



UNIVERSITAS INDONESIA

**PERANCANGAN *KNOWLEDGE BASED SYSTEM* UNTUK  
PERHITUNGAN WAKTU SIKLUS DENGAN METODE MTM  
PADA LINI PERAKITAN**

**TESIS**

**ADITYA ADJI WIBOWO  
NPM 1006735100**

**PROGRAM PASCA SARJANA TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK  
2012**



UNIVERSITAS INDONESIA

**PERANCANGAN *KNOWLEDGE BASED SYSTEM* UNTUK  
PERHITUNGAN WAKTU SIKLUS DENGAN METODE MTM  
PADA LINI PERAKITAN**

**TESIS**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar magister teknik**

---

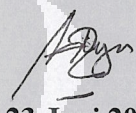
**ADITYA ADJI WIBOWO  
NPM 1006735100**

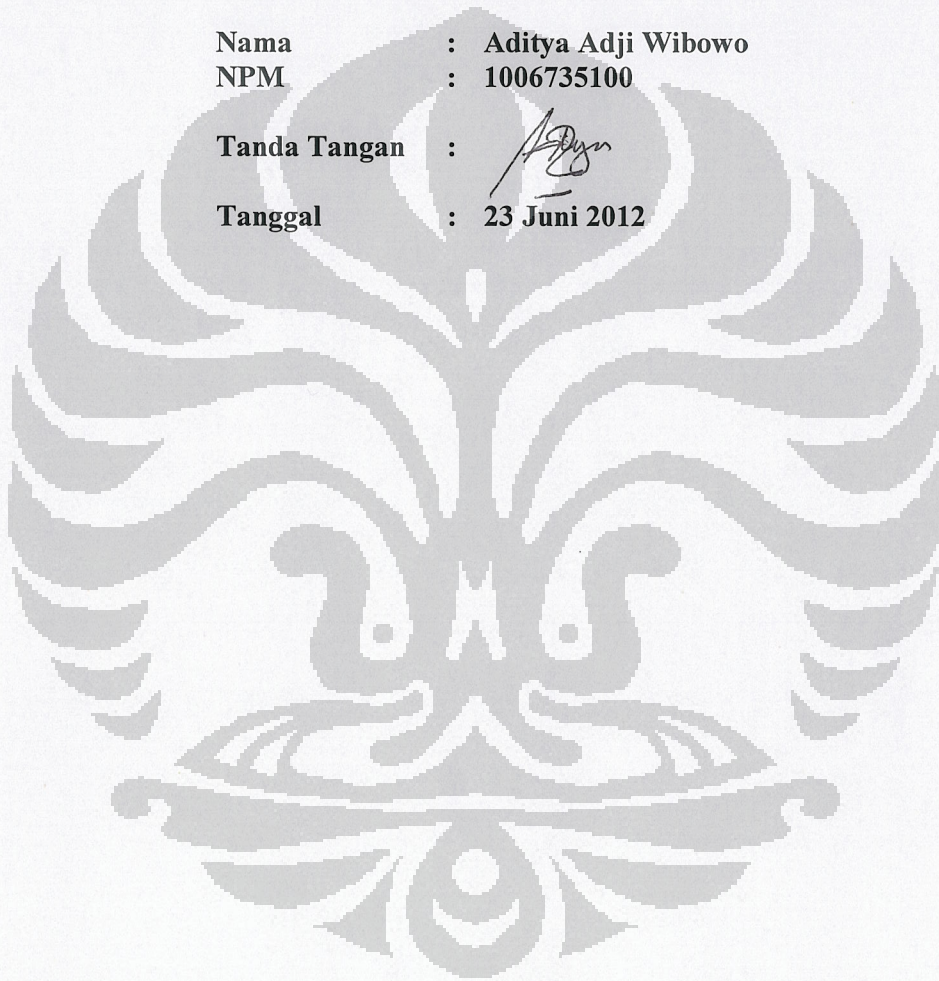
**PROGRAM PASCA SARJANA TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK  
2012**

ii

**HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS**

**Disertasi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan  
semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar**

**Nama : Aditya Adji Wibowo**  
**NPM : 1006735100**  
**Tanda Tangan : **  
**Tanggal : 23 Juni 2012**



## LEMBAR PENGESAHAN

Disertasi ini diajukan oleh,

Nama : Aditya Adji Wibowo  
NPM : 1006735100  
Program Studi : Magister Teknik Industri

Judul Tesis : PENGUKURAN *KNOWLEDGE BASED*  
*SYSTEMS* UNTUK PERHITUNGAN  
WAKTU BAKU DENGAN METODE  
MTM PADA LINI PERAKITAN

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar magister teknik pada 23 juni 2012

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Ir. Akhmad Hidayatno, MBT

(*Akhmad*)

Pembimbing : Ir. Boy Nurtjahyo Moch, MSIE

(*Boy Nurtjahyo*)

Penguji : Ir. Sri Bintang Pamungkas, MSISE, Ph.D

(*Sri Bintang*)

Penguji : Ir. Dendi P. Ishak, M.SIE

(*Dendi P. Ishak*)

Penguji : Armand Omar Moeis S.T., M.Sc

(*Armand Omar Moeis*)

Penguji : Ir. Fauziah Dianawati M.Si

(*Fauziah*)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 23 Juni 2012

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan tesis ini. Penulisan tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Teknik Jurusan Teknik Industri pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tesis ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan tesis ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr.Akhmad Hidayatno ST,MBT dan Bapak Ir.Boy Nutjahyo selaku dosen pembimbing yang telah banyak menyediakan waktu, pikiran, dan kesabarannya yang luar biasa untuk memberikan motivasi, arahan, semangat, dan doa dalam menyelesaikan penelitian ini.
2. Ir. Yadrifil M.Sc selaku dosen pembimbing akademis.
3. Segenap dosen dan karyawan Departemen Teknik Industri Universitas Indonesia yang telah membantu selama masa perkuliahan.
4. Kedua orang tua , kakak dan marisa amalia yang telah memberikan semangat, doa dan dukungannya selama ini.
5. Rekan-rekan S2 TI UI Salemba 2010 untuk kebersamaan yang telah diberikan selama masa perkuliahan.
6. Semua pihak yang telah membantu dalam proses pembuatan tesis ini.

Penulis menyadari dalam penyusunan tesis ini masih terdapat kekurangan Karena itu penulis tidak menutup diri terhadap saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan tesis ini. Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 23 Juni 2012



Aditya Adji Wibowo

**LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH**  
**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN**  
**PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aditya Adji Wibowo  
NPM : 1006735100  
Program Studi : Magister Teknik Industri  
Departemen : Teknik Industri  
Fakultas : Teknik Industri  
Jenis karya : Tesis

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**PERANCANGAN *KNOWLEDGE BASED SYSTEMS* UNTUK  
PERHITUNGAN WAKTU BAKU DENGAN METODE MTM PADA LINI  
PERAKITAN**

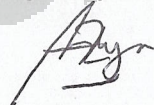
beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 23-Juni-2012

Yang menyatakan



( Aditya Adji Wibowo)

## ABSTRAK

Nama : Aditya Adji Wibowo  
Program Studi : Teknik Industri  
Judul : PERACANGAN *KNOWLEDGE BASED SYSTEMS*  
UNTUK PERHITUNGAN WAKTU BAKU DENGAN  
METODE MTM PADA LINI PERAKITAN

Penelitian ini menjelaskan tentang masalah pengukuran waktu baku dengan metode MTM dan pengumpulan pengetahuan proses serta gerakan pada sebuah perusahaan industri manufaktur sebagai dasar pembuatan *knowledge base systems* (KBS). Tujuan dari pembuatan KBS adalah untuk membantu perhitungan MTM. Kelemahan MTM yang lebih banyak disebabkan oleh faktor manusia dapat terbantu dengan adanya sistem ini. Pengumpulan data di kerjakan dengan menggunakan metode *protocol analysis* dan *video analysis* sebagai akuisisi pengetahuan untuk menghasilkan pengetahuan dasar. Pengetahuan dasar akan dimanfaatkan sebagai *inference engine* yang digunakan sebagai input dari software yang akan menjadi output pada penelitian ini. Software yang akan dihasilkan akan mempunyai keakuratan data 90 % dan waktu pengerjaan 5-10 menit per 100 tmu.

Kata Kunci:

MTM, Waktu baku, Knowledge Based Systeem (KBS) ,Efisiensi

## ABSTRACT

Name : Aditya Adji Wibowo  
Study Program : Industrial Engineering  
Title : KNOWLEDGE BASED SYSTEMS DESIGN FOR  
CALCULATING STANDART TIME WITH MTM  
METHODS IN ASSEMBLY LINE

In this research, it is explained more about the standard time measurement using MTM method and the collection of movement process knowledge in a manufacturing company as the created basic of knowledge base systems (KBS). The purpose of making KBS is to helps calculation of MTM. The weaknesses of MTM method that heavily influenced by human factor can be assisted with this system. The method that used to collect the data was protocol analysis and video analysis as a knowledge acquisition to produce basic knowledge. Basic knowledge will be utilized as inference engine, which is used as an input for the research ouput. Software produced will have the accuracy data of 90% and the average processing time was 5-10 minutes per 100 tmu.

**Keywords:**

MTM, Standard time, Knowledge Base Systems (KBS), Efficiency



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR ORISINALITAS.....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakangí í	.1
1.2 Rumusan Masalah dan Hipotesisí í	.....2
1.3 Diagram Keterkaitan Masalahí í	..2
1.4 Tujuan penelitianí í	..3
1.5 Batasan Penelitianí í	.3
1.6 Metodologi Penelitianí í	..4
1.7 Sistemetika Penulisaní í	..4
<b>BAB 2 LANDASAN TEORI.....</b>	<b>6</b>
2.1 Time Studyí í	.6
2.2 Predetermine Time systemsí í	.7
2.2.1 Methods Time Measurementí í	..8
2.3 Knowledge Base Systemsí í	..13
<b>BAB 3 PENGUMPULAN DATA.....</b>	<b>16</b>
3.1 Proses Produksií í	16
3.2 Efisiensi Produksií í	.16
3.3 Pemilihan Lini Percontohaní í	...17
3.4 Analisa Pembuatan MTM pada Lini Percontohaní í í í í í í í í í í í í	.í 20
3.4.1 Data MTM di Lini T2562í í	.20
3.4.2 Perbandingan MTM dengan Waktu Stopwatchí í í í í í í í í í í í í	...20
3.4.3 Perbandingan Gerakan dengan Pengambilan Videoí í í í í í í í í í í	21
3.5 Knowledge Representationí í	21
3.5.1 Fact baseí í	...22
3.5.1.1 Gerakan-Gerakan yang sering digunakan pada Lini Percontohaní	...22
3.5.1.1.1 Mengambil Bendaí í	...22
3.5.1.1.2 Memindahkan Bendaí í	...22
3.5.1.1.3 Mengoperasikan Bendaí í	...22

3.5.1.1.4 Mengolesi Bendaí	í í í í í í í í í í í í í í í í í í í	..23
3.5.1.1.5 Proses Berakhirí	í í í í í í í í í í í í í í í í í í í	23
3.5.1.2 Dua Gerakan Dasar MTM yang Tidak Digunakaní	í í í í í	.....23
3.5.1.2.1 Body Motioní	í í í í í í í í í í í í í í í í í í í	23
3.5.1.2.2 Disengageí	í í í í í í í í í í í í í í í í í í í	.23
3.5.1.3 Tiga Tipe Mesin yang Digunakaní	í í í í í í í í í í í í í í í í í í í	.23
3.5.1.3.1 Mesin Sonic Weldingí	í í í í í í í í í í í í í í í í í í í	...23
3.5.1.3.2 Mesin Press manualí	í í í í í í í í í í í í í í í í í í í	..24
3.5.1.3.3 Mesin Screw Drivedí	í í í í í í í í í í í í í í í í í í í	.í 24
3.5.2 Rule Baseí	í í í í í í í í í í í í í í í í í í í	..25
3.5.2.1 Gerakan Mengambil Bendaí	í í í í í í í í í í í í í í í í í í í	...í 25
3.5.2.1.1 Reach (Menjangkau)í	í í í í í í í í í í í í í í í í í í í	25
3.5.2.1.2 Grasp (menggenggam)í	í í í í í í í í í í í í í í í í í í í	.25
3.5.2.2 Gerakan Memindahkan Bendaí	í í í í í í í í í í í í í í í í í í í	..26
3.5.2.2.1 Move (Bergerak)í	í í í í í í í í í í í í í í í í í í í	..26
3.5.2.2.2 Regrasp (G2/Menggenggam kembali)í	í í í í í í í í í í í í í í í í í í í	.26
3.5.2.2.3 Positioning (Memposisikan)í	í í í í í í í í í í í í í í í í í í í	26
3.5.2.3 Gerakan Mengoperasikan Mesiní	í í í í í í í í í í í í í í í í í í í	..í 26
3.5.2.3.1 Mesin screwí	í í í í í í í í í í í í í í í í í í í	.í 27
3.5.2.3.2 Mesin Sonic Weldingí	í í í í í í í í í í í í í í í í í í í	..27
3.5.2.3.3 Press Manualí	í í í í í í í í í í í í í í í í í í í	....27
3.5.2.4 Gerakan Mengolesi Bendaí	í í í í í í í í í í í í í í í í í í í	...27
3.5.2.5 Gerakan Benda Stopí	í í í í í í í í í í í í í í í í í í í	.27
<b>BAB 4 PENGOLAHAN DATA.....</b>		<b>28</b>
4.1 Knowledge Baseí	í í í í í í í í í í í í í í í í í í í	....28
4.1.1 Gerakan Mengambil Bendaí	í í í í í í í í í í í í í í í í í í í	...í 28
4.1.2 Gerakan Memindahkan Bendaí	í í í í í í í í í í í í í í í í í í í	.29
4.1.3 Gerakan Mengoperasikan Mesiní	í í í í í í í í í í í í í í í í í í í	..30
4.1.3.1 Mesin Screw Driverí	í í í í í í í í í í í í í í í í í í í	.30
4.1.3.2 Mesin Sonic Weldingí	í í í í í í í í í í í í í í í í í í í	..31
4.1.3.3 Mesin Press Manualí	í í í í í í í í í í í í í í í í í í í	.31
4.1.3.4 Menunggu Mesin Bekerja (Machine Time)í	í í í í í í í í í í	.31
4.1.3.5 Gerakan Mengolesi Bendaí	í í í í í í í í í í í í í í í í í í í	...31
4.1.3.6 Salah Satu Tangan tidak Mengoperasikan Bendaí	í í í í í í í í	31
4.1.3.7 Gerakan Benda Stopí	í í í í í í í í í í í í í í í í í í í	.32
4.2 Inference Engineí	í í í í í í í í í í í í í í í í í í í	32
4.2.1 Branch Knowledge Gerakan Kombinasi Mengambilí	í í í í í í í	...32
4.2.2 Branch Knowledge Gerakan Memindahkan Bendaí	í í í í í í í	..34
4.2.3 Branch Knowledge Gerakan Mengoperasikan Bendaí	í í í í í í í	..35
4.2.3.1 Mesin Screw Driverí	í í í í í í í í í í í í í í í í í í í	.36
4.2.3.2 Mesin Sonic Weldingí	í í í í í í í í í í í í í í í í í í í	..36
4.2.3.3 Mesin Press Manualí	í í í í í í í í í í í í í í í í í í í	.37
4.2.4 Menunggu Mesin Bekerjaí	í í í í í í í í í í í í í í í í í í í	.37
4.2.5 Branch Knowledge Gerakan Mengolesi Bendaí	í í í í í í í í	....37
4.2.6 Branch Knowledge Gerakan Tidak Mengoperasikan Bendaí	í í í í í	38
4.2.7 Branch Knowledge Gerakan Benda Berhenti (Stop)í	í í í í í í í í	38

<b>BAB 5 PERANCANGAN DAN PENGUJIAN TOOLS.....</b>	<b>39</b>
5.1 Perancangan Toolsí í	.39
5.2 Tampilan Program Utamaí í	..39
5.3 Tampilan Program Dasarí í	...40
5.3.1 Tampilan Program Mengambil Bendaí í í í í í í í í í í í í í í í	.41
5.3.2 Tampilan Program Memindahkan Bendaí í í í í í í í í í í í í í í í	.42
5.3.3 Tampilan Program menunggu Mesin Bekerjaí í í í í í í í í í í í	..44
5.3.4 Tampilan Program Mengoperasikan Mesin Bekerjaí í í í í í í í í í	45
5.3.5 Tampilan Program Mengolesi Benda dengan Cairaní í í í í í í í í í	...48
5.3.6 Tampilan Program Tidak Mengerjakan Operasií í í í í í í í í í í	..49
5.3.7 Tampilan Program Pekerjaan Berakhirí í í í í í í í í í í í í í í í	.49
5.4 Tampilan Implementasi Softwareí í	..50
5.4.1 Tampilan Program Mengambilí í	.51
5.4.2 Tampilan Program Memposisikaní í í í í í í í í í í í í í í í í í í í	....51
5.4.3 Tampilan Program Menunggu Mesin Bekerjaí í í í í í í í í í í í í í	..52
5.4.4 Tampilan Program Mengoperasikan Mesiní í í í í í í í í í í í í í í	..53
5.4.5 Tampilan Program Mengolesi Benda dengan Cairaní í í í í í í í í í	...54
5.4.6 Tampilan Program tidak Mengerjakan Pekerjaaní í í í í í í í í í í	.....55
5.4.7 Tampilan Program Pekerjaan Berakhirí í í í í í í í í í í í í í í í	.55
5.5 Pengujian Tools.....	57
5.5.1 Contoh Pengujian Software.....	57
5.5.2 Hasil Pengujian Software.....	58
<b>BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>59</b>
6.1 Kesimpulaní í	59
6.2 Saraní í	..60
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>61</b>

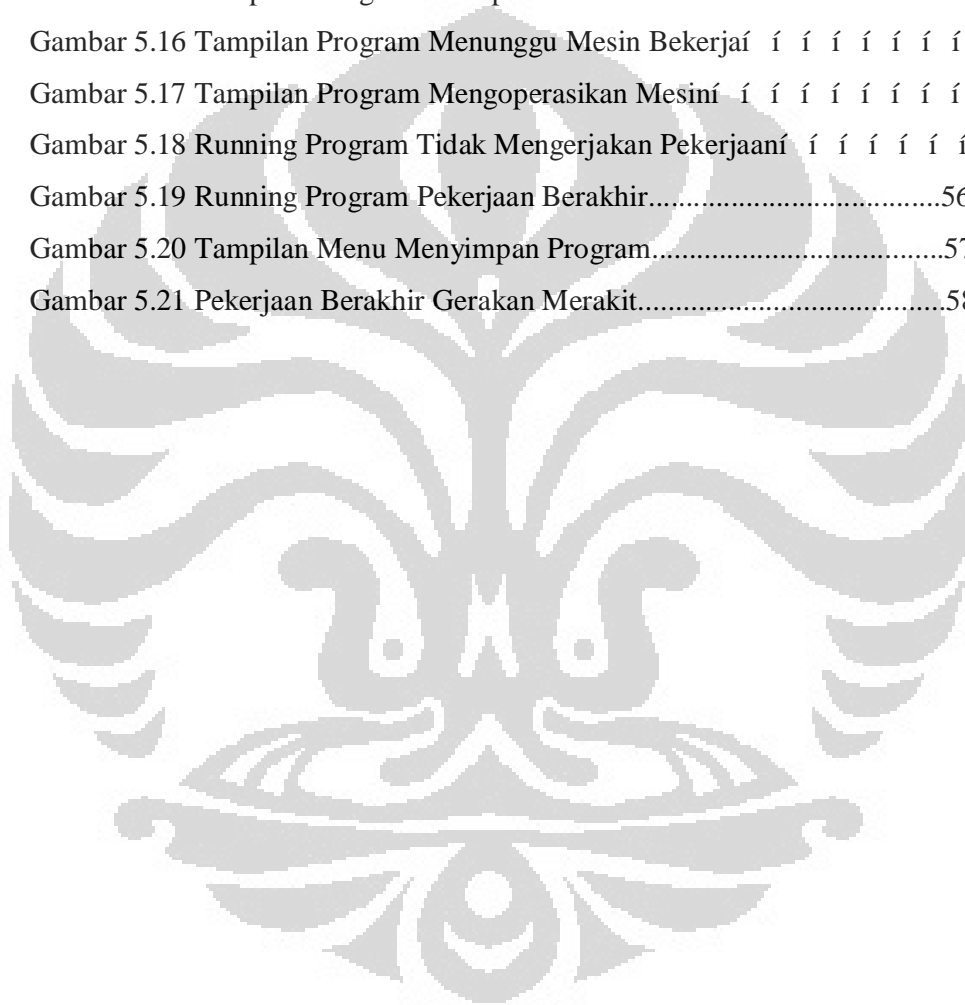
## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Metode Studi Gerakan	.7
Tabel 2.2 Data Nilai MTM elemen Gerakan Menjangkau	.9
Tabel 2.3 Data Nilai MTM Gerakan Menggenggam	.10
Tabel 2.4 Data Nilai MTM Gerakan Berpindah (Move)	...11
Tabel 2.5 Data Nilai MTM Gerakan Memposisikan (Positioning)	...12
Tabel 2.6 Data Nilai Gerakan Turn and Apply Pressure	..13
Tabel 3.1 Effisiensi PDL PT. XYZ	16
Tabel 3.2 Effisiensi Berdasarkan Produk pada Area PA	...17
Tabel 3.3 Klasifikasi Pemilihan Linif	.18
Tabel 3.4 Perbandingan Data MTM Actual vs Stopwatch	21
Tabel 5.1 Hasil Pengujian Software.....	58

