



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENGUKURAN OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS
(OEE) DENGAN LABVIEW 8.5 SEBAGAI PENGENDALI
MAINTENANCE**

TESIS

SYAFRIZAL SYARIEF

NPM 0806422795

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI**

DEPOK

Desember 2010

UNIVERSITAS INDONESIA



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENGUKURAN OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS
(OEE) DENGAN LABVIEW 8.5 SEBAGAI PENGENDALI
MAINTENANCE**

TESIS

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Teknik**

SYAFRIZAL SYARIEF

NPM : 0806422795

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
KEKHUSUSAN TEKNIK INDUSTRI**

**DEPOK
Desember 2010**

i

UNIVERSITAS INDONESIA

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip ataupun yang dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar

Nama : *Syafrizal Syarief*

NPM : 0806422795

Tanda tangan :

Tanggal : Desember 2010

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip ataupun yang dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar

Nama : *Syafrizal Syarief*

NPM : 0806422795

Tanda tangan :



Tanggal : Desember 2010

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh

Nama : *Syafrizal Syarief*

NPM : 0806422795

Program Studi : Teknik Industri

Judul Tesis : **Pengukuran Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dengan LabVIEW 8.5 Sebagai Pengendali Maintenance**

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing 1 : Prof.Dr.Ir. Teuku. Yuri M. Zagloel ,MEngSc ()

Pembimbing 2 : Ir. Yadrifil, Msc ()

Penguji 1 : Akhmad Hidayatno,ST. MBT ()

Penguji 2 : Ir. Rahmat Nurcahyo, MEng.Sc ()

Penguji 3 : Ir. Isti Surjandari Prajitno, MT,MA, PhD ()

Penguji 4 : Ir. Fauzia Dianawati, Msi ()

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 30 Desember 2010

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh

Nama : *Syafrizal Syarief*


NPM : 0806422795

Program Studi : Teknik Industri

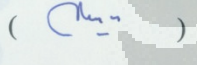
Judul Tesis : **Pengukuran Overall Equipment Effectiveness (OEE)
Dengan LabVIEW 8.5 Sebagai Pengendali Maintenance**

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Indonesia


DEWAN PENGUJI

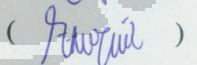
Pembimbing 1 : Prof.Dr.Ir. Teuku. Yuri M. Zagloel ,MEngSc ()

Pembimbing 2 : Ir. Yadrifil, Msc ()

Penguji 1 : Akhmad Hidayatno, ST. MBT ()

Penguji 2 : Ir. Rahmat Nurcahyo, MEng.Sc ()

Penguji 3 : Ir. Isti Surjandari Prajitno, MT, MA, PhD ()

Penguji 4 : Ir. Fauzia Dianawati, Msi ()

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 30 Desember 2010

iv

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan memanjatkan puji dan syukur ke hadirat Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan tesis ini. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan penelitian ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof.Dr.Ir. T. Yuri M. Zagloel .MEngSc dan Ir. Yadrifil Msc, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan tesis ini.
2. Karyawan PT.Oriental Electronic Indonesia yang telah banyak membantu dalam memperoleh data yang saya perlukan.
3. Istri dan anak-anak saya yang tercinta ikut memberi motivasi dan dukungan moral.
4. Teman-teman seperjuangan Magister Teknik Industri angkatan 2008 Depok yang telah banyak membantu penyelesaian tesis ini.
5. Teman-teman di Politeknik Negeri Jakarta khususnya Laboratorium Elektronika Program Studi Elektronika Industri yang telah memberikan bantuan dukungan dalam bermacam bentuk.

Akhir kata, saya bermohon pada Allah berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tesis ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu.

Depok, Desember 2010

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : SYAFRIZAL SYARIEF
NPM : 0806422795
Program Studi : Teknik Industri
Departemen : Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Tesis

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

Pengukuran Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dengan LabVIEW 8.5 Sebagai Pengendali Maintenance.

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 30 Desember 2010
Yang menyatakan

(*Syafrizal Syarief*)

ABSTRAK

Nama : SYAFRIZAL SYARIEF
Program Studi : Teknik Industri
Judul : Pengukuran Overall Equipment Effectiveness (OEE)
Dengan LabVIEW 8.5 Sebagai Pengendali Maintenance

Total Productive Maintenance (TPM) merupakan suatu filosofi yang bertujuan untuk memaksimalkan efektivitas dari fasilitas yang digunakan di industri, diterapkan dengan menganalisa permasalahan yang terjadi pada setiap peralatan dan mesin dengan suatu metode perhitungan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* dari kualitas produk. Nilai OEE ini ditentukan oleh *Availability*, *Performance* dan *Yield/Qualitas*. *LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench)* perangkat lunak yang didedikasikan untuk kegiatan antarmuka dan pengendalian peralatan elektronik dengan menggunakan *personal computer (PC)*. Dengan *LabVIEW* memungkinkan untuk mengoperasikan program instrument, mengukur dan menganalisa data dengan akurat, dan menampilkan hasil dengan cepat. PT OEI yang memproduksi *DC Fan Motor* untuk komputer ingin mengetahui nilai OEE dari mesin produksi sebagai dasar kebijakan untuk *maintenance*. Untuk 4 jenis mesin yang diteliti mempunyai nilai *Availability* 94 %, *Performance* 54,055 %, *Quality* 99,24 % dan OEE 50,416%, menurut Nakajima performance ini sangat rendah (standar > 90%) yang mengakibatkan OEE menjadi rendah, hal ini pengaruh dari laju kecepatan mesin masih rendah. Sedangkan pengukuran ini dilakukan dengan metode xl windows dan *LabVIEW 8.5*, sedangkan pengukuran dengan *LabVIEW 8.5* jauh lebih praktis dan bisa menampilkan variabel-variabel OEE sekali gus dengan tampilan menarik sehingga akan mempermudah dalam pengontrolan maintenance.

Kata Kunci : *TPM, OEE, LabVIEW 8.5*

ABSTRACT

Nama : SYAFRIZAL SYARIEF

Program Studi : Teknik Industri

*Judul : Measurement of Overall Equipment Effectiveness (OEE) With
LabVIEW 8.5 as a Maintenance Controller*

Total Productive Maintenance (TPM) is a philosophy that aims to maximize the effectiveness of the facilities used in industry, it is applied to analyze problems that occur on any equipment and machinery with a method of calculation of Overall Equipment Effectiveness (OEE) of product quality. Value is determined by OEE Availability, Performance and Yield / Quality. LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) software is dedicated to the activities of the interface and control electronic devices by using a personal computer (PC). LabVIEW program allows to operate the instrument, measure and analyze data accurately, and show results quickly. PT OEI which produces DC Fan Motor for computers wants to know the value of OEE of production machinery as a basis for maintenance policy. The 4 types of machines studied have value of 94% Availability, Performance 54.055%, 99.24% and OEE Quality 50.416%. According to Nakajima performance is very low (standard > 90%) and resulted in OEE low, this is the effect of the low speed machines. The measurement is done with the method xl windows and LabVIEW 8.5, while measurements with LabVIEW 8.5 is much more practical and can display OEE variables simultaneously with attractive appearance that will facilitate the maintenance control.

Keywords: TPM, OEE, LabVIEW 8.5.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL DAN LAMPIRAN.....	xii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Diagram Keterkaitan	3
1.5. Pembatasan masalah	4
1.6. Metodologi Penelitian	4
1.7. Sistematika Penulisan	6
BAB II. LANDASAN TEORI	
2.1. Sistem Manajemen Pemeliharaan	7
2.2. Jenis-Jenis Pemeliharaan	9
2.3. Total Productive Maintenance (TPM)	10
2.3.1. Tujuan Total Productive Maintenance (TPM)	10
2.3.2. Latar Belakang Perlunya TPM	11

viii

2.3.3. Pengukuran Produk TPM	13
2.4. LabVIEW 8.5	14
2.5. Overall Equipment Effectiveness.....	15
2.5.1 Down Time (Waktu Tidak Terpakai).....	15
2.5.2. Speed Losses	16
2.5.3. Quality Losses	16
2.6. Review Journal	19
BAB III. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	
3.1. Tinjauan Umum Perusahaan	21
3.2. Pengumpulan Data	22
3.2.1 Type Mesin Yang Digunakan	23
3.2.2 Kerugian (Losses)	22
3.3. Perhitungan Nilai OEE	24
3.4. Hasil Pengolahan Data OEE	27
3.5. Pengolahan Data Dengan LabVIEW	32
3.5.1 Program Aplikasi OEE	32
BAB IV. ANALISA DATA	
4.1. Standar OEE	37
4.2. Analisa Availability	37
4.3. Analisa Performance	39
4.3.1 Performance (Kinerja)	39
4.3.2 Mesin Chip mounting	39
4.3.3 Mesin Spindle Winding	40
4.3.4 Mesin Rubber Magnet	40

4.4. Analisa Quality	41
4.5. Hasil Pengolahan dengan LabView	41
BAB V. KESIMPULAN	46
DAFTAR REFERENSI	48

LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Diagram keterkaitan	3
Gambar 1.2. Bagan Alir Metoda Penelitian	5
Gambar 2.1. Loss dalam TPM	13
Gambar 2.2. Prosedur Perhitun	18
Gambar 3.2. Front Panel Monitoring untuk 4 mesin in-line proses	34
Gambar 3.3. Contoh Tampilan Chip Mounting Pada data ke n=4	35
Gambar 4.1. Tampilan Chip Mounter hari ke n=7	42
Gambar 4.2. Tampilan untuk Rubber Magnet	43
Gambar 4.3. Tampilan Variabel OEE untuk ke 4 mesin	44
Gambar 4.4. Tampilan Total Availability, Performance, Quality dan OEE...	45

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Hasil Perhitungan OEE Balancing	27
Tabel 3.2. Hasil perhitungan OEE Chip Mounter	29
Tabel 3.3. Hasil Perhitungan OEE Rubber Magnet	30
Tabel 3.4. Hasil Perhitungan OEE Spindle Winding	31
Tabel 3.5. Contoh Hasil Perhitungan Dengan LabVIEW	35
Tabel 4.1 Rangkuman Tampilan Pada n=7	44

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1. Skematik Diagram LabVIEW

Tabel L 1. Availability Balanching

Tabel L 2. Performance Balanching

Tabel L 3. Quality Balanching

Tabel L 4. Availability Chip Mounting

Tabel L 5. Performance Chip Mounting

Tabel L 6. Quality Chip Mounting

Tabel L 7. Availability Spindle Winding

Tabel L 8. Performance Spindle Winding

Tabel L 9. Quality Spindle Winding

Tabel L 10. Availability Rubber Magnet

Tabel L 11. Performance Rubber Magnet

Tabel L 12. Quality Rubber Magnet

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Pada sektor industri manufaktur, perbaikan sistem manufaktur merupakan salah satu usaha perbaikan yang intensif harus dilakukan. Sistem manufaktur yang ada harus diperbaiki, sehingga nantinya akan dapat merespon perubahan pasar dengan cepat. Untuk mendukung sistem manufaktur tersebut kinerja dari peralatan yang digunakan harus diperbaiki untuk mendapatkan hasil yang optimal. Akan tetapi yang terjadi di lapangan sering dijumpai tindakan perbaikan atau pemeliharaan yang diambil tidak menyentuh permasalahan yang sesungguhnya, seperti melakukan pemeliharaan yang tidak mestinya dilakukan atau melakukan pemeliharaan setelah terjadi masalah. Akibatnya banyak ditemukan pada perusahaan-perusahaan bahwa kontribusi terbesar dari biaya produksi terbesar adalah bersumber dari biaya pelaksanaan pemeliharaan peralatan baik secara langsung ataupun tidak langsung (Benyamin S Blanchard)¹. Beberapa aspek dari pemeliharaan pencegahan biasanya merujuk kepada kegiatan perbaikan (*repair*), perkiraan (*predictive*) dan pemeriksaan menyeluruh (*overhaul*).

