkan pada perhitungan antropometri tinggi pinggang berdiri dengan menggunakan presentil 50 yaitu 96.4 cm dibulatkan menjadi 96.5 cm agar orang yang mempunyai ukuran rata - rata dapat menyesuaikan dengan lebih enak, orang yang mempunyai postur tubuh di bawah rata - rata dapat menggunakannya dengan nyaman begitu pula dengan postur tubuh diatas rata-rata tanpa mengalami kesulitan. Ketinggian total cetakan sebesar 16 cm sehingga ketinggian

penyangga cetakan sebesar 80.5 cm. Penentuan dimensi ini dimaksudkan untuk mempermudah aktivitas membalik landasan cetakan tahu ke papan pemotongan. Dengan ketinggian sebesar ini maka pekerja dapat lebih leluasa membalik papan cetakan, dan posisi badan tidak membungkuk saat memasukan sari kedelai pertama kali mengangkat cetakan.

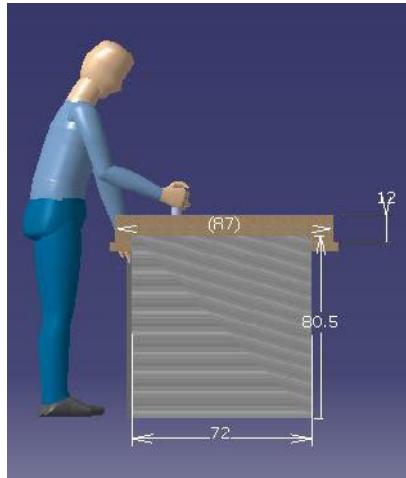
Gambar perbandingan stasiun aktual dan usulan dapat dilihat pada gambar 4.35 sampai gambar 4.43 sebagai berikut:



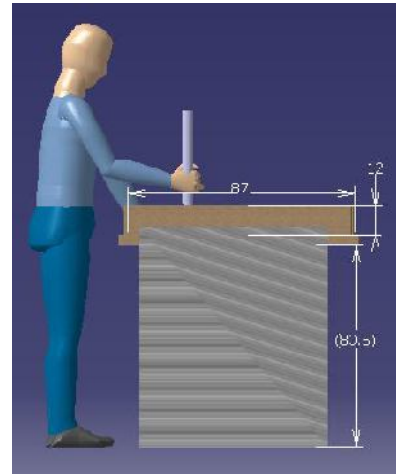
Gambar 4.35 Desain Stasiun  
Penyaringan  
Tampak Atas lama



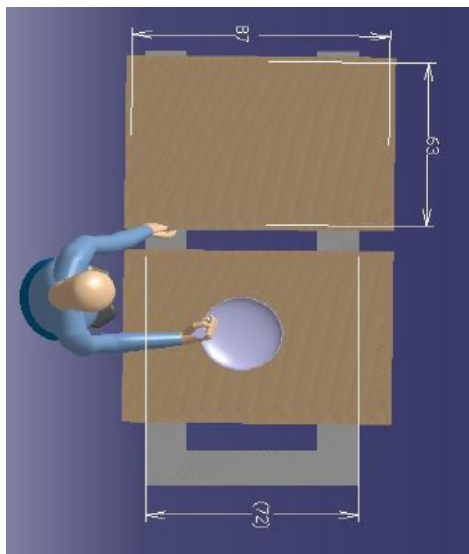
Gambar 4.36 Desain Stasiun  
Penyaringan  
Tampak Atas sekarang



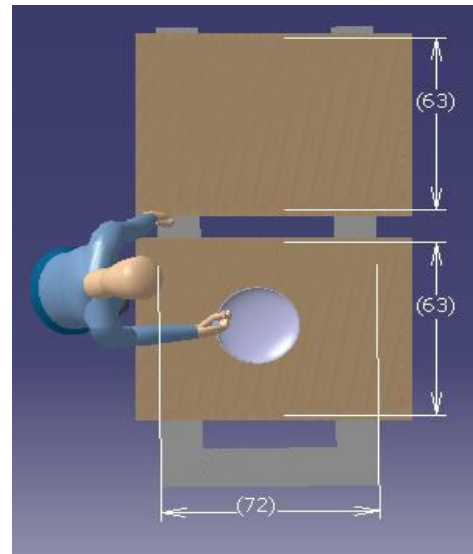
Gambar 4.37 Desain Stasiun  
Pencetakan  
Tampak Samping lama



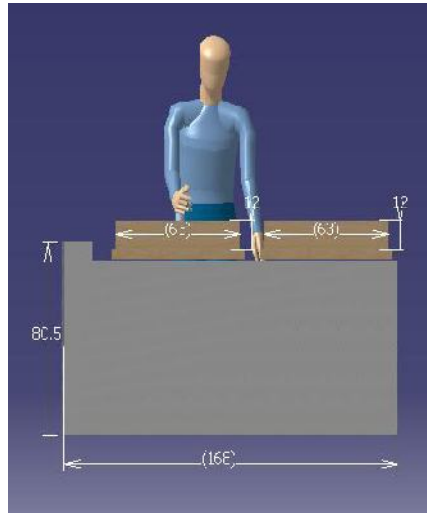
Gambar 4.38 Desain Stasiun  
Pencetakan  
Tampak Samping Kanan sekarang



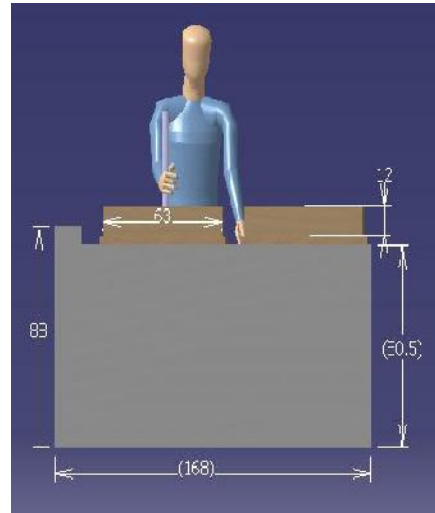
Gambar 4.39 Desain Stasiun  
Pencetakan  
Tampak Atas lama



Gambar 4.40 Desain Stasiun  
Pencetakan  
Tampak Atas sekarang



Pencetakan  
Tampak Depan lama



Pencetakan  
Tampak Depan sekarang



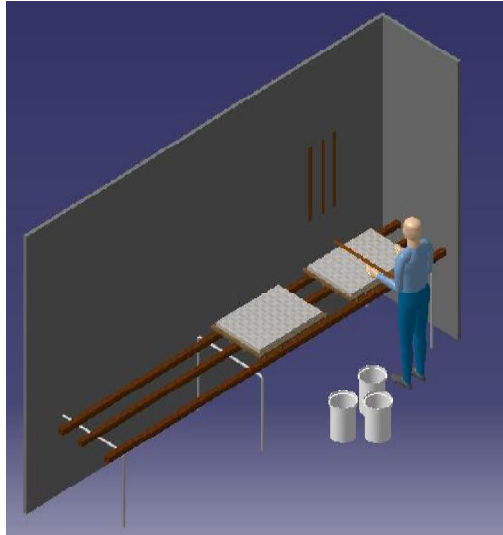
Gambar 4.43 Stasiun Pencetakan Setelah Dilakukan Perbaikan  
Pada Gambar 4.35 sampai gambar 4.42 menunjukkan antara stasiun kerja pencetakan tahu yang lama dengan stasiun pencetakan tahu yang baru. dan gambar 4.43 merupakan gambar hasil desain stasiun kerja pencetakan tahu.