## DAFTAR GAMBAR

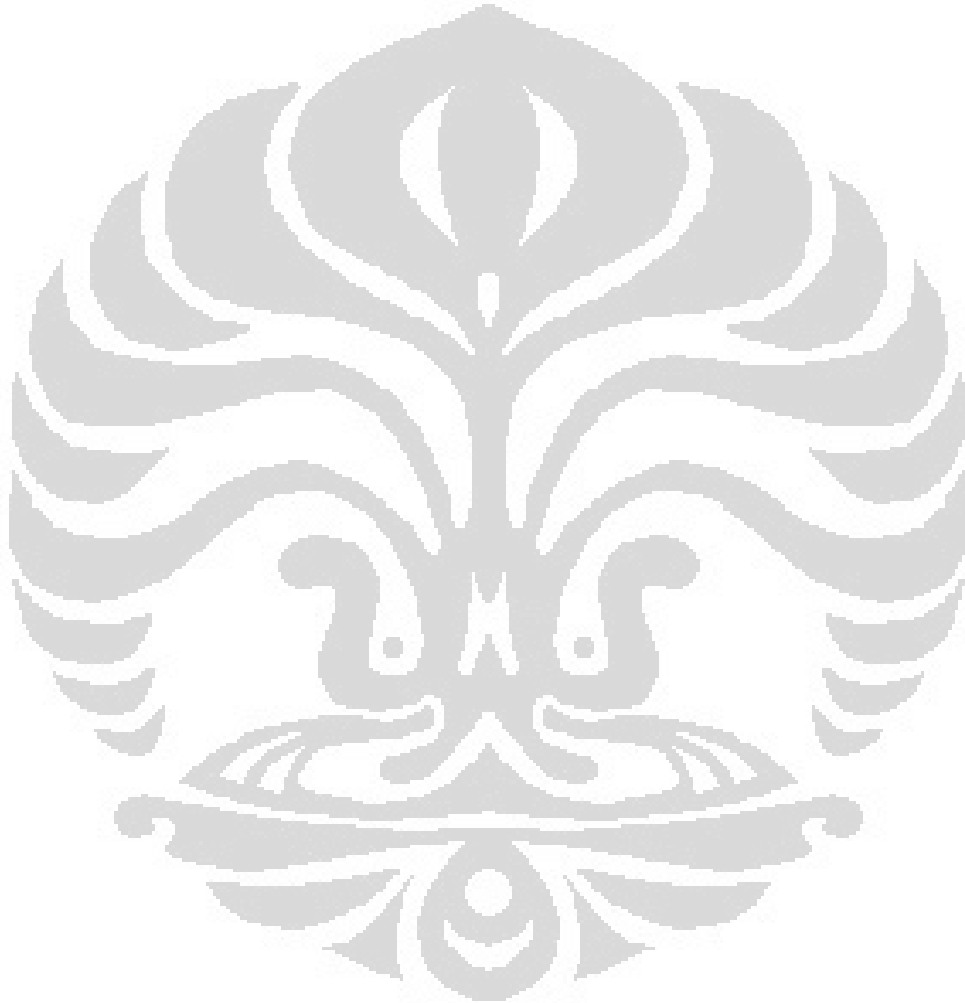
Gambar 1.1 Diagram Keterkaitan Masalah	..3
Gambar 1.2 Metodologi Penelitian	..4
Gambar 2.1 Contoh Pembuatan Knowledge Base Dibidang Metalurgi	15
Gambar 3.1 Flow Chart Proses Perakitan Produk T2562	..19
Gambar 3.2 Mesin Sonic Welding	..23
Gambar 3.3 Mesin Press Manual (Toogle Schmidt)	..24
Gambar 3.4 Mesin Screw Driver	...24
Gambar 4.1 Brach Knowledge Gerakan Mengambil	..32
Gambar 4.2 Brach Knowledge Gerakan Menjangkau	...33
Gambar 4.3 Brach Knowledge Gerakan Menggenggam	...33
Gambar 4.4 Brach Knowledge Memindahkan Benda	...34
Gambar 4.5 Brach Knowledge Berpindah	..34
Gambar 4.6 Brach Knowledge Gerakan Memosisikan (Positioning)	..35
Gambar 4.7 Brach Knowledge Gerakan Permesinan	..36
Gambar 4.8 Brach Knowledge Proses Permesinan Screw Driver	..36
Gambar 4.9 Brach Knowledge Mesin Sonic Welding	...36
Gambar 4.10 Brach Knowledge Mesin Press Manual	...37
Gambar 4.11 Brach Knowledge Menunggu Mesin Bekerja	..37
Gambar 4.12 Brach Knowledge Mengolesi Benda	37
Gambar 4.13 Brach Knowledge Tidak Mengoperasikan Benda	38
Gambar 4.14 Brach Knowledge Gerakan Benda Terhent	..38
Gambar 5.1 Tampilan Awal Program	40
Gambar 5.2 Tampilan Program Dasar	...40
Gambar 5.3 Tampilan Program Mengambil Benda	...41
Gambar 5.4 Tampilan Program Memindahkan Benda	...43
Gambar 5.5 Tampilan Program Menunggu Mesin Bekerja	...45
Gambar 5.6 Gambar Program Memilih Jenih Mesin	..45
Gambar 5.7 Tampilan Program Mengoperasikan Mesin Sonic Welding	..46
Gambar 5.8 Tampilan Program Mengoperasikan Screw Driver	47

Gambar 5.9 Tampilan Program Mengoperasikan Mesin Press Manual.....	48
Gambar 5.10 Tampilan Program Mengolesi Bendaí í í í í í í í í í í ...	48
Gambar 5.11 Tampilan Program Tidak Mengerjakan Operasií í í í í í í í ..	49
Gambar 5.12 Tampilan Akhir Programí í í í í í í í í í í í í í í í í ..	50
Gambar 5.13 Tampilan Program Utamaí í í í í í í í í í í í í í í í í ..	50
Gambar 5.14 Tampilan Program Mengambilí í í í í í í í í í í í í í í í í ..	51
Gambar 5.15 Tampilan Program Memposisikaní í í í í í í í í í í í í í í ..	52
Gambar 5.16 Tampilan Program Menunggu Mesin Bekerjaí í í í í í í í í ..	53
Gambar 5.17 Tampilan Program Mengoperasikan Mesiní í í í í í í í í ..	53
Gambar 5.18 Running Program Tidak Mengerjakan Pekerjaaní í í í í í í ..	55
Gambar 5.19 Running Program Pekerjaan Berakhir.....	56
Gambar 5.20 Tampilan Menu Menyimpan Program.....	57
Gambar 5.21 Pekerjaan Berakhir Gerakan Merakit.....	58



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran1 .....	í í í í í í í í í í	...61
Lampiran2.....	í í í í í í í	..73



## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **1. PENDAHULUAN**

##### **1.1 Latar Belakang**

Dalam industri manufaktur penilaian efisiensi merupakan hal yang sangat penting, dimana performansi sebuah proses manufaktur dapat dilihat dari pengukuran efisiensi. Secara teori kondisi ideal dari performansi perusahaan manufaktur yang baik adalah mendekati nilai 100%, namun faktanya sering sekali perusahaan memiliki efisiensi nilai dibawah atau diatas 100%, sebagai contoh adalah perusahaan XYZ.

Perusahaan XYZ merupakan perusahaan manufaktur yang membuat mainan anak. Pada kondisi sekarang ini sering sekali terjadi fluktuasi nilai efisiensi di lini produksi dimana nilai efisiensi dapat naik mencapai nilai 125 % dan dapat turun ke nilai 75%. Salah satu hal yang menjadi penyebab adalah pengukuran waktu yang tidak sesuai dengan prediksi, adapun prediksi pengukuran waktu di perusahaan ini menggunakan metode *Methods Time Measurement* (MTM).

MTM merupakan salah satu metode studi gerakan yang menggunakan nilai-nilai yang didapatkan dari gerakan dasar seperti gerakan meraih, menggenggam, memposisikan dan gerakan lainnya. Metode ini sebenarnya cukup akurat namun pada pengerjaannya seorang perekayasa MTM sering kurang teliti ataupun mempunyai cara pandang yang berbeda dalam perhitungan atau dalam pemecahan gerakan dasarnya, selain itu dalam pengerjaannya MTM sangat membutuhkan ketelitian dari seorang perekayasa, hal ini merupakan salah satu hal yang mengakibatkan efisiensi di lini produksi mempunyai nilai yang fluktuati karena tidak sesuai dengan prediksi waktu yang dibuat.

Contoh yang dapat dilihat adalah pada proses produksi di perusahaan xyz diproses perakitan utama (*primary process*) yang mempunyai efisiensi yang kurang baik. Pada proses perakitan utama terdapat 3 proses yang sering digunakan, yaitu mesin *press manual*, *screw driver* dan mesin *ultrasonic welding*.



Didalam proses pembuatan MTM untuk ketiga proses ini sering terjadi kesalahan dalam pembuatannya baik dari faktor ketelitian pembuat dan juga perbedaan antara sudut pandang pengguna dalam pemecahan gerakan.

Pengumpulan pengetahuan mengenai ketiga proses ini dapat membantu proses pengerjaan MTM untuk mendapatkan keakuratan dan kecepatan perhitungan MTM yang diharapkan. Pengumpulan pengetahuan proses produksi ini dapat dibuat sebuah *knowledge base system* atau sistem pengetahuan dasar. Sistem ini dapat membantu untuk membuat database ataupun membantu memprediksi pengambilan keputusan berapa waktu baku untuk sebuah proses yang sedang dikembangkan.

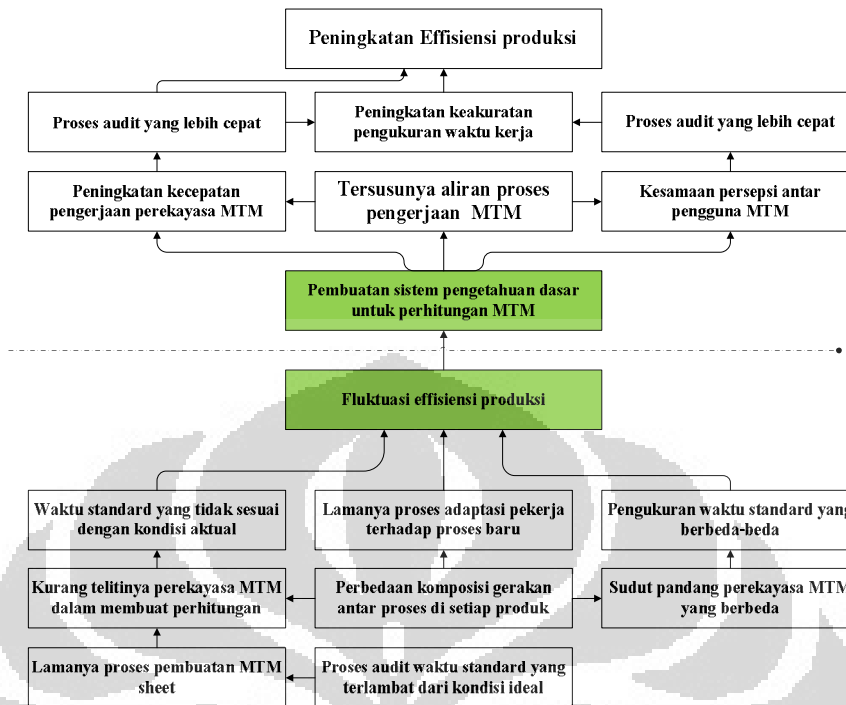
### **1.2 Rumusan Masalah dan Hipotesis**

Keakuratan perhitungan MTM tergantung kepada ketelitian dan keahlian pengguna MTM, Dibutuhkan sebuah system yang dapat digunakan sebagai pendukung kinerja perekayasa MTM dan memperkecil nilai error yang mungkin terjadi.

Hipotesis penelitian ini adalah sebuah sistem pengetahuan dasar yang untuk dapat membuat database sistem dan mampu membantu memprediksi pengambilan keputusan untuk menentukan berapa waktu baku sebuah proses dikerjakan

### **1.3 Diagram Keterkaitan Masalah**

Diagram keterkaitan masalah menggambarkan bagaimana masalah digambarkan dalam diagram menyeluruh mengenai keterkaitan permasalahan dapat dilihat pada gambar 1.1, yang merupakan hubungan antar gejala permasalahan yang bentuk suatu permasalahan yang harus diselesaikan.



**Gambar 1.1 Diagram keterkaitan masalah**

#### 1.4 Tujuan Penelitian

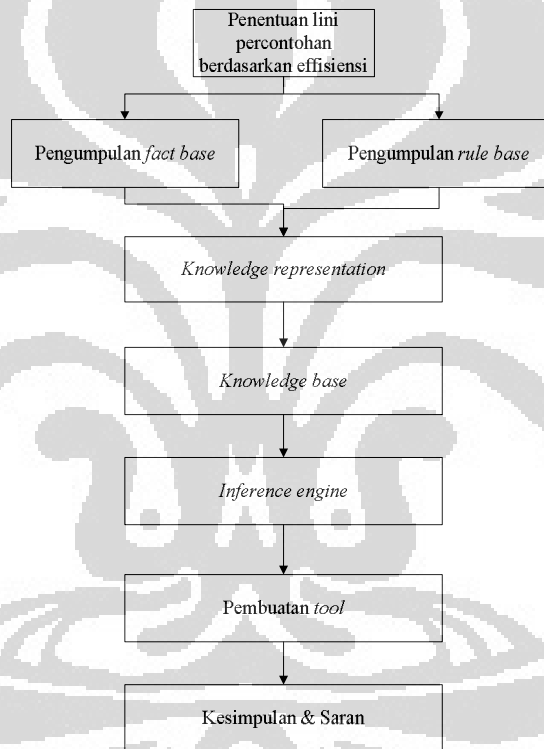
Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan sebuah sistem berbasis pengetahuan gerakan untuk analisa gerakan menggunakan *Methods time measurement* (MTM) dengan Keakuratan yang sesuai dengan kondisi yang ideal atau 100%.

#### 1.5 Batasan Penelitian

1. Data yang dikumpulkan merupakan data gerakan pada sebuah perusahaan manufaktur yang mengimplementasikan analisa studi gerakan menggunakan MTM
2. Data MTM yang akan di sederhanakan akan berdasarkan pengetahuan process ó process assembly yang di kumpulkan.( 1 line assembly pada industri mainan menjadi line percontohan)
3. Factor luar seperti Rump up , human factor dan environmental factor tidak diikutsertakan dalam penelitian.

## 1.6 Metodologi penelitian

Metodologi penelitian menggambarkan aliran data mulai dari pengumpulan data, pengolahan data, perancangan software, pengujian dan kesimpulan dan saran. Pengumpulan data berisikan gambaran mengenai proses produksi dan pengumpulan pengetahuan pembuatan MTM sheet berupa *branch knowledge* berdasarkan gerakan dasar. Pengolahan data berisikan pengumpulan gerakan yang digunakan dalam pembuatan MTM sheet dan pembuatan *branch knowledge* baru yang disesuaikan dengan pengetahuan ahli didalam lini perakitan. Perancangan software merupakan proses untuk memasukan pengetahuan ahli kedalam sistem.



**Gambar 1.2 Metodologi penelitian**

## 1.7 SISTEMATIKA PENULISAN

Penelitian ini dibagi kedalam beberapa bab- bab yang memiliki keterkaitan data dan penunjang teori, berikut di jelaskan mengenai sistematika penulisan.

### BAB I Pendahuluan

Bab ini berisi latar belakang masalah, diagram keterkaitan masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup masalah, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

- BAB II** Landasan teori  
Berisikan tentang dasar teori mengenai MTM dan KBS yang digunakan sebagai data penunjang dan dasar penelitian.
- BAB III** Pengumpulan Data  
Pada bab ini dilakukan pengumpulan data MTM pada sebuah lini produksi yang dianggap mempunyai efisiensi yang ideal. Kemudian data MTM tadi diolah menjadi sebuah representasi pengetahuan untuk sistem yang akan dibuat.
- BAB IV** Pengolahan data  
Berisikan tentang pembuatan sistem pengetahuan dasar (knowledge base) dan pembentukan percabangan pengetahuan (*inferrence engine*).
- BAB V** Perancangan software  
Berisikan perancangan software / tool yang akan digunakan sebagai penunjang para ahli atau analis untuk memprediksi waktu kerja.
- BAB VI** Kesimpulan dan Saran  
Berisikan kesimpulan dan saran dari penelitian ini.

## BAB 2

### LANDASAN TEORI

#### 2. LANDASAN TRORI

##### 2.1 Time Study

*Standard* merupakan hasil akhir dari *Time Study* dari *Work Measurement*. Metode Metode *Time Study* digunakan untuk membangun / menentukan *standard* berdasarkan *methods* dan memperhatikan masalah *fatigue* dan dan perbedaan kecepatan manusia. Secara prinsip *Time Study* dapat menggunakan 3 metode yaitu : (Benjamin W.Niebel :1999 : Hal 8).

- **Metode Jam Henti ( *Stopwatch* )**

Metode ini merupakan metode studi gerakan dengan menggunakan jam henti / *stopwatch* dimana seorang analis studi gerakan akan menggunakan *Stopwatch* untuk menentukan *standard*.

- ***Predetermined time systems.***

*Predetermined time systems* merupakan metode studi gerakan yang di hitung / di tentukan dengan melihat dasar gerakan dasar dari komponen gerakan yang ada dengan memanfaatkan pengetahuan data gerakan yang sudah tertera didalam table MTM

- ***Estimates by historical data***

*Estimates by historical data* merupakan metode yang digunakan dengan memanfaatkan pengetahuan dari proses ó proses yang sudah pernah ada sebelumnya dan menjadikan waktu dari proses yang terdahulu sebagai *standard* dari proses yang dijalankan berikutnya.

Adapun fungsi dari seorang analis studi gerakan dan *methods engineers* adalah memprediksi waktu agar mendekati kenyataan / kondisi yang diharapkan. Seorang analis studi gerakan yang baik merupakan *methods engineers* yang baik dimana dalam industri skala kecil biasanya kedua pekerjaan ini dikerjakan secara bersama.

Akurasi dari waktu *standard* dapat membuat bagian produksi dapat mendapatkan nilai efisiensi dan produktivitas yang tinggi. Sementara *Standard*

waktu yang tidak akurat akan mengakibatkan tingginya *labor cost* yang tidak kompetitif, kelebihan tenaga kerja dan banyaknya waktu menganggur.

**Tabel 2.1 Perbandingan Metode studi gerakan**

	STOPWATCH	PMTS	HISTORICAL DATA
INPUT	<i>Cycle time inline process</i>	<i>Fundamental motion Value</i>	<i>Historical data value</i>
KELEMAHAN	Ketergantungan terhadap kecepatan manusia	Waktu pengerjaan yang lama	Tidak semua waktu proses ada
	Perlu Set up line	<i>Time Study analyst skill</i>	Perlu update data
	Tidak ada <i>break down process</i>		Tidak ada <i>break down proses</i>
KEUNGGULAN	Waktu pengambilan data yang cepat	Nilai yang didapatkan melalui penelitian terdahulu	Cepat dalam penentuan standard
	Mudah dalam pengauditan waktu	Tidak tergantung kepada pace manusia	Akurat bila proses tidak berubah
		Terdapat <i>break down process</i>	

Sumber : Benjamin W Niebel, 1999

Pada tabel 2.1 diatas dapat digambarkan mengenai perbedaan antara beberapa metode studi gerakan mengenai kelemahan dan keunggulannya. Dijelaskan pada tabel tersebut bahwa metode PMTS mempunyai nilai ó nilai yang dapat diperjuangkan karena sudah mengalami beberapa penelitian sebelumnya, namun mempunyai kelemahan yaitu waktu pengerjaan yang lama dan dibutuhkan pengalaman dalam pembuatannya.

## 2.2 Predetermined time systems

Semenjak manajemen waktu dikembangkan oleh Fredrick W. Taylor maka penelitian bermunculan untuk dapat mendapatkan *standard* yang akurat sesuai dengan keadaan yang diinginkan. Penelitian dilakukan untuk dapate meneliti gerakan dasar *fundamental* manusia. Kemudian pada penelitian selanjutnya mengenai studi waktu maka didapatkan nilai dasar dari gerakan manusia dengan menggunakan perhitungan jam henti yang kemudian diperhitungkan masalah perbedaan kecepatan antara manusia. Perhitungan PMTS memperhitungkan hal berikut ini :

- Acceleration ó Deceleration Systems. Pada dasar perhitungan PMTS ini sudah dapat memperhitungkan kenaikan dan penurunan kecepatan manusia ketika melakukan akselerasi.

- Average ó Motion Systems . Systems ini juga sudah dapat mewakili rata-rata gerakan yang ada di berbagai industri manufaktur. Perhitungan gerakan dasar ini diutamakan adalah gerakan operasi untuk industri.
- Additive Systems. PMTS menggunakan waktu dasar .

Metode PMTS mempunyai beberapa metode yang dapat di gunakan dalam pencarian waktu *standard* yaitu antara lain adalah , Methods Time Measurement (MTM) atau Maynard Operation Systems (MOST).

