

**TUGAS AKHIR**

**MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS KERJA PADA  
PROSES *ETCHING* MENGGUNAKAN *MODULAR  
ARRANGEMENT OF PREDETERMIND TIME  
STANDARDS (MODAPTS)* DI PT. MITSUBISHI  
SILICON**

Diajukan guna melengkapi sebagian syarat  
dalam mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S1)



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Disusun Oleh:

Nama : Muhammad Farid Nur

NIM : 41619310102

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA  
2021**

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Muhammad Farid Nur  
N.I.M : 41619310102  
Program Studi : Teknik Industri  
Fakultas : Teknik  
Judul : Meningkatkan Produktivitas Kerja Pada Proses *Etching*  
Menggunakan *Modular Arrangement Of Predetermind*  
*Time Standards (MODAPTS)* Di PT.Mitsubishi Silicon

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Penulis,



Muhammad Farid Nur

**LEMBAR PENGESAHAN**

**MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS KERJA PADA  
PROSES *ETCHING* MENGGUNAKAN *MODULAR  
ARRANGEMENT OF PREDETERMIND TIME  
STANDARDS (MODAPTS)* DI PT. MITSUBISHI  
SILICON**



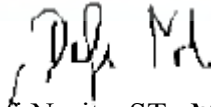
**Dibuat Oleh:**

Nama : Muhammad Farid Nur

NIM : 41619310102

Program Studi : Teknik Industri

Dosen Pembimbing,



(Defi Norita, ST., MT.)

Mengetahui,  
Koordinator Tugas Akhir/Ketua Program Studi Teknik Industri



(Dr. Alfa Firdaus., MT.)

## ABSTRAK

PT. Mistubishi Silicon adalah perusahaan *semiconductor* yang memproduksi silicon *wafer* yang digunakan untuk membuat IC (*Intergrated Circuit*). Permasalahan yang dialami perusahaan adalah tidak tercapainya target *output* produksi pada proses *etching* dikarenakan *defect losstime*. Tujuan penelitian ini menganalisa *defect losstime* dengan menghitung waktu standar kerja pada proses *etching*. Metode yang digunakan untuk menghitung waktu standar kerja dengan menganalisis elemen gerakan kerja adalah dengan *Modular Arrangement of Predetermined Time Standard* (MODAPTS). Dengan menggunakan metode MODAPTS didapatkan waktu standar kerja lama pada proses pengecekan *thickness*, *brightness* dan visual cek di proses *etching* adalah 28,132 detik dengan *output* sebesar 159 batch/shift. Usulan perbaikan metode kerja baru dengan menerapkan prinsip ekonomi gerakan meliputi mengeliminasi gerakan tidak efisien, perubahan *layout* kerja dan desain peralatan kerja. Hasil dari waktu standar kerja baru proses pengecekan *thickness*, *brightness* dan visual cek pada proses *etching* adalah 18,42 detik dengan penurunan waktu standar kerja sekitar 9,714 detik atau 34,53% dan *output*nya sebesar 168 batch/shift dengan kenaikan *output* sekitar 9 batch/shift atau 5,66%. Dengan metode kerja baru *output* produksi pada proses *etching* dapat mencapai target ditetapkan oleh perusahaan. Pencapaian target ini merupakan hasil dari *continuous improvement* untuk meningkatkan produktivitas kerja.

Kata kunci : MODAPTS, *Defect Losstime*, Waktu Standar Kerja, *Etching*, *Continuous Improvement* , Produktivitas Kerja.



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## **ABSTRACT**

*PT. Mistubishi Silicon is a semiconductor company that produces silicon wafers used to make IC (Integrated Circuit). The problem experienced by the company is that the production output target is not achieved in the etching process due to defect losstime. The purpose of this study is to analyze the defect losstime by calculating the standard time of work in the etching process. The method used to calculate work standard time by analyzing work movement elements is the Modular Arrangement of Predetermined Time Standard (MODAPTS). By using the MODAPTS method, the standard working time for checking thickness, brightness and visual checking in the etching process is 28,132 seconds with an output of 159 batches/shift. Proposed improvements to new work methods by applying the principles of movement economy include eliminating inefficient movements, changing work layouts and designing work equipment. The result of the new standard time for checking thickness, brightness and visual checks in the etching process is 18.42 seconds with a decrease in standard time of around 9.714 seconds or 34.53% and the output is 168 batches/shift with an increase in output of about 9 batches/shift or 5.66%. With the new work method, the production output in the etching process can reach the target set by the company. The achievement of this target is the result of continuous improvement to increase work productivity.*

*Keywords: MODAPTS, Defect Losstime, Standard Working Time, Etching, Continuous Improvement, Work Productivity..*



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala, atas rahmatNya saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir merupakan salah satu syarat dalam mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S1) Universitas Mercu Buana. Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, tidak akan mudah untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Dengan rasa hormat saya menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Keluarga saya khusus istri saya telah memberikan dukungan moral dan material dalam penyusunan Proposal Tugas Akhir.
2. Bapak Muhammad Isa, S.T, MT. selaku ketua Program Studi Teknik Industri Universitas Mercu Buana, yang telah memfasilitasi selama proses pendidikan.
3. Ibu Defi Norita, S.T, MT. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan Tugas Akhir.
4. Ibu Betriza Hanum, S.T., M.M. selaku dosen TOC Program Studi Teknik Industri yang telah bersedia meluangkan waktu dan tenaga dalam menginformasikan hal penting yang berkaitan dengan Tugas Akhir.
5. Seluruh dosen yang berada di Universitas Mercu Buana, khususnya dosen jurusan Teknik Industri yang memiliki peran yang sangat besar bagi penulis dalam proses perkuliahan.
6. Seluruh rekan program studi Teknik Industri Universitas Mercu Buana yang berjuang bersama-sama selama masa pendidikan.
7. Seluruh rekan kerja diperusahaan PT. Mitsubishi Silicon yang telah memberikan dukungan dan izin untuk menyelesaikan Skripsi ini.
8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan dalam penyusunan Skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, namun demikian diharapkan sudah memenuhi standar yang diperlukan. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bekasi, 26 Juni 2021

Muhammad Farid Nur



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
<b>Table of Contents</b>	
LEMBAR PERNYATAAN .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	3
ABSTRAK .....	iv
<i>ABSTRACT</i> .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
BAB I .....	2
PENDAHULUAN .....	2
1.1 Latar Belakang .....	2
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Batasan Penelitian .....	6
1.5 Sistematika Penulisan Tugas Akhir .....	6
BAB II .....	8
TINJAUAN PUSTAKA .....	8
2.1 Penelitian Kerja .....	8
2.1.1. Studi Gerakan .....	9
2.1.2. Teknik Pengukuran Kerja .....	11
2.1.3. <i>Modular Arrangement Of Predetermined Time Standards</i> (MODAPTS) .....	12
2.1.4. Perhitungan Waktu Standar dan Output Standar .....	16
2.1.5. Kelonggaran ( <i>Allowance</i> ) .....	17
2.2 Penelitian Terdahulu .....	21



2.3	Kerangka Pemikiran .....	28
BAB III .....		29
METODE PENELITIAN .....		29
3.1.	Jenis Penelitian .....	29
3.2.	Jenis Data dan Informasi .....	29
3.3.	Metode Pengumpulan Data .....	29
3.4.	Metode Pengolahan dan Analisis Data .....	30
3.5.	Langkah-langkah Penelitian .....	32
BAB IV .....		35
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA .....		35
4.1.	Pengumpulan Data .....	35
4.2.1.	Detail Pekerjaan Proses <i>Etching</i> .....	35
4.2.2.	Identifikasi Gerakan Kerja Proses <i>Etching</i> .....	39
4.2.	Pengolahan Data .....	43
4.2.1.	Transformasi Gerakan Proses <i>Etching</i> dengan Metode MODAPTS .....	43
4.2.2.	Perhitungan Kelonggaran .....	48
4.2.3.	Perhitungan Waktu Standar Metode Kerja Proses <i>Etching</i> dengan Metode MODAPTS .....	49
4.3.	Usulan Perbaikan Metode Kerja pada Proses <i>Etching</i> .....	51
4.3.1.	Perbaikan Tata Letak Bahan dan Peralatan Kerja .....	55
4.3.2.	Perbaikan Gerakan Kerja Proses <i>Etching</i> .....	58
4.3.3.	Perhitungan Waktu Standar Metode Kerja Baru Proses <i>Etching</i> dengan Metode MODAPTS .....	67
BAB V .....		70
ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....		70
5.1.	Analisis dan Pembahasan .....	70
5.1.1.	Analisis Waktu Standar Metode Kerja Lama .....	70

5.1.2. Analisis Gerakan Kerja Berdasarkan Prinsip Ekonomi Gerakan.....	71
5.1.3. Waktu standar Metode Kerja Baru.....	72
5.1.4. Analisis Perbandingan Waktu Standar Metode Kerja Lama dan Waktu Standar Metode Kerja Baru. ....	73
5.2. Standar Operasional Prosedur (SOP).....	74
5.2.1. Standar Operasional Prosedur (SOP) Proses <i>Etching</i> pada Tahapan Pengecekan <i>Thickness</i> , <i>Brightness</i> dan Visual. ....	75
BAB VI.....	77
KESIMPULAN DAN SARAN.....	77
6.1. Kesimpulan.....	77
6.2. Saran.....	78
DAFTAR PUSTAKA .....	xiv



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Klasifikasi MODAPTS .....	14
Tabel 2.2 Tabel Kelonggaran .....	20
Tabel 2.3 Tabel Rangkuman Penelitian Terdahulu (Lanjutan) .....	26
Tabel 2.4 Tabel Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang dilakukan .....	27
Tabel 4.1 Gerakan Tangan Kiri dan Kanan pada Proses Pengecekan <i>Thickness &amp; Brightness</i> .....	41
Tabel 4.2 Gerakan Tangan kiri dan Kanan pada Proses Inspeksi Visual .....	43
Tabel 4.3 Lembar kerja MODAPTS pada proses <i>etching</i> pada shift 1 .....	44
Tabel 4.4 Lembar kerja MODAPTS pada proses <i>etching</i> pada shift 2 .....	45
Tabel 4.5 Lembar kerja MODAPTS pada proses <i>etching</i> pada shift 3 .....	46
Tabel 4.6 Perhitungan Kelonggaran .....	49
Tabel 4.7 Waktu Pengamatan, Waktu Normal, dan Waktu Standar .....	50
Tabel 4.8 Prinsip Ekonomi Gerakan Operator di Proses Pengecekan <i>Thickness, Brightness</i> dan Visual cek dengan Penggunaan Tubuh. ....	52
Tabel 4.9 Prinsip Ekonomi Gerakan Operator di Proses Pengecekan <i>Thickness, Brightness</i> dan Visual Cek dengan Tempat Kerja Berlangsung .....	53
Tabel 4.10 Prinsip Ekonomi Gerakan Operator di Proses Pengecekan <i>Thickness, Brightness</i> dan Visual Cek dengan Desain Peralatan Kerja yang Digunakan .....	54
Tabel 4.11 Kondisi Sebelum Modifikasi Meja Alat Ukur Proses <i>Etching</i> .....	57
Tabel 4.12 Kondisi Setelah Modifikasi Meja Alat Ukur Proses <i>Etching</i> . ....	58
Tabel 4.13 Proses Pengecekan <i>Thickness, Brightness</i> dan Inspeksi Visual Setelah Perbaikan .....	60
Tabel 4.14 Lembar Kerja MODAPTS pada Proses <i>Etching</i> Pada <i>Shift</i> 1 Setelah Perbaikan .....	61
Tabel 4.15 Lembar Kerja MODAPTS pada Proses <i>Etching</i> Pada <i>Shift</i> 2 Setelah Perbaikan .....	62
Tabel 4.16 Lembar Kerja MODAPTS pada Proses <i>Etching</i> Pada <i>Shift</i> 3 Setelah Perbaikan .....	63

Tabel 4.17 Prinsip Ekonomi Gerakan Operator di Proses Pengecekan <i>Thickness</i> , <i>Brightness</i> dan Visual cek dengan Penggunaan Tubuh. ....	65
Tabel 4.18 Prinsip Ekonomi Gerakan Operator di Proses Pengecekan <i>Thickness</i> , <i>Brightness</i> dan Visual Cek dengan Tempat Kerja Berlangsung. ....	66
Tabel 4.19 Prinsip Ekonomi Gerakan Operator di Proses Pengecekan <i>Thickness</i> , <i>Brightness</i> dan Visual Cek dengan Desain Perlatan Kerja yang Digunakan. ....	66
Tabel 4.20 Waktu Pengamatan, Waktu Normal, dan Waktu Standar (Baru) .....	68



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alir Proses <i>Etching</i> .....	3
Gambar 1.2 Data Waktu Pengerjaan <i>Thicknees, Brightness &amp; Visual Cek</i> .....	4
Gambar 2.1 Bagan Sistematis Penelitian Kerja .....	8
Gambar 2.2 Kode MODAPTS .....	14
Gambar 2.3 Kerangka Pemikiran.....	28
Gambar 3.1 Langkah-Langkah Penelitian.....	34
Gambar 4.1 Ilustrasi Layout Sebelum Perbaikan.....	35
Gambar 4.2 Proses <i>Charging</i> .....	36
Gambar 4.3 Proses <i>Etching</i> .....	37
Gambar 4.4 Proses <i>Discharging</i> .....	37
Gambar 4.5 Proses <i>Drying</i> .....	38
Gambar 4.6 Proses Pengecekan <i>Thickness &amp; Brightness</i> .....	38
Gambar 4.7 Inspeksi Visual .....	39
Gambar 4.8 Alur Proses <i>Etching</i> Sebelum Perbaikan.....	39
Gambar 4.9 Ilustrasi <i>Layout</i> Setelah Perbaikan .....	55
Gambar 4.10 Alur Proses <i>Etching</i> Setelah Perbaikan.....	56
Gambar 5.1 Perbandingan Waktu Standar Lama dan Baru .....	73
Gambar 5.2 Perbandingan <i>Output</i> Lama dan Baru .....	74

# BAB I

## PENDAHULUAN

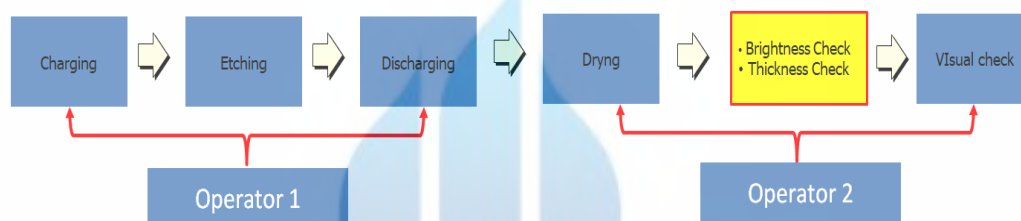
### 1.1 Latar Belakang

Meningkatkan Produktivitas kerja perusahaan merupakan salah satu faktor dalam menekan biaya operasional produksi perusahaan. Ditengah pandemi Covid-19 yang terjadi pada awal tahun 2020 hingga saat ini, membuat semua perusahaan membuat strategi untuk tetap dapat bertahan. Demi kelangsungan operasional produksi, beberapa perusahaan melakukan pengurangan karyawan kontrak dan memaksimalkan karyawan tetap untuk mencapai tingkat target optimal dengan mengurangi *lossetime* pada *line* produksi.

Dalam kondisi pertumbuhan ekonomi global yang menurun disebabkan pandemic covid-19 diatas maka setiap perusahaan dituntut tetap menghasilkan produk yang mempunyai daya saing tinggi untuk memenangkan pangsa pasar. Dengan demikian maka tantangan yang dihadapi semakin tinggi terkait dengan produktivitas, efektifitas, serta efisiensi. Untuk menjawab kondisi tersebut serta memenuhi kepuasan pelanggan maka perusahaan dituntut melakukan perbaikan yang berkelanjutan (*continuous improvement*) agar perusahaan tetap berkembang dan mendapatkan profit.

PT. Mitsubishi Silicon terletak dikawasan MM2100 di cikarang barat kabupaten bekasi provinsi jawa barat. PT. Mitsubishi Silicon Adalah perusahaan jepang yang bergerak dibidang *semi-conductor* memproduksi *silicon wafer* yang digunakan untuk membuat IC (*Intergrated Circuit*) sebagai bahan fungsional pada semua komponen elektronik . Dalam proses pembuatan *silicon wafer* di PT. Mitsubishi Silicon mempunyai tahapan proses produksi yang dimulai dari proses *slicing*, *lapping*, *etching*, *polishing* serta *cleaning*. Dari tahapan proses produksi tersebut perusahaan membuat aktivitas *project improvement* kaitannya untuk menaikkan produktivitas kerja. Pada tahun 2020 fokus utama *project improvement* ini adalah proses *etching* yang tujuannya untuk menaikkan output sekaligus mengurangi gap dari target produksi yang ditetapkan oleh perusahaan.

Pada proses *etching* terdiri dari 6 proses kerja yaitu *charging*, *etching*, *discharging*, *drying*, pengecekan *thickness & brightness* dan inspeksi visual dengan rata-rata waktu operasional/bulan sekitar 508 Jam. Jumlah operator yang bekerja pada proses *etching* yaitu 2 operator yang masing-masing mempunyai tugas dan tanggung jawab yang berbeda yaitu terdiri dari operator pertama tugasnya meliputi proses *charging*, *etching* dan *discharging* sedangkan untuk operator kedua meliputi proses *drying*, pengecekan *thickness & brightness* dan inspeksi visual. Diagram alir proses produksi *etching* dapat dilihat pada gambar 1.1 dibawah ini:



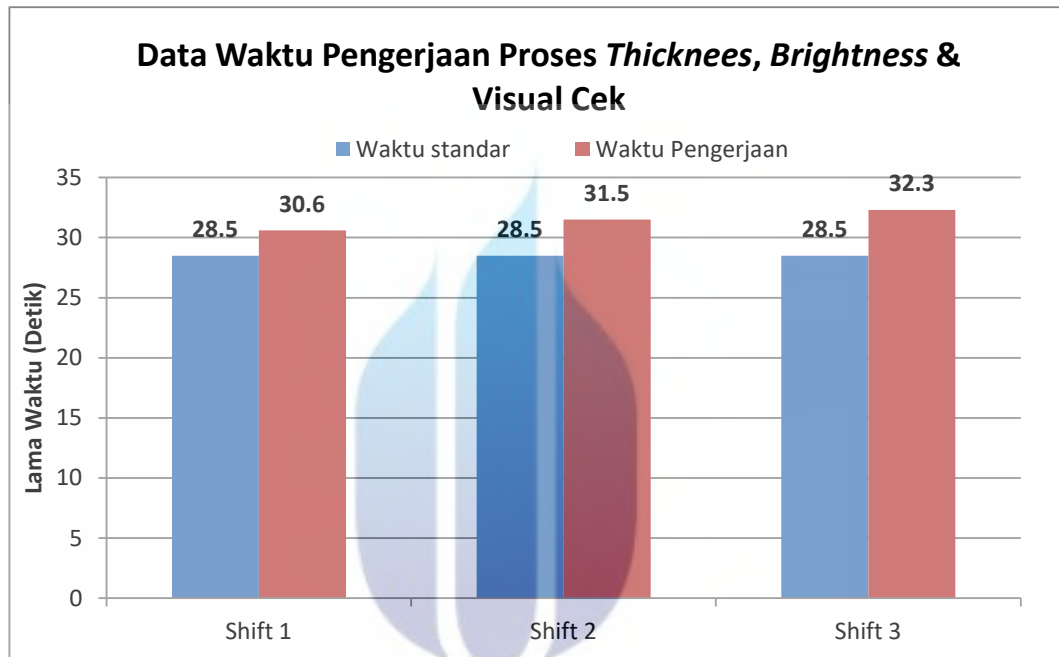
Gambar 1.1 Diagram Alir Proses *Etching*

(Sumber: PT. Mitsubishi Silicon, 2020)

Proses *etching* ini dimulai dari operator 1 memasukkan wafer silicon dari kaset ke barel proses *etching*, kemudian mengunci wafer pada barel secara manual dan membawanya ke mesin *etching* untuk dilakukan pengikisan ketebalan wafer dengan bantuan larutan asam untuk mendapatkan permukaan yang lebih terang sesuai spesifikasi dari konsumen setelah selesai dilakukan proses *discharging* mengeluarkan wafer dari barel ke kaset. Lanjut untuk operator 2 memasukan wafer yang ada dikaset kedalam mesin *spindryer* yang berfungsi mengeringkan sisa air pembersihan dari larutan asam. Setelah itu wafer dibawa pada meja inspeksi untuk melakukan pengecekan *thicknees*, *brightness* kemudian berpindah lagi ketempat pengecekan visual produk yang posisinya berada diluar ruangan proses *etching*.