#### e. Stasiun Pemotongan

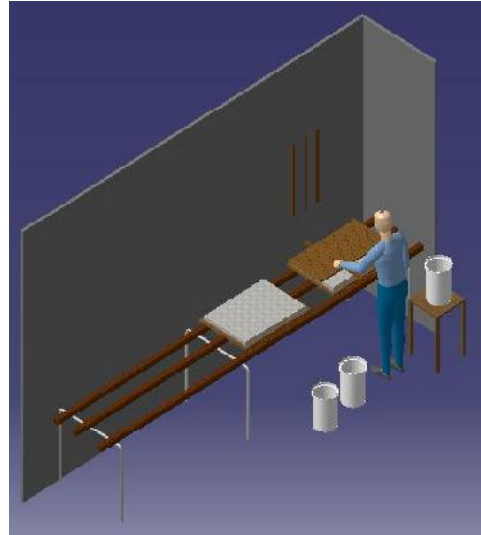
Pada stasiun pemotongan aktivitas yang dominan dikeluhkan pekerja adalah ketika memasukan tahu ke dalam ember. Alternatif solusi untuk mengatasi keluhan ini adalah dengan meninggikan posisi ember sehingga pekerja dapat meletakkan tahu dengan nyaman. Penentuan ketinggian ember berdasarkan pada perhitungan anthropometri Tinggi Siku Berdiri menggunakan persentil 5 sebesar 101 cm alasannya karena ukuran ini terkecil sehingga orang mempunyai ukuran di atasnya masih terjangkau untuk menyesuaikan. Tinggi ember 38 cm maka untuk tinggi dudukan ember sebesar  $101 - 38 = 63$  cm, lebar 40 cm, dan tinggi 40 cm, sehingga dapat memuat satu ember yang Seragam untuk menampung satu nampan potongan tahu.

Aktivitas lain yang dikeluhkan pekerja adalah ketika memotong tahu dimana pekerja harus memotong tahu hasil cetakan yang masih berbentuk lembaran sambil mengeser-geser penggaris dan meluruskan posisi penggaris secara berulang-ulang. Alternatif solusi untuk mengatasi keluhan ini adalah dengan membuat penggaris yang terdiri dari beberapa penggaris berukuran sama yang disusun secara sejajar dengan member toleransi jarak antara penggaris sebesar 0,15 cm yang digunakan untuk lubang pisau pemotong. Penggaris berukuran 4 cm disusun sebanyak 10 maka panjangnya menjadi  $(10 \times 4 \text{ cm}) + (9 \times 0,15) = 41,35$  cm.

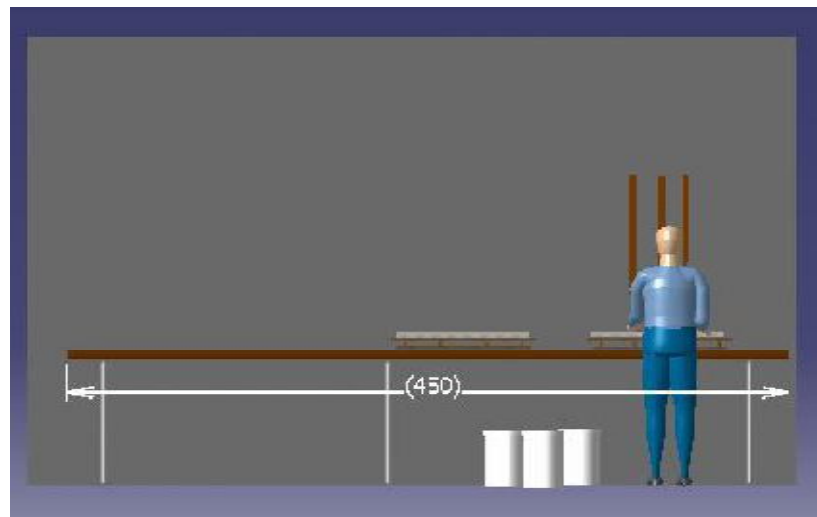
Gambar perbandingan stasiun aktual dan usulan dapat dilihat pada gambar 4.44 sampai gambar 4.52 sebagai berikut:



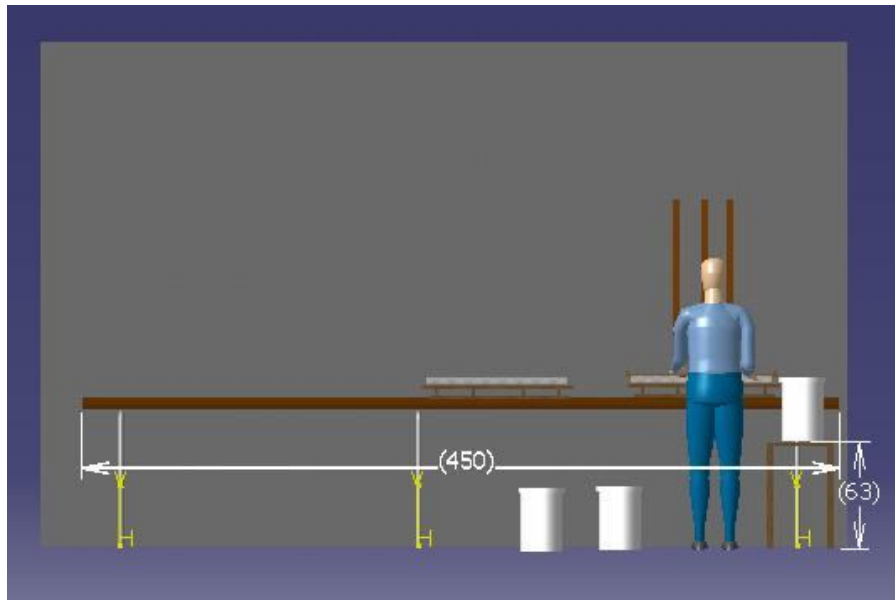
Gambar 4.44 Desain Stasiun Pemotongan lama



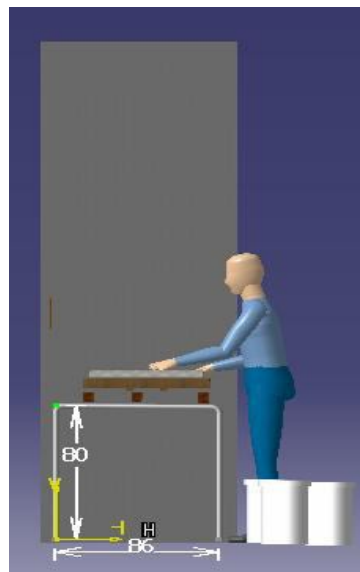
Gambar 4.45 Desain Stasiun Pemotongan sekarang



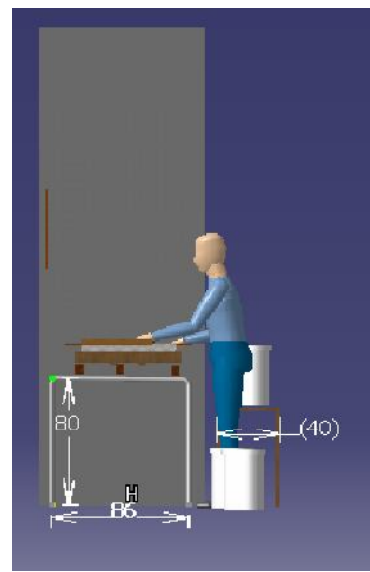
Gambar 4.46 Desain Stasiun Pemotongan Tampak Depan lama



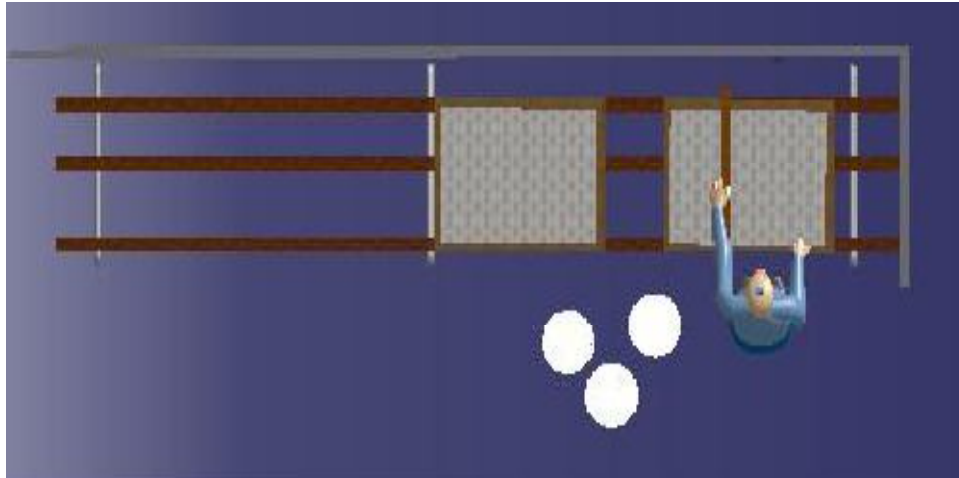
Gambar 4.47 Desain Stasiun Pemotongan  
Tampak Depan sekarang



