

TEKNOLOGI REKAYASA

LAPORAN PENELITIAN HIBAH BERSAING



**PERANCANGAN PERALATAN DAN PENGEMBANGAN METODE
KERJA PADA INDUSTRI TAHU DITINJAU DARI ASPEK
ERGONOMI UNTUK MENINGKATKAN KAPASITAS PRODUKSI**

**Indah Pratiwi, ST. MT
Etika Muslimah, ST.MM.MT
R. Kusbimantoro Setyojati, SSn**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
OKTOBER 2010**

HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR

1. Judul Penelitian :

Perancangan Peralatan Dan Pengembangan Metode Kerja Pada Industri Tahu Ditinjau Dari Aspek Ergonomi Untuk Meningkatkan Kapasitas Produksi

2. Ketua Peneliti

- a. Nama lengkap dan gelar : Indah Pratiwi, ST.MT
- b. Jenis Kelamin : Perempuan
- c. Golongan/Pangkat : IIC/Penata
- d. NIK : 705
- e. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
- f. Jabatan Struktural : -
- g. Bidang Keahlian : Sistem Kerja dan Ergonomi
- h. Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Industri
- i. Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Surakarta
- j. Tim Peneliti :

No	Nama	Bidang Keahlian	Fakultas/Jurusan	Perguruan Tinggi
1	Indah Pratiwi, ST.MT	Sistem Kerja dan Produksi	Teknik/Industri	UMS
2	Etika Muslimah, ST.MM.MT	Sistem Kerja	Teknik/Industri	UMS
3	R. Kusbimantoro Setyojati, SSn	Desain Produk	Desain Interior	USAHID

3. Pendanaan dan jangka waktu penelitian

- a. Jangka waktu penelitian yang diusulkan : 2 (dua) tahun
- b. Biaya total yang diusulkan : Rp. 99.260.000,-
- c. Biaya yang disetujui tahun 2010 : Rp. 23.925.000,-

Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik

Surakarta, 30 Oktober 2010
Ketua Peneliti,

Ir. Agus Riyanto, MT
NIK : 483

Indah Pratiwi, ST.MT.
NIK : 705

Menyetujui,
Ketua Lembaga Penelitian

Dr. Harun Joko Prayitno, M.Hum
NIP : 132 049 998

A. LAPORAN HASIL PENELITIAN

HALAMAN PENGESAHAN	...	i
A. LAPORAN HASIL PENELITIAN		
RINGKASAN DAN SUMMARY	...	ii
PRAKATA	...	iii
DAFTAR ISI	...	iv
DAFTAR TABEL	...	v
DAFTAR GAMBAR	...	vi
DAFTAR LAMPIRAN	...	vii
BAB I PENDAHULUAN	...	1
BAB II LANDASAN TEORI	...	3
BAB III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	...	57
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	...	59
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	...	68
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	...	156
DAFTAR PUSTAKA	...	158
B. DRAF ARTIKEL ILMIAH		
C. SINOPSIS PENELITAIN LANJUTAN		

RINGKASAN DAN SUMMARY

Perancangan Peralatan Dan Pengembangan Metode Kerja Pada Industri Tahu Ditinjau Dari Aspek Ergonomi Untuk Meningkatkan Kapasitas Produksi

Oleh :

Indah Pratiwi, Etika Muslimah, R. Kusbimantoro Setyojati

Penelitian ini dilakukan pada industri pengolahan biji kedelai menjadi produk Tahu. Permasalahan yang muncul adalah ketidaksesuaian antara manusia dan mesin dalam bekerja sehingga sering menimbulkan rasa sakit pada bagian tubuh pengrajin, lingkungan kerja yang terlalu panas dan kelembaban yang tinggi menyebabkan output yang dihasilkan tidak optimal. Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian adalah mengetahui keluhan subyektif dan rasa sakit pada bagian tubuh yang dialami pengrajin dengan cara menyebarkan kuisioner, pengukuran dimensi peralatan kerja dan dimensi tubuh untuk mendapatkan data anthropometri, diuji kecukupan dan keseragaman data dan dihitung persentil, mengukur waktu siklus untuk menentukan waktu baku dan output standar, pengukuran kondisi lingkungan kerja, yaitu : suhu, kelembaban, dan dibandingkan kondisi yang telah direkomendasikan. Proses pembuatan Tahu dibagi menjadi 5 stasiun kerja, yaitu stasiun penggilingan, stasiun pemasakan, stasiun penyaringan, stasiun pencetakan dan stasiun pemotongan, dan kelima stasiun tersebut harus dilalui untuk menghasilkan produk yang baik.

Penelitian ini menggunakan metode objektif untuk membuat perancangan peralatan kerja menggunakan Catia V.5,0 dan layout lantai produksi menggunakan 3BMax, menilai waktu baku dengan cara pengukuran secara langsung menggunakan stopwatch, dan secara tidak langsung menggunakan MTM-1. Untuk mengetahui tingkat kelelahan digunakan kuisioner Nordic Body Map (NBM), sedangkan untuk mengetahui respon dan gangguan kesehatan pekerja terhadap paparan kondisi lingkungan kerja digunakan kuisioner respon kondisi lingkungan kerja.

Pada inovasi Ipteks, hasil yang diharapkan adalah adanya operasi standar dengan waktu baku, perancangan peralatan dan layout lantai produksi. Hasil penelitian menunjukkan ketidaksesuaian interaksi antara operator dengan peralatan kerja mengakibatkan sikap kerja tidak alamiah, prosentase terbesar 78.95% keluhan pada bagian punggung, dan satu atau keduanya dari pergelangan tangan, kemudian 68.42% keluhan pada bagian bahu, pangkal tangan, satu atau keduanya dari pinggang dan pangkal tangan kanan. Aktivitas yang dikeluhkan pada stasiun penggilingan adalah : memasukkan kedelai ke penggilingan, pada stasiun pemasakan adalah mengambil sari kedelai dari dalam bak, pada stasiun penyaringan adalah mengambil kedelai dari dalam bak, pada stasiun pencetakan adalah membaliklandasan cetakan tahu ke papan pemotongan, sedangkan pada stasiun pemotongan adalah ketinggian dudukan ember ditambah.

Hasil yang diperoleh untuk menyelesaikan produk Tahu tersebut adalah waktu baku manusia 20.7211 menit (0.30154 jam) dan waktu baku mesin 31.8186 menit. Berdasarkan perhitungan secara tidak langsung menggunakan metode MTM-1 dan

berdasarkan layout usulan maka diperoleh waktu baku menjadi 0.061289 jam. Pada usulan layout yang dibuat berdasarkan data pada 5 pabrik, diperoleh rectilinear 23.74 meter/hari menjadi 21.74 meter/hari terjadi penghematan 0.06%/hari, square euclidean dari 1539.45 meter/hari menjadi 1341.36 meter/hari terjadi penghematan 0.129%/hari dan euclidean 19.5712 meter/hari menjadi 18.18185 meter/hari terjadi penghematan 0.071%/hari. Penelitian yang telah dilakukan adalah membuat suatu rekomendasi untuk kondisi yang ergonomis pada industri pembuatan Tahu.

SUMMARY

This research was conducted on soybean seed processing industry into a product to Tofu. The problem that arises is a mismatch between humans and machines at work so often causes pain in the body of artisans, working environment too hot and high humidity cause the resulting output is not optimal. The goal of the research was to determine subjective complaints and pain on the body of experienced craftsmen with how to spread the questionnaire, measuring the dimensions of work equipment and dimensions of the body to obtain anthropometric data, examined the adequacy and uniformity of data and calculated percentiles, measures the cycle time to determine standard time and standard output, measurement of work environment conditions, namely: temperature, humidity, and compared the conditions that have been recommended. Tofu-making process is divided into 5 work stations, namely station milling, cooking stations, filtration station, printing station and cutting station, and the fifth station must pass to produce a good product.

This study used an objective method to create the design of work equipment using Catia V.5, 0 and layout of the production floor using 3BMax, assessing the standard time by direct measurement using a stopwatch, and indirectly using the MTM-1. To determine the level of fatigue used questionnaires Nordic Body Map (nbm), while to study the response and health problems of workers against exposure to workplace conditions used questionnaire responses working conditions.

In science and technology innovation, the expected result is the existence of standard operating with standard time, the design layout of equipment and production floor. The results showed discrepancies between the operator interaction with working equipment resulted in unnatural working posture, the largest percentage of 78.95% of complaints at the back, and one or both of the wrist, then 68.42% of complaints in the shoulder, the base of the hand, one or both of the waist and right carpus. Activities complained of in the milling station is: insert into soybean mill, the cooking station is taking soya from the tub, the screening station is taking soy from the tub, at the printing station is membaliklandasan prints out the cutting board, while in the cutting station is bucket seat height added.

Results obtained to resolve product Tofu is a human standard time 20.7211 minutes (0.30154 hours) and standard time machine 31.8186 minutes. Based on calculations using the indirect method of MTM-1 and based on the layout of the proposal obtained by the time the standard becomes 0.061289 hours. In the proposed layout is based on data at 5 factories, obtained by rectilinear 23.74 meters / day to 21.74 meters / day occurred saving 0.06% / day, euclidean of 1539.45 square meters / day to 1341.36 meters / day occurred saving 0129% / day and euclidean 19.5712 meters / day to 18.18185 meters / day occurred saving 0071% / day. The research has been done is to make a recommendation to the ergonomic conditions in manufacturing industries Tofu.

PRAKATA

Bismillahirrohmanirrohim,

Segala puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah, SWT yang telah melimpahkan karunia-Nya kepada kita semua. Amiin.

Alhamdulillah Robbil'alamiin atas terselesaikannya penulisan Laporan Hasil Penelitian Hibah Bersaing selama dua tahun yaitu 2006-2007 dengan judul : **Perancangan Peralatan Dan Pengembangan Metode Kerja Pada Industri Tahu Ditinjau Dari Aspek Ergonomi Untuk Meningkatkan Kapasitas Produksi**

Perkenankan penulis mengucapkan terimakasih kepada segenap pihak yang telah memberikan dukungan, saran serta kritik selama melaksanakan penelitian ini,

1. Dr. Harun Joko Prayitno, M.Hum, selaku ketua Lembaga Penelitian Universitas Muhammadiyah Surakarta,
2. Bapak Kasno, Bapak Joko Jumari dan temen-teman anggota paguyuban Tahu „Sumber Rejeki“ di Kartasura, Sukoharjo,
3. Teman-teman dosen di Jurusan Teknik Industri – UMS,
4. Wahab, Tony, Elson, Iwan, Andi, Mardiyanto, Yudha, Arifah, Imanah, mahasiswa Teknik Industri atas bantuannya dalam pengumpulan data,

Banyak hal yang masih harus dilakukan untuk kesempurnaan laporan penelitian ini.

Surakarta, 30 Oktober 2010

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	... i
A. LAPORAN HASIL PENELITIAN	
RINGKASAN DAN SUMMARY	... ii
PRAKATA	... iii
DAFTAR ISI	... iv
DAFTAR TABEL	... v
DAFTAR GAMBAR	... vii
BAB I PENDAHULUAN	... 1
BAB II LANDASAN TEORI	... 3
BAB III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	... 57
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	... 59
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	... 68
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	... 156
DAFTAR PUSTAKA	... 158
B. DRAF ARTIKEL ILMIAH	
C. SINOPSIS PENELITIAN LANJUTAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Rekomendasi Suhu Panas Lingkungan Kerja
Tabel 2.2	Kecepatan Gerakan Udara yang Direkomendasikan untuk Ruang Kerja yang Disesuaikan dengan Suhu dan Kelembaban Ruangan Setempat
Tabel 2.3	Nilai Ambang Batas Iklim Kerja (ISBB) yang Diperkenankan
Tabel 2.4	Kategori Beban Kerja Berdasarkan Metabolisme, Respirasi, Suhu Tubuh dan Denyut Jantung
Tabel 2.5	Konsumsi Oksigen Maksimum (VO_2max)
Tabel 2.6	Kalsifikasi Berat-Ringan Beban Kerja Berdasar % CVL
Tabel 2.7	<i>Job Analysis Report Format</i>
Tabel 2.8	<i>Rating Performance</i>
Tabel 2.9	Cara Pengukuran Antropometri Dalam Posisi Berdiri
Tabel 2.10	Cara Pengukuran Antropometri Dalam Posisi Duduk
Tabel 2.11	Cara Pengukuran Antropometri Jari Tangan
Tabel 4.1	Rating Performance
Tabel 5.1	Ukuran Aktual Stasiun Penggilingan
Tabel 5.2	Ukuran Aktual Stasiun Pemasakan
Tabel 5.3	Ukuran Aktual Stasiun Penyaringan
Tabel 5.4	Ukuran Aktual Stasiun Pencetakan
Tabel 5.5	Stasiun pemotongan Aktual
Tabel 5.6	Anthropometri Pekerja Tahu
Tabel 5.7	Nordic Body Map Keluhan Pada Tubuh Selama 6 Bulan Terakhir
Tabel 5.8	Nordic Body Map Keluhan Pada Tubuh Selama 7 Hari Terakhir
Tabel 5.9	Nama Area Pabrik Tahu
Tabel 5.10	Ukuran Luas Masing-masing Area
Tabel 5.11	Data Aliran Bahan dalam 1 Hari
Tabel 5.12	Data Waktu
Tabel 5.13	Perhitungan Uji Kecukupan Data dari Tinggi Siku Berdiri
Tabel 5.14	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Uji Kecukupan Data Anthropometri
Tabel 5.15	Uji Kecukupan Data Tinggi Siku Berdiri
Tabel 5.16	Rekapitulasi Perhitungan Uji Keseragaman Data Anthropometri
Tabel 5.17	Identifikasi Keluhan Operator
Tabel 5.18	Prosentase Keluhan Pada Tubuh Selama 6 Bulan Terakhir
Tabel 5.19	Prosentase Keluhan Pada Tubuh Selama 7 Hari Terakhir
Tabel 5.20	Evaluasi Peralatan Stasiun Penggilingan Kedelai
Tabel 5.21	Evaluasi Peralatan Stasiun Pemasakan Kedelai
Tabel 5.22	Evaluasi Peralatan Stasiun Penyaringan
Tabel 5.23	Evaluasi Peralatan Stasiun Pencetakan
Tabel 5.24	Evaluasi Peralatan Stasiun Pemotongan
Tabel 5.25	Ukuran Masing-masing Departemen yang Ergonomis
Tabel 5.26	From To Chart
Tabel 5.27	Skor Masing-masing Alternatif peralatan
Tabel 5.29	Ukuran Panjang, Lebar dan Titik Pusat Masing-masing Departemen
Tabel 5.30	Rekapitulasi Jarak Material Handling
Tabel 5.31	Jarak Material Handling pada Layout Usulan
Tabel 5.32	Perbandingan jarak Material Handling Layout Awal
Tabel 5.33	Waktu baku Proses Pembuatan tahu
Tabel 5.34	Data Elemen Pada Stasiun Giling pabrik I
Tabel 5.35	Data Elemen Pada Stasiun Pemasakan Pabrik I
Tabel 5.36	Data Elemen Pada Stasiun Penyaringan Pabrik I
Tabel 5.37	Data Elemen Pada Stasiun Pencetakan Pabrik I
Tabel 5.38	Data Elemen Pada Stasiun Pemotongan Pabrik I
Tabel 5.39	Rekapitulasi Data Elemen Pabrik I

Tabel 5.40	Hasil Uji Kecukupan data
Tabel 5.41	Hasil Keseragaman data
Tabel 5.42	Tingkat keluhan Pekerja
Tabel 5.43	Perbandingan Kondisi sekarang dan Kondisi Usulan
Tabel 5.44	Penambahan Penghasilan
Tabel 5.45	Perbandingan Dua Metode
Tabel 5.46	Perbandingan Metode Langsung dan Tidak Langsung

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Konsep Dasar Keseimbangan dalam ergonomic
Gambar 2.2	Contoh Keseimbangan Sendi Pada Siku
Gambar 2.3	Nordic Body Map
Gambar 2.3	Pengukuran Antropometri Dalam Posisi Berdiri
Gambar 2.4	Pengukuran Antropometri Dalam Posisi Duduk
Gambar 2.5	Pengukuran Antropometri Jari Tangan
Gambar 4.1	<i>Questtemp Heat Stress Monitor</i>
Gambar 4.2	Kerangka Pemecahan Masalah
Gambar 5.1	Stasiun penggilingan Aktual
Gambar 5.2	Stasiun Pemasakan Aktual
Gambar 5.3	Stasiun Penyaringan Aktual
Gambar 5.5	Stasiun Pencetakan Aktual
Gambar 5.5	Stasiun Pemotongan Aktual
Gambar 5.6	Diagram Alir Proses Produksi Tahu
Gambar 5.7	Peta Proses Operasi Produksi Tahu
Gambar 5.8	Grafik Kendali Data Tinggi Bahu Berdiri
Gambar 5.9	Grafik Keluhan Pada Tubuh Selama 6 Bulan Terakhir
Gambar 5.10	Grafik Keluhan Pada Tubuh Selama 7 Hari Terakhir
Gambar 5.11	Input data BLOCKPLAN Luas masing-masing Area
Gambar 5.12	Input data BLOCKPLAN Activity Relationship Chart (ARC)
Gambar 5.13	Nilai Skor Untuk Simbol-simbol Keterkaitan
Gambar 5.14	Pilihan Rasio Panjang dan Lebar Yang Dikehendaki
Gambar 5.15	Alternatif Tata Letak Dengan Skor Tertinggi
Gambar 5.17	Ilustrasi Kerja Stasiun penggilingan
Gambar 5.18	Ilustrasi Kerja Stasiun Pemasakan
Gambar 5.19	Ilustrasi Kerja Stasiun Penyaringan
Gambar 5.20	Ilustrasi Kerja Stasiun Pencetakan
Gambar 5.21	Ilustrasi Kerja Stasiun Pemotongan
Gambar 5.22	Layout Pabrik I
Gambar 5.23	Aktual Stasiun Penggilingan Isometri
Gambar 5.24	Usulan Stasiun Penggilingan Isometri
Gambar 5.25	Stasiun Penggilingan Aktual Tampak Samping Kanan
Gambar 5.26	Stasiun Penggilingan Usulan Tampak Samping kanan
Gambar 5.27	Stasiun penggilingan Aktual Tampak Depan
Gambar 5.28	Stasiun Penggilingan Usulan Tampak Depan
Gambar 5.29	Stasiun Penggilingan Aktual Tampak Atas
Gambar 5.30	Stasiun Penggilingan Usulan Tampak Atas
Gambar 5.31	Stasiun Pemasakan Aktual Tampak Isometri
Gambar 5.32	Stasiun Pemasakan Usulan Tampak Isometri
Gambar 5.33	Stasiun Pemasakan Aktual tampak samping Kanan
Gambar 5.34	Stasiun Pemasakan Usulan Tampak Samping Kanan
Gambar 5.35	Stasiun Pemasakan Aktual Tampak Atas
Gambar 5.36	Stasiun Pemasakan Usulan Tampak Atas
Gambar 5.37	Stasiun Pemasakan Aktual Tampak Depan
Gambar 5.38	Stasiun Pemasakan Usulan Tampak Depan
Gambar 5.39	Stasiun Penyaringan Aktual tampak Isometri
Gambar 5.40	Stasiun Penyaringan Usulan Tampak Isometri
Gambar 5.41	Stasiun Penyaringan Aktual Tampak Samping Kanan
Gambar 5.42	Stasiun Penyaringan Usulan Tampak Samping Kanan
Gambar 5.43	Stasiun Penyaringan Aktual Tampak Depan

Gambar 5.44	Stasiun Penyeringan Usulan Tampak Depan
Gambar 5.45	Stasiun Penyeringan Aktual Tampak Atas
Gambar 5.46	Stasiun Penyeringan Usulan Tampak Atas
Gambar 5.47	Stasiun Pencetakan Aktual Tampak Isometri
Gambar 5.48	Stasiun Pencetakan Usulan Tampak Isometri
Gambar 5.49	Stasiun Pencetakan Aktual Tampak Samping Kanan
Gambar 5.50	Stasiun Pencetakan Usulan Tampak Samping Kanan
Gambar 5.51	Stasiun Pencetakan Aktual Tampak Atas
Gambar 5.52	Stasiun Pencetakan Usulan Tampak Atas
Gambar 5.53	Stasiun Pencetakan Aktual Tampak Depan
Gambar 5.54	Stasiun Pencetakan Usulan Tampak Depan
Gambar 5.55	Stasiun Pemotongan Aktual Tampak Isometri
Gambar 5.56	Stasiun Pemotongan Usulan Tampak Isometri
Gambar 5.57	Stasiun Pemotongan Aktual Tampak Depan
Gambar 5.58	Stasiun Pemotongan Usulan Tampak Depan
Gambar 5.59	Stasiun Pemotongan Aktual Tampak Samping Kanan
Gambar 5.60	Stasiun Pemotongan Usulan Tampak Samping Kanan
Gambar 5.61	Stasiun Pemotongan Aktual Tampak Atas
Gambar 5.62	Stasiun Pemotongan Usulan Tampak Atas
Gambar 5.63	Tampilan 3D Layout Awal Pabrik I
Gambar 5.64	Tampilan 3D Layout Awal Pabrik II
Gambar 5.65	Tampilan 3D Layout Awal Pabrik III
Gambar 5.66	Tampilan 3D Layout Awal Pabrik IV
Gambar 5.67	Tampilan 3D layout Awal Pabrik V
Gambar 5.68	Tampilan Layout Usulan Tampak Samping
Gambar 5.69	Tampilan 3D layout Usulan Tampak Atas

B. DRAF ARTIKEL ILMIAH

c. Sistematika Laporan Eksekutif

Perancangan Peralatan Dan Pengembangan Metode Kerja Pada Industri Tahu Ditinjau Dari Aspek Ergonomi Untuk Meningkatkan Kapasitas Produksi

**Oleh :
Indah Pratiwi, Etika Muslimah, R. Kusbimantoro Setyojati**

Penelitian ini dilakukan pada industri pengolahan biji kedelai menjadi produk Tahu. Permasalahan yang muncul adalah ketidaksesuaian antara manusia dan mesin dalam bekerja sehingga sering menimbulkan rasa sakit pada bagian tubuh pengrajin, lingkungan kerja yang terlalu panas dan berdebu menyebabkan output yang dihasilkan tidak optimal. Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian adalah mengetahui keluhan subyektif dan rasa sakit pada bagian tubuh yang dialami pengrajin dengan cara menyebarkan kuisioner, pengukuran dimensi peralatan kerja dan dimensi tubuh untuk mendapatkan data anthropometri, diuji kecukupan dan keseragaman data dan dihitung persentil, mengukur waktu siklus untuk menentukan waktu baku dan output standar, pengukuran kondisi lingkungan kerja, yaitu : suhu, kelembaban, dan dibandingkan kondisi yang telah direkomendasikan. Proses pembuatan Tahu dibagi menjadi 5 stasiun kerja, yaitu stasiun penggilingan, stasiun pemasakan, stasiun penyaringan, stasiun pencetakan dan stasiun pemotongan, dan kelima stasiun tersebut harus dilalui untuk menghasilkan produk yang baik.

Penelitian ini menggunakan metode objektif untuk membuat perancangan peralatan kerja menggunakan Catia V.5,0 dan layout lantai produksi menggunakan 3BMax, menilai waktu baku dengan cara pengukuran secara langsung menggunakan stopwatch, dan secara tidak langsung menggunakan MTM-1. Untuk mengetahui tingkat kelelahan digunakan kuisioner *Nordic Body Map (NBM)*, sedangkan untuk mengetahui respon dan gangguan kesehatan pekerja terhadap paparan kondisi lingkungan kerja digunakan kuisioner respon kondisi lingkungan kerja.

Pada inovasi Ipteks, hasil yang diharapkan adalah adanya operasi standar dengan waktu baku, perancangan peralatan dan layout lantai produksi. Hasil penelitian menunjukkan ketidaksesuaian interaksi antara operator dengan peralatan kerja

mengakibatkan sikap kerja tidak alamiah, prosentase terbesar 78.95% keluhan pada bagian punggung, dan satu atau keduanya dari pergelangan tangan, kemudian 68.42% keluhan pada bagian bahu, pangkal tangan, satu atau keduanya dari pinggang dan pangkal tangan kanan. Aktivitas yang dikeluhkan pada stasiun penggilingan adalah : memasukkan kedelai ke penggilingan, pada stasiun pemasakan adalah mengambil sari kedelai dari dalam bak, pada stasiun penyaringan adalah mengambil kedelai dari dalam bak, pada stasiun pencetakan adalah membaliklandasan cetakan tahu ke papan pemotongan, sedangkan pada stasiun pemotongan adalah ketinggian dudukan ember ditambah.

Hasil yang diperoleh untuk menyelesaikan produk Tahu tersebut adalah waktu baku manusia 20.7211 menit (0.30154 jam) dan waktu baku mesin 31.8186 menit. Berdasarkan perhitungan secara tidak langsung menggunakan metode MTM-1 dan berdasarkan layout usulan maka diperoleh waktu baku menjadi 0.061289 jam. Pada usulan layout yang dibuat berdasarkan data pada 5 pabrik, diperoleh rectilinear 23.74 meter/hari menjadi 21.74 meter/hari terjadi penghematan 0.06%/hari, square euclidean dari 1539.45 meter/hari menjadi 1341.36 meter/hari terjadi penghematan 0.129%/hari dan euclidean 19.5712 meter/hari menjadi 18.18185 meter/hari terjadi penghematan 0.071%/hari. Penelitian yang telah dilakukan adalah membuat suatu rekomendasi untuk kondisi yang ergonomis pada industri pembuatan Tahu.

Manfaat yang diperoleh bagi institusi adalah :

1. Keterlibatan laboratorium Teknik Industri dalam kegiatan ini, berupa peminjaman peralatan pengukuran dan pengujian,
2. Keterlibatan beberapa orang dosen untuk menjadi tempat diskusi dan masukan yang lebih berkembang
3. Keterlibatan 4 orang mahasiswa dalam penyelesaian laporan tugas akhir, yaitu :
 - a. Abdul Wahab Aqil (D 600 050 052)
“Perancangan Tata Letak Fasilitas Menggunakan BlocPlan”
 - b. Tony Hananto (D 600 050 071)
“Aplikasi Anthropolometri Dalam Perancangan Ulang Stasiun Kerja Pembuat Tahu Untuk Mencapai Kondisi Kerja Yang Ergonomis”

c. Elson Ferza Satyagrahaprabu (D 600 050 004)

“Perbandingan waktu Baku di Pabrik Tahu Menggunakan Metode Langsung dan Metode Tidak Langsung”

4. Diharapkan hasilnya dapat digunakan oleh pihak industri atau oleh pengrajin dalam peningkatan output produk.

Publikasi Ilmiah

1. Seminar Nasional Ergonomi di Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, 29 Juli 2008,
Judul : Analisa Postur Kerja Pengrajin Tahu Menggunakan RULA dan REBA”

BAB I. PENDAHULUAN

Industri pengolahan makanan di Indonesia, sekarang ini mengalami perkembangan yang pesat. Khususnya bagi industri pembuatan Tahu yang memiliki pangsa pasar lokal dan regional. Industri seperti ini tentunya harus memiliki spesifikasi kualitas produk yang baik, dalam artian baik dimata para konsumennya. Untuk menghasilkan produk yang memiliki kualitas baik tentunya diperlukan SDP (Sumber Daya Perusahaan) ditunjang efisiensi dan efektivitas dari sumber daya tersebut. SDP perusahaan biasanya berupa: modal/saham, fasilitas produksi, tenaga kerja (SDM), dan seluruh aset yang dimiliki oleh perusahaan.

Wilayah Purwogondo Kartasura memiliki 26 industri Tahu yang tersebar dalam 4 RT, untuk dapat mempertahankan usahanya dari berbagai pesaing, maka perusahaan tersebut berinisiatif memperbaiki proses produksi yang sebelumnya kurang diperhatikan.

Banyaknya tuntutan terhadap permintaan produk Tahu terkadang tidak dapat dipenuhi seluruhnya oleh perusahaan dikarenakan SDP khususnya peralatan kerja yang dimiliki kurang menunjang kegiatan produksi. Masalah ini timbul karena peralatan kerja yang ada tidak sesuai dengan kapasitas kerja dari pekerja sehingga menimbulkan suatu interaksi yang tidak serasi antara peralatan kerja dengan pekerja. Ketidakserasian ini menimbulkan suatu dampak yaitu aktivitas kerja yang dilakukan tidak optimal, dalam artian pekerja banyak melakukan sikap kerja (metode kerja) yang tidak sesuai dengan aktivitas pekerjaannya.

Adapun dampak dari ketidakserasian interaksi ini berujung pada waktu penyelesaian suatu produk akibat antara pekerja satu dengan pekerja yang lain mempunyai kapasitas kerja yang berbeda dengan peralatan dan metode kerja yang mereka gunakan.

Untuk menyikapi hal tersebut maka perlu dilakukan suatu perancangan peralatan dan pengembangan terhadap metode dan peralatan kerja yang ditinjau dari aspek ergonomi yang memungkinkan pekerja dapat bekerja dengan aman dan nyaman sehingga produktivitas dapat terpenuhi secara efektif dan efisien.

BAB II. LANDASAN TEORI

2.1 Konsep Dasar Ergonomi

Untuk dapat mempermudah pemahaman terhadap ergonomi, kita dapat menggunakan konsep umum dari cara berfikir yang rasional yang biasa kita gunakan. Mengadopsi istilah (5W + 1H) dapat mempermudah kita berfikir secara sistematis di dalam memahami dan menerapkan ergonomi (Tarwaka, dkk, 2004 : 5).

a. *What is ergonomics?*

Istilah ergonomi berasal dari bahasa Yunani yang terdiri dari dua kata yaitu “*ergos*” berarti kerja dan “*nomos*” berarti aturan atau hukum. Jadi secara ringkas ergonomi adalah suatu aturan atau norma dalam sistem kerja.

b. *Why is ergonomics?*

Dari pengalaman menunjukkan bahwa setiap aktivitas atau pekerjaan yang dilakukan, apabila tidak dilakukan secara ergonomi akan mengakibatkan ketidaknyamanan, biaya tinggi, kecelakaan dan penyakit akibat kerja meningkat, performansi menurun yang berakibat pada penurunan efisiensi dan daya kerja.

c. *Where is ergonomics?*

Secara umum penerapan ergonomi dapat dilakukan dimana saja, baik dilingkungan rumah, di perjalanan, di lingkungan sosial maupun di lingkungan di tempat kerja.

d. *When is ergonomics applied?*

Ergonomi dapat di terapkan dimana saja dan kapan saja sehingga kita dapat merasa sehat, aman dan nyaman dalam melakukan aktivitas.

e. *Who must apply ergonomics?*

Setiap komponen masyarakat baik masyarakat pekerja maupun masyarakat sosial dalam upaya menciptakan kenyamanan, kesehatan, keselamatan dan produktivitas kerja yang setinggi-tingginya.

f. *How is ergonomics applied?*

Untuk dapat menerapkan ergonomi secara tepat dan benar, maka kita harus mempelajari dan memahami ergonomi secara detail.

2.2 Definisi Ergonomi

Ergonomi adalah ilmu, seni dan penerapan teknologi untuk menyasikan atau menyeimbangkan antara segala aktivitas yang digunakan baik dalam beraktivitas maupun istirahat dengan kemampuan dan keterbatasan manusia baik fisik maupun mental sehingga kualitas hidup secara keseluruhan menjadi lebih baik (Tarwaka, dkk, 2004 : 6).

Sedangkan menurut Nurmianto (1996 : 1), definisi ergonomi adalah studi tentang aspek-aspek manusia dalam lingkungan kerjanya yang ditinjau secara anatomi, fisiologi, psikologi, *engineering*, manajemen dan desain/perancangan serta evaluasi dari sebuah produk.

2.3 Tujuan Ergonomi

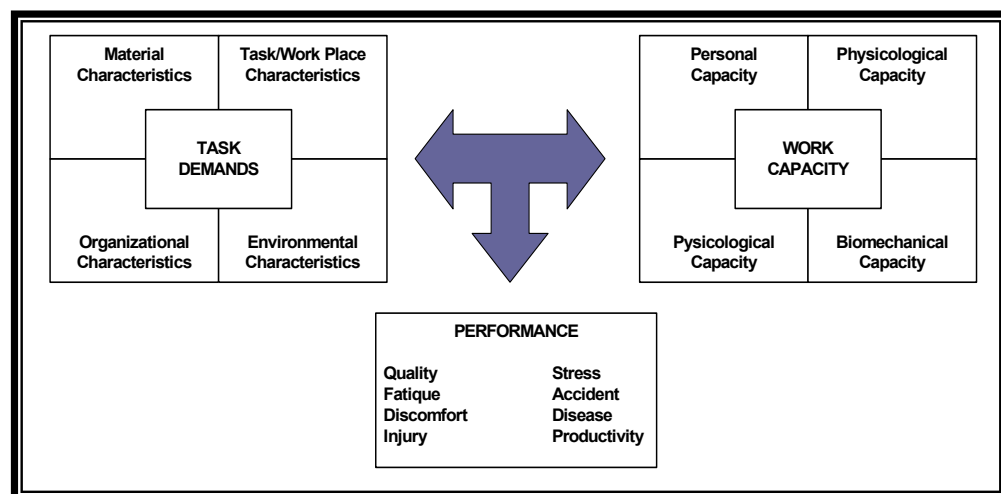
Secara umum tujuan dari penerapan ergonomi menurut Tarwaka, dkk, (2004 : 6) adalah sebagai berikut:

- a. Meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental melalui upaya pencegahan cedera dan penyakit akibat kerja, menurunkan beban kerja fisik dan mental, mengupayakan promosi dan kepuasan kerja.

- b. Meningkatkan kesejahteraan sosial melalui peningkatan kualitas kontak sosial, mengelola dan mengkoordinir kerja secara tepat guna dan meningkatkan jaminan sosial baik selama kurun waktu usia produktif maupun setelah tidak produktif.
- c. Menciptakan keseimbangan rasional antara berbagai aspek yaitu aspek teknis, ekonomis, antropologis dan budaya dari setiap sistem kerja yang dilakukan sehingga tercipta kualitas hidup yang tinggi.

2.4 Konsep Keseimbangan Dalam Ergonomi

Ergonomi merupakan suatu ilmu, seni dan teknologi yang berupaya untuk menyetarakan alat, cara dan lingkungan kerja terhadap kemampuan, kebolehan dan segala keterbatasan manusia, sehingga manusia dapat berkarya secara optimal tanpa pengaruh buruk dari pekerjaannya. Dari sudut pandang ergonomi, antara tuntutan tugas dengan kapasitas kerja harus selalu dalam garis keseimbangan sehingga dicapai performansi kerja yang tinggi. Dalam kata lain, tuntutan tugas tidak boleh terlalu rendah (*underload*) dan juga tidak boleh terlalu berlebihan (*overload*). Karena keduanya, baik *underload* maupun *overload* akan menyebabkan stress. Konsep keseimbangan antara kapasitas kerja dengan tuntutan tugas tersebut dapat diilustrasikan pada Gambar 2.1 berikut



Gambar 2.1 Konsep Dasar Keseimbangan dalam Ergonomi
(Sumber : Manuaba 2000 dalam Tarwaka, dkk, 2004 : 8)

- a. Kemampuan Kerja (*Work Capacity*)
 1. *Personal Capacity* (Karakteristik Pribadi); meliputi faktor usia, jenis kelamin, antropometri, pendidikan, pengalaman, status sosial, agama dan kepercayaan.
 2. *Physiological Capacity* (Kemampuan Fisiologis); meliputi kemampuan dan daya tahan cardio-vaskuler, syaraf otot, panca indera.
 3. *Biomechanical Capacity* (Kemampuan Biomekanik) berkaitan dengan kemampuan dan daya tahan sendi dan persendian, tendon dan jalinan tulang.
- b. Tuntutan Tugas (*Task Demand*)
 1. *Task and Material Characteristic* (Karakteristik tugas dan Material); ditentukan oleh karakteristik peralatan dan mesin, tipe, kecepatan dan irama kerja.
 2. *Organization Characteristic*; berhubungan dengan jam kerja dan jam istirahat, shift kerja, cuti dan libur, manajemen.
 3. *Environmental Characteristic*; berkaitan dengan teman setugas, kondisi lingkungan kerja fisik, norma, adat kebiasaan dan sosio-budaya.
- c. Performansi (*Performance*)
 1. Bila rasio tuntutan tugas (*Task Demand*) > Kapasitas kerja (*Work Capacity*), maka hasil akhirnya berupa: ketidaknyamanan *overstress*, kelelahan, kecelakaan, cedera, rasa sakit dan tidak produktif.
 2. Bila rasio tuntutan tugas (*Task Demand*) < Kapasitas kerja (*Work Capacity*), maka hasil akhirnya berupa: *undertress*, kebosanan, kejemuan, kelesuan, sakit dan tidak produktif.
 3. Agar penampilan menjadi optimal maka perlu adanya keseimbangan dinamis (*task demand = Work capacity*) sehingga tercapai kondisi lingkungan yang sehat, aman, nyaman dan produktif.

2.5 Kondisi Lingkungan Kerja Fisik

Industrialisasi akan selalu diikuti oleh penerapan teknologi tinggi, penggunaan bahan dan peralatan yang semakin kompleks dan rumit. Namun demikian penerapan teknologi tinggi dan penggunaannya bahan dan peralatan yang beraneka ragam dan kompleks tersebut sering tidak diikuti oleh kesiapan SDM-nya.

Ditempat kerja, terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kondisi lingkungan kerja seperti; faktor fisik, faktor kimia, faktor biologis dan faktor psikologis. Semua faktor tersebut dapat menimbulkan gangguan terhadap suasana kerja dan berpengaruh terhadap kesehatan dan keselamatan kerja.

Pada bagian ini hanya akan dibahas tentang faktor fisik lingkungan kerja seperti; mikroklimat, partikel debu dan kebisingan. Evaluasi kondisi lingkungan kerja dilakukan dengan pengukuran kondisi lingkungan kerja dan mengetahui respon pekerja terhadap paparan lingkungan kerja.

2.5.1 Mikroklimat (*Indoor Climate*)

Indoor Climate menurut Grandjean, 1986 dalam Nurmianto, (1996:271) , adalah suatu kondisi fisik sekeliling dimana kita melakukan suatu aktivitas tertentu yang meliputi hal-hal sebagai berikut:

- a. Temperatur udara
- b. Aliran perpindahan udara
- c. Temperatur permukaan sekeliling
- d. Kelembaban udara

Kondisi mikroklimat yang tidak dikendalikan dengan baik akan berpengaruh terhadap tingkat kenyamanan pekerja dan gangguan pekerja dan gangguan kesehatan, sehingga dapat meningkatkan beban kerja, mempercepat munculnya

kelelahan dan keluhan subyektif serta menurunkan produktivitas kerja (Tarwaka, dkk, 2004:34).

a. Lingkungan Kerja Panas

Tubuh manusia mempunyai sistem pengaturan panas yang kompleks yang selalu menjaga kestabilan suhu tubuh antara $98,6^{\circ} \text{F} \pm 1,8^{\circ} \text{F}$ ($37^{\circ} - 1^{\circ} \text{C}$). Secara umum tubuh manusia terdiri dari *Core* (bagian tengah dari kulit yang dalamnya $\pm 1 \text{ Inc}$ (2,54 cm) dari permukaan kulit dan *Shell* (organ vital dalam tubuh seperti; jantung, organ perut, dan otak) (Sanders, McCormick, 1993 : 552).

Grandjean, 1993 dalam Tarwaka, dkk, 2004:34, memberikan rekomendasi berkaitan dengan suhu panas lingkungan kerja dapat dilihat pada tabel 2.1 dibawah:

Tabel 2.1 Rekomendasi Suhu Panas Lingkungan Kerja

No	Kondisi Lingkungan Kerja	Rekomendasi
1	Suhu tertinggi	35 – 40° C
2	Kecapatan udara	0,2 meter/detik
3	Kelembaban	40 – 50 %
4	Perbedaan suhu permukaan	< 4° C

Sumber: Grandjean, 1993 dalam Tarwaka, dkk, (2004 : 35)

b. Pengaruh Fisiologis Akibat Tekanan Panas

Menurut Pulat, 1992 dalam Tarwaka, dkk, (2004:35), bahwa reaksi fisiologis tubuh (*heat strain*) karena peningkatan temperature udara diluar *comfort zone* sebagai berikut:

1) Gangguan perilaku dan performansi kerja

Ditandai dengan terjadinya kelelahan, sering melakukan istirahat curian, kurang produktif.

2) Dehidrasi

3) Kondisi akibat tubuh kehilangan cairan tubuh yang berlebihan yang disebabkan pergantian cairan yang tidak cukup maupun karena gangguan kesehatan.

4) *Heat Rash*

Keadaan seperti biang keringat atau keringat buntat yang berlebihan akibat kondisi kulit yang terus basah.

5) *Heat Cramp*

Merupakan kondisi kejang-kejang otot tubuh (tangan dan kaki) akibat keluarnya keringat yang menyebabkan hilangnya garam natrium dari tubuh yang disebabkan karena minum terlalu banyak dengan sedikit garam natrium.

6) *Heat Syncope* atau *Fainting*

Keadaan yang disebabkan karena aliran darah ke otak tidak cukup karena sebagian besar aliran darah di bawa ke permukaan kulit atau *perifer* yang disebabkan karena pemaparan suhu tinggi.

7) *Heat Exhaustion*

Keadaan yang terjadi akibat tubuh kehilangan terlalu banyak cairan dan kehilangan garam.

c. Penilaian Lingkungan Kerja Panas

Perubahan panas baik pada tubuh manusia maupun pada lingkungan dipengaruhi oleh 4 hal yaitu (Sanders and McCormick, 1993:552)

1) *Conduction* (konduksi)

Perpindahan panas secara langsung dengan perantara baik benda padat maupun benda cair

2) *Convection* (konveksi)

Perpindahan panas dengan perantara udara

3) *Radiation* (radiasi)

Perpindahan panas melalui radiasi elektromagnetik

4) *Evaporation* (evaporasi)

Proses keluarnya keringat pada tubuh karena kulit merasa panas yang disebabkan karena perubahan cuaca atau udara.

d. Pengendalian Lingkungan Kerja Panas

Untuk mengendalikan pengaruh pemaparan tekanan panas terhadap tenaga kerja perlu dilakukan koreksi tempat kerja, sumber-sumber panas lingkungan dan aktivitas kerja yang dilakukan. Koreksi tersebut dimaksudkan untuk menilai secara cermat faktor-faktor tekanan panas dan mengukur ISBB pada masing-masing pekerjaan dan membandingkan dengan standar yang diperbolehkan sehingga dapat dilakukan langkah pengendalian secara benar (Tarwaka, dkk, 2004:37).