Hal ini juga disebabkan karena kurang efektifnya sistem atau metode yang mampu mengukur kinerja sesungguhnya dari peralatan dan memberikan solusi terhadap permasalahan yang ditemui.

Total Productive Maintenance (TPM) merupakan suatu filosofi yang bertujuan untuk memaksimalkan efektivitas dari fasilitas yang digunakan di industri, tidak saja dialamatkan pada perawatan saja tapi semua aspek dari operasi dan instalasi dari fasilitas produksi. Ada enam besar (*six big losses*) dalam proses produksi yaitu disebabkan oleh kerusakan peralatan dan mesin saat produksi (*breakdown*), kalibrasi peralatan (*setup*) yang salah, pemberhentian waktu produksi sesaat, kerusakan pada

¹Erlinda M, Fauzia D, Irwandi P, "Pengukuran dan Analisis nilai OEE sebagai dasar perbaikan sistem manufaktur pipa baja. SMART, Jogjakarta, 22 juli, 2009

saat persiapan ,cacat produksi, serta penurunan laju produksi TPM diterapkan dengan menganalisa permasalahan yang terjadi pada setiap peralatan dan mesin tertentu dengan suatu metode perhitungan Efektivitas Peralatan Menyeluruh (*Overall Equipment Effectiveness*) atau *OEE* dari kualitas produk di tiap peralatan dan mesin produksi. Nilai *OEE* ini ditentukan oleh *Availability* (ketersediaan), *Performance* (kinerja) dan *Total Yield/Qualitas* (produk).²

PT. Oriental Electronics Indonesia (OEI) merupakan perusahaan penanam modal asing (PMA) Korea Selatan yang telah mendapat ISO 9001:2008 dan 14000 yang bergerak dibidang produksi komponen Elektronika dengan produk berupa DC FAN Motor yang dipakai di CPU (komputer) dan mesin fotocopy. Sedangkan mesin produksi utama yang digunakan adalah *Balancing* (untuk *balance impeller*), *Rubber Magnet Insert* (pasang material rubber magnet pada *impeller*), *Core Solder* (*Menyolder pin,*) *Pin insert* (pasang *pin*), *Spindle Winding* (Menggulung kawat) *Revlon Open* (pasang *PCB*).

Pada saat ini PT OEI telah memproduksi 500.000 pcs/bulan DC Fan Motor dari 700.000 pcs/bulan yang diharapkan dan berupaya meningkatkan kualitas dan produktifitas agar dapat menghasilkan produk yang lebih baik dalam waktu yang relatif singkat. Untuk mendapatkan produksi yang berkualitas salah satu cara yang dilakukan perusahaan adalah dengan penerapan *Total Produktive Maintenanace* (*TPM*), dan pengukuran *Oveall Equipment Effectiveness* (*OEE*) Dengan program *Labview 8.5 Sebagai Monitoring* agar peralatan dan mesin diperusahaan tersebut dapat berfungsi secara optimal dan efektif sehingga produktifitas dan kualitas produksi juga meningkat.

1.2 Perumusan masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka pokok permasalahan yang dibahas adalah menghitung dan menganalisa nilai *Overall Equipment Effectiveness* (*OEE*) Dengan menggunakan *LabView 8.5* sebagai monitoring terhadap mesin produksi

². Seiichi Nakajima, *TPM,1988*

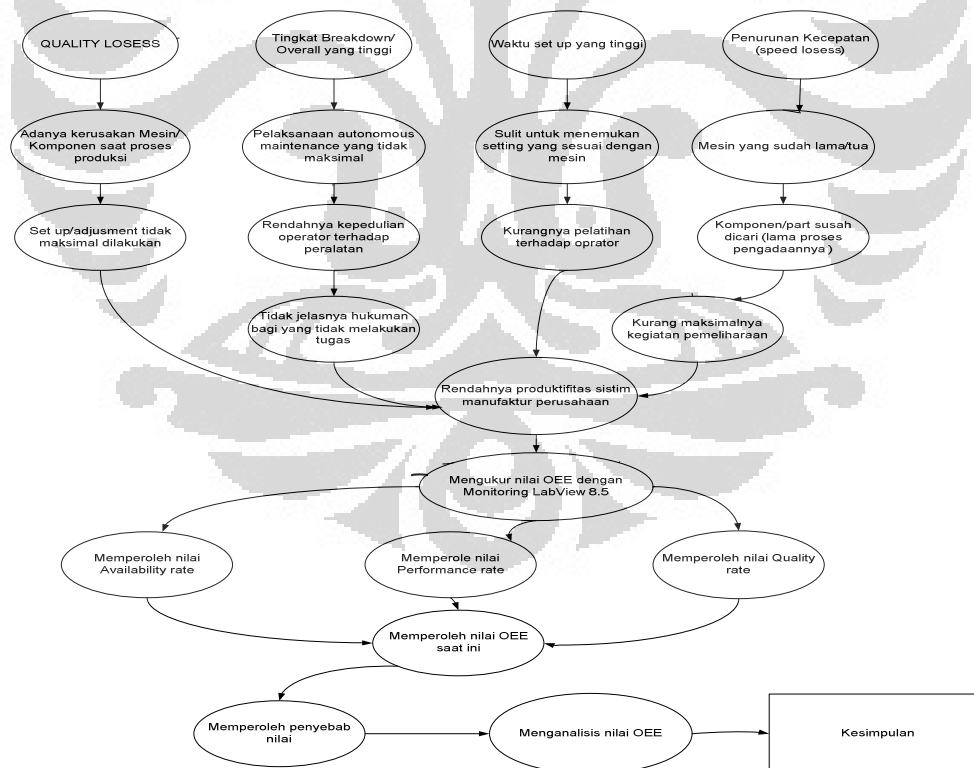
sebagai dasar untuk perbaikan dan pencapaian target yang diharapkan , maka dilakukan penelitian terhadap mesin-mesin produksi manufaktur yang memproduksi *DC Fan Motor* .

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah

- Memperoleh nilai *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* dari peralatan yang ditentukan.
- Mengaplikasikan LabView 8.5 untuk memonitoring dan evaluasi *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* sebagai acuan untuk perbaikan dan peningkatan prinsip pemeliharaan.

1.4 Diagram Keterkaitan



Gambar 1.1 Diagram Keterkaitan

1.5 Pembatasan Masalah

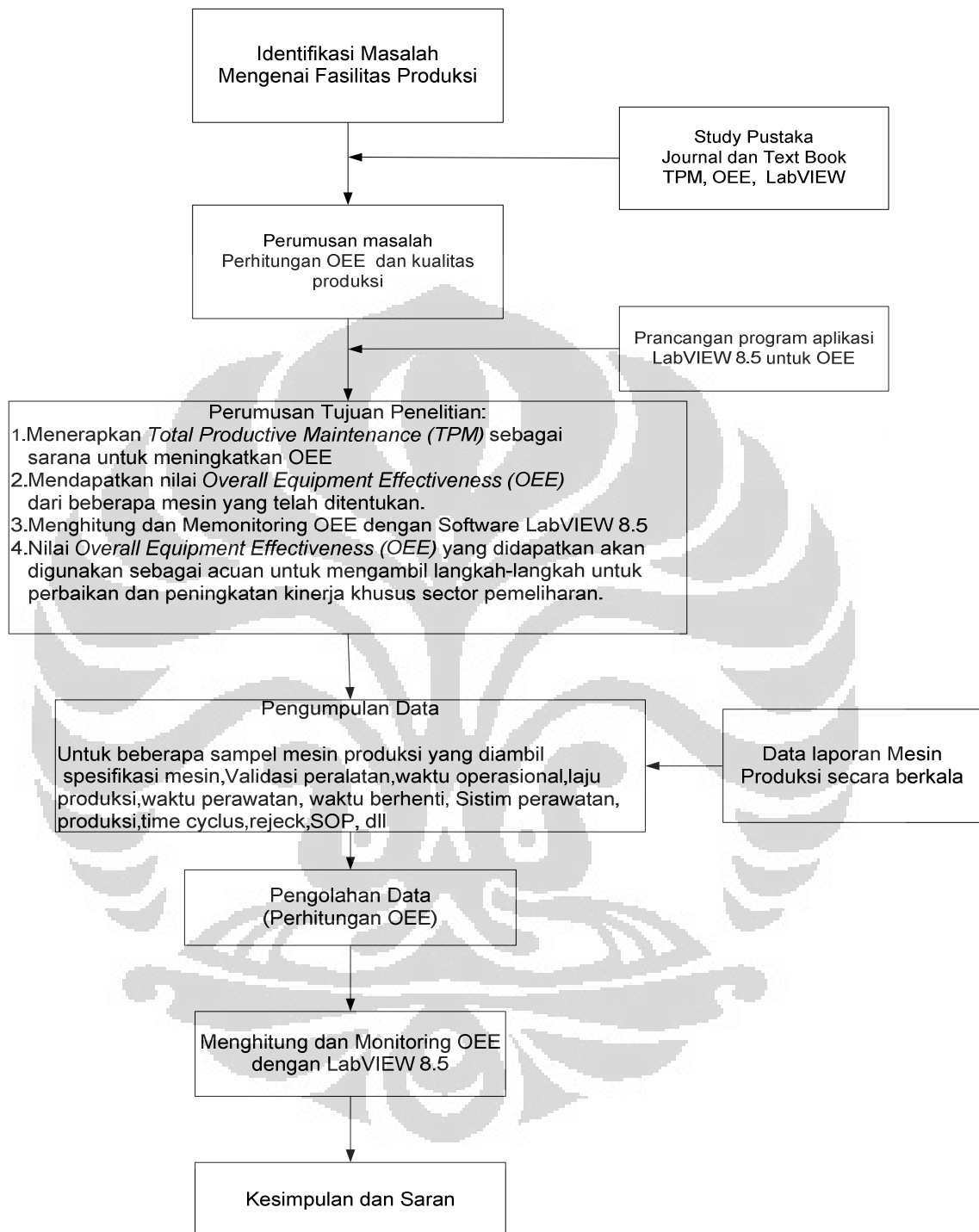
Batasan masalah pada tesis ini adalah sebagai berikut

1. Penelitian dilakukan dibagian produksi dan pemeliharaan PT. OEI
2. Data diambil pada periode 19 Februari sampai 15 Maret 2010
3. Jumlah mesin yang diteliti sebanyak 4 (empat) unit yang berperan untuk menghasilkan DC FAN Motor .
4. Kualitas yang diteliti berdasarkan hasil produksi dengan 2-5 model yang diproduksi.
5. Data diambil langsung dari peralatan atau mesin yang memproduksi DC FAN Motor.
6. Data yang digunakan untuk LabVIEW 8.5 adalah data *inline*

1.6 Metodologi Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan untuk mencapai tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi masalah, pada tahap ini dilakukan mencari informasi terutama kondisi umum perusahaan, berkenaan dengan mesin produksi dan sistem pemeliharaan mesin produksi.
2. Melakukan peninjauan ulang pada seluruh kegiatan yang berkenaan dengan produksi dan pemeliharaan pada departemen produksi dan pemeliharaan.
3. Mendapatkan data-data tentang proses dan hasil produksi
4. Menghitung dan memonitoring OEE dengan LabView pada mesin-mesin yang ditentukan.
5. Mencari sumber masalah utama dan penyelesaiannya dari tiap peralatan atau mesin produksi.
6. Pengolahan data dan analisa
7. Membuat kesimpulan.