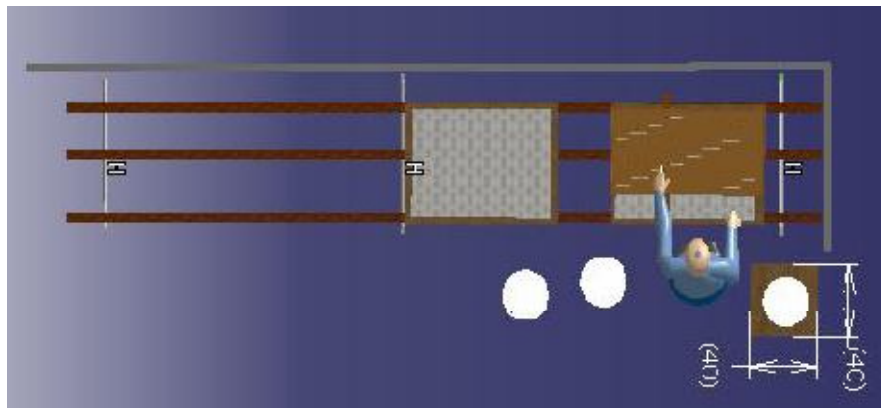
Gambar 4.48 Desain Stasiun  
Pemotongan  
Tampak Samping Kanan lama



Gambar 4.49 Desain Stasiun  
Pemotongan  
Tampak Samping Kanan sekarang



Gambar 4.50 Desain Stasiun  
Pemotongan lama



Gambar 4.51 Desain Stasiun Pemotongan  
Tampak Atas sekarang





Gambar 4.52 Stasiun Pemotongan setelah dilakukan perbaikan  
Pada Gambar 4.44 sampai gambar 4.51 menunjukkan antara stasiun kerja pemotongan tahu yang lama dengan stasiun penyaringan tahu yang baru. dan gambar 4.52 merupakan gambar hasil desain stasiun kerja pemotongan tahu.

#### **4.3.4 Aplikasi Desain Sistem Kerja**

Aplikasi desain sistem kerja hanya berlaku pada 3 stasiun kerja yaitu stasiun penggilingan, pencetakan, dan pemotongan. Hal ini mengacu pada batasan masalah penelitian, karena hanya ke-3 stasiun tersebut yang memungkinkan dilakukannya perubahan.

Untuk stasiun kerja yang lain seperti stasiun pengolahan dan pemasakan, desain sistem kerja yang dibuat hanya diperuntukkan sebagai usulan kepada perusahaan tersebut. Maka tidak ada hasil perbandingan performansi antara desain sistem kerja yang lama dengan yang baru pada stasiun kerja tersebut.

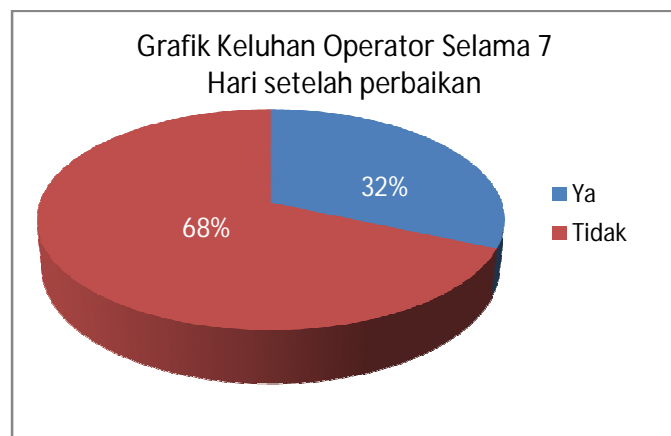
Setelah melakukan proses perbaikan sistem kerja di perusahaan tahu, maka hasil desain sistem kerja kemudian di aplikasikan pada beberapa stasiun kerja, maka didapatkan perbandingan performansi antara desain sistem kerja lama dan desain sistem kerja baru pada stasiun penggilingan, pencetakan, dan pemotongan. Berikut hasil rekapitulasi *Nordic Body Map* selama 7 hari setelah dilakukan perbaikan dari masing-masing stasiun.

#### 1. Rekapitulasi *Nordic Body Map* Stasiun Penggilingan

Tabel 4.28 Rekap *Nordic Body Map* Stasiun Penggilingan

No.	Nama	Umur (Th)	BB (Kg)	Gangguan Pada Tubuh	
				Ya	Tidak
1	Semiyono	55	50	3	16
2	Marto	42	52	7	12
3	Kasno	43	60	8	11
4	Daryono	41	65	6	13
<b>Jumlah</b>				24	52

Berdasarkan rekapitulasi pada tabel 4.28 diatas, didapat prosentase keluhan pekerja yang bersangkutan, sbb:



Gambar 4.49 Diagram Keluhan Pekerja Stasiun Penggilingan

## 2. Rekapitulasi *Nordic Body Map* Stasiun Pencetakan

Tabel 4.29 Rekap *Nordic Body Map* Stasiun Pencetakan

No.	Nama	Umur (Th)	BB (Kg)	Gangguan Pada Tubuh	
				Ya	Tidak
1	Panut	54	100	4	15
2	Siswanto	45	40	16	3
3	Bambang	38	70	5	14
4	Riyatno	35	60	5	14
<b>Jumlah</b>				30	46

Berdasarkan rekapitulasi pada tabel 4.29 diatas, didapat prosentase keluhan pekerja yang bersangkutan, sbb:



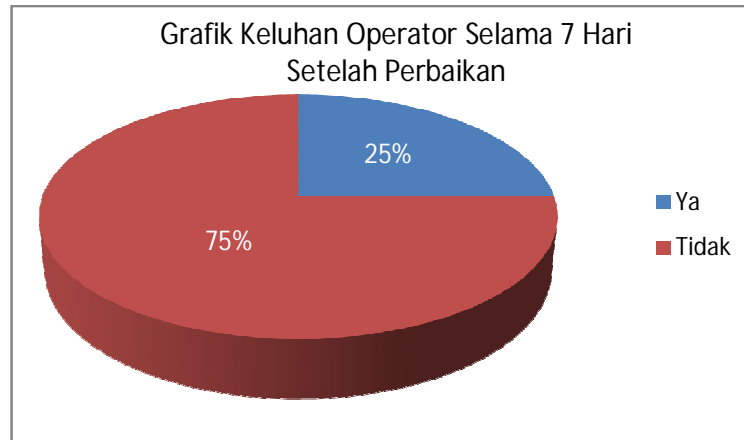
Gambar 4.50 Diagram Keluhan Pekerja Stasiun Pencetakan

## 3. Rekapitulasi *Nordic Body Map* Stasiun Pemotongan

Tabel 4.30 Rekap *Nordic Body Map* Stasiun Penggilingan

No.	Nama	Umur (Th)	BB (Kg)	Gangguan Pada Tubuh	
				Ya	Tidak
1	Yoto	35	50	4	15
2	Sulardi	52	52	5	14
3	Tarjimin	34	50	5	14
4	Suwandi	28	55	5	14
<b>Jumlah</b>				19	57

Berdasarkan rekapitulasi pada tabel 4.30 diatas, didapat prosentase keluhan pekerja yang bersangkutan, sbb:



Gambar 4.51 Diagram Keluhan Pekerja Stasiun Pemotongan

Berdasarkan hasil pengolahan kuesioner *Nordic Body Map* setelah dilakukan perbaikan stasiun kerja, maka dapat dilihat perbandingan prosentase keluhan pekerja sebelum dan sesudah dilakukan perbaikan yang masing-masing di ukur dalam kurun waktu 7 hari.