Dilihat dari kedua operator diatas, maka penelitian ini difokuskan pada pekerjaan operator 2 dalam proses pengecekan *thicknees*, *brightness* serta visual cek karena dalam pekerjaan tersebut terdapat ada gerakan perpindahan proses kerja diluar sistem tersebut. Potensi berpindah proses kerja yang akan

mempengaruhi metode kerja sekaligus berdampak pada waktu standar kerja. Berikut ini adalah data waktu pengerjaan dari 3 shift proses etching khususnya pada proses pengecekan *thicknees*, *brightness* serta visual cek. Data waktu pengerjaan dapat dilihat pada gambar 1.2 dibawah ini:



Gambar 1.2 Data Waktu Pengerjaan *Thicknees*, *Brightness* & Visual Cek  
(Sumber: PT. Mitsubishi Silicon, 2020)

Menurut Wignjosoebroto (2003) terdapat dua unsur yang dimasukkan sebagai kriteria produktivitas yaitu besar atau kecilnya keluaran yang dihasilkan dan waktu kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan itu. Sehingga dari itu diperlukan usaha-usaha peningkatan produktivitas kerja baik seperti penerapan metode kerja yang efektif dan efisien serta peningkatan kemampuan kerja dari pekerja (Wignjosoebroto, 2003).

Faktor penyebab terjadinya defect losstime yang mengakibatkan waktu pengerjaan mempunyai gap terhadap waktu standar adalah adanya gerakan metode kerja yang tidak sesuai dengan prinsip ekonomi gerakan yang terlihat dari kedua tangan mengganggu pada saat waktu yang sama serta adanya waktu tunggu



karena perpindahan diluar elemen kerja. Setelah dilakukan analisa penyebabnya maka dilakukan perbaikan dengan metode *Modular Arrangement Of Predetermined Time standards (MODAPTS)* yang fokus untuk menghitung waktu standar dengan mengidentifikasi gerakan kerja dilakukan oleh operator pada tiap proses kerja yang bertujuan untuk mengefisienkan gerakan kerja berdasarkan prinsip ekonomi gerakan. Metode ini cocok untuk pekerjaan yang berulang serta mudah diterapkan oleh para pekerja. Dari evaluasi tersebut maka dilakukan perbaikan dengan 2 pendekatan yaitu perbaikan tata letak bahan & peralatan kerja dan gerakan kerja yang tujuannya agar waktu proses semakin singkat , gerakan kerja efisien dan produktivitas meningkat.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah dijabarkan diatas, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Berapakah *output* dari waktu standar kerja lama dan hasil analisa dari *defect losstime* ?
2. Bagaimana cara mengurangi waktu standar kerja proses *etching* khususnya pada saat pengecekan *thickness, brightness* serta visual cek untuk mengeliminasi *defect losstime* ?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian masalah yang telah dirumuskan, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menghitung *output* waktu standar kerja lama dan menganalisa *defect losstime*;
2. Melakukan perbaikan metode kerja dengan prinsip ekonomi gerakan dan menghitung waktu kerja standar baru dengan metode MODAPTS pada proses *etching* khususnya pada saat pengecekan *thickness, brightness* serta visual cek;

#### 1.4 Batasan Penelitian

Adapun batasan-batasan yang digunakan dalam penelitian untuk membatasi penelitian ini agar tetap pada topik dan konteks masalah yang dihadapi adalah:

1. Penelitian dilakukan pada *line process etching* di PT. Mitsubishi Silicon;
2. Penelitian ini dilakukan pada proses *etching* khususnya pada saat pengecekan *thickness, brightness* serta visual cek;
3. Data yang diambil dalam penelitian adalah dalam kurun waktu 1 tahun.

#### 1.5 Sistematika Penulisan Tugas Akhir

Untuk memecahkan persoalan yang telah dikemukakan sebelumnya maka perlu adanya suatu sistematika penulisan, sehingga pembahasan mudah untuk dipahami. Adapun sistematika penulisan ini adalah:

1. Bagian awal
  3. Halaman Judul
  4. Lembar Pernyataan
  5. Lembar Pengesahan
  6. Abstrak
  7. Kata Pengantar
  8. Daftar Isi
  9. Daftar Tabel
  10. Daftar Gambar
  11. Daftar Lampiran
2. Bagian tengah
  - a. BAB I: Pendahuluan, bab ini menguraikan pembahasan tentang latar belakang masalah pada perusahaan *semi-conductor*, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.
  - b. BAB II: Landasan teori, yaitu bab yang mencakup teori-teori yang berkaitan dengan penelitian prinsip perhitungan waktu standar serta menggunakan prinsip ekonomi gerakan untuk mengevaluasi gerakan kerja dengan metode

yang akan digunakan yaitu metode *Modular Arrangement of Predetermined Time Standards* (MODAPTS) serta konsep yang telah diuji kebenarannya.

- c. BAB III: Metode penelitian, yaitu bab yang menguraikan waktu dan lokasi penelitian, serta *flowchart* metode penelitian dimana terdiri dari tahap-tahap yang akan menjelaskan keterkaitan proses pengolahan data.
  - d. BAB IV: Pengumpulan dan pengolahan data, berisi seluruh data yang dihasilkan dari perhitungan waktu standard berdasarkan prinsip ekonomi gerakan yang menggunakan metode *Modular Arrangement of Predetermined Time Standards* (MODAPTS).
  - e. BAB V: Analisa dan pembahasan, yaitu bab yang berisi tentang analisa dari hasil perhitungan waktu standar berdasarkan prinsip ekonomi gerakan untuk mendapatkan alternatif solusi-solusi yang diharapkan dapat menjawab permasalahan yang dibahas.
  - f. BAB VI: Simpulan dan saran, yaitu bab yang berisi perbaikan metode kerja yang telah dilakukan sehingga diharapkan dapat memberikan masukan bagi pihak perusahaan.
3. Bagian akhir
    - a. Daftar Pustaka
    - b. Lampiran

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Kerja

Penelitian kerja atau WorkStudy adalah suatu aktivitas yang ditujukan untuk mempelajari prinsip-prinsip dan teknik-teknik guna mendapatkan suatu rancangan sistem kerja yang terbaik (Wignjosoebroto, 2003). Penelitian kerja dapat dibagi kedalam dua bagian pokok yaitu penelitian metode proses kerja dan pelaksanaan pengukuran kerja. Hubungan antara kedua bagian pokok tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.1:



Gambar 2.1 Bagan Sistematis Penelitian Kerja

(Sumber : Wignjosoebroto, 2003)

Pada Gambar 2.1 dapat dilihat bahwa ekonomi gerakan termasuk di dalam prinsip pengaturan metode kerja dan pengukuran waktu termasuk dalam teknik pengukuran kerja. Sehingga apabila keduanya dikombinasikan akan memunculkan sistem kerja terbaik. Sistem kerja terbaik dapat menjadikan produktivitas lebih tinggi.

### 2.1.1. Studi Gerakan

Studi gerakan adalah analisa yang dilakukan terhadap beberapa gerakan bagian badan pekerja dalam menyelesaikan pekerjaannya. Untuk memudahkan penganalisaan terhadap elemen gerakan kerja yang dipelajari, perlu dikenal dahulu gerakan – gerakan dasar. Seorang tokoh yang telah meneliti gerakan – gerakan dasar secara mendalam adalah Frank B. Gilberth beserta istrinya yang menguraikan gerakan ke dalam 17 gerakan dasar atau elemen gerakan yang dinamai Therblig (Sutalaksana, 1979) Suatu pekerjaan mempunyai uraian yang berbeda – beda jika dibandingkan dengan pekerjaan yang lainnya. Hal ini tergantung pada jenis pekerjaannya. Secara garis besar masing – masing gerakan Therblig dapat didefinisikan sebagai berikut (Wignjosoebroto, 1995):

1. Mencari adalah elemen dasar gerakan pekerja untuk menentukan lokasi suatu etching. Gerakan dimulai pada saat mata bergerak mencari etching dan berakhir jika etching telah ditemukan. Mencari ini termasuk dalam gerakan Therblig yang tidak efektif.
2. Memilih merupakan elemen gerakan Therblig untuk menemukan atau memilih suatu objek diantara dua atau lebih etching lainnya yang sama. Memilih ini termasuk dalam elemen gerakan therblig yang tidak efektif.
3. Memegang (*Grasp*). adalah elemen gerakan tangan yang dilakukan dengan menutup jari – jari tangan etching yang dikehendaki dalam suatu operasi kerja. Memegang adalah elemen therblig yang diklasifikasikan sebagai elemen gerakan efektif yang biasanya tidak bisa dihilangkan tetapi dalam beberapa hal dapat diperbaiki.
4. Menjangkau / membawa tanpa beban (*Transport Empty*) adalah elemen gerakan Therblig yang meng-gambarkangerakan tangan berpindah tempat tanpa beban atau hambatan (*resistance*) baik gerakan yang menuju atau menjauhi objek. Gerakan ini diklasifikasikan sebagai elemen Therblig yang efektif dan sulit untuk dihilangkan secara keseluruhan dari suatu siklus kerja. Meskipun demikian gerakan ini dapat diperbaiki dengan memperpendek jarak jangkauan serta memberikan lokasi yang tetap untuk objek yang harus dicapai selama siklus kerja berlangsung.

5. Membawa dengan beban (*Transport Loaded*). Membawa merupakan elemen perpindahan tangan, hanya saja di sini tangan bergerak dalam kondisi membawa beban (*etching*). Elemen gerak membawa termasuk Therblig yang efektif sehingga sulit untuk dihindarkan. Tetapi waktu yang digunakan untuk elemen kegiatan ini dapat dihemat dengan cara mengurangi jarak perpindahan, meringankan beban yang harus dipindahkan, dan memperbaiki tipe pemindahan beban dengan prinsip gravitasi atau mempergunakan peralatan *material handling*.
6. Memegang untuk memakai (*Hold*). Elemen ini terjadi jika elemen memegang *etching* tanpa menggerakkan *etching* tersebut. Elemen memegang untuk memakai adalah elemen kerja yang efektif yang bisa dihilangkan dengan memakai alat bantu untuk memegang *etching*.
7. Melepas (*Release Load*). Elemen ini terjadi pada saat operator melepaskan kembali terhadap *etching* yang dipegang sebelumnya. Elemen gerak melepas termasuk elemen Therblig yang efektif yang bisa diperbaiki.
8. Mengarahkan (*Position*) adalah elemen gerakan Therblig yang terdiri dari menempatkan *etching* pada lokasi yang dituju secara tepat. Elemen gerak ini termasuk Therblig yang tidak efektif, sehingga untuk itu harus diusahakan untuk dihilangkan. Waktu untuk mengarahkan dapat diefisiensikan dengan mempergunakan alat bantu.
9. Mengarahkan awal (*Pre-Position*). Mengarahkan awal adalah elemen gerakan efektif Therblig yang mengarahkan objek kesuatu tempat sementara sehingga pada saat kerja mengarahkan objek benar-benar dilakukan maka objek tersebut dengan mudah dapat dipegang dan dibawa kearah tujuan yang dikehendaki.
10. Memeriksa (*Inspect*). Elemen ini termasuk dalam langkah kerja untuk menjamin bahwa objek telah memenuhi persyaratan kualitas yang ditetapkan. Elemen ini termasuk elemen Therblig yang tidak efektif.
11. Merakit (*Assembly*). Merakit adalah elemen gerakan Therblig untuk menghubungkan dua objek atau lebih menjadi satu kesatuan. Elemen ini

merupakan elemen Therblig yang efektif yang tidak dapat dihilangkan sama sekali tetapi dapat diperbaiki.

12. Mengurai rakit (*Diassembly*). Di sini dilakukan gerakan memisahkan atau mengurai dua objek tergabung satu menjadi objek – objek yang terpisah. Ini termasuk gerakan Therblig yang efektif.
13. Memakai (*Use*). Memakai adalah elemen gerakan efektif Therblig di mana salah satu atau kedua tangan digunakan untuk memakai/mengontrol suatu alat untuk tujuan – tujuan tertentu selama kerja berlangsung.
14. Kelambatan yang tidak terhindarkan (*Unavoidable Delay*). Kondisi ini diakibatkan oleh hal-hal di luar kontrol dari operator dan merupakan interupsi terhadap proses kerja yang sedang berlangsung. Ini termasuk gerakan Therblig yang tidak efektif.
15. Kelambatan yang dapat dihindarkan (*Avoidable Delay*). Kegiatan ini menunjukkan situasi yang tidak produktif yang dilakukan oleh operator sehingga perbaikan/penanggulangan yang perlu dilakukan lebih ditujukan kepada operator sendiri tanpa harus merubah proses kerja lainnya. Ini termasuk gerakan Therblig yang tidak efektif.
16. Merencanakan (*Plan*). Elemen ini merupakan proses mental dimana operator berhenti sejenak bekerja dan memikirkan untuk menentukan tindakan – tindakan apa yang harus dilakukan. Ini termasuk gerakan Therblig yang tidak efektif.
17. Istirahat untuk menghilangkan lelah (*Rest To Overcome Fatigue*). Elemen ini tidak terjadi pada setiap siklus kerja akan tetapi berlangsung secara periodik. Ini termasuk gerakan Therblig yang tidak efektif.

### 2.1.2. Teknik Pengukuran Kerja

Pengukuran kerja merupakan metode penetapan keseimbangan antara kegiatan manusia dengan output yang akan dihasilkan. Pengukuran waktu kerja ini berhubungan dengan usaha-usaha untuk menetapkan waktu standaryang dibutuhkan dalam menyelesaikan suatu pekerjaan (Wignjosoebroto, 2003).

Pengukuran ini dilihat dari waktu kerja saat operator melakukan pekerjaan. Tujuan dari pengukuran kerja adalah menentukan waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk melakukan sebuah pekerjaan oleh operator tertentu. Pengukuran kerja dibagi menjadi dua, yaitu pengukuran secara langsung dan secara tidak langsung.

#### 1) Pengukuran Kerja Langsung

Pengukuran kerja langsung adalah pengukuran waktu kerja yang dilakukan secara langsung di tempat dimana pekerjaan diukur dan dilakukan. Cara pengukurannya dilakukan dengan menggunakan alat-alat seperti :

- a. *Stopwatch Time Study*
- b. *Work Sampling*

#### 2) Pengukuran Kerja Tidak Langsung

Pengukuran kerja tidak langsung adalah pengukuran waktu kerja dengan metode standar data/formula, pengukuran kerja dengan analisis regresi, penetapan waktu standar dengan data waktu gerakan. Dari sekian banyak cara di atas yang sering dilakukan dengan penetapan waktu standar dengan data waktu yang terdiri atas :

- a. *Work Factor (WF)*
- b. *Methods Time Measurement (MTM)*
- c. *Maynard Operation Sequence Technique (MOST)*
- d. *Modular Arrangement of Predetermined Time Standards (MODAPTS)*

#### 2.1.3. *Modular Arrangement Of Predetermined Time Standards (MODAPTS)*

*Modular Arrangement of Predetermined Time Standards (MODAPTS)* adalah metode yang digunakan untuk memprediksi waktu standar (Yassierli,2008). MODAPTS mendeskripsikan suatu pekerjaan atau tugas menjadi bahasa yang lebih sederhana. Metode ini juga cocok digunakan untuk pekerjaan yang berulang. Selain itu metode ini merupakan salah satu cara pengukuran metode kerja secara tidak langsung. MODAPTS dapat digunakan untuk :



- a. Menentukan waktu yang normal dan berkelanjutan untuk menyelesaikan pekerjaan atau pekerjaan yang diusulkan,
- b. Menentukan metode terbaik dan tata letak dalam melakukan pekerjaan,
- c. Menyeimbangkan aliran kerja dan biaya pekerjaan,
- d. Mengembangkan standar operasi prosedur dan instruksi kerja.
- e. Menyediakan kerangka kerja untuk analisis tindakan dan postur di tempat kerja,

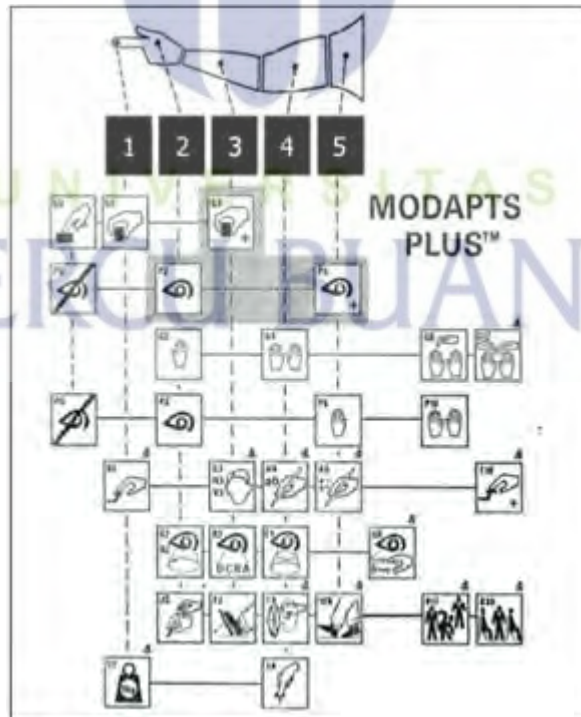
17 MODAPTS dipresentasikan dengan 36 kotak kartu MODAPTS yang berisi informasi tentang sistem kerja. Kotak kartu tersebut tidak hanya berisi tentang aktivitas kerja namun juga terdapat informasi waktu. Satuan unit waktunya adalah MOD, yaitu waktu rata-rata dari gerakan jari tangan, namun juga mengandung kompilasi waktu untuk aktivitas industrial yang lain, dan terdiri dari jumlah nilai total MOD untuk setiap operasi kerja yang sudah distandarkan. Standarisasi yang dimaksud adalah standar data dari hasil pengamatan terhadap penelitian operator/pekerja yang terlatih. Adapun konversi waktunya adalah :

$$\begin{aligned}
 1 \text{ MOD} &= 0,129 \text{ detik} \\
 &= 0,00215 \text{ menit} \\
 &= 3,58 \text{ Time Measurement Unit (TMU)}
 \end{aligned}$$

Kartu MODAPTS menunjukkan bagaimana MODAPTS dialokasikan pada analisis gerakan sesuai dengan anggota badan yang digunakan, misalnya 1 MOD untuk 2 jari, 2 MOD untuk telapak tangan, 3 MOD untuk lengan bawah, 4 MOD untuk lengan atas, dan 5 MOD untuk bahu. Penjelasan mengenai kode MODAPTS ditunjukkan pada Tabel 2.1 dan Gambar 2.2.