### 2.2.1 Methods Time Measurement

MTM dikembangkan oleh Maynard pada tahun 1948. Maynard mendapatkan nilai dari gerakan dasar manusia yaitu : Reach , Move, Turn, Grasp, Position , Disengage dan Release. Definisi utam dari MTM adalah prosedur untuk menganalisa proses manual atau *methods* kedalam *basic motion* dan menentukan nilai value dari masing masing *basic motion*.

#### Langkah Pembuatan MTM-1 :

- a) *Analyst* membuat rangkuman gerakan- gerakan yang dilakukan oleh tangan kanan tangan kiri yang dibutuhkan untuk melakukan pekerjaan secara tepat.
- b) Waktu masing- masing komponen dasar di masukan dengan melihat table *Methods-Time table*.( Lampiran 1 *Methods-Time Table*).
- c) Misalkan ada dua gerakan yang dilakukan secara bersama diambil gerakan yang terlama/ terpanjang karena dianggap *Overlapping*.
- d) Waktu total diambil dari total waktu gerakan tangan kanan dan tangan kiri dari sebuah proses manual.

Dalam tahapan pembuatan MTM sering sekali terjadi kesalahan penentuan komponen yang salah atau parameter MTM yang terlewat untuk dimasukan atau kesalahan penentuan sebuah gerakan dapat di lakukan pergerakan bersamaan sehingga nilai nya dianggap yang terbesar atau tidak ( *overlapping* ).

Didalam MTM-1 terdapat beberapa komponen gerakan dasar yang digunakan, elemen-elemen gerakan tersebut mempunyai nilai ó nilai yang menjelaskan berapa waktu yang dibutuhkan manusia untuk bergerak. Gerakan ó gerakan dasar tersebut adalah sebagai berikut :

- Gerakan *reach* (**menjangkau**) adalah gerakan dasar untuk menjangkau benda tertentu pada posisi tertentu. Terdapat 5 gerakan dasar, antara lain adalah sebagai berikut ini :

- Tipe A → Menjangkau benda pada lokasi yang tetap
- Tipe B → Benda berada pada lokasi yang berbeda.
- Tipe C → Benda tercampur dengan benda yang lain
- Tipe D → Ukuran benda sangat kecil sehingga perlu penambahan waktu untuk melihat benda
- Tipe E → Benda berada pada lokasi yang tidak terjangkau sehingga perlu keseimbangan badan.

**Tabel 2.2 Data nilai MTM-elemen gerakan menjangkau**

Sumber : Benjamin W Niebel , halaman 487, 2003

Distance Moved (inches)	Time TMU			
	A	B	C or D	E
¼ or less	2.0	2.0	2.0	2.0
1	2.5	2.5	3.6	2.4
2	4.0	4.0	5.9	3.8
3	5.3	5.3	7.3	5.3
4	6.1	6.4	8.4	6.8
5	6.5	7.8	9.4	7.4
6	7.0	8.6	10.1	8.0
7	7.4	9.3	10.8	8.7
8	7.9	10.1	11.5	9.3
9	8.3	10.8	12.2	9.9
10	8.7	11.5	12.9	10.5
12	9.6	12.9	14.2	11.8
14	10.5	14.4	15.6	13.0
16	11.4	15.8	17.0	14.2
18	12.3	17.2	18.4	15.5
20	13.1	18.6	19.8	16.7
22	14.0	20.1	21.2	18.0
24	14.9	21.5	22.5	19.2
26	15.8	22.9	23.9	20.4
28	16.7	24.4	25.3	21.7
30	17.5	25.8	26.7	22.9
Additional	0.4	0.7	0.7	0.6

Tabel 2.1 menjelaskan tabel nilai-nilai yang digunakan untuk perhitungan waktu menjangkau dengan mempertimbangkan jarak dan tipe gerakan menjangkau yang diperlukan untuk menjangkau benda yang diinginkan.

- Gerakan *Grasp* (menggenggam)



Gerakan menggenggam adalah gerakan untuk menggenggam benda / mengambil benda. Gerakan ini dibedakan kedalam 3 gerakan dasar , yaitu :

1A → Gerakan mengambil benda yang sangat mudah digenggam.

1B → Gerakan mengambil benda yang kecil atau permukaan yang lurus.

1C → Gerakan mengambil benda yang berbentuk silinder dengan ukuran ukuran yang ditentukan.

**Tabel 2.3 Data nilai MTM gerakan menggenggam (*Grasp*)**

Sumber : Benjamin W Niebel , halaman 488, 2003

Type of Grasp	Case	Time TMU	Description
Select	4A	7.3	Larger than 1" × 1" × 1"
	4B	9.1	$\frac{1}{4}" \times \frac{1}{4}" \times \frac{1}{8}"$ to 1" × 1" × 1"
	4C	12.9	Smaller than $\frac{1}{4}" \times \frac{1}{4}" \times \frac{1}{8}"$
Contact	5	0	Contact, Sliding, or Hook Grasp

Tabel 2.3 menjelaskan data nilai MTM elemen gerakan menggenggam dengan mempertimbangkan jenis gerakan dan jenis benda yang akan di genggam atau diambil.

- Gerakan *Move* (berpindah)

Gerakan berpindah merupakan gerakan untuk memindahkan suatu benda dari satu posisi ke posisi yang lain, dibedakan menjadi 3 gerakan dan diberikan faktor tertentu untuk berat dari benda yang dipindahkan, gerakan tersebut adalah :

A → Gerakan menindahkan benda dari tangan ke tangan yang lain.

B → gerakan berpindah dari 1 lokasi ke beberapa lokasi.

C → gerakan berpindah dari satu posisi ke posisi yang lain (lokasi benda tetap).

**Tabel 2.4 Data nilai MTM gerakan berpindah (*Move*)**

Sumber : Benjamin W Niebel , halaman 488, 2003

Distance Moved (inches)	Time TMU				Wt. Allowance		
	A	B	C	Hand in Motion B	Wt. (lb) Up to	Dynamic Factor	Static Constant TMU
¼ or less	2.0	2.0	2.0	1.7			
1	2.5	2.9	3.4	2.3	2.5	1.00	0
2	3.6	4.6	5.2	2.9			
3	4.9	5.7	6.7	3.6	7.5	1.06	2.2
4	6.1	6.9	8.0	4.3			
5	7.3	8.0	9.2	5.0	12.5	1.11	3.9
6	8.1	8.9	10.3	5.7			
7	8.9	9.7	11.1	6.5	17.5	1.17	5.6
8	9.7	10.6	11.8	7.2			
9	10.5	11.5	12.7	7.9	22.5	1.22	7.4
10	11.3	12.2	13.5	8.6			
12	12.9	13.4	15.2	10.0	27.5	1.28	9.1
14	14.4	14.6	16.9	11.4			
16	16.0	15.8	18.7	12.8	32.5	1.33	10.8
18	17.6	17.0	20.4	14.2			
20	19.2	18.2	22.1	15.6	37.5	1.39	12.5
22	20.8	19.4	23.8	17.0			
24	22.4	20.6	25.5	18.4	42.5	1.44	14.3
26	24.0	21.8	27.3	19.8			
28	25.5	23.1	29.0	21.2	47.5	1.50	16.0
30	27.1	24.3	30.7	22.7			
Additional	0.8	0.6	0.85		TMU per inch over 3		

Tabel 2.4 menjelaskan nilai- nilai yang digunakan untuk gerakan dasar berpindah / *move* dengan melihat jenis gerakan, jarak perpindahan dan juga berat dari benda yang akan diambil.

- Gerakan *Positioning* ( memposisikan )  
 Gerakan memposisikan benda merupakan gerakan untuk meletakkan benda pada benda lain atau media lain. Gerakan ini dibedakan menjadi 3 gerakan tergantung kepada benda yang akan diposisikan.  
 1-Loose → Tidak diperlukan tekanan, tergantung kepada bentuk benda dan perlakuan benda tersebut mudah atau tidaknya di bawa oleh tangan pekerja.

2-Close → Diperlukan sedikit tekanan, tergantung kepada bentuk benda dan perlakuan benda tersebut mudah atau tidaknya di bawa oleh tangan pekerja.

3-Exact → Diperlukan tekanan besar, tergantung kepada bentuk benda dan perlakuan benda tersebut mudah atau tidaknya di bawa oleh tangan pekerja.

**Tabel 2.5 Data nilai MTM gerakan Memposisikan (*Positioning*)**

Sumber : Benjamin W Niebel , halaman 489, 2003

Class of Fit	Height of Recoil	Easy to Handle	Difficult to Handle
1 – Loose – Very slight effort, blends with subsequent move	Up to 1"	4.0	5.7
2 – Close – Normal effort, slight recoil	Over 1" to 5"	7.5	11.8
3 – Tight – Considerable effort, hand recoils markedly	Over 5" to 12"	22.9	34.7

Tabel 2.5 menjelaskan nilai- nilai yang digunakan untuk gerakan dasar memposisikan (*positioning*) dengan melihat jenis dari gerakan, tenaga yang diperlukan dan perlakuan terhadap benda.

- Gerakan *Turn & apply pressure* ( Menekan dengan menggunakan tekanan)

Gerakan menekan menggunakan tekanan diperuntukan untuk menekan sebuah benda atau mengoperasikan sebuah alat. Memerlukan pergelangan tangan untuk menekan sebuah benda.

**Tabel 2.6 Data nilai MTM gerakan Memposisikan (*Positioning*)**

Sumber : Benjamin W Niebel , halaman 488, 2003

Weight	Time TMU for Degrees Turned										
	30°	45°	60°	75°	90°	100°	120°	130°	150°	165°	180°
Small – 0 to 2 pounds	2.8	3.5	4.1	4.8	5.4	6.1	6.8	7.4	8.1	8.7	9.4
Medium – 2.1 to 10 pounds	4.4	5.5	6.5	7.5	8.5	9.6	10.6	11.6	12.7	13.7	14.8
Large – 10.1 to 35 pounds	8.4	10.5	12.3	14.4	16.2	18.3	20.4	22.2	24.3	26.1	28.2

Tabel 2.6 menjelaskan nilai- nilai yang digunakan untuk gerakan dasar memposisikan dengan melihat putaran pergelangan tangan ataupun energi yang dibuahan untuk melakukan gerakan.

Gerakan ó gerakan lain yang ada dalam MTM antara lain adalah gerakan untuk melihat pergerakan atau *eye tracking* , gerakan badan atau *Body motion*, dan gerakan-gerakan lainnya.

### 2.3 Knowledge base systems

*Knowledge base systems* (KBS) merupakan sebuah sistem *software* yang berisikan sejumlah pengetahuan yang jelas. ( P-H Speel , 2005 ,p 1) atau dapat dikatakan sebagai sebuah sistem yang dibangun memanfaatkan pengetahuan dari logika manusia , teknikal, ekonomi, pemerintah atau faktor-faktor lain yang dapat berpengaruh untuk membuat logika pembuatan keputusan (Mohd Kamil Yusoff,2009).

Dalam tahap perancangan sistem KBS terdapat beberapa 4 tahapan pembuatan KBS (R,Rafi ,2007) antara lain adalah:

#### a) *Business Modelling*

*Business modeling* merupakan proses pendeskripsian mengenai bisnis proses yang dilakukan guna melihat kerangka berfikir atau struktur dari sebuah bisnis berjalan.

#### b) *Knowledge acquisition*

*Knowledge acquisition* merupakan tahapan untuk mendapatkan pengetahuan yang akan digunakan dalam KBS. Pada proses ini dapat dilakukan beberapa

teknik akuisisi pengetahuan (McGraw & Harbison-Briggs, 1997) yang antara lain adalah:

- Repertory Grid , merupakan teknik akuisisi pengetahuan yang terdiri dari 2 tahapan pengerjaan , pertama adalah pengumpulan data mengenai pengetahuan dalam penyelesaian masalah kemudian 3 konsep penyelesaian masalah didapatkan, tahapan ke dua dilakukan benchmarking dengan para ahli untuk mendapatkan kesimpulan.
- Laddering , menggunakan teknik wawancara untuk mendapatkan hubungan korelasi antar konsep.
- Card sorting, menggunakan kartu untuk mendapatkan pengetahuan mengenai konsep-konsep yang ada dengan menggunakan kartu yang berisi sebuah ungkapan yang bermakna kemudian di urutkan oleh para ahli untuk melihat para ahli dalam hal pengambilan keputusan.
- 20 questions , menggunakan 20 pertanyaan penting untuk mendapatkan pengetahuan kerangka berfikir ahli dalam mengambil keputusan.
- Protocol analysis , para ahli akan diberikan studi kasus kemudian diminta untuk menyelesaikannya. Dari jawaban para ahli akan dilihat bagaimana seorang ahli menyelesaikan masalahnya.

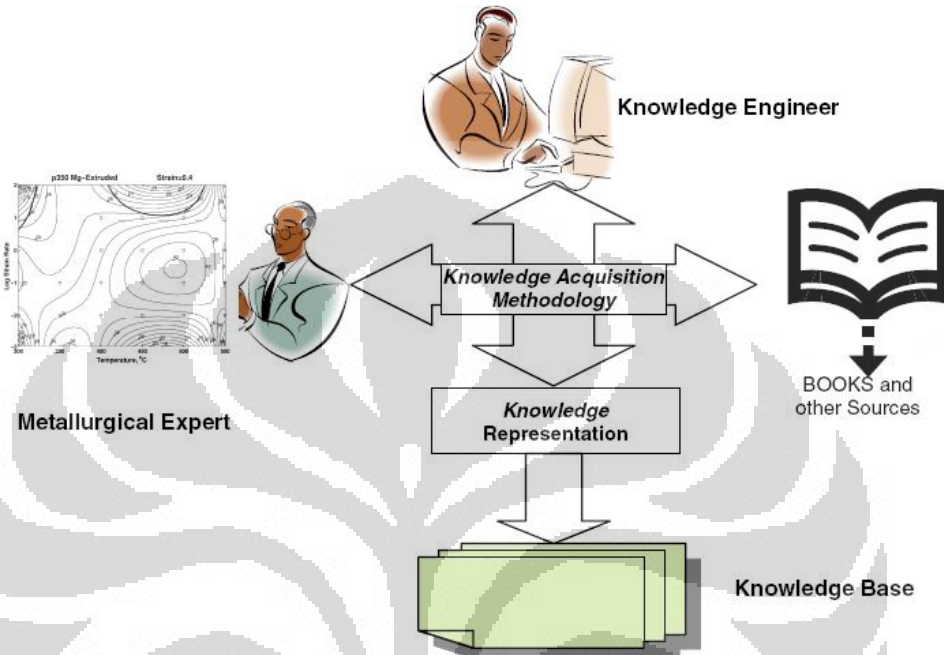
**c) *Knowledge representation***

*Knowledge based* merupakan bagian awal dari KBS dimana tahapan ini merupakan tahapan pengumpulan data, fakta dan logika dari sistem yang akan dibuat/ pengetahuan yang dibutuhkan.

- Fact base , adalah pengetahuan yang menjelaskan mengenai fakta-fakta yang ada yang terkait dengan sistem terkait.
- Rule base, adalah pengetahuan menggunakan fakta-fakta yang ada untuk mendapatkan kesimpulan mengenai aturan-aturan tertentu yang saling terkait.

**d) *Knowledge base***

*Knowledge representation* merupakan tahapan pemaparan *knowledge based* dengan menggunakan aturan kondisi (if) dan kesimpulan (then). Dan kemungkinan yang terjadi akan membentuk percabangan logika.



**Gambar 2.1** Contoh pembuatan knowledge base di bidang metalurgi

Sumber : R.Rafi, Journal of CSI, 2007

**e) Inference Engine**

Merupakan tahapan pengeontrolan logika yang ada dengan menggunakan *backward chaining* ataupun *forward chaining*.

**f) Tools**

Merupakan tahapan perancangan *software / tools* yang dapat digunakan sebagai pendukung para ahli dalam menyimpulkan masalah yang ada merupakan gambaran dari *inference engine* dan *knowledge base*.

## BAB 3

### PENGUMPULAN DATA

Pada bab ini lebih banyak digunakan untuk pengumpulan fakta-fakta pengetahuan (*knowledge acquisition*) berupa fakta dan aturan dari pembuatan studi gerakan dengan metode MTM . Pengumpulan data dilakukan di perusahaan PT.Xyz. Data yang dikumpulkan antara lain adalah data proses produksi , data analisa MTM , video proses dan data *layout* stasiun kerja. Hasil dari pengumpulan data ini selanjutnya akan diolah untuk mendapatkan pengetahuan dasar (*knowledge base*). Selain itu pada bab ini lini percontohan yang akan digunakan dalam penelitian akan ditentukan

#### 3.1 Proses produksi

PT.Xyz merupakan sebuah perusahaan manufaktur yang bergerak dibidang mainan anak, secara lengkap proses produksi dibagi kedalam 2 unit bisnis yaitu *primary* area dan *secondary* area. *Primary area* menggunakan proses layout sementara *secondary area* memakai product layout. Dalam menjalankan bisnisnya PT.Xyz mempunyai target 95% efisiensi produksi PDL ( *Productive Direct labor*).

#### 3.2 Efisiensi produksi

Effisiensi produksi dihitung berdasarkan total area yaitu area *primary* yang terbagi menjadi 3 area yaitu *Plastic assembly* (PA), *painting*(PT) dan *injection molding* (IM) ditambah area utama kedua yaitu area *secondary*. Data pada bulan Oktober 2011 menunjukkan bahwa pada area *primary* mempunyai efisiensi PDL sebesar 90 % dan area *secondary* mempunyai efisiensi sebesar 95 %. Detail data efisiensi digambarkan pada tabel 3.1.

**Tabel 3.1 Efisiensi PDL PT.Xyz**

Sumber : Data produksi bulan Oktober 2011

Effisiensi produksi PDL			
Secondary area	Primary area		
PO	PA	IM	PT
95%	88%	92%	92%

Note : PO (*Pack out*), PT (*painting*),IM (*injection molding* ), PA (*Plastic assembly*)

Dari data Efisiensi diatas dapat digambarkan area *primary* merupakan penyumbang terbesar tidak tercapainya target perusahaan. Penyumbang terbesar dari area ini adalah proses PA (*plastic assembly*) dengan efisiensi PDL sebesar 88%. Oleh karena itu penelitian akan dilakukan pada area ini.

Area PA adalah area yang digunakan untuk merakit komponen ó komponen di proses IM. Part dari IM dirakit dengan menggunakan 3 teknologi dasar yaitu *Screwing*, *sonic welding* dan *manual pressing*. Pada proses ini lebih banyak dikerjakan secara manual dengan bantuan manusia. Tabel 3.2 merupakan detail proses PA berdasarkan produk.

**Tabel 3.2 Efisiensi berdasarkan produk pada area PA**

Sumber : Data produksi bulan Oktober 2011

No.	# Number	Efisiensi
1	T2562	100%
2	R4183	120%
3	T1484	80%
4	N2851	90%
5	R5210	95%
6	N2854	89%
7	X7631	90%
8	M7785	60%
9	P2120	98%
10	M5587	100%
11	T2160	88%
12	X7760	70%
13	M5581	90%
14	Z7733	91%
15	L5581	92%
		90.20%

### 3.3 Pemilihan Lini percontohan

Lini percontohan ini digunakan sebagai tempat penelitian. Kriteria pemilihan lokasi penelitian adalah bahwa efisiensi produksi mendekati nilai 100% dan sudah melwati masa adaptasi (*Rump up*) yaitu 2 minggu dan dibawah 1 tahun berjalannya produksi, hal ketiga adalah masalah kelengkapan proses lini yang diambil harus bisa mendeskripsikan 3 proses utama di PA.



Kriteria diatas ditunjukkan untuk mengurangi faktor manusia seperti rump up atau *abnormality* atau ketidaknormalan pergerakan akibat sudah lamanya proses itu berjalan. Semetara efisiensi mendekati 100% diasumsikan bahwa prediksi waktu kerja sama dengan kondisi aktual.