Tabel 4.31 Rekapitulasi Perbandingan *Nordic Body Map* Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Stasiun Kerja	Sebelum Perbaikan						Sesudah Perbaikan					
	No.	Nama	Umur (Th)	BB (Kg)	Gangguan Pada Tubuh		No.	Nama	Umur (Th)	BB (Kg)	Gangguan Pada Tubuh	
					Ya	Tidak					Ya	Tidak
Penggilingan	1	Semiyono	55	50	5	14	1	Semiyono	55	50	3	16
	2	Marto	42	52	9	10	2	Marto	42	52	7	12
	3	Kasno	43	60	9	10	3	Kasno	43	60	8	11
	4	Daryono	41	65	7	12	4	Daryono	41	65	6	13
	<b>Jumlah</b>				<b>30</b>	<b>46</b>	<b>Jumlah</b>				<b>24</b>	<b>52</b>
Pencetakan	1	Panut	54	100	7	12	1	Panut	54	100	4	15
	2	Siswanto	45	40	19	0	2	Siswanto	45	40	16	3
	3	Bambang	38	70	5	14	3	Bambang	38	70	5	14
	4	Riyatno	35	60	5	14	4	Riyatno	35	60	5	14
	<b>Jumlah</b>				<b>36</b>	<b>40</b>	<b>Jumlah</b>				<b>30</b>	<b>46</b>
Pemotongan	1	Yoto	35	50	4	15	1	Yoto	35	50	4	15
	2	Sulardi	52	52	7	12	2	Sulardi	52	52	5	14
	3	Tarjimin	34	50	5	14	3	Tarjimin	34	50	5	14
	4	Suwandi	28	55	6	13	4	Suwandi	28	55	5	14
	<b>Jumlah</b>				<b>22</b>	<b>54</b>	<b>Jumlah</b>				<b>19</b>	<b>57</b>

Pada table 4.31 dapat dilihat perbandingan rekapitulasi data *Nordic Body Map* keluhan pekerja sebelum dan sesudah dilakukan perbaikan pada stasiun kerja penggilingan yang data awal menunjukkan ya sebesar 30 dan tidak sebesar 46, setelah adanya perbaikan besaran keluhan berubah menjadi ya 24 dan tidak 52, pada stasiun pencetakan data awal menunjukkan ya sebesar 36 dan tidan 40, setelah adanya perbaikan besaran keluhan menjadi ya 30 dan tidak 46, dan pada staiun pemotongan yang data awal menunjukkan ya sebesar 22 dan tidak 54, setelah adanya perbaikan besaran keluhan menjadi ya 19 dan tidak 57. Dari data tersebut dapat diliat bahwa stasiun kerja sebelum dan sesudah adanya perbaikan mengalami perubahan keluhan yang bisa di katakan bahwa setelah perbaikan dilakukan. Data *Nordic Body Map* mengalami penurunan tingkat keluhan dari para pekerja pada masing-masing staiun kerja.

Rekapitulasi perbandingan kondisi sekarang dengan kondisi usulan dapat dilihat pada tabel 4.32 dan gambar 4.52 sampai gambar 4.57.

Tabel 4.32 Perbandingan Kondisi Desain Baru Dan Kondisi Desain Lama

<b>Stasiun Penggilingan Kedelai</b>		
<b>No</b>	<b>Kondisi Desain Lama</b>	<b>Kondisi Desain Sekarang</b>
1	Tinggi penyangga mesin sebesar 45 cm	Tinggi penyangga mesin sebesar 25 cm
2	Pekerja harus mengangkat ember kedelai dengan posisi lengan bawah terangkat ke atas saat memasukan kedelai kepenggilingan sehingga beban yang diterima pekerja akan meningkat pula.	Pengurangan ketinggian dudukan mesin diharapkan dapat mengurangi beban yang dirasakan pekerja saat memasukan kedelai kepenggilingan
3	Posisi ember rendaman kedelai berada di lantai dengan ketinggian 38 cm dari lantai sehingga pekerja	Adanya dudukan tempat ember perendaman dengan ketinggian 55 cm panjang 40 cm dan lebar 70 cm

	harus membungkuk dan mengangkatnya keatas saat akan mesakukannya kepenggilingan.	memudahkan pekerja mengangkat ember tanpa harus membungkuk dan mengurangi beban tanpa harus mengangkat dari atas kebawah
--	--	--

<b>Stasiun Pemasakan</b>		
<b>No</b>	<b>Kondisi Desain Lama</b>	<b>Kondisi Desain Sekarang</b>
1	Tinggi bak untuk memasak kedelai 76.5 cm	Tinggi bak untuk memasak kedelai 96.5 cm
2	Pekerja harus membungkuk saat mengambil sari kedelai yang berada di dasar bak dengan menggunakan dayung.	Posisi dasar bak naik 20 cm dengan volume tetap sehingga pekerja tidak membungkuk meski mengambil sari kedelai yang berada di dasar bak
<b>Stasiun Penyaringan</b>		
<b>No</b>	<b>Kondisi Desain Lama</b>	<b>Kondisi Desain Sekarang</b>
1	Tinggi bak untuk memasak kedelai 76.5 cm	Tinggi bak untuk memasak kedelai 96.5 cm
2	Panjang pegangan gayung 14 cm	Pegangan gayung diperpanjang menjadi 27.5 cm untuk mempermudah mengambil sari keledai di dalam bak
<b>No</b>	<b>Kondisi Desain Lama</b>	<b>Kondisi Desain Sekarang</b>
3	Pekerja harus membungkuk saat mengambil sari kedelai yang berada di dasar bak dengan menggunakan gayung.	Posisi dasar bak naik 20 cm dengan volume tetap sehingga pekerja tidak membungkuk meski mengambil sari kedelai yang berada di dasar bak
<b>Stasiun Pencetakan</b>		
<b>No</b>	<b>Kondisi Desain Lama</b>	<b>Kondisi Desain Sekarang</b>
1	Ketinggian penyangga cetakan sebesar 73 cm	Ketinggian penyangga cetakan sebesar 80.5 cm
<b>Stasiun Pemotongan</b>		
<b>No</b>	<b>Kondisi Desain Lama</b>	<b>Kondisi Desain Sekarang</b>
1	Posisi ember tempat hasil potongan tahu yang terlalu rendah setinggi 38 cm dari lantai membuat pekerja harus merunduk saat memasukan potongan tahu ke ember sehingga membuat kurang nyaman	Penambahan meja dudukan ember akan membantu pekerja saat memasukan kedelai ke ember dengan tetap berdiri tegak tanpa harus menunduk dengan ketinggian 63 cm panjang dan lebar 40 cm.

2	Penggaris potongan tahu panjang 95 cm dan lebar bervariasi sesuai ukuran tahu.	Beberapa penggaris potongan tahu dirangkai menjadi satu dengan toleransi jarak antar penggaris 0.15 cm sebagai lubang pisau potong akan mempercepat dan memperpuhah pemotongan tahu.
---	--	--

Pada tabel 4.30 menunjukkan kondisi antara stasiun kerja lama dan kondisi stasiun kerja baru yang sudah di perbaiki di stiap masing-masing stasiun kerjanya.

Perbandingan antara desain produk lama dengan desain produk baru dapat di lihat pada gambar 4.52 sampai dengan gambar 4.57

#### 1. Stasiun Penggilingan.



Gambar 4.52 kondisi stasiun kerja lama



Gambar 4.53 kondisi stasiun kerja baru



## 2. Stasiun Pencetakan



Gambar 4.54 kondisi stasiun kerja lama



Gambar 4.55 kondisi stasiun kerja baru

## 3. Stasiun Pematangan



Gambar 4.56 kondisi stasiun kerja lama



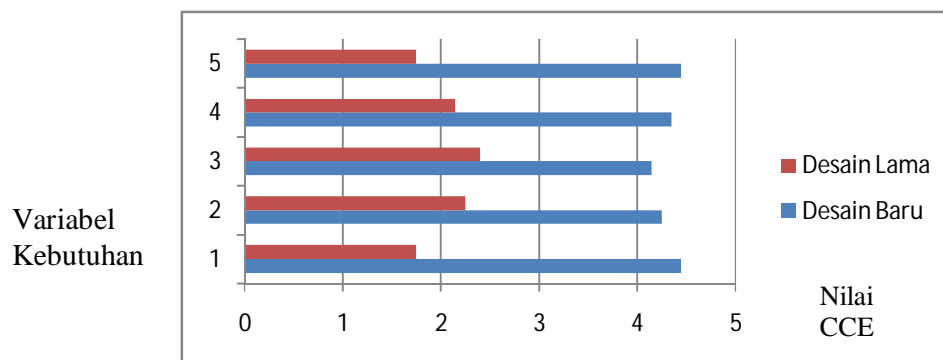
Gambar 4.57 kondisi stasiun kerja baru

Rekap Hasil Olah Data :