Classification	No	Activity	Sym- bol	MOD	Explanation	Remark
Move- ment Activi- ties	1	Finger	M1	1	Movement from the knuckle	2.5 Cm
	2	Hand	M2	2	Movement from the wrist Hand or palm must move	5 Cm
	3	Forearm	M3	3	Movements from the elbow Wrist must move	15 Cm
	4	whole arm	M4	4	Movement from the shoulder. Elbow must move	30 Cm
	5	Extended arm	M5	5	Movement from the shoulder fully to the left, right, or across the body Shoulder must move	40 Cm
Termi- nal Activi- ties	6	grasp	G0	0	Acquire Contact	
	7	grasp	G1	1	Acquire Simple Grasp	
	8	grasp	G2	2	Grasping around axis	
	9	grasp	G3	3	Evaluate Feedback	Conscious
	10	grasp	G11	11	Movement of fingertips(high level consciousness)	Conscious
	11	Put	P0	0	Simply Place	
	12	Put	P2	2	Put with Feedback	Conscious
	13	Put	P3	3	Sensual feedback is required	Conscious
	14	Put	P5	5	Put with Feedback	Conscious
	Auxiliary Activi- ties	15	Weight	L1	1	Load factor(added to put activities when the object being handled is heavy)
16		sight	E2	2	Eye fixation , Eye travel	Independent
17		Judgement	D3	3	Momentary Decision	Independent
18		Press	A2	2	Pressure movement lower than 2kg	Independent
19		Press	A4	4	Pressure movement higher than 2kg	Independent
20		Walk	W5	5	Walk one step or rotate	
21		regrasp	R2	2	Regrasp small thing	Independent
22		regrasp	R4	4	Regrasp large thing	Independent
23		Step	F3	3	Hit on the ground and step or release	
24		Rotate	C4	4	Moving in a circular path	
25		Bend	B17	17	Bend and elevate waist	
26		Bend	B8	8	Sequential B17 movements	
27		Sit and Stand	S30	30	This includes both the up and down movements	
28		Attention	N3	3	Attention to Dangerous Activities	Independent

Tabel 2.1 Tabel Klasifikasi MODAPTS  
(Sumber : MODAPTS.org)



Gambar 2.2 Kode MODAPTS  
(Sumber : MODAPTS.org)

Berikut adalah penjelasan mengenai gerakan-gerakan yang sering dilakukan. Pada baris pertama dari kartu MODAPTS terlihat angka 1 sampai 5 yang menunjukkan nilai MOD dari gerakan jari tangan sampai dengan gerakan pundak.

M1 = gerakan jari (dimana M = move)

M2 = gerakan telapak tangan

M3 = gerakan tangan bawah (fore-arm)

M4 = gerakan tangan atas (upper-arm)

M5 = gerakan bahu

Sedangkan pada baris selanjutnya menunjukkan gerakan-gerakan MODAPTS yang diklasifikasikan menjadi tiga bagian, yaitu :

1. Benda kerja ringan/kecil Disimbolkan dengan beberapa simbol berikut :

G0 = membawa dengan jari tangan tidak menggenggam benda kerja (dimana G=get)

G1 = membawa dengan jari tangan menggenggam pada benda kerja

G3 = membawa dengan genggaman yang sempurna

P0 = meletakkan benda kerja disembarang tempat tanpa perhatian (P=put, position)

P2= meletakkan benda kerja disembarang tempat dengan perhatian

P5 = meletakkan benda kerja disembarang tempat dengan perhatian berlebih

2. Benda kerja berat/besar Disimbolkan dengan beberapa simbol sebagai berikut :

G2 = menjangkau benda kerja dengan membungkukkan badan

G4 = memegang benda kerja dengan menggunakan kedua tangan

G8= memegang benda kerja dengan menggunakan kedua tangan, salah satu tangan memulai angkat dengan mengungkit benda kerja

G12= memegang benda kerja dengan menggunakan kedua tangan dimana kedua tangan menjangkau benda kerja

P0 = meletakkan benda kerja di sembarang tempat tanpa perhatian

P2 = meletakkan benda kerja di sembarang tempat dengan perhatian

P5 = meletakkan benda kerja disembarang tempat dengan perhatian berlebih

P10= mengatur benda kerja dengan perhatian berlebih. Gerakan khusus disimbolkan dengan beberapa simbol berikut :

C4 = gerakan memutar (dimana C = memutar lengan atas)

W5 = berjalan (dimana W = walk, lihat kartu MODAPTS).

#### 2.1.4. Perhitungan Waktu Standar dan Output Standar

Waktu standar diartikan sebagai waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja normal untuk menyelesaikan suatu siklus pekerjaan pada waktu tertentu di tempat tertentu dan dengan metode kerja tertentu. Waktu standar suatu pekerjaan ditentukan dengan mengukur waktu terpilih dan kemudian memasukkan pertimbangan faktor *rating* sehingga diperoleh waktu normal. Kemudian waktu normal dikalikan dengan kelonggaran waktu untuk memperoleh waktu standar. Waktu terpilih diperoleh dari rata-rata waktu pengamatan yang diperoleh dan sesuai dengan tingkat kepercayaan dan tingkat ketelitian yang sudah ditetapkan. Pada perhitungan waktu standar dengan menggunakan metode MODAPTS tidak perlu menggunakan faktor *rating* karena waktu yang didapatkan dari metode MODAPTS adalah waktu normal. Sehingga untuk mendapatkan waktu standar hanya dengan menambahkan faktor kelonggaran terhadap waktu normal yang telah didapat. Berikut adalah rumus perhitungan waktu standar (Wignjosoebroto, 2003):

$$\text{Waktu Standar} = Wn \times \frac{100}{100 - \% \text{ allowance}} \quad (1)$$

$$\text{Output Standar} = \frac{1}{\text{Waktu Standar}} \quad (2)$$

### 2.1.5. Kelonggaran (*Allowance*)

Kelonggaran adalah suatu faktor koreksi yang harus diberikan kepada waktu kerja operator. Hal ini dikarenakan operator terganggu dengan hal-hal yang tidak diinginkan namun bersifat alamiah. Sifat ini menyebabkan waktu kerja operator cenderung bertambah lama karena gangguan ini muncul dan tidak dapat dihindarkan oleh operator. Kelonggaran secara umum dapat diklasifikasikan menjadi 3 jenis yaitu :

1. Kelonggaran untuk kebutuhan pribadi. Kelonggaran ini diberikan untuk memenuhi kebutuhan pribadi pekerja seperti ke WC, ibadah, dan kebutuhan pribadi lainnya.
2. Kelonggaran untuk menghilangkan kelelahan. Kelonggaran yang diberikan untuk menghilangkan rasa lelah. Kelonggaran ini terbagi menjadi dua yaitu kelonggaran tetap dan kelonggaran variabel. Kelonggaran tetap cukup untuk menghilangkan rasa lelah pekerja yang melakukan pekerjaannya dalam keadaan normal. Hal ini berarti tangan, kaki, dan panca indera lainnya digunakan secara normal. Sedangkan kelonggaran variabel digunakan apabila elemen kerja tergolong berat.
3. Kelonggaran untuk hambatan yang tak terhindarkan. Kelonggaran ini diberikan kepada pekerja (operator) sebagai akibat dari keadaan yang tak terduga seperti pengambilan alat dari gudang, menerima atau meminta petunjuk kepada petugas, dan lain-lain.

Berikut merupakan besarnya kelonggaran berdasarkan fakto-faktor yang berpengaruh dapat dilihat pada tabel 2.2 kelonggaran dibawah ini:

Faktor	Contoh Pekerjaan	Kelonggaran (%)		
		Ekivalen Beban	Pria	Wanita
<b>A. TENAGA YANG DIKELUARKAN</b>				
1. Dapat diabaikan	1. Bekerja dimeja, duduk	Tanpa beban	0.0- 6.0	0.0-6.0
2. Sangat ringan	2. Bekerja dimeja, berdiri	0.00 - 2.25 kg	6.0-7.5	6.0-7.5
3. Ringan	3. Menyekop, ringan	2.25 – 9.00	7.5-12.0	7.5-16.0
4. Sedang	4. Mencangkul	9.00 – 18.00	12.0-19.0	16.0-30.0
5. Berat	5. Mengayun palu yang berat	18.00 – 27.00	19.0-30.0	
6. Sangat berat	6. Memanggul beban	27.00 – 50.00	19.0-30.0	
7. Luar biasa berat	7. Memanggul karung berat	Diatas 50kg	30.0-50.0	
<b>B. SIKAP KERJA</b>				
1. Duduk	1. Bekerja duduk, ringan	0.0-1.0		
2. Berdiri diatas dua kaki	2. Badan tegak, ditumpu dua kaki	1.0-2.5		
3. Berdiri diatas satu kaki	3. Satu kaki mengerjakan alat kontrol	2.5-4.0		
4. Berbaring	4. Pada bagian sisi, belakang atau depan badan	2.5-4.0		
5. Membungkuk	5. Badan dibungkukan bertumpu pada kedua kaki	4.0-10.0		
<b>C. GERAK KERJA</b>				

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Normal</li> <li>2. Agak terbatas</li> <li>3. Sulit</li> <li>4. Pada anggota-anggota badan terbatas</li> <li>5. Seluruh anggota badan terbatas</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ayunan bebas dari palu</li> <li>2. Ayunan terbatas dari palu</li> <li>3. Membawa beban berat dengan satu tangan</li> <li>4. Bekerja dengan tangan diatas kepala</li> <li>5. Bekerja dilorong lorong pertambangan yang sempit</li> </ol>	0	
D. KELELAHAN MATA *)		Pencahayaan baik	Pencahayaan buruk
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pandangan yang terputus putus</li> <li>2. Pandangan yang hampir terus menerus</li> <li>3. Pandangan terus menerus dengan fokus berubah-ubah</li> <li>4. Pandangan terus-menerus dengan fokus tetap</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Membaca alat ukur</li> <li>2. Pekerjaan pekerjaan yang teliti</li> <li>3. Memeriksa cacat-cacat pada kain</li> <li>4. Pemeriksaan yang sangat teliti</li> </ol>		
E. KEADAAN TEMPERATUR TEMPAT KERJA **)	Temperatur ( $^{\circ}$ C)	Kelemahan normal	Berlebihan
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Beku</li> <li>2. Rendah</li> <li>3. Sedang</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dibawah 0</li> <li>2. 0-13</li> <li>3. 1-22</li> </ol>	Diatas 10 10-0 5-0	Diatas 12 12-5 8-0

4. Normal	4. 22-28	0-5	0-8
5. Tinggi	5. 28-38	5-40	8-100
6. Sangat tinggi	6. Diatas 38	Diatas 40	Diatas 100
F. KEADAAN ATMOSFIR ***)			
1. Baik	1. Ruangan yang berventilasi baik; udara segar	0	
2. Cukup	2. Ventilasi kurang baik, ada bau-bauan (tidak berbahaya)	0-5	

Tabel 2.2 Tabel Kelonggaran

( Sumber: Satalaksana, 1979)

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA



## 2.2 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan salah satu jenis referensi yang dapat memberikan pemahaman tentang konsep yang sesuai dengan penelitian ini. Berikut ini table penelitian terdahulu yang terlihat pada Tabel 2.1.



No	Penulis (Tahun)	Judul Jurnal	Nama Jurnal	Metode	Hasil
1	Cut Ita Erliana, Dahlan Abdullah (2018)	<i>Application of The MODAPTS Method with Innovative Solutions in The Cement Packing Process</i>	International Journal of Engineering & Technology	MODAPTS	Melalui penelitian ini dapat diketahui bahwa waktu kerja berpengaruh terhadap produktivitas kerja dan metode MODAPTS dirancang untuk mencari solusi berupa pengurangan penerapan pergerakan setiap operator yang baik.
2	H. Golpîra (2013)	<i>Estimating Duration of Projects Manual Tasks Using MODAPTS plus Method</i>	International Journal of Research in Industrial Engineering Volume 2, Number 1	MODAPTS	Metode ini menggunakan metode MODAPTS untuk menentukan durasi tugas dan hasilnya menunjukkan penerapannya. Keunggulan metode ini adalah kesederhanaan dan kecepatannya dibandingkan dengan metode lainnya.
3	Heunjae Cho, Shunkun Lee & Jaeil Park (2014)	<i>Time estimation method for manual assembly using MODAPTS technique in the product design stage</i>	International Journal of Production Research Vol52 (Number 12)	MODAPTS	Ini menjelaskan klasifikasi dari 2382 operasi perakitan yang terjadi dalam merakit elektronik konsumen secara manual seperti AC, mesin cuci dan lemari es, dan metode MODAPTS memilih gerakan perwakilan yang terdiri dari elemen kerja dengan memeriksa distribusi frekuensi gerakan operasi perakitan.

No	Penulis (Tahun)	Judul Jurnal	Nama Jurnal	Metode	Hasil
4	Shuang Wua; Yao Wangb; dkk (2016)	Incorporating motion analysis technology into modular arrangement of predetermined time standard (MODAPTS)	International Journal of Industrial Ergonomics Volume 53	MODAPTS	Tingkat akurasi segmentasi dengan pendekatan PCA adalah 80,08%, dan kerangka primitif dari kedua metode tersebut menunjukkan bahwa segmentasi dapat diterima. Selain itu, analisis gerak berbasis PCA menunjukkan perbedaan penghematan waktu yang substansial dalam waktu pemrosesan, yang hanya sekitar 3 menit untuk analisis gerak dibandingkan lebih dari 1 jam untuk MODAPTS. Analisis gerakan memberikan efisiensi dan keandalan tinggi untuk segmentasi gerakan dan presisi yang memadai dibandingkan dengan hasil yang menggunakan MODAPTS.
5	Alan H.S.Chan Errol; dkk (2017)	<i>Subjective estimates of times for assembly work</i>	International Journal of Industrial Ergonomics Volume 61	MODAPTS	Hasil menunjukkan bahwa perkiraan waktu lebih rendah dari waktu perakitan yang sebenarnya, tetapi lebih tinggi dari waktu yang diprediksi menggunakan sistem waktu gerak MODAPTS yang telah ditentukan sebelumnya. Peserta tampaknya paling kesulitan memperkirakan waktu untuk komponen tugas yang melibatkan manipulasi halus, seperti memasukkan dan mengencangkan sekrup.

No	Penulis (Tahun)	Judul Jurnal	Nama Jurnal	Metode	Hasil
6	Sri Maryani dkk (2012)	Perbaikan Metode Kerja di Bagian Pelinting Rokok dengan Menggunakan Studi Gerak dan Waktu untuk Meningkatkan Efisiensi Kerja (Studi Kasus di P.R. Sumber Rejeki Wajak Malang).	Jurnal Teknik Industri Vol.5 No.2: 95-105 tahun 2012	MODAPTS	Hasil penelitian menunjukkan perbaikan ini mempercepat waktu siklus yang semula membutuhkan waktu 2,16 detik menjadi 1,83 detik. Perbaikan ini berhasil meningkatkan jumlah produksi.
7	Irena Sabaric, Snjenaza Brnada, Stana Kovacevic (2013)	<i>Application of the MODAPTS Method with Innovative Solutions in the Warping Process</i>	Industrial Engineering Journal, 2013 Vol.4 No.100:55-59	MODAPTS	Hasil penelitian menyatakan dari perhitungan studi gerakan menggunakan MODAPTS dapat menghemat waktu sebesar 75,87% mods sesudah perbaikan akibat dari penyederhanaan gerakan kerja dengan menggunakan troli inovatif

No	Penulis (Tahun)	Judul Jurnal	Nama Jurnal	Metode	Hasil
8	Lilik Setyawan (2017)	Peningkatan <i>Cycle Time</i> Proses Mesin Drawing Tembaga dengan Metodologi SMED Pada Industri Kabel di Tangerang.	Jurnal PASTI Volume XII No. 2, 184 - 194	SMED	Besarnya <i>downtime</i> mesin <i>line drawing</i> tembaga yang terjadi pada saat sebelum penerapan SMED adalah 24.92 menit. Setelah dilakukan penerapan SMED dan dengan analisa <i>fishbone</i> dalam melakukan <i>improvement</i> pada beberapa tahapan proses <i>operation</i> ternyata mampu menurunkan waktu menjadi 15.16 9menit atau persentase penurunan waktu operation menjadi 39.16 % . Ini mengakibatkan kenaikan <i>output</i> setiap <i>shift</i> dari 11 bobbin menjadi 16 bobbin atau meningkat menjadi 15 bobbin tiap hari atau 360 unit bobbin tiap bulan.
9	Euis Nina Saparina Yuliani, dkk (2020)	<i>Usability Testing Vision Sensor Based Work Time Measurement Tehnology</i>	Jurnal Penelitian dan Aplikasi Sistem & Teknik Industri (PASTI) Vol. XIV, No. 2, Agustus 2020	The ANOVA Two-Way Analysis	Penelitian ini melibatkan metode eksperimental dengan dua faktor. Berdasarkan hasil ANOVA <i>Two-Way Analysis</i> (dalam desain subjek), pertama dan kedua Kadar pada faktor aparatur menunjukkan tidak ada perbedaan nilai rata-rata siklus waktu antara pengukuran kerja dengan dan tanpa teknologi sensor vision ( <i>Fobtained</i> (4,1) < <i>Fcritical</i> (5,12)). Oleh karena itu, teknologi yang

No	Penulis (Tahun)	Judul Jurnal	Nama Jurnal	Metode	Hasil
					dirancang mampu mengukur pekerjaan yang sama seperti pengukuran manual.
10	Meike Elsyé Beatrix, Anis Anisah Dewi (2019)	Analisa Produktivitas Dengan Menggunakan Model Pengukuran <i>The American Productivity Center (APC)</i> Pada Produk <i>Aluminium Sheet</i> dan <i>Aluminium Foil</i>	Jurnal Penelitian dan Aplikasi Sistem & Teknik Industri (PASTI) Vol. XIII, No. 2, Agustus 2019	APC	Dengan menggunakan model pengukuran <i>The American Productivity Center (APC)</i> maka Indeks perbaikan harga dari tahun 2016 ke tahun 2017 diperoleh indeks perbaikan harga tertinggi pada input tenaga kerja yaitu 1,110% dan indeks perbaikan harga terendah pada input material yaitu 0,912%, indeks perbaikan harga energi dan modal masing-masing yaitu 1,073% dan 1,087%.