Adapun standar-standar yang dimaksudkan pada pembahasan diatas dapat dilihat pada tabel 2.2 dibawah ini:

Tabel 2.2 Kecepatan gerakan udara yang direkomendasikan untuk ruang kerja yang disesuaikan dengan suhu dan kelembaban ruangan setempat.

SUHU		KELEMBABAN (%)	KECEPATAN UDARA	
Suhu Kering (°C)	Suhu Basah (°C)		Minimum (m/det)	Maksimum (m/det)
21	19	80	0.13	0.30
24	16	40	0.15	0.30
24	18	60	0.25	0.40
24	21	80	0.25	0.50
27	16	30	0.25	0.50
27	19	50	0.40	0.50
27	23	75	0.50	0.80
29	16	25	0.40	0.80
29	19	45	0.50	0.80
29	23	65	0.80	0.80
32	17	20	0.50	0.80
32	22	40	0.80	0.80
32	26	60	1.00	1.00

Sumber: WHO 1976 dalam Tarwaka, dkk, (2004 : 58)

Tabel 2.3 Nilai ambang batas iklim kerja Indeks Suhu Basah dan Bola (ISBB) yang diperkenankan

Pemaparan waktu kerja setiap jam		ISBB (°C)		
		Beban Kerja		
Waktu Kerja	Waktu Istirahat	Ringan	Sedang	Berat
Bekerja terus menerus (8 jam/hari)	-	30.0	26.7	25.0
75 % kerja	25 % istirahat	30.6	28.0	25.9
50 % kerja	50 % istirahat	31.4	29.4	27.9
25 % kerja	75 % istirahat	32.2	31.1	30.0

Sumber: SK.MEN-TK: No.51 (1999)

Catatan:

ISBB di dalam atau di luar ruangan dengan panas radiasi:

$$\text{ISBB} = 0.7 \text{ Suhu basah alami} + 0.2 \text{ Suhu bola} + 0.1 \text{ Suhu kering}$$

ISBB di dalam atau di luar ruangan tanpa panas radiasi

$$\text{ISBB} = 0.7 \text{ Suhu basah alami} + 0.2 \text{ Suhu bola}$$

Secara ringkas teknik pengendalian terhadap pemaparan tekanan panas di tempat kerja dapat dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Mengurangi faktor beban kerja dengan mekanisasi
- 2) Mengurangi beban panas radian dengan cara:
 - a) Menurunkan temperatur udara dari proses kerja yang menghasilkan panas.
 - b) Relokasi proses kerja yang menghasilkan panas
 - c) Penggunaan tameng panas dan alat pelindung yang dapat memantulkan panas.
- 3) Mengurangi temperatur dan kelembaban melalui ventilasi pengeceran (*dilution ventilation*) atau pendinginan secara mekanis (*mechanical cooling*)
- 4) Meningkatkan pergerakan udara
- 5) Pembatasan terhadap waktu pemaparan dengan cara:
 - a) Melakukan pekerjaan pada tempat panas pada pagi dan sore hari
 - b) Penyediaan tempat sejuk yang terpisah dengan proses kerja untuk pemulihan

- c) Mengatur waktu kerja-istirahat secara tepat berdasarkan beban kerja dan nilai ISBB

2.6 Biomekanika (*Biomechanics*)

2.6.1 Pengertian Biomekanika

Biomekanika merupakan ilmu yang membahas aspek – aspek mekanika dari gerakan – gerakan tubuh manusia. Biomekanika adalah disiplin keilmuan yang mengkombinasikan ilmu fisika, ilmu teknik, ilmu biologi dan tingkah laku (Chaffin, 1984 dalam Eko Nurmianto, 1996). Nilai dari analisa biomekanika adalah rentang postur (posisi aktivitas kerja, ukuran beban dan ukuran manusia yang dievaluasi), sedangkan kriteria keselamatan adalah berdasar pada beban tekan (*compression load*) pada *interverebral disk* antara *lumbar* nomor lima dan *sacrum* nomor satu (LS/LI) (Nurmianto, 1996). Dalam dunia kerja yang menjadi perhatian adalah kekuatan kerja otot yang tergantung pada posisi anggota tubuh yang bekerja, arah gerakan kerja, perbedaan kekuatan antar bagian tubuh dan usia. Selain itu juga kecepatan dan ketelitian serta daya tahan jaringan tubuh terhadap beban.

Biomekanika adalah disiplin sumber ilmu yang mengintegrasikan faktor – faktor yang mempengaruhi gerakan manusia, teknik dan pengetahuan untuk menganalisis biomekanika diambil dari pengetahuan dasar seperti fisika, matematika, kimia fisiologis, anatomi dan konsep rekayasa untuk menggambarkan gerakan pada segmen tubuh manusia dengan menganalisis gaya yang terjadi pada segmen tubuh tersebut didalam melakukan aktivitas sehari – hari.

2.6.2 Biomekanika Terapan

Aktivitas yang dilakukan oleh sebagian besar orang yang sedang bekerja membutuhkan usaha fisik dan penanganan manual terhadap material dan peralatan.

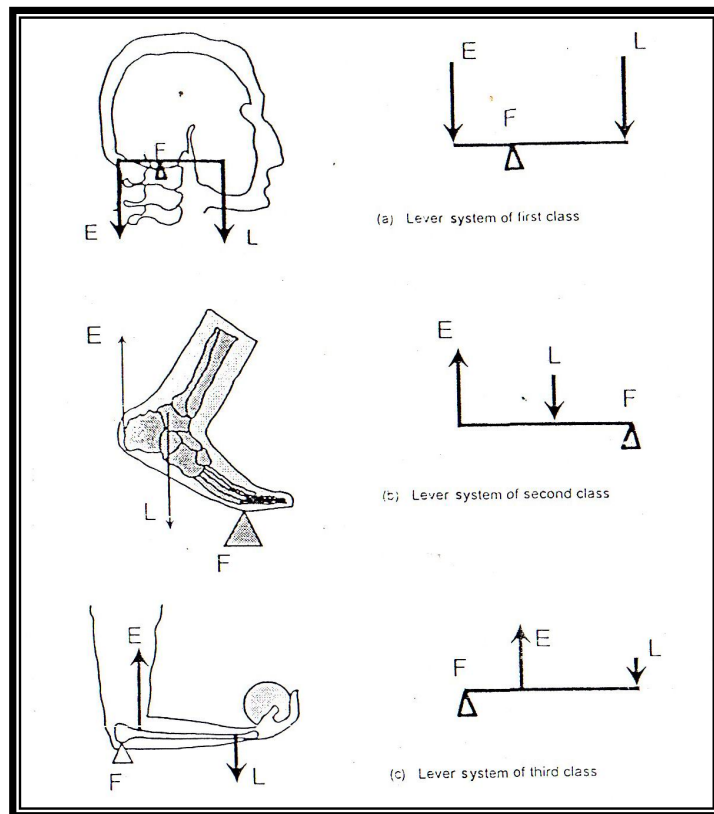
Dalam melakukan pekerjaan sering terjadi kecelakaan kerja, misalnya: sakit akibat salah urat pada tangan. Resiko cidera pada tulang belakang disebabkan frekuensi pengangkatan, kekuatan, ukuran tubuh, tekanan beban angkat/tekanan tubuh, tekanan dari tangan dan kaki yang menyebabkan tidak nyaman (Macleod, 1999 dalam Tarwaka, dkk, 2004).

NIOSH (*National for Occupational Safety and Health*) melakukan analisis terhadap faktor-faktor yang berpengaruh terhadap biomekanika yaitu:

- a. Berat beban yang dipindahkan. Hal ini ditentukan oleh pembebanan langsung.
- b. Posisi pembebanan yang mengacu pada tubuh, hal ini dipengaruhi oleh:
 1. Jarak horisontal beban yang dipindahkan dari titik tubuh.
 1. Jarak vertikal beban yang dipindahkan dari lantai
 2. Sudut pemindahan beban dari posisi segitiga (posisi pengangkatan tepat depan tubuh)
 3. Frekuensi pemindahan yang digunakan adalah sebagai rata-rata pemindahan permenit untuk pemindahan berfrekuensi paling tinggi.
 4. Frekuensi (durasi) total waktu yang diberlakukan dalam pemindahan pada suatu pencatatan

2.6.3 Model Biomekanika

Model biomekanika menerapkan konsep mekanika teknik pada fungsi tubuh untuk mengetahui reaksi otot akibat terjadi tekanan beban kerja. Atas dasar teori keseimbangan pada sendi seperti terlihat pada Gambar 3.2, di bawah dapat dianalisis peregangan otot akibat beban kerja yang ada dan selanjutnya dapat dievaluasi apakah peregangan yang terjadi melampaui kekuatan maksimal otot untuk kontraksi (Tarwaka, dkk, 2004:124).



Gambar 2.2 Contoh Keimbangan Sendi Pada Siku
 (Sumber: Bagche and Bhattacharya, 1996. *Biomechanical Aspect of Body Movement*)

Beberapa faktor penting yang harus dicermati apabila pengukuran dilakukan dengan model biomekanik adalah sebagai berikut:

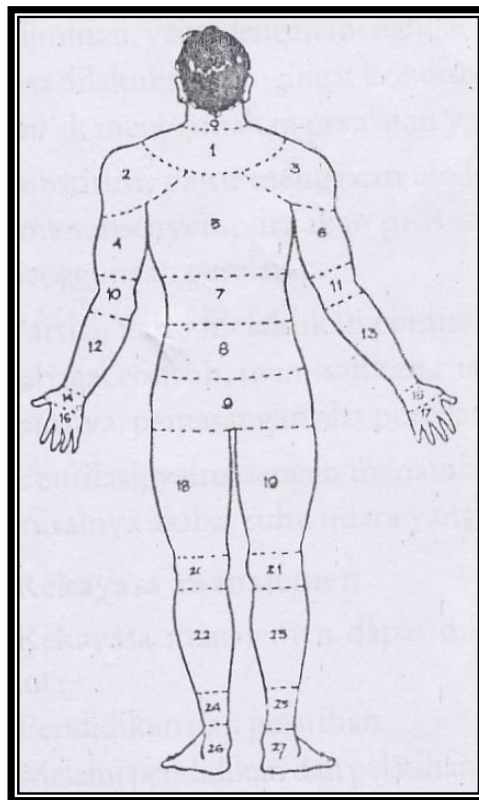
- a. Sifat dasar mekanik (statis atau dinamis)
- b. Dimensi model (dua atau tiga dimensi)
- c. Ketepatan dalam mengambil asumsi
- d. *Input* yang diperlukan cukup kompleks

Walaupun model biomekanika dapat dipakai untuk mengenali sumber penyebab terjadinya keluhan otot skeletal, namun dalam penerapannya, model biomekanik lebih banyak digunakan untuk mendesain tingkat beban dan sikap kerja yang aman bagi pekerja

2.6.5 *Nordic Body Map*

Nordic Body Map merupakan sebuah alat yang berupa peta tubuh yang digunakan untuk mengetahui keluhan pada otot dengan tingkat keluhan mulai dari rasa tidak nyaman (agak sakit) sampai dengan sakit (Corlett, 1992 dalam Tarwaka, dkk, 2004:129)

Dengan melihat dan menganalisa peta tubuh maka dapat diestimasi jenis dan tingkat keluhan otot skeletal yang dirasakan oleh pekerja. Cara ini sangat sederhana namun kurang teliti karena mengandung subjektivitas yang tinggi. Untuk menekan bias yang terjadi, maka sebaiknya pengukuran dilakukan sebelum dan sesudah melakukan aktivitas (*pre and post test*).



Gambar 2.2 *Nordic Body Map*

2.7 Beban Kerja

Tubuh manusia dirancang untuk dapat melakukan aktivitas pekerjaan sehari-hari. Adanya massa otot yang bobotnya hampir lebih dari separuh beban tubuh, memungkinkan kita untuk dapat menggerakkan dan melakukan pekerjaan. Pekerjaan disatu pihak mempunyai arti penting bagi kemajuan dan peningkatan prestasi, sehingga mencapai kehidupan yang produktif sebagai satu tujuan hidup. Dipihak lain, bekerja berarti tubuh akan menerima beban dari luar tubuhnya. Dengan kata lain bahwa setiap pekerjaan merupakan beban bagi yang bersangkutan. Beban tersebut dapat berupa beban fisik maupun mental.

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

2.7.1 Faktor – faktor yang Mempengaruhi Beban Kerja

Menurut Rodhal (1989), Adiputra (1998) dan Manuaba (2000) dalam Tarwaka, dkk, (2004 : 95), bahwa secara umum hubungan antara beban kerja dan kapasitas kerja dipengaruhi oleh berbagai faktor yang sangat kompleks, baik faktor internal maupun faktor eksternal

a. Beban Kerja Oleh Karena Faktor Eksternal

Faktor eksternal beban kerja adalah beban kerja yang berasal dari luar tubuh pekerja, meliputi:

1. Tugas-tugas (*task*)

Meliputi tugas bersifat fisik seperti, stasiun kerja, tata ruang tempat kerja, kondisi lingkungan kerja, sikap kerja, cara angkut, beban yang diangkat.

Sedangkan tugas yang bersifat mental meliputi, tanggung jawab, kompleksitas pekerjaan, emosi pekerja dan sebagainya.

2. Organisasi Kerja

Organisasi kerja meliputi lamanya waktu kerja, waktu istirahat, *shift* kerja, sistem kerja dan sebagainya.

3. Lingkungan Kerja

Lingkungan kerja ini dapat memberikan beban tambahan yang meliputi, lingkungan kerja fisik, lingkungan kerja kimiawi, lingkungan kerja biologis dan lingkungan kerja psikologis.

b. Beban Kerja Oleh Karena Faktor Internal

Faktor internal beban kerja adalah faktor yang berasal dari dalam tubuh akibat adanya reaksi dari beban kerja eksternal yang berpotensi sebagai *stressor*, meliputi:

- 1) Faktor somatis (jenis kelamin, umur, ukuran tubuh, status gizi, kondisi kesehatan, dan sebagainya)
- 2) Faktor psikis (motivasi, persepsi, kepercayaan, keinginan, kepuasan, dan sebagainya)

2.7.2 Penilaian Beban Kerja Fisik

Menurut Astrand and Rodhal (1977) dalam Tarwaka, dkk, 2004, bahwa penilaian beban kerja dapat dilakukan dengan dua metode secara objektif, yaitu metode penilaian langsung dan metode penilaian tidak langsung.

a. Metode Penilaian Langsung

Metode pengukuran langsung yaitu dengan mengukur energi yang dikeluarkan (*energy expenditure*) melalui asupan oksigen selama bekerja. Semakin berat beban kerja akan semakin banyak energi yang diperlukan untuk

dikonsumsi. Meskipun metode pengukuran asupan oksigen lebih akurat, namun hanya dapat mengukur untuk waktu kerja yang singkat dan diperlukan peralatan yang mahal.

Berikut adalah kategori beban kerja yang didasarkan pada metabolisme, respirasi suhu tubuh dan denyut jantung menurut Christensen (1991) pada table 2.4 berikut:

Tabel 2.4 Kategori Beban Kerja Berdasarkan Metabolisme, respirasi, Suhu Tubuh dan denyut Jantung

Kategori Beban Kerja	Konsumsi Oksigen (l/min)	Ventilasi paru (l/min)	Suhu Rektal (°C)	Denyut Jantung (denyut/min)
Ringan	0,5 – 1,0	11 – 20	37,5	75 – 100
Sedang	1,0 – 1,5	20 – 30	37,5 – 38,0	100 – 125
Berat	1,5 – 2,0	31 – 43	38,0 – 38,5	125 – 150
Sangat Berat	2,0 – 2,5	43 – 56	38,5 – 39,0	150 – 175
Sangat Berat Sekali	2,5 – 4,0	60 – 100	> 39	> 175

Sumber: Christensen (1991:169). Encyclopedia of occupational Health and Safety

Tabel 2.5 Konsumsi Oksigen Maksimum (VO2 max) mL/(Kg-min)

Kategori	Umur (tahun)			
	< 30	30 - 39	40 - 49	> 50
Sangat buruk	< 25.0	< 25.0	< 25.0	-
Buruk	25.0 – 33.7	25.0 – 30.1	25.0 – 26.4	25.0
Biasa	33.8 – 42.5	30.2 – 39.1	26.5 – 35.4	25.0 – 33.7
Baik	42.6 – 51.5	39.2 – 48.0	35.5 – 45.5	33.8 – 43.0
Sangat baik	> 51.6	> 48.1	> 45.1	> 43.1

Sumber: Konz (1996). Physiology of Body Movement. Kansas State University

Dalam penentuan konsumsi energi biasanya digunakan suatu bentuk hubungan energi dengan kecepatan denyut jantung yaitu sebuah persamaan regresi kuadratis sebagai berikut:

$$Y = 1,80411 - 0,0229038 X + 4,71733 \times 10^{-4} X^2 \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana:

Y = Energi (Kkal/menit)

X = Kecepatan denyut jantung/nadi (denyut/menit)

b. Metode Penilaian Tidak Langsung

Metode penilaian tidak langsung adalah dengan menghitung denyut nadi selama bekerja. Pengukuran denyut jantung selama bekerja merupakan suatu

metode untuk menilai cardiovasculair strain dengan metode 10 denyut (Kilbon, 1992) dimana dengan metode ini dapat dihitung denyut nadi kerja sebagai berikut:

$$\text{Denyut Nadi (Denyut/Menit)} = \frac{10 \text{Denyut}}{\text{WaktuPenghitungan}} \times 60 \dots\dots\dots (2.2)$$

Penggunaan nadi kerja untuk menilai berat ringannya beban kerja mempunyai beberapa keuntungan, selain mudah, cepat, sangkil dan murah juga tidak diperlukan peraltan yang mahal serta hasilnya pun cukup reliabel dan tidak mengganggu ataupun menyakiti orang yang diperiksa.

Denyut nadi untuk mengestimasi indek beban kerja fisik terdiri dari beberapa jenis yaitu:

- 1) Denyut Nadi Istirahat (DNI) adalah rerata denyut nadi sebelum pekerjaan dimulai
- 2) Denyut Nadi Kerja (DNK) adalah rerata denyut nadi selama bekerja
- 3) Nadi Kerja (NK) adalah selisih antara denyut nadi istirahat dengan denyut nadi kerja.

Peningkatan denyut nadi mempunyai peranan yang sangat penting didalam peningkatan cardiat output dari istirahat sampai kerja maksimum. Peningkatan yang potensial dalam denyut nadi dari istirahat sampai kerja maksimum oleh Rodahl (1989) dalam Tarwaka, dkk, 2004:101 didefinisikan sebagai *Heart Rate Reverse (HR Reverse)* yang diekspresikan dalam presentase yang dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\% \text{ HR Reverse} = \frac{DNK - DNI}{DN_{Max} - DNI} \times 100 \dots\dots\dots (2.3)$$

Denyut Nadi Maksimum (*DNMax*) adalah:

(220 – umur) untuk laki-laki dan (200 – umur) untuk perempuan

lebih lanjut untuk menentukan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum karena beban kardiovaskuler (*cardiovascular load* = % CVL) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$\% \text{ CVL} = \frac{100x(DNK - DNI)}{DN_{Max} - DNI} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dari hasil perhitungan % CVL tersebut kemudian di bandingkan dengan klasifikasi yang telah ditetapkan sebagai berikut:

Tabel 2.6 Klasifikasi Berat Ringan Beban Kerja Berdasar % CVL

% CVL	Klasifikasi % CVL
< 30 %	Tidak terjadi kelelahan
30 % - 60 %	Dipelukan perbaikan
60 % - 80 %	Kerja dalam waktu singkat
80 % - 100 %	Diperlukan tindakan segera
> 100 %	Tidak diperbolehkan beraktivitas

Selain cara tersebut diatas *cardiovascular strain* dapat diestimasi menggunakan denyut nadi pemulihan (*heart rate recovery*) atau dikenal dengan Metode *Brouba*. Keuntungan metode ini adalah sama sekali tidak mengganggu atau menghentikan pekerjaan, karena pengukuran dilakukan setelah subjek berhenti bekerja. Denyut nadi pemulihan (P) dihitung pada akhir 30 detik menit pertama, kedua dan ketiga (P1, P2, P3). Rerata dari ketiga nilai tersebut dihubungkan dengan *total cardiac cost* dengan ketentuan sebagai berikut:

- 1) Jika $P1 - P3 \geq 10$ atau $P1, P2, P3$ seluruhnya < 90 , nadi pemulihan normal
- 2) Jika rerata P1 yang tercatat ≤ 110 , dan $P1 - P3 \geq 10$, maka beban kerja tidak berlebihan (*not excessive*)
- 3) Jika $P1 - P3 < 10$ dan Jika $P3 > 90$, perlu redesaian pekerjaan

Laju pemulihan denyut nadi dipengaruhi oleh nilai absolute denyut nadi pada ketergantungan pekerjaan (*the interruption of work*), tingkat kebugaran

(*individual fitness*) dan pemaparan lingkungan panas. Jika pemulihan nadi tidak segera tercapai maka diperlukan redesign pekerjaan untuk mengurangi tekanan fisik. Redesain tersebut dapat berupa variabel tunggal maupun variabel; keseluruhan dari variabel bebas *task* (tugas), organisasi kerja dan lingkungan kerja yang menyebabkan beban kerja tambahan.

2.7.3 Total Metabolisme (*Total Metabolism*)

Total metabolisme tubuh secara langsung dapat diukur melalui konsumsi oksigen dengan persamaan sebagai berikut: (Stephans Konz, 1996 : 50)

$$Tot\ Met = 60\ Energy \times Ox\ Uptk \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana:

Tot Met = *Total Metabolism* (total metabolisme)

Energy = Konsumsi energi (Kkal/menit)

Ox Uptk = *Oxygen Uptake* (konsumsi oksigen) (Liter/menit)

2.8 Analisis Pekerjaan (*Job Analysis*)

2.8.1 Pengertian Analisis Pekerjaan (*Job Analysis*)

Analisis pekerjaan secara ergonomis (*Ergonomics Job Analysis*) adalah sebuah metode yang digunakan oleh insinyur (*engineers*) dan ahli kesehatan professional untuk menggambarkan aktivitas kerja dengan tujuan membandingkan kemampuan tugas atau pekerjaan terhadap kemampuan yang dimilikinya.

Pada awalnya, analisis pekerjaan pada permulaanya digambarkan sebagai sebuah alat untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Bagaimanapun, dalam kurun waktu terakhir teknik analisis pekerjaan telah ditingkatkan dalam aplikasinya untuk mengidentifikasi kondisi pekerjaan dan tuntutan pekerjaan yang dikaitkan dengan kelelahan (*fatigue*), peregangan otot (*overexertion*), cedera (*injuries*) dan gangguan otot skeletal yang kronis (*chronic musculoskeletal disorder*). Ini

merupakan bukti bahwa teknik analisis pekerjaan telah digunakan untuk mengidentifikasi kondisi tersebut, metode pengendalian yang efektif dapat menghilangkan atau mengurangi resiko kecelakaan oleh pekerja. (Kataryn A. Grant, 1996 : 259)

2.8.2 Latar Belakang dan Pentingnya Untuk Bidang Pekerjaan Yang Ergonomis

Ketertarikan terbaru dalam teknik analisis pekerjaan untuk mengidentifikasi resiko bahaya secara ergonomis berakar dalam beberapa sumber.

- a. Yang pertama, adanya penelitian untuk mengidentifikasi bahwa keuntungan dari desain kerja yang baik dapat meningkatkan efisiensi, keamanan, dan kepuasan dari pekerja.
- b. Yang kedua, ketertarikan yang tinggi dalam ergonomi secara serempak yang meningkatkan pengaruh yang kuat terhadap harapan sosial tentang bidang pekerjaan yang sehat. Sehingga perlunya dibuat suatu standar kerja untuk mengatasi permasalahan dalam tempat kerja untuk melindungi pekerja dari potensi bahaya yang ada.

2.8.3 Elemen Dasar Dalam Analisis Pekerjaan (*fundamentals of job analysis*)

Banyak situasi yang menuntut untuk melakukan pengamatan yang luas dan menyeluruh dari semua pekerjaan dalam sebuah fasilitas ataupun tempat tertentu. Prosedur analisis pekerjaan juga digunakan untuk mengevaluasi keefektifan dari ukuran pengendalian. Secara umum elemen dasar dalam analisis pekerjaan adalah sebagai berikut: (Kataryn A. Grant, 1996 : 259)

- a. Mengidentifikasi resiko penyebab bahaya yang potensial
- b. Menyiapkan untuk studi lapangan
- c. Melakukan studi lapangan
- d. Interpretasi hasil pengamatan

1) Mengidentifikasi resiko penyebab bahaya yang potensial

a) Mengevaluasi data kecelakaan kerja

Data kecelakaan kerja dapat diperoleh dari laporan-laporan kecelakaan kerja yang disusun oleh pihak-pihak yang bersangkutan. Data tersebut kemudian dianalisis untuk mengetahui frekuensi kecelakaan kerja dan jenis kecelakaan yang sering terjadi.

b) Mengevaluasi proses kerja dan aktivitas kerja

Untuk mengevaluasi proses kerja dan aktivitas kerja dalam rangka mengumpulkan data diperlukan sebuah alat yang biasanya berupa *check list* yang digunakan untuk mengidentifikasi faktor resiko bahaya yang potensial ditempat kerja. Pengumpulan informasi dapat dilakukan melalui pertanyaan-pertanyaan yang menyangkut tentang pekerjaan mereka.

2) Menyiapkan untuk studi lapangan

a) Mengumpulkan peralatan yang diperlukan

Adapun peralatan yang diperlukan pada umumnya dalam analisis pekerjaan adalah:

(1) Kamera untuk merekam aktivitas kerja

(2) *Stopwatch* untuk mengukur lamanya aktivitas kerja

(3) Alat ukur lain yang menunjang objek yang diteliti

b) Memikirkan dan menentukan strategi yang akan dilakukan

3) Melakukan studi lapangan

a) Mengamati proses pekerjaan

b) Melakukan wawancara

c) Melakukan pengukuran

4) Interpretasi hasil pengamatan

Menginterpretasikan data yang telah diperoleh dan diolah untuk dianalisis agar dapat ditentukan alur pemecahan terhadap masalah yang dihadapi. Laporan terakhir dari analisis pekerjaan dapat ditunjukkan dalam format berikut:

Tabel 2.7 Job Analysis Report Format

<i>No</i>	<i>Topics</i>	<i>Description</i>
1	Introduction	Purpose of Report
2	Definition of Problem	<ul style="list-style-type: none">▪ Area layout▪ Worker population description▪ Injury statistics▪ Discomfort survey results▪ Interview findings
3	Procedure	<ul style="list-style-type: none">▪ Tools and equipment used▪ Work sampling plan
4	Analysis and Discussions	Problem identified
5	Conclusions	Conclude the result
6	Recommendation	<ul style="list-style-type: none">▪ Recommended solutions to problem identified (prioritized)▪ Associated costs▪ Associated benefits
7	Reference	Theory resource used
8	Appendix	<ul style="list-style-type: none">▪ Example questionair/survey form used▪ Analysis chart▪ Computer output (if used)▪ Other supporting data and analysis

(Sumber : Katharyn A. Grant, National Institute for Occupational Safety and Health)

Dalam melakukan analisis pekerjaan selain dilakukan dengan manual dalam artian menggunakan rumus ataupun ketentuan secara teoritis dapat juga dilakukan dengan menggunakan *software* komputer, adapun *software* yang digunakan dalam melakukan analisis pekerjaan adalah ***Ergomaster 2.5*** dari *Nex Gen Ergonomic Inc.*

Ergomaster2.5 merupakan salah satu *software* yang menarik digunakan untuk melakukan analisis secara ergonomis terhadap suatu aktivitas pekerjaan tertentu. Didalam *ergomaster* terdapat beberapa modul analisis yang berbeda dari setiap aktivitas tertentu diantaranya adalah:

a. *Lift Analyst* (analisis angkat)

Terdiri dari alat untuk evaluasi dan dokumen tentang aktivitas angkat angkut (material handling) dan prediksi secara biomekanik terhadap gangguan atau keluhan. Alat analisa pada modul ini terdiri *Materials Handling Assessment, 2-D Biomechanical Prediction, Revised NIOSH Lifting Equation, dan Discomfort Survey*.

b. *Task Analyst* (analisis kerja)

Terdiri dari bermacam alat untuk evaluasi aktivitas kerja dan jenis analisis kerja yang terdiri dari *Task Assessment, Tool Assessment, RULA, Work/Rest Cycles, dan Discomfort Survey*.

c. *Biomechanic Analyst* (analisis biomekanik)

Memungkinkan untuk analisis biomekanik dengan simulasi 3D ataupun 2D melalui koneksi interaktif dengan University of Michigan's

d. *Posture Analyst* (analisis postur tubuh)

Terdiri dari alat untuk mengevaluasi postur tubuh dalam berbagai gerakan baik secara biomekanik dan antropometri yang terdiri dari *Posture Assessment, RULA, Anthropometric Survey, Dimensional Analysis, dan Discomfort Survey*.

e. *Workstation Analyst* (analisis stasiun kerja)

Terdiri dari peralatan evaluasi untuk lingkungan industri maupun kantor mengenai faktor resiko kerja yang terdiri dari *Workstation Assessment, Video Display Assessment, Anthropometric Survey, Tool/Product Assessment, dan Discomfort Survey*.

f. *Ergo Product Database* (database ergonomi)

Suatu database yang memungkinkan pemakai untuk menginput gambar maupun video yang akan digunakan dalam analisis.

g. *Getting Started* (menu awal)

Terdiri dari menu untuk mengawali proses evaluasi dalam menjalankan analisis dengan *software* ini.

2.9 Penetapan Waktu Baku

Penentuan waktu baku untuk menentukan target produksi ini dilakukan dengan cara pengukuran langsung dengan menggunakan jam henti. Pengukuran dilakukan dikarenakan di dalam melakukan pekerjaan dipengaruhi oleh beberapa faktor yang tidak dapat dihindari baik faktor dari dalam maupun dari luar perusahaan.

Adapun langkah-langkah didalam menentukan waktu baku antara lain :

1. Memilih karyawan secara acak untuk diteliti atau diamati waktu yang digunakannya untuk menyelesaikan proses produksi.
2. Menghitung waktu rata-rata yang diperlukan untuk menyelesaikan satu unit pekerjaan.
3. Menguji keseragaman dan kecukupan data hasil pengukuran.
4. Menghitung waktu normal, yaitu waktu yang digunakan oleh seorang pekerja untuk menyelesaikan satu unit produk.
5. Menghitung waktu cadangan, yaitu waktu yang diperlukan seorang karyawan yang disebabkan berbagai hal seperti : gangguan mesin, kelelahan dan lain-lain.
6. Menghitung waktu baku yang diperhitungkan atas penjumlahan waktu normal dan waktu cadangan.

Penjabaran dari langkah-langkah dalam menentukan waktu baku diantaranya yang disebutkan diatas sebagai berikut :

1. Memilih dan mengambil karyawan secara acak untuk diteliti atau diamati waktu yang dipergunakannya untuk menyelesaikan satu unit pekerjaan, dimana

karyawan yang diambil sebagai sample adalah karyawan yang bekerjanya sesuai dengan waktu rata-rata, tidak terlalu cepat ataupun tidak terlalu lambat dalam menyelesaikan pekerjaannya, baru setelah itu dihitung waktu rata-ratanya. Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung waktu rata-rata adalah sebagai berikut :

$$\bar{X} = \sum \frac{X_i}{N} \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana :

\bar{X} = Waktu rata-rata.

X_i = Data pengukuran

N = Jumlah data pengukuran.

2. Uji Keseragaman Data

Di dalam pengukuran idealnya memperoleh data yang seragam. Uji keseragaman data bertujuan untuk mengetahui apakah data hasil pengamatan tersebut seragam atau tidak seragam. Data dikatakan seragam jika semua data berada diantara dua batas kontrol, yaitu batas kontrol atas dan batas kontrol bawah. Dari data seragam itulah nanti akan dilakukan untuk mencari waktu yang diharapkan.

Adapun perumusan dari batas kontrol atas dan kontrol bawah adalah sebagai berikut (Sतालaksana, 1979 :133) :

$$BKA = \bar{x} + 2 SD \dots\dots\dots (2.7)$$

$$BKB = \bar{x} - 2 SD \dots\dots\dots (2.8)$$

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N - 1}} \dots\dots\dots (2.9)$$

Sebelum melakukan perhitungan waktu baku maka perlu diketahui dulu nilai faktor penyesuaian (*rating performance*) dan waktu kelonggaran (*allowance*).

Dimana : BKA = Batas Kontrol Atas

BKB = Batas Kontrol Bawah

\bar{x} = harga rata-rata data pengamatan

SD = Standar deviasi data pengamatan

3. Kecukupan Data

Dalam penelitian ini yang dicari adalah waktu yang sebenarnya dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Tingkat keyakinan atau ketelitian adalah merupakan pencerminan tingkat kepastian yang diinginkan oleh pengukur setelah memutuskan untuk tidak melakukan jumlah pengukuran yang banyak. Tingkat ketelitian menunjukkan penyimpangan maksimum hasil pengukuran dari waktu penyelesaian sebenarnya.

Sedang tingkat keyakinan menunjukkan besarnya keyakinan pengukur bahwa hasil yang diperoleh telah memenuhi syarat ketelitian. Biasanya dinyatakan dalam persen (%). Jadi dalam penelitian ini tingkat ketelitian 10 % memberikan arti bahwa pengukur membolehkan rata-rata hasil pengukurannya menyimpang sejauh 10%. Sedangkan tingkat keyakinan 90% adalah kemungkinan memperoleh hasil tersebut adalah 90%.

Penetapan jumlah pengamatan yang dibutuhkan dalam aktivitas *stopwatch time study* selama ini dikenal lewat formulasi tertentu dengan pertimbangan tingkat kepercayaan dan derajat ketelitian. Rumus yang digunakan dalam uji kecukupan data adalah (Wignjosoebroto, 1995 : 191):

$$N' = \left[\frac{k}{s} \sqrt{\frac{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}{\sum x_i}} \right]^2 \dots\dots\dots (2.10)$$

- Dimana :
- N' = jumlah data yang dibutuhkan
 - N = jumlah pengamatan yang dilakukan.
 - x_i = data pengukuran
 - i = 1,2,3.....n
 - s = Tingkat ketelitian yang digunakan
 - k = harga indeks

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

- a) Tingkat kepercayaan : 90% maka harga s = 0,10
- b) Tingkat kepercayaan : 95% maka harga s = 0,05
- c) Tingkat kepercayaan : 99% maka harga s = 0,01

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

- a) Tingkat kepercayaan : 90% maka harga k = 1
- b) Tingkat kepercayaan : 95% maka harga k = 2
- c) Tingkat kepercayaan : 99% maka harga k = 3

Dengan tingkat kepercayaan 90% dan derajat ketelitian 10% maka rumusnya menjadi : (Wignjosoebroto, 1995 : 191)

$$N' = \left[\frac{10 \sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2 \dots\dots\dots (2.11)$$

Dari perhitungan nilai N' maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a) Jika N' ≤ N maka data pengukuran dianggap cukup sehingga tidak perlu dilakukan pengambilan data lagi.

- b) Jika $N' \geq N$ maka data pengukuran dianggap tidak cukup sehingga perlu dilakukan pengambilan data lagi.

4. Penentuan Waktu Normal

Waktu normal suatu elemen operasi kerja adalah semata-mata menunjukkan bahwa seorang operator yang berkualifikasi akan bekerja menyelesaikan pekerjaannya pada kecepatan normal. Namun pada prakteknya akan terlihat bahwa tidak bisa diharapkan operator akan mampu bekerja terus tanpa ada interupsi. Hal ini dikarenakan operator tidak bisa lepas dari aktifitas yang berhubungan dengan kebutuhan pribadi, menghilangkan rasa kelelahan dan hambatan-hambatan yang tak terhindarkan.

Didalam pengukuran kerja maka metode penetapan *performance* kerja operator adalah didasarkan pada satu faktor tunggal yaitu *operator speed*. *Rating factor* ini umumnya dinyatakan dalam persen (%) atau angka desimal dimana nilai *performance* kerja normal sama dengan 100 %.

Rating performance pada dasarnya diaplikasikan untuk menormalkan waktu kerja yang diperoleh dari pengukuran kerja akibat kecepatan berubah-ubah. Dalam penelitian ini digunakan metode *westing house* untuk menentukan faktor penyesuaian. *Westing House* mengarahkan penilaian pada 4 faktor yang dianggap menentukan kewajaran dalam bekerja. Setiap faktor dibagi dalam kelas yang nilainya berbeda.

- a. Untuk keperluan penyesuaian ketrampilan dibagi menjadi 4 kelas dengan ciri-ciri dari setiap kelas seperti yang dikemukakan dibawah ini (Sतालaksana, 1979: 141) :

SUPER SKILL : 1. Secara bawaan cocok sekali dengan pekerjaannya

2. Bekerja dengan sempurna.

3. Tampak seperti telah terlatih dengan sangat baik.
4. Gerakan-gerakan halus tetapi sangat cepat sehingga sulit untuk diikuti.
5. Kadang-kadang terkesan tidak berbeda dengan gerakan-gerakan mesin.
6. Perpindahan dari satu elemen ke elemen yang lainnya tidak terlampau terlihat karena lancarnya.
7. Tidak terkesan adanya gerakan-gerakan berfikir dan merencana tentang apa yang dikerjakan.
8. Secara umum dapat dikatakan bahwa pekerja yang bersangkutan adalah pekerja yang baik.

EXCELLENT : 1. Percaya pada diri sendiri.

SKILL

2. Tampak cocok dengan pekerjaannya.
3. Terlihat telah terlatih baik.
4. Bekerjanya teliti dengan tidak banyak melakukan pengukuran-pengukuran atau pemeriksaan-pemeriksaan.
5. Gerakan-gerakan kerjanya beserta urutan-urutannya dijalankan tanpa kesalahan.
6. Menggunakan peralatan dengan baik.
7. Bekerjanya cepat tanpa mengorbankan mutu.
8. Bekerjanya cepat tapi halus
9. Bekerjanya berirama dan terkoordinasi

GOOD SKILL : 1. Kualitas hasil baik

2. Bekerjanya tampak lebih baik daripada kebanyakan pekerja pada umumnya.

3. Dapat memberi petunjuk-petunjuk pada pekerja lain yang ketrampilannya lebih rendah.
4. Tampak jelas sebagai pekerja yang cakap.
5. Tidak memerlukan banyak pengawas
6. Tidak keragu-raguan
7. Bekerjanya stabil.
8. Gerakannya terkoordinasi dengan baik.
9. Gerakan-gerakannya cepat.

AVERAGE : 1. Tampak adanya kepercayaan pada diri sendiri

- SKILL*
2. Gerakannya cepat tetapi tidak lambat.
 3. Terlihat adanya pekerjaan-pekerjaan yang terencana.
 4. Tampak sebagai pekerja yang cakap.
 5. Gerakan-gerakannya cukup menunjukkan tidak adanya keragu-raguan.
 6. Mengkoordinasi tangan dan pikiran dengan cukup baik.
 7. Tampak cukup terlatih dan karenanya mengetahui seluk-beluk pekerjaannya.
 8. Bekerjanya cukup teliti
 9. Secara keseluruhan cukup memuaskan.

FAIR SKILL : 1. Tampak terlatih tetapi belum cukup baik.

2. Mengenal peralatan dan lingkungan cukup baik.
3. Terlihat adanya perencanaan-perencanaan sebelum melakukan gerakan.
4. Tidak mempunyai kepercayaan diri yang cukup.

5. Tampaknya seperti tidak cocok dengan pekerjaannya tetapi telah ditempatkan di pekerjaan itu sejak lama.
6. Mengetahui apa yang dilakukan dan harus dilakukan tetapi banyak tidak terlalu yakin.
7. Sebagian waktu terbuang karena kesalahan-kesalahan sendiri.
8. Jika tidak bekerja sungguh-sungguh outputnya akan sangat rendah.
9. Biasanya tidak ragu-ragu dalam menjalankan gerakan-gerakannya.

POOR SKILL : 1. Tidak bisa mengkoordinasikan tenaga dan pikiran.

2. Gerakan-gerakannya kaku.

3. Kelihatan ketidakyakinannya pada urutan gerakan.

4. Seperti tidak terlatih untuk pekerjaan yang bersangkutan.

5. Tidak terlihat adanya kecocokan dengan pekerjaannya

6. Ragu-ragu dalam menjalankan gerakan kerja.

7. Sering melakukan kesalahan-kesalahan.

8. Tidak adanya kepercayaan pada diri sendiri.

9. Tidak bisa mengambil inisiatif pada diri sendiri.

- b. Untuk usaha atau *effort westing house* membagi juga atas kelas dengan ciri masing-masing. Yang dimaksud usaha ini adalah kesungguhan yang ditunjukkan atau diberikan operator ketika melakukan pekerjaan.

EXCESSIVE : 1. Kecepatan sangat berlebihan

EFFORT 2. Usahnya sangat bersungguh-sungguh.

3. Kecepatan yang ditimbulkan tidak dapat dipertahankan sepanjang hari kerja.

EXCELENT : 1. Jelas terlihat kecepatan kerjanya sangat tinggi

EFFORT 2. Gerakan-gerakn lebih ekonomis dari pada operator-operator biasa.

3. Penuh perhatian pada pekerjaannya.

4. Banyak memberi saran-saran

5. Menerima saran dan petunjuk dengan senang.

6. Percaya kepada kebaikan maksud pengukuran waktu

7. Tidak dapat bertahan lebih dari beberapa hari.

8. Bangga atas kelebihannya.

9. Gerakan-gerakan yang salah terjadi sangat jarang sekali

10. Bekerjanya sistematis

11. Karena lancarnya perpindahan dari suatu elemen ke elemen lain tidak terlihat.

GOOD : 1. Bekerjanya berirama

EFFORT 2. Saat-saat menganggur sangat sedikit, bahkan kadang-kadang tidak ada.