Table 4.33 Perbandingan Kondisi Desain Baru Dan Kondisi Desain Lama

No	Kebutuhan	NILAI CCE	
		Desain Baru	Desain Lama
1	Apakah Anda merasa lebih nyaman?	4.45	1.75
2	Apakah Anda merasa lebih leluasa?	4.25	2.25
3	Apakah Anda menyukai desain tempat kerja yang ada?	4.15	2.4
4	Apakah Anda merasa terbantu dengan desain tempat kerja yang ada?	4.35	2.15
5	Apakah Anda merasa lebih aman terhadap desain tempat kerja yang ada?	4.45	1.75

Untuk mengetahui besarnya tingkat perbandingan antara desain produk baru dan desain produk lama dapat dilihat pada Grafik berikut:



Gambar 4.58 Grafik CCE (*Costumer Competitive*

*Evaluation*).

Pada Grafik gambar 4.49 dapat dilihat bahwa besarnya tingkat kenyamanan terhadap desain baru mencapai 4.45 di karenakan para pekerja lebih merasa nyaman menggunakan desain baru daripada desain lama yang hanya mendapatkan tingkat prosentase sebesar 1.75. tingkat keleluasaan desain baru mencapai 4.25 di karenakan pekerja lebih merasa leluasa dalam melakukan aktifitasnya di bandingkan dengan desain lama

yang mencapai 2.25. untuk tingkat bentuk desain para pekerja lebih menyukai desain baru yang mencapai 4.15 ini, di karenakan desain lebih bias mengurahi keluhan dibandingkan dengan desain lama yang hanya mencapai 2.4. dan para pekerja lebih merasa terbantu dengan desain baru dengan mencapai 4.35, di bandingkan dengan desain lama yang hanya mencapai 2.15. dan pekerja merasa lebih aman dengan desain baru yang dirasa tidak gampang menimbulkan keluhan, yang prosentasenya mencapai 4.45, di bandingkan dengan desain lama yang hanya mencapai 1.75 di karenakan desain lama lebih mudah menimbulkan rasa capek dan keluhan untuk para pekerja pembuatan tahu.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1. Kesimpulan**

Dari hasil penelitian, pengolahan dan analisa data yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Setelah dilakukan perancangan ulang stasiun kerja, untuk menciptakan lingkungan kerja yang lebih ergonomis, berikut ukuran dan penambahan alat yang dibutuhkan untuk masing-masing stasiun kerja:
  - a. Stasiun Penggilingan
    - 1) Pengurangan tinggi dudukan penggilingan menjadi 25 cm
    - 2) Penambahan alat bantu berupa meja dudukan untuk ember perendaman kedelai dengan tinggi 55 cm panjang 70 cm dan lebar 40 cm.
  - b. Stasiun Pemasakan
    - 1) Menambah ketinggian bak masak menjadi 96.5 cm
    - 2) Menambah ketinggian dasar bak dari lantai menjadi 36.5 cm.
    - 3) Menambah ketinggian dayung menjadi 27.5 cm
  - c. Stasiun Pemasakan
    - 1) Menambah ketinggian bak masak menjadi 96.5 cm
    - 2) Menambah ketinggian dasar bak dari lantai menjadi 36.5 cm.
    - 3) Menambah ketinggian dayung menjadi 27.5 cm

d. Stasiun Pencetakan

- 1) Menambah ketinggian dudukan cetakan menjadi 80.5 cm untuk mempermudah penuangan sari kedelai dan membalik hasil cetakan tahu.

e. Stasiun Pemotongan

- 1) Penambahan alat bantu berupa meja dudukan untuk ember potongn tahu dengan tinggi 63 cm panjang 40 cm dan lebar 40 cm.
  - 2) membuat penggaris potongan tahu dengan menyusun beberapa penggaris secara horizontal dengan toleransi jarak antas penggaris 1.5 cm sebagai lubang pisau potong untuk mempermudah dan mempercepat pemotongan.
2. Setelah dilakukan perbaikan stasiun kerja, dapat diketahui bahwa terjadi penurunan keluhan sakit yang diderita pekerja tahu melalui prosentase keluhan pada masing-masing stasiun kerja sebelum dan sesudah dilakukan perbaikan, sebagai berikut:
- 1) Stasiun Penyaringan sebelum perbaikan sebesar 39% dan sesudah perbaikan menjadi sebesar 32% sehingga mengalami penurunan sebesar 7%.
  - 2) Stasiun Pencetakan sebelum perbaikan sebesar 50% dan sesudah perbaikan menjadi sebesar 39% sehingga mengalami penurunan sebesar 11%.

- 3) Stasiun Pemotongan sebelum perbaikan sebesar 30% dan sesudah perbaikan menjadi sebesar 25% sehingga mengalami penurunan sebesar 5%.
3. Kepuasan pekerja terhadap stasiun kerja sebelum dan sesudah dilakukan perbaikan dapat diketahui melalui nilai CCE sebagai berikut:

Untuk variabel kenyamanan nilai CCE desain baru sebesar 4.45, sedangkan pada desain lama hanya sebesar 1.75. Untuk variabel keleluasaan pada desain baru nilai CCE sebesar 4.25, sedangkan pada desain lama hanya sebesar 2.25. Untuk Variabel Keindahan pada desain baru bernilai 4.15, sedangkan desain lama sebesar 2.4. Untuk variabel kemudahan (desain tempat kerja membantu pekerjaan) pada desain baru nilai CCE sebesar 4.35, sedangkan pada desain lama sebesar 2.15. dan pada Variabel keamanan nilai CCE pada desain baru sebesar 4.45, sedangkan desain lama hanya sebesar 1.75.

Pada setiap variabel pembandingan, desain/ rancangan stasiun kerja yang baru lebih diminati oleh pekerja, hal ini mengindikasikan bahwa desain stasiun kerja yang baru mampu memberikan rasa aman dan nyaman bagi para pekerja tahu dari pada desain stasiun kerja yang lama.

## 5.2. Saran

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan , maka penulis memberikan saran sebagai masukan yaitu sebagai berikut :

1. Sebaiknya dilakukan evaluasi dan perawatan peralatan dan lingkungan kerja dalam jangka waktu tertentu secara rutin.

2. Penentuan jam kerja dan jam istirahat lebih teratur untuk meningkatkan kesehatan dan keselamatan kerja operator.
2. Bagi operator sebisa mungkin hindari melakukan gerakan kerja atau sikap kerja tidak alamiah yang terlalu ekstrim yang dapat berpotensi menimbulkan keluhan pada bagian-bagian otot skeletal.

### **5.3. Respon UKM Pembuatan Tahu Terhadap Usulan Rancangan Stasiun Kerja**

Para pemilik usaha pembuatan tahu memberikan respon baik dengan adanya rancangan ulang stasiun kerja yang diharapkan mampu menjadikan usaha tahu berkembang lebih baik. Berikut ini rincian tanggapan para pemilik usaha tahu:

1. Pemberian meja sebagai dudukan ember rendaman kedelai dan penurunan ketinggian mesin giling akan mampu mengurangi kelelahan pegawai akibat aktivitas membungkuk dan mengangkat. Beberapa pabrik tahu selama ini hanya menggunakan tumpukan ember yang tidak terpakai sebagai alas ember rendaman yang tingginya tidak sama.
2. Penambahan ketinggian bak pada stasiun pemasakan dan penyaringan akan mampu mengurangi aktivitas yang terlalu membungkuk, namun tetap mempertahankan volume dari bak.
3. Penambahan panjang pegangan dayung sari kedelai dapat membuat pekerja bekerja lebih ergonomis namun penambahan panjang pegangan dayung menjadikan pekerja kurang leluasa mengolah sari kedelai dikhawatirkan sari kedelai pecah sehingga tidak bias untuk dicetak.