Tabel 2.3 Tabel Rangkuman Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

( Sumber: Data Diolah, 2021)

Keterangan	Sri Maryani dkk (2012)	Lilik Setyawan (2017)	Cut Ita dkk (2018)	Meike Elsyed dkk (2019)	Euis Nina dkk (2020)	Penelitian Yang dilakukan (2021)
<b>Objek Penelitian</b>	Perusahaan Rokok	Perusahaan Tembaga	Perusahaan Semen	Perusahaan Alumunium Foil	Simulation Trial Sensor dari universitas Mercubuana	Perusahaan Semiconductor
<b>Metode</b>	MODAPTS	SMED	MODAPTS	APC	The ANOVA Two-Way Analysis	MODAPTS
<b>Tujuan Penelitian</b>	Meningkatkan Jumlah Output Produksi	Menurunkan Downtime Mesin untuk menaikkan ouput produksi	Mengitung waktu standar usulan untuk mendapatkan gerakan operator yang baik.	Meningkatkan indeks perbaikan terhadap tenaga kerja, material , energy dan modal lainnya.	Mengetahui waktu antara pengukuran kerja manual dengan Teknologi sensor vision.	Meningkatkan Jumlah Output Produksi dengan menghitung waktu standar usulan sesuai prinsip ekonomi gerakan dengan mengurangi defect losstime

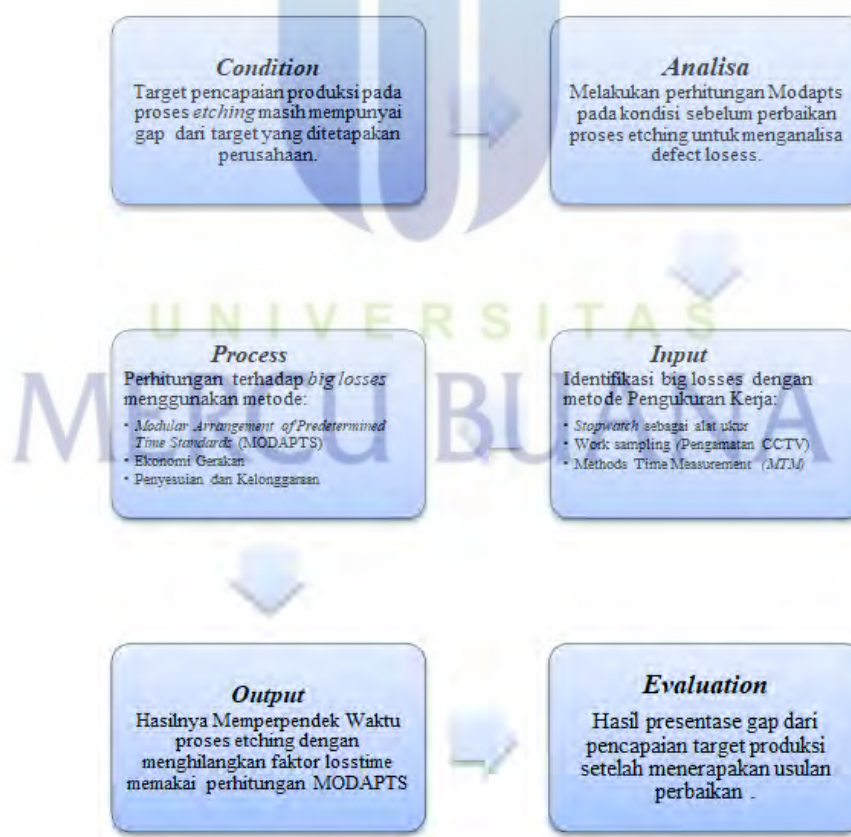
Tabel 2.4 Tabel Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang dilakukan

(Sumber : Data Diolah, 2021)

Berdasarkan tabel 2.2 diatas maka dalam penelitian ini sejalan dengan penelitian yang sebelumnya dengan menggunakan MODAPTS yang bertujuan untuk menghitung waktu usulan akan tetapi dalam penelitian ini lebih berfokus pada jumlah output yang berdasarkan dari hasil perbaikan metode kerja yang didapat dari hasil perhitungan waktu standar usulan /baru hasil dari perhitungan MODAPTS setelah melakukan pengurangan defect losstime dengan melakukan perubahan tata letak dan desain peralatan kerja.

### 2.3 Kerangka Pemikiran

Dalam Kerangka Pemikiran ini akan menjelaskan garis besar alur logika berjalannya penelitian mengenai hubungan sebab-akibat masalah penelitian, bagaimana cara penyelesaiannya dan hasil akhir dari penelitian ini. Berikut ini kerangka pemikiran penelitian ini dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Kerangka Pemikiran



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Jenis Penelitian**

Dalam penelitian ini penulis menggunakan penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif, karena data yang diperoleh nantinya berupa angka yang terdiri dari data *output* produksi, waktu proses (*cycle time*), data jarak antar *equipments tool* serta data kondisi lingkungan kerja tujuan untuk menganalisa seberapa efektif tingkat kinerja dari suatu proses dengan penerepan *continuous improvement* dengan menggunakan metode *Modular Arrangement of Predetermined Time Standard* (MODAPTS) dengan tujuan menurunkan waktu proses sehingga *ouput* yang dihasilkan jumlah produksi meningkat. .

#### **3.2. Jenis Data dan Informasi**

Sumber data adalah segala sesuatu yang dapat memberikan informasi mengenai data. Berdasarkan sumbernya, data dibedakan menjadi dua, yaitu data primer dan data sekunder. Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari data sekunder. Sumber data sekunder merupakan sumber yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data, misalnya lewat orang lain atau dokumen (Sugiyono, 2015). Dalam penelitian ini, sumber data sekunder diperoleh dari data perusahaan terkait waktu standar kerja proses *etching* setiap bulan dalam periode tahun 2020. Data direkam oleh bagian produksi untuk meningkatkan produktivitas sebagai records evaluasi pencapaian produksi.

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

Pengumpulan data adalah mencatat hal/ informasi/keterangan /karakteristik sebagian atau seluruh elemen populasi yang menunjang dan mendukung penelitian. Data yang digunakan untuk penelitian ini data primer yaitu data yang langsung diambil dari obyek penelitian dan diamati pada tempat pelaksanaan penelitian serta data sekunder yaitu data record yang diambil dari data bulanan pada obyek penelitian. Metode pengumpulan data primer dalam penelitian ini

adalah dengan observasi (pengamatan) dan dokumentasi yang diambil dari video dan gambar.

a. Observasi atau pengamatan

Metode observasi terbagi menjadi dua, yaitu *participant observation* dan *non participant observation*. Dalam *participant observation*, peneliti secara langsung terlibat dalam kegiatan sehari-hari terhadap situasi yang diamati sebagai sumber data. Sementara *non participant observation* merupakan observasi yang peneliti tidak ikut secara langsung dalam kegiatan atau proses yang sedang diamati. Dalam penelitian ini, peneliti menerapkan metode *participant observation*, karena penulis terlibat secara langsung. Hal-hal yang diamati oleh penulis adalah sebagai berikut :

- i. Gerakan kerja operator dalam melakukan proses *etching*; dan
- ii. Jarak tiap elemen kerja pada proses *etching*.

b. Dokumentasi yang diambil dari video dan gambar

Sedangkan data sekunder dalam penelitian ini yaitu data *ouput* produksi serta hasil pengamatan CCTV pada proses *etching* setiap waktunya.

### 3.4. Metode Pengolahan dan Analisis Data

Data yang akan sudah dikumpulkan selanjutnya akan diolah dengan langkah metode pengolahan data sebagai berikut:

1. Menghitung waktu standar lama dengan metode MODAPTS. Pada tahap ini gerakan kerja pada kegiatan proses *etching* diidentifikasi dengan menggunakan peta tangan kanan dan kiri untuk menggambarkan kegiatan yang sistematis. elemen-elemen gerakan tersebut akan ditransformasi menjadi kode MODAPTS beserta satuan waktu MOD. Konversi satuan 1 MOD yaitu 0.129 detik. setelah semua data total MOD dikonversi menjadi detik, maka hasilnya diperoleh adalah waktu normal. Langkah selanjutnya adalah mengalikan waktu normal dengan presentase *allowance* untuk mendapatkan waktu standar.
2. Mengidentifikasi tata letak bahan dan peralatan kerja dan gerakan kerja berdasarkan prinsip ekonomi. Pada tahap ini gerakan kerja diidentifikasi

dan dievaluasi berdasarkan prinsip ekonomi gerakan. Hal ini bertujuan agar mengetahui bagian mana saja yang tidak sesuai dengan prinsip ekonomi gerakan. Dengan itu hasil dari evaluasi ini digunakan untuk memperbaiki tata letak bahan dan peralatan kerja serta gerakan kerja yang tidak sesuai dengan prinsip ekonomi gerakan.

3. Menentukan rekomendasi tata letak bahan dan peralatan kerja dan gerakan kerja sesuai dengan prinsip ekonomi gerakan. Kegiatan ini dilakukan untuk memperbaiki metode kerja dengan cara menyeimbangkan aliran kerja atau *workstation*, mengeliminasi gerakan yang tidak nilai tambah, dan mengkombinasikan gerakan kerja. Rekomendasi ini berdasarkan prinsip ekonomi gerakan dengan memastikan kembali gerakan serta *layout* sesuai prinsip tersebut.
4. Perhitungan waktu standar baru dengan metode MODAPTS. Melakukan perhitungan waktu standar proses *etching* berdasarkan rekomendasi gerakan sesuai dengan prinsip ekonomi gerakan. Rekomendasi gerakan dianalisa dengan menggunakan peta tangan kanan dan kiri untuk menggambarkan kegiatan yang sistematis. elemen-elemen gerakan tersebut akan ditransformasi menjadi kode MODAPTS beserta satuan waktu MOD. Konversi satuan 1 MOD yaitu 0.129 detik. setelah semua data total MOD dikonversi menjadi detik, maka hasilnya diperoleh adalah waktu normal. Langkah selanjutnya adalah mengalikan waktu normal dengan presentase allowance untuk mendapatkan waktu standard.

Dalam mengidentifikasi permasalahan, dilakukan perumusan masalah dan tujuan masalah agar dapat diselesaikan dengan metode yang tepat untuk digunakan dalam menyelesaikan permasalahan.. Analisa lanjutan dilakukan dengan menggunakan menghitung waktu standard lama dengan metode MODAPTS kemudian mengamati gerakan kerja serta menghitung jarak antara elemen kerja pada proses *etching*. Untuk menanggulangi sumber penyebab terjadinya *big losses* maka dilakukan usulan perbaikan (*improvement*) dengan metode MODAPTS dengan perubahan *layout* serta meminimalisir gerakan kerja

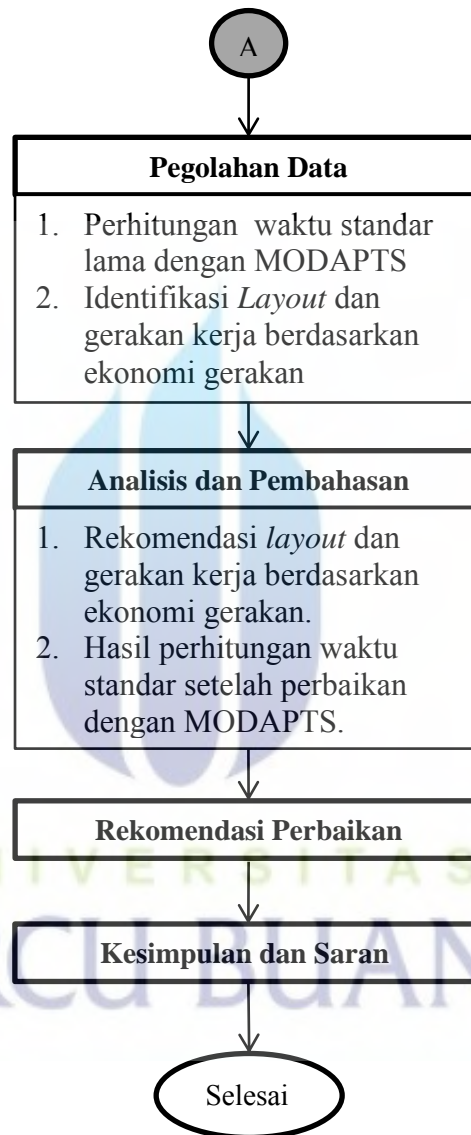
sesuai ekonomi gerakan. sehingga perbaikan dapat dilakukan secara terstruktur dan sistematis

### **3.5. Langkah-langkah Penelitian**

Dalam melaksanakan penelitian ini, terdapat beberapa langkah yang akan dilakukan oleh penulis. Langkah-langkah dalam penelitian tersebut dituangkan pada diagram seperti Gambar 3.1. Tahap awal dalam melakukan penelitian adalah study lapangan kemudian melakukan identifikasi permasalahan untuk melakukan perumusan masalah yang terjadi pada objek amatan penelitian. Identifikasi masalah dilakukan dengan setelah mendapati kondisi melakukan pengamatan langsung, wawancara terhadap operator yang melakukannya dan mengamati gerakan dari CCTV.







Gambar 3.1 Langkah-Langkah Penelitian

## BAB IV

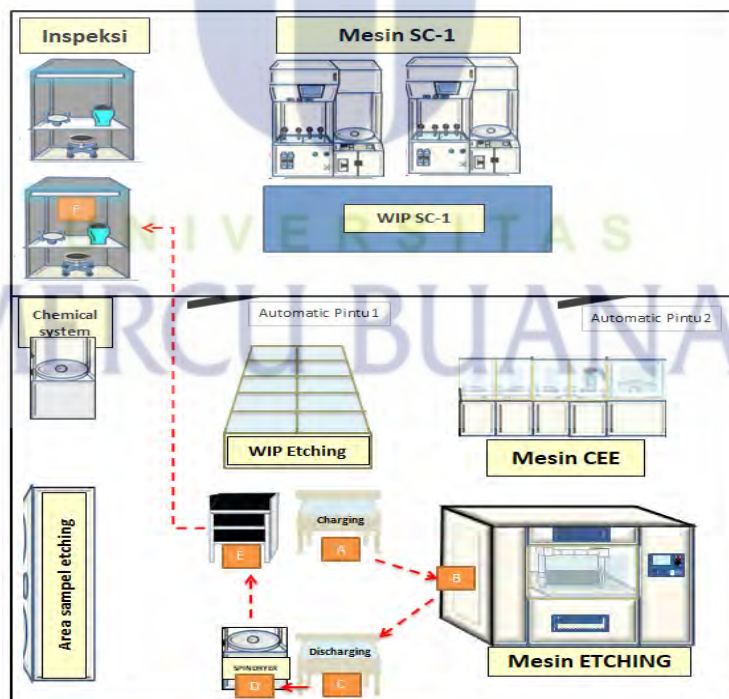
### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

#### 4.1. Pengumpulan Data

Tahapan proses pembuatan *silicon wafer* meliputi proses sebagai berikut *slicing, lapping, etching, polishing* serta *cleanning*. Dalam hal ini kita akan bahas proses *etching* yang merupakan proses pengikisan *wafer* dengan metode kimiawi dengan bantuan media asam kuat seperti HF dalam prosesnya. Pengumpulan data ini akan di fokuskan pada proses *etching* dari hasil pengamatan secara langsung di PT. Mitsubishi Silicone.

##### 4.2.1. Detail Pekerjaan Proses *Etching*

Proses *etching* terdiri dari 6 proses yaitu *charging, etching, discharging, drying*, pengecekan *thickness & brightness* dan inspeksi visual. Dalam tahapan proses tersebut diilustrasikan seperti gambar 4.1 *layout* dibawah ini:



Gambar 4.1 Ilustrasi Layout Sebelum Perbaikan  
(Sumber : PT. Mitshubishi Silicone, 2019 – 2020)

Keterangan:

A: *Charging* (Pemasangan)

B: *Etching* (Pengikisan dengan Asam)

C: *Discharging* (Pemisahan)

D: *Drying* (Pengerangan)

E: Pengecekan *Thicknees* (Ketebalan) & *Brightness* (Kecerahan)

F: Inspeksi Visual.

Berikut ini adalah penjelasan proses secara singkat dari mengenai proses *etching* pada *silicon wafer*.