3. Penuh perhatian pada pekerjaannya

4. Senang pada pekerjaannya.

5. Kecepatannya baik dan dapat dipertahankan sepanjang hari.

6. Percaya pada kebaikan maksud pengukuran waktu.

7. Menerima saran-saran dan petunjuk dengan senang.

8. Dapat memberi saran untuk perbaikan kerja.

9. Tempat kerjanya diatur dengan baik dan rapi.

10. Menggunakan alat-alat yang tepat dan baik.

11. Memelihara dengan baik kondisi peralatan.

AVERAGE : 1. Tidak sebaik good tapi lebih baik dari poor.

EFFORT 2. Bekerja dengan stabil.

3. Menerima saran-saran tetapi tidak dilaksanakan.

4. Set up dilaksanakan dengan baik.

5. Melakukan kegiatan-kegiatan perencanaan.

FAIR : 1. Saran-saran perbaikan diterima dengan kesal.

EFFORT 2. Kadang-kadang perhatian tidak ditujukan pada pekerjaannya

3. Kurang sungguh-sungguh

4. Tidak mengeluarkan tenaga dengan secukupnya.

5. Tidak sedikit penyimpangan dari cara kerja baku.

6. Alat-alat yang dipakainya tidak selalu yang terbaik.

7. Terlihat adanya kecenderungan kurangnya perhatian pada pekerjaannya.

8. Terlampau hati-hati.

9. Sistematis kerjanya biasa-biasa saja.

10. Gerakan-gerakannya tidak terencana

POOR : 1. Banyak membuang-buang waktu.

EFFORT 2. Tidak memperhatikan adanya minat pekerja.

3. Tidak mau menerima saran-saran.

4. Tampak malas dan lambat bekerja.

5. Melakukan gerakan-gerakan yang tidak perlu untuk mengambil alat-alat dan bahan.

6. Tempat kerjanya tidak diatur rapi.
7. Tidak peduli pada cocok/baik tidaknya peralatan yang dipakai.
8. Mengubah-ubah tata letak tempat kerja yang telah diatur.
9. Set up kerjanya terlihat tidak baik.
10. Menggunakan alat-alat yang tepat dan baik.

Dalam penentuan waktu normal, perlu diperhatikan faktor mempengaruhi *performance* dari pekerjaan agar diperoleh waktu normal dalam menyelesaikan suatu pekerjaan. *Rating performance* (RF) diaplikasikan untuk menormalkan waktu kerja yang diperoleh di pengukuran waktu kerja akibat kecepatan yang berubah-ubah. Lihat tabel 2.13 berikut ini (Sutalaksana 1979 :145)

Tabel 2.8 Rating Performance

Faktor	Kelas	Lambang	Penyesuaian
Ketrampilan	<i>Super skill</i>	A1	+ 0, 15
		A2	+ 0, 13
	<i>Excelent</i>	B1	+ 0, 11
		B2	+ 0, 08
	<i>Good</i>	C1	+ 0, 06
		C2	+ 0, 03
	<i>Average</i>	D	0,00
	<i>Fair</i>	E1	- 0, 05
		E2	- 0, 10
	<i>Poor</i>	F1	- 0, 16
F2		- 0, 22	
Usaha	<i>Excessive</i>	A1	+ 0, 13
		A2	+ 0, 12
	<i>Excellent</i>	B1	+ 0, 10
		B2	+ 0, 08
	<i>Good</i>	C1	+ 0, 05
		C2	+ 0, 02
	<i>Average</i>	D	0,00
	<i>Fair</i>	E1	- 0, 04
		E2	- 0, 08
	<i>Poor</i>	F1	- 0, 12
F2		- 0, 17	
Kondisi kerja	<i>Ideal</i>	A	+ 0, 06
	<i>Excellenty</i>	B	+ 0, 04
	<i>Good</i>	C	+ 0, 02
	<i>Average</i>	D	0,00
	<i>Fair</i>	E	- 0, 03
	<i>Poor</i>	F	- 0, 07
Konsistensi	<i>Perfect</i>	A	+ 0, 04
	<i>Excellent</i>	B	+ 0, 03
	<i>Good</i>	C	+ 0, 01
	<i>Average</i>	D	0,00
	<i>Fair</i>	E	- 0, 02
	<i>Poor</i>	F	- 0, 04

Dari tabel 2.8 di atas maka dapat ditentukan faktor penyesuaian terhadap masing-masing pekerjaan. Adapun perumusan dalam menentukan waktu normal adalah sebagai berikut: (Wignjosoebroto: 1995: 210)

$$\text{Waktu normal} = \text{Waktu siklus rata-rata} \times \text{penyesuaian} \dots\dots\dots (2.12)$$

$$W_n = \overline{X_s} \times (p) \dots\dots\dots (2.13)$$

5. Penentuan Waktu Baku

Langkah-langkah dalam melaksanakan analisa studi waktu adalah sebagai berikut:

- a. Melakukan perhitungan uji keseragaman dan kecukupan data terhadap data diperoleh dalam sumber data.
- b. Menghitung rata-rata waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu unit produk.
- c. Menghitung waktu normal, yaitu waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu unit produk.
- d. Menghitung waktu cadangan, yaitu yang dipergunakan seorang karyawan yang disebabkan oleh berbagai hal, misalnya gangguan terhadap mesin, kelelahan, gangguan proses produksi dan lain-lain.

Menghitung waktu baku yang diperhitungkan berdasarkan penjumlahan waktu normal dan waktu cadangan

Waktu baku suatu operasi kerja merupakan waktu yang dibutuhkan secara wajar oleh seorang pekerja normal untuk menyelesaikan suatu pekerjaan yang dijalankan dalam sistem kerja terbaik. Hal ini dimaksudkan untuk menunjukkan bahwa waktu baku yang dicari bukanlah waktu penyelesaian yang diselesaikan secara tidak wajar seperti terlampau cepat atau terlampau lambat. Hal ini dikarenakan operator tidak dapat-lepas dengan aktivitas yang berhubungan

dengan *personal needs*, istirahat dan alasan lain diluar kontrolnya. Waktu longgar dicari dengan mengalikan persentase kelonggaran (*allowance*) dengan waktu normal, sehingga akan didapatkan waktu cadangan. Sebagai langkah selanjutnya adalah menghitung waktu baku dengan rumus sebagai berikut (Wignjosoebroto: 1995 : 210)

$$W_B = W_n \times \frac{100\%}{100\% - allowance} \dots\dots\dots (2.14)$$

6. Perhitungan *Output* Standar

Langkah selanjutnya setelah penentuan waktu standar adalah penentuan output standar dan menggunakan rumus :

$$\text{Output standar (OS)} = \frac{1}{\text{waktu standar}} \dots\dots\dots (2.15)$$

2.10 Sistem Produksi *Just-In-Time* (JIT).

Tidak ada satu organisasipun di dunia ini yang menyukai pemborosan. Semangat untuk terus memperbaiki organisasi dan menghilangkan pemborosan inilah yang kemudian dikenal dengan konsep *JUST IN TIME* (JIT). Prinsip JIT adalah menghilangkan pemborosan (*eliminating waste*) dan meningkatkan nilai tambah, yang akhirnya meningkatkan laba dan memperbaiki ROI (*return on invertment*). ROI adalah laba dibagi dengan total asset. Sementara itu laba adalah pendapatan dikurangi biaya. Jika biaya turun, maka laba naik dan akibatnya ROI naik (Mohamad Syamsul.M dan Hendri.T, 2003 : 301).

Sistem JIT dikemukakan pertama kali oleh Mr. Taiichi Ohno dari Toyota. Ide dasarnya berawal dari kegiatan pengisian kembali rak barang yang kosong di supermarket atau pada batas tertentu memberikan ide baru pada aktivitas pemanufakturan yang sebelumnya, sistem manufaktur tradisional yang mengatur

jadwal produksi yang berdasarkan pada prediksi terhadap masa yang akan datang. Produksi tersebut memiliki resiko kerugian yang lebih besar karena over produksi dari pada produksi berdasarkan permintaan yang sesungguhnya. Untuk mengatasi hal tersebut, maka muncul sistem JIT yang akan memproduksi jika ada permintaan (Masaaki Imai, 1998 : 46).

Tujuan utama dari sistem produksi tepat waktu ini adalah mengurangi ongkos produksi dan meningkatkan produktivitas industri secara keseluruhan dengan cara menghilangkan pemborosan (*waste*) secara terus menerus (Yosuhiko Monden, 1995:1).

Strategi produksi *just-in-time* (JIT) diterapkan pada seluruh sistem industri modern sejak proses rekayasa (*engineering*), pemesanan material dari pemasok (*supplier*) manajemen material dalam industri, proses fabrikasi industri, sampai distribusi produk industri kepada pelanggan. Tampak bahwa sistem industri modern berorientasi kepada kepuasan pelanggan dengan jalan mengintegrasikan ketiga komponen utama, yaitu pemasok material (*input*), proses fabrikasi (*factory process*) dan pelanggan (*customer*) sebagai satu sistem yang utuh.

Pendekatan JIT pada pengendalian kualitas terpadu (*total quality control / TQC*) bertujuan untuk membangun suatu sikap yang berdasarkan pada tiga prinsip utama, yaitu :

1. Prinsip pertama : output yang bebas cacat adalah lebih penting dari pada output itu sendiri.
2. Prinsip kedua : cacat, kesalahan-kesalahan, kerusakan-kerusakan, dan lain-lain secepatnya dapat dicegah.
3. Prinsip ketiga : tindakan pencegahan adalah lebih murah dari pada pekerjaan ulang (*rework*).

Dalam sistem JIT yang dimaksud dengan pelanggan ada 2 macam, yaitu pelanggan eksternal dan pelanggan internal. Pelanggan eksternal adalah pelanggan yang menikmati produk akhir, sedangkan pelanggan internal adalah pelanggan yang menggunakan hasil dari proses sesudahnya dari lini produksi yang masih dalam ruang lingkup perusahaan.

Proses produksi tidak akan berjalan bila tidak ada permintaan dari pelanggan. Untuk menghasilkan produk yang sesuai dengan permintaan pelanggan perusahaan perlu menggunakan sistem produksi tarik (*pull system*) yang dibantu dengan menggunakan kartu kanban.

Memproduksi dalam jumlah kecil dan hanya sesuai dengan permintaan pelanggan akan menghemat biaya serta sumber daya.

Pertimbangan utama bagi sistem produksi tepat waktu adalah pengurangan biaya dengan sama sekali menghapuskan pemborosan. Dari sekian macam pemborosan ada empat jenis pemborosan dalam operasi pembuatan, yaitu :

- a. Sumber daya produksi terlalu banyak.
- b. Produksi berlebihan.
- c. Sediaan terlalu banyak.
- d. Investasi modal yang tak perlu.

Empat sumber pemborosan diatas akan menaikkan biaya administrasi, biaya bahan langsung, biaya tenaga kerja langsung maupun tidak langsung dan biaya umum lainnya, misalnya penyusutan. Untuk dapat menghilangkan pemborosan ini dapat digunakan berbagai cara seperti dengan menggunakan kartu kanban yang mendukung sistem produksi tarik (*pull system*) dimana sistem ini perusahaan hanya memproduksi produk yang diinginkan konsumen. Pada saat terjadi transaksi ini maka pada lini produksi juga akan segera memproduksi produk yang telah diambil konsumen tersebut.

2.11 Menentukan Penyelesaian Per Unit

Waktu penyelesaian per unit keluaran harus ditentukan pada tiap proses dan untuk tiap suku cadang. Unit waktu ini selalu ditulis pada lembar kapasitas produksi suku cadang yang diisi untuk tiap suku cadang.

Waktu operasi manual dan waktu pengolahan mesin otomatis keduanya diukur dengan *stopwatch*. Waktu operasi manual tidak boleh mencakup waktu untuk berjalan pada proses itu. Kecepatan dan tingkat keterampilan yang dibutuhkan untuk tiap operasi manual ditentukan oleh mandor.

Waktu penyelesaian per unit dalam kolom waktu dasar adalah waktu yang dibutuhkan oleh setiap unit untuk diproses. Kalau dua unit diolah secara serempak, atau satu unit dalam setiap beberapa unit diperiksa untuk pengendalian mutu, waktu penyelesaian per unit akan ditulis dalam kolom acuan.

Dalam kolom pertukaran perkakas, unit pertukaran menetapkan jumlah unit yang diproduksi sebelum mengubah perkakas. Waktu pertukaran mengacu pada waktu penyiapan.

Kapasitas produksi di kolom sebelah kanan dihitung dengan rumus berikut ini :

$$N = \frac{T}{C + m} \text{ atau } \frac{T - mN}{C} \dots\dots\dots(2.16)$$

Dimana mN = jumlah waktu penyiapan keseluruhan

Keterangan Rumus :

- N = Kapasitas produksi dari segi unit keluaran
- C = Waktu penyelesaian per unit
- m = Waktu penyiapan per unit
- T = Waktu operasi keseluruhan

2.12 Pendekatan Ergonomi Sistem Manusia-Mesin.

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).

Agar suatu rancangan sistem manusia mesin dapat sesuai dengan ukuran tubuh manusia yang mengoperasikannya, maka prinsip-prinsip apa yang harus diambil dalam aplikasi data anthropometri tersebut diterapkan terlebih dahulu seperti diuraikan berikut ini :

1. 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 :

a. 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 bisa menggunakan peralatan tersebut.

b. 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 :

- 1) Sesuai untuk ukuran tubuh manusia yang mengikuti klasifikasi ekstrim dalam arti terlalu besar atau terlalu kecil bila dibandingkan dengan rata-ratanya.
- 2) 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 :

- a) 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.
- b) 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.

2. 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.

3. 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 :

- a. Pertama kali terlebih dahulu harus ditetapkan anggota tubuh yang mana nantinya akan difungsikan untuk mengoperasikan rancangan tersebut.
- b. 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*.

- c. 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.
- d. Tetapkan prinsip ukuran yang harus diikuti semisal apakah rancangan tersebut untuk ukuran individual yang ekstrim, rentang ukuran yang fleksibel ataukah rata-rata
- e. Pilih prosentase populasi yang harus diikuti : 90, 95, 99, atau nilai persentil lain yang dikehendaki.

Untuk setiap dimensi tubuh yang telah di identifikasikan, selanjutnya pilih atau tetapkan nilai ukuranya dari tabel data antropometri yang sesuai. Aplikasikan data tersebut dan tambahkan faktor kelonggaran (*allowance*) bila diperlukan seperti halnya tambahan ukuran akibat faktor tebal pakaian yang dikenakan oleh operator, pemakai sarung tangan, dan lain-lain.

2.13 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 melembek 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, 2000 dalam Tarwaka, dkk, 2004, 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:

- a. Untuk pekerjaan memerlukan ketelitian, ketinggian landasan kerja adalah 5-10 cm diatas tinggi siku.
 - b. Untuk pekerjaan memerlukan ruangan untuk peralatan maksimal dengan berbagai jenis, ketinggian landasan kerja adalah 10-15 cm dibawah tinggi siku berdiri.
 - c. 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 (*awkward posture*). 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 tulang belakang (Grandjean, 1993 dalam Tarwaka, dkk, 2004).

2.14 Anthropometri

Anthropometri adalah suatu kumpulan data numerik yang berhubungan dengan karakteristik fisik manusia, ukuran, bentuk dan kekuatan serta penerapan dari data tersebut untuk penanganan masalah desain (Wignjosoebroto, 1995).

Data antropometri yang telah diperoleh dapat diaplikasikan sebagai perancangan, antara lain :

- a. Perancangan area kerja (*work station*, interior mobil, dan lain-lain).
- b. Perancangan peralatan kerja (mesin, perkakas, perlengkapan dan sebagainya).
- c. Perancangan produk-produk konsumtif seperti pakaian, kursi dan meja dan sejenisnya.
- d. Perancangan lingkungan fisik.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa data antropometri akan menemukan bentuk, ukuran dan dimensi yang tepat yang berkaitan dengan produk yang dirancang dan manusia yang akan mengoperasikan produk tersebut.

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)

1. Umur.

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

2. Jenis kelamin.

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

3. Suku bangsa (*ethnic*).

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

4. 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) :

a. 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.

b. 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 :

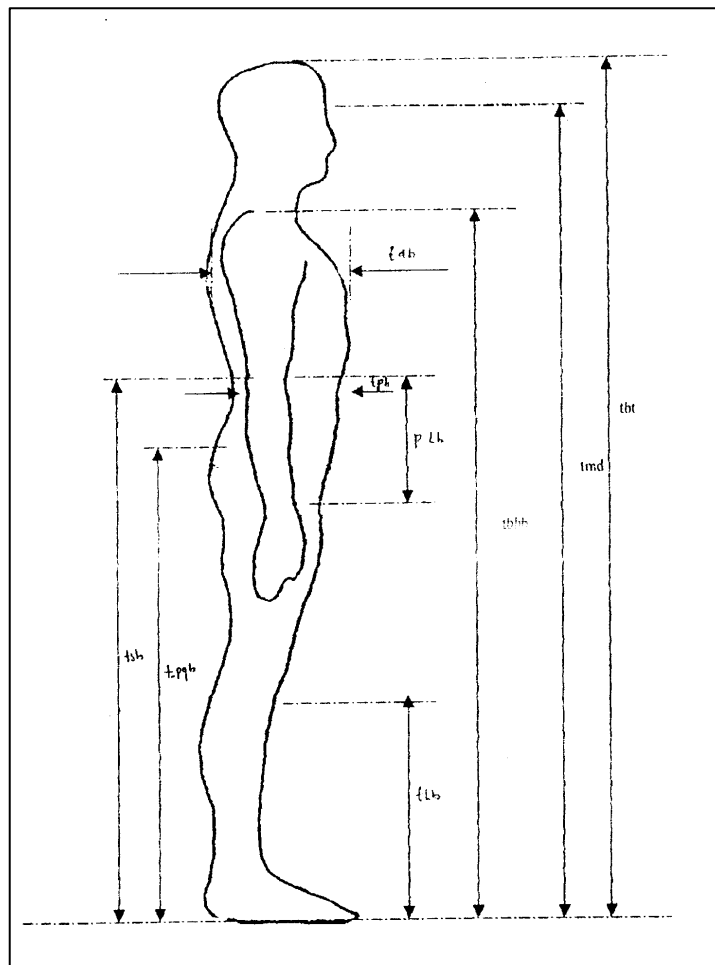
- a. Untuk suatu dimensi minimum yang harus ditetapkan dari suatu produk umumnya didasarkan pada nilai *percentile* yang terbesar seperti 90, 95 atau 99.
- b. Untuk dimensi maksimum yang harus ditetapkan diambil berdasarkan nilai *percentile* yang paling rendah yaitu 1, 5 atau 10 dari distribusi data 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 :

- b. Cacat tubuh, dimana perancangan ini digunakan untuk orang-orang cacat (kursi roda, kaki/ tangan palsu, dll).
- c. 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.
- d. Kehamilan (*pregnancy*), dimana kondisi semacam ini jelas akan mempengaruhi bentuk dan ukuran tubuh (untuk wanita)

2.15 Cara Pengukuran Dimensi Tubuh

a. Posisi Berdiri



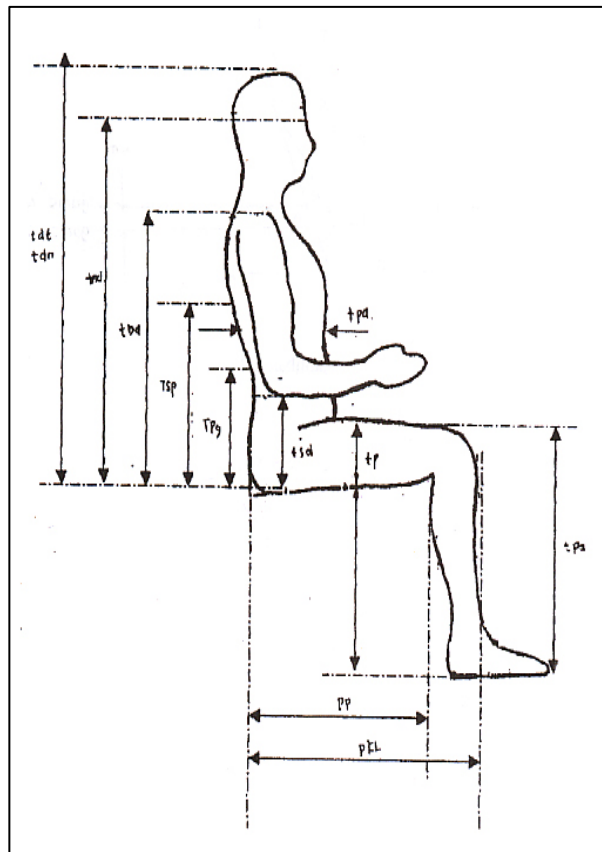
Gambar 2.3 Pengukuran Antropometri Dalam Posisi Berdiri

Tabel 2.9 Cara Pengukuran Antropometri Dalam Posisi Berdiri

No	Dimensi Tubuh	Cara Pengukuran
1	Tinggi Badan Tegak	Ukur jarak vertikal telapak kaki sampai ujung kepala yang paling atas dengan keadaan subjek berdiri tegak dengan mata memandang lurus kedepan.
2	Tinggi Mata Berdiri	Ukur jarak vertikal dari lantai sampai ujung bagian dalam mata (dekat pangkal hidung). Subjek berdiri tegak dengan mata memandang ke depan.
3	Tinggi Bahu Berdiri	Ukur jarak vertikal dari lantai sampai bahu yang paling menonjol pada saat subjek berdiri tegak.

4	Tinggi Siku Berdiri	Ukur jarak vertikal dari lantai ketitik pertemuan antara lengan atas dan lengan bawah. Subjek berdiri dengan kedua tangan tergantung wajar.
5	Tinggi Pinggang Berdiri	Ukur jarak vertikal dari lantai sampai pinggang pada saat subjek berdiri tegak.
6	Jangkauan Tangan Atas	Tangan menjangkau ke atas setinggi-tingginya. Ukur jarak vertikal dari lantai sampai ujung tengah pada saat subjek berdiri tegak.
7	Panjang Lengan Bawah	Subjek berdiri tegak tangan disamping. Ukur jarak dari siku sampai pergelangan tangan.
8	Tinggi Lutut Berdiri	Ukur jarak vertikal lantai sampai lutut pada saat subjek berdiri tegak.
9	Tebal Dada	Subjek berdiri tegak. Ukur jarak dari dada (bagian ulu hati) sampai punggung secara horisontal.
10	Tebal Perut	Subjek berdiri tegak. Ukur menyamping jarak dari perut ke depan sampai perut belakang secara horisontal.
11	Berat Badan	Menimbang pada posisi normal diatas timbangan berat badan. Biasanya berat dikurangi beban yang dipakai seperti sepatu ataupun pakaian yang dipakai.

b. Posisi Duduk

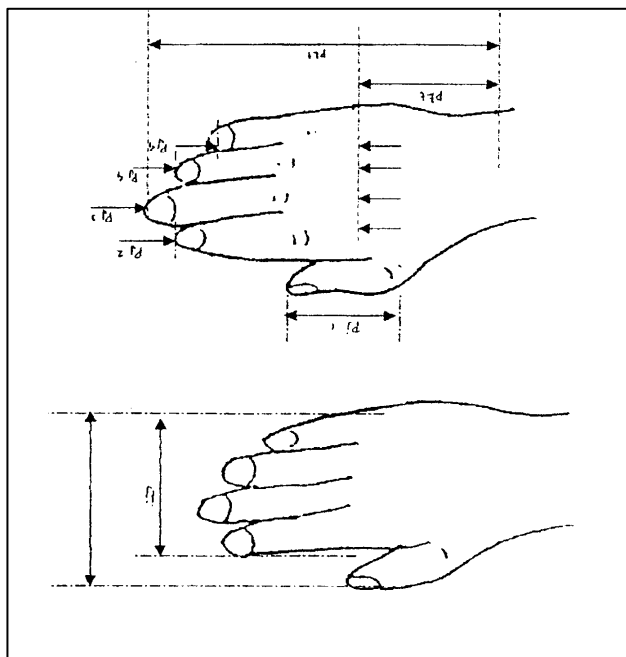


Gambar 2.4 Pengukuran Antropometri Dalam Posisi Duduk
Tabel 2.10 Cara Pengukuran Antropometri Dalam Posisi Duduk

No	Dimensi Tubuh	Cara Pengukuran
1	Tinggi Duduk Tegak	Ukur jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai ujung atas kepala. Subjek duduk tegak dengan memandang lurus kedepan dan lutut membentuk sudut siku-siku.
2	Tinggi Duduk Normal	Ukur jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai ujung atas alas kepala. Subjek duduk normal dan memandang lurus kedepan.
3	Tinggi Mata Duduk	Ukur jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai ujung mata bagian dalam. Subjek duduk tegak dan memandang lurus kedepan.
4	Tinggi Bahu Duduk	Ukur jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai ujung tulang bahu yang menonjol.

5	Tinggi Siku Duduk	Ukur jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai ujung bawah siku kanan. Subjek duduk tegak dengan lengan atas vertikal di sisi badan dan lengan bawah membentuk sudut siku-siku dengan lengan bawah.
6	Tinggi Sandaran Duduk	Ukur jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai pucuk belikat bawah. Subjek duduk tegak .
7	Tinggi Pinggang	Subjek duduk tegak, hitung jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai pinggang (diatas tulang pinggul).
8	Tebal Perut	Subjek duduk tegak, ukur jarak samping dari belakang perut sampai depan perut.
9	Tebal Paha	Subjek duduk tegak, ukur jarak dari permukaan alas duduk sampai ke permukaan alas pangkal paha.
10	Tinggi Popliteal	Ukur jarak vertikal dari alas kaki sampai bawah paha.
11	Pantat Popliteal	Subjek duduk tegak. Ukur jarak horisontal dari bagian terluar pantat sampai lekukan lutut sebelah dalam (popliteal). Paha dan kaki bagian bawah membentuk sudut siku-siku.
12	Pantat ke Lutut	Subjek duduk tegak ukur jarak horisontaldari bagian terluar pantat sampai ke lutut. Paha dan kaki bagian bawah membentuk sudut siku-siku.

c. Pengukuran Jari Tangan



Gambar 2.5 Pengukuran Antropometri Jari Tangan

Tabel 2.11 Cara Pengukuran Antropometri Jari Tangan

No	Dimensi Tubuh	Cara Pengukuran
1	Panjang jari 1,2,3,4,5	Diukur dari masing-masing pangkal ruas jari sampai ujung jari. Jari-jari subjek merentang lurus dan sejajar.
2	Pangkal ke tangan	Diukur dari pangkal pergelangan tangan sampai pangkal ruas jari. Lengan bawah sampai telapak tangan subjek lurus.
3	Lebar Tangan	Diukur dari sisi luar ibu jari sampai sisi luar jari kelingking
4	Panjang Telapak Tangan	Diukur dari ujung tengah sampai pangkal pergelangan tangan.

2.16 Perhitungan Keceragaman 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 :133)

- 1) Menghitung harga rata-rata dari data yang ada

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N} \dots\dots\dots (2.17)$$

- 2) Hitung standar deviasi

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N - 1}} \dots\dots\dots (2.18)$$

- 3) Standar deviasi dari distribusi rata-rata

$$\delta_{\bar{x}} = \frac{\delta}{\sqrt{N}} \dots\dots\dots (2.19)$$

Keterangan :

\bar{X} = ukuran anthropometri rata-rata

X_i = ukuran anthropometri

N = jumlah data pengamatan

σ = standar deviasi

$\delta_{\bar{x}}$ = standar deviasi rata-rata

- 4) Membuat batas kontrol Atas dan bawah

$$BKA = \bar{X} + 2 \delta \dots\dots\dots (2.20)$$

$$BKB = \bar{X} - 2 \delta \dots\dots\dots (2.21)$$

2.17 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 (Wignjosoebroto, 1995 : 1991):

$$N' = \left[\frac{k/s \sqrt{N \sum (X_i^2) - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right]^2 \dots \dots \dots (2.22)$$

Dimana : N' = jumlah data yang dibutuhkan

N = jumlah data pengukuran

X_i = data pengukuran

i = 1, 2, 3 N

s = tingkat ketelitian yang digunakan

k = harga indeks

Tingkat 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 $s = 3$

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 $N' \geq N$ maka data pengukuran dianggap tidak cukup sehingga perlu dilakukan pengambilan data lagi.

2.18 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 : 51).

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 = $X - 1,64 \sigma_x$
 - b) Persentil 10 = $X - 1,28 \sigma_x$
 - c) Persentil 50 = X
 - d) Persentil 90 = $X + 1,28 \sigma_x$
 - e) Persentil 95 = $X + 1.64 \sigma_x$

BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

Adapun tujuan dan manfaat yang ingin diperoleh dengan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.1 Tujuan Penelitian

- a. Menganalisis metode kerja (sikap kerja) dan peralatan kerja yang digunakan ditinjau dari aspek ergonomi dan biomekanika.
- b. Menilai beban kerja dan faktor-faktor yang mempengaruhi beban kerja.
- c. Mengidentifikasi metode kerja (sikap kerja) yang tidak sesuai dengan kondisi pekerja (*work capacity*) dan keluhan yang dirasakan oleh pekerja.
- d. Mengidentifikasi peralatan kerja yang tidak sesuai dengan anthropometri pekerja dan keluhan yang dirasakan oleh pekerja.
- e. Mengetahui waktu standar dan output standar dalam menyelesaikan suatu produk tertentu
- f. Memberikan suatu rekomendasi perbaikan untuk pengembangan metode kerja dan peralatan kerja yang sesuai dengan aspek ergonomi.

3.2 Manfaat Penelitian

- a. Bagi Perusahaan
 - 1) Sebagai masukan kepada perusahaan dalam menentukan langkah perbaikan dan penanggulangan yang efektif dalam mengatasi masalah yang dihadapi
 - 2) Membantu pihak perusahaan dalam menyusun organisasi kerja (waktu kerja, shift kerja, sistem kerja dan sarana kerja) yang sesuai dengan kapasitas kerja dan tuntutan tugas dari pekerja.

b. Bagi Ilmu Pengetahuan

- 1) Sebagai acuan untuk dijadikan sebagai referensi bagi peneliti yang mengambil studi kasus yang sama.
- 2) Menambah pengetahuan mengenai ilmu ergonomi dan biomekanika serta penerapannya untuk perbaikan dan pengembangan metode kerja dan peralatan kerja.

BAB IV. METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Objek Penelitian

Penelitian dilakukan di industry Tahu dengan bahan dasar biji kacang kedelai dengan objek penelitian adalah “*Perancangan Peralatan dan Pengembangan Metode Kerja Pada Industri Tahu Ditinjau dari Aspek Ergonomi Untuk Meningkatkan Kapasitas Produksi*”.

4.2 Instrumen Pengumpul Data

a. *Video Tape* (Kamera Video) dan Foto Digital

Digunakan untuk mengambil dokumentasi visual dari objek yang diteliti baik berupa gerakan maupun gambar-gambar.

b. *Questionair* (Kuisisioner)

1) Kuisisioner *Nordic Body Map*

Kuisisioner yang digunakan untuk mengidentifikasi keluhan ataupun reaksi tubuh terhadap segala aktivitas pekerjaan yang dilakukan.

2) Kuisisioner Evaluasi Peralatan Kerja

Kuisisioner yang digunakan untuk mengevaluasi suatu peralatan kerja sesuai dengan kondisi peralatan kerja yang ada.

3) Kuisisioner Respon Kondisi Lingkungan Kerja

Kuisisioner yang digunakan untuk mengetahui respon pekerja terhadap kondisi lingkungan kerja fisik yang dirasakan.

4) Kuisisioner Gangguan Kesehatan Kerja

Kuisisioner yang digunakan untuk mengetahui gangguan kesehatan yang dirasakan akibat paparan kondisi lingkungan kerja yang diterima oleh pekerja.

c. Meteran tubuh dan Kursi Anthopometri

Digunakan untuk mengukur anthropometri tubuh pekerja baik dalam posisi duduk maupun berdiri.

d. *Stopwatch*

Digunakan untuk mencatat satuan waktu dari sebuah studi waktu terhadap suatu aktivitas tertentu.

e. *Pulsemeter*

Suatu alat yang digunakan untuk mengukur denyut nadi dalam aktivitas tertentu.

f. *Questtemp Heat Stress Monitor*

Alat yang digunakan untuk mengukur ISBB adalah *Questtemp Heat Stress Monitor* (Gambar 4.1). Dimana alat tersebut dioperasikan secara digital yang meliputi parameter suhu basah, suhu kering, suhu radiasi dan ISBB yang hasilnya tinggal membaca pada alat dengan menekan tombol operasional dalam satuan °C atau °F. Pada waktu pengukuran alat ditempatkan disekitar sumber panas di mana pekerja melakukan pekerjaannya.



Gambar 4.1 *Questtemp Heat Stress Monitor*

4.3 Metode Pengolahan dan Analisa Data

4.3.1 Perhitungan Anthropometri

a. Uji Kecukupan Data

Digunakan untuk mengetahui apakah data yang digunakan sebagai dasar analisis sudah mewakili dari populasi, sehingga hasilnya dapat dipercaya atau valid (Wignjosoebroto, 1995 : 1991).

$$N' = \left[\frac{k/s \sqrt{N \sum (X_i^2) - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right]^2 \dots\dots\dots (4.1)$$

b. Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data digunakan untuk mengetahui apakah data hasil pengamatan tersebut seragam atau tidak seragam. (Sutalaksana, 1979 :133).

c. Menghitung harga rata-rata dari data yang ada

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N} \dots\dots\dots (4.2)$$

d. Hitung standar deviasi

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N - 1}} \dots\dots\dots (4.3)$$

e. Membuat batas kontrol Atas dan bawah

$$BKA = \bar{X} + 2 \delta \dots\dots\dots (4.4)$$

$$BKB = \bar{X} - 2 \delta \dots\dots\dots (4.5)$$

f. 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).

Perhitungan persentil

- f) Persentil 5 = $X - 1,64 \sigma_x$
- g) Persentil 10 = $X - 1,28 \sigma_x$
- h) Persentil 50 = X
- i) Persentil 90 = $X + 1,28 \sigma_x$
- j) Persentil 95 = $X + 1,64 \sigma_x$

4.3.2 Studi Waktu

a. Penentuan Waktu Normal dan Waktu Baku

Waktu normal = Waktu siklus Rata x Rf (*Rating Performance*)

$$\text{Waktu baku} = W_n \times \frac{100\%}{100\% - \text{allowance}}$$

b. Uji Keseragaman Data

Adapun rumus yang digunakan untuk menentukan batas kontrol atas dan batas kontrol bawah adalah sebagai berikut :

$$\text{BKA} = \bar{x} + 2SD$$

$$\text{BKB} = \bar{x} - 2SD$$

c. Uji Kecukupan Data

$$N' = \left[\frac{k}{s} \sqrt{\frac{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}{\sum x_i}} \right]^2 \dots\dots\dots (4.6)$$

Dengan tingkat kepercayaan 90% dan derajat ketelitian 10% maka rumusnya menjadi :

$$N' = \left[\frac{10 \sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2 \dots\dots\dots (4.7)$$

Dari perhitungan nilai N' maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Jika $N' \leq N$ maka data pengukuran dianggap cukup sehingga tidak perlu dilakukan pengambilan data lagi.
- b. Jika $N' \geq N$ maka data pengukuran dianggap tidak cukup sehingga perlu dilakukan pengambilan data lagi.
- d. Analisa Penentuan Waktu Normal

Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung waktu normal adalah sebagai berikut :

Waktu normal = Waktu siklus rata-rata x penyesuaian

$$W_n = \bar{X}_s x (p) \dots\dots\dots (4.8)$$

Untuk mengetahui penyesuaiannya (*Rating Performance*) dapat dilihat dalam tabel 4.1 berikut :

Tabel 4.1*Rating Performance*

Faktor	Kelas	Lambang	Penyesuaian
Ketrampilan	<i>Super skill</i>	A1	+ 0, 15
		A2	+ 0, 13
	<i>Excelent</i>	B1	+ 0, 11
		B2	+ 0, 08
	<i>Good</i>	C1	+ 0, 06
		C2	+ 0, 03
	<i>Average</i>	D	0,00
	<i>Fair</i>	E1	- 0, 05
		E2	- 0, 10
	<i>Poor</i>	F1	- 0, 16
F2		- 0, 22	
Usaha	<i>Excessive</i>	A1	+ 0, 13
		A2	+ 0, 12
	<i>Excellent</i>	B1	+ 0, 10
		B2	+ 0, 08
	<i>Good</i>	C1	+ 0, 05
		C2	+ 0, 02
	<i>Average</i>	D	0,00
	<i>Fair</i>	E1	- 0, 04
		E2	- 0, 08
	<i>Poor</i>	F1	- 0, 12
F2		- 0, 17	
Kondisi kerja	<i>Ideal</i>	A	+ 0, 06
	<i>Excellenty</i>	B	+ 0, 04
	<i>Good</i>	C	+ 0, 02
	<i>Average</i>	D	0,00
	<i>Fair</i>	E	- 0, 03
	<i>Poor</i>	F	- 0, 07
Konsistensi	<i>Perfect</i>	A	+ 0, 04
	<i>Excellent</i>	B	+ 0, 03
	<i>Good</i>	C	+ 0, 01

	<i>Average</i>	D	0,00
	<i>Fair</i>	E	- 0,02
	<i>Poor</i>	F	- 0,04

e. Analisa Penentuan Waktu Baku

$$W_B = W_n \times \frac{100\%}{100\% - \text{allowance}} \dots\dots\dots (4.9)$$

f. Perhitungan Output Standart

Setelah penentuan waktu standar adalah penentuan output standar dan menggunakan rumus :

$$\text{Output standar (OS)} = \frac{1}{\text{waktu standar}} \dots\dots\dots (4.10)$$

4.3.3 Uji Biomekanik

a. Denyut Nadi (Denyut/Menit)

Suatu metode untuk menilai *cardiovascular strain* dengan metode 10 denyut (Kilbon, 1992 dalam Tarwaka, dkk, 2004). Denyut nadi untuk mengestimasi indek beban kerja fisik terdiri dari beberapa jenis yaitu:

Denyut Nadi Istirahat (DNI) adalah rerata denyut nadi sebelum pekerjaan dimulai

Denyut Nadi Kerja (DNK) adalah rerata denyut nadi selama bekerja

Nadi Kerja (NK) adalah selisih antara denyut nadi istirahat dengan denyut nadi kerja.