4. Pemberian dudukan ember untuk potongan tahu akan dapat memperingan pekerjaan pemotongan tahu
5. Pembuatan penggaris potong dengan menggabungkan beberapa penggaris memang mempercepat proses pemotongan tahu namun karena jenis ukuran tahu yang banyak maka dibutuhkan penggaris yang banyak pula dengan berbagi jenis ukuran. Selain itu dalam pemotongan tahu tidak selalu menggunakan ukuran penggaris dengan cepat namun menggunakan intuisi agar mendapatkan hasil potongan tahu yang lebih banyak.



## DAFTAR PUSTAKA

- Corlett, E.N. 1992. *Static Muscle Loading and Evaluation of Posture*. Dalam Wilson, J.R & Corlett, E.N. eds *Evaluation of Human Work, A Practical Ergonomics Methodology*. Taylor & Francis Great Britain : 544-570.
- Corlett, E.N & McAtamney, L. 2004. *Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods*. Rapid Upper Limb Assessment (RULA) In Stanton, N. et al. (eds.) , Chapter 7, Boca Raton.
- Grandjean, E. 1993. *Fitting the Task to the Man. A Textbook of Occupational Ergonomics*. 4<sup>th</sup> Ed. London. Taylor & Francis
- Hantoro, Saji. 1999. *Merancang mesin conveyor yang ergonomis untuk mengurangi beban biomekanika*. studi kasus di PT. Pagilaran Jawa Tengah. Surakarta
- Laboratorium Perancangan Sistem Industri Terpadu. 2012. *Modul Praktikum Perancangan Sistem Industri Terpadu 1*. Jurusan Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia
- Nurmianto, Eko. 1996. *Ergonomi : Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Guna Widya. Surabaya
- Pinem, Mhd Daud, 2008. *CATIA Si Jago Desain tiga Dimensi*. PT Kawan Pustaka. Surabaya
- Prasetyo, P I. 2006. *Analisis Sistem Manusia-Mesin Pada Industri Mebel Memen Furniture*. Surakarta
- Prihutomo, B. 2005. *Perancangan Ulang Meja Dan Kursi Berdasarkan Data Antropometri Dan Perspektif Mannequinpro Serta Evaluasi Pencahayaan Dan Kebisingan*. Surakarta
- Pulat, B.M. 1992. *Fundamentals of industrial ergonomics*. Hall international. Englewood cliffs. New jersey. Usa.
- Sutalaksana dkk 1979. *Teknik Tata Cara Kerja*, Bandung :Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Bandung
- Tarwaka, Lilik Sudiajeng dan Solichul H.A. Bakri. 2004. *Ergonomi Untuk Kesehatan dan Keselamatan Kerja dan Produktivitas*. UNIBA Press. Surakarta

Wignjosoebroto, Sritomo. 1995. *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu*. PT. Guna Widya. Jakarta

Wijaya, A. 2008. *Analisa Postur Kerja dan Perancangan Alat Bantu untuk Aktivitas Manual Material Handling Industri Kecil*. Jurusan Teknik Industri UMS. Surakarta

**LAMPIRAN I**  
**Pengukuran Anthropometri Pekerja**  
**Tahu**

### Pengukuran Antropometri Pekerja Tahu

Nama	Umur	BB	TBT	TMB	TBB	TSB	JTA	TLB	TDD	PRB	TPB	PLB	JTD	PTT	LBT
Sadimin	57	50	160	147	132	101	205	48	18	20	101	26	78	18	10
Kasimin	55	50	158	149	129	100.5	200	46.5	17	19	90	28	79	18	10
Peang	23	60	173	160	135	105	218	51	18	20	98	28	81	19	9
Sulardi	52	52	165	152	136	106	207	50.5	19	20	97	27	80	18	8
Temon	45	48	158	145	132	100	198	47	18	19	96	24	77.5	16	10
Riyadi	39	50	155	143	130	94	190	45.5	20	20.5	93.5	25	79	17	8
Semiyono	55	50	150	140	130	102	197	42	19.5	17	94	26	71	17	10
Yoto	35	60	178	165	141	111	208	53	17.5	17	104	27	88	19	10
Widodo	41	55	162	150	129	96	198	47	18	17	94	30	86	20	8
Aris	51	50	160	146	130	98	198	45	20	18	92	27	80	17	9
Yusupriyanto	31	50	175	160	140	109	215	48	20	19.5	103	30.5	83	18	10
Siswanto	45	40	170	158	138	101	205	45	20	20.5	98	28	83	17	10
Sukris	45	50	162	150	136	98	200	46.5	19	20	98	27	80	16	10
Joko	35	60	150	141	130	96	198	45	19	20	92	26	75	16	9

Keterangan:

BB : Berat badan

TBT : Tinggi Badan Berdiri

TBB : Tinggi Bahu Berdiri

TSB : Tinggi Siku Berdiri

JTA : Jangkauan Tangan Atas

TLB : Tinggi Lutut Berdiri

TDD : Tebal Dada

PRB : Tebal Perut Berdiri

TPB : Tinggi Pinggang Berdiri

PLB : Panjang Lengan Bawah

JTD : Jangkauan Tangan kedepan

PTT : Panjang Telapak Tangan

LTT :Lebar TelapakTangan

**Lampiran II**  
**Kuesioner Evaluasi**  
**Peralatan Kerja**

**KUESIONER EVALUASI PERALATAN KERJA PADA INDUSTRI  
PEMBUATAN TAHU**

**A. Stasiun Penggilingan Kedelai**

1. Apakah dengan stasiun kerja yang sekarang anda merasa nyaman dalam bekerja?  
.....  
.....
2. Aktivitas apakah yang menurut anda tidak leluasa/kesulitan (tidak enak) saat melakukannya?  
.....  
.....
3. Adakah Hal-hal yang tidak anda sukai dengan stasiun kerja yang sekarang?  
.....  
.....
4. Usulan perbaikan yang perlu dilakukan terhadap stasiun kerja?  
.....  
.....

**B Stasiun Pemasakan**

1. Apakah dengan stasiun kerja yang sekarang anda merasa nyaman dalam bekerja?  
.....  
.....
2. Aktivitas apakah yang menurut anda tidak leluasa/kesulitan (tidak enak) saat melakukannya?  
.....  
.....
3. Adakah Hal-hal yang tidak anda sukai dengan stasiun kerja yang sekarang?  
.....  
.....
4. Usulan perbaikan yang perlu dilakukan terhadap stasiun kerja?  
.....  
.....

**C. Stasiun penyaringan**

1. Apakah dengan stasiun kerja yang sekarang anda merasa nyaman dalam bekerja?  
.....  
.....

2. Aktivitas apakah yang menurut anda tidak leluasa/kesulitan (tidak enak) saat melakukannya?

.....  
.....

3. Adakah Hal-hal yang tidak anda sukai dengan stasiun kerja yang sekarang?

.....  
.....

4. Usulan perbaikan yang perlu dilakukan terhadap stasiun kerja?

.....  
.....

**D. Stasiun Pencetakan**

1. Apakah dengan stasiun kerja yang sekarang anda merasa nyaman dalam bekerja?

.....  
.....

2. Aktivitas apakah yang menurut anda tidak leluasa/kesulitan (tidak enak) saat melakukannya?

.....  
.....

3. Adakah Hal-hal yang tidak anda sukai dengan stasiun kerja yang sekarang?

.....  
.....

4. Usulan perbaikan yang perlu dilakukan terhadap stasiun kerja?

.....  
.....

**E. Stasiun Pemotongan**

1. Apakah dengan stasiun kerja yang sekarang anda merasa nyaman dalam bekerja?

.....  
.....



2. Aktivitas apakah yang menurut anda tidak leluasa/kesulitan (tidak enak) saat melakukannya?

.....  
.....  
.....

3. Adakah Hal-hal yang tidak anda sukai dengan stasiun kerja yang sekarang?

.....  
.....  
.....

4. Usulan perbaikan yang perlu dilakukan terhadap stasiun kerja?

.....  
.....  
.....

**KUESIONER ANALISIS SPESIFIKASI STASIUN  
KERJA**

Perubahan apa yang anda inginkan terhadap spesifikasi stasiun penggilingan yang Menyebabkan anda kurang nyaman?