1. *Charging* (Pemasangan) yaitu proses memasukkan *wafer* dari kaset dari proses sebelumnya ke dalam *barrel etching*. Proses dilakukan secara manual oleh operator produksi. Seperti gambar 4.2 proses *charging* di bawah ini:



Gambar 4.2 Proses *Charging*

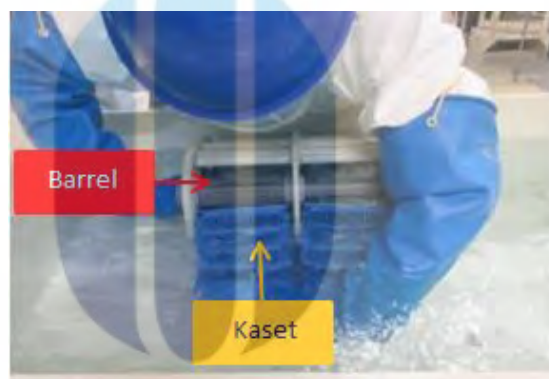
2. *Etching* (Pengikisan dengan Asam) yaitu proses pengikisan *wafer* dengan menggunakan larutan asam yaitu MAE-2 & MAE3. Proses dilakukan secara *auto* dengan menggunakan mesin *etching* oleh operator *etching*. Seperti gambar 4.3 proses *etching* dibawah ini:





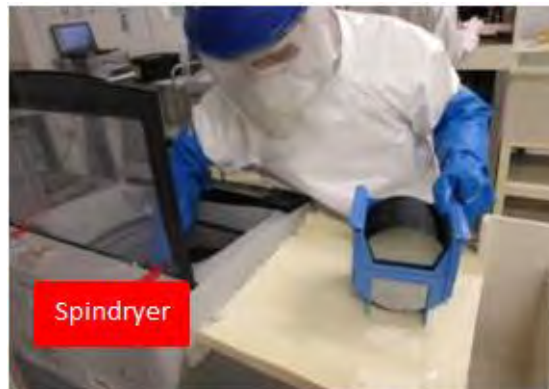
Gambar 4.3 Proses *Etching*

3. *Discharging* (Pemisahan) yaitu proses pemisahan *wafer* dari *barrel* setelah proses *etching* kembali ke kaset sebelumnya. Proses dilakukan secara manual oleh operator produksi. Seperti gambar 4.4 proses *discharging* di bawah ini:



Gambar 4.4 Proses *Discharging*

4. *Drying* (Pengeringan) yaitu proses mengeringkan *wafer* dari pembilasan larutan kimia. Proses dilakukan secara otomatis dengan mesin *spindryer* oleh operator produksi. Seperti gambar 4.5 proses *dryng* dibawah ini:



Gambar 4.5 Proses *Drying*

5. Pengecekan *Thicknees & Brightness* yaitu proses pengecekan ketebalan *wafer* dengan *digital gauge* serta pengecekan kecerahan *wafer* dengan *glossmeter*. Proses dilakukan secara manual oleh operator produksi. Seperti gambar 4.6 proses Pengecekan *Thicknees & Brightness* dibawah ini:



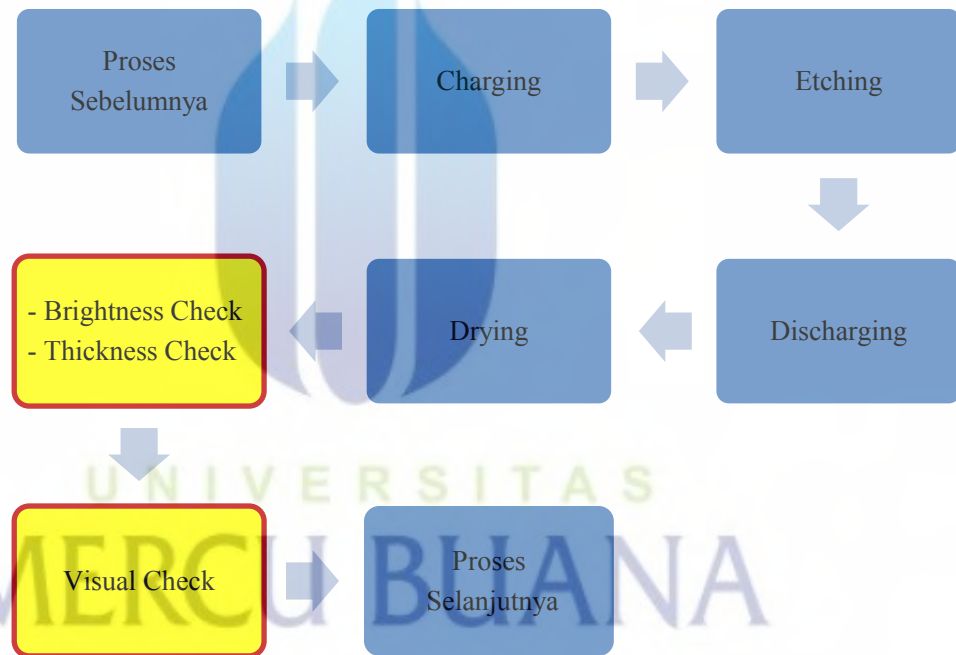
Gambar 4.6 Proses Pengecekan *Thickness & Brightness*

6. Inspeksi Visual yaitu proses pemeriksaan permukaan dari kedua sisi *wafer* untuk mengetahui cacat dari proses *etching* maupun proses sebelumnya dengan frekuensi 1 *pcs/batch*. Proses dilakukan secara manual oleh operator produksi yang berjalan menuju ruang inpeksi. Seperti gambar 4.7 Inspeksi Visual dibawah ini:



Gambar 4.7 Inspeksi Visual

Dalam penelitian ini difokuskan lagi pada dua tahapan proses akhir yang ada di proses *etching* yaitu proses pengecekan *thickness & brightness* dan proses inspeksi visual. Berikut alur proses *etching* terlihat pada gambar 4.8



Gambar 4.8 Alur Proses *Etching* Sebelum Perbaikan

#### 4.2.2. Identifikasi Gerakan Kerja Proses *Etching*

Dalam melakukan aktivitas proses *etching* operator melakukan beberapa gerakan kerja. Identifikasi gerakan kerja diperlukan untuk mengetahui gerakan kerja yang tidak efisien dan tidak produktif. Dari tahapan proses *etching* tersebut proses pengecekan *thickness*, *brightness* serta inspeksi visual yang akan dilakukan analisa dengan menggunakan peta kerja.


Berikut ini adalah instruksi kerja proses pengecekan *thickness*, *brightness* dan inspeksi visual:





1. Operator mengambil dan memindahkan kaset dari *spindyer* ke meja ukur;
2. Operator mengambil 1 *pcs wafer* dengan memegang pinset dan meletakkan pada *dial gauge* serta *glossmeter*;
3. Operator memasukan kembali *wafer* kedalam kaset dan berjalan menuju ruangan inspeksi;
4. Operator mengambil 1 *pcs wafer* dan memeriksa kualitas; dan
5. Operator memasukan kembali *wafer* kemudian berjalan kembali menuju area *etching* dan meletakkan di dalam *container*.

Dalam tahapan proses diatas untuk mengidentifikasi gerakan kerja maka penelitian ini dilakukan pengambilan rekaman video. Adapun gerakan- gerakan dasar tersebut sebagai berikut.

#### 4.1.2.1. Proses Pengecekan *Thickness & Brightness*

Pada proses ini operator bertugas memastikan produk sudah memenuhi target *thickness & brightness* dengan melakukan pengecekan dengan masing-masing alat ukurnya. Operator melakukan aktivitas seperti tabel 4.1 Gerakan Tangan Kiri dan Kanan pada Proses Pengecekan *Thickness & Brightness* berikut:

Gambar	Gerakan Tangan Kiri	Gerakan Tangan Kanan
	Memegang Kaset	Memegang Kaset

	Menunggu	Memegang pinset dan mengambil wafer
	Memegang dial gauge	Meletakkan wafer
	Memegang Gloss meter	Meletakkan wafer
	Menunggu	Memasukkan wafer kedalam kaset

Tabel 4.1 Gerakan Tangan Kiri dan Kanan pada Proses Pengecekan *Thickness & Brightness*

#### 4.1.2.2. Proses Inspeksi Visual

Pada proses ini operator bertugas memastikan dan memeriksa permukaan produk bahwa tidak ada defect yang muncul setelah proses *etching*. Operator melakukan aktivitas seperti tabel 4.2 Gerakan Tangan kiri dan Kanan pada Proses Inspeksi Visual berikut:

Gambar Proses	Gerakan Tangan Kiri	Gerakan Tangan Kanan
	Memegang Kaset dan menutup container	Memegang Kaset dan meletakkan dalam kontainer
	Mendorong & Berjalan	Mendorong & Berjalan (Berdiri kemudian duduk)
	Menunggu	Mengambil wafer dengan pinset
	Menunggu	Meletakkan wafer dengan pinset

	<p>Mendorong &amp; Berjalan Kembali ke area etching</p>	<p>Mendorong &amp; Berjalan (duduk kemudian berdiri)</p>
---	---	--

Tabel 4.2 Gerakan Tangan kiri dan Kanan pada Proses Inspeksi Visual

## 4.2. Pengolahan Data

### 4.2.1. Transformasi Gerakan Proses *Etching* dengan Metode MODAPTS.

Tahapan selanjutnya dalam penelitian adalah pengolahan data yang dimulai dari transformasi gerakan proses *etching* dengan metode MODAPTS untuk memperoleh jumlah MOD yang digunakan untuk waktu terpilih. Dalam hal ini waktu terpilih diperoleh adalah waktu normal karena penentuan waktu menggunakan metode MODAPTS tidak dikaitkan dengan rating faktor. Proses perhitungan waktu MODAPTS adalah sebagai berikut:

1. Penentuan MOD berdasarkan kode yang sudah ada.
2. Mengalikan jumlah MOD dengan jumlah frekuensi.
3. Menjumlah semua MOD yang sudah dihitung.
4. Mengkonversi satuan MOD menjadi satuan detik untuk mendapatkan waktu normal.

Berikut data pengamatan gerakan dari proses *etching* khususnya pada tahapan pengecekan *thickness*, *brightness* dan inspeksi visual yang dilakukan dengan mengambil data pada semua *shift*.

PETA TANGAN KIRI DAN TANGAN KANAN									
PEKERJAAN	:	Pengecekan Thicknees , Brightness dan Visual							
DEPARTEMEN	:	Produksi WP 2							
SHIFT	:	1							
DIPETAKAN OLEH	:	Muhammad Farid Nur							
TANGGAL DIPETAKAN	:	20 Juli 2020							
TERLAMPIR									
Tangan Kiri	Waktu (detik)	Kode	f	MOD	MOD	f	Kode	Waktu (detik)	Tangan Kanan
Memegang kaset dari spin dryer	2.4	M5G8	1	13	13	1	M5G8	2.4	Memegang kaset dari spin dryer dan membawa kemeja ukur
Menunggu	1.1				15	1	P5P10	1.1	Meletakkan kaset ke meja ukur
Memegang probe dial gauge	1	G1P2	1	3	6	1	G1P5	1	Memegang 1 pcs wafer dengan pinset dari kaset, meletakkan wafer ketebalan pada dial gauge
Memegang Gloss meter	3.4	G1P5	1	6	6	1	G1P5	3.4	Memegang 1 pcs wafer dengan pinset, meletakkan glossmeter
Menunggu	2.7				14	1	G4P10	2.7	Meletakkan dan mengarahkan wafer ke dalam kaset
Menunggu (Berjalan menuju ruang inspeksi)	4.6	S30	1	30	30	1	S30	4.6	Menunggu (Berjalan menuju ruang inspeksi)
Menunggu	7.1				39	1	C4C4C4C4G3 G1G4P5P10	7.1	Meletakkan kaset pada jig, memegang pinset, Mengambil 1 pcs wafer dari kaset memeriksa kualitas permukaan dengan memutar wafer 4X, Meletakkan dan mengarahkan wafer ke dalam kaset
Menunggu	5.7				30	1	S30	5.7	Menunggu (Berjalan menuju ruangan Etching)
Menunggu	2.2				15	1	P5P10	2.2	Meletakkan kaset ke kontainer
Total	30.2		4	47	168	9		30.2	

Tabel 4.3 Lembar kerja MODAPTS pada proses *etching* pada shift 1



PETA TANGAN KIRI DAN TANGAN KANAN									
PEKERJAAN	:	Pengecekan Thicknees , Brightness dan Visual							
DEPARTEMEN	:	Produksi WP 2							
SHIFT	:	2							
DIPETAKAN OLEH	:	Muhammad Farid Nur							
TANGGAL DIPETAKAN	:	20 Juli 2020							
TERLAMPIR									
Tangan Kiri	Waktu (detik)	Kode	f	MOD	MOD	f	Kode	Waktu (detik)	Tangan Kanan
Memegang kaset dari spin dryer	2.4	M5G8	1	9	13	1	M5G8	2.4	Memegang kaset dari spin dryer dan membawa kemeja ukur
Menunggu	1.5				15	1	P5P10	1.5	Meletakkan kaset ke meja ukur
Memegang probe dial gauge	1.4	G1P2	1	3	6	1	G1P5	1.4	Memegang 1 pcs wafer dengan pinset dari kaset, meletakkan wafer ketebalan pada dial gauge
Memegang Gloss meter	3.9	G1P5	1	6	6	1	G1P5	3.9	Memegang 1 pcs wafer dengan pinset, meletakkan glossmeter
Menunggu	2.9				14	1	G4P10	2.9	Meletakkan dan mengarahkan wafer ke dalam kaset
Menunggu (Berjalan menuju ruang inspeksi)	4	S30	1	30	30	1	S30	4	Menunggu (Berjalan menuju ruang inspeksi)
Menunggu	7.6				39	1	C4C4C4C4G3 G1G4P5P10	7.6	Meletakkan kaset pada jig, memegang pinset, Mengambil 1 pcs wafer dari kaset memeriksa kualitas permukaan dengan memutar wafer 4X, Meletakkan dan mengarahkan wafer ke dalam kaset
Menunggu	5.8				30	1	S30	5.8	Menunggu (Berjalan menuju ruangan Etching)
Menunggu	2.8				15	1	P5P10	2.8	Meletakkan kaset ke kontainer
Total	32.2		4	47	168	9		32.2	

Tabel 4.4 Lembar kerja MODAPTS pada proses etching pada shift 2

PETA TANGAN KIRI DAN TANGAN KANAN									
PEKERJAAN	:	Pengecekan Thicknees , Brightness dan Visual							
DEPARTEMEN	:	Produksi WP 2							
SHIFT	:	3							
DIPETAKAN OLEH	:	Muhammad Farid Nur							
TANGGAL DIPETAKAN	:	21 Juli 2020							
TERLAMPIR									
Tangan Kiri	Waktu (detik)	Kode	f	MOD	MOD	f	Kode	Waktu (detik)	Tangan Kanan
Memegang kaset dari spin dryer	2.1	M5G8	1	9	13	1	M5G8	2.1	Memegang kaset dari spin dryer dan membawa kemeja ukur
Menunggu	1.3				15	1	P5P10	1.3	Meletakkan kaset ke meja ukur
Memegang probe dial gauge	1.8	G1P2	1	3	6	1	G1P5	1.8	Memegang 1 pcs wafer dengan pinset dari kaset, meletakkan wafer pada dial gauge
Memegang Gloss meter	3.9	G1P5	1	6	6	1	G1P5	3.9	Memegang 1 pcs wafer dengan pinset, meletakkan glossmeter
Menunggu	2.5				14	1	G4P10	2.5	Meletakkan dan mengarahkan wafer ke dalam kaset
Menunggu (Berjalan menuju ruang inspeksi)	4.1	S30	1	30	30	1	S30	4.1	Menunggu (Berjalan menuju ruang inspeksi)
Menunggu	7.8				39	1	C4C4C4C4G3 G1G4P5P10	7.8	Meletakkan kaset pada jig, memegang pinset, Mengambil 1 pcs wafer dari kaset memeriksa kualitas permukaan dengan memutar wafer 4X, Meletakkan dan mengarahkan wafer ke dalam kaset
Menunggu	5.4				30	1	S30	5.4	Menunggu (Berjalan menuju ruangan Etching)
Menunggu	2.2				15	1	P5P10	2.2	Meletakkan kaset ke kontainer
Total	31.1		4	47	168	9		31.1	

Tabel 4.5 Lembar kerja MODAPTS pada proses etching pada shift 3

Pada Tabel 4.3, Tabel 4.4 dan Tabel 4.5, Nilai MOD antara tangan kiri dan kanan mempunyai *gap* yang besar yaitu sekitar 121 MOD dan banyak gerakan yang menunggu dan tidak efisien. Terlihat transformasi gerakan proses *etching* menjadi kode MODAPTS. Berikut ini adalah penjabaran dari kode transformasi proses *etching* di atas:

1. M5G8

Operator menggunakan tenaga dan menggerakkan bahu (M5) dalam mengambil dan membawa dengan memegang benda kerja dengan menggunakan kedua tangan dengan kondisi benda kerja mengukit (G8)

2. P5P1

Operator meletakkan benda kerja dengan perhatian berlebih (P5) mengatur benda kerja dengan perhatian berlebih (P10)

3. G1P5

Operator membawa dengan jari tangan menggegam benda kerja (G1). Meletakkan benda kerja dengan perhatian berlebih (P5)

4. G1P5

Operator membawa dengan jari tangan menggegam benda kerja (G1). Meletakkan benda kerja dengan perhatian berlebih (P5)

5. G4P10

Operator memegang benda kerja dengan kedua tangan (G4) mengatur benda kerja dengan perhatian berlebih (P10)

6. S30

Operator melakukan jalan perpindahan dari posisi berdiri ke duduk (S30)

7. G3G1G4 C4C4C4C4P5P10

Operator membawa genggam dengan sempurna (G3) membawa dengan jari tangan menggegam benda kerja (G1) memegang benda kerja dengan kedua tangan (G4) memutar lengan dengan frekuensi sebanyak 4X (C4C4C4C4) Operator meletakkan benda kerja dengan perhatian berlebih (P5) mengatur benda kerja dengan perhatian berlebih (P10)

## 8. S30

Operator melakukan jalan perpindahan dari posisi duduk ke berdiri (S30)

## 9. P5P10

Operator meletakkan benda kerja dengan perhatian berlebih (P5) mengatur benda kerja dengan perhatian berlebih (P10)

Berdasarkan identifikasi gerakan MODAPTS terhadap operator proses pengecekan thickness & brightness dan visual didapatkan hasil bahwa total MOD terbesar ada pada tangan kanan dengan total 164 MOD sehingga didapatkan waktu normal pada proses tersebut:

$$\begin{aligned} \text{Waktu Normal (Wn)} &= \text{Total MOD} \times 0.129 \text{ detik} \\ &= 168 \times 0.129 \text{ detik} \\ &= 21,672 \text{ detik} \end{aligned}$$

## 4.2.2. Perhitungan Kelonggaran

Perhitungan waktu normal proses pengecekan thickness & brightness dan visual diatas belum mempertimbangkan faktor kelonggaran. Faktor kelonggaran adalah faktor koreksi yang diberikan pada waktu kerja operator karena adanya gangguan oleh hal-hal lain yang bersifat alamiah. Besarnya faktor kelonggaran dipengaruhi oleh:

1. Tenaga yang dikeluarkan operator
2. Sikap kerja
3. Gerakan Kerja
4. Kelelahan Mata
5. Temperatur
6. Keadaan lingkungan

Berikut tabel 4.6 menentukan jumlah kelonggaran yang diizinkan berdasarkan faktor yang telah ditentukan.

No.	Faktor	Interval Kelonggaran (%)	Kelonggaran (%)
1	Tenaga yang dikeluarkan : <b>dapat diabaikan</b>	0-6	3
2	Sikap kerja : <b>Berdiri</b>	1,0-2,5	2
3	Gerakan kerja : <b>normal</b>	0	0
4	Kelelahan mata : <b>memeriksa cacat pada halogen lamp.</b>	7,5-12,0	10
5	Keadaan temperature : <b>Sedang</b>	10-0	2
6	Keadaan atmosfer : <b>cukup</b>	0-5	2
7	Keadaan lingkungan : <b>siklus kerja berulang</b>	1-3	2
Sub total			21
Kebutuhan pribadi : <b>Laki-laki</b>		0-2,5	2
Total Kelonggaran			23

Tabel 4.6 Perhitungan Kelonggaran

Berdasarkan dari tabel diatas dapat diketahui bahwa kelonggaran yang digunakan adalah 23%. Jumlah ini digunakan untuk proses pengecekan *thicknees & brightness* dan visual.