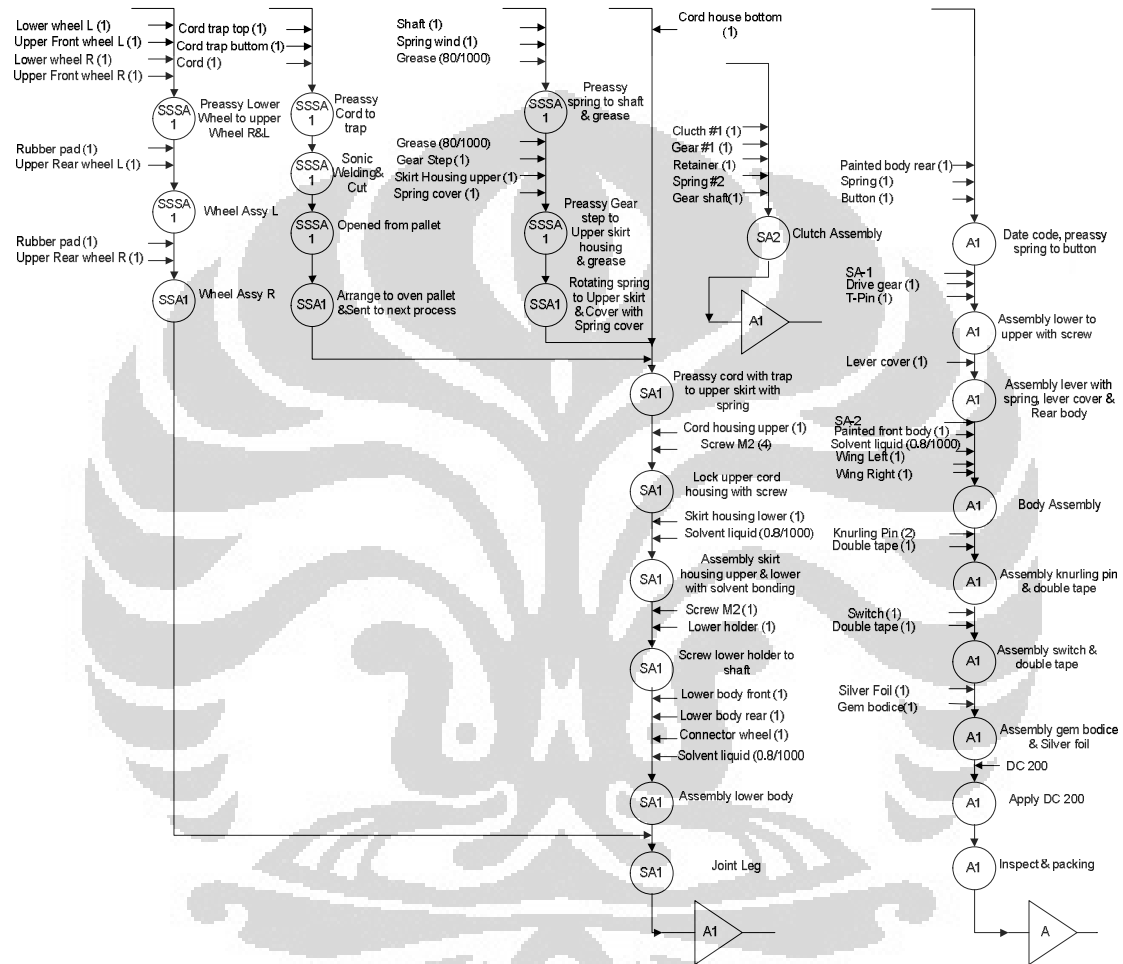
**Tabel 3.3 Klasifikasi pemilihan lini**

Sumber : Data produksi bulan Oktober 2011

No.	# Number	Effisiensi	Waktu running	Machine
1	T2562	100%	1bulan	SW,MP,SM
2	R4183	120%	2 tahun	SW
3	T1484	80%	1 minggu	MP
4	N2851	90%	3bulan	SW,MP
5	R5210	95%	3minggu	SW,MP,SM
6	N2854	89%	2minggu	MP
7	X7631	90%	2 bulan	MP
8	M7785	60%	1minggu	SW
9	P2120	98%	7 bulan	SM
10	M5587	100%	3 tahun	SM,MP
11	T2160	88%	3 minggu	MP
12	X7760	70%	1minggu	SW
13	M5581	90%	1bulan	MP
14	Z7733	91%	4minggu	SW
15	L5581	92%	2minggu	MP
		90.20%		

Note : SW( Sonic welding), MP (Machine press), SM(Screw machine)

Dari data tabel 3.3 diatas dapat digambarkan bahwa fluktuasi efisiensi terjadi berdasarkan bulan dan jenis mesin yang digunakan. Oleh karena itu melihat lini percontohan merupakan lini yang dianggap berhasil maka lini yang akan dipilih sebagai lini percontohan adalah lini produksi T2562 karena menggunakan mesin yang lengkap dan waktu running yang masih dikatakan normal. Gambaran mengenai lini perakitan T2562 digambarkan pada *flowchart* proses produksi pada gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3.1 Flowchart proses perakitan produk T2562

Gambar 3.1 merupakan gambar dari urutan proses pengerjaan produk T2562. Dimana proses produksi T2562 terdiri dari 26 proses pengerjaan yang menggunakan 3 mesin / proses utama yaitu mesin press, mesin *sonic welding* dan mesin screw.

### **3.4 Analisa pembuatan MTM pada lini percontohan**

Analisa MTM pada lini percontohan merupakan sebuah proses pencocokan antara kondisi lapangan dengan perhitungan prediksi melalui analisa MTM. Effisiensi pada lini T2562 ini mencapai 100% menandakan terjadi kesamaan atau kecocokan antara prediksi awal MTM dengan kondisi lapangan.

Dengan kondisi diatas maka standard perhitungan MTM dapat dijadikan pengetahuan yang merepresentasikan proses yang ada di PA area. Hal ini dapat dicocokkan kembali dengan pengembalian video untuk melihat gerakan operator dan melakukan pengecekan dengan stopwatch.

#### **3.4.1 Data MTM di lini T2562**

Pengumpulan data MTM merupakan bagian dari *knowledge acquisition* dengan menggunakan metode *protocol analysis*. Pada tahapan ini data MTM yang sudah tersimpan dalam *historical data* dikumpulkan untuk dijadikan dasar aturan (*rule base*) dan dasar fakta (*fact base*).

Data MTM produk T2562 dapat dilihat pada lampiran 1 pada data tersebut dijelaskan secara lengkap mengenai urutan gerakan apa saja yang dilakukan pada masing-masing proses pembuatan produk T2562 melalui siklus gerakan tangan kanan dan tangan kiri. Data-data ini kemudian akan di cocokkan/ dibandingkan dengan rekaman video proses dan waktu aktual dengan *stopwatch*.

#### **3.4.2 Perbandingan MTM dengan waktu stopwatch**

Perbandingan waktu MTM dengan stopwatch dilakukan dengan melakukan observasi langsung ke lini percontohan untuk melihat kondisi real. Waktu dari stopwatch yang diambil adalah waktu pengukuran 10 kali pengambilan dengan 2 angka maksimum dibelakang koma.

Tabel 3.4 Perbandingan data MTM actual vs stopwatch

No.	Nama Operasi	MTM (manual)	MTM(Actual)	Perbedaan TMU	% Persamaan
1	Preassy Upper Wheel to Lower Wheel R&L	139,2	141,678	2,478	98%
2	Wheel Assy L	167,4	159,88	7,52	95%
3	Wheel Assy R	167,4	159,88	7,52	95%
4	Preassy cord to trap	272,2	271,2	1	100%
5	Sonic Welding & cut	149,43	159,2	9,77	94%
6	Open from pallet	81,2	87,8	6,6	92%
7	Arrange to oven	87,1	87,5	0,4	100%
8	Preassembly spring to shaft & Grease	125,7	130,3	4,6	96%
9	Preassy Gear Step	134,4	137,7	3,3	98%
10	Rotating spring	488,5	489,9	1,4	100%
11	Preassy corrd with trap to upper skirt	76,7	78	1,3	98%
12	lock upper cord	402,12	412,3	10,18	98%
13	Assembly skirt housing	170,6	177	6,4	96%
14	Screw lower holder	144,78	145,6	0,82	99%
15	Assembly Lower holder	156,6	155,78	0,82	99%
16	Joint leg	133,9	140,7	6,8	95%
17	clutch assembly	266,4	256,9	9,5	96%
18	date code & preassy spring	195	187,8	7,2	96%
19	Assembly Lower to upper	172,7	175	2,3	99%
20	Assembly Lever Spring	154,8	145	9,8	93%
21	Body assembly	275,8	270	5,8	98%
22	Assembly Knurling pin	188	189,8	1,8	99%
23	Assembly switch & D/Tape	159,8	161,8	2	99%
24	Assembling Gem Bodice	133,2	130,2	3	98%
25	Apply DC 200	100	98	2	98%
26	Inspect & packing	110	100	10	90%
					97%

Pada tabel 3.4 dapat terlihat perbandingan antara MTM perhitungan dengan stop watch, hasil dari perbandingan diatas maka hasil perhitungan MTM bisa dikatakan akurat dengan rata-rata keakuratan 97 %. Maka pada line ini gerakan dapat dilakukan penelitian sebagai dasar pengetahuan .

### 3.4.3 Perbandingan gerakan dengan pengambilan video

Perbandingan antara actual gerakan dengan video process dapat menjelaskan bagaimana pemecahan-pemecahan gerakan dari analisa MTM dapat dipertanggung jawabkan. Pada analisa video ini dilakukan penelitian dengan keakuratan gerakan/ urutan gerakan yang sama.

### 3.5 Knowledge representation

Pada tahapan representasi masalah didapatkan beberapa pengetahuan mengenai rule base yang bersifat aturan / cara main dan fact base yang berhubungan dengan fakta-fakta yang ada dilapangan yang dapat di observasi baik dari segi wawancara ataupun dengan pengamatan langsung dilapangan.

### 3.5.1 Fact base

Dasar fakta yang diambil adalah dasar fakta gerakan-gerakan yang sering / selalu digunakan dalam pembuatan MTM. Penggunaan dasar fakta adalah untuk dapat dijadikan referensi dalam pembuatan rule base atau saat knowledge base, adapun faktafakta yang ditemukan saat melakukan penelitian pada lini percontohan adalah :

#### 3.5.1.1 Gerakan-gerakan yang sering digunakan pada lini percontohan

##### 3.5.1.1.1 Mengambil benda

gerakan mengambil benda selalu ada dalam sebuah siklus pekerjaan merakit komponen, karena untuk merakit komponen diperlukan proses mengambil benda. Gerakan mengambil benda merupakan gerakan yang dilakukan tangan kanan ataupun tangan kiri untuk dapat menggenggam sebuah benda yang berada pada jarak tertentu dan dengan ukuran/ karakteristik benda tertentu.

##### 3.5.1.1.2 Memindahkan benda

Gerakan memposisikan benda selalu ada pada proses perakitan kecuali pada proses inspeksi. Gerakan memindahkan benda merupakan gerakan setelah proses benda sudah berada dalam genggam kemudian dipindahkan kesuatu lokasi dengan jarak tertentu dengan perlakuan terhadap benda sesuai dengan karakteristik benda

##### 3.5.1.1.3 Mengoperasikan mesin

proses di area PA selalu menggunakan proses permesinan karena komponen yang dirakit adalah plastic yang memerlukan perlakuan khusus untuk dapat membuat 2 benda atau lebih menyatu.

##### 3.5.1.1.4 Mengolesi benda

pada proses ini biasanya dilakukan bila diperlukan cairan yang dioleskan untuk mengurangi gesekan pada 2 benda atau lebih yang bekerja. Proses mengolesi benda berguna sebagai pelumas biasanya digunakan untuk fungsi mekanikal yang mempertemukan 2 komponen plastic yang biasanya terjadi gesekan dan dibutuhkan semacam pelumas untuk memperlancar gesekan antara benda.

#### 3.5.1.1.5 Proses berakhir

Proses berakhir dengan selesainya produk dikirim ke proses selanjutnya dimana waktu yang total merupakan penjumlahan semua elemen MTM.

#### 3.5.1.2 Terdapat 2 gerakan dasar MTM yang tidak digunakan.

Tidak semua gerakan dasar MTM digunakan dalam pembuatan atau perhitungan prediksi waktu, hal ini dikarenakan jenis pekerjaan dan kemungkinan digantikannya sebuah elemen dengan elemen lainnya.

##### 3.5.1.2.1 Body motion

Gerakan ini tidak digunakan karena proses asumsi dari lini produksi yang seluruh operasi dilakukan dengan duduk.

##### 3.5.1.2.2 Disengage

Gerakan ini tidak digunakan karena proses pelepasan dapat digantikan atau lebih akurat dengan hanya dengan gabungan gerakan mengambil benda dan gerakan dasar move.

#### 3.5.1.3 Tiga mesin yang digunakan

##### 3.5.1.3.1 Mesin *sonic welding*

proses permesinan ini menggunakan tenaga getaran / frekwensi untuk membuat 2 komponen plastik menjadi satu dengan memanfaatkan tenaga gesekan yang dihasilkan dari getaran dan part plastik itu sendiri. **Gambar 3.2** merupakan gambar dari mesin sonic welding.



Gambar 3.2 Mesin sonic welding

### 3.5.1.3.2 Mesin press manual

proses ini menggunakan tenaga tekan dengan menekan pin ke dalam lubang dengan memanfaatkan friksi antara lubang dan pin. **Gambar 3.3** merupakan salah satu contoh mesin press manual.



Gambar 3.3 Mesin press manual (toggle Schmidt)

### 3.5.1.3.3 Mesin Screw driver

Permesinan ini merupakan proses pembautan screw/ baut ke dalam lubang untuk menyatukan 2 benda. **Gambar 3.4** merupakan contoh gambar mesin screw driver.



Gambar 3.4 Mesin screw driver

### 3.5.2 Rule base

Dalam rule base dituangkan dasar-dasar aturan untuk setiap elemen gerakan yang dikerjakan. Penemuan dasar aturan akan memperkuat dasar fakta yang sudah dibicarakan sebelumnya. Didalam dasar fakta dikatakan bahwa ada gerakan yang sering atau selalu digunakan dan ada tipe gerakan yang tidak digunakan, maka di dasar aturan adalah menjelaskan kapan analisis menggunakan tipe gerakan dasar sesuai aturan dasar.

#### 3.5.2.1 Gerakan mengambil benda

Pada gerakan ini mempunyai urutan pekerjaan adalah elemen kerja *reach* / meraih dan diikuti oleh gerakan kerja *Grasp*/ menggenggam. Merupakan penjelasan dari **point 3.5.1.1.1 Mengambil benda** Gerakan yang digunakan dijelaskan pada urutan kerja berikut ini:

##### 3.5.2.1.1 *Reach* (menjangkau)

Gerakan mengambil benda dimulai dengan gerakan menjangkau/ *reach*. Adapun ketentuan yang elemen yang digunakan dijelaskan pada penjelasan dibawah ini.

- Tipe *Reach* yang digunakan adalah **tipe A** yaitu menjangkau benda pada lokasi yang tetap dan **tipe D** menjangkau benda yang berukuran kecil.
- Gerakan *Reach* tipe B tidak digunakan karena benda tidak ada potensi berpindah dan antar proses gerakan yang dilakukan sama.
- Gerakan *Reach* tipe C tidak digunakan karena tidak mungkin ada benda yang tercampur dalam 1 tempat, setiap *container* dipastikan dipisah antar material.
- Gerakan *Reach* tipe E tidak digunakan karena meja kerja dibuat secara ergonomis sehingga tidak memungkinkan proses mengalami kehilangan keseimbangan.

##### 3.5.2.1.2 *Grasp* (menggenggam)

Setelah gerakan meraih, gerakan mengambil benda dilanjutkan dengan gerakan *Grasp* / menggenggam. Adapun *rule base* dari gerakan menggenggam adalah sebagai berikut ini .



- Tipe gerakan yang digunakan hanya 1A untuk benda yang mudah diambil ,1B untuk benda yang sulit diambil atau relatif kecil ,tipe C1-3 untuk benda silindris dan G2 untuk menggenggam kembali.
- Tipe G3 tidak digunakan karena tidak ada proses berpindah tangan. Hal ini dikarenakan proses assembly didisain sedemikian mungkin untuk memanfaatkan kedua tangan secara bersamaan.
- Tipe G4 karena tidak ada benda yang tercampur,dan contact bisa diabaikan karena bernilai 0.

### 3.5.2.2 Gerakan memindahkan benda

Gerakan ini mempunyai aturan urutan gerakan yaitu *move*, *regrasp* (*G2*) dan *positioning*. Gerakan ini menjelaskan aturan dari fakta yang diuraikan pada point 3.5.1.1.2 **Memindahkan benda**. Adapun aturan-aturan yang didapatkan antara lain adalah :

#### 3.5.2.2.1 *Move* (bergerak)

Gerakan memindahkan benda dimulai dengan bergerak / *move*, adapun aturan-aturan yang ditemukan pada proses perakitan utama adalah :

- Gerakan yang dipakai adalah gerakan M tipe A dan C
- Gerakan tipe B tidak digunakan karena gerakan untuk lokasi yang tidak tentu tidak mungkin terjadi karena urutan proses selalu sama dari tiap siklus pekerjaan yang dilakukan operator.
- Berat benda diabaikan karena benda yang dirakit dibawah 2 pound sehingga tidak berdampak pada nilai MTM.

3.5.2.2.2 *Regrasp*(*G2*) (menggenggam kembali) Nilai *G2* digunakan hanya pada saat nilai *G2* lebih kecil dari nilai *Move*.

3.5.2.2.3 *Positioning*(memposisikan), semua tipe memposisikan dapat digunakan.

### 3.5.2.3 Gerakan mengoperasikan mesin

Rule base ini merupakan pemaparan fakta-fakta yang ditemukan pada point 3.5.1.3 dimana terdapat 3 jenis mesin yang digunakan adapun rule base dari point tersebut adalah:

### 3.5.2.3.1 Mesin Screw

- Komposisi aturan urutan kerja mengambil, memposisikan, menunggu mesin bekerja.
- Mengambil : gerakan mengambil screw driver menggunakan komponen gerakan R tipe A dan G tipe A
- Memposisikan : memposisikan mata screw driver dengan screw. Menggunakan *move* tipe C dan *positioning* tipe 2 *non simetris easy to handle* (P2NSH).
- Mengunggu mesin bekerja : waktu proses screwing dalam TMU dengan mengalikan angka detik dengan konstanta 27.78 Tmu

### 3.5.2.3.2 Mesin Sonic welding

- Aturan urutan gerakan adalah tipe R tipe A dan G1A
- Jarak jangkau tipe R adalah jarak tangan ke push button.

### 3.5.2.3.3 Mesin Press manual

- Aturan urutan gerakan adalah R tipe A dan G1B dan turn 180 large.
- Jarak jangkau R adalah jarak tangan ke mesin press
- Menunggu mesin bekerja(machine time)
- Gerakan menunggu mesin time dihitung berdasarkan lama waktu proses mesin dari detik diubah ke TMU dengan mengalikan angka detik dengan konstanta 27.78 tmu.

### 3.5.2.4 Gerakan mengolesi benda

- Gerakan yang dimaksud adalah move tipe c.
- Jarak jangkauan adalah luas atau panjang area yang akan diolesi oleh pekerja.
- Pada gerakan ini kolom salah satu tangan yang dikatakan tidak mengoperasikan tangan di kosongkan.

### 3.5.2.5 Gerakan benda stop

Gerakan benda stop mengakhiri benda bekerja, maka semua gerakan akan dijumlahkan secara keseluruhan pada kolom jumlah dan data akan menunjukkan jumlah TMU dan jumlah detik ini yang akan menjadi prediksi waktu kerja atau proses.

## BAB 4

### PENGOLAHAN DATA

Pada pengolahan data *knowledge representation* (*Fact base* dan *Rule base*) diolah menjadi *knowledge base* (dasar knowledge) kemudian diolah menjadi inference engine dan dilakukan pembuatan tool KBS yang akan dikerjakan pada bab selanjutnya, guna menunjang para analis atau ahli.

#### 4.1. Knowledge base

Pada tahapan ini dilakukan sebuah pemilihan dasar logika yang berasal dari knowledge representation baik itu *rule base* dan *fact base*. Pada knowledge base representasi pengetahuan yang dikerjakan pada bab pengumpulan data diolah menjadi bahasa *if* dan *then*.

##### 4.1.1 Gerakan mengambil benda

Representasi pengetahuan dari point 3.5.1.1.1 dan 3.5.2.1 diubah kedalam bahasa *if* dan *then*. Adapun penterjemahan bahasanya adalah sebagai berikut ini :

1. if tangan kanan or tangan kiri = melakukan pekerjaan then  
    melakukan pekerjaan = mengambil benda
2. Then mengambil benda= Pilih lokasi benda
  - 2.1 Then mengambil benda = benda pada lokasi yang tetap, then benda pada lokasi yang tetap=jarak  $x \rightarrow RxA$
  - 2.2 Then mengambil benda= benda berukuran kecil, Then benda memerlukan pengelihatian = jarak  $x \rightarrow RxD$
3. If benda  $RxA$  or  $RxD$  = next
  - 3.1 Then next=menggenggam , then menggenggam= benda berukuran besar  $\rightarrow RxA$  or  $RxB + G1A$
  - 3.2 Then next=menggenggam , then menggenggam= benda berukuran kecil  $\rightarrow RxA$  or  $RxB + G1B$
  - 3.3 Then next= menggenggam , then menggenggam = benda cylinder
    - 3.3.1 Then cylinder = ukuran benda ,then ukuran benda  $= > \frac{1}{2} \rightarrow RxA$  or  $RxB + 1C1$
    - 3.3.2 Then cylinder = ukuran benda ,then ukuran benda  $\frac{1}{4} - \frac{1}{2} \rightarrow RxA$  or  $RxB + 1C2$

3.3.3 Then cylinder = ukuran benda ,then ukuran benda  $< \frac{1}{4} \phi \rightarrow$   
 $RxA$  or  $RxB + 1C3$

#### 4.1.2 Gerakan memindahkan benda

Representasi pengetahuan point 3.5.1.1.2 dan 3.5.2.2 diterjemahkan kedalam dasar pengetahuan dengan urutan logika berikut ini :

1. if tangan kanan or tangan kiri = melakukan pekerjaan then  
 melakukan pekerjaan = memindahkan benda
2. Then memindahkan benda = bergerak
  - 2.1 Then bergerak = berpindah dari salah satu tangan ke tangan yang lain, then berpindah dari salah satu tangan ke tangan yang lain = jarak  $x \rightarrow MxA$
  - 2.2 Then bergerak = berpindah pada lokasi yang tetap, then lokasi yang tetap = jarak  $x \rightarrow MxC$
3. Then  $MxA$  or  $MxC = next$ 
  - 3.1 Then next =  $> 5.6 Tmu \rightarrow MxA$  or  $MxC + 0 Tmu$
  - 3.2 Then next =  $< 5.6 Tmu \rightarrow MxA$  or  $MxC + 5.6 Tmu$
4. Then  $MxA$  or  $MxC + 0 Tmu$  or  $MxA$  or  $MxC + 5.6 Tmu = next2$
5. Then next2 = Pressure
  - 5.1 Then Pressure = Tidak dibutuhkan tekanan
    - 5.1.1 Tidak dibutuhkan tekanan = Simetris
      - 5.1.1.1 Then simetris = easy handling = P1SE
      - 5.1.1.2 Then simetris = Difficult handling = P1SD
    - 5.1.2 Tidak dibutuhkan tekanan = Semi Simetris
      - 5.1.2.1 Then semi simetris = easy handling = P1SSE
      - 5.1.2.2 Then semi simetris = Difficult handling = P1SSD
    - 5.1.3 Tidak dibutuhkan tekanan = Non Simetris
      - 5.1.3.1 Then Non simetris = easy handling = P1NSE
      - 5.1.3.2 Then Non simetris = Difficult handling = P1NSD
6. Then next2 = Dibutuhkan sedikit tekanan
  - 6.1 Dibutuhkan sedikit tekanan = Simetris
    - 6.1.1 Then simetris = easy handling = P2SE
    - 6.1.2 Then simetris = Difficult handling = P2SD

- 6.2 Dibutuhkan sedikit tekanan = Semi Simretris
  - 6.2.1 Then semi simetris = easy handling = P2SSE
  - 6.2.2 Then semi simetris = Difficult handling = P2SSD
- 6.3 Dibutuhkan sedikit tekanan = Non Simetris
  - 6.2.1 Then non simetris = easy handling = P2NSE
  - 6.2.2 Then non simetris = Difficult handling = P2NSD
- 7. Then next2 = Dibutuhkan tekanan besar
  - 7.1 Dibutuhkan tekanan besar = Simetris
    - 7.1.1 Then simetris = easy handling = P3SE
    - 7.1.2 Then simetris = Difficult handling = P3SD
  - 7.2 Dibutuhkan tekanan besar = Semi Simretris
    - 7.1.1 Then semi simetris = easy handling = P3SSE
    - 7.1.2 Then semi simetris = Difficult handling = P3SSD
  - 7.3 Dibutuhkan tekanan besar = Non Simetris
    - 7.3.1 Then Non simetris = easy handling = P3NSE
    - 7.3.2 Then Non simetris = Difficult handling = P3NSD.