Gambar 1.2 Bagan Alir Metode Penelitian

1.7 Sistematika Penulisan

Tesis ini ditulis terdiri dari 5 (lima) bab yang diawali dengan abstrak yang berisikan mengenai uraian isi dari materi tesis yang diuraikan secara singkat dan jelas.

Bab I merupakan bab pendahuluan yang menjelaskan mengenai latar belakang penulisan tesis ini, hubungan antar variable-variabel yang digambarkan dalam sebuah diagram keterkaitan masalah, tujuan penelitian, metode penelitian serta sistematika penulisan.

Bab II membahas landasan teori yang dipergunakan dalam pembahasan permasalahan yang ada seperti konsep-konsep dasar *Total Productive Maintenance* (TPM) , *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*, *Labview 8.5* serta teori pendukung lainnya.

Bab III berisikan pengumpulan dan pengolahan data berupa perhitungan nilai OEE yang dilengkapi dengan penjelasan singkat tentang perusahaan

Bab IV melakukan analisa terhadap akar permasalahan yang mempengaruhi terhadap nilai OEE dengan monitoring melalui LabView.

Penulisan tesis ini diakhiri pada bab V yaitu berisikan kesimpulan dari hasil yang didapat dari penelitian ini.

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Sistem Manajemen Pemeliharaan

Pemeliharaan adalah merupakan kegiatan pengembalian setiap peralatan dan mesin pada kondisi siap beroperasi. Aktifitas pemeliharaan bukan hanya khusus tindakan untuk mendukung produksi tapi juga tindakan yang responsip seperti penggantian komponen peralatan atau perbaikan besar. Selain itu ada pula pekerjaan perbaikan yang tidak direncanakan dan dilakukan secara insidental. Setiap kegiatan pemeliharaan dalam suatu organisasi atau perusahaan mempunyai prinsip dasar yang menjamin adanya konsistensi pada saat pekerjaan pemeliharaan dilaksanakan.

Secara umum *maintenance* dapat didefinisikan sebagai usaha tindakan-tindakan represif dilakukan untuk menjaga agar kondisi performance dari sebuah mesin/peralatan tetap optimum/prima akan tetapi dengan biaya maintenance yang serendah mungkin. Maintenance yang baik adalah bila menghasilkan *down time* yang seminimum mungkin

Pembahasan prinsip-prinsip manajemen pemeliharaan harus didahului dengan pemahaman terhadap konsep pemeliharaan untuk setiap siklus pelaksanaan pemeliharaan yang ada pada waktu yang tepat.

Pengembangan dari prinsip-prinsip manajemen pemeliharaan antara lain:¹

- a. Kesadaran manajemen
- b. Sinergi sasaran pemeliharaan dalam mencapai strategi produksi
- c. Adanya pedoman pendukung kebijakan
- d. Konsep pemeliharaan yang konsisten dengan tujuan yang ingin dicapai
- e. Pembangunan organisasi perusahaan yang yang responsip
- f. Pelaksanaan sistim perintah kerja yang efektif
- g. Pelaksanaan pekerjaan pencegahan dan perkiraan atas pemeliharaan.
- h. Perencanaan pekerjaan yang efektif

1. Yosuhiro Mode, "Sistim Produksi Toyota", seri Mnjajemen Operasi" No.7, PPM 200

- i. Menggunakan pembakuan dalam perencanaan
- j. Pengendalian pemakaian sumber tenaga kerja
- k. Dukungan material yang berkualitas

- l. Pelatihan untuk pengawasan bagi seluruh karyawan yang terlibat

- m. Pengukuran kinerja secara tetap dan kontinyu
- l. Dukungan sistim informasi yang efektif.

Konsep dasar sistim manajemen pemeliharaan mempunyai pengaruh besar pada produktifitas fungsi pemeliharaan. Sistim pemeliharaan tersebut terdiri atas tiga elemen yaitu:

- a. Manajemen Pemeliharaan (*Maintenance management*) yaitu fungsi manajemen pemeliharaan melibatkan organisasi atau perusahaan sebagai sarana untuk melakukan kegiatan pemeliharaan secara lebih produktif dengan memperhatikan jumlah pengawas, perencana serta fungsi pendukung yang diperlukan sehingga cepat tanggap terhadap pemeliharaan. Disamping itu adanya sistim pelatihan dan motivasi akan memiliki nilai tersendiri untuk mendapatkan kualitas sistim pemeliharaan yang baik. Dengan kontribusi tersebut maka pengendalian pekerjaan pemeliharaan dapat dilaksanakan untuk menghindari penyebab-penyebab keterlambatan pekerjaan pemeliharaan.
- b. Operasional Pemeliharaan (*Maintenance Operation*) yang mempunyai pengukuran kerja dan prioritas pemeliharaan untuk menghindari adanya pekerjaan yang tidak berguna. Untuk itu perlu adanya sistim perintah kerja yang berisikan peraturan-peraturan baku berdasarkan dokumentasi kegiatan pemeliharaan sebelumnya untuk dapat menganalisa dan melakukan tindakan yang diperlukan dalam mengendalikan material ataupun alat bantu.
- c. Manajemen Peralatan (*Equipment Management*) merupakan kegiatan penting untuk Pemeliharaan Perkiraan (*Predictive Maintenance*) untuk program manajemen peralatan mesin.

2.2 Jenis-jenis pemeliharaan:²

1. Pemeliharaan Gangguan (*Breakdown Maintenance*)

Adalah gangguan pada peralatan dan mesin bila terjadi kerusakan dan harus segera diperbaiki. Hal ini akibat dari adanya kerusakan kecil sebelumnya tetapi tidak dianggap serius karena tidak mengganggu jalanya produksi akan tetapi lama kelamaan akan berakibat fatal.

2. Pemeliharaan Pencegahan (*Preventive Maintenance*)

Pemeliharaan yang dilakukan sehari-hari seperti pembersihan, inspeksi, pemberian minyak, dan pengencangan pada mur-mur atau baut pada peralatan dan mesin ini dilakukan agar mesin tetap dalam kondisi siap operasi disamping untuk mencegah penurunan kinerja mesin.

Sedangkan usaha pemeliharaan pencegahan ini terdiri atas:

a. Pemeliharaan Periodik (*Periodik Maintenance*)

Waktu pemeliharaan yang dilakukan dengan periodik dalam hal pengawasan, jasa pelayan, dan pembersihan peralatan dan mesin, serta penggantian bagian-bagian peralatan dan mesin untuk mencegah kerusakan tiba-tiba.

b. Pemeliharaan Prakiraan (*Predictive Maintenance*)

Metode ini merupakan bagian yang terpenting dalam memperkirakan waktu pelaksanaan peralatan dan mesin untuk dilakukan pemeliharaan. Waktu perkiraan ini dilaksanakan bersamaan dengan produktivitas peralatan dan mesin.

3. Pemeliharaan Perbaikan (*Corrective Maintenance*)

Pemeliharaan yang dilakukan berdasarkan laporan ada kerusakan atau akan ada kerusakan. Kerusakan ini umumnya ada pada peralatan dan mesin yang sama dengan jenis produksi yang sama pula. Dengan kondisi ini maka peralatan dan mesin yang sejenis akan diberikan perlakuan yang sama pula.

²Don Nyyman(2001) *Maintenance Planing and Scheduling Coordination*" chpt 4pg 33).

2.3 Total Productive Maintenance (TPM)

Total Productive Maintenance merupakan konsep inovasi yang dilakukan pertama kali pada perusahaan Nippondenso (Jepang) pada tahun 1960. Dengan penerapan konsep TPM ini akan meningkatkan pengetahuan dan ketrampilan dalam produksi dan perawatan mesin pada pekerja. TPM menjadi sangat populer dan tersebar luas dengan sangat cepat hingga keluar Jepang.

TPM dapat diartikan sebagai '*productive maintenance*' yang melibatkan partisipasi seluruh bagian. Hal ini bertujuan untuk dapat menghilangkan angka gangguan (*breakdown*), mengurangi waktu yang terbuang (*downtime*), memaksimalkan ketersediaan (*availability*) serta meningkatkan produksi dan kualitas produksi yang dihasilkan. Menurut literatur lain, TPM adalah proses organisasi yang berorientasi untuk memberikan peningkatan yang berkesinambungan dan menyeluruh dalam efektifitas peralatan melalui keterlibatan aktif dan partisipasi dari seluruh karyawan.

Menueud J. Venkatesh, Total Productive Maintenance (TPM) adalah program pemeliharaan yang memberikan konsep pengertian yang baru bagi area pemeliharaan dari peralatan dan mesin. Tujuan TPM adalah untuk meningkatkan produksi dan pada saat yang bersamaan meningkatkan moral pekerja.

2.3.1 Tujuan Total Productive Maintenance (TPM)³

Dengan memperhatikan usaha peningkatan dari kualitas produksi yang ada disetiap peralatan dan mesin yang digunakan maka tujuan pelaksanaan TPM adalah:

1. Memberikan perlakuan terhadap kinerja pemeliharaan melalui kerjasama dan peran serta aktif dari seluruh orang yang terlibat didalamnya.
2. Meningkatkan keandalan (*realibility*) dan kemampuan pemeliharaan suatu peralatan sehingga dapat meningkatkan kualitas produk dan produktivitas.

³.Seiichi Nakajima.p10:

3. Menjamin nilai ekonomi yang maksimum untuk setiap peralatan dan manajemen bagi keseluruhan masa pakai (*life cycle*) suatu peralatan.
4. Meningkatkan ketrampilan dan pengetahuan bagi operator.
5. Menciptakan lingkungan kerja yang tertib dan aman.

Berdasarkan hal di atas maka tujuan dari TPM adalah untuk perbaikan kondisi perusahaan atas dasar perbaikan kondisi organisasi perusahaan bagi kepentingan peralatan dan mesin serta karyawannya.