Adapun persamaan dari metode 10 denyut sperti terlihat pada rumus dibawah.

$$\text{Denyut Nadi (Denyut/Menit)} = \frac{10 \text{Denyut}}{\text{Waktu Penghitungan}} \times 60 \dots (4.11)$$

b. % HR Reverse

Peningkatan yang potensial dalam denyut nadi dari istirahat sampai kerja maksimum oleh (Rodahl (1989) dalam Tarwaka, dkk, 2004:101) didefinisikan sebagai *Heart Rate Reverse (HR Reverse)* yang diekspresikan dalam presentase.

$$\% \text{ HR Reverse} = \frac{DNK - DNI}{DN_{Max} - DNI} \times 100 \dots\dots\dots (4.12)$$

Dimana: Denyut Nadi Maksimum (DNMax) adalah:
(220 – umur) untuk laki-laki dan (200 – umur) untuk perempuan

c. % CVL (*Cardiovascular Strain*)

Suatu estimasi untuk menentukan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum.

$$\% \text{ CVL} = \frac{100x(DNK - DNI)}{DN_{Max} - DNI} \dots\dots\dots (4.13)$$

d. Menghitung nadi pemulihan

Denyut nadi pemulihan (P) dihitung pada akhir 30 detik menit pertama, kedua dan ketiga (P1, P2, P3). Rerata dari ketiga nilai tersebut dihubungkan dengan *total cardiac cost* dengan ketentuan sebagai berikut:

- d) Jika $P1 - P3 \geq 10$ atau $P1, P2, P3$ seluruhnya < 90 , nadi pemulihan normal
- e) Jika rerata P1 yang tercatat ≤ 110 , dan $P1 - P3 \geq 10$, maka beban kerja tidak berlebihan (*not excessive*)
- f) Jika $P1 - P3 < 10$ dan Jika $P3 > 90$, perlu redesaian pekerjaan

e. Menghitung konsumsi energi

Dalam penentuan konsumsi energi biasanya digunakan suatu bentuk hubungan energi dengan kecepatan denyut jantung yaitu sebuah persamaan regresi kuadratis sebagai berikut:

$$Y = 1,80411 - 0,0229038 X + 4,71733 \times 10^{-4} X^2 \dots\dots\dots (4.14)$$

Dimana:

Y = Energi (Kkal/menit)

X = Kecepatan denyut jantung/nadi (denyut/menit)

f. Menghitung total metabolisme

$$Tot Met = 60 Energy \times Ox Uptk \dots\dots\dots (4.15)$$

Dimana: *Tot Met* = Total Metabolism (total metabolisme)

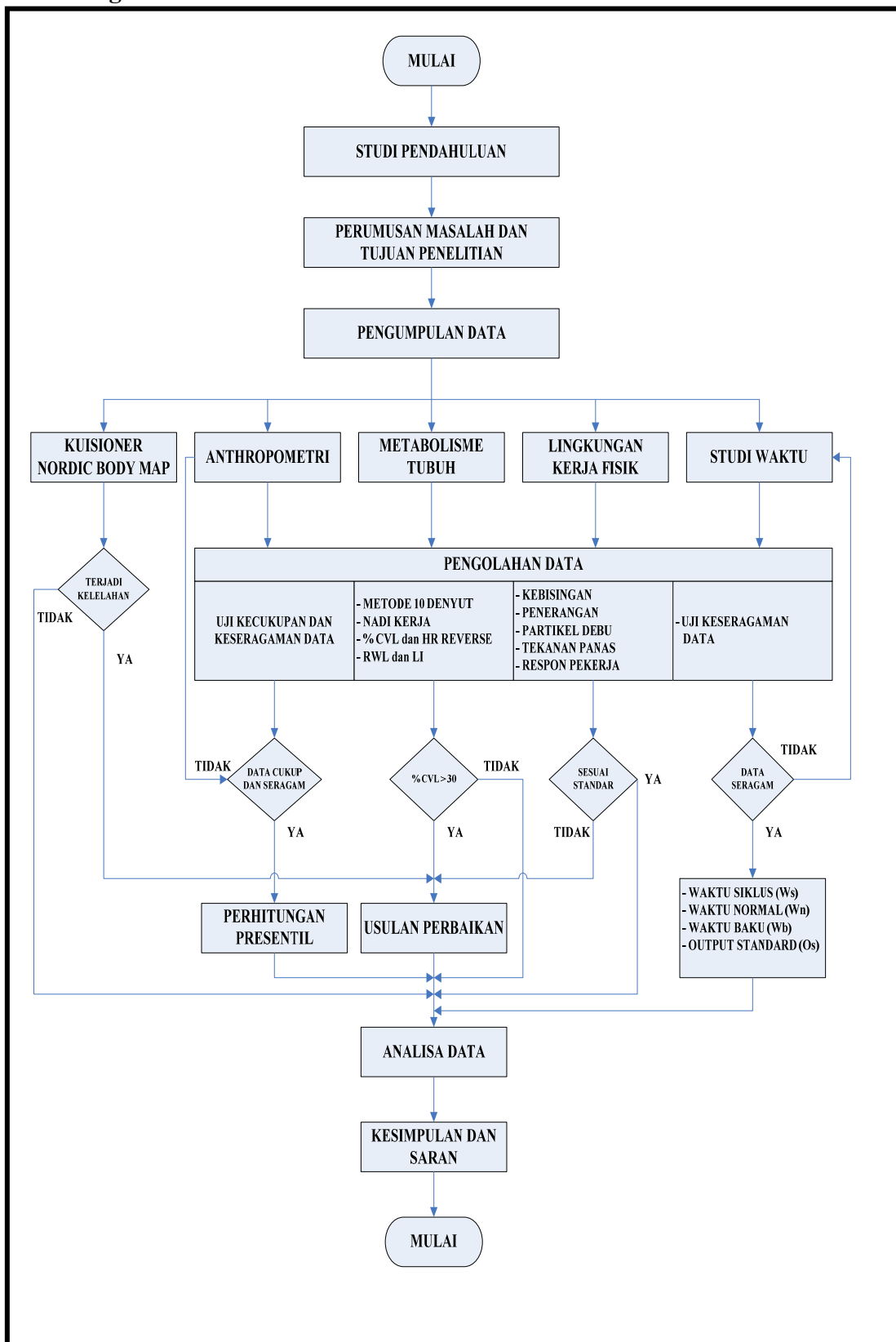
Energy = Konsumsi energi (Kkal/menit)

Ox Uptk = Oxygen Uptake (konsumsi oksigen) (Liter/menit)

g. Analisis Pekerjaan (*Job Analysis*)

- 1) Identifikasi keluhan oleh pekerja
- 2) Identifikasi metode (sikap kerja)

4.4 Kerangka Pemecahan Masalah



Gambar 4.2 Kerangka Pemecahan Masalah

BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Pengumpulan Data Penelitian

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

5.1.1 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 5.1 dan Gambar 5.1 berikut :

Tabel 5.1 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 pengilingan ke pencucian	81
8	Ketinggian tangan saat mengangkat kedelai	38
9	Ketinggian tangan saat memasukan kedelai ke pengilingan	155



Gambar 5.1 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 5.2 dan Gambar 5.2 berikut ini:

Tabel 5.2 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 kebawah	40.5



Gambar 5.2 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 5.3 dan Gambar 5.3 sebagai berikut:

Tabel 5.3 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



Gambar 5.3 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 5.4 dan gambar 5.4 berikut ini:

Tabel 5.4 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
3	Ketinggian bak cetakan	12
4	Lebar bak cetakan	63
5	Panjang bak cetakan	87



Gambar 5.4 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 5.5 dan Gambar 5.5 berikut ini:

Tabel 5.5 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



Gambar 5.5 Stasiun Pemotongan Aktual

5.1.2. 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 dikarenakan semua pekerjaan dilakukan pada posisi berdiri. Data anthropometri dapat dilihat pada Tabel 5.6 berikut:

Table 5.6 Anthropometri Pekerja Tahu

Nama	Umur (tahun)	BB (kg)	TBB (cm)	TSB (cm)	JTA (cm)	TDD (cm)	TPB (cm)	PLB (cm)
Sadimin	57	50	132	101	205	18	101	26
Kasimin	55	50	129	100.5	200	17	90	28
Peang	23	60	135	105	218	18	98	28
Sulardi	52	52	136	106	207	19	97	27
Temon	45	48	132	100	198	18	96	24
Riyadi	39	50	130	94	190	20	93.5	25
Semiyono	55	50	130	102	197	19.5	94	26
Yoto	35	60	141	111	208	17.5	104	27
Widodo	41	55	129	96	198	18	94	30
Aris	51	50	130	98	198	20	92	27
Yusupriyanto	31	50	140	109	215	20	103	30.5
Siswanto	45	40	138	101	205	20	98	28
Sukris	45	50	136	98	200	19	98	27
Joko	35	60	130	96	198	19	92	26

Data-data anthropometri yang tersebut antara lain:

1. Tinggi Bahu Berdiri (TBB)
2. Tinggi Siku Berdiri (TSB)
3. Tinggi Pinggang Berdiri (TPB)
4. Panjang Lengan Bawah (PLB)
5. Tebal Dada (TDD)
6. Jangkauan Tangan ke Depan (JTD)

5.1.3 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 diajukan 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 5.7

Tabel 5.7 Nordic Body Map Keluhan Pada Tubuh Selama 6 Bulan Terakhir

No	Uraian	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		YA/tidak	YA/tidak	YA/tidak	YA/tidak	YA/tidak	YA/tidak	YA/tidak	YA/tidak	YA/tidak	YA/tidak
1	Nama	Semiyono	Marto	Kasno	Daryono	Anton	Joko	Trianggoro	aris	Sukris	Sadimin
2	Umur (th)	55	42	43	41	30	35	27	51	45	57
3	Jenis kelamin (L/P)	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
4	Lama kerja (th)	4	5	15	9	2	20	1	1/2	3	3
5	Berat badan (Kg)	50	52	60	65	70	60	60	50	50	50
6	Tinggi badan (cm)	150	150	155	160	168	150	160	160	162	160
7	Tinggi popliteal (cm)	45	44	44	46	50	45	45	46	48	48
8	Kelompok/bagian										
NBM	Apakah saudara mempunyai gangguan/keluhan (sakit, nyeri, pegal) pada tubuh selama 6 bulan terakhir?										
1	Bahu	1	1			1	1	1	1	1	1
2	Bahu kanan		1			1	1	1	1	1	1
3	bahu kiri	1	1				1	1			
4	di kedua bahu		1		1		1	1			
5	Punggung		1	1	1			1	1	1	1
6	Pangkal tangan	1	1	1	1	1	1			1	
7	Pangkal tangan kanan	1	1	1	1	1	1			1	
8	Pangkal tangan kiri	1			1						
9	di kedua pangkal tangan	1				1					
10	Siku			1	1	1	1	1	1		1
11	Siku kanan			1	1	1	1	1	1		1
12	Siku kiri			1	1		1	1	1		
13	di kedua siku			1	1		1	1	1		

14	satu atau keduanya dari lengan		1		1	1	1				1
15	satu atau keduanya dari pergelangan tangan	1	1	1	1	1	1	1		1	
16	satu atau keduanya dari pinggang			1	1	1			1		1
17	satu atau keduanya dari paha										1
18	satu atau keduanya dari lutut			1	1				1		1
19	satu atau keduanya dari betis atau pergelangan kaki			1		1	1	1	1	1	
No	Uraian	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
		YA/tidak	YA/tidak	YA/tidak	YA/tidak	YA/tidak	YA/tidak	YA/tidak	YA/tidak	YA/tidak	YA/tidak	YA/tidak
1	Nama	Yusupriyanto	Memet	Panut	Siswanto	Bambang	Riyatno	Yoto	Sulardi	Tarjimin	Suwandi
2	Umur (th)	31	30	54	45	38	35	35	52	34	28
3	Jenis kelamin (L/P)	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
4	Lama kerja (th)	2	5	21	2	1,5	4-Jan	1/2	1/2	3	1/2
5	Berat badan (Kg)	50	60	100	40	70	60	50	52	50	55
6	Tinggi badan (cm)	175	172	163	170	165	175	160	140	152	140
7	Tinggi popliteal (cm)	52	48	44	46	45	50	49	43	45	43
8	Kelompok/bagian										
NBM	Apakah saudara mempunyai gangguan/keluhan (sakit, nyeri, pegal) pada tubuh selama 6 bulan terakhir?										
1	Bahu				1	1		1	1		1
2	Bahu kanan				1	1		1	1		1
3	bahu kiri				1						1
4	di kedua bahu				1						1
5	Punggung	1	1	1	1	1	1		1	1	
6	Pangkal tangan	1	1	1	1		1		1		

7	Pangkal tangan kanan	1	1	1	1		1		1		
8	Pangkal tangan kiri		1	1	1						
9	di kedua pangkal tangan		1	1	1						
10	Siku				1			1			
11	Siku kanan				1			1			
12	Siku kiri				1						
13	di kedua siku				1	1					
14	satu atau keduanya dari lengan				1					1	1
15	satu atau keduanya dari		1	1	1	1		1		1	1
	pergelangan tangan										
16	satu atau keduanya dari pinggang	1		1	1	1	1	1	1	1	
17	satu atau keduanya dari paha	1	1		1						1
18	satu atau keduanya dari lutut				1	1				1	1
19	satu atau keduanya dari betis atau	1	1		1	1	1		1	1	
	pergelangan kaki										

Tabel 5.8 Nordic Body Map Keluhan Pada Tubuh Selama 7 hari Terakhir

No	Uraian	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		YA/tidak	YA/tidak	YA/tidak	YA/tidak	YA/tidak	YA/tidak	YA/tidak	YA/tidak	YA/tidak	YA/tidak
1	Nama	Semiyono	Marto	Kasno	Daryono	Anton	Joko	Trianggoro	aris	Sukris	Sadimin
2	Umur (th)	55	42	43	41	30	35	27	51	45	57
3	Jenis kelamin (L/P)	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
4	Lama kerja (th)	4	5	15	9	2	20	1	1/2	3	3
5	Berat badan (Kg)	50	52	60	65	70	60	60	50	50	50
6	Tinggi badan (cm)	150	150	155	160	168	150	160	160	162	160
7	Tinggi popliteal (cm)	45	44	44	46	50	45	45	46	48	48
8	Kelompok/bagian										
NBM	Apakah saudara mempunyai gangguan/keluhan (sakit, nyeri, pegal) pada tubuh selama 7 hari terakhir?										
1	Bahu	1	1			1		1	1	1	1
2	Bahu kanan		1			1		1	1	1	1
3	bahu kiri	1	1								
4	di kedua bahu		1		1						
5	Punggung		1	1	1	1		1	1	1	1
6	Pangkal tangan	1	1	1		1	1			1	
7	Pangkal tangan kanan	1	1	1		1	1			1	
8	Pangkal tangan kiri										
9	di kedua pangkal tangan					1					
10	Siku			1	1	1	1	1	1		1
11	Siku kanan			1	1	1	1	1	1		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	1	1	1	1	1		1	
16	satu atau keduanya dari pinggang			1		1	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	1	1	
No	Uraian	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
		YA/tidak	YA/tidak	YA/tidak	YA/tidak	YA/tidak	YA/tidak	YA/tidak	YA/tidak	YA/tidak	YA/tidak
1	Nama	Yusupriyanto	Memet	Panut	Siswanto	Bambang	Riyatno	Yoto	Sulardi	Tarjimin	Suwandi
2	Umur (th)	31	30	54	45	38	35	35	52	34	28
3	Jenis kelamin (L/P)	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
4	Lama kerja (th)	2	5	21	2	1,5	4-Jan	1/2	1/2	3	1/2
5	Berat badan (Kg)	50	60	100	40	70	60	50	52	50	55
6	Tinggi badan (cm)	175	172	163	170	165	175	160	140	152	140
7	Tinggi popliteal (cm)	52	48	44	46	45	50	49	43	45	43
8	Kelompok/bagian										
NBM	Apakah saudara mempunyai gangguan/keluhan (sakit, nyeri, pegal) pada tubuh selama 7 hari terakhir?										
1	Bahu			1	1			1	1		1
2	Bahu kanan			1	1			1	1		1
3	bahu kiri				1						1
4	di kedua bahu				1						1
5	Punggung	1	1	1	1	1	1		1	1	
6	Pangkal tangan	1	1	1	1		1		1		

7	Pangkal tangan kanan	1	1	1	1		1		1		
8	Pangkal tangan kiri	1	1		1						
9	di kedua pangkal tangan	1	1		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	1		1					1	
15	satu atau keduanya dari pergelangan tangan		1	1	1	1		1		1	1
16	satu atau keduanya dari pinggang	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
17	satu atau keduanya dari paha	1	1		1						
18	satu atau keduanya dari lutut				1						1
19	satu atau keduanya dari betis atau pergelangan kaki	1	1		1	1	1		1	1	

5.1.4 Data Nama-nama Area Pabrik

Berdasarkan pengumpulan data di lapangan pada industri kecil Tahu diketahui beberapa departemen atau stasiun kerja yang nanti akan dilakukan perancangan tata letak fasilitas pabrik untuk proses produksi tahu secara kuantitatif berdasarkan analisa perpindahan bahan kedelai dan kualitatif berdasarkan suhu dan tingkat kelembaban.

Tabel 5.9 Nama-nama Area Pabrik di Industri Kecil Tahu

Kode	Area
A	Stasiun Pemotongan
B	Gudang Peralatan
C	Stasiun Penggilingan
D	Bak Air
E	Stasiun Pemasakan
F	Stasiun Penyaringan
G	Stasiun Percetakan
H	Tungku Pembakaran
I	Stasiun Perendaman
J	Kamar Mandi
K	Gudang Bahan Bakar
L	Gudang Produk Jadi
M	Sumur
N	Cuka

Fungsi dari masing-masing area adalah:

1. Stasiun Pemotongan, merupakan tempat dimana produk cetakan utuh tahu dipotong-potong menjadi ukuran layak jual.
2. Gudang Peralatan, merupakan tempat untuk menyimpan alat-alat yang biasa digunakan pada waktu produksi tahu.
3. Stasiun Penggilingan, merupakan tempat dimana kedelai yang sudah direndam digiling.
4. Bak Air, berguna untuk menampung air.
5. Stasiun Pemasakan, merupakan tempat untuk memasak kedelai yang sudah digiling.
6. Stasiun Penyaringan, merupakan tempat untuk menyaring hasil masakan dari kedelai sehingga dipisahkan antara sari kedelai dengan ampas kedelai.
7. Stasiun Percetakan, merupakan tempat untuk mencetak sari kedelai menjadi tahu.

8. Tungku Pembakaran, adalah tempat yang digunakan sebagai tungku untuk menghasilkan uap panas yang digunakan pada stasiun pemasakan.
9. Stasiun Perendaman, merupakan tempat yang digunakan untuk merendam kedelai agar empuk dan siap untuk digiling.
10. Kamar Mandi
11. Gudang Bahan Bakar, merupakan tempat untuk menyimpan bahan bakar.
12. Gudang Produk Jadi, adalah tempat untuk meletakkan produk jadi berupa tahu yang sudah siap jual.
13. Sumur
14. Cuka, adalah air hasil perasan dari sari kedelai yang digunakan untuk mengendapkan sari kedelai.

5.1.5 *Layout* Awal Proses Produksi

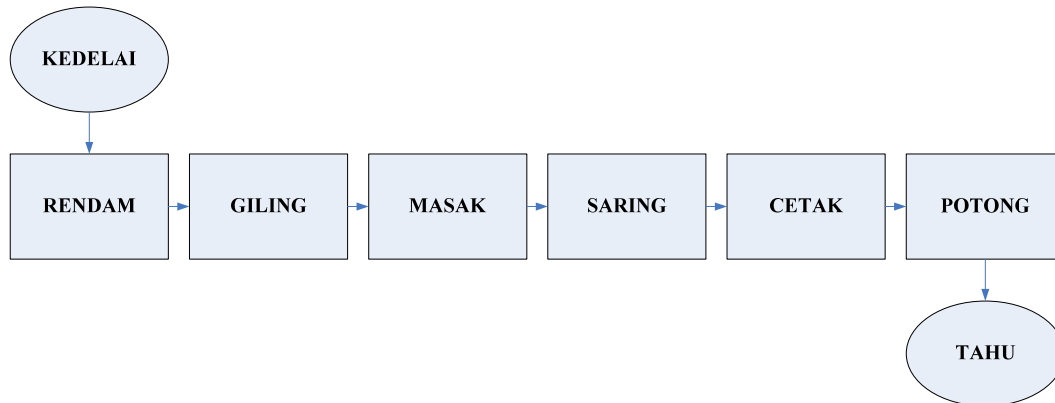
Pada *layout* awal proses produksi tahu dapat diketahui penataan area atau departemen pada proses produksi tahu. Adapun *layout* proses produksi tahu seperti berikut:

Keterangan Gambar 3D :

- Warna  = Stasiun Pemotongan
- Warna  = Stasiun Penggilingan
- Warna  = Stasiun Pemasakan
- Warna  = Stasiun Penyaringan
- Warna  = Stasiun Percetakan
- Warna  = Pembakaran
- Warna  = Bak Air
- Warna  = Cuka

a. Layout Awal Diagram Alir Proses Produksi

Pada *layout* awal diagram alir proses produksi tahu diketahui adanya penataan area/departemen yang tidak sesuai dengan aliran proses produksi. Adapun diagram alir proses produksi tahu di daerah Industri Kecil Tahu Kartasura, seperti Gambar 5.6 berikut :



Gambar 5.6 Diagram Alir Proses Produksi Tahu

b. Data Luas Masing-Masing Area

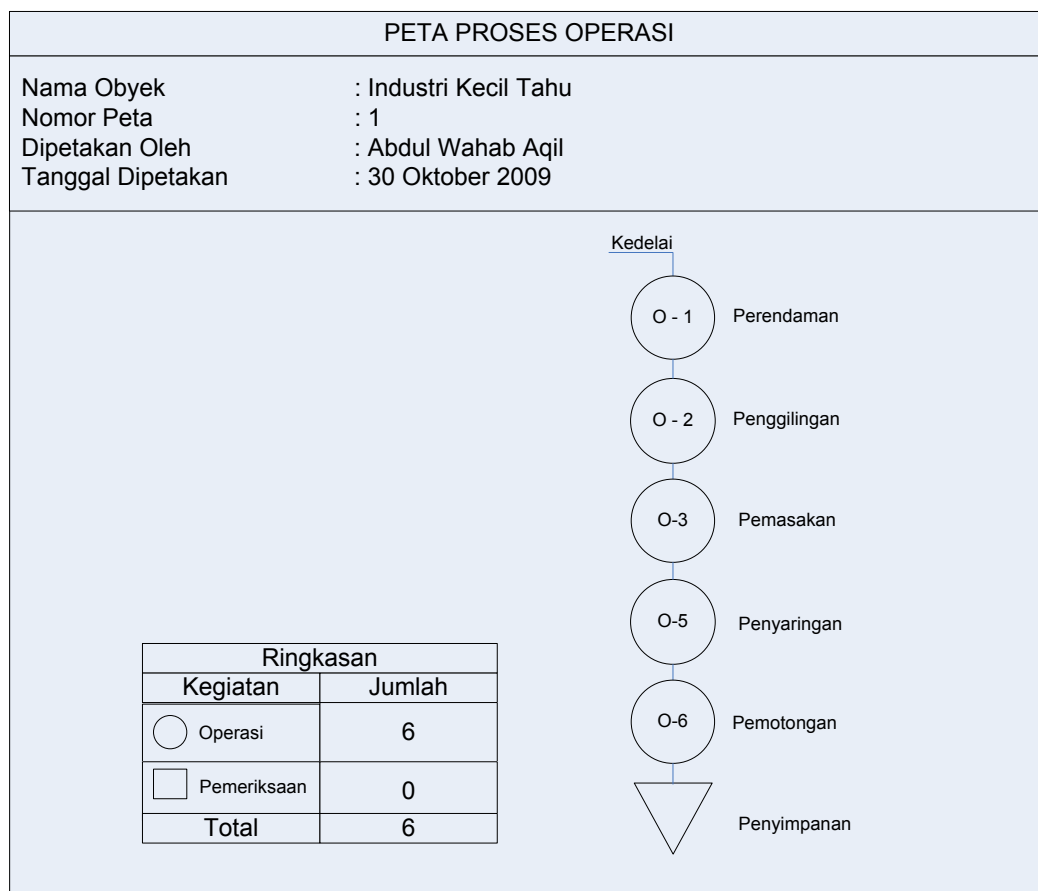
Data luas masing-masing area proses produksi tahu dilihat pada Tabel 5.10 sebagai berikut:

Tabel 5.10 Ukuran Luas Masing-masing Area

NO	KODE	NAMA AREA (DEPARTEMEN)	UKURAN (P x L)	LUAS TOTAL (mm ²)
1	A	STASIUN PEMOTONGAN	450 x 86	38700
2	C	STASIUN PENGGILINGAN	122 x 70	8540
3	E	STASIUN PEMASAKAN	117 x 117	31329
4	F	STASIUN PENYARINGAN	117 x 117	31329
5	G	STASIUN PERCETAKAN	168 x 72	12096
6	I	STASIUN PERENDAMAN	225 x 85	19125
7	L	GUDANG PRODUK JADI	155 x 225	34875
8	H	PEMBAKARAN	253 x 108	27324
9	K	GUDANG BAHAN BAKAR	450 x 80	36000
10	B	GUDANG PERALATAN	203 x 236	47908
11	M	SUMUR	120 x 236	28320
12	J	KAMAR MANDI	253 x 80	20240
13	D	BAK AIR	72 x 48	3456
14	N	CUKA	50 x 50	2500
Total				341742

5.1.6 Peta Proses Operasi

Pada proses operasi menunjukkan langkah-langkah kronologis proses produksi dari awal sampai produk jadi dengan membagi pekerjaan komponen-komponene operasi. Dalam pembuatan peta ini digunakan simbol-simbol ASME (*American Society of Mechanical Engineers*) yaitu : operasi, inspeksi, gabungan antara operasi dan inspeksi serta penyimpanan. (Sutalaksana, 1979: 15-28). Adapun peta proses operasi industry Tahu seperti Gambar 5.7 berikut:



Gambar 4.5 Peta Proses Operasi Produksi Tahu

5.1.7 Data Aliran Bahan

Aliran-aliran bahan dari area yang satu ke area yang lain berupa aliran volume *material*, dalam hal ini diperoleh berdasarkan pengamatan selama 7 hari kerja, dapat dilihat pada Tabel 5.11 sebagai berikut:

Tabel 5.11 Data Aliran Bahan dalam 1 Hari Kerja

PABRIK	BAHAN	PERHITUNGAN KAPASITAS 1 HARI	TOTAL KAPASITAS (KG)	TOTAL FREKUENSI
I	Kedelai	6 X 40	240	40
II	Kedelai	6 X 24	144	24
III	Kedelai	6 X 24	144	24
IV	Kedelai	6 X 24	144	24
V	Kedelai	6 X 24	144	24

5.1.8 Data waktu pengamatan

Tabel 5.12 Data Waktu

Keterangan	Pengambilan Sampel (menit)				
	1	2	3	4	5
Stasiun Giling	0.53	0.49	0.58	0.51	0.56
Stasiun Masak	0.58	1.10	1.24	1.05	1.01
Stasiun Penyaringan	3.46	4.05	4.17	5.01	4.54
Stasiun Pencetakan	2.45	2.34	2.16	2.57	2.21
Stasiun Pemotongan	6.43	6.52	6.38	6.47	6.13

5.2 Pengolahan Data

5.2.1 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 5.1

$$N' = \left[\frac{k/s \sqrt{N \sum (Xi^2) - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right]^2 \quad \dots (5.1)$$

Tabel 5.13 Perhitungan Uji Kecukupan Data Dengan Mengambil Satu Sampel Data Antropometri Tinggi Siku Berdiri (TSB)

NO	Hasil Pengukuran (Cm)							$\sum Xi$	$(\sum Xi)^2$	$\sum (Xi)^2$
	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 $N' < N$

Berikut ini rekapitulasi hasil uji kecukupan data data semua data disajikan dalam Table 5.14

Table 5.14 Rekapitulasi hasil Perhitungan Uji Kecukupan Data Antropometri)

No	Data	$\sum X_i$	$(\sum X_i)^2$	$\sum (X_i)^2$	N'	N	Kesimpulan
1	Tinggi Badan Tegak	2276	5180176	371004	4.29	14	Data Cukup
2	Tinggi Mata Berdiri	2106	4435236	317574	3.90	14	Data Cukup
3	Tinggi Bahu Berdiri	1868	3489424	249472	1.46	14	Data Cukup
4	Tinggi Siku Berdiri	1417.5	2009306	143845.3	3.61	14	Data Cukup
5	Jangkauan Tangan Atas	2837	8048569	575637	2.06	14	Data Cukup
6	Tinggi Lutut Berdiri	660	435600	31220	5.44	14	Data Cukup
7	Tebal Dada	263	69169	4954.5	4.49	14	Data Cukup
8	Tebal Perut Berdiri	267.5	71556.25	5133.75	7.07	14	Data Cukup
9	Tinggi Pinggang Berdiri	1350.5	1823850	130505.3	2.83	14	Data Cukup
10	Panjang Lengan Bawah	379.5	144020.3	10327.25	6.24	14	Data Cukup
11	Jangkauan Tangan ke Depan	1120.5	1255520	89917.25	4.23	14	Data Cukup
12	Panjang Telapak Tangan	246	60516	4342	7.19	14	Data Cukup
13	Lebar Tangan	131	17161	1235	12.03	14	Data Cukup

b. Uji Keseragaman Data

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

Tabel 5.15 Uji Kecukupan Data Tinggi Siku Berdiri

NO	X	X^2	$(X - \bar{X})^2$
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	$\sum (X - \bar{X})^2$ =23.375

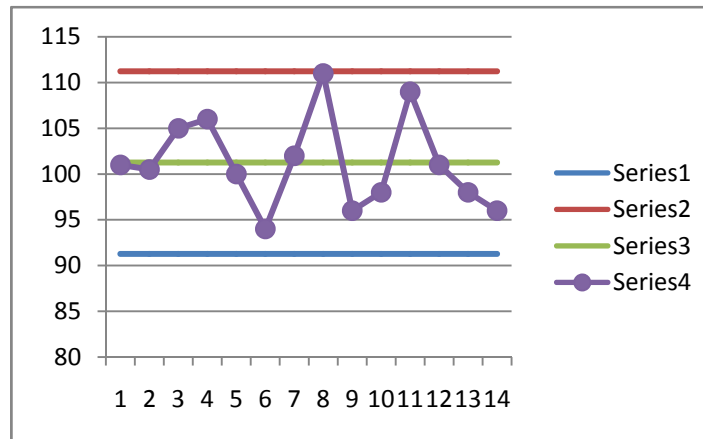
$$\delta = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

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

$$= 4.987484$$

$$\begin{aligned} \text{BKA} &= \bar{X} + 2 \delta \\ &= 101.25 + 2(4.987484) \\ &= 111.225 \end{aligned}$$

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



Gambar 5.8 Grafik Kendali Data Tinggi Bahu Berdiri

Kesimpulan:

Pada grafik Gambar 5.8 dapat dilihat bahwa tidak ada data yang berada diantara batas kontrol atas dan batas control bawah atau data tidak ada yang keluar dari batas kontrol maka data dikatakan bahwa data seragam. Rekapitulasi perhitungan uji keseragaman data dapat dilihat pada tabel 5.16

Tabel 5.16 Rekapitulasi hasil Perhitungan Uji Keseragaman Data Antropometri

No	Diskripsi data	BKA	\bar{X}	BKB	N	Kesimpulan
1	Tinggi Badan Tegak	180.04	162.57	145.11	14	data seragam
2	Tinggi Mata Berdiri	165.84	150.43	135.02	14	data seragam
3	Tinggi Bahu Berdiri	141.79	133.43	125.06	14	data seragam
4	Tinggi Siku Berdiri	111.23	101.25	91.28	14	data seragam
5	Jangkauan Tangan Atas	217.72	202.64	187.56	14	data seragam
6	Tinggi Lutut Berdiri	52.85	47.14	41.44	14	data seragam
7	Tebal Dada	20.85	18.79	16.72	14	data seragam
8	Tebal Perut Berdiri	21.74	19.11	16.47	14	data seragam

9	Tinggi Pinggang Berdiri	104.88	96.46	88.05	14	data seragam
10	Panjang Lengan Bawah	30.62	27.11	23.60	14	data seragam
11	Jangkauan Tangan ke Depan	88.58	80.04	71.49	14	data seragam
12	Panjang Telapak Tangan	20.02	17.57	15.13	14	data seragam
13	Lebar Tangan	11.04	9.36	7.67	14	data seragam

Perhitungan Persentil

1) Jangkauan tangan kedepan

$$\begin{aligned}
 \text{Persentil 5} &= \bar{X} - 1,64x \delta \\
 &= 80.0357 - (1,64x4.271841) \\
 &= 73.02988
 \end{aligned}$$

2) LebarTangan

$$\begin{aligned}
 \text{Persentil 95} &= \bar{X} + 1.64 x \delta \\
 &= 9.35714 + (1.64x0.841897) \\
 &= 10.73785
 \end{aligned}$$

3) Tinggi Siku Berdiri

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

4) Tinggi Bahu Berdiri

$$\begin{aligned}
 \text{Persentil 5} &= \bar{X} - 1,64x \delta \\
 &= 133.4286 - (1.64x4.182643) \\
 &= 126.5691
 \end{aligned}$$

5) Jangkauan Tangan Atas

$$\begin{aligned}
 \text{Persentil 5} &= \bar{X} - 1,64x \delta \\
 &= 202.6429 - (1.64x7.540732) \\
 &= 190.2761
 \end{aligned}$$

6) Tinggi Pinggang Berdiri

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

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

7) Panjang Lengan Bawah

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

5.2.2 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 Tabel 5.17 rekapitulasi dari data kuesioner *Nordic Body Map*.

Tabel 5.17 Identifikasi Keluhan Operator

No.	Nama	Umur (Th)	BB (Kg)	Gangguan Pada Tubuh			
				Pertanyaan 1		Pertanyaan 2	
				Ya	Tidak	Ya	Tidak
1	Semiyono	55	50	7	12	5	14
2	Marto	42	52	9	10	9	10
3	Kasno	43	60	11	8	9	10
4	Daryono	41	65	13	6	7	12
5	Anton	30	70	11	8	10	9
6	Joko	35	60	13	6	7	12
7	Trianggoro	27	60	11	8	7	12
8	Aris	51	50	10	9	7	12
9	Sukris	45	50	7	12	7	12
10	Sadimin	57	50	9	10	9	10
11	Yusupriyanto	31	50	6	13	9	10
12	Memet	30	60	8	11	10	9

13	Panut	54	100	7	12	7	12
14	Siswanto	45	40	19	0	19	0
15	Bambang	38	70	8	11	5	14
16	Riyatno	35	60	5	14	5	14
17	Yoto	35	50	6	13	4	15
18	Sulardi	52	52	7	12	7	12
19	Tarjimin	34	50	6	13	5	14
20	Suwandi	28	55	8	11	6	13
		jumlah		181	199	154	226

Keterangan:

Pertanyaan 1: Gangguan/keluhan pada tubuh selama 6 bulan terakhir. Pertanyaan 2: Gangguan/keluhan pada tubuh selama 7 hari terakhir.

Berdasarkan rekapitulasi data *Nordic Body Map* pada Tabel 5.17 maka diperoleh besarnya presentase keluhan pekerja ketika menggunakan stasiun kerja, secara keseluruhan presentase keluhan pada tubuh selama 6 bulan terakhir seperti yang disajikan pada Tabel 5.18 berikut:

Tabel 5.18 Presentase Keluhan Pada Tubuh Selama 6 Bulan Terakhir

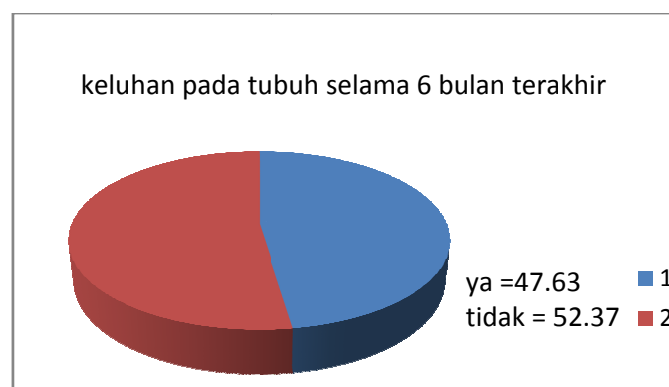
No.	Keluhan pada tubuh selama 6 bulan terakhir	Ya	Presentase (%)
1	Bahu	13	68.42
2	Bahu kanan	12	63.16
3	bahu kiri	6	31.58
4	di kedua bahu	6	31.58
5	Punggung	15	78.95
6	Pangkal tangan	13	68.42
7	Pangkal tangan kanan	13	68.42
8	Pangkal tangan kiri	5	26.32
9	di kedua pangkal tangan	5	26.32
10	Siku	9	47.37
11	Siku kanan	9	47.37
12	Siku kiri	6	31.58
13	di kedua siku	7	36.84
14	satu atau keduanya dari lengan	8	42.11
15	satu atau keduanya dari pergelangan tangan	15	78.95
16	satu atau keduanya dari pinggang	13	68.42
17	satu atau keduanya dari paha	5	26.32
18	satu atau keduanya dari lutut	8	42.11
19	satu atau keduanya dari betis atau pergelangan kaki	13	68.42

Sedangkan besarnya presentase keluhan pekerja ketika menggunakan stasiun kerja, secara keseluruhan presentase keluhan pada tubuh selama 7 hari terakhir seperti yang disajikan pada Tabel 5.19 berikut:

Tabel 5.19 Presentase Keluhan Pada Tubuh Selama 7 Hari Terakhir

No.	Keluhan pada tubuh selama 7 hari terakhir	Ya	Presentase %
1	Bahu	12	63.16
2	Bahu kanan	11	57.89
3	bahu kiri	4	21.05
4	di kedua bahu	4	21.05
5	Punggung	16	84.21
6	Pangkal tangan	12	63.16
7	Pangkal tangan kanan	12	63.16
8	Pangkal tangan kiri	3	15.79
9	di kedua pangkal tangan	4	21.05
10	Siku	8	42.11
11	Siku kanan	8	42.11
12	Siku kiri	1	5.26
13	di kedua siku	2	10.53
14	satu atau keduanya dari lengan	7	36.84
15	satu atau keduanya dari pergelangan tangan	15	78.95
16	satu atau keduanya dari pinggang	14	73.68
17	satu atau keduanya dari paha	6	31.58
18	satu atau keduanya dari lutut	3	15.79
19	satu atau keduanya dari betis atau pergelangan kaki	12	63.16

Untuk mengetahui tingkat gangguan pekerja pada kurun waktu tertentu dapat dilihat pada grafik Gambar 5.9 berikut:



Gambar 5.9 Grafik Keluhan Pada Tubuh Selama 6 Bulan Terakhir

Gambar 5.9 grafik persentase menunjukkan bahwa 52.37 % pekerja tidak mengalami keluhan/gangguan dalam 6 bulan terakhir sedangkan 47.63 % menjawab mengalami gangguan/keluhan dalam 6 bulan terakhir.



Gambar 5.10 Grafik Keluhan Pada Tubuh Selama 7 Hari Terakhir

Sedangkan Gambar 5.10 grafik di atas menunjukkan bahwa 59.47 % pekerja tidak mengalami keluhan/gangguan dalam 7 hari terakhir sedangkan 40,53 % menjawab mengalami gangguan/keluhan dalam 7 hari terakhir.

b. 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 5.20 Evaluasi Peralatan Stasiun Penggilingan Kedelai

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

	d. Kondisi lantai yang selalu basah	1	25
4	Usulan Perbaikan		
	a. Dipermudah dalam memasukan kedelai ke penggilingan	2	50
	b. Dapat mengangkat kedelai yang ada dalam ember tidak membungkuk	2	50
	d. Saluran air diperbaiki agar tidak mengalir ke lantai	1	25
5	Perubahan Dimensi yang diinginkan		
	a. ketinggian	4	100

2. Stasiun Pemasakan Kedelai

Tabel 5.21 Evaluasi Peralatan Stasiun Pemasakan Kedelai

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

3. Stasiun Penyaringan

Tabel 5.22 Evaluasi Peralatan Stasiun Penyaringan

No.	Pernyataan	orang (n=4)	Persentase %
1	Tingkat Kenyamanan		
	a. Cukup nyaman	2	50
	b. kurang nyaman	2	50
2	Aktivitas yang dikeluhkan		
	a. mengambil sari kedelai dari dalam bak	4	100
3	Hal yang membuat tidak nyaman		
	a. Kondisi bak yang dalam	3	75

	b. Kondisi bak yang kurang tinggi	2	50
	c. sirkulasi udara kurang lancar	1	25
4	Usulan Perbaikan		
	a. adanya perbaikan pada bak	2	50
	b. adanya perbaikan pada alat-alat yang digunakan	2	50
5	Perubahan Dimensi yang diinginkan		
	a. ketinggian bak	1	25
	b. kedalaman bak	3	75

4. Stasiun Pencetakan

Tabel 5.23 Evaluasi Peralatan Stasiun Pencetakan

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

5. Stasiun Pemotongan

Tabel 5.24 Evaluasi Peralatan Stasiun Pemotongan

No.	Pernyataan	orang (n=4)	Persentase %
	Tingkat Kenyamanan		
1	a. nyaman	3	75
	b. cukup nyaman	1	25
	Aktivitas yang dikeluhkan		
2	a. memotong tahu secara berulang ulang	1	25
	b. memasukan tahu kedalam ember	2	50
	c. tidak ada karena sudah terbiasa	1	25
	Hal yang membuat tidak nyaman		
3	a. Tidak ada	1	25
	b. memasukan tahu kedalam ember	2	50

4	Usulan Perbaikan yang diinginkan		
	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	Perubahan Dimensi yang diinginkan		
	a. tinggi dudukan ember ditambah	4	100
	b. tinggi penyangga ditambah	2	50

5.2.3 Perhitungan *Material Handling Layout* Produksi Awal

Jarak perpindahan bahan merupakan panjang lintasan yang harus ditentukan di suatu area (departemen) ke area yang lain. Pengaturan jarak perpindahan dapat dilakukan dengan menata kembali tata letak departemen yang terlalu jauh dengan memperhatikan panjang lintasan departemen yang terkait dengan proses produksi (dalam hal ini proses produksi *garden furniture*) koordinat titik pusat dihitung dari tiap-tiap area mesin pada perusahaan, selanjutnya dihitung jarak antar departemen berdasarkan aliran proses produksi dengan rumus model jarak sebagai berikut :

Jarak *rectilinear* : $|x - a| + |y - b|$

Jarak *Euclidean* : $(x - a) + (y - b)$

Jarak *squared Euclidean* : $(x - a)^2 + (y - b)^2$

Keterangan :

(x,y) dan (a,b) menunjukkan pusat-pusat gravitasi dari dua departemen i dan j (Chang, Yi-Long; 1995 : 309).

Sebelum *layout* dihitung baik jarak maupun waktunya gambar *layout* awal dapat dilihat pada gambar 5.6, diplotkan pada kertas millimeter dengan perbandingan skala 1: 50, yaitu 1 mm banding 5 cm sehingga didapat titik pusat untuk tiap-tiap area/departemen pada *layout* awal proses produksi Tahu.

5.2.4 Perancangan *Layout* Usulan

Perancangan *layout* adalah suatu aktivitas untuk menyusun fasilitas-fasilitas produksi untuk memperoleh efisiensi pada suatu produksi, dalam hal ini meminimasi aliran proses *material handling*.

Dalam merencanakan alternatif *layout* yang baru menggunakan metode *BLOCKPLAN* ditunjang dengan *From to Chart* dan *Activity Relationship Chart (ARC)*.

Langkah awal dalam merancang *layout* yakni *layout* awal (Pabrik I milik Bapak Kasno) digambar pada kertas millimeter, panjang area keseluruh adalah 10,8 M dan lebarnya 5.35 M kemudian untuk panjang dan lebar dibuat kolom dan baris dengan perbandingan skala 1 : 50 sehingga diperoleh 21.6 cm dan 10.7 cm kemudian masuk program *BLOCKPLAN*.

a. *From to Chart*

From to Chart adalah metode konvensional yang sering digunakan untuk perencanaan tata letak. *From to Chart* ini dilakukan berdasarkan keinginan dari Bapak Kasno merancang pabrik baru yang ergonomis dan mengacu pada pabrik lama milik Bapak Kasno.

Tabel 5.25 Ukuran Masing-Masing Departemen yang Ergonomis

NO	KODE	NAMA AREA (DEPARTEMEN)	UKURAN (P x L x T)	Jumlah	LUAS (P x L) TOTAL (mm ²)
1	A	STASIUN PEMOTONGAN	450 x 86 x 80	1	38700
2	C	STASIUN PENGGILINGAN	122 x 70 x 100	1	8540
3	E	STASIUN PEMASAKAN	117 x 117 x 96.5	2	62658
4	F	STASIUN PENYARINGAN	117 x 117 x 96.5	2	62658
5	G	STASIUN PERCETAKAN	168 x 72 x 88	2	24192
6	I	STASIUN PERENDAMAN	225 x 85	1	19125
7	L	GUDANG PRODUK JADI	155 x 225	1	34875
8	H	PEMBAKARAN	253 x 108	1	27324
9	K	GUDANG BAHAN BAKAR	450 x 80	1	36000
10	B	GUDANG PERALATAN	203 x 236	1	47908
11	M	SUMUR	120 x 236	1	28320
12	J	KAMAR MANDI	253 x 80	1	20240
13	D	BAK AIR	72 x 48 x 92.5	1	3456
14	N	CUKA	50 x 50 x 80	6	15000
Total					428996

Kapasitas produksi per hari = 40 kali masak @ 6 Kg

= 240 Kg

Luas Lahan Tersedia = 10 M x 11 M

= 110 Meter²

Tabel 5.26 From to Chart

<i>From To Chart</i>	
Nama Obyek	: Produksi Tahu
Dipetakan oleh	: Abdul Wahab Aqil

<i>To</i> <i>From</i>	I	C	E1	F1	G1	E2	F2	G2	A	L	Jumlah
I		40									40
C			20			20					40
E1				20							20
F1					20						20
G1									20		20
E2							20				20
F2								20			20
G2									20		20
A										40	40
L											-
Jumlah	-	40	20	20	20	20	20	20	40	40	

b. Activity Relationship Chart

Activity Relationship Chart atau peta hubungan aktivitas merupakan suatu cara atau teknik di dalam merencanakan tata letak fasilitas atau departemen berdasarkan derajat hubungan aktivitas yang sering dinyatakan dalam penilaian kuantitatif.