#### 4.1.3 Gerakan mengoperasikan mesin

Gerakan mengoperasikan mesin dibagi menjadi 3 macam *knowledge base*, yaitu mesin *screw*, *sonic welding* dan mesin *manual press*. *Knowledge base* dari ketiga mesin ini merupakan representasi dari rule base point 3.5.2.3 dan *fact base point* 3.5.1.1.3. *knowledge base* mengoperasikan mesin akan dibahas lebih lengkap pada beberapa point dibawah ini.

##### 4.1.3.1 Mesin Screw Driver

1. if tangan kanan or tangan kiri = melakukan pekerjaan then melakukan pekerjaan = mengoperasikan mesin
2. then mengoperasikan mesin = mesin screw driver
3. Then mesin screw driver = mengambil benda, then mengambil benda = x1 inch
4. Then x1 inch = memposisikan benda
5. Then Memposisikan mata driver ke screw = x2 inch → R(x1)A+G1C1+M(x2)C +P2NSH

#### 4.1.3.2 Mesin Sonic welding

1. if tangan kanan or tangan kiri = melakukan pekerjaan then melakukan pekerjaan = mengoperasikan mesin
2. then mengoperasikan mesin = mesin sonic welding
3. Then mesin sonic welding = menekan tombol , then menekan tombol = x1 inch
4. Then x1 inch = R (x1) tipe A + G1A

#### 4.1.3.3 Mesin Press manual

1. if tangan kanan or tangan kiri = melakukan pekerjaan then melakukan pekerjaan = mengoperasikan mesin
2. then mengoperasikan mesin = mesin press manual
3. Then mesin press manual = mengambil tuas , then mengambil tuas = x1 inch
4. Then x1 inch = menekan mesin
5. Then menekan mesin = x2 inc, then x2 Inch = R(x1) tipe A + G1B + M(x2) tipe A + M(X2) tipe C

#### 4.1.3.4 Menunggu mesin bekerja(machine time)

1. if tangan kanan or tangan kiri = melakukan pekerjaan then melakukan pekerjaan = menunggu mesin bekerja
2. Then menunggu mesin bekerja = x second
3. Then x second = x \* 27.78 tmu

#### 4.1.3.5 Gerakan mengolesi benda

1. if tangan kanan or tangan kiri = melakukan pekerjaan then melakukan pekerjaan = mengolesi benda
2. Then mengolesi benda= seluas x inch
3. Then seluas x inch = MxC

#### 4.1.4.6 Salah satu tangan tidak mengoperasikan benda

1. if tangan kanan or tangan kiri = melakukan pekerjaan then melakukan pekerjaan = tidak mengoperasikan benda
2. Then tidak mengoperasikan benda = kosongkan kolom ini

#### 4.1.4.7 Gerakan benda stop

1. if tangan kanan or tangan kiri = melakukan pekerjaan then melakukan pekerjaan = gerakan benda stop
2. Then gerakan benda stop = jumlah kan kolom value

#### 4.2 Inference engine

Pada tahapan *inference engine* ini KBS untuk MTM menggunakan metode *forward chaining*. Hal ini dikarenakan pola pemikiran dari MTM mempunyai urutan gerak tiap siklus dari kombinasi gerakan yang digunakan secara berurutan. *Inference engine* dijelaskan dalam percabangan pengetahuan atau *branch knowledge*. Sub bab dibawah ini akan menjelaskan skema branch knowledge pada setiap gerakan yang ada di lini *plastic assembly Inference engine* ini akan berguna pada saat pembuatan KBS system karena berhubungan dengan pertanyaan-pertanyaan yang akan ditanyakan dalam sistem untuk membuat sebuah keputusan.

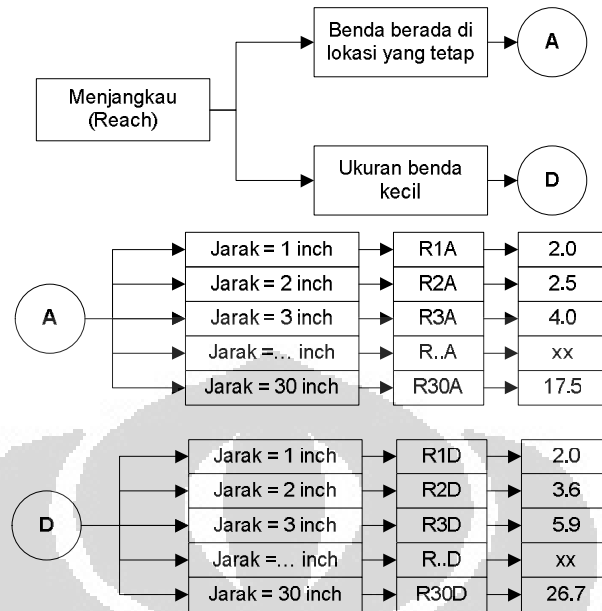
##### 4.2.1 Branch Knowledge Gerakan kombinasi Mengambil

Seperti yang diketahui sebelumnya bahwa gerakan mengambil berisikan gerakan menjangkau dan menggenggam, maka *branch knowledge* dasar dari gerakan mengambil dapat dilihat pada gambar 4.1.



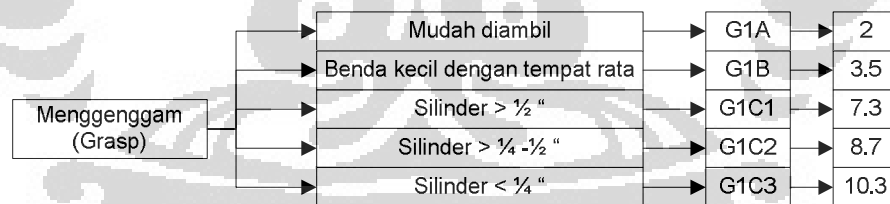
**Gambar 4.1 Branch knowledge gerakan mengambil**

Sementara gerakan menjangkau dan menggenggam juga mempunyai *branch knowledge* tersendiri *branch knowledge* dari menjangkau dan menggenggam dapat dilihat dari gambar 4.2 untuk gerakan menjangkau dan 4.3 untuk gerakan menggenggam.



Gambar 4.2 Branch Knowledge gerakan menjangkau (*reach*).

Gerakan menjangkau lebih tergantung kepada jarak jangkauan dan tipe gerakan, percabangan pertama menggambarkan tipe gerakan apakah benda berada di lokasi yang tetap atau benda berukuran kecil, kemudian percabangan selanjutnya melihat jarak jangkau yaitu antara jarak 1 inch sampai dengan 30 inch yang masing-masing gerakan mempunyai tipe value.



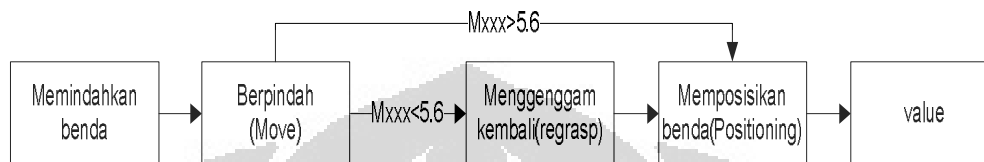
Gambar 4.3 Branch Knowledge gerakan menggenggam (*grasp*)

Gerakan menggenggam dibedakan dari tipe yang dibedakan dari ukuran ataupun bentuk dari benda yang akan digenggam, apakah mudah diambil, benda kecil, benda silinder dengan ukuran tertentu sehingga mempunyai nilai value yang dapat digabungkan, sehingga total value gerakan mengambil benda adalah *value reach* ditambahkan dengan *value grasp*.



#### 4.2.2 Branch knowledge gerakan memindahkan benda

Gerakan memposisikan benda terdiri dari kombinasi gerakan bergerak (*move*), menggenggam kembali (*regrasp*) dan gerakan memposisikan (*positioning*) kombinasi gerakan ini mempunyai percabangan pengetahuan yang dapat dijelaskan pada gambar 4.4 berikut ini.



**Gambar 4.4 Branch knowledge memindahkan benda**

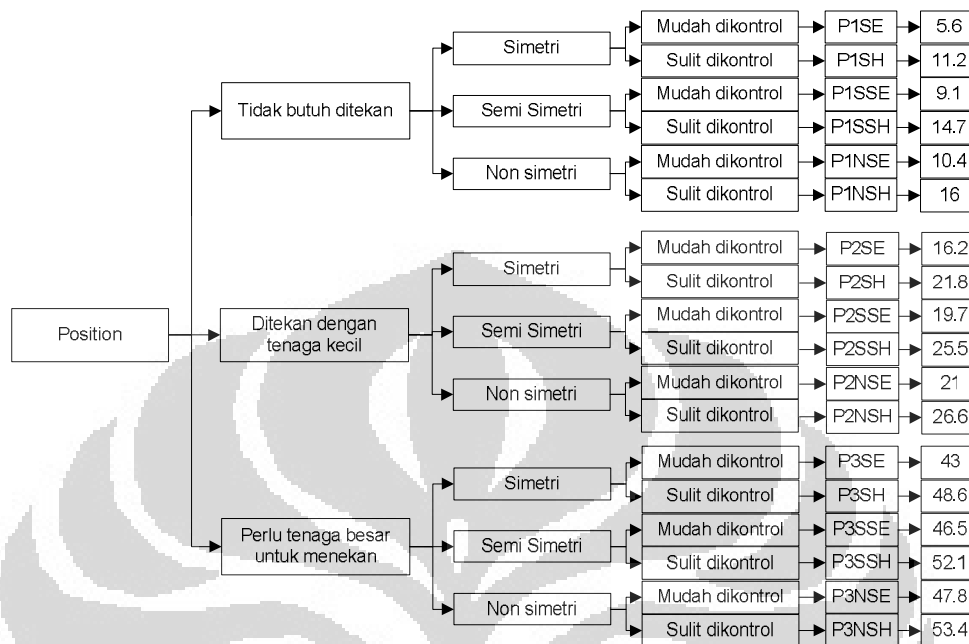
Gerakan ini mempunyai sequence yaitu berpindah yaitu proses memindahkan benda yang sudah tergenggam kemudian disaat proses berpindah terdapat gerakan menggenggam kembali, sehingga nilai value dari move harus dilihat apakah lebih besar dari 5.6 atau lebih kecil. Bila lebih besar maka tidak perlu ditambahkan gerakan menggenggam namun bila lebih kecil maka perlu ditambahkan nilai 5.6 yang berasal dari gerakan menggenggam kembali. Kemudian gerakan dilanjutkan dengan gerakan memposisikan sehingga value total gerakan dapat dijumlahkan. Branch knowledge dari gerakan berpindah dapat dilihat dari gambar 4.5.



**Gambar 4.5 Branch knowledge berpindah**

Pada branch knowledge berpindah dapat dilihat percabangan pertama menjelaskan bahwa gerakan berpindah dibedakan menjadi 2 yaitu gerakan memindahkan tangan ke tangan yang lain dan memindahkan benda ke sebuah posisi yang tetap. Kemudian percabangan kedua menjelaskan jarak perpindahan

benda, sehingga didapatkan sebuah value gerakan yang akan dimasukkan kedalam sistem.

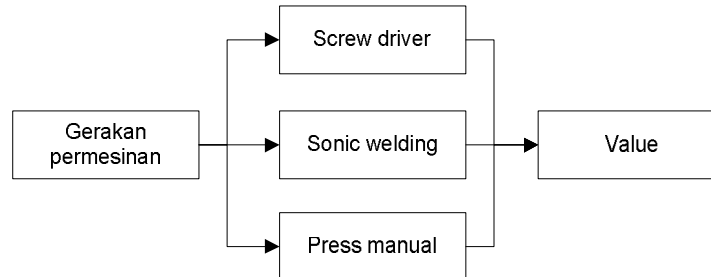


Gambar 4.6 Branch knowledge gerakan memposisikan (positioning)

Pada branch knowledge gambar 4.7 dijelaskan bahwa percabangan pertama menjelaskan gerakan tersebut memerlukan perlakuan tekanan atau tidak, bila diperlukan tekanan apakah perlu dengan tenaga besar atau kecil, kemudian percabangan kedua menanyakan referensi awal titik posisi rakit apakah simetri, semi simetri atau non simetri. Percabangan ketiga menjelaskan apakah benda sulit dikontrol atau mudah dikontrol sehingga gerakan memposisikan mempunyai nilai value yang ditambahkan dengan gerakan berpindah dan menggenggam kembali bila nilai value dibawah 5.6 TMU.

#### 4.2.3 Branch knowledge gerakan mengoperasikan benda

Branch knowledge mengoperasikan benda berisikan logika dasar bahwa gerakan permesinan terdiri dari 3 mesin yaitu *screw driver*, *sonic welding* dan *press manual*. branch knowledge dasar dari gerakan mengoperasikan benda dapat dilihat dari gambar 4.7 dibawah ini.



**Gambar 4.7 Branch knowledge gerakan permesinan**

Pada gambar 4.7 dijelaskan bahwa pecabangan pertama menjelaskan tipe jenis mesin yang digunakan kemudian dari pemilihan tipe permesinan akan dipilih 1 mesin yang akan didapatkan sebuah value dari proses tersebut. Branch knowledge untuk masing-masing proses permesinan akan dijelaskan dalam subbab dibawah ini.

#### 4.2.3.1 Mesin Screw driver

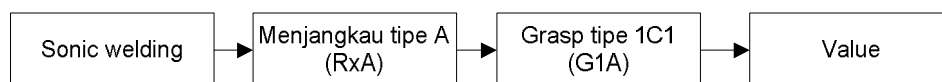
Branch knowledge dari proses *screw driver* merupakan penggambaran dari urutan *knowledge base* yang sudah dipaparkan sebelumnya point 3.5.2.3.2, dimana gerakan screw driver terdiri dari kombinasi mengambil benda dengan menggunakan menjangkau tipe A dan grasp tipe 1C1 dan memposisikan pecabangan tertentu dengan menggunakan move tipe C dan positioning tipe 2NSD sehingga tptal value didapatkan. Gambar 4.8 menjelaskan branch knowledge dari permesinan screw driver.



**Gambar 4.8 Branch knowledge proses permesinan screw driver**

#### 4.2.3.2 Mesin Sonic welding

Branch knowledge pada proses ini menggunakan sequence dari knowledge base yang ada proses sonic welding sendiri hanya memerlukan beberapa gerakan untuk mengaktifkan mesin dengan menekan tombol aktif. Branch knowledge dari permesinan ini digambarkan pada gambar 4.9 branch knowledge proses permesinan sonic welding.



**Gambar 4.9 Branch knowledge mesin sonic welding**

#### 4.2.3.3 Mesin Press manual

Branch knowledge pada proses ini menggunakan sequence dari knowledge base yang ada proses press manual sendiri terdiri dari gerakan mengambil tuas dari mesin press manual kemudian menekannya kerah bawah dengan tekanan yang keras. Branch knowledge dari proses permesinan mesin press manual dipaparkan pada gambar 4.10 berikut ini.



Gambar 4.10 Branch knowledge mesin press manual

#### 4.2.4 Menunggu mesin bekerja

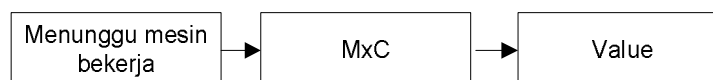
Mengunggu mesin bekerja merupakan proses yang dilakukan setelah proses permesinan diaktifkan. Proses menunggu mesin bekerja biasanya tergantung terhadap parameter mesin yang ditetapkan, misalkan untuk dapat merakit part a dan b diperlukan proses sonic welding selama 2 detik. Pada logika ini branch knowledge hanya menjelaskan bahwa waktu dalam satuan detik akan di ubah kedalam satuan tmu kemudian nilai value akan dimasukan kedalam sistem.



Gambar 4.11 Branch knowledge menunggu mesin bekerja

#### 4.2.5 Branch knowledge gerakan mengolesi benda

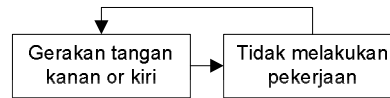
Branch knowledge gerakan ini hanya terdiri dari gerakan move tipe C saja dengan jarak tertentu tergantung berapa panjang jarak benda yang akan diolesi oleh cairan tersebut. Gambar 4.12 menjelaskan mengenai branch knowledge mengolesi benda



Gambar 4.12 branch knowledge mengolesi benda

#### 4.2.6 Branch knowledge gerakan tidak mengoperasikan benda

Branch knowledge gerakan ini merupakan logika untuk melewati 1 siklus gerakan yang dilakukan salah satu tangan. Gambar 4.13 menjelaskan branch knowledge tidak mengoperasikan benda



Gambar 4.13 Branch knowledge tidak mengoperasikan benda

#### 4.2.7 Branch knowledge gerakan benda berhenti (Stop)

Branch knowledge gerakan ini merupakan logika untuk melewati 1 siklus gerakan yang dilakukan salah satu tangan. Gambar 4.14 menjelaskan branch knowledge tidak mengoperasikan benda



Gambar 4.14 Branch knowledge gerakan benda berhenti

## **BAB 5**

### **PERANCANGAN DAN PENGUJIAN TOOLS**

Pada bab ini dilakukan perancangan *software / tools* berdasarkan *inference engine* yang dilakukan pada bab sebelumnya. *Inference engine* diolah menjadi pertanyaan ó pertanyaan yang nantinya digunakan untuk membuat sebuah keputusan yaitu perhitungan waktu total. Setelah *software* dibuat kemudian pada bab ini dicoba untuk menjalankannya untuk dilihat apakah sesuai dengan kondisi yang diinginkan.

#### **V.1 Perancangan Tools**

Dalam melakukan perancangan tools data yang digunakan adalah data *inference engine*. Di dalam *inference engine* didapatkan bahwa terdapat rangkaian-rangkaian dari pengetahuan yang dapat digunakan sebagai dasar KBS. Bentuk dari tools yang akan dibuat lebih banyak kepada pertanyaan-pertanyaan yang nantinya kan menyimpulkan sendiri berapa waktu yang digunakan. Pertanyaan yang ditanyakan merupakan penterjemahan dari *inference engine*. Pertanyaan yang dibuat disesuaikan dengan bentuk program untuk mempermudah pengguna dalam menjawab pertanyaan.

#### **V.1 Tampilan program utama**

Tampilan program utama merupakan tampilan awal program. Program akan dimulai dengan memberikan instruksi atau pertanyaan untuk mengisi data-data administratif, seperti data nama operasi, nomor operasi, tanggal pembuatan dan nama pembuat. Bentuk pertanyaan akan berupa pada kolom kiri atas sementara jawaban langsung dijawab pada kolom sebelah kanan. Setelah itu dengan indikasi tombol next maka program akan menampilkan kelengkapan data administrative tersebut. Contoh tampilan utama program dapat dilihat pada gambar 5.1 dibawah ini.