Sedangkan perbaikan kondisi karyawan maksudnya adalah pendidikan personil sesuai dengan era *factory autonomous* yaitu:

1. Operator yaitu kemampuan memelihara diri sendiri.
2. *Maintenance* yaitu kemampuan memelihara mesin dengan keahlian yang tinggi.
3. Teknik produksi yaitu kemampuan untuk merancang mesin dengan seminimal mungkin memerlukan pemeliharaan

2.3.2 Latar Belakang Perlunya TPM

Diterapkannya *Total Productive Maintenance (TPM)* pada perusahaan-perusahaan saat ini didorong oleh beberapa faktor:

1. Makin ketatnya persaingan dunia bisnis membuat setiap perusahaan tetap bertahan ditengah persaingan tersebut, maka perusahaan perlu mengurangi pemborosan secara menyeluruh, menghentikan kerusakan pada mesin yang bernilai investasi tinggi dan tidak mengijinkan adanya pemborosan akibat barang cacat (*defect*).
2. Tuntutan konsumen terhadap kualitas makin tinggi sehingga barang-barang yang dikirim harus yang berkualitas baik.
3. Makin menguatnya tuntutan waktu pengiriman yang singkat dan kebutuhan konsumen yang bervariasi membuat perusahaan harus memproduksi barang yang bervariasi .

4. Lingkungan kerja yang manusiawi dan kondusif

Selain faktor diatas faktor lain yang mendorong perlunya TPM adalah kebutuhan untuk meningkatkan efektifitas peralatan dalam proses produksi. Hal ini disebabkan peralatan memegang peranan penting dalam menentukan lancar atau tidaknya suatu produksi. Kadang kala ditemukan dalam proses produksi mesin dan peralatan mengalami *losses* yang tinggi. Salah satu akibat utama yang muncul adalah mesin atau peralatan tidak berfungsi sebagaimana diharapkan sehingga efektifitas peralatan menurun begitu juga produktivitasnya. Dalam konsep TPM *losses* berjumlah 16 dan penerapan TPM bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan 16 *losses* tersebut. *Losses* tersebut dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut.

I. 8 besar yang menghambat pendayagunaan peralatan	7 besar losses yang menghambat efisiensi peralatan secara total	a.Loss berhentinya peralatan	1.Loss karena kerusakan
			2.loss karena persiapan
			3.Loss karena pertukaran alat
			4.Loss saat mulai pengoperasian
		b.Loss kemampuan peralatan	5.Loss berhenti sesaat, loss pengoperasian tanpa isi
6.Loss penurunan kecepatan			
2.Losses yang menghambat waktu beban peralatan	c.Loss produk jelek	7.Loss yang menghambat waktu beban peralatan	
		8. Loss Shut Down (SD)	
II .4 besar yang menghambat efisiensi sumber daya manusia	Loss pengoperasian	9.Loss manajemen yaitu loss karena menunggu instruksi, bahan baku,dll	
		10.Loss kegiatan yaitu loss dalam pengoperasian yang disebabkan oleh loss pada kemampuan peralatan, loss berhenti karena kerusakan, loss prosedur, metode, skill dan moral	
	Loss formasi	11.Loss formasi yaitu loss personal dan loss pertukaran secara otomatis	

		12. Loss aliran barang yaitu loss dalam pengangkutan atau penggantian
III. 4 besar yang menghambat efisiensi satuan besar		13. Loss karena pengukuran atau penyetelan
		14. Loss Energi yaitu loss pada waktu start pertama, loss karena bahan berlebihan dan loss karena melepas panas
		15. Loss karena peralatan
		16. Loss karena penundaan bahan baku, loss pemotongan, loss penyusutan, dll

Tabel. 2.1 Loss dalam TPM (sumber: Van Katesh J, 2007)

2.3.3 Pengukuran Produk TPM

Dalam implementasi TPM di industri sangatlah memperhatikan beberapa unsur yang memberikan ukuran terhadap produktifitas peralatan dan mesin yang ada, yaitu parameter pengukuran produk masukan dan pengukuran produk keluaran. Untuk pengukuran produk masukan diantaranya berupa, tenaga kerja, material, waktu pelaksanaan dan komponen biaya-biaya lainnya. Sedangkan produk keluaran produk yang diukur meliputi:⁴

1. Ketersediaan (availability).

Merupakan parameter pengukuran yang berguna untuk menggambarkan ke-tersediaan pada kondisi awal yaitu berupa kondisi kerugian waktu berhenti (*downtime*). Hal ini ditentukan oleh kehandalan (*reliability*) dan kemampuan sistem untuk dapat dilakukan pemeliharaan dalam keadaan siap operasi (*maintainability*) pada suatu keadaan tertentu.

2. Laju Proses

Pengukuran waktu tempuh dari peralatan dalam suatu kesatuan proses produksi pada saat terjadinya satu siklus proses.

3. Laju Kualitas

Pengukuran pada suatu proses produksi atau ketepatan peralatan waktu proses berlangsung. Proses produksi yang tidak memenuhi standar termasuk dengan adanya kerugian waktu siklus, penolakan produk (*reject*) dan produk dibawah standar.

4. *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* atau Efektifitas Keseluruhan Peralatan. Adalah pengukuran yang berasal dari (*availability*), laju proses (*performance*) dan laju kualitas (*Quality*).

2.4 LabVIEW 8.5

LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) merupakan bahasa pemrograman secara grafis dengan menggunakan *icon* yang dihubungkan oleh suatu garis (*wire*) untuk menciptakan suatu aplikasi *LabVIEW*.

Perangkat lunak ini merupakan produk dari National Instrument yang didedikasikan untuk kegiatan antarmuka dan pengendalian peralatan elektronik dengan menggunakan *personal computer (PC)*. Dengan *LabVIEW* dapat didesain *virtual instruments* dengan membuat grafik interface di layar komputer yang memungkinkan untuk ⁵:

- Mengoperasikan program instrument
- Mengontrol *hardware*
- Mengukur dan menganalisa data dengan akurat
- Menampilkan hasil dengan cepat.

Untuk menjawab pengukuran produk seperti poin 2.3.3 diatas maka LabView bisa digunakan terutama mengukur ketersediaan, laju proses dan kualitas baik secara on-line ataupun in-line, akan tetapi dalam tesis ini data adalah bersifat in-line.

⁴.Van katesh J, "An Intruduction to Total Productive Maintenance (TPM)

⁵.LaqbVIEW, National Instrument Cooperation, USA, 2007

Sedangkan penerapan *LabView 8.5* untuk menghitung dan menganalisa OEE menurut pengamatan penulis belum ada diterapkan sampai tesis ini dibuat.

2.5. Overall Equipment Effectiveness (OEE)⁶

Total Produktive Maintenance (TPM) berusaha untuk memaksimalkan output yang terdiri dari *Product, quality, Cost, Delivery, Safety, Morale (PQCDSM)* dengan menjaga kondisi ideal operasi dan menjalankan tiga konsep yang saling berhubungan yaitu:

1. Memaksimalkan efektifitas peralatan dan mesin
2. Pemeliharaan secara mandiri oleh pekerja.
3. Akfitas group kecil

Dengan kontek ini OEE dapat dianggap sebagai proses mengkombinasikan manajemen operasi dan pemeliharaan peralatan sumber daya. Langkah pertama yaitu untuk menghilangkan kerugian utama (*six bix losses*) yang dibagi atas 3 kategori yaitu:

2.5.1 *Down time* (Waktu Tidak Terpakai)

1. *Equipment Failure (breakdown)*

Equipment Failure merupakan kerusakan peralatan yang terdiri dari dua jenis yaitu *sporadic failure* dan *chronic failure*. *Sporadic failure* yaitu kerusakan mesin terjadi secara tiba-tiba, biasanya kerusakan ini dapat diidentifikasi dan diperbaiki. Sebaliknya *chronic failure* merupakan jenis kerusakan *minor* pada peralatan, namun saat terjadi kerusakan kita tidak dapat dengan jelas mengidentifikasi penyebabnya. Namun demikian dampak yang ditimbulkannya tidak signifikan.

2. *Set up and Adjustment Losses*

Merupakan waktu yang terserap untuk pemasangan, penyetelan dan

6.Seiichi Nakajima.p10

penyesuaian parameter mesin untuk mendapatkan spesifikasi yang diinginkan pada saat pertama kali mulai memproduksi komponen tertentu.

2.5.2. *Speed Losses*

1. *Reduced Speed*

Merupakan kerugian yang diakibatkan oleh peralatan yang dioperasikan kecepatannya dibawah standar yang disebabkan oleh beberapa factor seperti masalah mekanik, tidak standarnya *raw material*, operator dalam penyetelan mesin, kelebihan kerja terhadap peralatan dan lain-lain.

2. *Idling and Minor Stoppages.*

Idling Losses ini terjadi ketika peralatan atau mesin tetap menyala walaupun tanpa menghasilkan. Sedangkan *Minor Stopping Losses* terjadi ketika mesin berhenti dalam waktu singkat akibat masalah sementara, seperti keterlambatan pasokan material, ada sebuah bagian pekerjaan yang terlewatkan .

2.5.3 *Quality Losses*

1. *Reduced Yield*

Kerugian ini terjadi pada saat penyetelan atau penyesuaian yang mengakibatkan produk tidak sesuai dengan standar. Volume dari kerugian ini tergantung dari derajat kestabilan proses. Hal ini bisa dikurangi dengan peningkatan kemampuan operator dan kualitas pemeliharaan.

2. *Quality Defect (process defect)*

Merupakan waktu yang terbuang untuk menghasilkan produk yang jelek serta pengerjaan ulang pada saat mesin berjalan terus menerus setelah proses penyetelan dan penyesuaian.

Keenam kerugian besar (*six big losses*) tersebut diukur untuk mengetahui berapa besar *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* sebagai fungsi dari *Availability*, *Performance rate*, dan *Quality* . Secara grafis prosedur perhitungan *Equipment*

Effectiveness (OEE) digambarkan pada gambar 2.2. Sedangkan perhitungan OEE dan semua fungsinya serta kerugiannya yang terjadi dilakukan dalam beberapa tahap yang disertai dengan penjelasan yang diuraikan sebagai berikut:

1. **Ketersediaan (*Availability*)** adalah pengukuran waktu keseluruhan sewaktu mesin tidak beroperasi yang disebabkan kerusakan alat/mesin, persiapan produksi dan penyetulan. Dengan kata lain *Availability* diukur dari total waktu dimana peralatan dioperasikan setelah dikurangi waktu kerusakan alat dan waktu persiapan dan penyesuaian mesin yang juga mengindikasikan rasio aktual antara *Operating time* terhadap waktu operasi tersedia (*Planned Time Available* atau *loading time*) atau;

$$\% \text{ Ketersediaan} = \frac{\text{Waktu Operasional} - \text{Waktu yang tidak terpakai}}{\text{Waktu oprasional atau beban}} \times 100\% \dots (1)$$

Waktu pembebanan mesin dipisahkan dari waktu produksi secara teoritis serta waktu kerusakan dan waktu perbaikan yang direncanakan. Tujuan batasan ini adalah memotivasi untuk mengurangi *Planned Downtime* melalui peningkatan efisiensi penyesuaian alat serta waktu untuk aktifitas perawatan yang sudah direncanakan.