#### 4.2.3. Perhitungan Waktu Standar Metode Kerja Proses *Etching* dengan Metode MODAPTS

Dalam tahapan selanjutnta setelah mendapatkan waktu normal dan menentukan jumlah kelonggaran yang diizinkan, maka perhitungan selanjutnya adalah menghitung waktu standar kerja *etching*. Waktu standar yang diperoleh adalah waktu standar berdasarkan metode MODAPTS. Berikut ini perhitungan waktu standar pada proses proses pengecekan *thicknees & brightness* dan visual.

$$\text{Waktu standar} = Wn \times \frac{100}{100 - \% \text{ Allowance}}$$

$$\text{Waktu standar} = 21,672 \times \frac{100}{100 - 23}$$

$$\text{Waktu standar} = 21,672 \times 1,298$$

Waktu standar = 28,132 detik/ pcs

Tabel 4.7 adalah waktu normal dan waktu standard metode kerja lama sebelum dilakukan usulan perbaikan pada pengecekan *thickness, brightness & visual* di proses *etching*..

Pengecekan <i>thickness, brightness</i> dan Inspeksi visual	Waktu standar lama (detik)	Waktu Normal (detik)	Waktu Standar Lama MODAPTS (detik)
Shift 1	30,2	21,67	28,13
Shift 2	32,2		
Shift 3	31,1		

Tabel 4.7 Waktu Pengamatan, Waktu Normal, dan Waktu Standar

Pada Tabel 4.7 dapat diketahui bahwa pengecekan *thickness, brightness & visual* di proses *etching* mempunyai waktu pengamatan proses paling besar yaitu 32,2 detik, sedangkan waktu standar sebesar 28,13 detik dan waktu normal sebesar 21,67 detik. Sehingga dapat dicari waktu standar proses *etching* tanpa proses pengecekan *thickness, brightness & visual* cek berdasarkan standar dari perhitungan MODAPTS. Berikut perhitungan standarnya:

Diketahui :

Targetnya proses *etching/shift* = 160 batch

Aktual proses *etching/shift* = 156 batch

1 shift : 8 jam = 28.800 detik

Waktu standar total proses *etching* = 28800 detik/156batch

=184,615 detik/batch

Waktu proses *etching* tanpa pengecekan *thickness, brightness* dan visual cek

= Waktu standar total proses *etching* – waktu standar lama

= 184,615detik/batch – 32.2 detik

= 152,415 detik/batch

Waktu total proses *etching*

= Waktu proses *etching* tanpa pengecekan + waktu standar MODAPTS

$$= 152,415 \text{ detik}/\text{batch} + 28.13 \text{ detik}$$

$$= 180.545 \text{ detik}/\text{batch}$$

$$\text{Simulasi Outputnya} = 28800 \text{ detik}/180.545 \text{ detik}/\text{batch}$$

$$= 159 \text{ batch}$$

Jadi berdasarkan perhitungan diatas maka dari waktu standar MODAPTS hasil outputnya hanya 159 *batch* tidak sesuai target yang ditentukan yaitu 160 *batch/shift*. Maka dilakukan usulan perbaikan untuk fokus mengurangi waktu standar pengecekan *thickness*, *brightness* dan visual cek berdasarkan hasil analisa perhitungan MODAPTS yang memperlihatkan ketidakseimbang hasil MOD antara tangan kiri dan tangan kanan.

Berdasarkan gerakan tangan kiri dan kanan yang ditunjukkan pada tabel 4.1 dan tabel 4.2 juga diketahui bahwa masih ada gerakan kerja yang tidak efisien seperti menunggu dan berpindah dengan berjalan pada area pengecekan inspeksi, perpindahan posisi berdiri menuju duduk. Sehingga dari permasalahan diatas perlu dilakukan perbaikan dengan mengevaluasi gerakan serta menghilangkan gerakan yang tidak perlu dengan melakukan perancangan metode kerja dengan prinsip ekonomi gerakan.

#### **4.3. Usulan Perbaikan Metode Kerja pada Proses *Etching***

Berdasarkan hasil pengamatan , identifikasi dan pengukuran dapat dilihat masih ada permasalahan sehingga perlu dilakukan perbaikan dan mengurangi waktu pengecekan *thickness*, *brightness* & visual cek dengan melakukan perbaikan metode kerja.

Prinsip ekonomi gerakan sendiri adalah analisis yang dilakukan terhadap gerakan operator dalam menyelesaikan pekerjaannya agar gerakan lebih ekonomis. Tiga faktor yang mempengaruhi prinsip ekonomi gerakan:

1. Penggunaan badan /tubuh manusia
2. Tempat kerja berlangsung

### 3. Desain peralatan kerja yang digunakan

Berikut ini adalah evaluasi ekonomi gerakan terhadap gerakan kerja yang dilakukan operator pada proses *etching* khususnya tahapan pada proses pengecekan *thickness*, *brightness* dan visual cek.

#### 1. Prinsip ekonomi gerakan dihubungkan dengan penggunaan badan atau tubuh manusia.

No.	Prinsip-prinsip Ekonomi Gerakan	Lama
1.	Kedua tangan sebaiknya memulai dan mengakiri gerakan pada saat yang sama	X
2.	Kedua tangan sebaiknya tidak mengganggur pada saat yang sama kecuali pada waktu istirahat	X
3.	Gerakan kedua tangan akan lebih mudah jika suatu terhadap lainnya simetris dan berlawanan arah	V
4.	Gerakan tangan atau badan sebaiknya dihemat yaitu menggerakkan tangan atau bagian badan yang diperlukan saja untuk pekerjaan dengan sebaik-baiknya	X
5.	Sebaiknya para pekerja dapat memanfaatkan momentum untuk membantu pekerjaannya pemanfaatan ini tumbul karena berkuranya kerja otot dalam bekerja	X
6.	Sebaiknya gerakan tidak patah-patah , tidak banyak perubahan arah agar tidak memperlambat gerakan tersebut	X
7.	Gerakan balistik akan lebih cepat , menyenangkan dan lebih teliti daripada gerkan yang dikendalikan	V
8.	Pekerjaan sebaiknya dirancag semudah-mudahnya dan jika memungkinkan irama kerja harus mengikuti irama yang alamiah bagi si pekerja	V
9.	Usahakan sedikit mungkin gerakan mata	V

Tabel 4.8 Prinsip Ekonomi Gerakan Operator di Proses Pengecekan Thickness, Brightness dan Visual cek dengan Penggunaan Tubuh.

Keterangan:

V = sudah sesuai dengan prinsip ekonomi gerakan.

X = tidak sesuai dengan prinsip ekonomi gerakan.



- = Tidak dapat dihubungkan dengan prinsip ekonomi gerakan.

Pada Tabel 4.8 diatas dapat dilihat bahwa gerakan operator masih ada beberapa yang tidak sesuai prinsip ekonomi gerakan salah satu diantaranya Kedua tangan sebaiknya memulai dan mengakiri gerakan pada saat yang sama, kedua tangan masih menganggur, gerakan tangan tidak hemat dan para pekerja tidak memanfaatkan momentum untuk membatu pekerjaannya.

## 2. Prinsip ekonomi gerakan dihubungkan dengan tempat kerja berlangsung

No.	Prinsip-prinsip Ekonomi Gerakan	Lama
1.	Sebaiknya diusahakan agar badan dan peralatan mempunyai tempat yang tetap	V
2.	Tempat bahan-bahan dan peralatan ditempatkan yang mudah, cepat dan enak untk dicapai.	X
3.	Tempat penyimpana badan yang akan dikerjakan sebaiknya memanfaatkan prinsip gaya berat sehingga badan yang akan dipakai selalu tersedia ditempat yang dekat untuk diambil	V
4.	Sebaiknya untuk menyalurkan objek yang sudah selesai dirancang mekanisme yang baik	X
5.	Bahan-bahan dan peraltan sebaiknya ditempatkan sedemikian rupa sehingga gerakan-gerakan dapat dilakukan dengan urutan-urutan terbaik	X
6.	Tinggi tempat kerja dan kursi sebiknya sedmikian rupa sehingga alternative berdiri atau duduk dalam menghadapi pekerjaan merupakan suatu hal yang menyenangkan	-
7.	Tipe tinggi kursi harus sedemikian rupa sehingga yang mendudukinya bersikap (mempunya postur) baik	-
8.	Tata letak peralatan kerja dan penchayaan sebaiknya diatur sedemikian rupa sehingga dapat membentuk kondisi yang baik untuk penglihatan.	V

Tabel 4.9 Prinsip Ekonomi Gerakan Operator di Proses Pengecekan *Thickness, Brightness* dan Visual Cek dengan Tempat Kerja Berlangsung

Keterangan:

- V = sudah sesuai dengan prinsip ekonomi gerakan

- X = tidak sesuai dengan prinsip ekonomi gerakan  
 – = Tidak dapat dihubungkan dengan prinsip ekonomi gerakan

Pada Tabel 4.9 diatas dapat dilihat bahwa tempat kerja masih ada beberapa yang tidak sesuai prinsip ekonomi gerakan salah satu diantaranya bahan-bahan dan peralatan sebaiknya ditempatkan sedemikian rupa sehingga gerakan-gerakan dapat dilakukan dengan urutan-urutan terbaik.

3. Prinsip ekonomi gerakan dihubungkan dengan desain peralatan kerja yang digunakan

No.	Prinsip-prinsip ekonomi gerakan	Lama
1.	Sebaiknya tangan dapat dibebaskan dari semua pekerjaan bila penggunaan dari perkakas pembantu atau alat yang dapat digerakkan dengan kaki dapat ditingkatkan.	-
2.	Sebaiknya peralatan dirancang sedemikian rupa agar punya lebih dari satu kegunaan	x
3.	Sebaiknya peralatan dirancang sedemikian rupa sehingga memudahkan dalam pemegangan dan penyimpanan	v
4.	Bila setiap jari tangan melakukan gerakan sendiri-sendiri misalnya seperti pekerjaan mengetik, beban yang didistribukan pada jari harus sesuai dengan masing-masing jari	-

Tabel 4.10 Prinsip Ekonomi Gerakan Operator di Proses Pengecekan *Thickness, Brightness* dan Visual Cek dengan Desain Peralatan Kerja yang Digunakan

Keterangan:

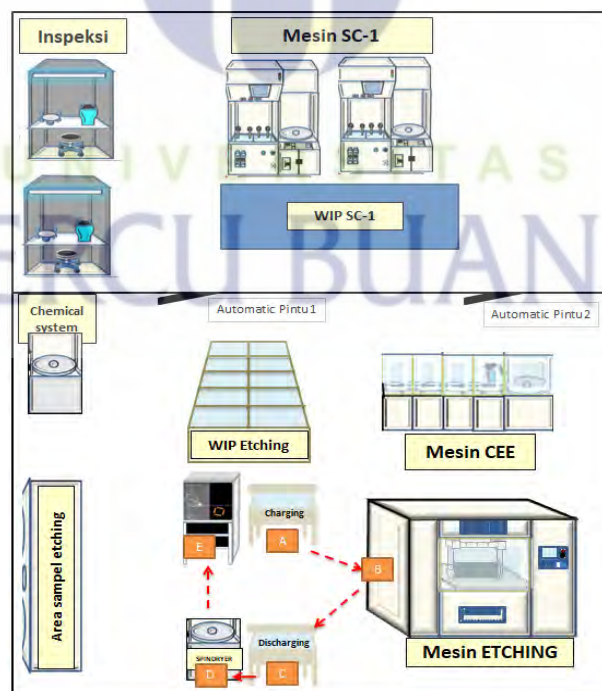
- V = sudah sesuai dengan prinsip ekonomi gerakan  
 X = tidak sesuai dengan prinsip ekonomi gerakan  
 – = Tidak dapat dihubungkan dengan prinsip ekonomi gerakan

Pada Tabel 4.10 diatas dapat dilihat bahwa desain peralatan kerja yang digunakan masih ada beberapa yang tidak sesuai prinsip ekonomi gerakan salah satu diantaranya sebaiknya peralatan dirancang sedemikian rupa agar punya lebih dari satu kegunaan.

Berdasarkan hasil evaluasi gerakan yang disesuaikan dengan prinsip ekonomi diatas dapat diketahui bahwa gerakan kerja dari operator pengecekan *thickness*, *brightness* dan visual cek ada yang sesuai dan ada yang tidak sesuai dengan prinsip ekonomi gerakan. Oleh karena itu diperlukan perbaikan terhadap gerakan – gerakan kerja yang dilakukan operator yang belum memenuhi prinsi ekonomi gerakan. Adapun perbaikan yang dilakukan dengan dua pendekatan yaitu perbaikan tata letak bahan dan peralatan kerja serta perbaikan gerakan eliminasi dan penyederhanan gerakan.

#### 4.3.1. Perbaikan Tata Letak Bahan dan Peralatan Kerja

Perbaikan ini fokus dengan membuat kembali perencanaan tata letak bahan dan peralatan kerja sehingga memudahkan, mempercepat proses dan membuat nyaman kerja operator. Berikut ini adalah perubahan *layout* seperti gambar. 4.9 layout perbaikan proses *etching*.



Gambar 4.9 Ilustrasi *Layout* Setelah Perbaikan

Keterangan:

A: *Charging* (Pemasangan)

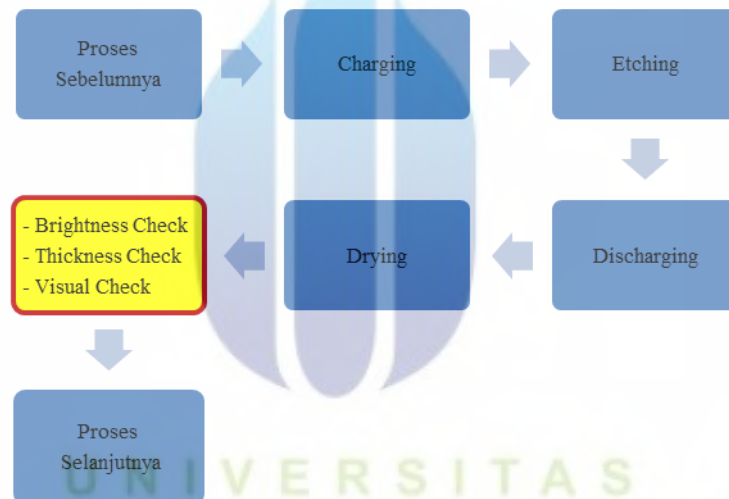
B: *Etching* (Pengikisan dengan Asam)

C: *Discharging* (Pemisahan)

D: *Drying* (Pengeringan)

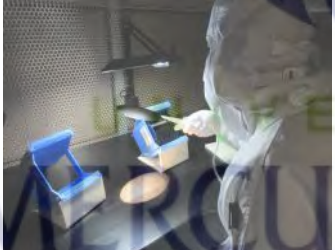
E: Pengecekan *Thickness* (Ketebalan), *Brightness* (Kecerahan) dan Inspeksi Visual.

Berikut alur proses etching terlihat pada gambar 4.8

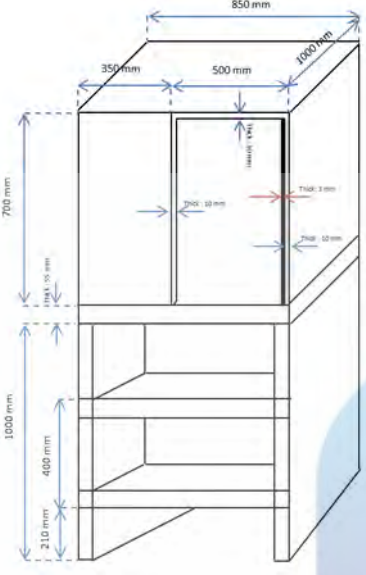



Gambar 4.10 Alur Proses *Etching* Setelah Perbaikan

Perbaikan yang dilakukan adalah mengubah letak alat pengecekan visual menjadi satu dengan letak alat pengecekan *thickness & brightness* dalam satu meja kerja. Berdasarkan rekomendasi tersebut maka dilakukan modifikasi alat meja ukur seperti tabel di bawah ini:

No.	Gambar Meja Kerja Sebelum Modifikasi	Keterangan Proses & Posisi Ruangan
1.		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proses: Pengecekan <i>thickness &amp; brightness</i></li> <li>- Posisi: Di dalam area <i>etching</i></li> </ul>
2.		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proses: Pengecekan visual <i>wafer</i></li> <li>- Posisi: Di luar area <i>etching</i></li> </ul>

Tabel 4.11 Kondisi Sebelum Modifikasi Meja Alat Ukur Proses *Etching*

Desain & Dimensi modifikasi meja ukur	Gambar Meja kerja setelah modifikasi	Keterangan Proses & posisi ruangan
		<p>Proses: Pengecekan <i>thickness &amp; brightness</i>, serta pengecekan visual <i>wafer</i>.</p> <p>Posisi: Di dalam area <i>etching</i></p>

Tabel 4.12 Kondisi Setelah Modifikasi Meja Alat Ukur Proses *Etching*.




Dari Tabel 4.10 dapat dihitung biaya modifikasi meja kerja yang dilakukan oleh internal PT. Mitsubishi silicon oleh departemen *maintenance facility*. Berikut adalah biaya yang diperlukan:

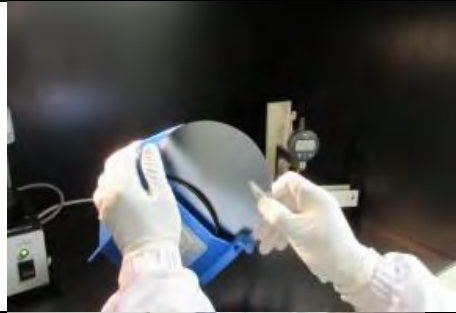

Pembuatan Box Inspeksi	= Rp 5.000.000
Penambahan Lampu <i>Halogen Lamp</i>	= Rp 10.000.000
Biaya Instalasi Kelistrikan	= Rp 2.000.000
Total	= Rp 17.000.000

Berdasarkan hasil data diatas modifikasi meja alat ukur dengan jumlah investasi dana sebesar Rp.17.000.000 untuk membuatnya.

#### 4.3.2. Perbaikan Gerakan Kerja Proses *Etching*

Setelah melakukan perbaikan tata letak sesuai dengan prinsip ekonomi gerakan dapat dilakukan perbaikan kerja sesuai Layout yang direkomendasikan. Berikut gerakan kerja proses pengecekan *thickness* , *brightness* , dan inspeksi visual pada proses *etching* dapat dilihat dari Tabel. 4.13.

Gambar	Gerakan Tangan Kiri	Gerakan Tangan Kanan
	Memegang Kaset	Memegang Kaset
	Memegang kaset	Memegang pinset dan mengambil wafer
	Memegang dial gauge	Meletakkan wafer
	Memegang Gloss meter	Meletakkan wafer
	Menekan tombol lampu	Memeriksa wafer dibawah lampu halogen.