Kolom pertanyaan					Kolom jawaban					
MOTION SHEET										
Operation :	Data administratif									
Study No. :										
Date :										
Analyst :										
Description			LH	TMU	RH		Description			
TOTAL		0			0		TMU Detik			

Gambar 5.1 Tampilan awal program

Setelah tampilan awal atau data administratif dilengkapi maka program akan langsung dilanjutkan pada program dasar untuk mengisi pertanyaan-pertanyaan mengenai gerakan yang dilakukan tangan kiri dan tangan kanan untuk mendapatkan prediksi waktu yang diinginkan.

**V.2 Tampilan program dasar**

Program dasar akan dimulai dengan menanyakan ‘Gerakan apa yang dilakukan tangan kanan?’, kemudian akan muncul beberapa pilihan gerakan dasar yang ada di kolom jawaban. Kemudian setelah memilih gerakan apa yang dilakukan tangan kanan maka program akan menanyakan pertanyaan selanjutnya yang terkait pada gerakan yang dipilih.

apa yang dilakukan tangan kiri?			<ul style="list-style-type: none"> <li>Mengambil benda?</li> <li>Memindahkan benda ?</li> <li>Menunggu mesin bekerja?</li> <li>Mengoperasikan mesin?</li> <li>Mengolesi benda dengan cairan?</li> <li>Tidak mengerjakan operasi</li> <li>Pekerjaan berakhir</li> </ul>			
MOTION SHEET						
Operation :	Assembly skirt housing	Remark :				
Study No. :	12					
Date :						
Analyst :						
Description			LH	TMU	RH	Description

Gambar 5.2 Tampilan program dasar

### V.2.1 Tampilan program mengambil benda

Program mengambil benda terdiri dari urutan langkah kerja sebagai berikut ini :

1. Tampilan program setelah mengambil benda dipilih adalah munculnya pertanyaan "Apakah benda yang akan diambil memerlukan pengelihatian untuk mengambilnya?", maka dikolom jawaban akan muncul pertanyaan "Ya" atau "Tidak". Merupakan penterjemahan dari *inference engine* **gambar 4.2** dimana benda pada lokasi yang tetap menandakan "Tidak" dan benda berukuran kecil menandakan "Ya".
2. Pertanyaan selanjutnya akan muncul pertanyaan jarak yang akan dijawab pada kolom pertanyaan dengan jawaban x inch. 2 pertanyaan diawal akan memberikan input untuk menjalankan code RxxZ (Reach, jarak xx dan reach tipe Z).
3. Pertanyaan selanjutnya program adalah "Pilihlah deskripsi benda yang paling sesuai", maka di kolom jawaban akan muncul pilihan "benda ukuran besar, benda ukuran kecil, benda silinder > 1/2 inch, 1/4 - 1/2 inch dan < 1/4 inch". Pertanyaan ini adalah sebagai input untuk menjalankan code Gz (Grasp, tipe z) yang merupakan penerjemahan dari **gambar 4.3**.
4. Setelah semua pertanyaan dipilih maka akan muncul pada kolom data perhitungan MTM (lihat gambar5.1). urutan rencana tampilan mengambil benda akan diperlihatkan pada gambar 5.3.

Apakah benda yang akan diambil memerlukan pengelihatian untuk mengambilnya						Yes
						No
<b>MOTION SHEET</b>						
1	Assembly skirt housing	Remark :				
Study No :	12					
Date :	12-Oct-11					
Analyst :	Aditya					
Description		LH	TMU	RH		Description
2 Berapa jarak jangkauan benda ?						12
<b>MOTION SHEET</b>						
Operation :	Merakit part A dan part B	Remark :				
Study No :						
Date :						
Analyst :						
Description		LH	TMU	RH		Description

Gambar 5.3 Tampilan program mengambil benda



3	Deskripsi benda yang akan diambil ?						Benda berukuran besar
							Benda berukuran kecil
							Bentuk Silinder > 1/2 "
							Bentuk Silinder 1/4" - 1/2 "
							Bentuk Silinder < 1/4"
<b>MOTION SHEET</b>							
Operation :	Merakit part A dan part B					Remark :	
Study No :							
Date :							
Analyst :							
Description			LH	TMU	RH		Description
4	Pekerjaan yang dilakukan tangan kiri						Mengambil benda?
							Memposisikan benda?
							Menunggu benda bekerja?
							Mengoperasikan mesin?
							Mengolesi benda dengan cairan?
<b>MOTION SHEET</b>							
Operation :	Merakit part A dan part B					Remark :	
Study No :							
Date :							
Analyst :							
Description			LH	TMU	RH		Description
				9.6	R12A		Mengambil part A
				2	G12A		

Gambar 5.3 (lanjutan) Tampilan program mengambil benda

### V.2.2 Tampilan program memindahkan benda

Pertanyaan program memindahkan didapat dari penterjemahan *inference engine* pada poin 4.2.2, adapun program memindahkan benda terdiri dari urutan proses berikut ini :

1. Program akan menanyakan "Kemana lokasi benda yang akan dipindahkan?", maka pilihan jawaban adalah "menuju tangan yang lain dan menuju sebuah lokasi yang tetap". Merupakan penterjemahan dari **gambar 4.5**, dimana pertanyaan ini digunakan untuk memutuskan tipe berpindah */move*, menuju lokasi yang tetap merupakan tipe D dan menuju tangan yang lain tipe A.
2. Kemudian akan ditanyakan mengenai jarak yang akan dipindahkan untuk menentukan nilai gerakan berpindah.

3. Program akan menanyakan "Bagaimana cara memposisikan benda?" maka pilihan yang ada adalah "tanpa tenaga, dengan tenaga kecil dan dengan tenaga besar. Poin 3-5 merupakan penerjemahan dari **gambar 4.6**.
4. Program akan menanyakan "pilihlah karakteristik benda yang paling tepat", maka pilihan jawaban yang tersedia adalah Simetri, Semi Simetri dan Non simetri.
5. Apakah benda sulit dikontrol? jawaban yang tersedia adalah "ya" atau "tidak".
6. Maka program akan muncul pada kolom data perhitungan MTM. Dan menanyakan gerakan yang dilakukan tangan selanjutnya. **gambar 5.4** menjelaskan urutan program.

<b>1</b>	Kemana lokasi benda yang akan dipindahkan ?	Menuju tangan yang lain Sebuah lokasi yang tetap
<b>MOTION SHEET</b>		
Operation	Assembly skirt housing	Remark :
Study No	12	
Date :	12-Oct-11	
Analyst :	Aditya	
Description		LH TMU RH Description

<b>2</b>	Berapa jarak antar posisi?	12
<b>MOTION SHEET</b>		
Operation	Assembly skirt housing	Remark :
Study No	12	
Date :	12-Oct-11	
Analyst :	Aditya	
Description		LH TMU RH Description

<b>3</b>	Bagaimana cara memposisikan benda?	Tidak butuh ditekan Ditekan dengan tenaga kecil Perlu tenaga besar untuk menekan
<b>MOTION SHEET</b>		
Operation	Assembly skirt housing	Remark :
Study No	12	
Date :	12-Oct-11	
Analyst :	Aditya	
Description		LH TMU RH Description

**Gambar 5.4** Tampilan program memindahkan benda

<b>4</b>	Pilih Mesin apa yang digunakan?				Simetri	
	<b>MOTION SHEET</b>				Semi Simetri	
					Non Simetri	
Operation	Assembly skirt housing	Remark :				
Study No	12					
Date	12-Okt-11					
Analyst	Aditya					
Description		LH	TMU	RH	Description	

<b>5</b>	Apakah benda sulit di kontrol?				Yes	
	<b>MOTION SHEET</b>				No	
Operation	Assembly skirt housing	Remark :				
Study No	12					
Date	12-Oct-11					
Analyst	Aditya					
Description		LH	TMU	RH	Description	

<b>6</b>	Gerakan tangan kiri?				Mengambil benda?	
	<b>MOTION SHEET</b>				Memposisikan benda?	
					Menunggu benda bekerja?	
Operation	Assembly skirt housing	Remark :				
Study No	12					
Date						
Analyst						
Description		LH	TMU	RH	Description	
			15.2	M12A	Memposisikan pada jig	
			0	G2		
			5.6	P1SE		

Gambar 5.4 (lanjutan) Tampilan program memindahkan benda

### V.2.3 Tampilan program menunggu mesin bekerja

Tampilan program menunggu mesin bekerja terdiri dari urutan program seperti berikut ini :

1. Pada program akan muncul pertanyaan berapa lama waktu mesin bekerja Setelah itu program akan mengubah satuan detik ke tmu kemudian meginput nilai tersebut kedalam sistem. Merupakan penerjemahan dari **gambar 4.11**.
2. Program selesai dengan menampilkan nilai dan menanyakan pekerjaan yang dilakukan tangan lainnya. **Gambar 5.5** akan menampilkan tampilan program menunggu mesin.

Berapa lama mesin bekerja?					1	
<b>MOTION SHEET</b>						
Operation	Assembly skirt housing	Remark :				
Study No	12					
Date :	12-Oct-11					
Analyst :	Aditya					
Description		LH	TMU	RH	Description	

Berapa lama mesin bekerja?					1	
<b>MOTION SHEET</b>						
Operation	Assembly skirt housing	Remark :				
Study No	12					
Date :	12-Oct-11					
Analyst :	Aditya					
Description		LH	TMU	RH	Description	
			27.78	W	menunggu mesin bekerja	

Gambar 5.5 Tampilan program menunggu mesin bekerja

#### V.2.4 Tampilan program mengoperasikan mesin bekerja

Tampilan program mengoperasikan mesin bekerja terdiri dari urutan program :

1. Program akan menanyakan  $\bar{o}$  Mesin apa yang digunakan  $\bar{o}$  , maka pilihan jawabannya adalah  $\bar{o}$  mesin *sonic welding* , mesin *screw driver* dan mesin *press manual*.

Pilih Mesin apa yang digunakan?					Screw driver?	
					Sonic Welding?	
					Mesin press manual?	
<b>MOTION SHEET</b>						
Operation	Assembly skirt housing	Remark :				
Study No	12					
Date :	12-Okt-11					
Analyst :	Aditya					
Description		LH	TMU	RH	Description	

Gambar 5.6. Gambar program memilih jenis mesin

2. Setelah jenis mesin dipilih maka pertanyaan akan sesuai dengan jenis mesin yang digunakan.
3. Mesin *sonic welding* , urutan pertanyaannya adalah (Penerjemahan dari gambar 4.8) :

- a. Berapa jarak tangan dengan push button?
- b. Kemudian setelah data output keluar maka pertanyaan selanjutnya adalah pekerjaan yang dilakukan tangan selanjutnya.

<b>A</b>	Berapa jarak tangan ke posisi push button mesin?					12
<b>MOTION SHEET</b>						
Operation	Assembly skirt housing		Remark :			
Study No :	12					
Date :						
Analyst :						
Description			LH	TMU	RH	Description
<b>B</b>	Gerakan apa yang dilakukan tangan kiri?					
<b>MOTION SHEET</b>						
Operation	Assembly skirt housing		Remark :			
Study No :	12					
Date :						
Analyst :						
Description			LH	TMU	RH	Description
				9.6	R12A	
				2	G1A	

Gambar 5.7 Tampilan program mengoperasikan mesin sonic welding

4. Mesin *screw driver* urutan pertanyaannya adalah (Penerjemahan dari gambar 4.8) :
  - a. Berapa jarak tangan ke screw driver ?, kemudian akan muncul gerakan mengambil screw driver dan kemudian menanyakan pertanyaan selanjutnya.
  - b. Berapa jarak mata screw ke jig?
  - c. Program output akan keluar dan menanyakan pekerjaan yang dilakukan tangan selanjutnya.

<b>A</b>	Berapa jarak jangkauan menuju mesin screw driver?		12		
<b>MOTION SHEET</b>					
Operation	Assembly skirt housing	Remark :			
Study No	12				
Date :					
Analyst :					
Description		LH	TMU	RH	Description

<b>B</b>	Berapa jarak antara screw driver dan jig?				
<b>MOTION SHEET</b>					
Operation	Assembly skirt housing	Remark :			
Study No	12				
Date :					
Analyst :					
Description		LH	TMU	RH	Description
			9.6	R12A	
			2	G1A	

<b>C</b>	Gerakan apa yang dilakukan tangan kiri?				
<b>MOTION SHEET</b>					
Operation	Assembly skirt housing	Remark :			
Study No	12				
Date :	12-Oct-11				
Analyst :	Aditya				
Description		LH	TMU	RH	Description
			9.6	R12A	
			2	G1A	
			8	M4C	
			26.6	P2NSH	

**Gambar 5.8 Tampilan program mengoperasikan screw driver**

5. Mesin press manual urutan pertanyaannya adalah (Penerjemahan dari gambar 4.10):
  - a. Berapa jarak antara tangan dan tuas mesin press?
  - b. Berapa jarak antara tuas dengan jig?
  - c. Program output keluar dan menanyakan program tangan selanjutnya.

<b>A</b>	Berapa jarak tangan dengan mesin?					12
<b>MOTION SHEET</b>						
Operation	Assembly skirt housing	Remark :				
Study No	12					
Date :						
Analyst :						
Description		LH	TMU	RH	Description	

<b>B</b>	Berapa jarak mesin dengan jig?					12
<b>MOTION SHEET</b>						
Operation	Assembly skirt housing	Remark :				
Study No	12					
Date :						
Analyst :						
Description		LH	TMU	RH	Description	
			9,6	R12A		
			3,5	P1B		

<b>C</b>	Gerakan apa yang dilakukan tangan kiri?					
<b>MOTION SHEET</b>						
Operation	Assembly skirt housing	Remark :				
Study No	12					
Date :						
Analyst :						
Description		LH	TMU	RH	Description	
			9,6	R12A		
			3,5	P1B		
			15,2	M12C		
			12,9	M12A		

Gambar 5.9 Tampilan program mngoperasikan mesin press manual

### V.2.5 Tampilan program mengolesi benda dengan cairan

Tampilan program mengolesi benda bekerja terdiri dari urutan pertanyaan :

1. Berapa luas area yang diolesi?
2. Program akan mengeluarkan output hasil perhitungan kemudian menanyakan gerakan yang dilakukan tangan selanjutnya.

<b>1</b>	Berapa panjang area olesan?					12
<b>MOTION SHEET</b>						
Operation	Assembly skirt housing	Remark :				
Study No	12					
Date :						
Analyst :						
Description		LH	TMU	RH	Description	

Gambar 5.10 Tampilan program mengolesi benda

2		apa yang dilakukan tangan kiri?			
<b>MOTION SHEET</b>					
Operation	Assembly skirt housing	Remark :			
Study No	12				
Date :					
Analyst :					
Description		LH	TMU	RH	Description
			15.2	M12C	

Gambar 5.10 (Lanjutan) Tampilan program mengolesi benda

### V.2.6 Tampilan program tidak mengerjakan operasi

Tampilan program tidak mengerjakan operasi akan membuat tampilan melewati ke pertanyaan selanjutnya, merupakan penerjemahan dari gambar 4.13.

Gerakan apa yang dilakukan tangan kiri?						Mengambil benda?	
						Memposisikan benda?	
						Menunggu mesin bekerja?	
						Mengoperasikan mesin?	
						Mengolesi benda dengan cairan?	
						Tidak mengerjakan operasi	
						Pekerjaan berakhir	
<b>MOTION SHEET</b>							
Operation	Assembly skirt housing	Remark :					
Study No	12						
Date :	12-Oct-11						
Analyst :	Aditya						
Description		LH	TMU	RH	Description		
Gerakan apa yang dilakukan tangan kanan?							
<b>MOTION SHEET</b>							
Operation	Assembly skirt housing	Remark :					
Study No	12						
Date :	12-Oct-11						
Analyst :	Aditya						
Description		LH	TMU	RH	Description		

Gambar 5.11 Tampilan program tidak mengerjakan operasi

### V.2.7 Tampilan program pekerjaan berakhir

Pekerjaan berakhir merupakan sebuah sinyal yang menandakan 1 sequece gerakan sudah selesai dikerjakan. Dimana pada akhir program semua value akan dijumlahkan dengan membandingkan terlebih dahulu elemen tangan kanan dan elemen tangan kiri untuk mendapatkan nilai mana yang lebih besar.

Output dari program ini adalah untuk memberikan besaran waktu yang dibutuhkan untuk mengerjakan sebuah proses dimana waktu ini akan digunakan



untuk memberikan gambaran / prediksi waktu sebagai acuan dasar produksi ataupun *line balancing* proses.

MOTION SHEET						
Operation	Open Cord From pallet	Remark :				
Study No	5					
Date :						
Analyst :						
Description	LH	TMU	RH	Description		
		10.5	RA14	Mengambil pallet dari Mesin sonic		
		2	G1A			
Membuka Toogle	RA6	7	RA6	Membuka Toogle		
	G1A	2	G1A			
	DCD	5.7	DCD			
Melepaskan cord		22.5	DTE	Melepaskan cord		
		49.7		TMU		
TOTAL		1.7892		Detik		

Gambar 5.12 Tampilan Akhir Program

## V.2 Tampilan Implementasi Software

Tampilan aktual program akan memperlihatkan *screen shot* dari performansi program yang akan diperlihatkan melalui contoh soal yang memperlihatkan program yang dikerjakan apakah sesuai dengan rencana program. Tampilan program utama dapat dilihat pada **gambar 5.13** yang merupakan penerjemahan dari **gambar 5.2** dan program selanjutnya akan membahas tampilan program masing-masing gerakan yang akan dijelaskan pada subbab selanjutnya.

The screenshot shows the MTM software interface. At the top, there is a menu bar with 'File' and 'Help'. Below it, a form contains the following fields and buttons:

- Operasi: Operasi 1
- Studi No: Studi012
- Tanggal: 11-06-2012 (with a 'calendar' button)
- Nama Analisis: Analisis 1
- A 'Proses' button is located below the 'Nama Analisis' field.

Below the form, there is a section titled 'Nama Gerakan Tangan Kanan ?' with a dropdown menu. The dropdown menu is open, showing the following options:

- Mengambil benda
- Memposisikan benda
- Menunggu mesin bekerja
- Mengoperasikan mesin
- Mengolesi benda dengan cairan
- Tidak mengerjakan operasi
- Pekerjaan berakhir

At the bottom of the interface, there is a table with columns: Desc. Left, LH, TMU, and RH. The table is currently empty.

Gambar 5.13 Tampilan program utama

### V.2.1 Tampilan program mengambil

Tampilan program mengambil akan mencoba menjalankan program mengambil benda berukuran besar dan berjarak 12 inch. Tampilan program mengambil dapat dilihat pada **gambar 5.14** dibawah ini. Merupakan pemerjemahan dari **gambar 5.3**.

Gambar 5.14 Tampilan program mengambil

### V.2.2 Tampilan program memposisikan

Tampilan program memposisikan akan mencoba menjalankan program memposisikan benda ke sebuah lokasi tetap dengan jarak 12 inch dengan benda memerlukan tekanan besar dengan benda simetris dan sulit di kendalikan / digenggam. Tampilan program untuk merunning program ini akan digambarkan pada **gambar 5.15** yang merupakan penerjemahan dari **gambar 5.4** di bawah ini.

Nama Gerakan Tangan Kanan ?

Next

Description	LH	TMU	RH

Kemana lokasi harus dipindahkan ?

Next

Description	LH	TMU	RH

Input

Berapa jarak jangkauan benda yang akan diambil ?

12

OK Cancel

Input

Nama deskripsi untuk operasi ini ?

Memposisikan A

OK Cancel

Apakah diperlukan gerakan mengenggam kembali ?

Next

Description	LH	TMU	RH	Description
		15.2	M12C	Memposisikan A

Bagaimana cara memposisikan benda ?

Next

Description	LH	TMU	RH	Description
		15.2	M1	an A
		0	G2	

Pilihlah karakteristik benda yang paling tepat ?

Simetris

Next

Description	LH	TMU	RH	Description
		15.2	M12C	Memposisikan A
		0	G2	

Apakah benda sulit dikontrol ?

Yes

Next

Description	LH	TMU	RH	Description
		15.2	M12C	Memposisikan A
		0	G2	

Nama Gerakan Tangan Kiri ?