2. **Kinerja (*Performance*)**

Adalah ukuran yang dipergunakan untuk produk yang dihasilkan pada saat mesin mengalami laju kecepatan operasi dan laju operasi bersih. Sedangkan laju kecepatan operasi berdasarkan perbandingan antara kecepatan produksi Ideal dan kecepatan produksi Aktual, persamaan (2)

$$\text{Laju Kecepatan Operasi} = \frac{\text{Waktu Siklus Ideal}}{\text{Waktu Siklus Aktual}} \dots (2)$$

Laju operasi bersih diukur berdasarkan laju operasi mesin selama proses pemeliharaan terhadap pengoperasian mesin, persamaan (3)

$$\text{Laju Operasi Bersih} = \frac{\text{waktu Produksi Aktual}}{\text{Waktu efektif operasional}} \dots (3)$$

Sehingga untuk kinerja mesin adalah

$$\text{Kinerja peralatan} = \text{Laju Operasi Bersih} \times \text{Laju kecepatan Produksi}$$

$$= \frac{\text{Produksi} \times \text{Waktu Siklus Aktual}}{\text{Waktu efektif operasional}} \times \frac{\text{Waktu Siklus Ideal}}{\text{Waktu Siklus Aktual}}$$

$$\% \text{ Kinerja} = \frac{\text{Produksi} \times \text{Waktu Siklus Ideal}}{\text{Waktu efektif operasional}} \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

Dengan memperhatikan bahwa:

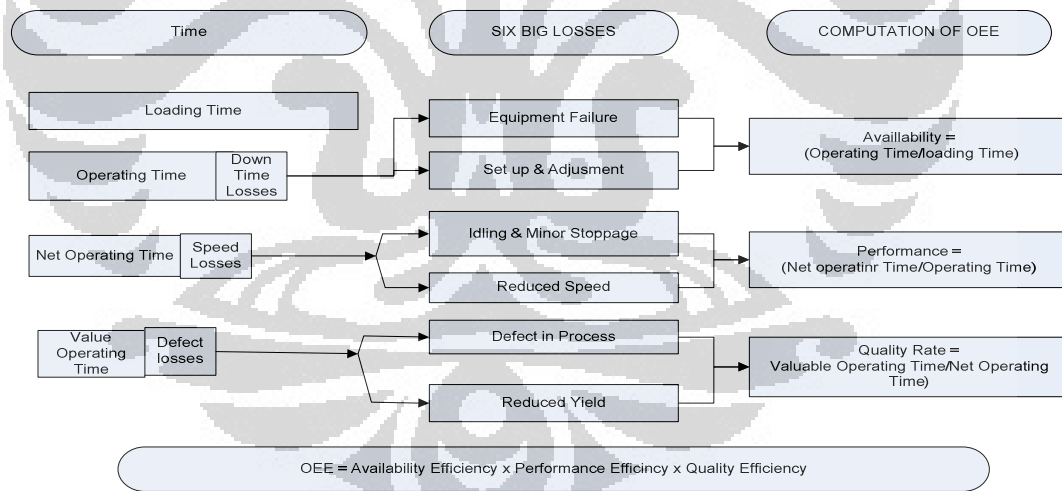
Waktu Efektif oprasional = Waktu beban – Waktu tidak terpakai -Waktu penyesuaian

3. **Kualitas Produk (*Quality*)** diukur berdasarkan kerugian yang timbul akibat terdapatnya produk yang rusak.

$$\% \text{ Kualitas Produk} = \frac{\text{Produksi Total} - \text{Jumlah Cacat produksi}}{\text{Produksi Total}} \times 100 \% \dots\dots(5)$$

Dengan demikian angka OEE dapat dihitung sebagai berikut

$$\% \text{ OEE} = \text{Availability} \times \text{Performance} \times \text{Quality} \dots\dots\dots(6)$$



Gambar 2.2 Prosedur Perhitungan OEE⁷

⁷ Batamulay, AS, Shantapparaj, OEE trough TPM Practices

2.6 Review Journal

No	Judul/Pengarang	Metode	Aplikasi	Keterkaitan dengan Tesis
1.	Total Productive Maintenance and Overall Equipment Effectiveness Measurement ; <i>Osmar Taisir R.Almeanazel; Dept.of Industrial Engineering, Hashemite Univercity, Jordan. JJMIE, volume 4, no.4, September 2010 : ISSN, 1995-6665, pg.517-522</i>	Implementasi TPM dan OEE pada mesin produksi.	Pemanfaatan TPM dan Menghitung nilai OEE pada perusahaan baja di Jordania	Menghitung nilai OEE dalam kurun waktu tertentu (15 hari)
2.	Performance Measurement of Mining Equipments by Utilizing OEE; <i>Sermin Eevli, Birol Eevli, Dumlupinar University, Industrial Engineering Dept, Kutaya, TURKY. Acta Montanistica slovac, Rocnik 15 ,2010, cislo 2, 95-101.</i>	Membandingkan hitungan OEE yang berbasis calendar time dan loading time.	Mengukur efektifitas bermacam peralatan pertambangan dengan OEE	Pengukuran nilai OEE
3.	Overall Equipment Effectiveness (OEE) trough Total Productive Maintenance (TPM) Practices- A Study across the Malaysian Industries <i>Ir.K.Batumalay, Dr.A.S.Santhapparaj, Faculty of Management Multimedia University Cyberjaya. Malaysia. 2007</i>	Pearson Corelation, SPSS dengan 4 variabel (PM, QM,TE, OEE)	Mengambil 70 sampel industri produsen di Malaysia yang mengkorelasikan PM, QM, T&E dengan OEE	Aplikasi TPM dan OEE
4.	Integrating LabVIEW into Engineering Technology Curricula ; <i>Wes Stone, Aaron Ball, Brian Howell. Western Carolina University, Cullowe. ASEE 2008</i>	Mengintegrasikan LabView dengan Engineering Technology	Membuat simulasi dan untuk menghitung beberapa besaran.	Simulasi sistim dengan LabVIEW
5.	Pengukuran Nilai Overall Equipment Effectiveness Sebagai Dasar Usaha Perbaikan Proses Manufaktur pada Lini Produksi ; <i>Betrianis, Robby Suhendra. Dept Teknik Industri, Universitas Indonesia, Journal Teknik Industri vol 7, no 2, Desember 2005, hal 91-100</i>	Pengukuran nilai OEE dengan analisa Multiple Regresi dan Pareto	Mengukur OEE dan Mencari faktor2 penyebab dari permasalahan dan penyelesaian pada line produksi.	OEE dan Multiple regresi

Tabel 2.2. Review Journal

Pada tabel 2.2 review jurnal diatas merupakan beberapa buah jurnal internasional yang diterbitkan tahun 2010 dua journal, terbitan tahun 2007, tahun 2008 masing-masing satu journal. Secara umum membahas tentang *Total Productive Maintenance (TPM)* serta menghitung nilai dari *Overall Equipment Effectiveness Measurement (OEE)* pada mesin produksi disuatu pabrik serta faktor-faktor yang mempengaruhi nilai OEE tersebut. Dengan diperolehnya nilai OEE maka akan dapat dilakukan suatu tindakan perbaikan yang benar dilakukan, hal ini membuktikan bahwa pentingnya mengetahui nilai OEE untuk perbaikan agar memaksimalkan produk baik dari segi kualitas ataupun kuantitas. Khususnya Jurnal yang terkait dengan LaVIEW adalah karangan *Wes Stone dan kawan-kawan. Western Carolina University, Cullowe. ASEE* terbitan tahun 2008 membahas perhitungan nilai suatu instrumen yang berbasis dimensi waktu, volume dan lainnya, hal ini juga bisa dilakukan untuk menghitung nilai OEE pada penelitian ini.

BAB III

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

3.1 Tinjauan Umum Perusahaan

PT Oriental Electronic Indonesia (PT.OEI) merupakan perusahaan swasta Korea Selatan. Didirikan pada tahun 1997 di kawasan Bekasi International Industrial Estate Block C6 Lemah abang Bekasi yang memproduksi DC Fan Motor untuk komputer . Saat ini kapasitas produksi adalah 500.000 pcs/bulan dari 700.000 pcs yang diharapkan. Mesin produksi yang utama adalah:

- *Balancing* (untuk balance impeller),
- *Rubber Magnet Insert* (pasang material rubber magnet pada impeller),
- *Core Solder* (Mensolder pin,)
- *Pin insert* (pasang pin),
- *Spindle Winding* (Menggulung kawat)
- *Revlon Open* (pasang PCB).

Hasil produksinya adalah diekspor dan kebutuhan industry terkait dalam negeri, untuk bahan bakunya berasal dari dalam negeri dan diimpor. Sertifikat yang pernah diperoleh adalah: ISO 9002 tahun 1998, ISO 9001-2000 tahun 2002, ISO 14001 pada tahun 2004 dan ISO 9001/1401 pada tahun 2006.

Untuk kebijakan mutu perusahaan adalah pimpinan dan seluruh karyawan PT Oriental Indonesia selalu bertekad untuk:

- Memmuaskan pelanggan
- Konsisten terhadap persyaratan yang telah ditetapkan
- Melakukan tindakan perbaikan terus menerus
- Menerapkan sistim jaminan mutu ISO 9001:2000 dengan sikap yang mencerminkan komitmen pada kibijakan mutu.

- Untuk merealisasikan kebijakan mutu PT. OEI menetapkan sasaran pada setiap fungsi.

Sedangkan sasaran mutu adalah mencapai target yang telah ditetapkan dan berupaya terus meningkatkan mutu produk.

3.2 Pengumpulan Data.

Pada penelitian pengukuran nilai *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* ini data yang dikumpulkan adalah data yang bersumber dari laporan bagian produksi dan *maintenance*.

Data diperoleh melalui laporan periode 19 Februari sampai dengan 12 Maret 2010 akan tetapi yang diolah dengan interval waktu 4 hari pada periode tersebut untuk mesin *Balancing, Chip Mounting, Spindle Winding* dan *Rubber Magnet* (lihat table).

Data yang dikumpulkan adalah sebagai berikut:

- Waktu operasi mesin
- Waktu perawatan mesin meliputi set up meliputi dandori time, gangguan kecil (idling and minor stoppages).
- Waktu berhenti adalah lamanya waktu yang ditetapkan perusahaan meliputi meeting, schedule maintenance, tunggu material, bersih-bersih, mesin rusak
- Data waktu siklus Aktual dan waktu siklus ideal (sesuai spesifikasi mesin)
- Produksi total
- Cacat produksi.

Seluruh data tersebut tercantum dalam table dan selanjutnya diolah untuk mendapatkan nilai OEE masing-masing mesin..

Sebelum pengumpulan data diperlukan pemahaman-pemahaman tentang kerugian (*losses*) yang terjadi pada perusahaan.