	Memegang kaset	Memasukkan wafer kedalam kaset dengan pinset.
	Memegang Kaset dan menutup container	Memegang Kaset dan meletakan dalam kontainer

Tabel 4.13 Proses Pengecekan *Thickness*, *Brightness* dan Inspeksi Visual Setelah Perbaikan

Dari Tabel 4.13 terlihat perbaikan gerakan yang dilakukan dengan mengeliminasi gerakan berjalan kearea luar *etching* yang mula terdapat pada area di luar proses *etching* dan menyederhanakan gerakan perubahan berdiri menjadi duduk menjadi berdiri. Berikut data pengamatan gerakan dari proses *etching* khususnya pada tahapan pengecekan *thickness*, *brightness* dan inspeksi visual setelah dilakukan perbaikan yang dilakukan dengan mengambil data pada semua *shift*.



PETA TANGAN KIRI DAN TANGAN KANAN									
PEKERJAAN	:	Pengecekan Thicknees , Brightness dan Visual							
DEPARTEMEN	:	Produksi WP 2							
SHIFT	:	1							
DIPETAKAN OLEH	:	Muhammad Farid Nur							
TANGGAL DIPETAKAN	:	15 September 2020							
TERLAMPIR									
Tangan Kiri	Waktu (detik)	Kode	f	MOD	MOD	f	Kode	Waktu (detik)	Tangan Kanan
Memegang kaset dari spin dryer	2.4	M5G8	1	13	13	1	M5G8	2.4	Memegang kaset dari spin dryer dan membawa kemeja ukur
Meletakkan 1kaset ke kontainer	1.9	P5P10	1	15	15	1	P5P10	1.9	Meletakkan kaset ke meja ukur
Memegang probe dial gauge	1.2	G1P2	1	3	6	1	G1P5	1.2	Memegang 1 pcs wafer dengan pinset dari kaset, meletakkan wafer pada dial gauge
Memegang Gloss meter	3.3	G1P5	1	6	11	1	G1P10	3.3	Memegang 1 pcs wafer dengan pinset, meletakkan pada glossmeter
Menekan lampu halogen	6.2	M5G3	1	8	36	1	C4C4C4C4 G1G4P5P10	6.2	Memegang 1 pcs wafer dengan pinset , memeriksa dan memutar bolak balik dibawah lampu halogen 4x,
Memegang kaset	2.9	G1P10	1	14	14	1	G4P10	2.9	Meletakkan dan mengarahkan wafer ke dalam kaset
Memegang tutup	2.2	P5P10	1	15	15	1	P5P10	2.2	Meletakkan kaset ke kontainer
Total	20.1		4	74	110	9		20,1	

Tabel 4.14 Lembar Kerja MODAPTS pada Proses *Etching* Pada *Shift* 1 Setelah Perbaikan.

PETA TANGAN KIRI DAN TANGAN KANAN									
PEKERJAAN	:	Pengecekan Thicknees , Brightness dan Visual							
DEPARTEMEN	:	Produksi WP 2							
SHIFT	:	2							
DIPETAKAN OLEH	:	Muhammad Farid Nur							
TANGGAL DIPETAKAN	:	15 September 2020							
TERLAMPIR									
Tangan Kiri	Waktu (detik)	Kode	f	MOD	MOD	f	Kode	Waktu (detik)	Tangan Kanan
Memegang kaset dari spin dryer	3	M5G8	1	13	13	1	M5G8	3	Memegang kaset dari spin dryer dan membawa kemeja ukur
Meletakkan 1kaset ke kontainer	1.4	P5P10	1	15	15	1	P5P10	1.4	Meletakkan kaset ke meja ukur
Memegang probe dial gauge	1.9	G1P2	1	3	6	1	G1P5	1.9	Memegang 1 pcs wafer dengan pinset dari kaset, meletakkan wafer pada dial gauge
Memegang Gloss meter	3.8	G1P5	1	6	11	1	G1P10	3.8	Memegang 1 pcs wafer dengan pinset, meletakkan pada glossmeter
Menekan lampu halogen	6.5	M5G3	1	8	36	1	C4C4C4C4 G1G4P5P10	6.5	Memegang 1 pcs wafer dengan pinset , memeriksa dan memutar bolak balik dibawah lampu halogen 4x,
Memegang kaset	2.4	G1P10	1	14	14	1	G4P10	2.4	Meletakkan dan mengarahkan wafer ke dalam kaset
Memegang tutup	2.7	P5P10	1	15	15	1	P5P10	2.7	Meletakkan kaset ke kontainer
Total	20.1		4	74	110	9		21,7	

Tabel 4.15 Lembar Kerja MODAPTS pada Proses *Etching* Pada *Shift* 2 Setelah Perbaikan

PETA TANGAN KIRI DAN TANGAN KANAN									
PEKERJAAN	:	Pengecekan Thicknees , Brightness dan Visual							
DEPARTEMEN	:	Produksi WP 2							
SHIFT	:	3							
DIPETAKAN OLEH	:	Muhammad Farid Nur							
TANGGAL DIPETAKAN	:	15 September 2020							
TERLAMPIR									
Tangan Kiri	Waktu (detik)	Kode	f	MOD	MOD	f	Kode	Waktu (detik)	Tangan Kanan
Memegang kaset dari spin dryer	2.5	M5G8	1	13	13	1	M5G8	2.5	Memegang kaset dari spin dryer dan membawa kemeja ukur
Meletakkan 1kaset ke kontainer	1.9	P5P10	1	15	15	1	P5P10	1.9	Meletakkan 1 kaset ke meja ukur
Memegang probe dial gauge	1.9	G1P2	1	3	6	1	G1P5	1.9	Memegang 1 pcs wafer dengan pinset dari kaset, meletakkan wafer pada dial gauge
Memegang Gloss meter	3.2	G1P5	1	6	11	1	G1P10	3.2	Memegang 1 pcs wafer dengan pinset, meletakkan pada glossmeter
Menekan lampu halogen	6.3	M5G3	1	8	36	1	C4C4C4C4 G1G4P5P10	6.3	Memegang 1 pcs wafer dengan pinset , memeriksa dan memutar bolak balik dibawah lampu halogen 4x,
Memegang kaset	2.1	G1P10	1	14	14	1	G4P10	2.1	Meletakkan dan mengarahkan wafer ke dalam kaset
Memegang tutup	2.7	P5P10	1	15	15	1	P5P10	2.7	Meletakkan kaset ke kontainer
Total	20.6		4	74	110	9		20,6	

Tabel 4.16 Lembar Kerja MODAPTS pada Proses *Etching* Pada *Shift* 3 Setelah Perbaikan

Pada Tabel 4.14, Tabel 4.15 dan Tabel 4.16 dapat diketahui tidak ada aktivitas menunggu dan gerakan yang tidak efisien pada tangan kiri dan tangan kanan terlihat juga *gap* hasil nilai MOD antara tangan kiri dan kanan tidak jauh berbeda yaitu sekitar 36 MOD yang sudah seimbang.

Setelah melakukan perbaikan mulai dari membuat perbaikan *layout* bahan dan peralatan kerja sampai dengan menyeimbangkan gerakan menggunakan tangan kiri dan kanan dalam proses *etching* khusus dalam proses pengecekan *thickness*, *brightness* dan visual cek, maka langkah selanjutnya melakukan identifikasi atas evaluasi prinsip ekonomi gerakan yang direkomendasikan.

Berikut ini merupakan perbandingan evaluasi prinsip ekonomi gerakan pada keadaan *existing* dan setelah dilakukan perbaikan.

1. Prinsip ekonomi gerakan dihubungkan dengan penggunaan badan atau tubuh manusia.

No.	Prinsip-prinsip Ekonomi Gerakan	Lama	Baru
1.	Kedua tangan sebaiknya memulai dan mengakiri gerakan pada saat yang sama	X	V
2.	Kedua tangan sebaiknya tidak mengganggu pada saat yang sama kecuali pada waktu istirahat	X	V
3.	Gerakan kedua tangan akan lebih mudah jika suatu terhadap lainnya simetris dan berlawanan arah	V	V
4.	Gerakan tangan atau badan sebaiknya dihemat yaitu menggerakkan tangan atau bagian badan yang diperlukan saja untuk pekerjaan dengan sebaik-baiknya	X	V
5.	Sebaiknya para pekerja dapat memanfaatkan momentum untuk membantu pekerjaannya pemanfaatan ini tumpul karena berkurangnya kerja otot dalam bekerja	X	V
6.	Sebaiknya gerakan tidak patah-patah, tidak banyak perubahan arah agar tidak memperlambat gerakan tersebut	X	V
7.	Gerakan balistik akan lebih cepat, menyenangkan dan lebih teliti daripada gerakan yang dikendalikan	V	V

8.	Pekerjaan sebaiknya dirancag semudah-mudahnya dan jika memungkinkan irama kerja harus mengikuti irama yang alamiah bagi si pekerja	V	V
9.	Usahakan sedikit mungkin gerakan mata	V	V

Tabel 4.17 Prinsip Ekonomi Gerakan Operator di Proses Pengecekan *Thickness*, *Brightness* dan Visual cek dengan Penggunaan Tubuh.

Keterangan:

- V = sudah sesuai dengan prinsip ekonomi gerakan  
 X = tidak sesuai dengan prinsip ekonomi gerakan  
 - = Tidak dapat dihubungkan dengan prinsip ekonomi gerakan

Pada Tabel 4.17 di atas dapat dilihat bahwa gerakan operator yang direkomendasikan sudah sesuai prinsip ekonomi gerakan. Sehingga gerakan kerja lebih efisien dalam melakukan proses pengecekan *thickness*, *brightness*, serta visual cek pada proses *etching*.

## 2. Prinsip ekonomi gerakan dihubungkan dengan tempat kerja berlangsung

No.	Prinsip-prinsip Ekonomi Gerakan	Lama	Baru
1.	Sebaiknya diusahakan agar badan dan peralatan mempunyai tempat yang tetap	V	V
2.	Tempat bahan-bahan dan peralatan ditempatkan yang mudah, cepat dan enak untk dicapai.	X	V
3.	Tempat penyimpana badan yang akan dikerjakan sebaiknya memanfaatkan prinsip gaya berat sehingga badan yang akan dipakai selalu tersedia ditempat yang dekat untuk diambil	V	V
4.	Sebaiknya untuk menyalurkan objek yang sudah selesai dirancang mekanisme yang baik	X	V
5.	Bahan-bahan dan peraltan sebaiknya ditempatkan sedemikian rupa sehingga gerakan-gerakan dapat dilakukan dengan urutan-urutan terbaik	X	V
6.	Tinggi tempat kerja dan kursi sebiknya sedemikian rupa sehingga alternative berdiri atau duduk dalam menghadapi pekerjaan merupakan suatu hal yang menyenangkan	-	V

7.	Tipe tinggi kursi harus sedemikian rupa sehingga yang mendudukinya bersikap (mempunya postur) baik	-	V
8.	Tata letak peralatan kerja dan penchayaan sebaiknya diatur sedemikian rupa sehingga dapat membentuk kondisi yang baik untuk penglihatan.	V	V

Tabel 4.18 Prinsip Ekonomi Gerakan Operator di Proses Pengecekan *Thickness*, *Brightness* dan Visual Cek dengan Tempat Kerja Berlangsung.

Keterangan:

- V = sudah sesuai dengan prinsip ekonomi gerakan  
 X = tidak sesuai dengan prinsip ekonomi gerakan  
 - = Tidak dapat dihubungkan dengan prinsip ekonomi gerakan

Pada Tabel 4.18 di atas dapat dilihat bahwa tempat kerja yang direkomendasikan sudah sesuai prinsip ekonomi gerakan. Sehingga gerakan kerja lebih efisien dalam melakukan proses pengecekan *thickness*, *brightness*, serta visual cek pada proses *etching*.

3. Prinsip ekonomi gerakan dihubungkan dengan desain peralatan kerja yang digunakan

No.	Prinsip-prinsip Ekonomi Gerakan	Lama	Baru
1.	Sebaiknya tangan dapat dibebaskan dari semua pekerjaan bila penggunaan dari perkakas pembantu atau alat yang dapat digerakkan dengan kaki dapat ditingkatkan.	-	-
2.	Sebaiknya peralatan dirancang sedemikian rupa agar punya lebih dari satu kegunaan	X	V
3.	Sebaiknya peralatan dirancang sedemikian rupa sehingga memudahkan dalam pemegangan dan penyimpanan	V	V
4.	Bila setiap jari tangan melakukan gerakan sendiri-sendiri misalnya seperti pekerjaan mengetik, beban yang didistribukan pada jari harus sesuai dengan masing-masing jari	-	-

Tabel 4.19 Prinsip Ekonomi Gerakan Operator di Proses Pengecekan *Thickness*, *Brightness* dan Visual Cek dengan Desain Peralatan Kerja yang Digunakan

Keterangan:

- V = sudah sesuai dengan prinsip ekonomi gerakan
- X = tidak sesuai dengan prinsip ekonomi gerakan
- = Tidak dapat dihubungkan dengan prinsip ekonomi gerakan

Pada Tabel 4.19 di atas dapat dilihat bahwa desain peralatan kerja yang direkomendasikan sudah sesuai prinsip ekonomi gerakan. Sehingga gerakan kerja lebih efisien dalam melakukan proses pengecekan *thickness*, *brightness*, serta visual cek pada proses *etching*.

#### 4.3.3. Perhitungan Waktu Standar Metode Kerja Baru Proses *Etching* dengan Metode MODAPTS

Berdasarkan identifikasi gerakan MODAPTS terhadap operator proses pengecekan *thickness*, *brightness* dan visual hasil perbaikan gerakan serta perubahan *layout* didapatkan hasil bahwa total MOD terbesar ada pada tangan kanan dengan total 110 MOD sehingga didapatkan waktu normal pada proses tersebut:

$$\begin{aligned} \text{Waktu Normal (Wn)} &= \text{Total MOD} \times 0.129 \text{ detik} \\ &= 110 \times 0.129 \text{ detik} \\ &= 14,190 \text{ detik} \end{aligned}$$

Berikut ini perhitungan waktu standar pada proses pengecekan *thickness*, *brightness* dan visual.

$$\text{Waktu standar} = Wn \times \frac{100}{100 - \% \text{ Allowance}}$$

$$\text{Waktu standar} = 14,190 \times \frac{100}{100 - 23}$$

$$\text{Waktu standar} = 14,190 \times 1,298$$

$$\text{Waktu standar} = 18,418 \text{ detik/ wafer}$$

Tabel 4.20 adalah waktu normal dan waktu standar metode kerja baru sesuai usulan perbaikan pada pengecekan *thickness*, *brightness* dan visual di proses *etching*.

Pengecekan <i>thickness</i> , <i>brightness</i> dan Inspeksi visual	Waktu standar Baru (detik)	Waktu Normal (detik)	Waktu Standar Baru MODAPTS (detik)

Shift 1	20,1	14,19	18,42
Shift 2	21,7		
Shift 3	20,6		

Tabel 4.20 Waktu Pengamatan, Waktu Normal, dan Waktu Standar (Baru)

Pada Tabel 4.7 dapat diketahui bahwa pengecekan *thickness*, *brightness* dan visual di proses *etching* mempunyai waktu pengamatan proses paling besar yaitu 21,7 detik, sedangkan waktu standar sebesar 18,42 detik dan waktu normal sebesar 14.19 detik. Sehingga dapat dicari output standar berdasarkan standar dari perhitungan MODAPTS Baru. Berikut perhitungan output standarnya:

Diketahui:

Waktu standar proses *etching* tanpa pengecekan = 152,415 detik/batch

Waktu standar pengecekan rekomendasi = 21.7 detik

Waktu standar pengecekan MODAPTS = 18,42 detik

Jawab:

Waktu Total standar proses *etching* Rek = 152,415 + 21.7

= 174,115 detik

1shift 8jam = 28800 detik

Output standar proses *etching* = 28800/waktu standar total

= 28800/174,115

= 165,407 batch

= 165 batch

Waktu Total standar proses *etching* Rek = 152,415 + 18,42

= 170,835 detik

1shift 8jam = 28800 detik

Output standar proses *etching* = 28800/waktu standar total

= 28800/170,835

= 168,583 batch

= 168 batch

Berdasarkan perhitungan di atas diperoleh output standar proses *etching* baru sebanyak 165 batch/shift dan dari perhitungan MODAPTS sebanyak 168 batch/shift artinya keduanya sudah mencapai bahkan melebihi target yang



ditentukan yaitu 160 batch/shift. Pada evaluasi gerakan berdasarkan prinsip ekonomi gerakan juga didapatkan hasil bahwa semua gerakan yang dilakukan sudah sesuai dengan prinsip ekonomi gerakan. Sehingga gerakan lebih efisien, waktu yang dibutuhkan lebih kecil dan produk yang dihasilkan melebihi target produksi. Hal ini yang membuat produktivitas kerja dari perusahaan meningkat.



## **BAB V**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

#### **5.1. Analisis dan Pembahasan**

Tahapan analisis dan pembahasan ini menjelaskan perbedaan waktu standard dan output standar menggunakan metode MODAPTS pada metode kerja lama dan setelah perbaikan berdasarkan prinsip ekonomi gerakan.

##### 5.1.1. Analisis Waktu Standar Metode Kerja Lama

Berdasarkan hasil diskusi dengan supervisor diperusahaan PT. Mitsubishi Silicone tersebut khusus yang menangani proses tersebut telah didapatkan permasalahan yaitu waktu proses *etching* seringkali melebihi batas waktu dikarenakan adanya aktivitas di luar ruangan area kerja sehingga terjadi ketidakstabilan dengan waktu yang telah ditetapkan oleh perusahaan.

Pada pengamatan secara langsung didapati bahwa pada bagian pengecekan *thickness*, *brightness* dan visual cek pada proses *etching* membutuhkan waktu yang lebih lama dibanding pada tahapan proses yang lain sehingga banyak gerakan yang tidak efisien. Efek dari gerakan-gerakan yang tidak efisien mengakibatkan waktu pengerjaan lebih lama yang nantinya akan berdampak negatif dengan produktivitas proses kerja dan operator itu sendiri yaitu:

1. Waktu yang melebihi batas
2. Operator yang mudah lelah
3. Tidak mencapai target yang sudah ditentukan

Pada penelitian ini mengamati secara langsung dan diambil foto dan video pada tiap-tiap tahapan proses *etching* khusus proses pengecekan *thickness*, *brightness* dan visual cek tujuannya untuk mengetahui gerakan kerja dari operator kerja karena gerakan kerja operator cepat. Setelah itu gerakan kerja diidentifikasi menggunakan peta tangan kiri dan kanan. Gerakan kerja yang diidentifikasi

kemudian ditransformasikan ke dalam kode MODAPTS untuk mengetahui waktu standarnya dengan kelonggaran yang sudah ditentukan sebesar 23%.