NO.	Spesifikasi	Di Tambah	Di Pertahankan	Di Kurangi
1	Ketinggian			
2	PanjangMeja			
3	LebarMeja			
4	Bentuk			

Perubahan apayang anda inginkan terhadap spesifikasi stasiun pencetakan yang Menyebabkan anda kurang nyaman?

NO.	Spesifikasi	Di Tambah	Di Pertahankan	Di Kurangi
1	Ketinggian meja			
2	Panjangmeja			
3	Lebar meja			
4	Ketinggiancetakan			
5	Panjang cetakan			
6	Lebarcetakan			
7	Bentuk meja			

Perubahan apayang anda inginkan terhadap spesifikasi stasiun pemasakan yang Menyebabkan anda kurang nyaman?

NO.	Spesifikasi	Di Tambah	Di Pertahankan	Di Kurangi
1	Tinggibak masak			
2	Diameter bak masak			
3	Panjangbak air			
4	Lebar bak air			
5	Tinggi bak air			

Perubahan apayang anda inginkan terhadap spesifikasi stasiun penyaringan yang Menyebabkan anda kurang nyaman?

NO.	Spesifikasi	Di Tambah	Di Pertahankan	Di Kurangi
1	Ketinggian bak			
2	Diameter bak saring			
3	Tinggi penyangga kasa			
4	Lebar penyangga kasa			
6	Lebar cetakan			
7	Bentukmeja			

Perubahan apa yang anda inginkan terhadap spesifikasi stasiun pemotongan yang Menyebabkan anda kurang nyaman?

NO.	Spesifikasi	Di Tambah	Di Pertahankan	Di Kurangi
1	Panjang landasan tahu			
2	Lebar landasan tahu			
3	Tinggi penyangga			
4	Lebar penyangga			
6	Panjang penyangga			
7	Tinggi dudukan ember			

**Keterangan : berilah tanda (√) pada kolom yang ada.**

**Kusioner Perbandingan**  
**Antara Desain Sistem Kerja Baru dan Desain Sistem Kerja Lama**

Nama Responden :

Berilah tanda (√) pada nilai bobot yang sesuai dengan jawaban yang Anda rasakan!

Kriteria pengisian :

1. Sangat Tidak Setuju      3. Biasa Saja      5. Sangat Setuju  
 2. Tidak Setuju      4. Setuju

No	Kebutuhan	Produk Baru					Produk Lama				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	Apakah Anda merasa lebih nyaman?										
2	Apakah Anda merasa lebih leluasa?										
3	Apakah Anda menyukai desain tempat kerja yang ada?										
4	Apakah Anda merasa terbantu dengan desain tempat kerja yang ada?										
5	Apakah Anda merasa lebih aman terhadap desain tempat kerja yang ada?										

LAMPIRAN III  
Perhitungan Kecukupan Data  
Antrhopometri

1)Tinggi SikuBerdiri

Data(Xi)	101	100.5	105	106	100	94	102
	111	96	98	109	101	98	96
	$\Sigma(xi^2)$	$(\Sigma xi)^2$	$\Sigma xi$				
	1417.5	200930	1438453				
	N'						
	3.605025						

2)Tinggi Bahu Berdiri

Data(Xi)	132	129	135	136	132	130	130
	141	129	130	140	138	136	130
	$\Sigma(xi^2)$	$(\Sigma xi)^2$	$\Sigma xi$				
	1868	3489424	249472				
	N'						
	1.45995						

3)Tinggi PinggangBerdiri

Data(Xi)	101	90	98	97	96	93.5	94
	104	94	92	103	98	98	92
	$\Sigma(xi^2)$	$(\Sigma xi)^2$	$\Sigma xi$				
	1350.5	182385	130505.				
	N'						
	2.827644						

4)Panjang LenganBawah

Data(Xi)	26	28	28	27	24	25	26
	27	30	27	30.5	28	27	26
	$\Sigma(xi^2)$	$(\Sigma xi)^2$	$\Sigma xi$				
	379.5	144020.3	10327.25				
	N'						
	6.235234						

5) Jangkauan tangankedepan

Data(Xi)	78	79	81	80	77.5	79	71
	88	86	80	83	83	80	75
	$\sum(xi^2)$	$(\sum xi)^2$	$\sum xi$				
	1120.5	1255520	89917.25				
	N'						
	4.232508						

6) Lebar Tangan

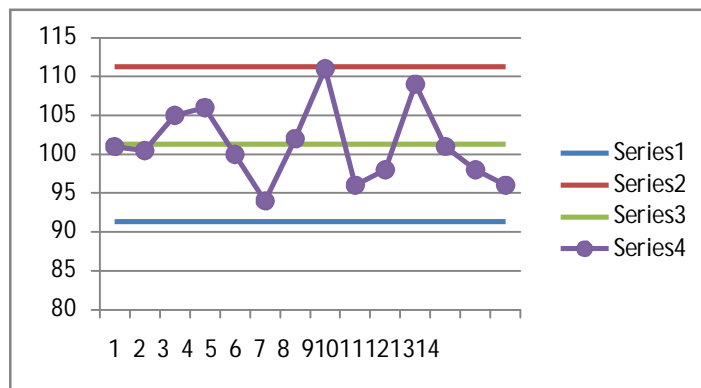
Data(Xi)	10	10	9	8	10	8	10
	10	8	9	10	10	10	9
	$\sum(xi^2)$	$(\sum xi)^2$	$\sum xi$				
	131	17161	1235				
	N'						
	12.02727						

LAMPIRAN IV  
Perhitungan Keseragaman Data  
Antrhopometri



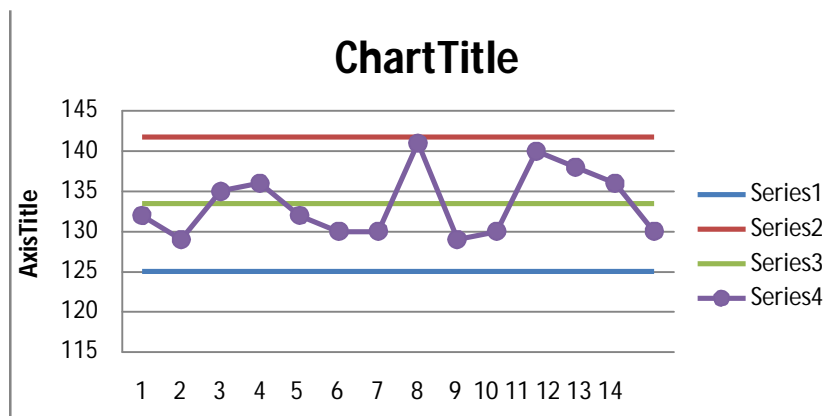
1)Tinggi SikuBerdiri

Data(Xi)	101	100.5	105	106	100	94	102
	111	96	98	109	101	98	96
BKA	BKB	X					
111.225	91.27503	101.25					



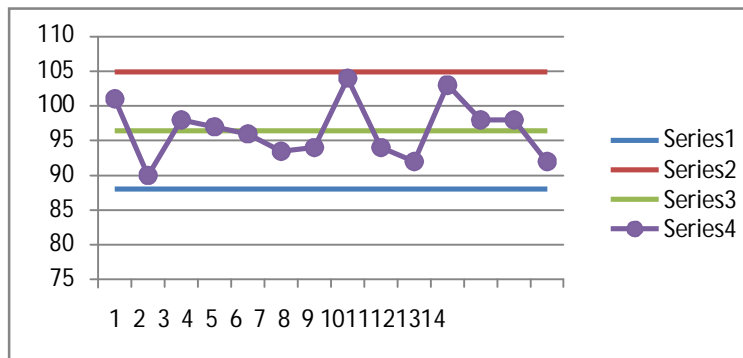
2)Tinggi Bahu Berdiri

Data(Xi)	132	129	135	136	132	130	130
	141	129	130	140	138	136	130
BKA	BKB	X					
141.7939	125.0633	133.4286					