3.2.1 Type mesin yang digunakan

No.	Jenis Mesin	Type/Tahun produksi	Fungsi
1.	Chip Mounting	CP 45 NEO/2004	Pemasangan komponen PCB
2.	Balanching	PGJ 04 10 /1997	Untuk balance impeller
3.	Rubber Magnet	6015 BA /2005	Pemasangan material rubber magnet pada impeller
4.	Spindle Winding	AL 7300 AKH/1997	Menggulung kawat pada stator Core

3.2.2 Kerugian (*Losses*)

Melalui pengamatan yang dilakukan selama penelitian terhadap laporan dan melihat kondisi lapangan, maka terdapat beberapa kerugian yang memerlukan perhatian khusus. Tujuan dilakukannya pemahaman terhadap kerugian yang berhubungan dengan peralatan dan mesin adalah agar pengukuran terhadap nilai OEE peralatan nantinya benar-benar mencerminkan keadaan yang sesungguhnya, serta untuk menghindari terjadinya kemungkinan kealfaan dalam pengukuran seperti adanya data yang tidak diikuti dalam pengolahan.

Adapun kerugian yang ditemukan antara lain adalah:

1. *Dandori*

Merupakan suatu aktifitas pergantian peralatan yaitu akibat dari pergantian spesifikasi produk dalam suatu periode. *Dandori* mengakibatkan berkurangnya waktu proses produksi, selain itu selama kegiatan ini berlangsung banyak waktu terbuang guna menunggu pelaksanaan *Dandori* ini (*waiting dandori*).

2. *Quality Check*

Quality Check merupakan aktivitas yang dilakukan pada saat mesin mulai beroperasi sampai kondisi mesin mulai stabil. Kegiatan ini bertujuan untuk memantau kualitas produk yang dihasilkan pada awal produksi.

3. *Waiting*

Waiting merupakan waktu kosong ketika menunggu dilaksanakan suatu proses atau menunggu lainnya, seperti menunggu material, menunggu instruksi produksi jenis apa, jumlahnya berapa dan menunggu pemeliharaan.

4. *Trouble*

Trouble merupakan gangguan yang terjadi pada peralatan produksi, besarnya adalah saat diketahui adanya trouble sampai saat peralatan tersebut dapat dioperasikan kembali. Trouble yang terjadi beragam seperti trouble quality yaitu kerusakan yang terjadi pada produk yang dihasilkan. Apabila terjadi kerusakan maka dilakukan usaha untuk mencari sumber penyebabnya selama proses pencarian maka mesin akan dihentikan.

5. *Speed*

Speed merupakan kerugian yang terjadi akibat adanya perbedaan kecepatan antara standard/ideal yang ditetapkan dengan aktual yang terjadi. Kerugian kecepatan ini merupakan bagian dari *six big losses*.

6. *Quality*

Quality merupakan kerugian yang diakibatkan produk yang terjadi tidak sesuai dengan standard, hal ini akan menambah waktu terpakai untuk memproduksi produk tersebut menjadi sia-sia.

3.3 Perhitungan Nilai *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

Data diperoleh dari 4 mesin dengan jenis dan fungsi yang berbeda dan diambil secara acak dari 24 total mesin yang tersedia dengan periode waktu 19 Februari sampai 15 Maret 2010. Pengambilan data dilakukan oleh operator yang bertugas saat mesin beroperasi dengan cara mencatat data yang diperlukan seperti dengan format

yang tersedia. Pengambilan data dilakukan selama 3 *shift* pengoperasian mesin (1 *shift* dialokasikan 8 jam) atau dalam kurun waktu 24 jam, meskipun demikian tidak selamanya mesin beroperasi 24 jam dengan berbagai kendali seperti *down time* , mesin dalam perbaikan dan lain-lain sebagainya. Khususnya pada saat jam istirahat mesin tidak berhenti akan tetapi karyawannya yang begantian istirahat dan kenyataanya tidak mengganggu proses produksi.

Selanjutnya pengukuran nilai OEE ini diuraikan seperti berikut.

1. Pengukuran Ketersediaan (*Availability*)

Dengan menggunakan persamaan 1 (Bab.II) perhitungan waktu operasi terhadap waktu beban peralatan dan mesin saat berproduksi adalah

$$\% \text{ Ketersediaan} = \frac{\text{Waktu efektif operasi}}{\text{Waktu oprasional}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Ketersediaan} = \frac{\text{Waktu Operasional} - \text{Waktu yang tidak terpakai}}{\text{Waktu oprasional}} \times 100\%$$

Dimana :

Waktu Operasional(beban) = Waktu operasi mesin- waktu pemeliharaan

Contoh: Mesin Balancing, Tanggal 19 Maret, model 6015

Waktu operasi = 695 menit

Waktu perawatan = 10 menit

Waktu berhenti = 5 menit

$$\% \text{ Ketersediaan} = \frac{695 - 10 - 5}{695} \times 100 \% = 99,27 \%$$

2. Pengukuran Kinerja (*Performance*)

Dengan berpedoman persamaan 4 (Bab 2) maka Kinerja:

$$\% \text{ Kinerja} = \frac{\text{Produksi} \times \text{Waktu Siklus Ideal}}{\text{Waktu efektif operasional}} \times 100\%$$

Contoh:

Mesin *Balancing*, Tanggal 19 Maret, model 6015

Produksi Total = 1090 pcs

Waktu Siklus Aktual = 0.62 menit

Waktu Siklus Ideal = 0.18 menit

Waktu Efektif operasional = 680 menit

$$\% \text{ Kinerja} = \frac{1090 \times 0.18}{680} \times 100\% = 28,853 \%$$

3. Pengukuran Kualitas (*Quality*)

Dengan berpedoman pada persamaan 5 (Bab 2) untuk Kualitas Produksi:

$$\text{Kualitas Produk} = \frac{\text{Produksi Total} - \text{Jumlah Cacat produksi}}{\text{Produksi Total}} \times 100 \%$$

Contoh:

Mesin *Balancing*, Tanggal 19 Maret, model 6015

Produksi Total = 1090 pcs

Total cacat = 1 pcs

$$\% \text{ Kualitas Produk} = \frac{1090 - 1}{1090} \times 100 \% = 99,908 \%$$

Selanjutnya komponen pembentukan nilai OEE dapat dihitung dengan memformulasikan menjadi:

$\% \text{ Efektifitas Peralatan Keseluruhan (OEE)} = \text{Ketersediaan} \times \text{Kinerja} \times \text{Kualitas}$

Contoh: Mesin *Balancing*, Tanggal 19 Maret, model 6015

Ketersediaan = 99,27 %

Kinerja = 28,853 %

Kualitas = 99,908 %

$$\% \text{ OEE} = 99,27 \% \times 28,853 \% \times 99,908 \% = 28,613 \%$$

Selanjutnya perhitungan dengan cara yang sama akan didapat nilai OEE masing-masing mesin serta total OEE untuk semua mesin yang ada seperti pada table 3.1 sampai table 3.4, serta tabel L1 sampai L12 pada lampiran.

Selanjutnya semua data ini akan dimasukkan kedalam program LabView sebagai monitoring untuk OEE. Program LabView ini menghitung data dalam inline saja, meskipun kondisi yang sebenarnya software LabView bisa dihubungkan dengan mesin-mesin yang sedang beroperasi dengan bantuan sensor *proximity* dan perangkat elektronik *NIDAX*, sehingga OEE akan bisa dilihat kapan saja bila diperlukan.

3.4 Hasil pengolahan data OEE:

Berikut adalah data OEE untuk 4 jenis mesin yaitu Balanching, Chip Mounter, Rubber Magnet dan Spindle Winding yang diteliti yang terdapat pada pada tabel 3.1 sampai pada tabel 3.2

Tabel 3.1. Hasil Perhitungan OEE untuk Mesin Balanching

Hari Kerja (hari)	Tanggal	MODEL	%	% Kinerja	% Kualitas	% OEE
			Ketersediaan (Availability)	(Performance)	(Quality)	
			F	M	Q	X=FxMxQ
1	19	9225	97,468	62,080	98,435	59,561
		6015	99,270	28,850	99,908	28,613
		7025	96,667	46,900	100,000	45,337
		8032	97,436	71,560	100,000	69,725
2	22	9225	87,977	57,230	99,802	50,250
		9232	98,438	47,170	99,542	46,221
		6025	95,238	95,830	100,000	91,267
3	25	9225	93,305	49,090	99,938	45,775
		8025	95,556	52,820	100,000	50,473
4	28	9225	97,024	38,130	99,891	36,955
5	3	9225	98,547	56,370	100,000	55,551

Hari Kerja (hari)	Tanggal	MODEL	% Ketersediaan (Availability)	% Kinerja (Performance)	% Kualitas (Quality)	% OEE
		8025	99,020	58,170	99,884	57,533
		1232	99,107	60,140	99,712	59,431
6	6	9225	98,571	53,070	99,814	52,214
		6025	97,143	79,480	99,828	77,076
		8025	96,296	48,120	100,000	46,338
		6015	100,000	72,000	100,000	72,000
7	9	9225	97,087	58,550	99,884	56,778
		6015	100,000	49,000	100,000	49,000
		6025	99,167	83,950	100,000	83,251
8	12	7025	97,959	69,350	100,000	67,935
		1238	100,000	36,360	100,000	36,360
9	15	6025	97,059	90,183	99,702	87,270
		9225	97,436	50,821	100,000	49,518
		8025	100,000	19,833	100,000	19,833
Total			2435,771	1435,057	2496,340	1394,264
Rata-rata			97,431	57,402	99,854	55,771

OEE Mesin Balancing seperti pada tabel 3.1, berfungsi untuk pemasangan Rubber Magnet terlihat bahwa rata-rata *Availability* adalah 97,431 %, *Performance* 57,402% dan *Quality* 99,854 %, sedangkan nilai OEE adalah 55,771 %. Nilai OEE ini masih rendah sekali bila bepedoman pada ketentuan *Nakajima*, hal ini dipengaruhi oleh nilai *performance* yang rendah. Mesin tersebut memproduksi lebih dari satu model dalam satu hari kecuali Tanggal 28 Februari 2010 hanya memproduksi satu jenis saja (model 9225).