5.2.5 BLOCPLAN

BLOCPLAN merupakan sistem perancangan tata letak fasilitas yang dikembangkan oleh Donaghey dan Pire pada departemen teknik industri, Universitas Houston. *BLOCPLAN* dapat menggunakan peta keterkaitan sebagai input data. Tetapi *BLOCPLAN* ini masih mempunyai kelemahan yaitu tidak akan menangkap initial *layout* secara akurat. Pengembangan tata letak hanya dapat dicari dengan melakukan perubahan atau pertukaran letak departemen satu dengan lainnya. Sehingga masih harus dilakukan perancangan layout sesuai hasil olahan data input dari *BLOCPLAN*.

	DEPARTMENT	AREA
1	I_RENDAM	19125
2	C_GILING	8540
3	E1_MASAK1	31329
4	F1_SARING1	31329
5	G1_CETAK1	12096
6	E2_MASAK2	31329
7	F2_SARING2	31329
8	G2_CETAK2	12096
9	A_POTONG	38700
10	L_PRODUK	34875
11	H_BAKAR	27324
12	B_ALAT	47908
13	K_BBKR	36000
14	N_CUKA	15000
15	D_BAKAIR	3456
16	M_SUMUR	28320
17	J_KMND	20240

TOTAL AREA 428996
 AVG. AREA = 25235.1 STD. DEU. = 11712.2
 DO YOU WANT TO CHANGE DEPARTMENT INFORMATION ?

Gambar 5.11 Input Data *BLOCPLAN* Luas Masing-masing Area

	RELATIONSHIP	CHART	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	I_RENDAM	.	.	.	.	E	0	0	0	0	0	X	U	U	U	E	U	U
2	C_GILING	.	.	.	.	E	0	0	0	0	0	X	U	U	U	E	U	U
3	E1_MASAK1	.	.	.	.	.	A	A	U	U	U	U	U	U	E	E	U	U
4	F1_SARING1	.	.	.	.	.	A	U	U	U	U	U	U	U	E	E	U	U
5	G1_CETAK1	.	.	.	.	.	.	U	U	U	E	0	X	U	U	E	E	U
6	E2_MASAK2	.	.	.	.	.	.	.	A	A	0	0	X	U	U	E	E	U
7	F2_SARING2	.	.	.	.	.	.	.	A	0	0	0	X	U	U	E	E	U
8	G2_CETAK2	.	.	.	.	.	.	.	.	E	0	0	X	U	U	E	E	U
9	A_POTONG	.	.	.	.	.	.	.	.	.	A	X	U	U	U	U	U	U
10	L_PRODUK	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	0	0	U	U	U	U
11	H_BAKAR	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	U	E	U	U	U	U
12	B_ALAT	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	U	U	U	U
13	K_BBKR	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	U	U	U	U
14	N_CUKA	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	U	U	U
15	D_BAKAIR	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	E	U
16	M_SUMUR	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	E
17	J_KMND	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

WANT TO CHANGE RELATIONSHIP CHART <Y/N> ?

Gambar 5.12 Input Data *BLOCPLAN* Activity Relationship Chart (ARC)

```

CODE SCORES
A    10
E     5
I     2
O     1
U     0
X    -10

WANT TO CHANGE SCORE VECTOR (Y/N) ? █

```

Gambar 5.13 Nilai Skor untuk Simbol-simbol Keterkaitan

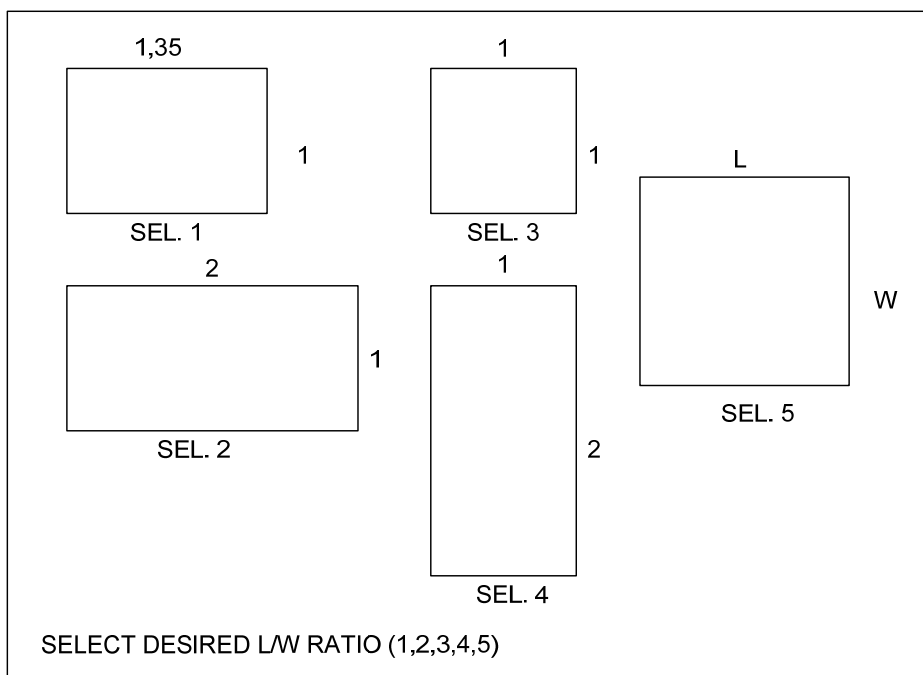
```

DEPARTMENT          SCORE
1  I_RENDAM          8
2  C_GILING         16
3  EI_MASAK1        28
4  F1_SARING1       24
5  G1_CETAK1        28
6  E2_MASAK2        28
7  F2_SARING2       24
8  G2_CETAK2        28
9  A_POTONG         17
10 L_PRODUK          10
11 H_BAKAR          -95
12 B_ALAT            3
13 K_BBKR            7
14 M_CUKA           30
15 D_BAKAIR         45
16 M_SUMUR          10
17 J_RMND            5

HIT RET KEY TO CONTINUE ANALYSIS ? █

```

Gambar 5.14 Nilai Skor Masing-masing Departemen



Gambar 5.14 Pilihan Rasio Panjang dan Lebar yang Dikehendaki

Tabel 5.27 Skor Masing-masing Alternatif Tata Letak

LAYOUT	ADJ-SCORE	REL-DIST SCORES		PROD MOVEMENT
1	0.13 - 4	0.44 - 8	55065.98 - 7	132737.9 - 9
2	0.07 - 9	0.43 - 9	59592.78 - 9	153812.6 - 10
3	0.09 - 8	0.49 - 3	47670.55 - 2	112985 - 5
4	0.19 - 1	0.56 - 1	35168.5 - 1	101778.4 - 3
5	0.01 - 10	0.38 - 10	71748.32 - 10	117843.5 - 8
6	0.15 - 2	0.50 - 2	49106.18 - 3	115439.7 - 7
7	0.13 - 4	0.46 - 6	51407.1 - 5	87794.32 - 1
8	0.11 - 7	0.47 - 4	54476.64 - 6	114814.7 - 6
9	0.14 - 3	0.47 - 4	51339.59 - 4	96961.92 - 2
10	0.12 - 6	0.46 - 6	55066.61 - 8	108805.2 - 4

Dari kesepuluh alternatif pilihan pada Tabel 5.27 tata letak ke 4 menunjukkan skor kedekatan tertinggi dan tata letak tersebut dapat ditampilkan pada gambar 5.15 berikut ini :

LAYOUT SCORE
0.19

?
S – TO SAVE
RET FOR MENU
A = ANALYSIS
E = EXCHANGE

12		8	2	6		5	4	
11	13			3		7		14
9		16		1	17	10		15

- | | |
|---------------|--------------|
| 1. I_RENDAM | 10. L_PRODUK |
| 2. C_GILING | 11. H_BAKAR |
| 3. E1_MASAK1 | 12. B_ALAT |
| 4. F1_SARING1 | 13. K_BBKR |
| 5. G1_CETAK1 | 14. N_CUKA |
| 6. E2_MASAK2 | 15. D_BAKAIR |
| 7. F2_SARING2 | 16. M_SUMUR |
| 8. G2_CETAK2 | 17. J_KMND |
| 9. A_POTONG | |

Gambar 5.15 Alternatif Tata Letak dengan Skor Tertinggi

Tata letak yang disusun oleh BLOCPLAN pada gambar 5.15 dapat dilakukan analisis mengenai panjang dan lebar masing-masing departemen serta ukuran jarak titik pusat masing-masing departemen. Ukuran-ukuran tersebut ditunjukkan pada tabel 5.28.

Tabel 5.29 Ukuran Panjang dan Lebar, serta Titik Pusat Masing-Masing Departemen

		CENTROIDS		LENGTH	WIDTH	L/W
		X	Y			
1	I RENDAM	346.61	110.47	86.60	220.90	0.40
2	C GILING	293.78	545.59	39.00	218.80	0.20
3	E1 MASAK	366.97	328.57	145.50	215.20	0.70
4	F1 SARING	583.38	545.59	143.20	218.80	0.70
5	G1 CETAK	484.14	545.59	55.30	218.80	0.30
6	E2 MASAK	384.90	545.59	143.20	218.80	0.70
7	F2 SARING	512.52	328.57	145.50	215.20	0.70
8	G2 CETAK	246.62	545.59	55.30	218.80	0.30
9	A POTONG	87.58	110.47	175.20	220.90	0.80
10	L PRODUK	560.41	110.47	157.80	220.90	0.70
11	H BAKAR	63.47	328.57	126.90	215.20	0.60
12	B ALAT	109.49	545.59	219.00	218.80	1.00
13	K BBKR	210.57	328.57	167.20	215.20	0.80
14	N CUKA	620.13	328.57	69.70	215.20	0.30
15	D BAKAIR	647.16	110.47	15.60	220.90	0.10
16	M SUMUR	239.24	110.47	128.20	220.90	0.60
17	J KMND	435.69	110.47	91.60	220.90	0.40

5.2.6 Layout Usulan Diagram Alir Proses Produksi

Pada *layout* usulan untuk pabrik tahu di daerah Industri Kecil Tahu “Sumber Rejeki” Kartasura yang dihasilkan dari hasil olahan *BLOCPAN* didapat *layout* usulan diagram alir proses produksi tahu seperti pada gambar 5.16 sebagai berikut :

Perhitungan total jarak *material handling* pada *layout* awal dengan satuan m dalam 1 hari kerja.

Tabel 5.30 Rekapitulasi Jarak *Material Handling*

Pabrik	Jarak <i>Material Handling</i>			Hasil Masak
	<i>Rectilinear</i> (m)	<i>Square Euclidean</i> (m)	<i>Euclidean</i> (m)	
I	23.125	1539.45	19.5712	40
II	17.2125	748.371875	13.4957272	24
III	13.825	733.675	13.42684205	24
IV	14.0375	658.609375	12.054833405	24
V	14.375	418.08125	12.06010658	24

Dari rekapitulasi jarak *material handling* pada tabel 5.30 dapat diketahui jarak *material handling* dari masing-masing *layout* untuk satu kali masak sebagai berikut :

Pabrik I

Dalam satu hari dapat memasak 40 kali dalam sekali masak membutuhkan bahan kedelai 6 Kg. Dalam sekali masak menghasilkan 2 kotak tahu. Jadi jarak yang ditempuh dalam satu kali masak adalah sebagai berikut :

$$\textit{Rectilinear} = 23.125 \text{ meter} / 40 = 0.578125 \text{ meter}$$

$$\textit{Square Euclidean} = 1539.45 \text{ meter} / 40 = 38.48625 \text{ meter}$$

$$\textit{Euclidean} = 19.5712 \text{ meter} / 40 = 0.48928 \text{ meter}$$

Pabrik II

Dalam satu hari dapat memasak 24 kali dalam sekali masak membutuhkan bahan kedelai 6 Kg. Dalam sekali masak menghasilkan 2 kotak tahu. Jadi jarak yang ditempuh dalam satu kali masak adalah sebagai berikut :

$$\textit{Rectilinear} = 17.2125 \text{ meter} / 24 = 0.7171875 \text{ meter}$$

$$\textit{Square Euclidean} = 748.371875 \text{ meter} / 24 = 31.1821615 \text{ meter}$$

$$\textit{Euclidean} = 13.4957272 \text{ meter} / 24 = 0.562322 \text{ meter}$$

Pabrik III

Dalam satu hari dapat memasak 24 kali dalam sekali masak membutuhkan bahan kedelai 6 Kg. Dalam sekali masak menghasilkan 2 kotak tahu. Jadi jarak yang ditempuh dalam satu kali masak adalah sebagai berikut :

$$\textit{Rectilinear} = 13.825 \text{ meter} / 24 = 0.576042 \text{ meter}$$

$$\textit{Square Euclidean} = 733.675 \text{ meter} / 24 = 30.5698 \text{ meter}$$

$$\textit{Euclidean} = 13.42684205 \text{ meter} / 24 = 0.55945 \text{ meter}$$

Pabrik IV

Dalam satu hari dapat memasak 24 kali dalam sekali masak membutuhkan bahan kedelai 6 Kg. Dalam sekali masak menghasilkan 2 kotak tahu. Jadi jarak yang ditempuh dalam satu kali masak adalah sebagai berikut :

$$\text{Rectilinear} = 14.0375 \text{ meter} / 24 = 0.584895 \text{ meter}$$

$$\text{Square Euclidean} = 658.609375 \text{ meter} / 24 = 27.442058 \text{ meter}$$

$$\text{Euclidean} = 12.054833405 \text{ meter} / 24 = 0.502285 \text{ meter}$$

Pabrik V

Dalam satu hari dapat memasak 24 kali dalam sekali masak membutuhkan bahan kedelai 6 Kg. Dalam sekali masak menghasilkan 2 kotak tahu. Jadi jarak yang ditempuh dalam satu kali masak adalah sebagai berikut :

$$\text{Rectilinear} = 14.375 \text{ meter} / 24 = 0.598958 \text{ meter}$$

$$\text{Square Euclidean} = 418.08125 \text{ meter} / 24 = 17.420052 \text{ meter}$$

$$\text{Euclidean} = 12.06010658 \text{ meter} / 24 = 0.5025 \text{ meter}$$

Perhitungan total jarak *material handling* pada *layout* usulan dengan satuan m dalam 1 hari kerja.

Tabel 5.31 Jarak *Material Handling* pada *Layout* Usulan

Pabrik	Jarak <i>Material Handling</i>			Hasil Masak
	<i>Rectilinear</i> (m)	<i>Square Euclidean</i> (m)	<i>Euclidean</i> (m)	
Usulan	21.74	1341.36	18.18185	40

Dari tabel 5.31 dapat dihitung jarak *material handling* untuk *layout* usulan dalam satu kali masak satu hari dapat memasak 40 kali dalam sekali masak membutuhkan bahan kedelai 6 Kg. Dalam sekali masak menghasilkan 2 kotak tahu. Jadi jarak yang ditempuh dalam satu kali masak adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Rectilinear} &= 21.74 \text{ meter} / 40 &= 0.5435 \text{ meter} \\
 \text{Square Euclidean} &= 1341.36 \text{ meter} / 40 &= 33.536 \text{ meter} \\
 \text{Euclidean} &= 18.18185 \text{ meter} / 40 &= 0.45454625 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Setelah melakukan proses perhitungan mengenai besarnya jarak *material handling* pada kondisi *layout* awal pabrik milik Bapak Kasno dengan kondisi perancangan *layout* usulan diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 5.32 Perbandingan Jarak *Material Handling Layout* awal (Pabrik Milik Bapak Kasno) dengan *Layout Usulan*

Model Jarak	Jarak Material Handling		Pengurangan Jarak Material Handling (meter/hari)	Penghematan (% / hari)	Keterangan
	Layout awal (meter/hari)	Layout Usulan (meter/hari)			
<i>Rectilinear</i>	23.125	21.74	1.385	0.06	Turun
<i>Square Euclidean</i>	1539.45	1341.36	198.09	0.129	Turun
<i>Euclidean</i>	19.5712	18.18185	1.38935	0.071	Turun

5.2.7 Perhitungan Waktu Baku

Pada tahapan ini diasumsikan waktu yang didapatkan sesuai dengan keadaan sehari - hari, tenaga kerja yang ada tetap. Dengan memfokuskan pekerjaan pada proses pembuatan tahu pada ke lima Pabrik tersebut sebagai berikut :

1) pengujian data pengukuran

a. Hitung rata-rata dengan:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{k}$$

Maka di peroleh:

$$\bar{X} = 72.54/5 = 14.51 \text{ menit}$$

b. Hitung standard deviasi sebenarnya dari waktu penyelesaian dengan:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{N-1}}$$

$$= 0.76$$

- c. Lakukan uji keseragaman data dengan menentukan batas kontrol atas dan batas kontrol bawah (BKA dan BKB):

$$BKA = \bar{x} + 3\sigma$$

$$BKB = \bar{x} - 3\sigma$$

Maka di peroleh:

$$BKA = 14.51 + (3 * 0.76) = 16.80 \text{ menit}$$

$$BKB = 14.51 - (3 * 0.76) = 12.21 \text{ menit}$$

Kesimpulan: dari perhitungan di atas diketahui bahwa data seragam karena data tidak ada yang melebihi BKA dan BKB.

- d. Uji kecukupan

$$N' = \left(\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right)^2$$

$$tk = 90\%, k = 1,65, s = 10\%, \frac{k}{s} = 16.5$$

$$\sum x = 11.45 + 14.50 + 14.53 + 15.61 + 14.45$$

$$= 72.54 \text{ menit}$$

$$\sum(x^2) = (13.45)^2 + (14.50)^2 + (14.53)^2 + (15.61)^2 + (14.45)^2$$

$$= 1054.75 \text{ menit}$$

$$(\sum x)^2 = (72.54)^2$$

$$= 5262.05 \text{ menit}$$

$$N' = \left(\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x} \right)^2$$

$$N' = \left(\frac{16.5\sqrt{(5 \times 1054.75)} - 5262.05}{72.54} \right)$$

$$= 0.6047388 \text{ kali}$$

Kesimpulan: karena $N' < N$ maka data telah mencukupi.

2) Langkah-langkah perhitungan waktu baku.

a. Hitung waktu siklus rata-rata dengan:

$$W_s = \frac{\sum x_i}{N} = \frac{11930}{18} \cdot 72.54/5 = 14.51 \text{ menit}$$

b. Hitung waktu normal dengan:

$$W_n = W_s \cdot P$$

Faktor penyesuaian (Lampiran tabel penyesuaian)

a) ketrampilan = *good* (C1) = +0.06

b) usaha = *good* (C1) = +0.05

c) kondisi = *excellent* (B) = +0.04

d) kompetensi = *average* (D) = +0.00 +

$$\pm 0.15$$

$$P' = 1 + \text{faktor penyesuaian} = 1 + (+0.15) = 1.15$$

$$= 14.51 \cdot 1.15 = 16.6842 \text{ menit}$$

c. Hitung waktu baku

$$W_b = W_n + I$$

faktor kelonggaran :

1) tenaga yang dikeluarkan (ringan) = 7.5%

2) sikap kerja (berdiri) = 1.5%

3) gerakan kerja (normal) = 0%

- 4) kelelahan mata (terus menerus) = 12%
 - 5) keadaan temperatur tempat kerja (normal) = 0 %
 - 6) Keadaan atmosfer (baik) = 0 %
 - 7) Keadaan lingkungan (terasa adanya getaran di lantai) = 8 %
- ± 29 %

$$= \left[\frac{100\%}{100\% - \text{faktor kelonggaran}} \right]$$

$$= \left[\frac{100\%}{100\% - 29\%} \right]$$

$$= 1.048$$

$$= 16.6842 + 1.048 = 18.0922 \text{ menit} = 0.30154 \text{ jam}$$

3) Perhitugn output Standar

$$OS = \frac{1}{\text{waktunormal}} = 0.055272438$$

Hasil waktu data di atas diketahui bahwa merupakan waktu kegiatan manusia dalam setiap stasiun, sedangkan untuk membandingkan metode langsung dengan metode tidak langsung, peneliti memisahkan antara waktu baku dari elemen mesin dengan elemen manusia/operator, sebagai berikut :

Tabel. 5.33 Waktu baku proses pembuatan Tahu

Pabrik	Waktu Baku (menit)	
	manusia	mesin
1	18.0922	40.4988
2	19.647	35.3215
3	16.3948	40.3215
4	20.3876	40.3079
5	20.7211	31.8186

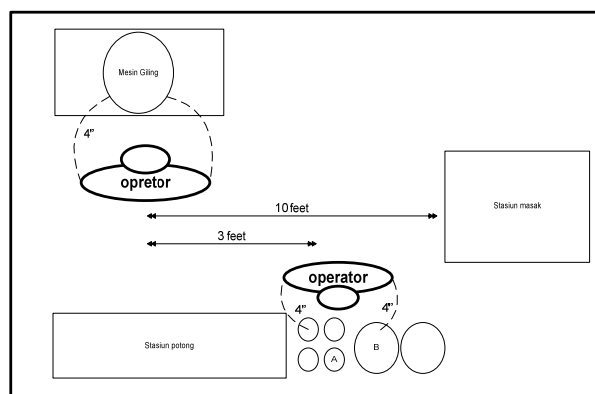
Dari data Tabel 5.33 di atas maka waktu baku elemen manusia di bandingkan dengan metode tidak langsung, sebelumnya maka di tentukan waktu baku secara tidak langsung menggunakan metode MTM-1

5.2.8 Perhitungan Menggunakan Metode Tidak Langsung

Dalam menggunakan metode tidak langsung, hal yang dilakukan adalah mengelompokkan elemen – elemen gerakan disetiap stasiun dalam proses pembuatan tahu.

a. Deskripsi pekerjaan pada stasiun giling

Pada pekerjaan pada stasiun giling ini, berada di stasiun perendaman kedelai, mula- mula operator menjangkau ember berisi kedelai dengan jarak 4 inchi, lalu membawa kedelai yang telah dibersihkan ke stasiun giling dengan jarak 3 Feet, kemudian operator kembali ke stasiun perendaman untuk mengambil ember kosong sebagai tempat penampungan kedelai yang sudah digiling,. Kemudian hasil gilingan dibawa ke stasiun berikutnya, yaitu stasiun Masak. dengan jarak 10 feet

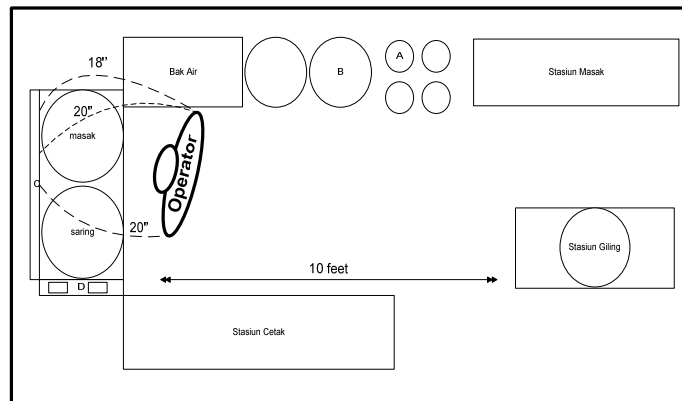


Gambar 4.1 Ilustrasi kerja pada Stasiun Giling

b. Deskripsi pekerjaan pada stasiun Masak

Pada pekerjaan pada stasiun masak ini, pekerja berdiri didekat tungku pemasakan, proses yang dilakukan yaitu memasukkan sari kedelai ke dalam tungku pemasakan, kemudian ember dikembalikan ke stasiun giling sejauh 10 feet lalu kembali ke stasiun masak, kemudian operator mengambil serokan/sedok yang berjarak 18 inchi, lalu mengambil air ledeng dengan

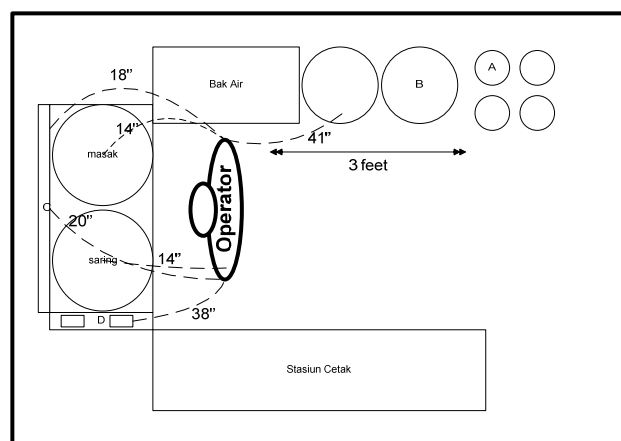
gayung dengan jarak 20 inchi ,untuk menambahkan volume dari sari kedelai tersebut agar tidak gosong karena proses pemasakannya menggunakan uap air,buih – buih masih masak dibuang di samping tunggu sejarak 20 inchi ,hal yang lakukan yaitu memasak sari kedelai,setelah masak sari kedelai tersebut,didiamkan sambil di tambahkan cuka untuk mengembangkan sari kedelai tersebut lalu akan dilakukan penyaringan.



Gambar 4.2 Ilustrasi kerja pada Stasiun Masak

c. Deskripsi pekerjaan pada stasiun Saring

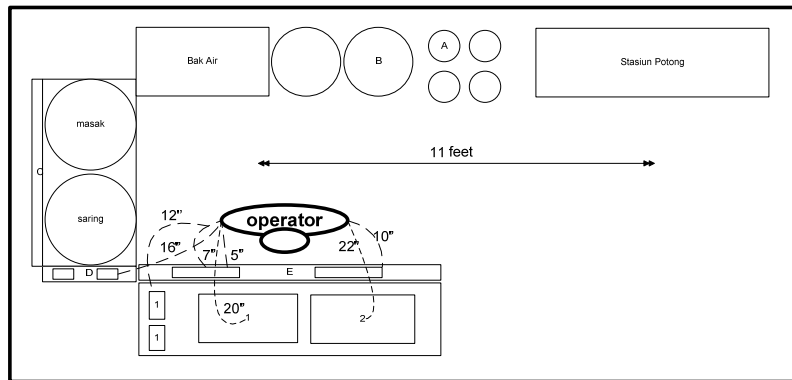
Pada Stasiun saring,pekerja hanya melakukan proses pengambilan sari tahu setelah dimasak,dengan memasukkan hasil masakan kedalam alat penyaring agar ampas kasar dari sari kedelai tersebut terpisahkan dengan sari tahu yang bersih,lalu hasil saringan diberi cuka agar sari tahu mengendap dipermukaan sehingga bisa diambil sari tahu yang telah hilang ampasnya.



Gambar 4.3 Ilustrasi kerja pada Stasiun Saring

d. Deskripsi pekerjaan pada stasiun Saring

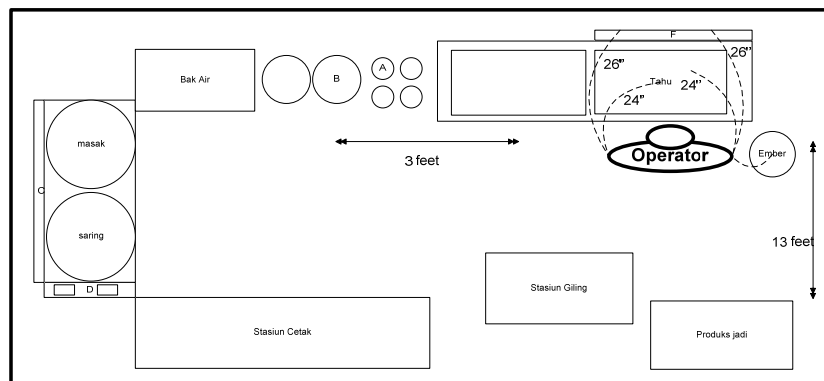
Setelah ampas dibuang, sari tahu akan mengendap dipermukaan, setelah itu sari tahu yang mengendap tadi dipindahkan ke dalam cetakan kayu untuk dibuat tahu yang padat, dengan menggunakan cetakan kayu yang didalamnya diberikan kain saring hingga sari tahu yang ditekan dengan alat cetak sehingga kandungan air semakin berkurang dan sari tahu akan padat dan berbentuk.



Gambar 4.4 Ilustrasi kerja pada Stasiun Cetak

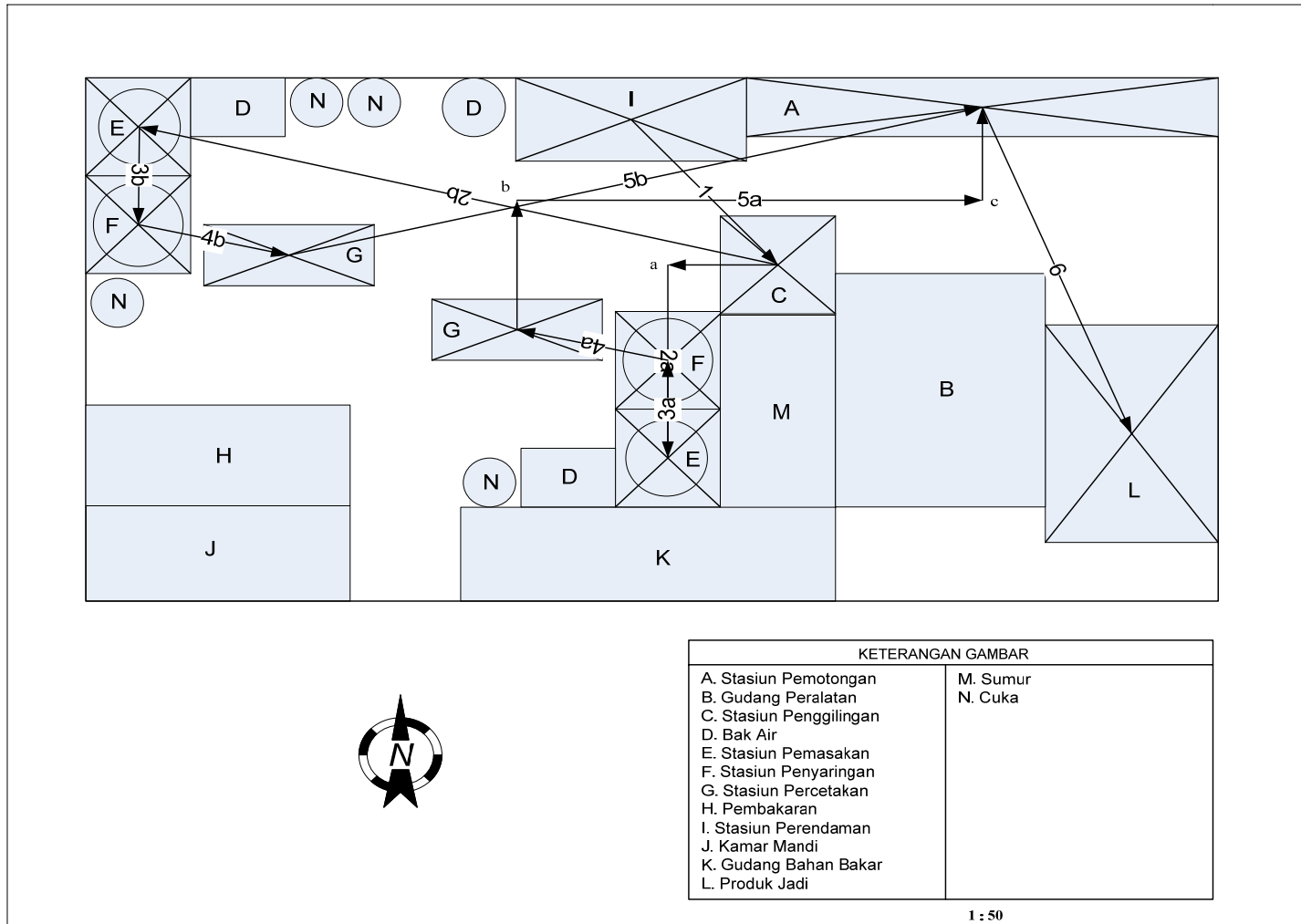
e. Deskripsi pekerjaan pada stasiun Potong

Setelah tahu padat maka cetakan tahu tersebut dibawah stasiun potong dan siap dipotong, adapaun bentuk dan ukuran potong ditentukan oleh pihak pabrik tersebut.



Gambar 4.5 Ilustrasi kerja pada Stasiun Potong

f. Layout dari pabrik Milik Bapak Kasno



Gambar 4.6 Layout pada Pabrik I Milik Bapak Kasno

Tabel 5.34 Data Elemen Pada Stasiun Giling Pabrik I

bagan analisa						
Bagian :		Tanggal : 27/08/2009		No : 1		
Operasi : Penggilingan		Analisis : ELSON		Lembar Ke 1 dari 2		
Keterangan Tangan Kiri	No	LH	TMU	RH	No	Keterangan Tangan Kanan
mengambil sari kedelai	1	R4C	8.4	-	1	menganggur
membawa sari kedelai	2	W3FTO	6.8	-	2	menganggur
meletak ember yang berisi kedelai	3	R1	2	-	3	menganggur
mengambil ember kosong	4	R7C	10.8	-	4	menganggur
meletak ember kosong	5	R1	2	-	5	menganggur
memindahkan ember	6	M10C	12.2		6	menganggur
meletak ember	7	R1	2		7	menganggur
mengambil ember Berisi kedelai	8	M7C	11.1		8	mengambil ember Berisi kedelai
meletak ember	9	R1	2		9	meletak ember
mengambil ember kecil	10	R16C	17		10	menganggur
membawa ke tempat air	11	M10C	17	M10C	11	membawa ke tempat air
Memegang ember	12	G4a	7.3	G4a	12	Memegang ember
mengambil air	13	M7B	9.7	M7B	13	mengambil air
mengangkat ember berisi air	14	P2NSE	21	P2NSE	14	mengangkat ember berisi air
Menyerahkan ember berisi air	15	P3SS	46.5	P3SS	15	Menyerahkan ember berisi air
menuangkan air ke dalam ember berisi kedelai	16	P2NSE	21	P2NSE	16	menuangkan air ke dalam ember berisi kedelai
mengambil air	17	M7B	9.7	M7B	17	mengambil air
mengangkat ember berisi air	18	P2NSE	21	P2NSE	18	mengangkat ember berisi air
Menyerahkan ember berisi air	19	P3SS	46.5	P3SS	19	Menyerahkan ember berisi air
menuangkan air ke dalam ember berisi kedelai	20	P2NSE	21	P2NSE	20	menuangkan air ke dalam ember berisi kedelai
mengambil air	21	M7B	9.7	M7B	21	mengambil air
mengangkat ember berisi air	22	P2NSE	21	P2NSE	22	mengangkat ember berisi air
Menyerahkan ember berisi air	23	P3SS	46.5	P3SS	23	Menyerahkan ember berisi air
menuangkan air ke dalam ember berisi kedelai	24	P2NSE	21	P2NSE	24	menuangkan air ke dalam ember berisi kedelai
mengambil air	25	M7B	9.7	M7B	25	mengambil air
mengangkat ember berisi air	26	P2NSE	21	P2NSE	26	mengangkat ember berisi air

Menyerahkan ember berisi air	27	P3SS	46.5	P3SS	27	Menyerahkan ember berisi air
menuangkan air ke dalam ember berisi kedelai	28	P2NSE	21	P2NSE	28	menuangkan air ke dalam ember berisi kedelai
meletakkan ember	29	R1	2	-	29	menganggur
mengambil ember berisi kedelai	30	R16C	17	-	30	menganggur
membawa ember kedelai	31	M16C	18.7	-	31	menganggur
meletakkan ember kedelai	32	R1	2	-	32	menganggur
memegang ember berisi kedelai	33	G4a	7.3	-	33	menganggur
menganggur	34	-	6	W3FT	34	mengambil ember tempat hasil gilingan
menganggur	35		8.4	R4B	35	menjangkau ember

Bagan analisa						
Bagian :		Tanggal : 27/08/2009		No : 1		
Operasi : Penggilingan		Analisis : ELSON		Lembar Ke 2 dari 2		
Keterangan Tangan Kiri	No	LH	TMU	RH	No	Keterangan Tangan Kanan
menganggur	36	-	6	W3FT	36	membawa ember tempet hasil gilingan
menganggur	37	-	2	R1	37	meletakkan ember penampungan hasil gilingan
memasukan sari kedelai ke dalam penggilingan	38	P3NSD	53.4	P3NSD	38	memasukan sari kedelai ke dalam penggilingan
memegang ember	39	G4a	7.3	RI	39	melepaskan ember
membawa ember ketempat pembilasan	40	W3FTO	6.8	-	40	menganggur
membersihkan ember	41	T45L	10.5	G1CI	41	memegang ember yang dibersihkan
menganggur	42	-	2	R1	42	meletakkan ember yang telah dibilas
mengambil ember berisi hasil gilingan	43	R4C	8.4	-	43	menganggur
membawa ember ke stasiun masak	44	W16FTO	6	-	44	menganggur

No	keterangan elemen gerakan	TMU	Faktor	Kelonggaran 10%	Waktu (jam)	Jumlah Ulang per Siklus	Total Waktu (jam)
			Konversi 0.00001 jam				
1	walk (W)	31.6	0.000316	0.0000316	0.000316	1	0.0003476
2	Position (P)	407.4	0.004074	0.0004074	0.004074	1	0.0044814
3	Graps (G)	32.4	0.000324	0.0000324	0.000324	1	0.0003564
4	Reach (R)	70	0.0007	0.00007	0.0007	1	0.00077
5	Release (RI)	12	0.00012	0.000012	0.00012	1	0.000132
6	Turn (T)	10.5	0.000105	0.0000105	0.000105	1	0.0001155
7	Move (M)	97.8	0.000978	0.0000978	0.000978	1	0.0010758

Tabel 5.35 Data Elemen Pada Stasiun Pemasakan Pabrik I

bagan analisa						
Bagian :		Tanggal : 28/08/2009		No :		
Operasi : pemasakan		Analisis : ELSON		Lembar Ke 1 dari 2		
Keterangan Tangan Kiri	No	LH	TMU	RH	No	Keterangan Tangan Kanan
mengangkat ember & memasukan hasil gilingan	1	M30C13. 2	30.7	M30C13. 2	1	mengangkat ember & memasukan hasil gilingan
memegang ember	2	G4a	7.3	-	2	menganggur
meletakkan ember	3	R1	2	-	3	menganggur
mengambil ember kecil	4	R8C	11.5	-	4	menganggur
menyiram air kedalam ember gilingan	5	P1NSE	10.4	-	5	menganggur
membilas ember	6	T90S	5.4	T90S	6	membilas ember
membuang air	7	M5A	7.3	M5A	7	membuang air
mengambil air	8	R8C	11.5	-	8	menganggur
menyiram ke ember gilingan	9	P1NSE	10.4	-	9	menganggur
membilas ember	10	T90S	5.4	T90S	10	membilas ember
membuang air	11	M5A	7.3	M5A	11	membuang air
meletakkan ember yang telah bersih	12	R1	2	-	12	menganggur
mengambil gayung air	13	G1C1	7.3	R1	13	meletakkan ember
mengambil air kran	14	P2SD	48.6	-	14	menganggur
menyiramkan kedalam tungku pemasakan	15	G2	5.6	G1B	15	menahan/berpegangan pada stasiun
mengambil air kran	16	P2SD	48.6	-	16	menganggur

menyiramkan kedalam tungku pemasakan	17	G2	5.6	G1B	17	menahan/berpegangan pada stasiun
mengambil air kran	18	P2SD	48.6	-	18	menganggur
menyiramkan kedalam tungku pemasakan	19	G2	5.6	G1B	19	menahan/berpegangan pada stasiun
mengambil air kran	20	P2SD	48.6	-	20	menganggur
menyiramkan kedalam tungku pemasakan	21	G2	5.6	G1B	21	menahan/berpegangan pada stasiun
meletakkan gayung	22	RI 1	2	-	22	menganggur
membawa ember ke tempat gilingan	23	W14FTO	6.8	-	23	menganggur
menganggur	24	-	12.3	R18A	24	mengambil sedok/serokan
menganggur	25	-	9.4	T180S	25	mengambil buih pada saat pemasakan
menganggur	26	-	19.2	M20A	26	membawa buih/gelembung ketempat pembuangan
menganggur	27	-	3.4	AF	27	membuang buih tersebut
menganggur	28	-	9.4	T180S	28	mengambil buih pada saat pemasakan
menganggur	29	-	19.2	M20A	29	membawa buih/gelembung ketempat pembuangan
menganggur	30	-	3.4	AF	30	membuang buih tersebut
menganggur	31	-	9.4	T180S	31	mengambil buih pada saat pemasakan
menganggur	32	-	19.2	M20A	32	membawa buih/gelembung ketempat pembuangan
menganggur	33	-	3.4	AF	33	membuang buih tersebut
menganggur	34	-	9.4	T180S	34	mengambil buih pada saat pemasakan
bagan analisa						
Bagian : Operasi : pemasakan		Tanggal : 28/08/2009		No :		
		Analisis : ELSON		Lembar Ke 2 dari 2		
Keterangan Tangan Kiri	No	LH	TMU	RH	No	Keterangan Tangan Kanan
menganggur	35	-	19.2	M20A	35	membawa buih/gelembung ketempat pembuangan
menganggur	36	-	3.4	AF	36	membuang buih tersebut
meletakan sedok	37	R1	2	-	37	menganggur
mengambil gayung air	38	R20A	13.1	GIC2	38	memegang sedok/serokan
mengambil air kran	39	T45M	8.7	GIC2	39	memegang sedok/serokan
menyiramkan kedalam tungku pemasakan	40	T45M	8.7	GIC2	40	memegang sedok/serokan
meletakkan gayung	41	RI 1	8.7	GIC2	41	memegang sedok/serokan
menganggur	42	-	9.4	T180S	42	mengambil buih pada saat pemasakan
menganggur	43	-	19.2	M20A	43	membawa buih/gelembung ketempat pembuangan

menganggur	44	-	9.4	T180S	44	mengambil buih pada saat pemasakan
menganggur	45	-	19.2	M20A	45	membawa buih/gelembung ketempat pembuangan
menganggur	46	-	3.4	AF	46	membuang buih tersebut
menganggur	47	-	2	RI 1	47	meletakkan sedok/serokan