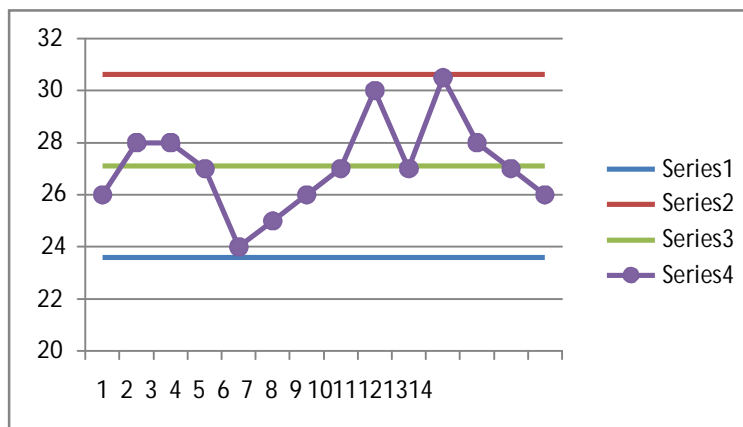
### 3)Tinggi PinggangBerdiri

Data(Xi)	101	90	98	97	96	93.5	94
	104	94	92	103	98	98	92
	BKA	BKB	X				
	104.881	88.0476	96.46429				

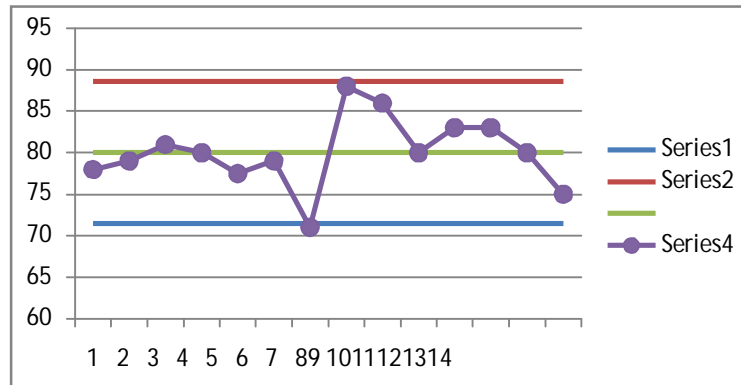


### 4)Panjang LenganBawah

Data(Xi)	26	28	28	27	24	25	26
	27	30	27	30.5	28	27	26
	BKA	BKB	X				
	30.61929	23.595	27.10714				

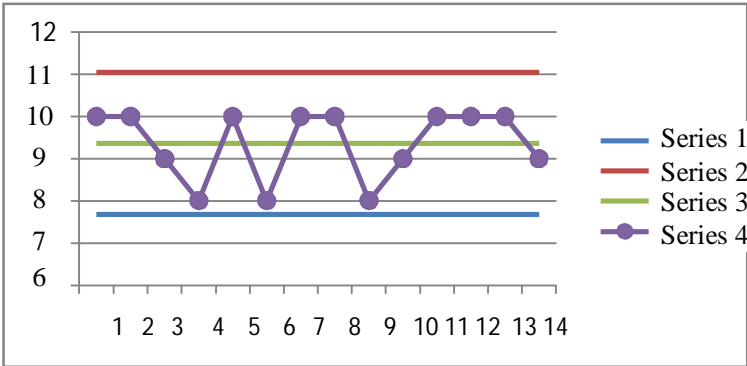


Data(Xi)	78	79	81	80	77.5	79	71
	88	86	80	83	83	80	75
	BKA	BKB	X				
	88.5794	71.49203	80.03571				



6)Lebar Tangan

Data(Xi)	10	10	9	8	10	8	10
	10	8	9	10	10	10	9
	BKA	BKB	X				
	11.04094	7.673348	9.357143				



Lampiran V  
Perbandingan Desain Sistem Kerja Baru  
dan Desain Sistem Kerja Lama

Rekap hasil kuesioner perbandingan kedua desain sistem kerja.

1. Apakah Anda merasa lebih nyaman?

a. Desain Baru

- 1. Sangat tidak setuju :  $1 \times 0 = 0$
- 2. Tidak setuju :  $2 \times 0 = 0$
- 3. Biasa saja :  $3 \times 1 = 3$
- 4. Setuju :  $4 \times 9 = 36$
- 5. Sangat setuju :  $5 \times 10 = 50$

*Customer competitive evaluation* =  $89/20 = 4.45$

b. Desain Lama

- 1. Sangat tidak setuju :  $1 \times 8 = 8$
- 2. Tidak setuju :  $2 \times 9 = 18$
- 3. Biasa saja :  $3 \times 3 = 9$
- 4. Setuju :  $4 \times 0 = 0$
- 5. Sangat setuju :  $5 \times 0 = 0$

*Customer competitive evaluation* =  $35/20 = 1.75$

2. Apakah Anda merasa lebih leluasa?

a. Desain Baru

- 1. Sangat tidak setuju :  $1 \times 0 = 0$
- 2. Tidak setuju :  $2 \times 0 = 0$
- 3. Biasa saja :  $3 \times 3 = 9$
- 4. Setuju :  $4 \times 9 = 36$
- 5. Sangat setuju :  $5 \times 8 = 40$

*Customer competitive evaluation* =  $85/20 = 4.25$

b. Desain Lama

- 1. Sangat tidak setuju :  $1 \times 2 = 2$
- 2. Tidak setuju :  $2 \times 12 = 24$
- 3. Biasa saja :  $3 \times 5 = 15$
- 4. Setuju :  $4 \times 1 = 4$
- 5. Sangat setuju :  $5 \times 0 = 0$

*Customer competitive evaluation* =  $45/20 = 2.25$

3. Apakah Anda menyukai desain tempat kerja yang ada?

a. Desain Baru

- 1. Sangat tidak setuju :  $1 \times 0 = 0$
- 2. Tidak setuju :  $2 \times 0 = 0$
- 3. Biasa saja :  $3 \times 3 = 9$
- 4. Setuju :  $4 \times 11 = 44$
- 5. Sangat setuju :  $5 \times 6 = 30$

$$\text{Customer competitive evaluation} = 83/20 = 4.15$$

b. Desain Lama

- 1. Sangat tidak setuju :  $1 \times 2 = 2$
- 2. Tidak setuju :  $2 \times 8 = 16$
- 3. Biasa saja :  $3 \times 10 = 30$
- 4. Setuju :  $4 \times 0 = 0$
- 5. Sangat setuju :  $5 \times 0 = 0$

$$\text{Customer competitive evaluation} = 48/20 = 2.4$$

4. Apakah Anda merasa terbantu dengan desain tempat kerja yang ada?

a. Desain Baru

- 1. Sangat tidak setuju :  $1 \times 0 = 0$
- 2. Tidak setuju :  $2 \times 0 = 0$
- 3. Biasa saja :  $3 \times 2 = 6$
- 4. Setuju :  $4 \times 9 = 36$
- 5. Sangat setuju :  $5 \times 9 = 45$

$$\text{Customer competitive evaluation} = 87/20 = 4.35$$

b. Desain Lama

- 1. Sangat tidak setuju :  $1 \times 2 = 2$
- 2. Tidak setuju :  $2 \times 13 = 26$
- 3. Biasa saja :  $3 \times 5 = 15$
- 4. Setuju :  $4 \times 0 = 0$
- 5. Sangat setuju :  $5 \times 0 = 0$

$$\text{Customer competitive evaluation} = 43/20 = 2.15$$

5. Apakah Anda merasa lebih aman terhadap desain tempat kerja yang ada?

a. Desain Baru

- 1. Sangat tidak setuju :  $1 \times 0 = 0$
- 2. Tidak setuju :  $2 \times 0 = 0$
- 3. Biasa saja :  $3 \times 1 = 3$
- 4. Setuju :  $4 \times 9 = 36$
- 5. Sangat setuju :  $5 \times 10 = 50$

$$\text{Customer competitive evaluation} = 89/20 = 4.45$$

b. Desain Lama

- 1. Sangat tidak setuju :  $1 \times 9 = 9$
- 2. Tidak setuju :  $2 \times 9 = 18$
- 3. Biasa saja :  $3 \times 2 = 6$

4. Setuju : 4 x 0 = 0

5. Sangat setuju : 5 x 0 = 0

*Customer competitive evaluation* =  $35/20 = 1.75$