Tabel: 3.2 Perhitungan OEE untuk Mesin CHIP MOUNTER

Hari Kerja	Tanggal	MODEL	% Ketersediaan F	% Kinerja M	% Kualitas Q	% OEE $X=F \times M \times Q$
1	19	9225	84,848	32,400	100,000	27,491
		1238	98,990	33,214	100,000	32,879
2	22	9225	98,361	93,450	100,000	91,918
		5015	96,774	99,640	100,000	96,426
		6015	98,020	51,818	100,000	50,792
3	25	9225	99,200	38,822	100,000	38,511
		6015	97,143	58,824	100,000	57,143
4	27	1225	90,000	60,800	100,000	54,720
		6015	95,238	81,000	100,000	77,143
		9225	98,551	103,024	100,000	101,530
5	3	6025	98,630	32,100	100,000	31,660
		5020	100,000	56,000	100,000	56,000
		4510	97,674	77,976	100,000	76,163
		1225	78,481	57,600	100,000	45,205
		5015	98,684	91,936	100,000	90,726
6	6	1238	100,000	72,727	100,000	72,727
		6080	98,214	45,491	100,000	44,679
		4020	100,000	72,000	100,000	72,000
		6015	97,403	93,427	100,000	91,000
		6025	95,833	47,896	100,000	45,900
7	9	6080	97,778	95,114	100,000	93,000
		9225	99,074	32,972	100,000	32,667
		9225	98,039	36,288	100,000	35,576
		7025	99,153	58,523	100,000	58,027
		4020	94,118	22,950	100,000	21,600
8	12	1225	88,889	61,200	100,000	54,400
		1238	98,592	38,217	100,000	37,679
		6015	98,276	79,140	99,956	77,742
		1225	100,000	29,091	100,000	29,091
		5015	99,123	66,265	100,000	65,684
9	15	6080	98,701	39,632	100,000	39,117
		7025	98,936	51,677	100,000	51,128
		1225	96,842	69,739	99,751	67,368
		6015	96,552	36,000	100,000	34,759
		6025	98,413	58,703	99,967	57,752
		9225	96,190	41,792	100,000	40,200
TOTAL			3480,720	2117,448	3599,674	2050,403
Rata-rata			96,687	58,818	99,991	56,956

OEE Chip Mounter seperti pada tabel 3.2, berfungsi untuk pemasangan Pemasangan PCB terlihat bahwa rata-rata *Availability* adalah 96,687 %, *Performance* 58,818% dan *Quality* 99,991 %, sedangkan nilai OEE adalah 56,956 %. Nilai OEE ini masih rendah sekali bila bepedoman pada ketentuan *Nakajima*, hal ini dipengaruhi oleh nilai *performance* yang rendah. Mesin tersebut memproduksi lebih dari satu model dalam satu hari ,bahkan ada yang enam model dalam satu hari (3 Maret).

Tabel: 3.3 Hasil Perhitungan OEE untuk Mesin *Rubber Magnet*

Hari Kerja (hari)	Tanggal	MODEL	% Ketersediaan (Availability)	% Kinerja (Performance)	% Kualitas (Quality)	% OEE
			F	M	Q	$X=F \times M \times Q$
1	19	5015	97,222	44,328	100,000	43,096
		7025	98,649	27,025	99,919	26,638
2	22	6025	93,863	36,997	99,717	34,628
		7025	92,537	35,123	99,706	32,406
3	25	7025	95,918	38,411	99,852	36,789
		6025	96,875	11,578	99,851	11,200
4	28	5015	95,423	37,219	99,984	35,510
		6025	96,341	47,808	99,915	46,020
5	6	7025	97,826	12,729	100,000	12,452
		4020	94,828	22,575	100,000	21,407
		6025	96,721	76,828	99,963	74,282
6	9	7025	95,455	17,143	99,556	16,291
		5015	89,333	30,830	100,000	27,541
		5015	97,585	42,867	99,963	41,816
7	12	7025	87,879	41,931	99,737	36,752
		5015	91,892	41,475	99,887	38,068
8	15	7025	95,652	40,897	99,881	39,072
		Total	1613,999	605,762	1697,932	573,969
Rata2			94,941	35,633	99,878	33,763

Perhitungan OEE pada mesin *Rubber Magnet* seperti pada tabel 3.3, terlihat bahwa rata-rata *Availability* adalah 94,941 %, *Performance* 35,633% dan *Quality* 99,878 %, sedangkan nilai OEE adalah 33,763%. Nilai OEE ini merupakan yang terendah dari 4 mesin yang digunakan, hal ini dipengaruhi oleh nilai *performance*

yang rendah dan performance terendah 11,578 % terjadi pada tanggal 28 Februari 2010 untuk jenis model 6025 meskipun ketersediaan dan kualitas > 96 %, sedangkan tertinggi 76,828% terjadi pada tanggal 9 Maret 2010 . Mesin tersebut memproduksi 2 model sampai 3 model dalam satu hari.

Tabel: 3.4 Hasil Perhitungan OEE untuk Mesin *Spindle Winding*.

Hari Kerja (hari)	Tanggal	MODEL	% Ketersediaan (Availability)	% Kinerja (Performance)	% Kualitas (Quality)	% OEE
			F	M	Q	$X=F \times M \times Q$
1	19	5015	93,750	64,300	96,423	58,125
2	22	5015	97,842	71,310	97,439	67,984
3	25	5015	77,143	37,860	94,340	27,553
		7025	94,618	84,370	97,196	77,591
4	28	7025	24,739	81,740	98,566	19,932
5	3	5015	99,289	71,070	97,906	69,087
6	6	5015	98,942	64,970	97,749	62,836
7	9	7025	96,657	65,930	97,302	62,007
8	12	4020	99,123	72,920	98,362	71,097
		5015	94,987	64,900	98,628	60,801
9	15	5015	85,294	63,160	98,280	52,945
		7025	97,373	59,950	97,300	56,799
Total			10,598	802,480	1169,491	686,756
Rata-rata			88,313	66,873	97,458	57,230

Hasil perhitungan OEE Spindle Winding seperti pada tabel 3.4 diatas, berfungsi untuk pemasangan menggulung kawat terlihat bahwa rata-rata *Availability* adalah 88,313 %, *Performance* 66,873% dan *Quality* 97,458 %, sedangkan nilai

OEE adalah 57,230 %. Nilai OEE ini masih rendah bila bepedoman pada ketentuan *Nakajima*, hal ini dipengaruhi oleh nilai *performance* yang renda, akan tetapi *performance* mesin Spindle Winding ini lebih baik bila dibandingkan dari ke 4 mesin yang ada.

3.5. Pengolahan Data dengan LabVIEW.8.5

Langkah pertama adalah membuat program dengan cara merancang diagram skematik LabVIEW 8.5 seperti Gambar 3.1 (Lampiran) dan merancang Fron Panel sebagai tampilan contoh gambar 3.2 dan gambar 3.3. Data yang ada disusun dalam bentuk baris dan kolom dan digabung untuk semua jenis mesin, data-data tersebut menjadi input untuk menghitung semua variable yang terkait dengan perhitungan OEE.

Data tersebut sama dengan data yang digunakan pada perhitungan biasa atau program xl windows pada table L1 sampai L2 (Lampiran), serta data perhitungan nilai OEE pada tabel 3.1 sampai tabel 3.4.

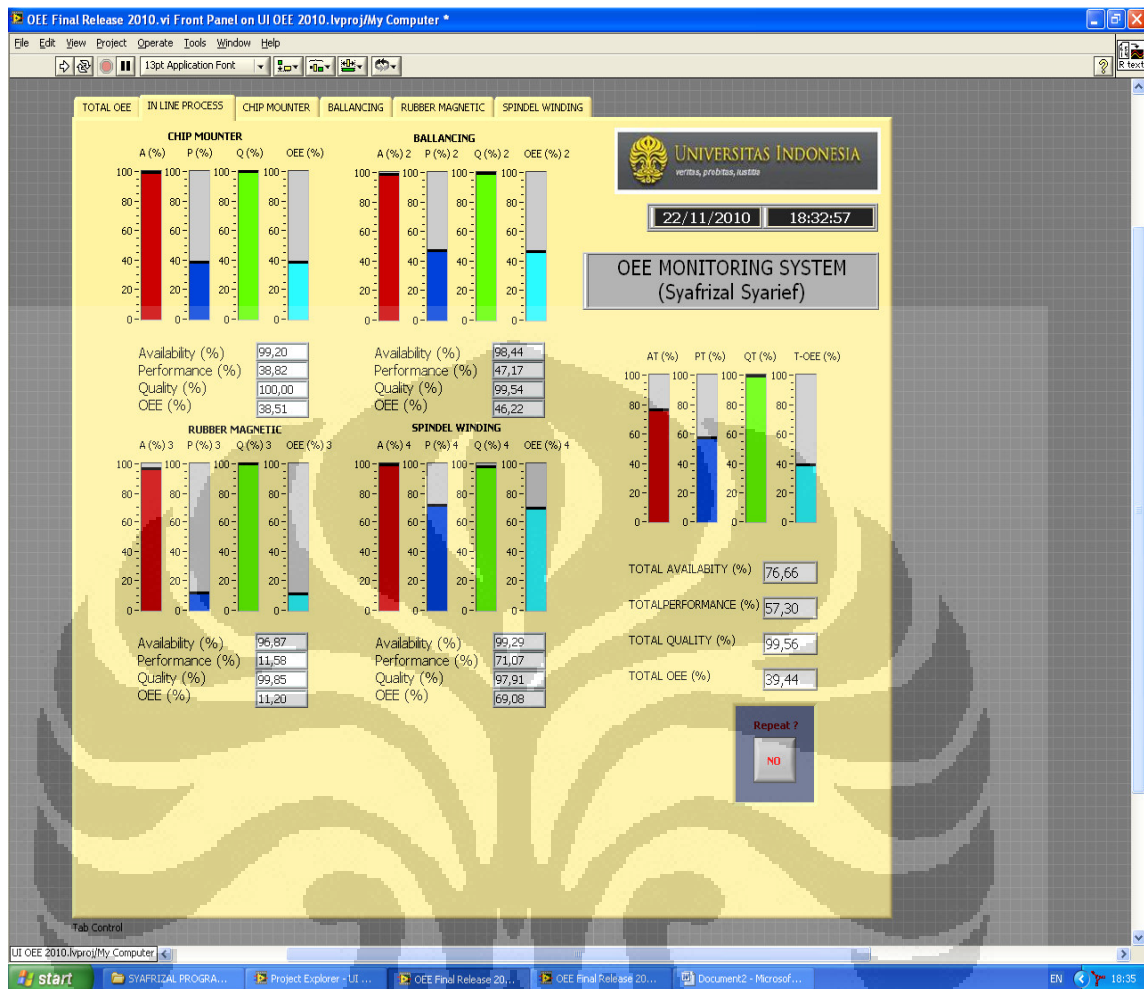
3.5.1 Program Aplikasi OEE

Berikut ini secara ringkas menjelaskan proses untuk menghitung OEE dari database setiap mesin dan OEE total menggunakan program aplikasi OEE seperti pada diagram skematik pada Lampiran 1. Program ini dibuat dengan menggunakan LabVIEW 8.5, sedangkan urutan secara ringkas proses yang dilakukan sebagai berikut:

- a. Mulai;
- b. Buka file "database mesin"; data ini adalah data yang sudah ada, disusun secara matrik data base masing-masing mesin seperti pada lampiran L1 sampai L2
- c. Data base mesin yang telah tersedia dan dibuka dan dibaca secara simultan
- d. Membutuhkan tunggu selama 3 detik (di setting sesuai dengan keinginan)
- e. Analisis data;

- Pisahkan data masing-masing mesin yaitu data mesin Balanching, Chip Mounting, Spindle Winding, dan Rubber Magnet.
 - Hitung availability, performance dan quality dari masing masing mesin berdasarkan data input A, B, C, G, H , J dan Y pada lampiran L1 sampai L2.
 - Tampilkan availability, performance dan quality dari masing-masing mesin
 - Hitung OEE masing-masing mesin berdasarkan nilai dari availability, performance dan quality;
 - Tampilkan informasi OEE setiap mesin pada *display* masing-masing mesin;
 - Jika jumlah sampel data telah selesai diproses hitung OEE total dan tampilkan pada *display* tersendiri;
 - Bila diperlukan proses kerja mesin bisa dihentikan/hold sesuai dengan keinginan kita, misal pada urutan ke n berapa dan bisa diteruskan kembali.
- f. Display akan menampilkan nilai dari semua komponen availability, performance, quality dan OEE secara benar dan akurat
 - g. Tutup file "*database mesin*";
 - h. Ulangi proses jika diinginkan;
 - i. Semua hasil pengolahan bisa disimpan.
 - j. Stop bila selesai;

Berikut pada gambar 3.2 dan gambar 3.3 diberikan beberapa contoh tampilan program LabVIEW 8.5 yang dijalan pada komputer .