No	keterangan	TMU	Faktor	kelonggaran	Waktu	Jumlah Ulang	Total
	elemen gerakan		Konversi 0.00001 jam	10%	(jam)	per Siklus	Waktu (jam)
1	walk (W)	6.8	0.000068	0.000068	0.000068	1	0.0000748
2	Position (P)	215.2	0.002152	0.0002152	0.002152	1	0.0023672
3	Graps (G)	54.4	0.000544	0.0000544	0.000544	1	0.0005984
4	Turn (T)	84.6	0.000846	0.0000846	0.000846	1	0.0009306
5	Reach (R)	48.4	0.000484	0.0000484	0.000484	1	0.0005324
6	Release (RI)	10	0.0001	0.00001	0.0001	1	0.00011
7	Apply Pressure (AP)	17	0.00017	0.000017	0.00017	1	0.000187
8	Move (M)	160.5	0.001605	0.0001605	0.001605	1	0.0017655

Tabel 5.36 Data Elemen Pada Stasiun Penyaringan Pabrik I

bagan analisa						
Bagian :		Tanggal :		No :		
Operasi : Penyaringan		Analisis :		Lembar Ke 1 dari 4		
Keterangan Tangan Kiri	No	LH	TMU	RH	No	Keterangan Tangan Kanan
mengambil tempat saringan	1	R43A	43.4	R43A	1	mengambil tempat saringan
menganggur	2	-	41.4	R41A	2	mengambil gayung
menganggur	3	-	3.5	T45S	3	mengambil air kran
menahan/berpegangan pada stasiun	4	GIB	5.5	T45M	4	menyiram air ke tempat pemasakan
berpegangan pada tungku	5	GIA	35.6	M35B	5	mengambil sari tahu pada tungku
memegang tempat penyaringan	6	G2	5.6	T45M	6	menyiram sari pada tempat saringan
berpegangan pada tungku	7	GIA	35.6	M35B	7	mengambil sari tahu pada tungku
memegang tempat penyaringan	8	G2	5.6	T45M	8	menyiram sari pada tempat saringan

berpegangan pada tungku	9	GIA	35.6	M35B	9	mengambil sari tahu pada tungku
memegang tempat penyaringan	10	G2	5.6	T45M	10	menyiram sari pada tempat saringan
berpegangan pada tungku	11	GIA	35.6	M35B	11	mengambil sari tahu pada tungku
memegang tempat penyaringan	12	G2	5.6	T45M	12	menyiram sari pada tempat saringan
berpegangan pada tungku	13	GIA	35.6	M35B	13	mengambil sari tahu pada tungku
memegang tempat penyaringan	14	G2	5.6	T45M	14	menyiram sari pada tempat saringan
berpegangan pada tungku	15	GIA	35.6	M35B	15	mengambil sari tahu pada tungku
memegang tempat penyaringan	16	G2	5.6	T45M	16	menyiram sari pada tempat saringan
berpegangan pada tungku	17	GIA	35.6	M35B	17	mengambil sari tahu pada tungku
memegang tempat penyaringan	18	G2	5.6	T45M	18	menyiram sari pada tempat saringan
berpegangan pada tungku	19	GIA	35.6	M35B	19	mengambil sari tahu pada tungku
memegang tempat penyaringan	20	G2	5.6	T45M	20	menyiram sari pada tempat saringan
berpegangan pada tungku	21	GIA	35.6	M35B	21	mengambil sari tahu pada tungku
memegang tempat penyaringan	22	G2	5.6	T45M	22	menyiram sari pada tempat saringan
berpegangan pada tungku	23	GIA	35.6	M35B	23	mengambil sari tahu pada tungku
memegang tempat penyaringan	24	G2	5.6	T45M	24	menyiram sari pada tempat saringan
berpegangan pada tungku	25	GIA	35.6	M35B	25	mengambil sari tahu pada tungku
memegang tempat penyaringan	26	G2	5.6	T45M	26	menyiram sari pada tempat saringan
berpegangan pada tungku	27	GIA	35.6	M35B	27	mengambil sari tahu pada tungku

bagan analisa

Bagian : Tanggal : 28/08/2009 No :
 Operasi : Penyaringan Analisis : ELSON Lembar Ke 2 dari 4

Keterangan Tangan Kiri	No	LH	TMU	RH	No	Keterangan Tangan Kanan
memegang tempat penyaringan	28	G2	5.6	T45M	28	menyiram sari pada tempat saringan
berpegangan pada tungku	29	GIA	35.6	M35B	29	mengambil sari tahu pada tungku
memegang tempat penyaringan	30	G2	5.6	T45M	30	menyiram sari pada tempat saringan
berpegangan pada tungku	31	GIA	35.6	M35B	31	mengambil sari tahu pada tungku
memegang tempat penyaringan	32	G2	5.6	T45M	32	menyiram sari pada tempat saringan
berpegangan pada tungku	33	GIA	35.6	M35B	33	mengambil sari tahu pada tungku

memegang tempat penyaringan	34	G2	5.6	RI 1		meletakkan gayung
memegang alat penyaring	35	GIA	2	GIA	35	memegang alat penyaring
memutar ke atas dan ke bawah	36	P3NSE	47.8	P3NSE	36	memutar ke atas dan ke bawah
memegang alat penyaring	37	G2	41.4	R41A	37	mengambil gayung
memegang alat penyaring	38	G2	35.7	R35B	38	mengambil air kran
memegang alat penyaring	39	G2	5.5	T45M	39	menyiramkan air pada penyaringan
memegang alat penyaring	40	G2	35.7	R35B	40	mengambil air kran
memegang alat penyaring	41	G2	5.5	T45M	41	menyiramkan air pada penyaringan
memegang alat penyaring	42	G2	35.7	R35B	42	mengambil air kran
memegang alat penyaring	43	G2	5.5	T45M	43	menyiramkan air pada penyaringan
memegang alat penyaring	44	G2	35.7	R35B	44	mengambil air kran
memegang alat penyaring	45	G2	5.5	T45M	45	menyiramkan air pada penyaringan
memegang alat penyaring	46	G2	5.6	RI 1	46	meletakkan gayung
memegang alat penyaring	47	G2	5.6	G2	47	memegang alat penyaring
memutar ke atas dan ke bawah	48	P3NSE	47.8	P3NSE	48	memutar ke atas dan ke bawah
memegang alat penyaring	49	G2	43.4	R41A	49	mengambil gayung
memegang alat penyaring	50	G2	35.7	R35B	50	mengambil air kran
memegang alat penyaring	51	G2	5.6	T45S	51	menyiramkan air pada penyaringan
memegang alat penyaring	52	G2	5.6	RI 1	52	meletakkan gayung
memutar saringan	53	T45S	3.5	T45S	53	memutar saringan
menekan/memas sari tahu	54	AF	3.4	AF	54	menekan/memas sari tahu
melepaskan tekanan	55	RI 1	2	RI 1	55	melepaskan tekanan
menganggur	56	-	43.4	R41A	56	mengambil gayung
menganggur	57	-	35.7	R35B	57	mengambil air kran

bagan analisa

Bagian : Stasiun Saring
 Tanggal : 28/08/2009 No :
 Operasi : Penyaringan Analisis : ELSON Lembar Ke 3 dari 4

Keterangan Tangan Kiri	No	LH	TMU	RH	No	Keterangan Tangan Kanan
menganggur	58	-	5.5	T45M	58	menyiramkan air pada penyaringan

memegang alat penyaring	59	G2	5.6	RI 1	59	meletakkan gayung
memutar saringan	60	T45S	35	T45S	60	memutar saringan
menekan/memeras sari tahu	61	AF	3.4	AF	61	menekan/memeras sari tahu
melepaskan tekanan	62	RI 1	2	RI 1	62	melepaskan tekanan
menganggur	63	-	6	W3FTO	63	mengambil ember pembuangan
menganggur	64	-	6	W3FTO	64	Kembali ke stasiun saring
memegang saringan	65	T45S	11.4	R14A	65	mengambil ampas
membawa ketempat pembuangan	66	W3FTO	6.8	W3FTO	66	membawa ketempat pembuangan
membuang ampas	67	RI 1	2	RI 1	67	membuang ampas
Berjalan kembali ke stasiun	68	W3FTO	6.8	W3FTO	68	Berjalan kembali ke stasiun
melepaskan saringan	69	RI 1	2	RI 1	69	melepaskan saringan
memegang sedok/serokan	70	R41A	41.4	R41A	70	mengambil cuka dengan dayung
mengaduk-aduk cuka yang dimasukkan	71	T90S	21	P2SE	71	menyiramkan cuka kedalam tempat saringan
meletakkan sendok/serokan	72	RI 1	35.6	M35B	72	mengambil cuka dengan dayung
menganggur	73	-	5.5	T45M	73	memasukkan cuka ke dalam tempat saringan
menganggur	74	-	35.6	M35B	74	mengambil buih dan membuangnya
menganggur	75	-	5.5	T45M	75	mengambil cuka dengan dayung
menganggur	76	-	16.6	P2SE	76	menyiramkan cuka kedalam tempat saringan
menganggur	77	-	5.5	T45M	77	mengambil cuka dengan dayung
menganggur	78	-	21	P2NSE	78	menyiramkan cuka kedalam tempat saringan
menganggur	79	-	35.6	M35B	79	mengambil buih/gelembung sari tahu
mengaduk-aduk cuka yang dimasukkan	80	T90S	21	P2SE	80	menyiramkan cuka kedalam tempat saringan
meletakkan sendok/serokan	81	RI 1	35.6	M35B	81	mengambil cuka dengan dayung
menganggur	82	-	5.5	T45M	82	memasukkan cuka ke dalam tempat saringan
menganggur	83	-	35.6	M35B	83	mengambil buih dan membuangnya
menganggur	84	-	5.5	T45M	84	mengambil cuka dengan dayung
menganggur	85	-	16.6	P2SE	85	menyiramkan cuka kedalam tempat saringan
menganggur	86	-	5.5	T45M	86	mengambil cuka dengan dayung
menganggur	87	-	21	P2NSE	87	menyiramkan cuka kedalam tempat saringan

bagan analisa

Bagian : Stasiun Saring
Tanggal : 28/08/2009 No :

Operasi : Penyaringan		Analisis : ELSON				Lembar Ke 4 dari 4	
Keterangan Tangan Kiri	No	LH	TMU	RH	No	Keterangan Tangan Kanan	
menganggur	88	-	35.6	M35B	88	mengambil buih/gelembung sari tahu	
menganggur	89	-	2	RI 1	89	meletakkan sendok/serokan	
mengambil kain saring	90	R10A	8.7	R10A	90	memegang kain saring	
membentangkan kain saring	91	PINSE	10.4	PINSE	91	membentangkan kain saring	
mengambil saringan bambu	92	R20A	13.1	R20A	92	memegang saringan bambu	
membentangkan saringan bambu	93	P2SE	21	P2SE	93	membentangkan saringan bambu	
mengambil selang besi	94	G3	8.7	GIC2	94	meletakkan selang besi di penampungan	
mengembalikan selang besi pada tempatnya	95	RI 1	43.4	R41A	95	mengambil gayung	
memegang gayung dengan kedua tangan	96	GIA	2	GIA	96	memegang gayung dengan kedua tangan	
mengkuras air cuka dari stasiun	97	P2SE	21	P2NSE	97	mengkuras air cuka dari stasiun	
meletakkan ember	98	RI 1	6.5	R5A	98	mengambil sedok/serokan	
menganggur	99	-	21	P2NSE	99	membuang sisa cuka	
menganggur	100	-	21	P2NSE	100	membuang sisa cuka	
menganggur	101	-	21	P2NSE	101	membuang sisa cuka	
menganggur	102	-	21	P2NSE	102	membuang sisa cuka	
menganggur	103	-	21	P2NSE	103	membuang sisa cuka	
menganggur	104	-	21	P2NSE	104	membuang sisa cuka	
mengambil saringan bambu	105	R5A	6.5	GIA	105	memegang sedok/serokan	
mengembalikan saringan bambu	106	RI 1	2	RI 1	106	meletakkan sedok/serokan	
menganggur	107	-	2	GI	107	mengangkat kain saringan	
menganggur	108	-	2	RI 1	108	meletakkan kain saringan	

No	keterangan elemen gerakan	TMU	Faktor	kelonggaran	Waktu	Jumlah Ulang	Total
	Konversi 0.00001 jam		10%	(jam)	per Siklus	Waktu (jam)	
1	walk (W)	18.8	0.000188	0.000188	0.000188	1	0.0002068
2	Position (P)	353.6	0.003536	0.0003536	0.003536	1	0.0038896
3	Graps (G)	130.8	0.001308	0.0001308	0.001308	1	0.0014388
4	Turn (T)	68.6	0.000686	0.0000686	0.000686	1	0.0007546
5	Move (M)	747.6	0.007476	0.0007476	0.007476	1	0.0082236
6	Reach (R)	311.9	0.003119	0.0003119	0.003119	1	0.0034309
7	Release (RI)	14	0.00014	0.000014	0.00014	1	0.000154
8	Apply Pressure (AP)	6.8	0.000068	0.0000068	0.000068	1	0.0000748

Tabel 5.37 Data Elemen Pada Stasiun Pencetakan Pabrik I

bagan analisa						
Bagian :		Tanggal		No :		
Operasi : pencetakan		Analisis		Lembar Ke 1 dari 4		
Keterangan Tangan Kiri	No	LH	TMU	RH	No	Keterangan Tangan Kanan
mengambil dudukan bawah pencetakan ke 1	1	R7B	9.3	R7B	1	mengambil dudukan bawah pencetakan ke 1
meletakkan dudukan bawah cetak ke 1	2	P2NSE	21	P2NSE	2	meletakkan dudukan bawah cetak ke 1
mengambil dudukan samping cetak ke 1	3	R10B	11.5	R10B	3	mengambil dudukan samping cetak ke 1
mengambil kain saring ke 1	4	R16A	11.4	G3	4	memegang kain ke 1 dari kanan kiri
membentangkan kain saringan ke 1	5	P1NSE	10.4	PINSE	5	membentangkan kain saringan ke 1
mengambil dudukan bawah pencetakan ke 2	6	R20B	18.6	R20B	6	mengambil dudukan bawah pencetakan ke 2
meletakkan dudukan bawah cetak ke 2	7	P2NSE	21	P2NSE	7	meletakkan dudukan bawah cetak ke 2
mengambil dudukan samping cetak ke 2	8	R22B	20.1	R22B	8	mengambil dudukan samping cetak ke 2
mengambil kain saring ke 2	9	R16A	11.4	G3	9	memegang kain ke 2 dari kanan kiri
membentangkan kain saringan ke 2	10	P1NSE	10.4	PINSE	10	membentangkan kain saringan ke 2
mengambil sendok/serokan	11	R37A	37.4	-	11	menganggur
mengambil sisa cuka	12	R35A	35.4	-	12	menganggur
membawa sisa cuka	13	M32A	32.8	-	13	menganggur
membuang sisa cuka	14	P2NSE	21	-	14	menganggur
mengambil sendok/serokan	15	R37A	37.4	-	15	menganggur

mengambil sisa cuka	16	R35A	35.4	-	16	mengganggu
membawa sisa cuka	17	M32A	32.8	-	17	mengganggu
membuang sisa cuka	18	P2NSE	21	-	18	mengganggu
mengambil sendok/serokan	19	R37A	37.4	-	19	mengganggu
mengambil sisa cuka	20	R35A	35.4	-	20	mengganggu
membawa sisa cuka	21	M32A	32.8	-	21	mengganggu
membuang sisa cuka	22	P2NSE	21	-	22	mengganggu
mengambil sendok/serokan	23	R37A	37.4	-	23	mengganggu
mengambil sisa cuka	24	R35A	35.4	-	24	mengganggu
membawa sisa cuka	25	M32A	32.8	-	25	mengganggu
membuang sisa cuka	26	P2NSE	21	-	26	mengganggu
meletakkan sendok/serokan cuka	27	R1	2	-	27	mengganggu
menahan/memegang meja	28	G2	6.5	R5A	28	mengambil sendok tahu
bagan analisa						
Bagian :		Tanggal :	28/08/2009	No :		
Operasi : pencetakan		Analisis :	ELSON	Lembar Ke 2 dari 4		
Keterangan	No	LH	TMU	RH	No	Keterangan
Tangan Kiri						Tangan Kanan
menahan/memegang meja	29	G2	13.5	M10C	29	meletakkan sari tahu ke pencetakan ke 1
menahan/memegang meja	30	G2	13.5	M10C	30	meletakkan sari tahu ke pencetakan ke 1
menahan/memegang meja	31	G2	13.5	M10C	31	meletakkan sari tahu ke pencetakan ke 1
menahan/memegang meja	32	G2	13.5	M10C	32	meletakkan sari tahu ke pencetakan ke 1
menahan/memegang meja	33	G2	13.5	M10C	33	meletakkan sari tahu ke pencetakan ke 1
menahan/memegang meja	34	G2	13.5	M10C	34	meletakkan sari tahu ke pencetakan ke 2
menahan/memegang meja	35	G2	22.1	M20C	35	meletakkan sari tahu ke pencetakan ke 2
menahan/memegang meja	36	G2	22.1	M20C	36	meletakkan sari tahu ke pencetakan ke 2
menahan/memegang meja	37	G2	22.1	M20C	37	meletakkan sari tahu ke pencetakan ke 2
menahan/memegang meja	38	G2	22.1	M20C	38	meletakkan sari tahu ke pencetakan ke 2
menahan/memegang meja	39	G2	13.5	M10C	39	meletakkan sari tahu ke pencetakan ke 1
menahan/memegang meja	40	G2	22.1	M20C	40	meletakkan sari tahu ke pencetakan ke 2
menahan/memegang meja	41	G2	22.1	M20C	41	meletakkan sari tahu ke pencetakan ke 2
menahan/memegang meja	42	G2	22.1	M20C	42	meletakkan sari tahu ke pencetakan ke 2

menahan/memegang meja	43	G2	13.5	M10C	43	meletakkan sari tahu ke pencetakan ke 1
menahan/memegang meja	44	G2	13.5	M10C	44	meletakkan sari tahu ke pencetakan ke 1
mengambil sendok dari yang kanan	45	G3	5.6	G3	45	memberikan sendok ke tangan kanan
menahan/memegang meja	46	M10C	6.5	G2	46	menahan/memegang meja
menahan/memegang meja	47	M10C	13.5	G2	47	menahan/memegang meja
menahan/memegang meja	48	M10C	13.5	G2	48	menahan/memegang meja
menahan/memegang meja	49	M10C	13.5	G2	49	menahan/memegang meja
menahan/memegang meja	50	M10C	13.5	G2	50	menahan/memegang meja
menahan/memegang meja	51	M10C	13.5	G2	51	menahan/memegang meja
menahan/memegang meja	52	M10C	13.5	G2	52	menahan/memegang meja
menahan/memegang meja	53	M20C	22.1	G2	53	menahan/memegang meja
menahan/memegang meja	54	M20C	22.1	G2	54	menahan/memegang meja
menahan/memegang meja	55	M20C	22.1	G2	55	menahan/memegang meja
menahan/memegang meja	56	M20C	22.1	G2	56	menahan/memegang meja
menahan/memegang meja	57	M10C	13.5	G2	57	menahan/memegang meja
menahan/memegang meja	58	M20C	22.1	G2	58	menahan/memegang meja
menahan/memegang meja	59	M20C	22.1	G2	59	menahan/memegang meja

Bagan analisa

Bagian :		Tanggal :	28/08/2009	No :		
Operasi : pencetakan		Analisis :	ELSON	Lembar Ke 3 dari 4		
Keterangan	No	LH	TMU	RH	No	Keterangan
Tangan Kiri						Tangan Kanan
menahan/memegang meja	60	M20C	22.1	G2	60	menahan/memegang meja
menahan/memegang meja	61	M10C	13.5	G2	61	menahan/memegang meja
menahan/memegang meja	62	M10C	13.5	G2	62	menahan/memegang meja
menganggur	48	-	2	RI 1	48	meletakkan sendok pengambil tahu
mengambil kain saringan atas	49	R16A	11.4	R16A	49	memegang saringan atas ke 1
meletakkan kain saringan ke 1	50	M20B	18.2	M20B	50	meletakkan kain saringan ke 1
mengambil kain saringan atas	51	R20A	13.1	R20A	51	memegang saringan atas ke 2
meletakkan kain saringan ke 2	52	M24B	20.6	M24B	52	meletakkan kain saringan ke 2
mengambil tutup atas cetakan ke 1	53	R6A	6.5	R6A	53	mengambil tutup atas cetakan ke 1

meletakkan tutup atas pada cetakan	54	M20B	18.2	M20B	54	meletakkan tutup atas pada cetakan
mengambil tutup atas cetakan ke 2	55	R7A	7.4	R7A	55	mengambil tutup atas cetakan ke 2
meletakkan tutup atas pada cetakan	56	M22B	19.5	M22B	56	meletakkan tutup atas pada cetakan
mengangkat batu beban	57	M12B	13.4	M12B	57	mengangkat batu beban
meletakkan batu beban di atas cetakan ke 1	58	M12B	13.4	M12B	58	meletakkan batu beban di atas cetakan ke 1
mengangkat batu beban	59	M14B	14.6	M14B	59	mengangkat batu beban
meletakkan batu beban di atas cetakan ke 2	60	M14B	14.6	M14B	60	meletakkan batu beban di atas cetakan ke 2
mengangkat batu beban dri cetakan ke 1	61	R12B	12.9	R12B	61	mengangkat batu beban dri cetakan ke 1
mengembalikan batu beban	62	M12B	13.4	M12B	62	mengangkat batu beban dri cetakan ke 2
mengangkat batu beban dri cetakan ke 2	63	R14A	14.4	R14A	63	mengangkat batu beban dri cetakan ke 2
mengembalikan batu beban	64	M14B	14.6	M14B	64	mengembalikan batu beban
mengangkat tutup atas cetakan ke 1	65	R12B	12.9	R12B	65	mengangkat tutup atas cetakan ke 1
mengembalikan dudukan atas	66	M12B	13.4	M12B	66	mengembalikan dudukan atas
mengangkat tutup atas cetakan ke 2	67	R14B	14.4	R14B	67	mengangkat tutup atas cetakan ke 2
mengembalikan dudukan atas	68	M14B	14.6	M14B	68	mengembalikan dudukan atas
mengangkat tutup samping cetakan ke 1	69	R6B	8.6	R6B	69	mengangkat tutup samping cetakan ke 1
mengembalikan dudukan tersebut	70	M22A	20.8	M22A	70	mengembalikan dudukan tersebut
mengangkat tutup samping cetakan ke 2	71	R7A	7.4	R7A	71	mengangkat tutup samping cetakan ke 2
mengembalikan dudukan tersebut	72	M24A	22.4	M24A	72	mengembalikan dudukan tersebut
mengambil tempat penampungan hasil cetakan ke 1	73	R10A	8.7	R10A	73	mengambil tempat penampungan hasil cetakan ke 1
meletakkan di atas hasil cetakan tahu ke 1	74	M20B	24.4	M20B	74	meletakkan di atas hasil cetakan tahu ke 1
membalikan papan cetakan tersebut	75	T90S	5.4	T90S	75	membalikan papan cetakan tersebut

Bagan analisa

Bagian :		Tanggal :	28/08/2009	No :		
Operasi : pencetakan		Analisis :	ELSON	Lembar Ke 4 dari 4		
Keterangan Tangan Kiri	No	LH	TMU	RH	No	Keterangan Tangan Kanan
mengangkat cetakan atas	76	R6A	11.4	R6A	76	mengangkat cetakan atas
mengembalikan cetakan pada stasiun cetak	77	M20A	19.2	M20A	77	mengembalikan cetakan pada stasiun cetak
mengambil kain saringan pada hasil cetakan ke 1	78	R16A	11.4	R16A	78	mengambil kain saringan pada hasil cetakan ke 1
membawa hasil cetakan tahu pada stasiun pemotongan	79	W15FTO	6.8	W15FTO	79	membawa hasil cetakan tahu pada stasiun pemotongan
Kembali lagi ke stasiun	81	W15FTO	6.8	W15FTO	81	kembali lagi ke stasiun

mengambil tempat penampungan hasil cetakan ke 2	82	R22A	14	R22A	82	mengambil tempat penampungan hasil cetakan ke 2
meletakkan di atas hasil cetakan tahu ke 2	83	M22A	20.8	M22A	83	meletakkan di atas hasil cetakan tahu ke 2
membalikkan papan cetakan tersebut	84	T90 S	5.4	T90 S	84	membalikkan papan cetakan tersebut
mengangkat cetakan atas	85	R7A	7.4	R7A	85	mengangkat cetakan atas
mengembalikan cetakan pada stasiun cetak	86	M22B	19.4	M22B	86	mengembalikan cetakan pada stasiun cetak
mengambil kain saringan pada hasil cetakan ke 2	87	R20A	13.1	R20A	87	mengambil kain saringan pada hasil cetakan ke 2
membawa hasil cetakan tahu pada stasiun pemotongan	88	W15FTO	6.8	W15FTO	88	membawa hasil cetakan tahu pada stasiun pemotongan
meletakkan hasil cetakan	80	RI 1	2	RI 1	80	meletakkan hasil cetakan
Kembali lagi ke stasiun	81	W15FTO	6.8	W15FTO	81	kembali lagi ke stasiun

No	keterangan elemen gerakan	TMU	Faktor	kelonggaran	Waktu	Jumlah Ulang	Total
			Konversi 0.00001 jam	10%	(jam)	per Siklus	Waktu (jam)
1	walk (W)	27.2	0.000272	0.0000272	0.000272	1	0.0002992
2	Position (P)	146.8	0.001468	0.0001468	0.001468	1	0.0016148
3	Graps (G)	12.1	0.000121	0.0000121	0.000121	1	0.0001331
4	Reach (R)	491.2	0.004912	0.0004912	0.004912	1	0.0054032
5	Release (RI)	4	0.00004	0.000004	0.00004	1	0.000044
6	Move (M)	732.3	0.007323	0.0007323	0.007323	1	0.0080553

Tabel 5.38 Data Elemen Pada Stasiun Pemotongan Pabrik I

bagan analisa						
Bagian :		Tanggal :		No :		
Operasi : potong		Analisis :		Lembar Ke 1 dari 7		
Keterangan Tangan Kiri	No	LH	TMU	RH	No	Keterangan Tangan Kanan
berjalan ke tempat peremdaman	1	W3FTO	6	W3FTO	1	berjalan ke tempat peremdaman
menganggur	2	-	9.6	R12A	2	mengambil ember penampungan
kembali ke stasiun potong	3	W3FTO	6	W3FTO	3	kembali ke stasiun potong
menganggur	4	-	2	RI 1	4	meletakkan ember di dekat stasiun potong
mengambil ember kecil	5	R7C	10.8	-	5	menganggur
mengambil air kran	6	R12C	14.2	-	6	menganggur

mengarahkan air	7	P3SSE	46.5	P3SSE	7	memegang ember kecil
menuangkan air	8	P2NSE	21	P2NSE	8	memegang ember kecil
meletakkan ember kecil	9	R1	2	-	9	menganggur
membilas ember	10	T45M	5.5	T45M	10	membilas ember
meletakkan ember	11	R1	2	-	11	menganggur
mengambil ember kecil	12	R7C	10.8	-	12	menganggur
mengambil air kran	13	R12C	14.2	-	13	menganggur
mengarahkan air	14	P3SSE	46.5	P3SSE	14	memegang ember kecil
menuangkan air	15	P2NSE	21	P2NSE	15	memegang ember kecil
meletakkan ember kecil	16	R1	2	-	16	menganggur
membilas ember	17	T45M	5.5	T45M	17	membilas ember
meletakkan ember	18	R1	2	-	18	menganggur
mengambil ember kecil	19	R7C	10.8	-	19	menganggur
mengambil air kran	20	R12C	14.2	-	20	menganggur
mengarahkan air	21	P3SSE	46.5	P3SSE	21	memegang ember kecil
menuangkan air	22	P2NSE	21	P2NSE	22	memegang ember kecil
meletakkan ember kecil	23	R1	2	-	23	menganggur
membilas ember	24	T45M	5.5	T45M	24	membilas ember
meletakkan ember	25	R1	2	-	25	menganggur
menjangkau penggaris	26	R26A	15.8	R26A	26	menjangkau pisau
meletakkan penggaris	27	P1NSE	21	P2NSE	27	memotong secara horisontal

bagan analisa

Bagian :		Tanggal :		28/08/2009		No :	
Operasi : potong		Analisis :		ELSON		Lembar Ke 2 dari 7	
Keterangan Tangan Kiri	No	LH	TMU	RH	No	Keterangan Tangan Kanan	
mengangkat penggaris	28	GIA	2	GIA	28	mengangkat pisau	
meletakkan penggaris	29	P1NSE	21	P2NSE	29	memotong secara horisontal	
meletakkan penggaris	30	P1NSE	21	P2NSE	30	memotong secara horisontal	
mengangkat penggaris	31	GIA	2	GIA	31	mengangkat pisau	
meletakkan penggaris	32	P1NSE	21	P2NSE	32	memotong secara horisontal	

meletakan penggaris	33	PINSE	21	P2NSE	33	memotong secara harizontal
mengangkat penggaris	34	GIA	2	GIA	34	mengangkat pisau
meletakan penggaris	35	PINSE	21	P2NSE	35	memotong secara harizontal
meletakan penggaris	36	PINSE	21	P2NSE	36	memotong secara harizontal
mengangkat penggaris	37	GIA	2	GIA	37	mengangkat pisau
meletakan penggaris	38	PINSE	21	P2NSE	38	memotong secara harizontal
mengangkat penggaris	39	GIA	2	GIA	39	mengangkat pisau
meletakan penggaris	40	PINSE	21	P2NSE	40	memotong secara harizontal
mengangkat penggaris	41	GIA	2	GIA	41	mengangkat pisau
meletakan penggaris	42	PINSE	21	P2NSE	42	memotong secara vertikal
mengangkat penggaris	43	GIA	2	GIA	43	mengangkat pisau
meletakan penggaris	44	PINSE	21	P2NSE	44	memotong secara vertikal
mengangkat penggaris	45	GIA	2	GIA	45	mengangkat pisau
meletakan penggaris	46	PINSE	21	P2NSE	46	memotong secara vertikal
mengangkat penggaris	47	GIA	2	GIA	47	mengangkat pisau
meletakan penggaris	48	PINSE	21	P2NSE	48	memotong secara vertikal
mengangkat penggaris	50	GIA	2	GIA	50	mengangkat pisau
meletakan penggaris	51	PINSE	21	P2NSE	51	memotong secara vertikal
mengangkat penggaris	52	GIA	2	GIA	52	mengangkat pisau
meletakan penggaris	53	PINSE	21	P2NSE	53	memotong secara vertikal
mengangkat penggaris	54	GIA	2	GIA	54	mengangkat pisau
meletakan penggaris	55	PINSE	21	P2NSE	55	memotong secara vertikal
mengangkat penggaris	56	GIA	2	GIA	56	mengangkat pisau
meletakan penggaris	57	PINSE	21	P2NSE	57	memotong secara vertikal
mengangkat penggaris	58	GIA	2	GIA	58	mengangkat pisau

bagan analisa

Tanggal : 28/08/2009 No :
 Analisis : ELSON Lembar Ke 3 dari 7

Bagian :
 Operasi : potong

Keterangan Tangan Kiri	No	LH	TMU	RH	No	Keterangan Tangan Kanan
meletakan penggaris	59	PINSE	21	P2NSE	59	memotong secara vertikal

mengangkat penggaris	60	GIA	2	GIA	60	mengangkat pisau
meletakkan penggaris	61	P1NSE	21	P2NSE	61	memotong secara vertikal
mengangkat penggaris	62	GIA	2	GIA	62	mengangkat pisau
meletakkan penggaris	63	P1NSE	21	P2NSE	63	memotong secara vertikal
mengangkat penggaris	64	GIA	2	GIA	64	mengangkat pisau
meletakkan penggaris	65	P1NSE	21	P2NSE	65	memotong secara vertikal
mengangkat penggaris	66	GIA	2	GIA	66	mengangkat pisau
meletakkan penggaris	67	P1NSE	21	P2NSE	67	memotong secara vertikal
mengangkat penggaris	68	GIA	2	GIA	68	mengangkat pisau
meletakkan penggaris	69	P1NSE	21	P2NSE	69	memotong secara vertikal
meletakkan penggaris pada tempatnya	70	R26A	15.8	R26A	70	meletakkan pisau pada tempatnya
menerima potongan tahu dari tangan kanan	71	G3	22.4	M24A	71	mengambil potongan tahu
menerima potongan tahu dari tangan kanan	72	G3	22.4	M24A	72	mengambil potongan tahu
memberikan tumpukan potongan ke tangan kanan	73	R24B	22.4	G3	73	menerima potongan tahu dari tangan kiri
menganggur	74	-	2	RI 1	74	meletakkan potongan tahu ember
menerima potongan tahu dari tangan kanan	75	G3	22.4	M24A	75	mengambil potongan tahu
menerima potongan tahu dari tangan kanan	76	G3	22.4	M24A	76	mengambil potongan tahu
memberikan tumpukan potongan ke tangan kanan	77	R24B	22.4	G3	77	menerima potongan tahu dari tangan kiri
menganggur	78	-	2	RI 1	78	meletakkan potongan tahu ember
menerima potongan tahu dari tangan kanan	79	G3	22.4	M24A	79	mengambil potongan tahu
menerima potongan tahu dari tangan kanan	80	G3	22.4	M24A	80	mengambil potongan tahu
memberikan tumpukan potongan ke tangan kanan	81	R24B	22.4	G3	81	menerima potongan tahu dari tangan kiri
menganggur	82	-	2	RI 1	82	meletakkan potongan tahu ember
menerima potongan tahu dari tangan kanan	83	G3	22.4	M24A	83	mengambil potongan tahu
menerima potongan tahu dari tangan kanan	84	G3	22.4	M24A	84	mengambil potongan tahu
memberikan tumpukan potongan ke tangan kanan	85	R24B	22.4	G3	85	menerima potongan tahu dari tangan kiri
menganggur	86	-	2	RI 1	86	meletakkan potongan tahu ember
menerima potongan tahu dari tangan kanan	87	G3	22.4	M24A	87	mengambil potongan tahu
menerima potongan tahu dari tangan kanan	88	G3	22.4	M24A	88	mengambil potongan tahu

bagan analisa

Bagian :	Tangga		
Operasi : potong	1 :	28/08/2009	No :
	Analisi	ELSON	Lembar Ke 4 dari 7

s :

Keterangan Tangan Kiri	No	LH	TMU	RH	No	Keterangan Tangan Kanan
memberikan tumpukan potongan ke tangan kanan	89	R24B	22.4	G3	89	menerima potongan tahu dari tangan kiri
menganggur	90	-	2	RI 1	90	meletakkan potongan tahu ember
menerima potongan tahu dari tangan kanan	91	G3	22.4	M24A	91	mengambil potongan tahu
menerima potongan tahu dari tangan kanan	92	G3	22.4	M24A	92	mengambil potongan tahu
memberikan tumpukan potongan ke tangan kanan	93	R24B	22.4	G3	93	menerima potongan tahu dari tangan kiri
menganggur	94	-	2	RI 1	94	meletakkan potongan tahu ember
menerima potongan tahu dari tangan kanan	95	G3	22.4	M24A	95	mengambil potongan tahu
menerima potongan tahu dari tangan kanan	96	G3	22.4	M24A	96	mengambil potongan tahu
memberikan tumpukan potongan ke tangan kanan	97	R24B	22.4	G3	97	menerima potongan tahu dari tangan kiri
menganggur	98	-	2	RI 1	98	meletakkan potongan tahu ember
menerima potongan tahu dari tangan kanan	99	G3	22.4	M24A	99	mengambil potongan tahu
menerima potongan tahu dari tangan kanan	100	G3	22.4	M24A	100	mengambil potongan tahu
memberikan tumpukan potongan ke tangan kanan	101	R24B	22.4	G3	101	menerima potongan tahu dari tangan kiri
menganggur	102	-	2	RI 1	102	meletakkan potongan tahu ember
menerima potongan tahu dari tangan kanan	103	G3	22.4	M24A	103	mengambil potongan tahu
menerima potongan tahu dari tangan kanan	104	G3	22.4	M24A	104	mengambil potongan tahu
memberikan tumpukan potongan ke tangan kanan	105	R24B	22.4	G3	105	menerima potongan tahu dari tangan kiri
menganggur	106	-	2	RI 1	106	meletakkan potongan tahu ember
menerima potongan tahu dari tangan kanan	107	G3	22.4	M24A	107	mengambil potongan tahu
menerima potongan tahu dari tangan kanan	108	G3	22.4	M24A	108	mengambil potongan tahu
memberikan tumpukan potongan ke tangan kanan	109	R24B	22.4	G3	109	menerima potongan tahu dari tangan kiri
menganggur	110	-	2	RI 1	110	meletakkan potongan tahu ember
menerima potongan tahu dari tangan kanan	111	G3	22.4	M24A	111	mengambil potongan tahu
menerima potongan tahu dari tangan kanan	112	G3	22.4	M24A	112	mengambil potongan tahu
memberikan tumpukan potongan ke tangan kanan	113	R24B	22.4	G3	113	menerima potongan tahu dari tangan

						kiri
menganggur	114	-	2	RI 1	114	meletakkan potongan tahu ember
menerima potongan tahu dari tangan kanan	115	G3	22.4	M24A	115	mengambil potongan tahu
menerima potongan tahu dari tangan kanan	116	G3	22.4	M24A	116	mengambil potongan tahu
memberikan tumpukan potongan ke tangan kanan	117	R24B	22.4	G3	117	menerima potongan tahu dari tangan kiri
menganggur	118	-	2	RI 1	118	meletakkan potongan tahu ember

bagan analisa						
Bagian :		Tanggal		No :		
Operasi : potong		Analisis		Lembar Ke 5 dari 7		
Keterangan Tangan Kiri	No	LH	TMU	RH	No	Keterangan Tangan Kanan
menerima potongan tahu dari tangan kanan	119	G3	22.4	M24A	119	mengambil potongan tahu
menerima potongan tahu dari tangan kanan	120	G3	22.4	M24A	120	mengambil potongan tahu
memberikan tumpukan potongan ke tangan kanan	121	R24B	22.4	G3	121	menerima potongan tahu dari tangan kiri
menganggur	122	-	2	RI 1	122	meletakkan potongan tahu ember
menerima potongan tahu dari tangan kanan	123	G3	22.4	M24A	123	mengambil potongan tahu
menerima potongan tahu dari tangan kanan	124	G3	22.4	M24A	124	mengambil potongan tahu
memberikan tumpukan potongan ke tangan kanan	125	R24B	22.4	G3	125	menerima potongan tahu dari tangan kiri
menganggur	126	-	2	RI 1	126	meletakkan potongan tahu ember
menerima potongan tahu dari tangan kanan	127	G3	22.4	M24A	127	mengambil potongan tahu
menerima potongan tahu dari tangan kanan	128	G3	22.4	M24A	128	mengambil potongan tahu

memberikan tumpukan potongan ke tangan kanan	129	R24B	22.4	G3	129	menerima potongan tahu dari tangan kiri
menganggur	130	-	2	RI 1	130	meletakkan potongan tahu ember
menerima potongan tahu dari tangan kanan	131	G3	22.4	M24A	131	mengambil potongan tahu
menerima potongan tahu dari tangan kanan	132	G3	22.4	M24A	132	mengambil potongan tahu
memberikan tumpukan potongan ke tangan kanan	133	R24B	22.4	G3	133	menerima potongan tahu dari tangan kiri
menganggur	134	-	2	RI 1	134	meletakkan potongan tahu ember
menerima potongan tahu dari tangan kanan	135	G3	22.4	M24A	135	mengambil potongan tahu
menerima potongan tahu dari tangan kanan	136	G3	22.4	M24A	136	mengambil potongan tahu
memberikan tumpukan potongan ke tangan kanan	137	R24B	22.4	G3	137	menerima potongan tahu dari tangan kiri
menganggur	138	-	2	RI 1	138	meletakkan potongan tahu ember
menerima potongan tahu dari tangan kanan	139	G3	22.4	M24A	139	mengambil potongan tahu
menerima potongan tahu dari tangan kanan	140	G3	22.4	M24A	140	mengambil potongan tahu
memberikan tumpukan potongan ke tangan kanan	141	R24B	22.4	G3	141	menerima potongan tahu dari tangan kiri
menganggur	142	-	2	RI 1	142	meletakkan potongan tahu ember
menerima potongan tahu dari tangan kanan	143	G3	22.4	M24A	143	mengambil potongan tahu
menerima potongan tahu dari tangan kanan	144	G3	22.4	M24A	144	mengambil potongan tahu
memberikan tumpukan potongan ke tangan kanan	145	R24B	22.4	G3	145	menerima potongan tahu dari tangan kiri
menganggur	146	-	2	RI 1	146	meletakkan potongan tahu ember
menerima potongan tahu dari tangan kanan	147	G3	22.4	M24A	147	mengambil potongan tahu
menerima potongan tahu dari tangan kanan	148	G3	22.4	M24A	148	mengambil potongan tahu
bagan analisa						
Bagian : Tanggal : 28/08/2009 No :						
Operasi : potong Analisis : ELSON Lembar Ke 6 dari 7						
Keterangan Tangan Kiri	No	LH	TMU	RH	No	Keterangan Tangan Kanan
memberikan tumpukan potongan ke tangan kanan	149	R24B	22.4	G3	149	menerima potongan tahu dari tangan kiri
menganggur	150	-	2	RI 1	150	meletakkan potongan tahu ember
menerima potongan tahu dari tangan kanan	151	G3	22.4	M24A	151	mengambil potongan tahu
menerima potongan tahu dari tangan kanan	152	G3	22.4	M24A	152	mengambil potongan tahu
memberikan tumpukan potongan ke tangan kanan	153	R24B	22.4	G3	153	menerima potongan tahu dari tangan kiri
menganggur	154	-	2	RI 1	154	meletakkan potongan tahu ember

menerima potongan tahu dari tangan kanan	155	G3	22.4	M24A	155	mengambil potongan tahu
menerima potongan tahu dari tangan kanan	156	G3	22.4	M24A	156	mengambil potongan tahu
memberikan tumpukan potongan ke tangan kanan	157	R24B	22.4	G3	157	menerima potongan tahu dari tangan kiri
menganggur	158	-	2	RI 1	158	meletakkan potongan tahu ember
menerima potongan tahu dari tangan kanan	159	G3	22.4	M24A	159	mengambil potongan tahu
menerima potongan tahu dari tangan kanan	160	G3	22.4	M24A	160	mengambil potongan tahu
memberikan tumpukan potongan ke tangan kanan	161	R24B	22.4	G3	161	menerima potongan tahu dari tangan kiri
menganggur	162	-	2	RI 1	162	meletakkan potongan tahu ember
menerima potongan tahu dari tangan kanan	163	G3	22.4	M24A	163	mengambil potongan tahu
menerima potongan tahu dari tangan kanan	164	G3	22.4	M24A	164	mengambil potongan tahu
memberikan tumpukan potongan ke tangan kanan	165	R24B	22.4	G3	165	menerima potongan tahu dari tangan kiri
menganggur	166	-	2	RI 1	166	meletakkan potongan tahu ember
menerima potongan tahu dari tangan kanan	167	G3	22.4	M24A	167	mengambil potongan tahu
menerima potongan tahu dari tangan kanan	168	G3	22.4	M24A	168	mengambil potongan tahu
memberikan tumpukan potongan ke tangan kanan	169	R24B	22.4	G3	169	menerima potongan tahu dari tangan kiri
menganggur	170	-	2	RI 1	170	meletakkan potongan tahu ember
menerima potongan tahu dari tangan kanan	171	G3	22.4	M24A	171	mengambil potongan tahu
menerima potongan tahu dari tangan kanan	172	G3	22.4	M24A	172	mengambil potongan tahu
memberikan tumpukan potongan ke tangan kanan	173	R24B	22.4	G3	173	menerima potongan tahu dari tangan kiri
menganggur	174	-	2	RI 1	174	meletakkan potongan tahu ember
menerima potongan tahu dari tangan kanan	175	G3	22.4	M24A	175	mengambil potongan tahu
menerima potongan tahu dari tangan kanan	176	G3	22.4	M24A	176	mengambil potongan tahu
memberikan tumpukan potongan ke tangan kanan	177	R24B	22.4	G3	177	menerima potongan tahu dari tangan kiri
menganggur	178	-	2	RI 1	178	meletakkan potongan tahu ember

bagan analisa

Bagian : Tanggal : 28/08/2009 No :
 Operasi : potong Analisis : ELSON Lembar Ke 7 dari 7

Keterangan Tangan Kiri	No	LH	TMU	RH	No	Keterangan Tangan Kanan
menerima potongan tahu dari tangan kanan	179	G3	22.4	M24A	179	mengambil potongan tahu
menerima potongan tahu dari tangan kanan	180	G3	22.4	M24A	180	mengambil potongan tahu

memberikan tumpukan potongan ke tangan kanan	181	R24B	22.4	G3	181	menerima potongan tahu dari tangan kiri
menganggur	182	-	2	RI 1	182	meletakkan potongan tahu ember
menerima potongan tahu dari tangan kanan	183	G3	22.4	M24A	183	mengambil potongan tahu
menerima potongan tahu dari tangan kanan	184	G3	22.4	M24A	184	mengambil potongan tahu
memberikan tumpukan potongan ke tangan kanan	185	R24B	22.4	G3	185	menerima potongan tahu dari tangan kiri
menganggur	186	-	2	RI 1	186	meletakkan potongan tahu ember
mengangkat meja cetak tahu	187	M10A	11.3	M10A	187	mengangkat meja cetak tahu
meletakkan meja cetak tahu pada tempatnya	188	RI 1	2	RI 1	188	meletakkan meja cetak tahu pada tempatnya
menganggur	189	-	6.8	W6FO	189	membawa ember ketempat penyimpanan tahu

No	keterangan elemen gerakan	TMU	Faktor	kelonggaran	Waktu	Jumlah Ulang	Total
			Konversi 0.00001 jam	10%	(jam)	per Siklus	Waktu (jam)
1	walk (W)	12	0.00012	0.000012	0.00012	1	0.000132
2	Position (P)	685.5	0.006855	0.0006855	0.006855	1	0.0075405
3	Graps (G)	36	0.00036	0.000036	0.00036	1	0.000396
4	Turn (T)	16.5	0.000165	0.0000165	0.000165	1	0.0001815
5	Reach (R)	751.6	0.007516	0.0007516	0.007516	1	0.0082676
6	Move (M)	1336.6	0.013366	0.0013366	0.013366		0.0147026
7	Release (RI)	74	0.00074	0.000074	0.00074	1	0.000814

Tabel 5.39 Data Stasiun Pabrik Bapak Kasno

No	keterangan elemen gerakan	TMU	Faktor	kelonggaran	Waktu	Jumlah Ulang	Total
			Konversi 0.00001 jam	10%	(jam)	per Siklus	Waktu (jam)
1	Stasiun Giling	655.2	0.006552	0.0006552	0.006552	0	0.0072072
2	Stasiun Masak	528.5	0.005285	0.0005285	0.005285	1	0.0058135
3	Stasiun Saring	1980.1	0.019801	0.0019801	0.019801	1	0.0217811
4	Stasin Cetak	1757	0.01757	0.001757	0.01757	1	0.019327
5	Stasiun potong	2909.1	0.029091	0.0029091	0.029091	1	0.0320001
						Total	0.0861289

5.3 Pembahasan

5.3.1 Antropometri

Setelah data Antropometri terkumpul sebelum digunakan dalam proses perancangan maka data harus dilakukan uji kecukupan data dan keseragaman data. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa data yang telah dikumpulkan sudah cukup secara obyektif dengan berpedoman pada derajat ketelitian dan tingkat keyakinan. Hasil uji kecukupan data dapat dilihat pada Tabel 5.40

Tabel 5.40 Hasil Uji Kecukupan Data

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

Berdasarkan Tabel 5.40 maka semua data anthropometri sudah cukup 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 pada Tabel 5.41

Tabel 5.41 Hasil Keseragaman Data

No	Diskripsi 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 Lengan Bawah	data seragam
11	Jangkauan Tangan ke Depan	data seragam
12	Panjang Telapak Tangan	data seragam
13	Lebar Tangan	data seragam

Pada tabel 5.41 menunjukkan bahwa semua data anthropometri yang telah dikumpulkan menunjukkan seragam maka dapat digunakan dalam proses perancangan selanjutnya.