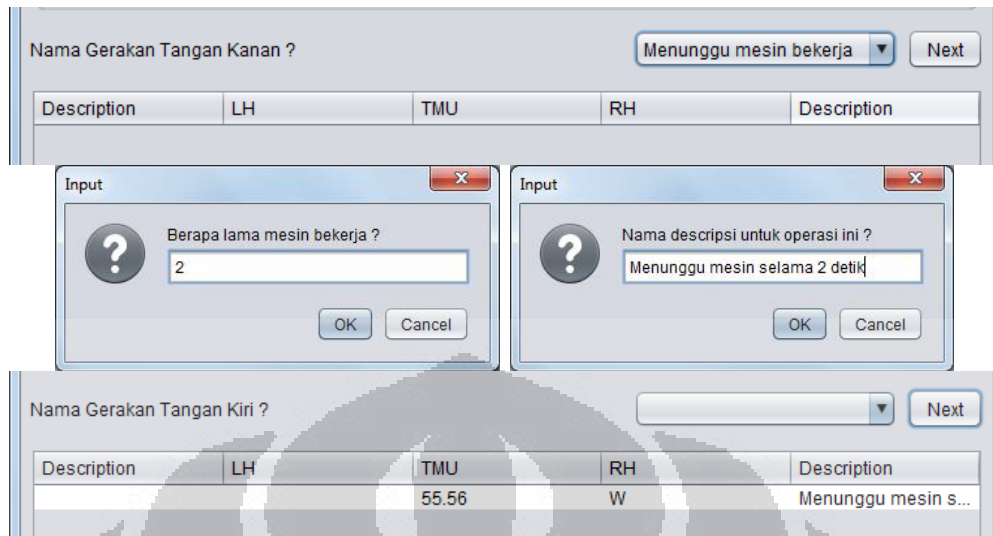
Next

Description	LH	TMU	RH	Description
		15.2	M12C	Memposisikan A
		0	G2	
		43.0	M12E	

Gambar 5.15 tampilan program memposisikan

### V.2.3 Tampilan program menunggu mesin bekerja

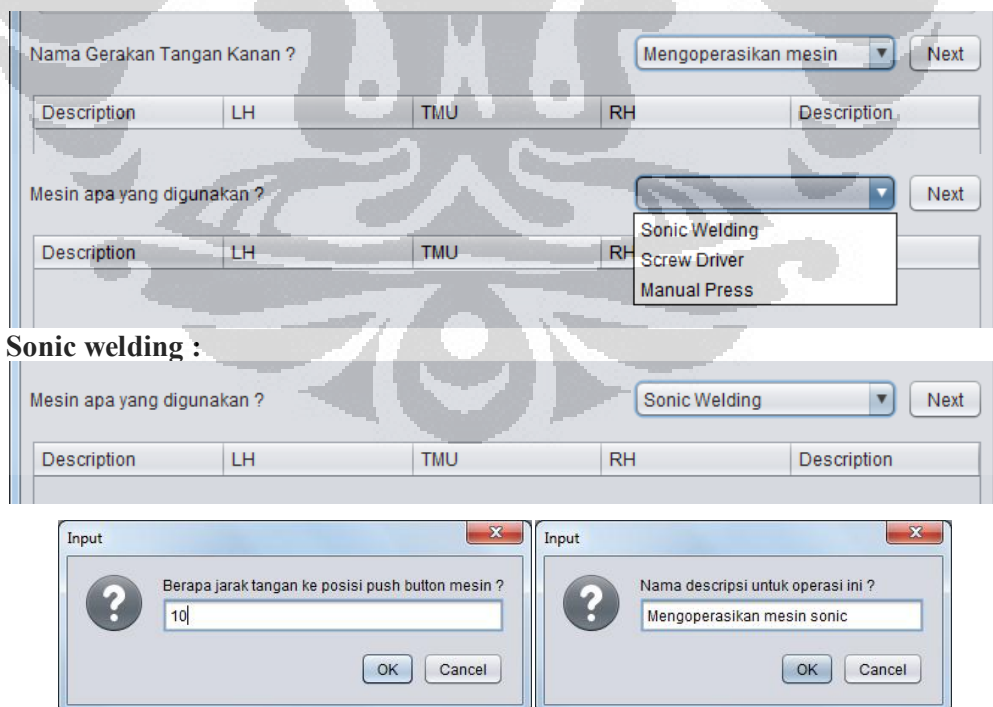
Tampilan program menunggu mesin bekerja akan coba dijalankan dengan menunggu mesin bekerja selama 2 detik dengan tampilan program yang dapat dilihat pada **gambar 5.16** yang merupakan penggambaran dari **gambar 5.5** dibawah ini.



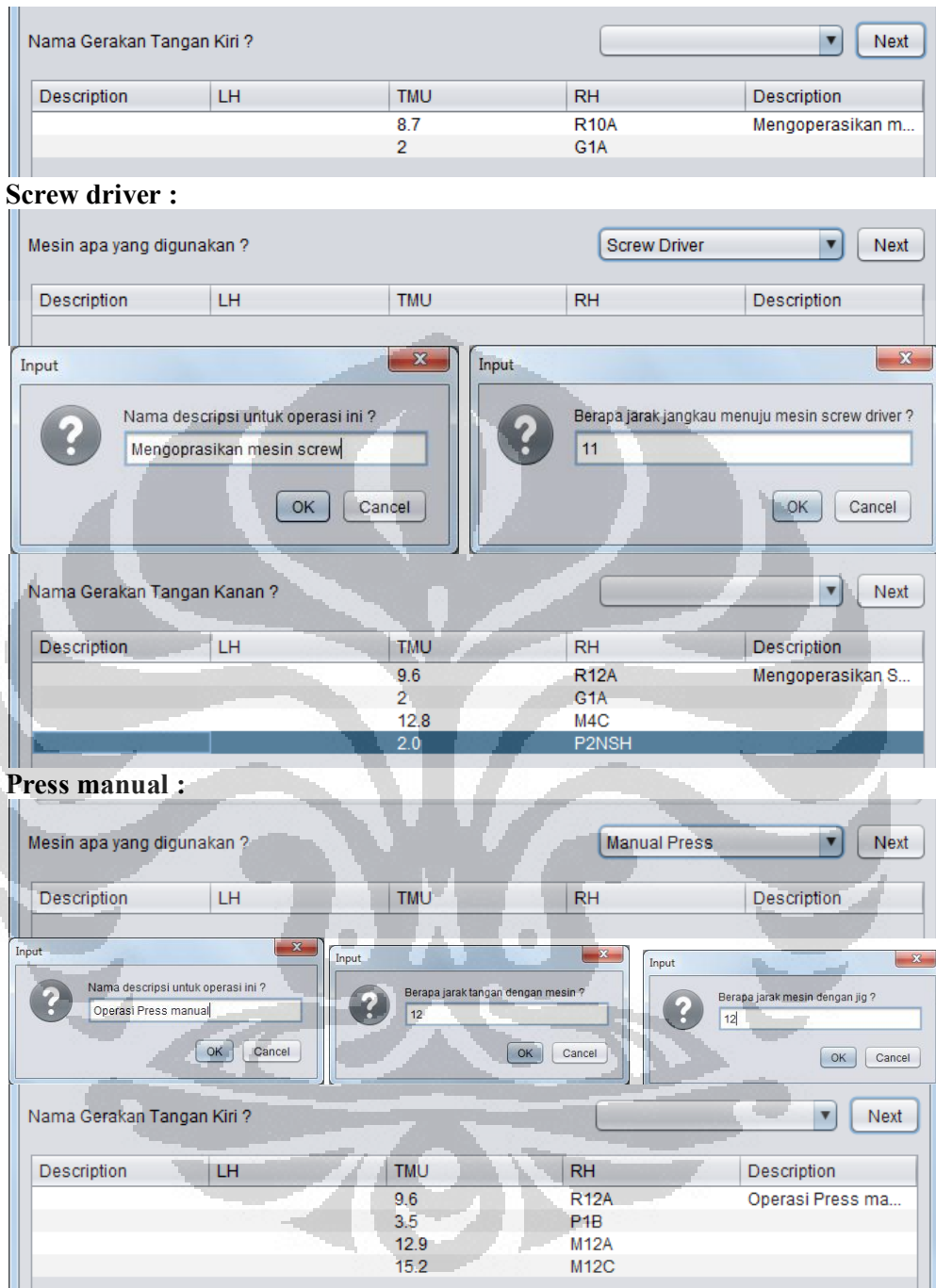
Gambar 5.16 tampilan program memposisikan

#### V.2.4 Tampilan program mengoperasikan mesin

Tampilan program mengoperasikan mesin akan dicoba menjalankan 3 skenario yaitu mesin sonic welding jarak 10, mesin screw jarak 11 dan mesin press jarak 12. Tampilan program akan coba di jelaskan pada gambar 5.17 dibawah ini penerjemahan **gambar 5.6** sampai dengan **gambar 5.9**.



Gambar 5.17 Tampilan program mengoperasikan mesin



Gambar 5.17 (lanjutan) Tampilan program mengoperasikan mesin

### V.2.5 Tampilan program mengolesi benda dengan cairan

Tampilan program mengolesi benda dengan cairan digambarkan pada gambar 5.18 yang merupakan penerjemahan dari gambar 5.9 dengan running program mengolesi benda dengan area olesan 12 inch.

Nama Gerakan Tangan Kanan ? Mengolesi benda denga... Next

Description	LH	TMU	RH	Description
Mengolesi benda	M12C	15.2	M12C	mengolesi benda

Input Berapa panjang area olesan ? 12 OK Cancel

Input Nama descripsi untuk operasi ini ? Mengolesi benda OK Cancel

Nama Gerakan Tangan Kiri ? Next

Description	LH	TMU	RH	Description
Mengolesi benda	M12C	15.2	M12C	mengolesi benda

Gambar 5.18 Running program mengolesi benda

### V.2.6 Tampilan program tidak mengerjakan pekerjaan

**Gambar 5.18** mendeskripsikan running program tidak mengerjakan pekerjaan dengan melewati / berganti tangan dengan memberi value 0 yang merupakan pendeskripsian dari **gambar 5.10** .

Nama Gerakan Tangan Kanan ? Tidak mengerjakan oper... Next

Description	LH	TMU	RH	Description
Mengolesi benda	M12C	15.2	M12C	mengolesi benda

Nama Gerakan Tangan Kiri ? Next

Description	LH	TMU	RH	Description
Mengolesi benda	M12C	15.2	M12C	mengolesi benda
		0		

Gambar 5.18 Running program tidak mengerjakan pekerjaan

### V.2.7 Tampilan program pekerjaan berakhir

**Gambar 5.19** menggambarkan program berakhir dengan menjumlahkan semua/ kolom TMU yang terbesar untuk mendapatkan waktu baku dari sebuah pekerjaan dan menonaktifkan tombol next.

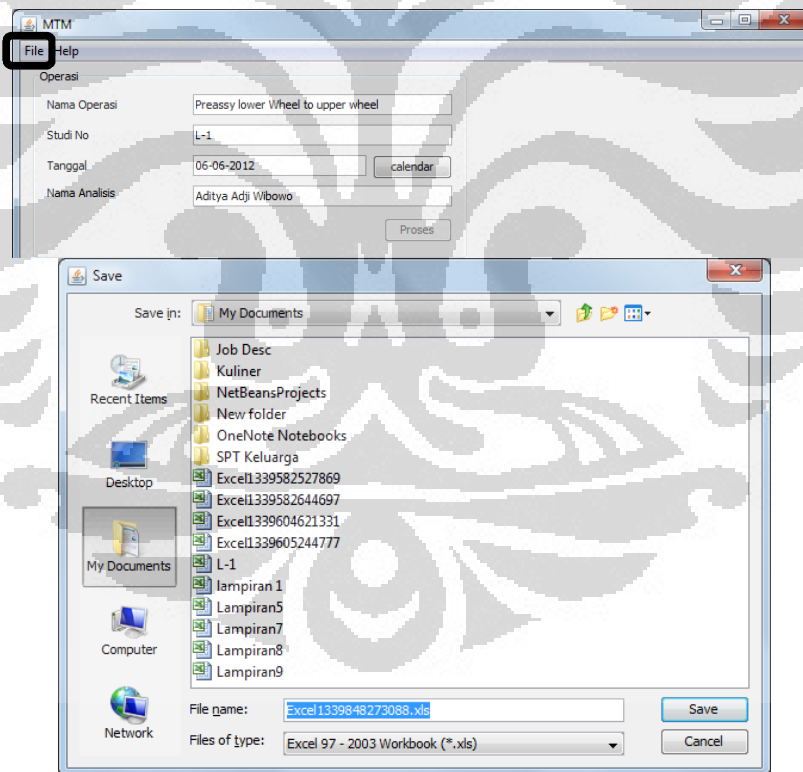
Nama Gerakan Tangan Kiri ?					
				Pekerjaan berakhir	Next
Description	LH	TMU	RH	Description	
Mengolesi benda	M12C	15.2	M12C	mengolesi benda	
		0			

Nama Gerakan Tangan Kiri ?					
				Pekerjaan berakhir	Next
Description	LH	TMU	RH	Description	
Mengolesi benda	M12C	15.2	M12C	mengolesi benda	
		0			
Total		15.2		Total	

**Gambar 5.19** Running program pekerjaan berakhir

Program selanjutnya dapat disimpan dengan menggunakan menu save. Program akan disimpan dalam bentuk xls format dan dapat dibuka kembali dalam program MTM analis.



**Gambar 5.20** Tampilan menu menyimpan program

### V.3 Pengujian Tools

Pengujian Tools/software menggunakan metode trial pada seorang perekayasa MTM di PT.Xyz untuk mengerjakan soal pembuatan waktu baku pada proses / produk mainan T2562. Pengujian di teliti berdasarkan 2 hal keakuratan data dan kecepatan pengerjaan.

#### V.3.1 Contoh pengujian software

Contoh pengujian software yang dilakukan adalah dengan membandingkan perhitungan MTM pada produk T2562 yang sudah di kerjakan pada bab 3 untuk dibandingkan dengan perhitungan software. Untuk contoh perbandingan akan mamakai contoh perhitungan pada

The screenshot shows the MTM software interface. At the top, there is a menu bar with 'File' and 'Help'. Below it is a form for entering operation details:

- Operasi: Preassy lower Wheel to upper wheel
- Studi No: L-1
- Tanggal: 06-06-2012 (with a 'calendar' button)
- Nama Analisis: Aditya Adji Wibowo

A 'Proses' button is located below the form. Below the form is a dropdown menu for 'Nama Gerakan Tangan Kiri ?' with a 'Next' button. The main part of the interface is a table with the following columns: Desc. Left, LH, TMU, RH, and Desc. Right. The table contains the following data:

Desc. Left	LH	TMU	RH	Desc. Right
Memposisikan upper to lower	M14C	16,9		
	G2	0		
	M14E	5,6		
		7,9	(L) (L) R8A	Mengaktifkan mesin
		2	(L) (L) G1A	
mengaktifkan mesin	R8A	7,9		
	G1A	2		
		13,89	(L) (L) W	menunggu mesin bekerja
menunggu mesin bekerja	W	13,89		
		14,2	(L) (L) R12D	mengambil hasil akhir
		2	(L) (L) G1A	
mengambil hasil akhir	R12D	14,2		
	G1A	2		
		15,2	M12C	Mengirim ke proses selanj...
		0	G2	
Mengirimkan ke proses sel...	M12C	11,2	M12D	
	G2	15,2		
	M12D	0		
		11,2		
Total		141,29		Total

**Gambar 5.21** Pekerjaan berakhir gerakan merakit

**Gambar 5.21** menunjukkan total waktu menurut prediksi software 141.29 tmu untuk proses yang ada pada Lampiran L19 dandibandingkan dengan 139.2 tmu perhitungan manual dimana mengidentifikasi bahwa software ini memiliki keakuratan 101 % dengan kecepatan 8 menit untuk mengerjakan dengan



software. Selanjutnya pengujian dilakukan terhadap elemen lainnya. Dan data hasil pengujian lainnya dapat dilihat pada hasil pengujian software.

### V.3.2 Hasil pengujian software

Hasil pengujian ini memakai 10 sample yang diambil secara acak pada proses pembuatan produk T2562. Dimana hasil pengujian yang didapatkan dapat dilihat pada tabel 5.1 dibawah ini.

Tabel 5.1 Hasil pengujian software

No.	Nama operasi	MTM (TMU)	Software	Acc	detik
1	Wheel Assy L	167,4	160.8	96	212
2	Sonic welding & cut	149,43	149.2	99.8	120
3	Opened from pallet	49,7	48	96.9	180
4	Preasy spring & grease	125,7	122.3	97.3	155
5	Screw lower holder	144,78	142.5	98.6	171
6	joint leg	133,9	130.8	97.6	196
7	assembly lower to upper	172,7	170.5	98.7	200
8	body assembly	284,4	282.5	99.33	157
9	assembly gem bodice	159,8	149.12	94	118
10	apply dc 200	100	112.12	112	10
				99%	

Dari hasil pengujian dapat dilihat bahwa keakuratan mencapai 99% dari hasil perhitungan namun waktu pengerjaan sangat fluktuatif dimana masih terjadi kebingungan dari pengguna dan tergantung bagaimana cepatnya pengguna mendapatkan logika atau urutan proses kerja.

## **BAB 6**

### **KESIMPULAN**

Pada bab ini akan coba membahas kesimpulan dari pembuatan knowledge base system untuk perhitungan MTM dan mengenai kemungkinan perbaikan ataupun pengembangan yang dapat dilakukan.

#### **6.1 Kesimpulan**

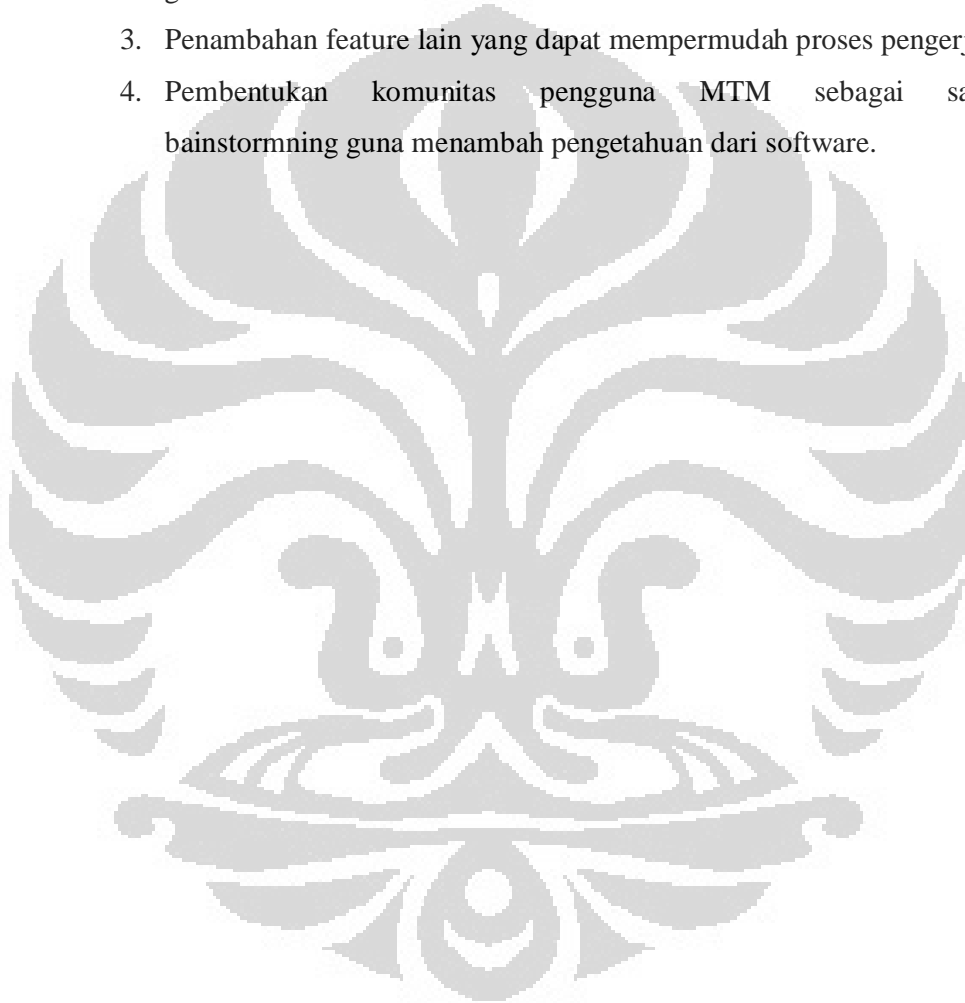
Berdasarkan penelitian yang dilakukan di PT. XYZ mengenai knowledge base systems (KBS) maka didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Program KBS untuk perhitungan MTM dapat dikerjakan dengan memanfaatkan pengetahuan dari pembuat MTM ataupun analisa video produksi.
2. KBS dapat membantu pembuat MTM dengan keakuratan yang baik dan membuat persepsi para pembuat MTM di sebuah proses atau perusahaan menjadi sama.
3. KBS membantu pembuat MTM untuk mengerjakan perhitungan waktu dengan cepat walaupun pengerjaan masih sangat bergantung pada pemahaman pembuat MTM dengan proses yang dikerjakan.
4. Effisiensi dapat terjaga dengan menggunakan KBS dan bila terjadi permasalahan, KBS akan menjadi pedoman dalam menganalisa masalah effisiensi yang terjadi.
5. KBS system dapat ditambahkan dengan pengetahuan-pengetahuan tambahan yang akan berguna sebagai bagian dari perbaikan yang berkelanjutan (ccontinuous improvement)
6. Pengetahuan merupakan hal yang sangat berguna untuk sebuah perusahaan manufaktur untuk menjalankan bisnisnya dimana semakin banyak pengetahuan yang diambil maka akan banyak hal yang dapat dipelajari.

## 6.2 Saran

Penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut. Beberapa hal yang masih mungkin dilakukan sebagai pengembangan antara lain adalah :

1. Menambahkan pengetahuan dari gerakan di industri manufaktur lainnya
2. Penyederhanaan software dengan menyederhanakan proses flow gerakan
3. Penambahan feature lain yang dapat mempermudah proses pengerjaan
4. Pembentukan komunitas pengguna MTM sebagai sarana brainstorming guna menambah pengetahuan dari software.