Pada proses pengecekan *thickness*, *brightness* dan visual cek diketahui waktu standar lama sebesar 28,132 detik, dilihat dari elemen kerja dan gerakan kerja lama pada peta kiri dan kanan masih banyak aktivitas menunggu berjalan dan perubahan dari duduk dan berdiri. Gerakan ini tidak efisien karena memperlama pekerjaan.

Setelah itu didapatkanlah *output* proses *etching* dari waktu standar MODAPTS yaitu 159 batch masih dibawah target yaitu 160 batch. Hal ini dikarenakan karena waktu standar seharusnya dapat diperpendek dengan membuat gerakan yang lebih efisien.

#### 5.1.2. Analisis Gerakan Kerja Berdasarkan Prinsip Ekonomi Gerakan.

Pada proses pengecekan *thickness*, *brightness* dan visual cek gerakan operator masih ada beberapa yang tidak sesuai prinsip ekonomi gerakan salah satu diantaranya kedua tangan sebaiknya memulai dan mengakhiri gerakan pada saat yang sama, kedua tangan masih menganggur, gerakan tangan tidak hemat dan para pekerja tidak memanfaatkan momentum untuk membatu pekerjaannya. Selain itu tempat kerja masih ada beberapa yang tidak sesuai prinsip ekonomi gerakan salah satu diantaranya bahan-bahan dan peralatan sebaiknya ditempatkan sedemikian rupa sehingga gerakan-gerakan dapat dilakukan dengan urutan-urutan terbaik. Selain itu juga desain peralatan kerja yang digunakan masih ada beberapa yang tidak sesuai prinsip ekonomi gerakan salah satu diantaranya sebaiknya peralatan dirancang sedemikian rupa agar punya lebih dari satu kegunaan.

Berdasarkan hasil evaluasi tersebut dilakukan perbaikan dengan mengeliminasi gerakan, menyederhanakan gerakan, dan membuat kombinasi gerakan tangan kiri dan kanan agar gerakan kerja lebih efisien. Selain itu perbaikan yang dilakukan adalah mengubah letak alat pengecekan visual menjadi satu dengan letak alat pengecekan *thickness* dan *brightness* dalam satu meja kerja dengan cara memodifikasi meja tersebut dengan menambah lampu inspeksi didalamnya.

Pada evaluasi ini didapatkan bahwa gerakan kerja sudah sesuai dengan prinsip ekonomi gerakan. Dengan dilakukannya perbaikan ini maka memberi dampak positif yaitu:

1. Gerakan tangan kiri dan kanan efisien dan sesuai prinsip ekonomi gerakan.
2. Waktu yang dibutuhkan lebih singkat lebih efisien.
3. Produk yang diproses dan hasil lebih banyak
4. Produktivitas perusahaan meningkat.

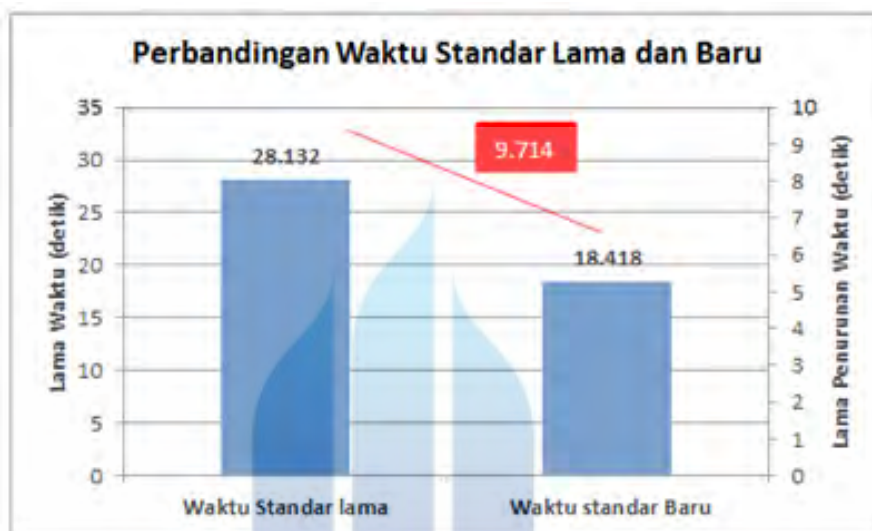
#### 5.1.3. Waktu standar Metode Kerja Baru.

Pada saat sudah melakukan perbaikan dari gerakan kerja sesuai dengan prinsip ekonomi gerakan maka ditransformasi kedalam kode MODAPTS. Berdasarkan itu diketahuilah jumlah MOD yang dikonversi ke dalam satuan waktu. Selanjutnya dilakukan perhitungan waktu standard dan output standar pada metode kerja baru berdasarkan prinsip ekonomi gerakan.

Pada proses pengecekan *thickness*, *brightness* dan visual cek diketahui waktu standar sebesar 18,42 detik, waktu standar ini yang diperoleh dari waktu standar baru gerakan sesuai dengan prinsip ekonomi gerakan. Selanjutnya dihasilkan output standar dari perhitungan MODAPTS sebanyak 168 batch /shift artinya sudah mencapai bahkan melebihi target yang ditentukan yaitu 160 batch/shift. Waktu standar baru yang dibutuhkan lebih kecil dibandingkan metode kerja yang lama karena gerakan kerja yang dilakukan sudah sesuai dengan prinsip ekonomi gerakan yang sudah disesuaikan dengan penggunaan tubuh, letak bahan dan peralatan, serta desain peralatan kerja.

#### 5.1.4. Analisis Perbandingan Waktu Standar Metode Kerja Lama dan Waktu Standar Metode Kerja Baru.

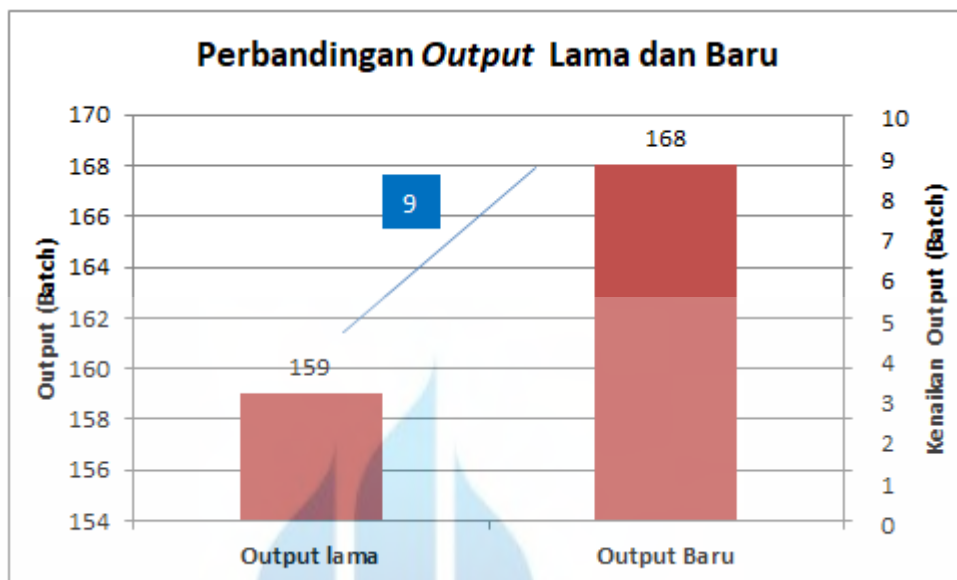
Perbandingan waktu standar metode kerja lama dan metode kerja baru ditunjukkan pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Perbandingan Waktu Standar Lama dan Baru

Berdasarkan Gambar 5.1 di atas dapat diketahui bahwa waktu standar yang dibutuhkan pada proses pengecekan *thickness*, *brightness* dan visual cek metode kerja lama adalah 28,132 detik, sedangkan waktu standar setelah perbaikan sebesar 18,418 detik. Selain itu juga dari informasi diatas dapat diketahui bahwa terjadi penurunan standar sebanyak 9,714 detik atau 34,53%. Penurunan ini dikarenakan gerakan yang tidak efisien yang kemudian dilakukan perbaikan dengan eliminasi gerakan, kombinasi gerakan atau penyederhanaan gerakan sehingga sesuai prinsip ekonomi gerakan.

Perbandingan output standar metode kerja lama dan metode kerja baru ditunjukkan pada Gambar 5.2



Gambar 5.2 Perbandingan *Output* Lama dan Baru

Berdasarkan Gambar 5.2 diatas dapat diketahui bahwa *output* dari waktu standar yang dibutuhkan pada proses pengecekan *thickness*, *brightness* dan visual cek metode kerja lama adalah 159 batch/shift, sedangkan *output* waktu standar dengan menggunakan metode kerja baru yaitu 168 batch/shift . Selain itu juga dari informasi di atas dapat diketahui bahwa terjadi kenaikan *output* yang dihasilkan dari waktu standar baru sebanyak 9 batch atau 5,66%. Kenaikan ini dikarenakan dilakukannya perbaikan tata letak bahan dan peralatan agar mudah dijangkau dan sesuai dengan urutan gerakan kerja. Dengan gerakan yang lebih efisien ini maka waktu makin sedikit *output* yang dihasilkan semakin meningkat.

## 5.2. Standar Operasional Prosedur (SOP)

SOP adalah perintah kerja atau langkah-langkah yang harus digunakan untuk menjalankan suatu pekerjaan dengan berpedomen dengan tujuan yang harus dicapai. Pengguna SOP adalah para pekerja/operator produksi dalam menjalankan suatu pekerjaan. Oleh sebab itu setiap dilakukan perbaikan atau *improvement activity* maka wajib melakukan revisi dokumen SOP dengan tujuan untuk

memperbarui kondisi terbaru serta untuk pedoman bagi operator baru serta *continuitas* terhadap dokumen SOP itu sendiri.

#### 5.2.1. Standar Operasional Prosedur (SOP) Proses *Etching* pada Tahapan Pengecekan *Thickness* , *Brightness* dan Visual.

Setelah dilakukan perbaikan maka standar operasional prosedur (SOP) pada pengecekan *thickness*, *brightness* dan visual cek juga mengalami perubahan. Penjelasan instruksi kerja setelah perbaikan (*improvement*) berdasarkan pembahasan prinsip ekonomi gerakan ,sebagai berikut:

1. Operator mengambil kaset wafer dari dalam spindryer dengan kedua tangan. Pada prinsip ekonomi gerakan kedua tangan harus melakukan pekerjaan bersamaan agar mengurangi kelelahan, oleh sebab itu instruksi sudah sesuai dengan ekonomi gerakan.
2. Untuk kaset yang ada ditangan kiri masuk langsung kekontainer dan kaset yang ada ditangan kanan masuk ke meja ukur. Pada prinsip ekonomi gerakan ini sudah masuk kedalam gerakan keseimbangan karena kedua tangan melakukan aktivitas serta tidak ada salah satu tangan dalam keadaan menunggu.
3. Operator memegang kaset wafer dengan tangan kiri dan mengambil wafer dari kaset dengan tangan kanan menggunakan pinset. Pada prinsip ekonomi gerakan ini sudah masuk kedalam gerakan kombinasi, gerakan ini sangat efektif mengurangi waktu proses.
4. Operator tangan kiri memegang probe dial gauge dan tangan kanan meletakkan wafer dibawah probe dial gauge. Pada prinsip ekonomi gerakan ini juga masuk kedalam gerakan kombinasi, gerakan ini sangat efektif mengurangi waktu proses.
5. Operator tangan kiri memegang Glossmeter dan tangan kanan meletakkan wafer diatas gloss meter. Pada prinsip ekonomi gerakan ini juga masuk kedalam gerakan kombinasi, gerakan ini sangat efektif mengurangi waktu proses.
6. Operator tangan kiri menekan tombol lampu halogen dan tangan kanan memegang wafer dengan membolak balik untuk memeriksa cacat proses dari

proses etching maupun proses sebelumnya. Pada prinsip ekonomi gerakan ini juga masuk kedalam gerakan kombinasi serta masuk dalam penyederhanaan metode kerja. Dengan menghilangkan perpindahan yang sebelumnya jarak antar elemen kerja jauh berada diluar ruangan proses etching dan setelah perbaikan tidak ada lagi jarak antar elemen kerja karena adanya modifikasi meja inspeksi sehingga dapat digunakan juga sebagai pengecekan visual produk. Gerakan instruksi kerja ini sangat efektif, efisien serta dapat meningkatkan produktivitas kerja.

7. Operator tangan kiri memegang kaset dan tangan kanan memasukkan dan mengarah wafer kedalam slot kaset dengan bantuan pinset. Pada prinsip ekonomi gerakan ini juga masuk kedalam gerakan kombinasi, gerakan ini sangat efektif mengurangi waktu proses.

8. Operator mengembalikan kaset dengan kedua tangannya dan menutupnya. Pada prinsip ekonomi gerakan ini juga masuk kedalam eliminasi gerakan yang tidak perlu, gerakan ini sangat efektif mengurangi keletihan pada pekerja/ operator.

Dengan melakukan perbaikan diatas yang sesuai pembahasan prinsip ekonomi gerakan pada proses etching maka produktivitas etching khusus pada operator 2 meningkatkan keahlian dalam bekerja serta berdampak positif terhadap target *zero accident* (keselematan dan kesehatan kerja) terbukti selama tahun 2020 tidak terjadi kecelakaan kerja di proses etching.

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA



## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1. Kesimpulan**

Dari penelitian yang dilakukan di PT. Mitsubishi Silicon didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan pengolahan data dengan menggunakan metode MODAPTS diketahui bahwa waktu standar kerja lama pada proses pengecekan *thickness*, *brightness* dan visual cek di proses *etching* adalah 28,132 detik dengan *output* sebesar 159 batch/shift masih dibawah target yang ditetapkan perusahaan yaitu 160 batch/shift. Berdasarkan hasil analisa *defect losstime* yang berprinsip ekonomi gerakan dan perhitungan metode MODAPTS terdapat ketidakseimbangan gerakan antara tangan kanan dan kiri serta adanya jarak antar elemen kerja yang di luar area kerja.
2. Hasil perbaikan dengan menganalisa prinsip ekonomi gerakan serta perhitungan dengan metode MODAPTS didapatkan waktu standar kerja baru proses pengecekan *thickness*, *brightness* dan visual cek pada proses *etching* adalah 18,42 detik dengan *output* sebesar 168 batch/shift yang telah mencapai target yang ditetapkan perusahaan yaitu 160 batch/shift. Selain itu juga dari informasi di atas dapat diketahui bahwa terjadi penurunan waktu standar kerja sebanyak 9,714 detik atau 34,53 % dan kenaikan kenaikan *output* yang dihasilkan dari waktu standar baru sebanyak 9 batch atau 5,66% . Semua perbaikan tersebut disebabkan oleh adanya perubahan *layout*, desain peralatan kerja serta penyeimbangan gerakan antara tangan kiri dan kanan sesuai prinsip ekonomi gerakan.

## 6.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di PT. Mitsubishi Silicon maka saran yang diberikan sebagai berikut :

1. Dalam upaya peningkatan *output* proses maka dapat dilakukan juga dengan mencoba menambah alat bantu otomatis dalam mengurangi selisih waktu kerja dari manusia.
2. Untuk penelitian selanjutnya dapat dengan menganalisa jarak keseimbangan lintasan kerja.



## DAFTAR PUSTAKA

- Alfansuri (2013), “Perancangan Ulang Sistem Kerja Pada Pembuatan Kotak Surat dengan Measurement Time Method”, *Jurnal Inovtek*, Vol 3, No 1, hlm 28-30.
- Barnes, R., 1980, *Motion and Time Study and Measurement of Work*. Seventh Edition., Canada: John Willey and Sons.
- Beatrix, M., & Dewi, A. A. (2019). Analisa Produktivitas Dengan Menggunakan Model Pengukuran the American Productivity Center (Apc) Pada Produk Alumunium Sheet Dan Alumunium Foil. *Jurnal PASTI*, 13(2), 154. <https://doi.org/10.22441/pasti.2019.v13i2.005>
- Chan, A., Hoffmann, E., & Chung, C. (2017). Subjective estimates of times for assembly work. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 61, 149–155. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2017.05.017>
- Cho, H., Lee, S., & Park, J. (2014). Time estimation method for manual assembly using MODAPTS technique in the product design stage. *International Journal of Production Research*, 52. <https://doi.org/10.1080/00207543.2013.878480>
- Erliana, Erliana, C.I., 2014, *Rancangan Perbaikan Metode Kerja Pada Stasiun Pengantongan Semen di PT. Yoga Wibawa Mandiri*, Skripsi tidak dipublikasikan, Medan : Universitas Sumatera Utara.
- Erliana, C. I., & Abdullah, D. (2018). Application of The MODAPTS method with innovative solutions in the cement packing process. *International Journal of Engineering and Technology(UAE)*, 7(2), 470–473. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i2.11249>
- Golpîra, H. (2013). Estimating Duration of Projects Manual Tasks Using MODAPTS plus Method. *International Journal of Research in Industrial Engineering*, 2(1), 12–19. [http://www.riejournal.com/article\\_47904\\_217952f259c1dd14bed4ff672ae38346.pdf](http://www.riejournal.com/article_47904_217952f259c1dd14bed4ff672ae38346.pdf)
- Munthe, A., 2009, *Perbaikan Metode Kerja untuk Meningkatkan Output Produksi*

- Menggunakan MOST Dalam Menentukan Waktu Standar Pada PT. Suryamas Lestari Prima <http://repository.usu.ac.id/bitstream>.
- Metode, P., Jur, A., Malang, B., & Pengajar, S. (n.d.). Perbaikan Metode kerja – Alifia dkk J. Tek. Pert. Vol 5 No. 2: 95 - 105. 5(2), 95–105.
- Metode, M., Weight, R., & Rwl, L. (2010). "Peran Riset Bidang Teknik Mesin dan Teknik Industri Dalam Mendukung Pengembangan Industri dan Mengatasi Kekurangan Energi di Indonesia" Program Studi Teknik Mesin dan Teknik Industri Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara. 1–9.
- Šabarić, I., Brnada, S., & Kovacevic, S. (2013). Application of the MODAPTS Method with Inovative Solutions in the Warping Process. *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 100, 55–59.
- Setyawan, L., Kunci, K., Smed, P., & Waktu, P. (2014). Peningkatan Cycle Time Proses Mesin Drawing Tembaga Dengan Metodologi Smed Pada Industri Kabel Di Tangerang. XII(2), 184–194.
- Wu, S., Wang, Y., BolaBola, J. Z., Qin, H., Ding, W., Wen, W., & Niu, J. (2016). Incorporating motion analysis technology into modular arrangement of predetermined time standard (MODAPTS). *International Journal of Industrial Ergonomics*, 53, 291–298. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ergon.2016.03.001>
- Yuliani, E. N. S., Setianingrum, A. Y., & Kholil, M. (2020). Usability Testing Vision Sensor Based Work Time Measurement Technology. *Jurnal PASTI*, 14(2), 105. <https://doi.org/10.22441/pasti.2020.v14i2.001>