5.3.2 Analisis *Nordic Body Map*

Berdasarkan hasil pengolahan kuisioner *Nordic Body Map* maka dapat diidentifikasi besarnya tingkat keluhan yang dirasakan oleh pekerja selama menggunakan stasiun dalam kurun waktu 7 hari terakhir dan 6 bulan terakhir dapat dilihat pada tabel 5.42 berikut:

Tabel 5.42 Tingkat Keluhan Pekerja

Periode waktu	Gangguan yang dirasakan			
	ya	tidak	ya (%)	tidak (%)
7 hari terakhir	181	199	59.47	40,53
6 bulan terakhir	154	226	52.37	47.63

Keluhan bagian tubuh yang paling dominan yang dirasakan oleh para pekerja selama 7 hari terakhir adalah pada bagian punggung sebesar 84.21 %, satu atau keduanya dari pergelangan tangan sebesar 78.95 %, satu atau keduanya dari pinggang sebesar 73.68 %, tangan sebesar 63.16 %. Sedangkan keluhan pada tubuh selama 6 bulan terakhir paling dominan yang dirasakan oleh

para pekerja adalah bagian punggung sebesar 78.95 %, satu atau keduanya dari pergelangan tangan sebesar 78.95 %, bahu dan pinggang masing-masing sebesar 68.42 %.

Dasi hasil tersebut dapat dianalisa bahwa keluhan-keluhan tersebut dapat terjadi karena adanya ketidaksesuaian 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.

5.3.3 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.

5.3.4 Penentuan Dimensi Perancangan Stasiun Kerja

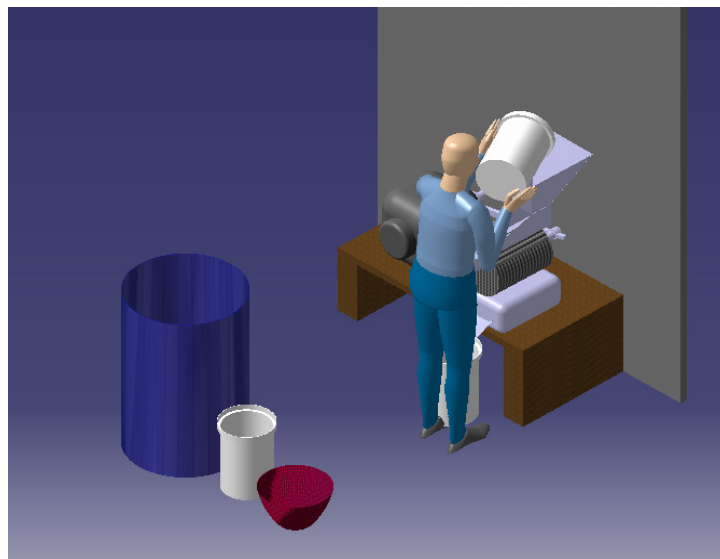
a. Stasiun Penggilingan

Untuk menghindari pekerja harus membungkuk untuk mengambil kedelai saat akan memasukan ke penggilingan maka dibuat dudukan untuk ember. Penentuan ketinggian dudukan ember

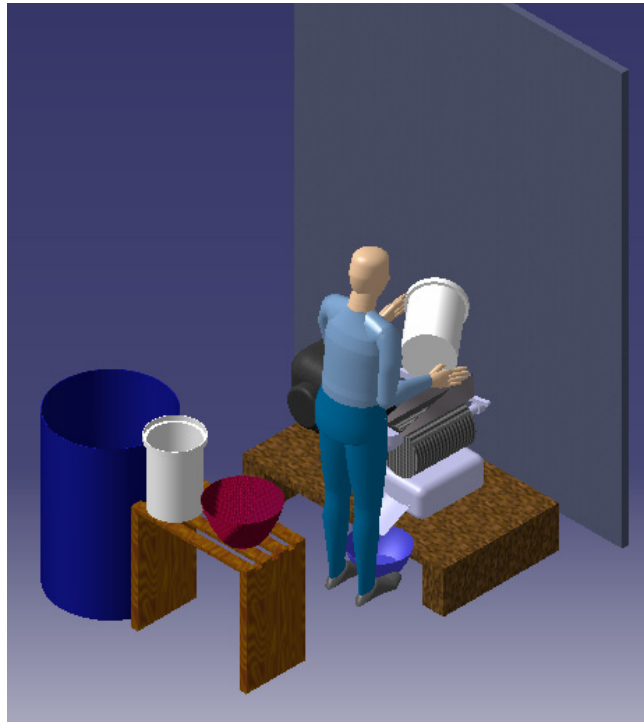
didasarkan pada perhitungan anthropometri tinggi siku berdiri dengan menggunakan presentil 5 yaitu 93.08 cm dibulatkan menjadi 93 cm agar orang yang mempunyai postur tubuh pendek juga dapat mengangkat ember tanpa mengalami kesulitan. Ketinggian ember adalah 38 cm maka untuk tinggi dudukan ember adalah $93 - 38 = 55$ cm. Hal ini dimaksudkan agar saat pekerja mengambil ember tepat pada kepala 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.

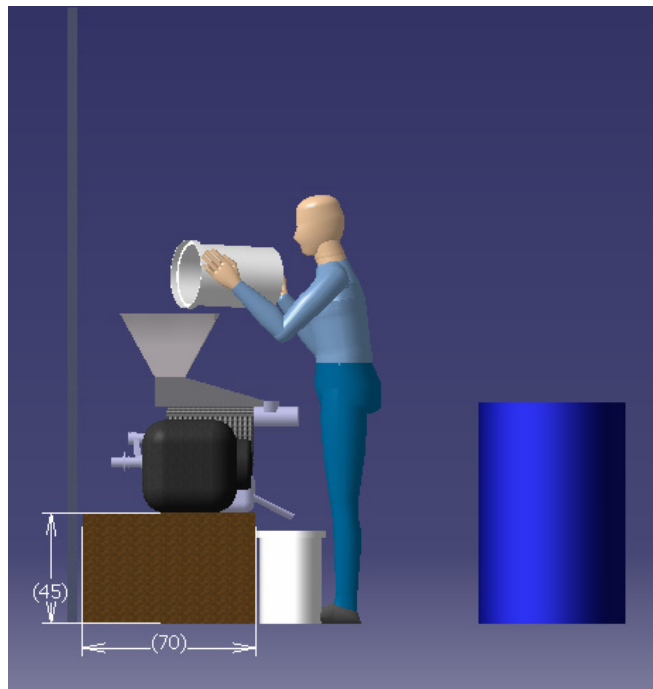
Gambar perbandingan stasiun aktual dan usulan dapat dilihat pada gambar 5.23 sampai gambar 5.30 sebagai berikut:



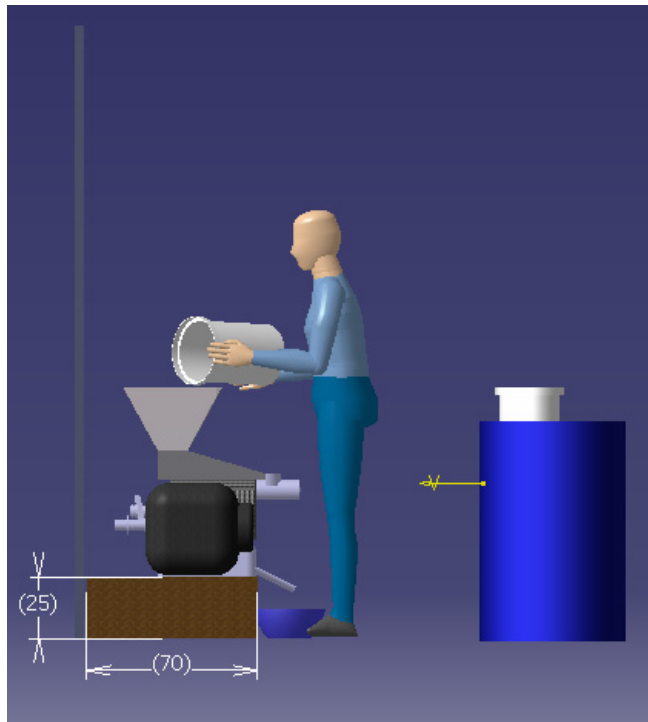
Gambar 5.23 Aktual Stasiun Penggilingan *Isometri*



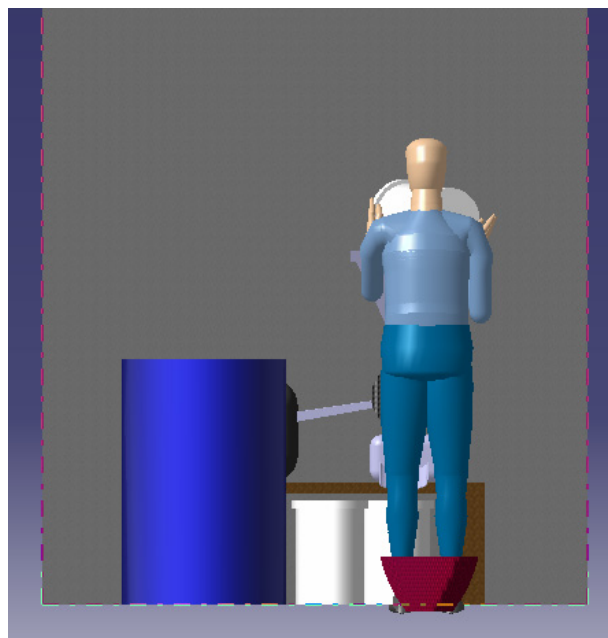
Gambar 5.24 Usulan Stasiun Penggilingan *Isometri*



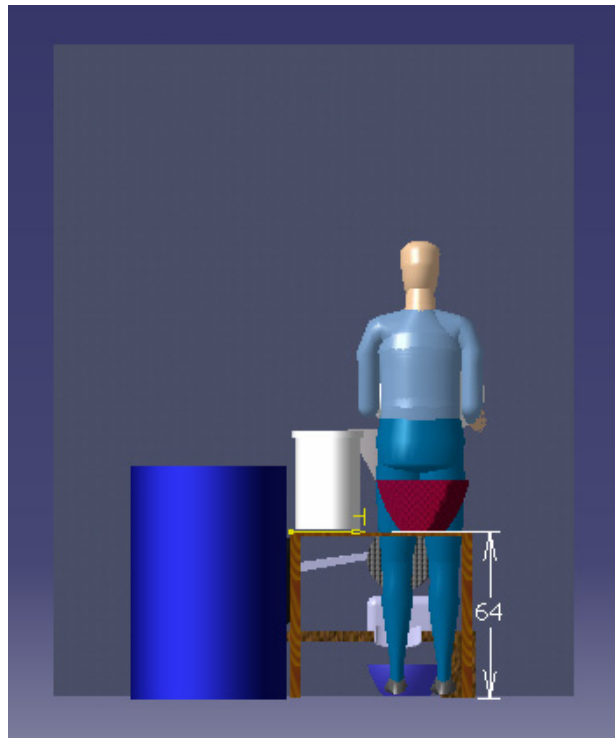
Gambar 5.25 Stasiun Penggilingan Aktual Tampak Samping Kanan



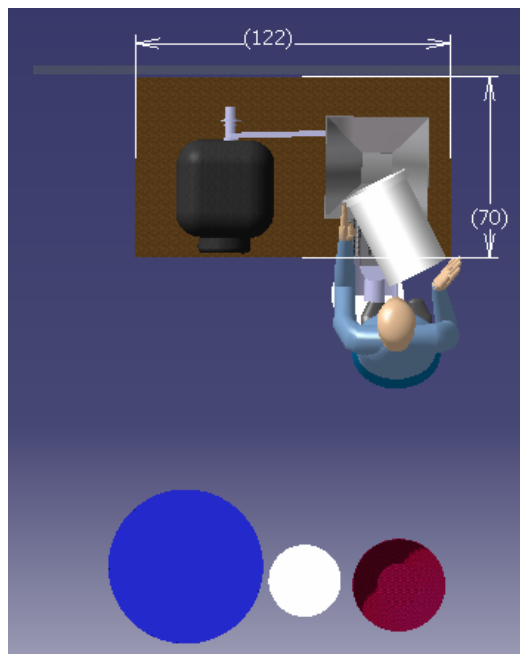
Gambar 5.26 Stasiun Penggilingan Usulan Tampak Samping Kanan



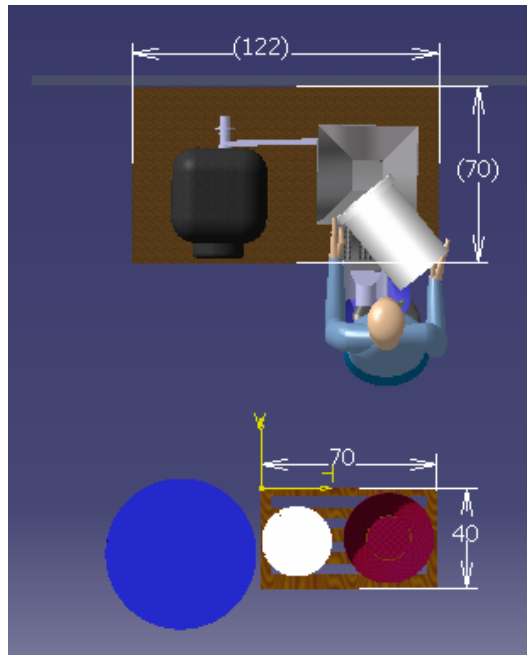
Gambar 5.27 Stasiun Penggilingan Aktual Tampak Depan



Gambar 5.28 Stasiun Penggilingan Usulan Tampak Depan



Gambar 5.29 Stasiun Penggilingan Aktual Tampak Atas



Gambar 5.30 Stasiun Penggilingan Usulan Tampak Atas

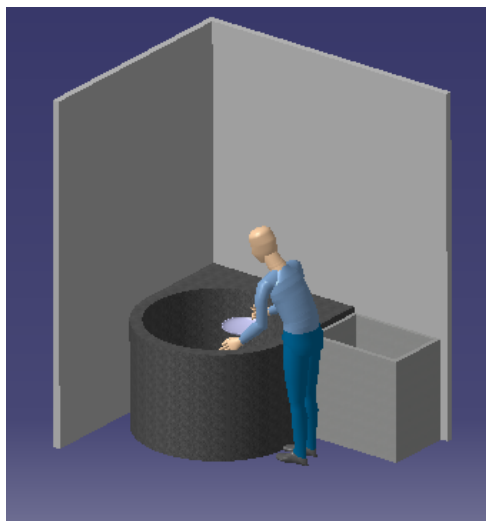
b. Stasiun Pemasakan

Penentuan ketinggian pemasakan didasarkan pada perhitungan anthropometri 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.

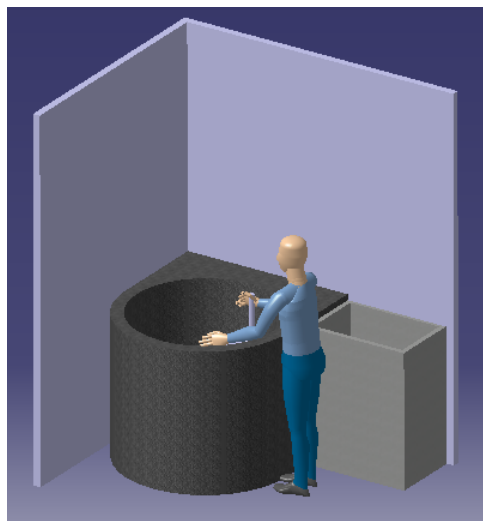
Para pekerja saat mengambil sari kedelai agar tidak membungkuk maka perlu dilakukan perubahan panjang gagang pegangan pada alat yang dayung. Penentuan panjang pegangan dayung didasarkan pada perhitungan anthropometri tinggi ujung lengan bawah yang didapat dari pengurangan tinggi siku berdiri dengan panjang 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.

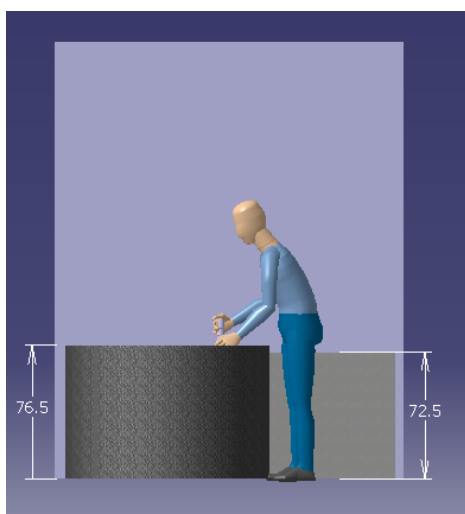
Gambar perbandingan stasiun aktual dan usulan dapat dilihat pada gambar 5.31 sampai gambar 5.38 sebagai berikut:



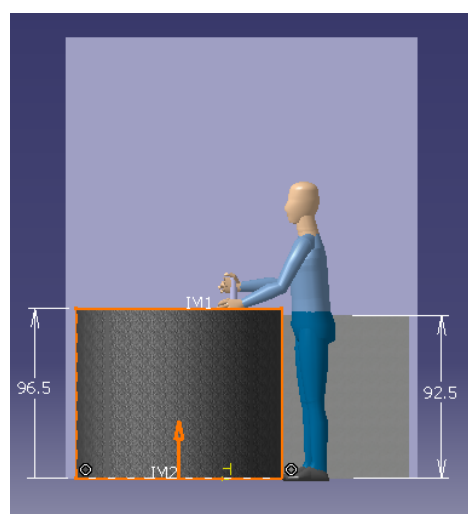
Gambar 5.31 Stasiun Pemasakan Aktual Tampak Isometri



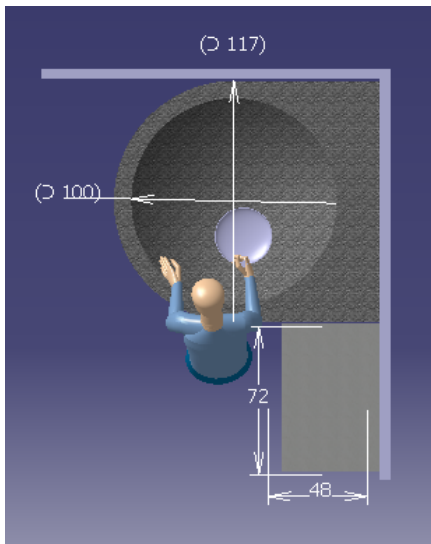
Gambar 5.32 Stasiun Pemasakan Usulan Tampak Isometri



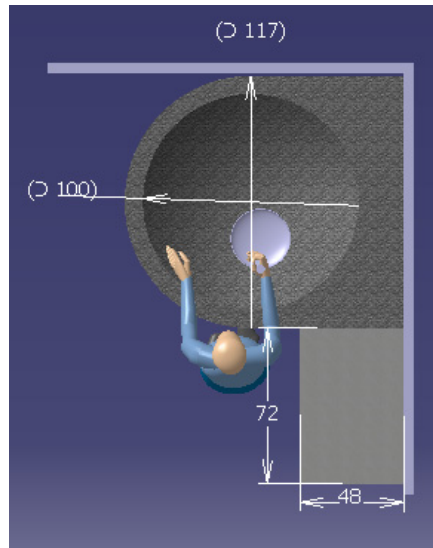
Gambar 5.33 Stasiun Pemasakan Aktual Tampak Samping Kanan



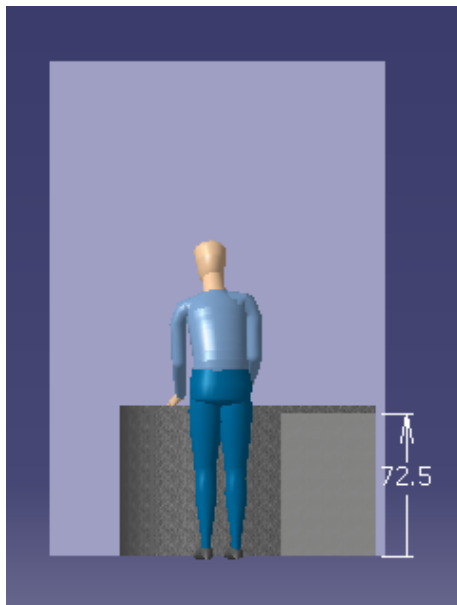
Gambar 5.34 Stasiun Pemasakan Usulan Tampak Samping Kanan



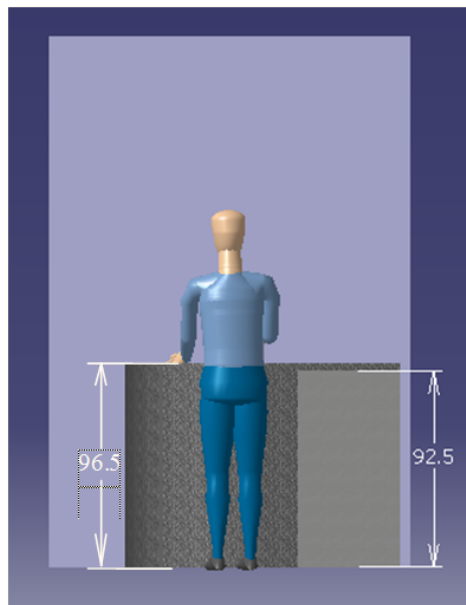
**Gambar 5.35 Stasiun Pemasakan Aktual
Tampak Atas**



**Gambar 5.36 Stasiun Pemasakan Usulan
Tampak Atas**



**Gambar 5.37 Stasiun Pemasakan Aktual
Tampak Depan**



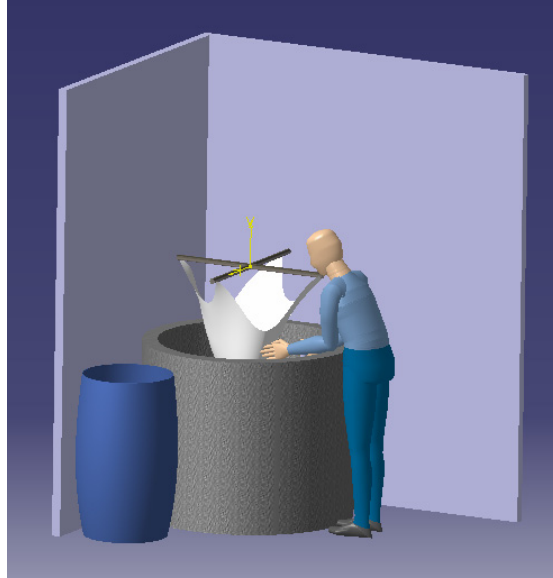
**Gambar 5.38 Stasiun Pemasakan
Usulan Tampak Depan**

c. Stasiun Penyaringan

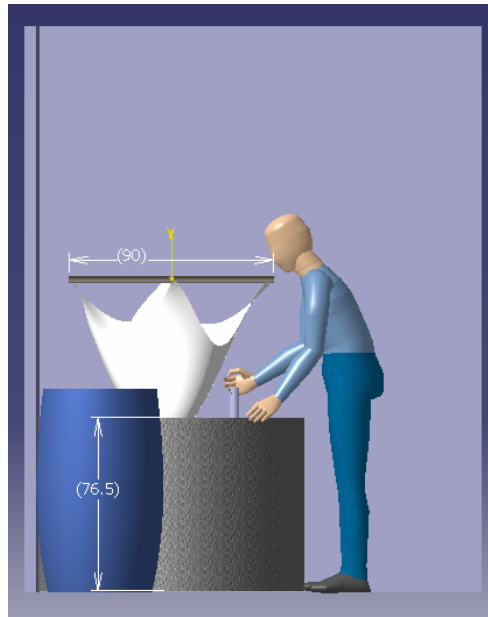
Pada stasiun penyaringan tidak jauh berbeda dengan stasiun pemasakan. Perubahan yang diinginkan dari stasiun ini adalah bagian yang berhubungan dengan aktivitas pengambilan sari kedelai dari bak. Penentuan ketinggian bak didasarkan pada perhitungan antropometri tinggi pinggang berdiri menggunakan persentil 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 5.39 sampai gambar 5.46 sebagai berikut:



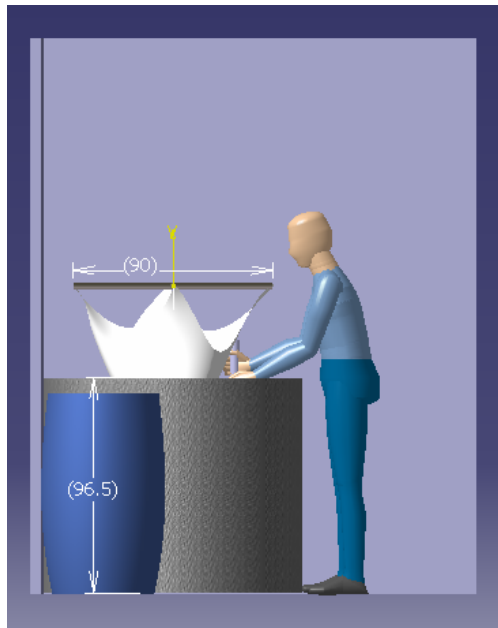
Gambar 5.39 Stasiun Penyaringan Aktual Tampak Isometri



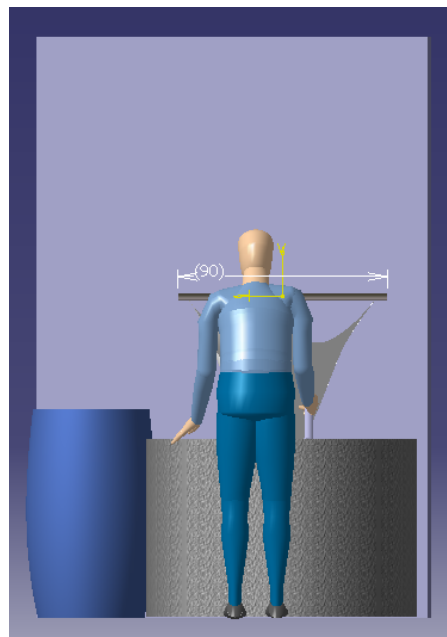
Gambar 5.40 Stasiun Penyaringan Usulan Tampak Isometri



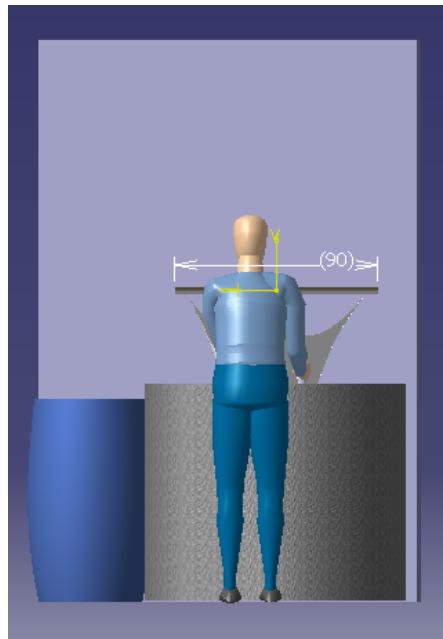
Gambar 5.41 Stasiun Penyaringan Aktual Tampak Samping Kanan



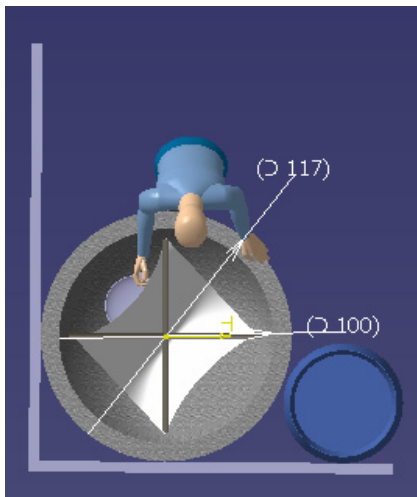
Gambar 5.42 Stasiun Penyaringan Usulan Tampak Samping Kanan



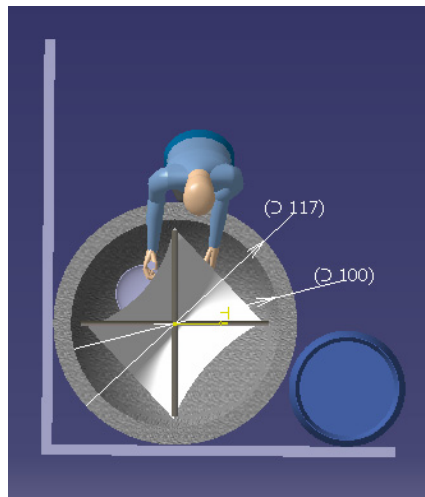
Gambar 5.43 Stasiun Penyaringan Aktual Tampak depan



Gambar 5.44 Stasiun Penyaringan Usulan Tampak Depan



Gambar 5.45 Stasiun Penyaringan Aktual Tampak Atas

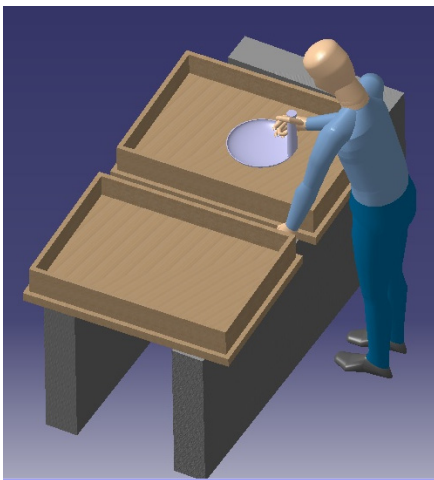


Gambar 5.46 Stasiun Penyaringan Usulan Tampak Atas

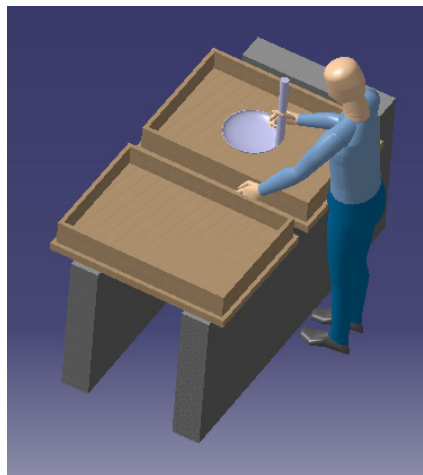
d. Stasiun Pencetakan

Penentuan ketinggian penyangga cetakan didasarkan pada perhitungan anthropometri tinggipinggang berdiri dengan menggunakan presentil 50 yaitu 96.4 cm dibulatkan menjadi 96.5

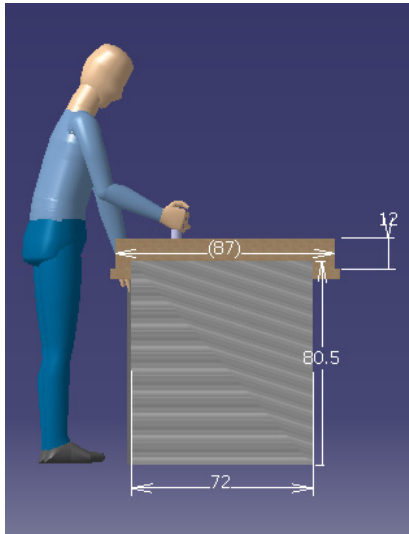
cm agar orang yang mempunyai ukuran rata - rata dapat menyesuaikan dengan lebih enak, orang yang mempunyai postur tubuh dibawah rata - rata dapat menggungkannya dengan nyaman begitu pula dengan postur tubuh diatas rata-rata tanpa mengalami kesulitan. Ketinggian total cetakan sebesar 16 cm sehingga ketinggian 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 memasukkan sari kedelai pertama kali mengangkat cetakan. Gambar perbandingan stasiun aktual dan usulan dapat dilihat pada gambar 5.47 sampai gambar 5.54 sebagai berikut:



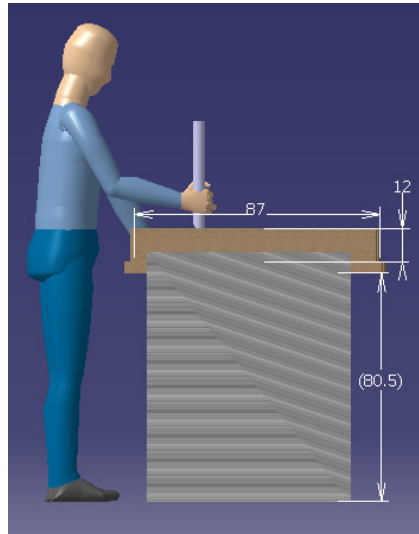
Gambar 5.47 Stasiun Pencetakan Aktual Tampak Isometri



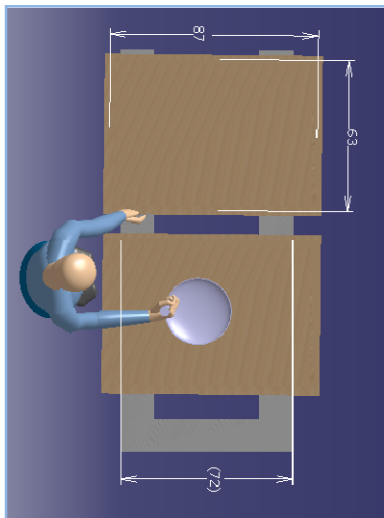
Gambar 5.48 Stasiun Pencetakan Usulan Tampak Isometri



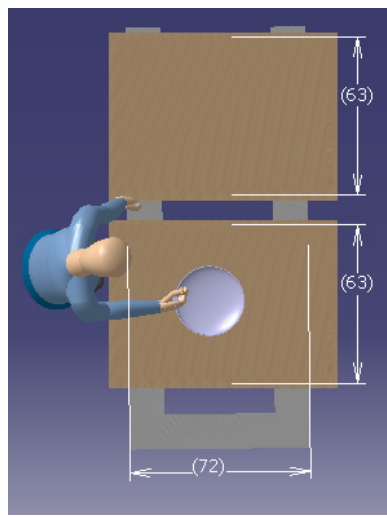
Gambar 5.49 Stasiun Pencetakan Aktual Tampak Samping Kanan



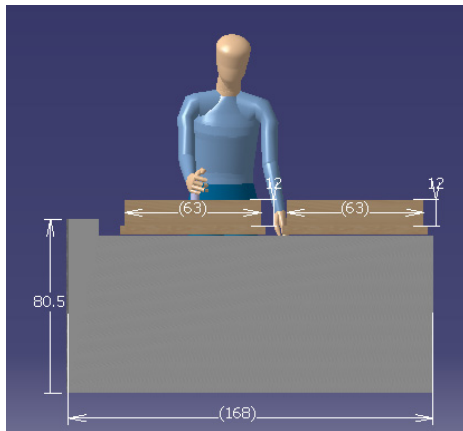
Gambar 5.50 Stasiun Pencetakan Usulan Tampak Samping Kanan



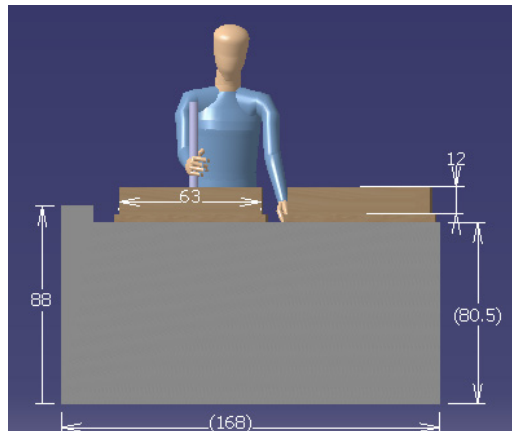
Gambar 5.51 Stasiun Pencetakan Aktual Tampak Atas



Gambar 5.52 Stasiun Pencetakan Usulan Tampak Atas



Gambar 5.53 Stasiun Pencetakan Aktual Tampak Depan



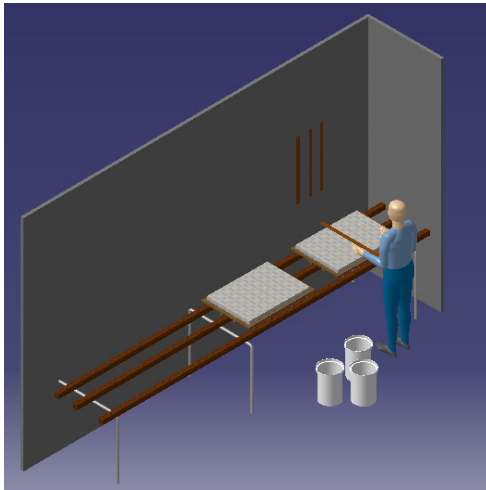
Gambar 5.54 Stasiun Pencetakan Usulan Tampak Depan

e. Stasiun Pemotongan

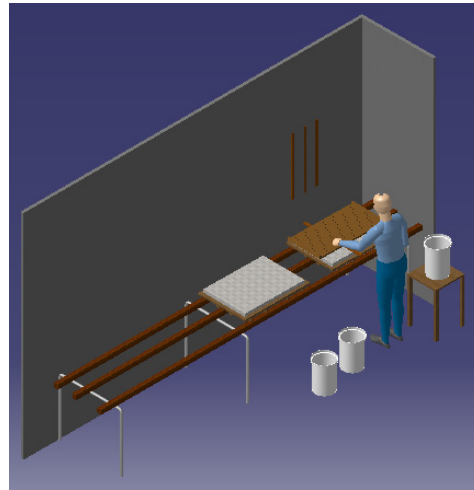
Pada stasiun pemotongan aktivitas yang dominan dikeluhkan pekerja adalah ketika memasukan tahu ke dalam ember. Alternatif solusi untuk mengatasi keluhan ini adalah dengan meninggikan posisi ember sehingga pekerja dapat meletakkan tahu dengan nyaman. Penentuan ketinggian ember berdasarkan pada perhitungan anthropometri Tinggi Siku Berdiri menggunakan persentil 5 sebesar 101 cm alasannya karena ukuran ini terkecil sehingga orang mempunyai ukuran di atasnya masih terjangkau untuk menyesuaikannya. 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 cukup untuk menampung satu nampan potongan tahu.