### DAFTAR PUSTAKA

- Niebel, Benjamin W, Freivalds Andris (1999). *Methods, Standards and Work Design*. The McGrawth Hill Company.
- Zandin, Kjell B (2004). *MOST Work Measurement systems*. The McGrawth Hill Company.
- Osama, Abdel Rasheed Mansour (2011). *The use of Knowledge Based Expert System Approach in Examining Causes of Low Back Pain in Computer users*. Euro Journals Publishing, Inc.
- Ravi, R, VVS Sarma & YVRK Prasad (2007). *A Hybrid Intellegent Systems Approach for Forging Process Design*. Journal of CSI, Vol 37 No2.
- P-H. Speel 1, A. Th. Schreiber 2, W. van Joolingen 2, G. van Heijst 3, G.J. Beijer 4 1* Unilever Research Vlaardingen, 2 University of Amsterdam, 3 CIBIT, 4 Bolesian (2000). *Conceptual Modelling for Knowledge-Based Systems*. Merce Dekker, Inc
- McGraw, K.L. & Harbison-Briggs, K. (1989). *Knowledge Acquisition: Principles and Guidelines*, Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall
- T. Leondes, Cornelius. *Knowledge Base Systems (2000). Techniques and Applications*. Academic Press.
- Nomusa Dlodlo<sup>1</sup>, Lawrance Hunter<sup>2</sup>, Cyprian Cele<sup>3</sup>, Anton F. Botha<sup>3</sup>, Roger Metelerkamp<sup>3</sup>. (2009). *A Distributed Systems Approach to Knowledge Based Systems for The Utilisation Of South African Wool*. AUTEX Research Journal, Vol. 9, No2, June 2009 © AUTEX
- Shannak, Rifat O. (2009). *Measuring Knowledge Management Performance*. European Journal of Scientific Research ISSN 1450-216X Vol.35 No.2 (2009), pp.242-253.

## LAMPIRAN 1- DATA MTM PRODUK T2562

### Tabel L.1 MTM Sheet assembly preassy lower to upper L& R

MOTION SHEET						
Operation :	Preassy lower to upper L&R		Remark :			
Study No :	1					
Date :						
Analyst :						
Description		LH	TMU	RH		Description
Mengambil upper Wheel R		RA14	10,5	RA14		Mengambil Upper Wheel R
		G1A	2	G1A		
Meletakkan pada nest		MC14,2,5	16,9	MC14,2,5		Meletakkan pada nest
		G2	0	G2		
	2x	PCSS	19,7	PCSS		
Hold (waiting pneumatic machine active)		FM	8,5	FM		Hold (waiting pneumatic machine active)
Mengambil produk rakitan		DL	4	DL		Mengambil produk rakitan
Meletakkan pada shooter		MC4,2,5	8	MC4,2,5		Meletakkan pada shooter
		RL1	0	RL1		
			139,2			TMU
<b>TOTAL</b>			<b>5,0112</b>			<i>Detik</i>

### Tabel L.2 MTM sheet Assembly Wheel L / R

MOTION SHEET						
Operation :	Assy Wheel L/ R		Remark :			
Study No :	2					
Date :						
Analyst :						
Description		LH	TMU	RH		Description
Mengambil Lower + Upper Wheel		RA6	10,5	RA14		Mengambil Upper Fr Wheel
		G1A	2	G1A		
Meletakkan pada nest		MC14,2,5	16,9	MC14,2,5		Meletakkan pada tempat solvent
		G2	5,6	G2		
		PCSS	46,5	PESS		
			9,2	MC6,2,5		Meniriskan bekas solvent
			5,6	PLS		
			9,2	MC6,2,5		Memposisikan pada nest diatas upper rr
			21	PCNS		
			2,1	RA4		Mengaktifkan mesin manual press
			6,8	TS120		
			3,4	APA		
			3	RLF		
			10,5	RA4		Meletakkan pada tempat part jadi
			2	G1A		
			11,1	MC8,2,5		
			0	G2		
			2	RI		
			167,4			TMU
<b>TOTAL</b>			<b>6,0264</b>			<i>Detik</i>

Tabel L.3 MTM sheet Preassy cord to trap

MOTION SHEET						
Operation	Preassy cord to trap	Remark :				
Study No :	3					
Date :						
Analyst :						
Description		LH	TMU	RH		Description
Mengambil trap holder		RA14	10.5	RA14		Mengambil trap holder
		G1A	2	G1A		
Meletakan pada nest		MC14,2.5	16.9	MC14,2.5		Meletakan pada nest
		G2	5.6	G2		
		PLS	5.6	PLS		
			10.5	RA14		Take Cord
			2	G1A		
			22.4	MA24,2.5		Wiring cord to nest
Take Cord		GLS	5.6			
Wiring cord to nest		MA24,2.5	22.4	MA24,2.5		
		MA12,2.5	16.9	MA12,2.5		
		R2	0	R2		
Open small Toogle		RA14	16.9	RA14		Open small Toogle
		G1A	2	G1A		
		MC14,2.5	16.9	MC14,2.5		
		G2	5.6	G2		
		PLS	5.6	PLS		
Close small Toogle		RA14	16.9	RA14		Close small Toogle
		G1A	2	G1A		
		MC14,2.5	16.9	MC14,2.5		
		G2	5.6	G2		
		PLS	5.6	PLS		
			10.6	MC8,2.5		Take Cutter
			5.6	G2		
			16.9	MC14,2.5		Cutting cord
			5.6	G2		
			5.6	PLS		
			3.4	AF		
			10.6	MC8,2.5		Put Cutter
			0	R2		
			272.7			TMU
TOTAL			9.8172			Detik

Tabel L.4 MTM sheet Sonic Welding

MOTION SHEET						
Operation	sonic welding	Remark :				
Study No :	2					
Date :						
Analyst :						
Description		LH	TMU	RH		Description
Mengambil pallet dari conveyer		RA14	10.5	RA14		Mengambil pallet dari Mesin sonic
		G1A	2	G1A		
Meletakan pada nest sonic		MC14,2.5	16.9	MC14,2.5		Meletakan pada mesin cutting
		G2	5.6	G2		
		PLSS	9.1	PLSS		
Mengoperasikan mesin welding		RA8	7.9	RA8		Mengoperasikan mesin welding
		AF	3.4	AF		
		MT	33.33333	MT		Mesin proses
Mengoperasikan mesin welding		RA10	7.9	RA10		Mengoperasikan mesin welding
		AF	8.7	AF		
			10.5	RA14		Meletakan pada conveyer
			2	G1A		
			16.9	MC14,2.5		
			5.6	G2		
			9.1	PLSS		
			149.4333333			TMU
<b>TOTAL</b>			5.3796			Detik

Tabel L.5 MTM Sheet Open Wire

MOTION SHEET						
Operation	Open Cord From pallet	Remark :				
Study No :	5					
Date :						
Analyst :						
Description		LH	TMU	RH		Description
			10,5	RA14		Mengambil pallet dari Mesin sonic
			2	G1A		
Membuka Toogle	X2	RA6	14	RA6		Membuka Toogle
		G1A	4	G1A		
		DCD	5,7	DCD		
Melepaskan cord	X2		45	DTE		Melepaskan cord
			81,2			TMU
<b>TOTAL</b>			2,9232			Detik

Tabel L.6 MTM Sheet Arrange to oven

MOTION SHEET						
Operation	Arrange to oven & transfert	Remark :				
Study No :	6					
Date :						
Analyst :						
Description		LH	TMU	RH		Description
			10,5	RA14		Mengambil Cord dari proses sebelumnya
			2	G1A		
Menata benang di pallet		MA30	27,1	MA30		Menata benang di pallet
		P2SS	19,7	P2SS		
Mengirim pallet ke oven			4	RA2		
			2	G1A		
			12,9	MA12		
			2	RL		
			80,2			TMU
TOTAL			2,8872			Detik

Tabel L.7 MTM Sheet Preassy shaft to gear

MOTION SHEET						
Operation	Merakit shaft dengan spring	Remark :				
Study No :	7					
Date :						
Analyst :						
Description		LH	TMU	RH		Description
Mengambil Shaft		RA14	10.5	RA14		Mengambil Spring
		G4A	7.3	G1A		
Merakit Sping ke shaft		MA12	12.9	MA12		Merakit spring ke shaft
		PSS	5.6	G2		
		PCNS	21	PCNS		
Menahan benda			10.5	RA14		Mengambil kuas
			7.3	G1A		
			12.9	MA12		Mengolesi benda
			5.6	G2		
			5.6	PLS		
			6	M4A		
Menaruh benda ke next proses		MA6	12.9	MA12		Meletakan kuas
		G2	5.6	G2		
		RL	2	RL1		
			125.7			TMU
TOTAL			4.5252			Detik



Tabel L.8 MTM Sheet preassy gear step to upper skirt

MOTION SHEET						
Operation :	Merakit Crown Gear		Remark :			
Study No :	8					
Date :						
Analyst :						
Description		LH	TMU	RH	Description	
Mengambil skirt Houing		RA14	10.5	RA14	Mengambil Crown Gear	
		G1A	2	G1A		
Memposisikan Sping ke shaft		MA12	12.9	MA12	Memposisikan spring ke shaft	
		PSS	5.6	G2		
		PCSS	19.7	PCNS		
			2.1	RA4	Mengaktifkan mesin manual press	
			6.8	TS120		
			3.4	APA		
			3	RLF		
			10.5	RA14	Mengambil kuas	
			7.3	G1A		
			12.9	MA12	Mengolesi benda	
			5.6	G2		
			5.6	PLS		
			6	M4A		
Menaruh benda ke next proses		MA6	12.9	MA12	Meletakkan kuas	
		G2	5.6	G2		
		RL	2	RL1		
TOTAL		134.4			TMU	
		4.8384			Detik	

Tabel L.9 MTM Sheet preassy gear step to upper skirt

MOTION SHEET						
Operation :	9		Remark :			
Study No :	Step gear assy					
Date :						
Analyst :						
Description	No.	LH	TMU	RH	Description	
mengambil gear		R14D	15,6	R14D	Mengambil body	
		G1B	2	G1A		
memposisikan gear		M14C	16,9	M14C	Memposisikan body	
		G2	0	G2		
		M14D	5,6	M14E		
			14,2	R12D		
			10,8	G1C3		
			15,2	M12C		
			0	G2		
			25,3	M12D		
			7,9	R8A		
			2	G1A		
			8	M4C		
			26,6	P2NSH		
			8,4	R4D		
			2	G1A		
			15,2	M12C		
			0	G2		
			5,6	M12E		
TOTAL		181,3				
		6,526277898				

Tabel L.10 MTM sheet Rotating spring to upper

MOTION SHEET					
Operation :	10	Remark :			
Study No :	rotating spring to upper				
Date :					
Analyst :					
Description	No.	LH	TMU	RH	Description
mengambil shaft with spring		R12A	9.6	R12A	Mengambil skirt with gear
		G1B	10.8	G1C3	
memposisikan dengan skirt		MC10	13.5	MC10	Memposisikan dengan shaft
		G2	0	G2	
		PENS	47.8	PENS	
			9.6	R12A	Menutup shaft dengan handle
			3.5	G1B	
			28.2	AT180L	
Mengaktifkan mesin		R12A	9.6	R12A	Mengaktifkan mesin
		G1B	3.5	G1B	
Waiting			167		Waiting
			9.6	R12A	close with upper skirt
			10.8	G1C3	
			13.5	MC10	
			0	G2	
			47.8	PENS	
			9.6	R12A	
			3.5	G1B	
			28.2	AT180L	
			9.6	R12A	Release & arrange to basket
			10.8	G1C3	
			22.9	D3	
			13.5	MC10	
			0	G2	
			5.6	PLS	
<b>TOTAL</b>			<b>488.5</b>		
			<b>17.58459323</b>		

L.11 MTM preassy upper skirt to lower

MOTION SHEET					
Operation :	11	Remark :			
Study No :	PREASSY UPPER SKIRT TO LOWER				
Date :					
Analyst :					
Description	No.	LH	TMU	RH	Description
MENGAMBIL CORD		R12A	9,6	R12A	MENGAMBIL CORD
		G1C3	10,8	G1C3	
	4 X		16	P1NSH	POSITIONING 1 PIN
			24,3	MB30	WIRING CORD
			16	P1NSH	POSITIONING 1 PIN
<b>TOTAL</b>			<b>76,7</b>		
			<b>2,760979122</b>		

### L12 MTM sheet assy cord cover with screw

MOTION SHEET					
Operation :	12	Remark :			
Study No :	ASSY CORD COVER WITH SCREW				
Date :					
Analyst :					
Description	No.	LH	TMU	RH	Description
MENGAMBIL SCREW		R12A	9.6	R12A	MENGAMBIL CORD COVER
		G1C3	10.8	G1C3	
		MC10	13.5	MC10	
		G2	0	G2	
		P1NS	16	P1NS	
			6.5	R5A	MENGAMBIL SCREW DRIVER
			7.3	G1C1	
			3.4	MC10	
			0	G2	
			16	P1NS	
			27.78		WAITING
		R12A	9.6		
		G1C3	10.8		
		MC10	13.5		
		G2	0		
		P1NS	16		
			3.4		
			0		
			16		
			27.78		WAITING
		R12A	9.6		
		G1C3	10.8		
		MC10	13.5		
		G2	0		
		P1NS	16		
			3.4		
			0		
			16		
			27.78		WAITING
		R12A	9.6		
		G1C3	10.8		
		MC10	13.5		
		G2	0		
		P1NS	16		
			3.4		
			0		
			16		
			27.78		WAITING
TOTAL			402.12		
			14.47516199		

### L13 MTM sheet upper skirt assy

MOTION SHEET					
Operation :	12	Remark :			
Study No :	UPPER SKIRT ASSY				
Date :					
Analyst :					
Description	No.	LH	TMU	RH	Description
			9.6	R12A	MENGAMBIL CORD COVER
			10.8	G1C3	
			13.5	MC10	TO MC
			0	G2	
			16	P1NS	
			13.5	MC10	TO LOWER
			0	G2	
			16	P1NS	
			9.6	R12A	CLAMPING
			3.5	G1B	
			28.2	AT180L	
			9.6	R12A	PUSH
			10.8	G1C3	
			13.5	MC10	
			0	G2	
			16	P1NS	
<b>TOTAL</b>			<b>170.6</b>		
			<b>6.141108711</b>		

### L14 MTM sheet screw shaft to skirt holder

MOTION SHEET					
Operation :	14	Remark :			
Study No :	SCREW SHAFT TO SKIRT HOLDER				
Date :					
Analyst :					
Description	No.	LH	TMU	RH	Description
MENGAMBIL SCREW		R12A	9.6	R12A	MENGAMBIL CORD COVER
		G1C3	10.8	G1C3	
		MC10	13.5	MC10	
		G2	0	G2	
		P1NS	16	P1NS	
MENGAMBIL SCREW DRIVER			6.5	R5A	MENGAMBIL SCREW DRIVER
			7.3	G1C1	
			3.4	MC10	
			0	G2	
			16	P1NS	
			27.78		WAITING
PUSH			9.6	R12A	PUSH
			10.8	G1C3	
			13.5	MC10	
<b>TOTAL</b>			<b>144.78</b>		
			<b>5.211663067</b>		

### L15 MTM assembly lower holder

<b>MOTION SHEET</b>					
<b>Operation :</b>	15		<b>Remark :</b>		
<b>Study No :</b>	ASSEMBLY LOWER HOLDER				
<b>Date :</b>					
<b>Analyst :</b>					
Description	No.	LH	TMU	RH	Description
MENGAMBIL LOWER		R12A	9.6	R12A	MENGAMBIL CORD COVER
		G1C3	10.8	G1C3	
		MC10	13.5	MC10	TO MC
		G2	0	G2	
		P1S	16	P1NS	
		MC10	13.5	MC10	TO LOWER
			0	G2	
			16	P1NS	
			9.6	R12A	CLAMPING
			3.5	G1B	
			28.2	AT180L	
			9.6	R12A	TO NEXT PROSES
			10.8	G1C3	
			13.5	MC10	
			0	G2	
			2	RI1	
<b>TOTAL</b>			<b>156.6</b>		
			<b>5.637149028</b>		

### L16 MTM joint leg

<b>MOTION SHEET</b>					
<b>Operation :</b>	16		<b>Remark :</b>		
<b>Study No :</b>	JOINT LEG				
<b>Date :</b>					
<b>Analyst :</b>					
Description	No.	LH	TMU	RH	Description
MENGAMBIL LOWER			9.6	R12A	MENGAMBIL CORD COVER
			10.8	G1C3	
			13.5	MC10	TO NEST
			0	G2	
			16	P1NS	
MENGAMBIL LEG		R12A	9.6	R12A	MENGAMBIL LEG
		G1C3	10.8	G1C3	
TO LOWER		MC10	13.5	MC10	TO LOWER
		G2	0	G2	
		P1NS	16	P1NS	
			34.1	SS_C2	
<b>TOTAL</b>			<b>133.9</b>		
			<b>4.820014399</b>		

**L17 MTM Sheet clutch assembly**

<b>MOTION SHEET</b>					
Operation :	17	Remark :			
Study No :	CLUTCH ASSEMBLY				
Date :					
Analyst :					
Description	No.	LH	TMU	RH	Description
MENGAMBIL CLUTCH		R12A	9.6	R12A	MENGAMBIL SHAFT
		G1C3	10.8	G1C3	
		MC10	13.5	MC10	TO NEST
		G2	0	G2	
		P1NS	16	P1NS	
				9.6	R12A
			3.5	G1B	
			28.2	AT180L	
MENGAMBIL CLUTCH		R12A	9.6	R12A	MENGAMBIL CLUTCH & SHAFT
		G1C3	10.8	G1C3	
		MC10	13.5	MC10	
		G2	0	G2	
		P1NS	16	P1NS	
		R12A	9.6		
		G1C3	10.8		
		MC10	13.5		
		G2	0		
		P1NS	16		
			34.1	SS_C2	ACTIVATE VACUUM
			9.6	R12A	
			3.5	G1B	
			28.2	AT180L	
<b>TOTAL</b>			266.4		
					9.589632829

**L.18 MTM sheet date code & assy spring**

<b>MOTION SHEET</b>						
Operation :	18	Remark :				
Study No :	DATE CODE , ASSY SPRING					
Date :						
Analyst :						
Description	No.	LH	TMU	RH	Description	
			9,6	R12A	MENGAMBIL REAR BODY	
			2	G1A		
			13,5	MC10	TO NEST	
			0	G2		
			16	P1NS		
			9,6	R12A	CLAMPING	
			3,5	G1B		
			28,2	AT180L		
			6,5	R5A	TO NEXT PROCESS	
			2	G1A		
			9,2	MCS		
			0	G2		
			0	RL		
MENGAMBIL LEVER		R12A	9,6	R12A	MENGAMBIL SPRING	
		G1C3	10,8	G1C3		
		MC10	13,5	MC10		
		G2	0	G2		
		P3SE	43	P3SE		
				9,2	MCS	
				0	G2	
			2	RL		
<b>TOTAL</b>			188,2			
					6,774658027	

### L19 Assembly lower to upper

MOTION SHEET					
Operation :	19	Remark :			
Study No :	assembly lower to upper				
Date :					
Analyst :					
Description	No.	LH	TMU	RH	Description
MENGAMBIL LOWER BODY		R12A	9.6	R12A	MENGAMBIL UPPER FRONT BODY
		G1A	2	G1A	
TO NEST		MC10	13.5	MC10	TO NEST
		G2	0	G2	
		P1NS	16	P1NS	
HOLD			9.6	R12A	MENGAMBIL UPPER REAR BODY
			2	G1A	
			13.5	MC10	DIPPING NEST
			0	G2	
			16	P1NS	
			13.5	MC10	
			0	G2	
			16	P1NS	
			9.6	R12A	CLAMPING
			3.5	G1B	
			28.2	AT180L	
			6.5	R5A	TO NEXT PROCESS
			2	G1A	
			9.2	MC5	
			0	G2	
			2	RL	
<b>TOTAL</b>			<b>172.7</b>		
			<b>6.216702664</b>		

### L20 Assembly lever spring

MOTION SHEET					
Operation :	20	Remark :			
Study No :	assembly lever spring				
Date :					
Analyst :					
Description	No.	LH	TMU	RH	Description
MENGAMBIL LOWER BODY		R12A	9.6	R12A	MENGAMBIL UPPER FRONT BODY
		G1A	2	G1A	
TO NEST		MC10	13.5	MC10	TO NEST
		G2	0	G2	
		P1NS	16	P1NS	
HOLD			9.6	R12A	MENGAMBIL UPPER REAR BODY
			2	G1A	
			13.5	MC10	DIPPING NEST
			0	G2	
			16	P1NS	
			13.5	MC10	
			0	G2	
			16	P1NS	
			9.6	R12A	CLAMPING
			3.5	G1B	
			28.2	AT180L	
			6.5	R5A	TO NEXT PROCESS
			2	G1A	
			9.2	MC5	
			0	G2	
			2	RL	
<b>TOTAL</b>			<b>172.7</b>		
			<b>6.216702664</b>		

### L21 Body cover assembly

MOTION SHEET					
Operation :	21	Remark :			
Study No :	body assembly				
Date :					
Analyst :					
Description	No.	LH	TMU	RH	Description
MENGAMBIL LOWER BODY		R12A	9.6	R12A	MENGAMBIL UPPER FRONT BODY
		G1A	2	G1A	
TO NEST		MC10	13.5	MC10	TO NEST
		G2	0	G2	
		P1NS	16	P1NS	
			9.6	R12A	CLAMPING
			3.5	G1B	
			28.2	AT180L	
TAKE IT		R12A	9.6		
		G1A	2		
			9.6	R12A	TAKE DOUBLE TAPE
			2	G1A	
			13.5	MC10	
			0	G2	
			21	P2NS	
			6.5	R5A	TO NEXT PROCESS
			2	G1A	
			9.2	MC5	
			0	G2	
			2	RL	
<b>TOTAL</b>			<b>159.8</b>		
			<b>5.752339813</b>		