Aktivitas lain yang dikeluhkan pekerja adalah ketika memotong tahu dimana pekerja harus memotong tahu hasil cetak 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

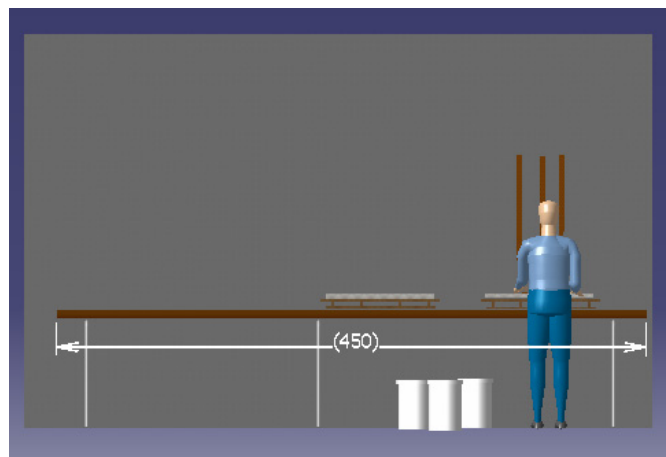
cm yang digunakan untuk lubang pisau pemotong. Penggaris berukuran 4 cm disusun sebanyak 10 maka panjangnya menjadi $(10 \times 4 \text{ cm}) + (9 \times 0,15) = 41.35 \text{ cm}$. Gambar perbandingan stasiun aktual dan usulan dapat dilihat pada gambar 5.55 sampai gambar 5.62 sebagai berikut:



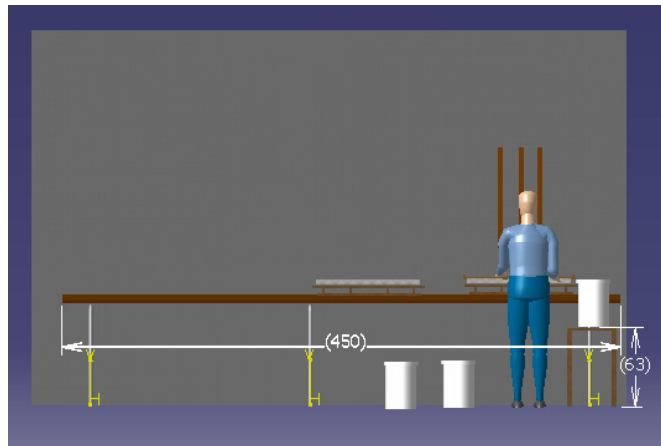
Gambar 5.55 Stasiun Pemotongan Aktual Tampak Isometri



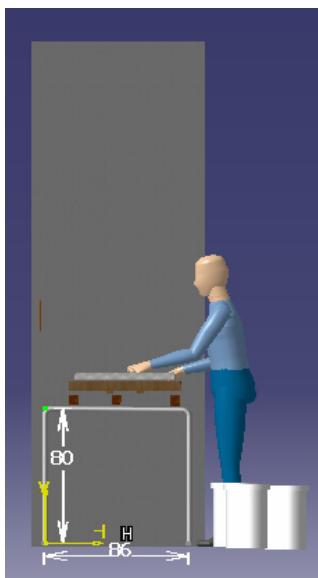
Gambar 5.56 Stasiun Pemotongan Usulan Tampak Isometri



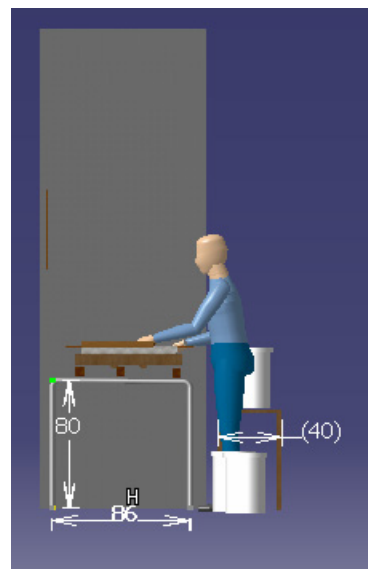
Gambar 5.57 Stasiun Pemotongan Aktual Tampak Depan



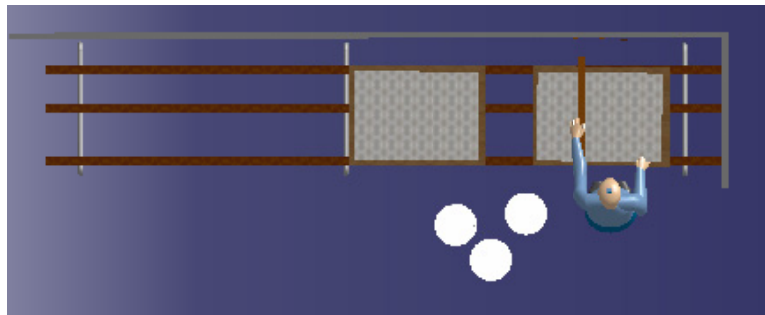
Gambar 5.58 Stasiun Pemotongan Usulan Tampak Depan



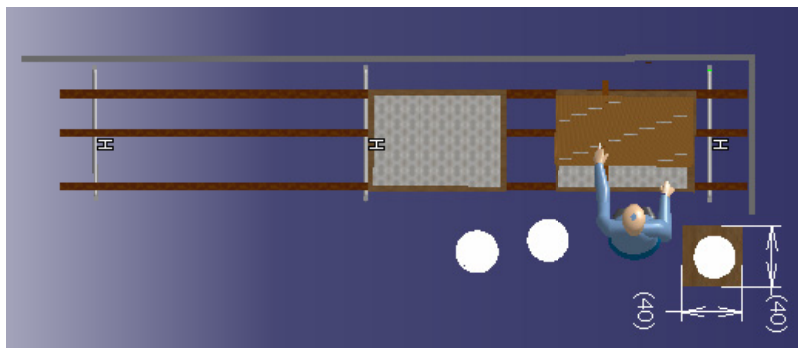
Gambar 5.59 Stasiun Pemotongan Aktual Tampak Samping Kanan



Gambar 5.60 Stasiun Pemotongan Usulan Tampak Samping Kanan



Gambar 5.61 Stasiun Pemotongan Aktual Tampak Atas



Gambar 5.62 Stasiun Pemotongan Usulan Tampak Atas

Rekapitulasi perbandingan kondisi sekarang dengan kondisi usulan dapat dilihat pada tabel 5.43

Tabel 5.43 Perbandingan Kondisi Sekarang Dan Kondisi Usulan Stasiun Penggilingan Kedelai

No	Kondisi Sekarang	Kondisi Usulan
1	Tinggi penyangga mesin sebesar 45 cm	Tinggi penyangga mesin sebesar 25 cm
2	Pekerja harus mengangkat ember kedelai dengan posisi lengan bawah terangkat keatas 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 harus membungkuk dan mengangkatnya keatas saat akan mesakukannya kepenggilingan.	Adanya dudukan tempat ember perendaman dengan ketinggian 55 cm panjang 40 cm dan lebar 70 cm memudahkan pekerja mengangkat ember tanpa harus membungkuk dan mengurangi beban tanpa harus mengangkat dari atas kebawah
Stasiun Pemasakan		

No	Kondisi Sekarang	Kondisi Usulan
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
Stasiun Penyaringan		
No	Kondisi Sekarang	Kondisi Usulan
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
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
Stasiun Pencetakan		
No	Kondisi Sekarang	Kondisi Usulan
1	Ketinggian penyangga cetakan sebesar 73 cm	Ketinggian penyangga cetakan sebesar 80.5 cm
Stasiun Pemotongan		
No	Kondisi Sekarang	Kondisi Usulan
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.

5.3.5 Penghematan Layout usulan

Dari sepuluh alternatif usulan tata letak hasil olahan *BLOCPLAN*, maka yang dipilih sebagai alternatif usulan tata letak ke-empat karena dari kesepuluh alternatif usulan tata letak tersebut alternatif usulan tata letak ke-empatlah yang memiliki skor kedekatan tertinggi.

Berdasarkan hasil perhitungan jarak untuk masing-masing model jarak pada *layout* awal, untuk model jarak *Rectilinear* adalah 23.125 m/hr, model jarak *Square Euclidean* adalah 1539.45 m/hr dan untuk model jarak *Euclidean* adalah 19.5712 m/hr sedangkan hasil perhitungan jarak untuk

masing-masing model jarak pada *layout* usulan, untuk model jarak *Rectilinear* adalah 21.74 m/hr, model jarak *Square Euclidean* adalah 1341.36 m/hr dan model jarak *Euclidean* adalah 18.18185 m/hr, maka jarak untuk masing-masing model mengalami penurunan untuk model jarak *Rectilinear* adalah 1.385 m/hr, model jarak *Square Euclidean* adalah 198.09 m/hr dan model jarak *Euclidean* adalah 1.38935 m/hr.

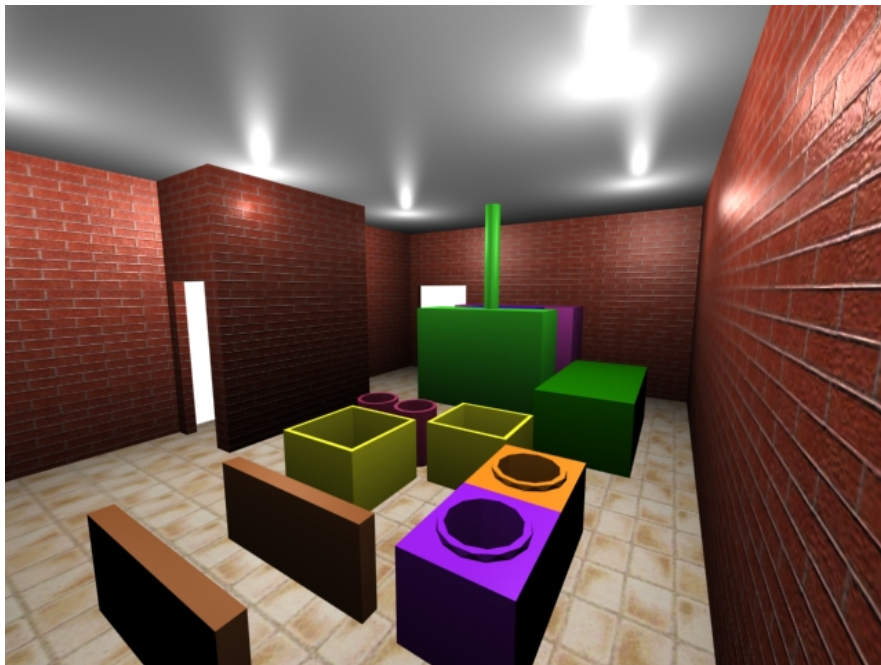
Dari hasil perhitungan *layout* awal dan *layout* usulan dapat diketahui penghematan jaraknya sehingga dapat diketahui juga penambahan penghasilan untuk masing-masing model jarak, untuk jarak model *Rectilinear* sebesar Rp 80.000,- , model jarak *Square Euclidean* sebesar Rp. 200.000,- sedangkan model jarak *Euclidean* sebesar Rp. 120.000,-.

Dengan perhitungan ketiga model jarak *Rectilinear*, *Square Euclidean*, dan *Euclidean* jarak mengalami penurunan dan mengetahui penambahan penghasilan, sehingga dapat disimpulkan bahwa *layout* usulan lebih optimal dibanding dengan *layout* awal.

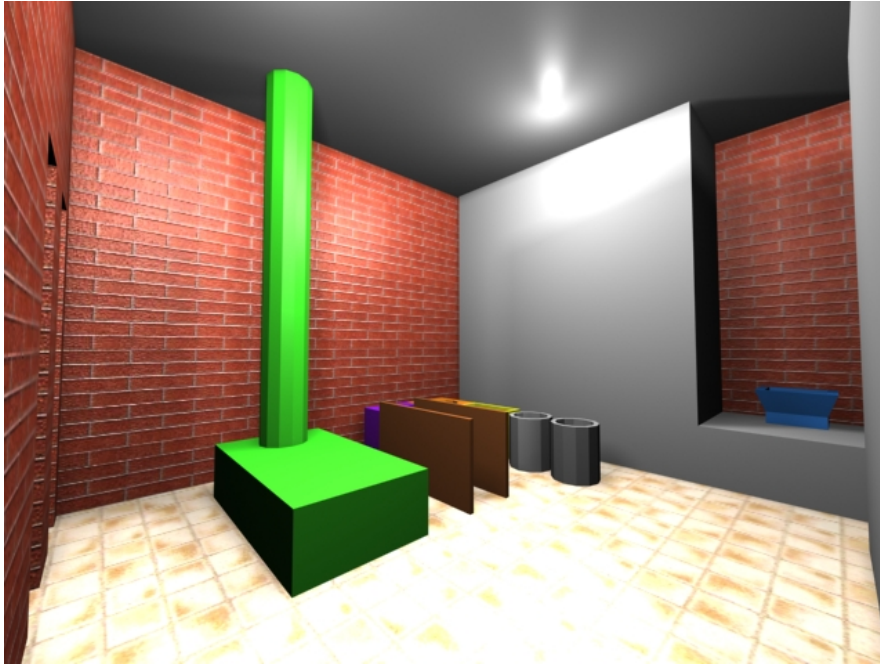
Gambar 5.63-5.70 merupakan *layout* awal dan *layout* usulan untuk 4 pabrik yang merupakan merupakan obyek penelitian pada pabrik Tahu.



Gambar 4.63 Tampilan 3D Layout Awal Pabrik I



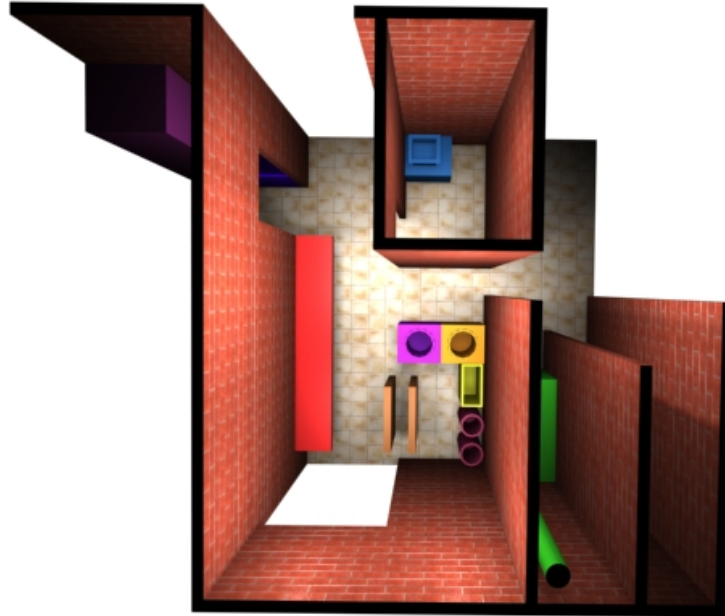
Gambar 5.64 Tampilan 3D Layout Awal Pabrik II



Gambar 5.65 Tampilan 3D Layout Awal Pabrik III



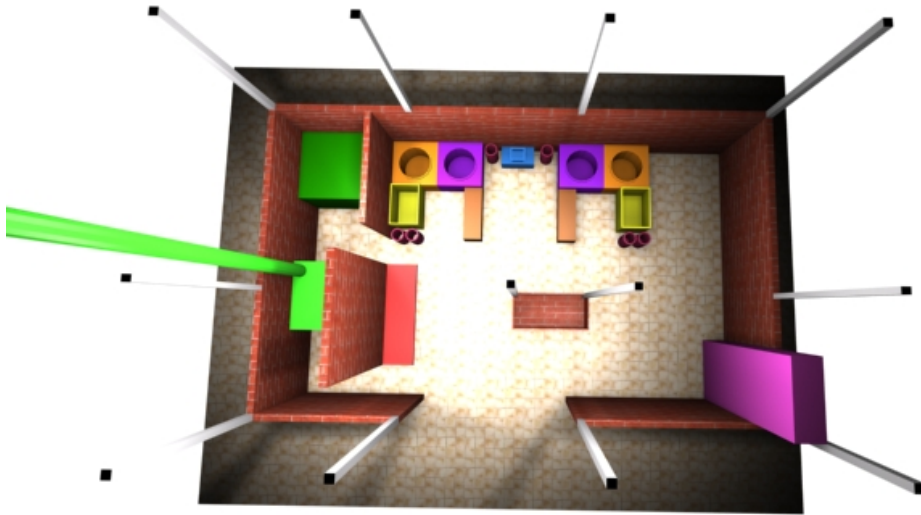
Gambar 5.66 Tampilan 3D Layout Awal Pabrik IV



Gambar 5.67 Tampilan 3D Layout Awal Pabrik V



Gambar 5.68 Tampilan Layout Usulan Tampak samping



Gambar 5.69 Tampilan 3D Layout Usulan Tampak Atas

Selisih dari hasil perhitungan jarak *material handling* pada kondisi *layout* awal dengan kondisi *layout* usulan dapat diketahui penghematan dalam satuan rupiah sebagai berikut :

1. Untuk Jarak *Rectilinear*

Diketahui :	Jarak <i>layout</i> awal	= 23.125 m
	Jarak <i>layout</i> usulan	= 21.74 m
	Jam kerja	= 10 jam/hari
	Waktu untuk sekali masak	= 0,25 jam/masak
	Satu kali masak	= 2 kotak tahu
	Harga 1 kotak tahu	= Rp.20.000,-

Penyelesaian :

Sisa jam kerja perbandingan antara *layout* awal dan usulan

$$= \frac{\text{Jarak Layout awal} - \text{Jarak Layout Usulan}}{\text{Jarak Layout awal}} \times \text{jam kerja}$$

$$= \frac{23.125 - 21.74}{23.125} \times 10 \text{ jam}$$

$$= 0.6 \text{ jam}$$

Sisa jam kerja digunakan untuk produksi menghasilkan produk sebagai berikut :

$$= \frac{\text{Sisa jam kerja}}{\text{waktu sekali masak}}$$

$$= \frac{0.6 \text{ jam}}{0.25 \text{ jam}}$$

$$= 2.4 \approx 2 \text{ kali masak}$$

$$= 2 \times 2 \text{ kotak tahu} \times \text{Rp. } 20.000,- = \text{Rp. } 80.000,-$$

2. Untuk Jarak Square Euclidean

Diketahui :	Jarak <i>layout</i> awal	= 1539.45 m
	Jarak <i>layout</i> usulan	= 1341.36 m
	Jam kerja	= 10 jam/hari
	Waktu untuk sekali masak	= 0,25 jam/masak
	Satu kali masak	= 2 kotak tahu
	Harga 1 kotak tahu	= Rp.20.000,-

Penyelesaian :

Sisa jam kerja perbandingan antara *layout* awal dan usulan

$$= \frac{\text{Jarak Layout awal} - \text{Jarak Layout Usulan}}{\text{Jarak Layout awal}} \times \text{jam kerja}$$

$$= \frac{1539.45 - 1341.3}{1539.45} \times 10 \text{ jam}$$

$$= 1.29 \text{ jam}$$

Sisa jam kerja digunakan untuk produksi menghasilkan produk sebagai berikut :

$$= \frac{\text{Sisa jam kerja}}{\text{waktu sekali masak}}$$

$$= \frac{1.29 \text{ jam}}{0.25 \text{ jam}}$$

$$= 5.16 \approx 5 \text{ kali masak}$$

$$= 5 \times 2 \text{ kotak tahu} \times \text{Rp. } 20.000,- = \text{Rp. } 200.000,-$$

3. Untuk Jarak Euclidean

Diketahui :	Jarak <i>layout</i> awal	= 19.5712 m
	Jarak <i>layout</i> usulan	= 18.18185 m
	Jam kerja	= 10 jam/hari
	Waktu untuk sekali masak	= 0,25 jam/masak
	Satu kali masak	= 2 kotak tahu
	Harga 1 kotak tahu	= Rp.20.000,-

Penyelesaian :

Sisa jam kerja perbandingan antara *layout* awal dan usulan

$$= \frac{\text{Jarak Layout awal} - \text{Jarak Layout Usulan}}{\text{Jarak Layout awal}} \times \text{jam kerja}$$

$$= \frac{19.5712 - 18.18185}{19.5712} \times 10 \text{ jam}$$

$$= 0.71 \text{ jam}$$

Sisa jam kerja digunakan untuk produksi menghasilkan produk sebagai berikut :

$$= \frac{\text{Sisa jam kerja}}{\text{waktu sekali masak}}$$

$$= \frac{0.71 \text{ jam}}{0.25 \text{ jam}}$$

$$= 2.84 \approx 3 \text{ kali masak}$$

$$= 3 \times 2 \text{ kotak tahu} \times \text{Rp. } 20.000,- = \text{Rp. } 120.000,-$$

Tabel 5.44 Penambahan Penghasilan

Model Jarak	Penghematan Jarak (meter/hari)	Penambahan Penghasilan (Rupiah/Hari)
<i>Rectilinear</i>	1.385	80.000
<i>Square Euclidean</i>	198.09	200.000
<i>Euclidean</i>	1.38935	120.000

5.3.4 Analisa Perbaikan Elemen Gerakan

Dalam bagan Analisa perbaikan hanya dilakukan pada perubahan tata letak alat pendukung dan alat utama dalam setiap stasiun,serta perbaikan layout pabrik.sedangkan elemen gerakan tidak mengalami perubahan atau penambahan gerakan karena setiap elemen gerakan operator dalam setiap stasiun sudah optimal.adapun perbaikan yang diusulkan antara lain

1. Berdasarkan hasil penelitian dengan MTM-1, dapat disimpulkan bahwa tidak ada pengurangan atau penambahan elemen gerak dalam stasiun, karena gerakan yang dilakukan operator merupakan gerakan yang optimal dalam melakukan pekerjaan di dalam proses pembuatan Tahu. Peneliti hanya dapat menyarankan untuk meminimasi waktu proses pembuatan tahu yaitu dengan mengubah tata letak alat pada setiap stasiun dan mengubah *layout* pabrik tersebut.

1. Perbandingan Antara metode langsung dengan Metode Tidak Langsung

Dalam Perbandingan kedua metode ini..peneliti terlebih dahulu memisahkan antara waktu baku pada metode jam henti berupa elemen mesin dengan elemen manusia,dan data waktu baku yang dipakai adalah data waktu baku dari elemen manusianya,sehingga data waktu dari metode langsung dapat dibandingkan dengan MTM-1,adapun data data ke lima pabrik yang di teliti dengan menggunakan metode langsung (jam henti) dan metode tidak langsung (MTM -1) sebagai berikut :

Tabel 5.45 Perbandingan dua Metode

Pabrik	Metode	
	Jam Henti (Jam)	MTM-1 (Jam)
1	0.30154	0.0861289
2	0.32745	0.0847099
3	0.27325	0.0838766
4	0.33979	0.0835670
5	0.34535	0.0855679

Dalam data Tabel 5.45 diatas, didapatkan perbedaan yang cukup signifikan dari hasil waktu kedua metode tersebut seperti pada pabrik pertama,yaitu nilai selisih sebanyak 0,2154111 Jam. Perbedaan ini terjadi karena dalam metode jam henti,waktu operator berkerja saling berhubungan dengan mesin sedangkan pada metode MTM-1,waktu baku yang didapatkan mutlak dari elemen gerakan yang aktifitasnya terbatas dan hanya berdasarkan tabel. Sehingga dalam perbandingan waktu baku didalam metode MTM-1 tidak bisa memasukan elemen mengganggu/istirahat, karena tidak ada didalam Tabel, sedangkan pada metode Jam Henti gerakan istirahat atau gerakan tidak efisien tetap dimasukkan kedalam waktu baku tersebut.

Adapun perbandingan yang didapat dari menggunakan kedua metode ini,mempunyai kelebihan dan kelemahan dalam menjalankan kedua metode ini didalam penelitian dipabrik tahu yaitu sebagai berikut :

Tabel 5.46 Perbandingan metode langsung dan tidak langsung

	Metode Langsung	Metode Tidak Langsung
Kelebihan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lebih mudah, karena mencatat hanya waktu saja tanpa harus menguraikan pekerjaan kedalam elemen-elemen pekerjaannya. 2. Lebih terinci karena waktu yang didapatkan berdasarkan waktu saja 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tidak harus ke tempat pekerjaan yang akan diteliti berulang kali.hanya mencatat elemen – lemen gerakan baik berupa catatan maupun rekaman video
Kekurangan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dibutuhkan waktu lebih lama untuk memperoleh data waktu yang banyak agar mendapatkan hasil pengukuran yang teliti dan akurat. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Belum ada data waktu geraka berupa tabel-tabel waktu gerakan yg menyeluruh dan rinci.Sehingga waktu mengganggu tidak terhitung

	2. Harus pergi ke tempat dimana pekerjaan pengukuran kerja berlangsung lebih dari satu kali	2. Dibutuhkan ketelitian yang tinggi untuk seorang pengamat dalam mengelompokkan elemen dari pekerjaan karena akan berpengaruh terhadap hasil perhitungan.
--	---	--

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian, pengolahan dan analisa data yang telah lakukan, maka penulis dapat menarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pekerja yang mengalami gangguan/keluhan dalam 6 bulan terakhir sebesar 47.63 % dan 40,53 % mengalami gangguan/keluhan dalam 7 hari terakhir. Hal ini menunjukkan bahwa adanya ketidaksesuaian dimensi antara stasiun kerja dengan kemampuan dan keterbatasan pekerja menyebabkan sikap kerja yang tidak alami dari para pekerja .
2. Aktivitas yang dominan dikeluhkan pekerja pada stasiun penggilingan adalah memasukan kedelai ke penggilingan (100%), mengangkat kedelai yang ada dalam ember (50%), pada stasiun pemasakan adalah . mengambil sari kedelai dari dalam bak (75%), menuangkan sari kedelai (25%), pada stasiun penyaringan adalah mengambil sari kedelai dari dalam bak (100%), pada stasiun pencetakan membalik landasan cetakan tahu ke papan pemotongan (75%), mengangkat pemberat untuk mengepres (25%), pada stasiun pemotongan adalah memasukan tahu kedalam ember (50%), memotong tahu secara berulang ulang (25%).
3. Dari sepuluh alternatif usulan tata letak hasil olahan *BLOCPLAN*, maka yang dipilih sebagai alternatif usulan tata letak ke-empat karena dari kesepuluh alternatif usulan tata letak tersebut alternatif usulan tata letak ke-empatlah yang memiliki skor kedekatan tertinggi.

4. Pengukuran waktu baku antara ke dua metode ini pada pabrik I yaitu metode jam henti 0.30154 jam dan waktu yang didapatkan dengan metode MTM-1 adalah 0.0861289 jam, terjadi selisih sebanyak 0,2154111 jam.
5. Tidak ada pengurangan atau penambahan waktu mesin atau elemen gerak dikarena apa yang telah di teliti sudah optimal dari segi waktu baku atau dari elemen gerakan. peneliti hanya dapat menyarankan untuk meminimasi waktu proses pembuatan tahu yaitu dengan mengubah tata letak alat pada setiap stasiun dan mengubah *layout* pabrik tersebut.

6.2 Saran

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

1. Melalui *layout* usulan ini, maka penulis mengharapkan agar perusahaan lebih memperhatikan penataan dan pengaturan area fasilitas produksi dalam usaha untuk memperlancar proses produksi tahu dengan jarak perpindahan seoptimal mungkin.
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. Penentuan jam kerja dan jam istirahat lebih teratur untuk meningkatkan kesehatan dan keselamatan kerja operator.

DAFTAR PUSTAKA

1. Arlianto JA dkk, 2003, *Perancangan Posisi Kerja Dan Alat Bantu Kerja dengan Menggunakan Biomekanik*, Proceeding 2nd National Industrial Engineering Conference [335-346]
2. Barnes RM, 1990, *Motion and Time Study*, John Wiley and Sons
3. Dominica MRTD, Sतालaksana IZ, 2000, *Analisis Ergonomi tentang Kerja Pematik pada Industri Batik Tulis*, Proceeding Seminar Nasional Ergonomi:199-308
4. Hartono, M, dkk, 2003, *Perbaikan Metode dan Peralatan Kerja dengan pendekatan Ergonomi di Industri Petis udang 'Patimura'*, Proceeding Seminar Ergonomi 2nd, [181-189]
5. Kensington, 1983, *Methods Engineering*, New South Wales University Press Ltd.
6. Konz, 1996. *Psychology of Body Movement*, Inc. New York.
7. Kroemer, KHE, HB Kroemer & KE Kroemer, 1994, *Ergonomics : How to design foe Ease and Efficient*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey
8. Manuaba, A, 1998, *Gizi Kerja dan Produktivitas*, Bunga Rampai Ergonomi Vol. 1 , Program Studi Ergonomi-Fisiologi Kerja Universitas Udayana, Denpasar
9. Nurmianto, Eko, 1996, *Ergonomi, Konsep Dasar dan Aplikasinya*, Guna Widya, Jakarta
10. Suma'mur, PK, 1994, *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja*, PT. Gunung Agung, Jakarta
11. Sutaji, Wignjosoebroto S, 2000, *Analisa dan redesain stasiun kerja operasi tenun secara ergonomis untuk meningkatkan produktivitas*, Proceeding Seminar Ergonomi [271-278]
12. Tarwaka, Solichul HA Bakri, Lilik, 2004, *Ergonomi untuk Kesehatan dan Keselamatan Kerja dan Produktivitas*, UNIBA Press, Surakarta
13. Wignjosoebroto, 2000, *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu, Teknik Analisa Untuk Peningkatan Produktivitas Kerja*, Guna Widya, Surabaya

DAFTAR RIWAYAT HIDUP KETUA PENELITI

A. Daftar Riwayat Hidup

Nama	:	Indah Pratiwi, ST.MT
NIK	:	705
Tempat/Tanggal lahir	:	Ujung Pandang, 30 September 1971
Jenis Kelamin	:	Perempuan
Bidang Keahlian	:	Teknik Industri
Kantor/Unit kerja	:	Jurusan Teknik Industri – Fakultas Teknik - UMS
Alamat kantor/unit kerja	:	Jl. Jend. A Yani Tromol Pos 1 Surakarta
Telepon Kantor	:	0271-717417 Ext.237
Alamat Rumah	:	Jl. Mawar Barat IX/21 B-459 RT.04 RW.10 Fajar Indah-Baturan - Colomadu
Telepon HP	:	0271-5822927

B. Pendidikan

Jenjang	Jurusan	Perguruan Tinggi	Tahun
S1	Teknik Manajemen Industri	Universitas Islam Indonesia - Yogyakarta	1990-1995
S2	Teknik Industri	Institut Teknologi Sepuluh Nopember - Surabaya	2000-2002

C. Bidang Penelitian

No	Judul Riset	Tahun	Dana
1	Pengembangan Metode dan Peralatan Kerja Industri Mebel Kayu Mangga dengan Pendekatan Ergonomi pada Pengrajin Mebel di Gatak Sukoharjo (Hibah Bersaing Dikti)	2006-2007	I = 30.000.000 II = 30.000.000
2	Analisa Peta Kerja pada Industri Tahu untuk Menganalisa Aktivitas Kerja : Menggunakan Metode RULA dan REBA (Reguler)	2009	3.900.000
3	Perancangan Peralatan dan Pengembangan Metode Kerja pada Industri Tahu ditinjau dari Aspek Ergonomi untuk Meningkatkan Kapasitas Produksi	2008-2009	I = 40.000.000 II = 23.925.000

D. Karya Ilmiah

No	Karya Ilmiah
1	Indah Pratiwi , Akhmad Kholid Alghofari, Muhammad Rizal, 2010, <i>Pemberian Asupan Teh Untuk Mengetahui Tingkat Perubahan Metabolisme dan Penentuan Beban Istirahat Berdasarkan Beban Kerja</i> , National Conference on Applied Ergonomics, ISBN 978-979-18304-0-9, 29 Juli 2010
2	Etika Muslimah, Indah Pratiwi , Budi, 2010, <i>Penilaian Beban Mental Menggunakan Nasa-TLX</i> , National Conference on Applied Ergonomics, ISBN 978-

	979-18304-0-9, 29 Juli 2010
3	Indah Pratiwi , Etika Muslimah, Andi Wijaya, 2009, <i>Analisa Postur Kerja dan Perancangan Alat Bantu Untuk Aktivitas Manual Material Handling</i> , Seminar Nasional Ergonomi di Universitas Diponegoro Semarang, ISBN 978-979-704-802-0, 17-18 Nopember 2009
4	Indah Pratiwi , Much. Djunaidi, Ari Priyono, 2009, <i>Rancang Ulang Kursi Kereta Api Argolawu Dilihat Datri Sudut Pandang Anthropometri</i> , Seminar Nasional Ergonomi di Universitas Diponegoro Semarang, ISBN 978-979-704-802-0, 17-18 Nopember 2009
5	Indah Pratiwi , Herrizqi Shinta, Dessy Riyasari, 2009, <i>Pengukuran Kinerja Perusahaan Kinerja Perusahaan Dengan Metode Balanced Scorecard</i> , Prosiding Simposium Nasional Rekayasa Aplikasi Perancangan dan Industri VIII , ISSN 1412-9612, 17Desember 2009
6	Indah Pratiwi , Siti Nandiroh, Atirotul Miski, 2009, <i>Analisis Efisiensi Distribusi Pemasaran Dengan Pendekatan Data Envelopment Analysis (DEA)</i> , Prosiding Simposium Nasional Rekayasa Aplikasi Perancangan dan Industri VII , ISSN 1412-9612, 17 Desember 2009
7	Akhmad Kholid, Indah Pratiwi , Astuti, 2009, <i>Analisis Pengaruh Brand Equity Terhadap Pembentukan Customer Loyalty pada Jenis Merk Pasta Gigi Dengan Analisis SEM</i> , Prosiding Simposium Nasional Rekayasa Aplikasi Perancangan dan Industri VII , ISSN 1412-9612, 17 Desember 2009
8	Indah Pratiwi , Etika Muslimah, Imanah, 2008, <i>Analisis Postur Kerja Operator Dengan Menggunakan Metode Quick Exposure Checklist (QEC) di Industri Tahu</i> , Prosiding Simposium Nasional Rekayasa Aplikasi Perancangan dan Industri VII , ISSN 1414-9612, 18 Desember 2008, Hal. I.01-08
9	Indah Pratiwi , Etika Muslimah, Dedy Yudha, Mardiyanto, 2008, <i>Analisis Postur Kerja Menggunakan Metode RULA dan REBA</i> , National Conference on Applied Ergonomics, ISBN 978-979-18304-0-9, 29 Juli 2008, Hal. 41
10	Indah Pratiwi , Muchlison Anis, A Kholid Alghofari, 2008, <i>Pengembangan Metode dan Peralatan Kerja Industri Mebel Kayu Mangga dengan Pendekatan Ergonomi pada Pengrajin Mebel di Gatak Sukoharjo</i> , Seminar Nasional Teknik Industri Universitas Hasanudin, 17 Juli 2009,
11	Indah Pratiwi , Ratnanto Fitriadi, Rika Triati H, 2007, <i>Analisa Sistem Distribusi Produk Dengan Pendekatan Supply Chain Management dan Aplikasi Beer Game</i> , Jurnal Teknik Industri, ISSN 1412-6869, Volume 06, Nomor 01, Agustus 2007, Hal 29-39
12	Indah Pratiwi , Munajat Tri N, Siti Khotimah, 2007, <i>Penerapan Metode Just In Time Dengan Pembakuan Kegiatan dan Minimasi Waktu Set up pada Bagian Permesinan Pembuatan Produk GT-060</i> , Jurnal Teknik Industri, ISSN 1412-6869, Volume 06, Nomor 01, Agustus 2007, Hal 1-8
13	Indah Pratiwi , Munajat Tri N, Iin Puji Lestari, 2006, <i>Analisis Persediaan Sektor Industri Percetakan dengan Pendekatan Dinamika Sistem</i> , Prosiding Simposium Nasional Rekayasa Aplikasi Perancangan dan Industri V, ISBN, Desember 2006, Hal.
14	Indah Pratiwi , 2006, <i>Tinjauan Ergonomi Terhadap Circle saw</i> , Seminar Ergonomi dan K3, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, , 29 Juli 2006, Hal.

E. Bidang Pengabdian Masyarakat

No	Kegiatan	Tahun	Dana
1	Perbaikan Proses Produksi untuk Meningkatkan Kapasitas	2007	104.000.000

	dan Peningkatan Pemasaran Produk Tahu di Sentra Industri Tahu Kartasura (Dana IPTEKDA LIPI)		
2.	Ipteks Bagi Masyarakat Industri Tahu Melalui Pengolahan Limbah Cair Tahu Menjadi Biogas	2009	36.000.000

Surakarta, 10 September 2010

Indah Pratiwi, ST.MT

I. Pelaksana Anggota

Nama Lengkap : R. Kusbimantoro Setyojati, S.Sn
NIK : 4402007
Jenis Kelamin : Laki-laki
Bidang Keahlian : Eco Design and Environment
NIP : -
Kantor/Unit Kerja : Program Studi Disain Interior Universitas Sahid Ska
Alamat Kantor/Unit Kerja : Jl. Adi Sucipto No.154 Surakarta 57144
Telepon/Faksimile/E-mail : Telp. (0271) 743493/743494 Fax.(0271) 742047
Alamat Rumah : Jl. Diponegoro Kertonatan 03/02 Kartasura Sukoharjo 57166 Telp.(0271)7051196
Lembaga Pendamping : LPPM USAHID
Alamat Lembaga : Jl. Adi Sucipto No.154 Surakarta 57144
Telepon/Faksimile/E-mail : Telp. (0271) 743493/743494 Fax.(0271) 742047

Pendidikan dan Kursus yang Menyangkut Usulan Riset

No	Tempat Pendidikan	Kota & Negara	Tahun Lulus	Bidang Studi
1	ISI (S-1)	Yogyakarta-Indonesia	1996	Disain Interior
2	UNS (S-2)	Surakarta-Indonesia	Sedang berlangsung	Ilmu Lingkungan

Pengalaman Riset yang Menyangkut Usulan Riset

No	Judul Riset	Tahun
1	Studi Komparatif Interior Dapur Rumah Tinggal Paduan Gaya Kolonial dan Jawa Pada Rumah Kuno di Surakarta	2006

Publikasi Hasil Penelitian yang Terkait Usulan Riset

No	Karya Ilmiah
1	R.Kusbimantoro , Indah Pratiwi, 2005, <i>Analisis Postur Kerja pada Drafter Interior Menggunakan Metode Rapid Upper Limb Assesment (RULA)</i> , Prosiding Seminar Teknologi Nasional di Universitas Teknologi Yogyakarta, ISBN 979-98964-1-X, 7 Desember 2005, Hal. IV.97-102
2	R.Kusbimantoro , 2006, <i>Rancangan Tangga Putar Ergonomis Pada Ruang Mezanin (Studi Kasus Ruang Reksopustoko Mangkunegaran)</i> , Prosiding Seminar Nasional Ergonomi-K3, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, ISBN 979-545-040-9, Juli 2006, Hal. C.23.1-12

Surakarta, 10 Mei 2009

Pelaksana Anggota,

R. Kusbimantoro Setyojati, S.Sn

Lampiran 5

RINCIAN JADWAL PENELITIAN

No	Kegiatan	Tahun pertama									Tahun kedua															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	1 0	1 1	1 2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1 0	1 1	1 2	
1	Survey Awal, Identifikasi Masalah	X	X																							
2	Pembuatan Kuisisioner			X																						
3	Penyebaran Kuisisioner				X											X										
4	Pengolahan Data Kuisisioner					X												X								
5	Pengukuran Dimensi Tubuh					X												X								
6	Pengolahan Data Anthropometri						X												X							
7	Pengukuran Waktu Siklus						X												X							
8	Pengolahan Data Waktu Siklus							X												X						
9	Pengukuran Denyut Jantung							X												X						
10	Pengolahan Data Denyut Jantung								X												X					
11	Pengukuran Kondisi Lingkungan								X												X					
12	Pengolahan Data Kondisi Lingkungan									X												X				
13	Pengembangan Metode &Peralatan Kerja														X	X	X						X			

14	Penulisan Laporan Penelitian									X	X	X										X	X	X
----	------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	---	---

c. Sistematika Laporan Eksekutif

**PENGEMBANGAN METODE DAN PERALATAN KERJA
PADA INDUSTRI MEBEL KAYU MANGGA
DITINJAU DARI ASPEK ERGONOMI ¹⁾
(Kasus : Pengrajin di Desa Sraten, Kec. Gatak, Kab. Sukoharjo)**

**Oleh :
Indah Pratiwi, Muchlison Anis, dan Ahmad Kholid Alghofari ²⁾**

- I. PERMASALAHAN DAN TUJUAN PENELITIAN**
- II. INOVASI IPTEKS**
 - a. Kontribusi terhadap pembaharuan dan pengembangan ipteks**
 - b. Perluasan cakupan penelitian**
- III. KONTRIBUSI TERHADAP PEMBANGUNAN**
 - a. Dalam mengatasi masalah pembangunan**
 - b. Penerapan teknologi ke arah komersial**
 - c. Alih teknologi**
 - d. Kelayakan memperoleh hak paten/cipta**
- IV. MENFAAT BAGI INSTITUSI**
 - a. Keterlibatan unit-unit lain di perguruan tinggi dalam pelaksanaan penelitian**
 - b. Keterlibatan mahasiswa S1/S2/S3**
 - c. Kerjasama dengan pihak luar (kontrak baru, royalti, dsb)**
- V. PUBLIKASI ILMIAH**