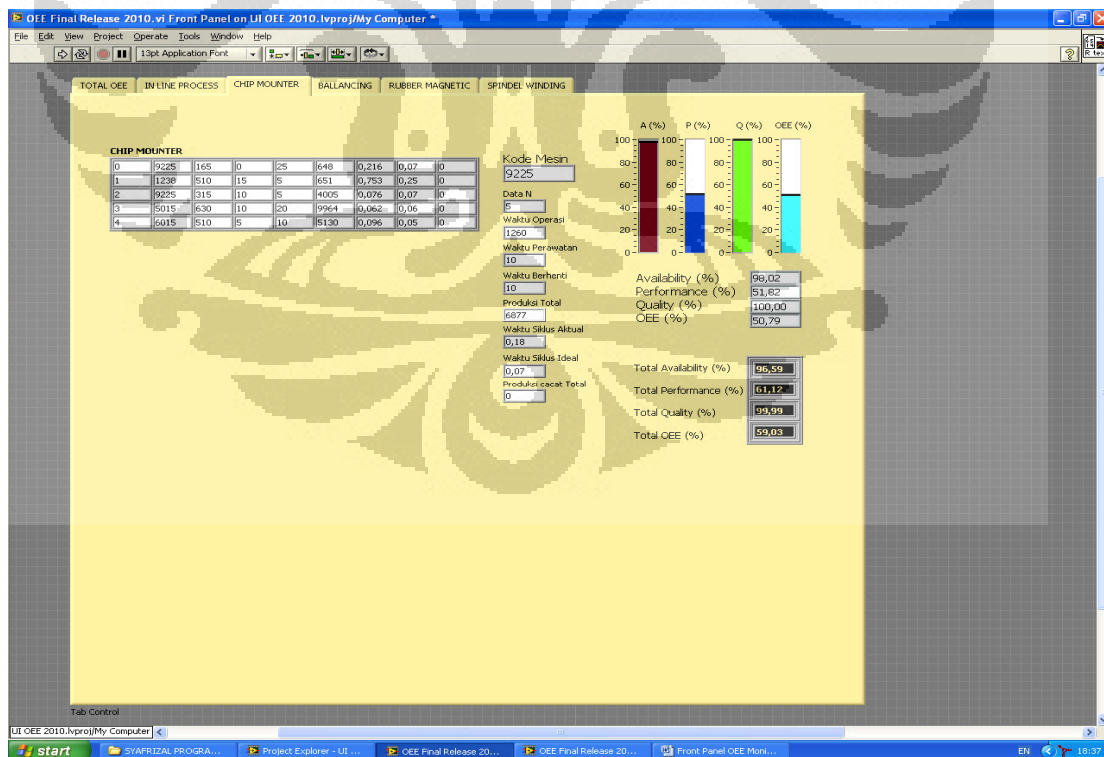
Gambar 3.2. Contoh *Front Panel Monitoring* untuk 4 mesin *in-line* proses

Pada contoh diatas adalah tampilan *in-line* hasil perhitungan variabel OEE dari 4 mesin seperti hasil hitungan Availability, Performance, Quality dan OEE yang ditampilkan sekaligus dan ditampilkan dalam bentuk grafik. Kita bisa melihat variabel tersebut ketika program dijalankan, misalnya pada saat data hari ke 6 ($n=6$) program kita *pouse* maka akan tampil seperti gambar 3.2 diatas dengan hasil seperti tabel 3.5 sebagai berikut:

Tabel 3.5 : Contoh hasil perhitungan dengan LabVIEW 8.5 hari ke 6

Jenis mesin	% Availability	% Performance	% Quality	% OEE
Chip Mounter	99,20	38,82	100	38,51
Balanching	98,44	47,17	99,54	46,22
Rubber Magnet	96,87	11,58	99,85	11,20
Spindle Winding	99,29	71,07	97,91	69,88

Kalau kita perhatikan hasil perhitungan program *xl windows* pada tabel 3.1 sampai tabel 3.4 maka hasilnya akan sama dengan hasil program LabVIEW, akan tetapi *xl windows* menggunakan pembulatan tiga angka dibelakang koma, sedangkan program LabVIEW menggunakan pembulatan dua angka dibelakang koma.

Gambar 3.3 Contoh Tampilan hasil *Chip mounting* pada data ke n=4

Untuk gambar 3.3 memperlihatkan contoh tampilan mesin Chip Mounting pada hari ke 4 ($n=4$), dengan hasil adalah % availability = 98,02; % performance = 51,82; % kualitas = 100 dan % OEE = 50,79.

Sedangkan untuk perhitungan dengan cara yang sama kita bisa mendapatkan nilai yang kita inginkan misalnya pada hari ke n . Apabila program ini diintegrasikan langsung dengan mesin maka hari ke n bisa diganti atau ditambahkan waktu atau jam, akan tetapi pada tesis ini hanya menggunakan data yang telah ada.



BAB IV

ANALISA DATA

4.1 Standar OEE

Dalam bab ini ini akan dibahas analisa yang diperoleh dari bab pengolahan data yang dilakukan secara perhitungan windows xl dan program LabView 8.5. Sebagai standar baku dalam melakukan pengukuran maka hasil pengukuran kinerja akan dibandingkan menggunakan pengukuran dalam keadaan ideal berdasarkan pendapat dari Nakajima (1988)¹. Yaitu:

- a. *Availability* (Ketersediaan) nilai > 90 %
- b. *Performance* (Kinerja) nilai >95 %
- c. *Quality* (Kualitas) > 99 %
- d. OEE mendekati nilai 85

Sedangkan hasil pengukuran yang diperoleh secara total untuk 4 mesin tersebut adalah adalah:

- a. *Availability* (Ketersediaan) nilai 94 %
- b. *Performance* (Kinerja) nilai 54,055 %
- c. *Quality* (Kualitas) nilai 99,24 %
- d. OEE nilai 50,416

4.2 *Availability* (Ketersediaan)

Kalau kita perhatikan tabel 4.1 rata-rata nilai untuk Ketersediaan (*availability*) adalah 94,33 % berarti masih standar yang ditetapkan *Siiichi Nakajima*, namun demikian dari keempat mesin yang diteliti ternyata mesin *Spindle Winding* mempunyai nilai *availability* 88,313 % berarti mempunyai nilai dibawah standar

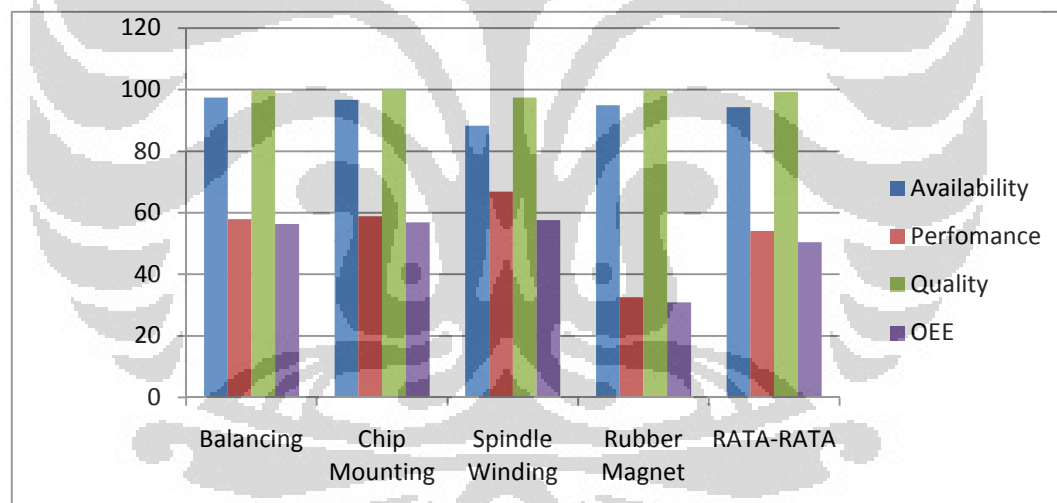
¹*Siiichi Nakajima*

yang di tetapkan Nakajima, sedangkan mesin yang lain diatas sudah standar seperti Balanching 97,385 %, Chip Mounting 96,687 % dan Rubber Magnet 94,331 %.

Tabel 4.1 GABUNGAN NILAI OEE

JENIS MESIN	% AVAILABILTY	% PERFORMANCE	% QUALITY	% OEE
Balancing	97,385	57,960	99,854	56,362
Chip Mounting	96,687	58,818	99,991	56,864
Spindle Winding	88,313	66,873	97,458	57,556
Rubber Magnet	94,941	32,569	99,878	30,884
RATA-RATA	94,331	54,055	99,295	50,417

Tampilan dalam bentuk Grafik



Penyebab rendahnya adalah produksi model 7025 pada tanggal 28 Februari 2010 pada (Lampiran L.7) waktu berhentinya mesin cukup lama yaitu 1080 menit untuk waktu operasi mesin adalah 1440 menit, karena menunggu material datang. Hal ini menyebabkan Ketersediaan pada tanggal tersebut hanya 24,739 %. Sedangkan tanggal 25 Februari 2010 Ketersediaannya adalah 77,143 % berarti masih dibawah standar. Hal ini disebabkan oleh waktu operasi mesin hanya 235 menit akan tetapi waktu perawatan 60 menit dan waktu berhenti 40 menit. Untuk tanggal 15 Maret

2010 *Avilability* adalah 85 % , masih dibawah standar. Hal ini disebabkan oleh waktu berhenti 30 menit untuk perbaikan mesin yang rusak untuk 210 menit Waktu beban operasi.

Sedangkan *Availability* untuk mesin-mesin yang lain adalah melebihi dari standar yang ditetapkan Nakajim.

4.3 Performance (Kinerja)

Performance (Kinerja) rata-rata untuk 4 mesin ini adalah 54,055 % , sangat rendah untuk standar yang ditetapkan Nakajima (95%). Pada table 4.1 diatas terlihat bahwa untuk mesin *Rubber Magnet* mempunyai Kinerja terendah hanya 32,569 % , sedangkan tertinggi adalah mesin *Spindle Winding* dengan Kinerja 66,873 %.

4.3.1 Mesin *Balancing*

Untuk Lampiran L.2 terlihat bahwa *performance* rata-rata adalah 57,563 % untuk laju operasi rata-rata 57,89 % berarti laju operasi rendah dan secara perhitungan matematik akan mempengaruhi *performance*. Sedangkan *performance* tertinggi sebesar 95,830 % terjadi pada tanggal 22 Februari 2010 untuk model 6025 untuk produksi total 259 pcs dengan laju operasi adalah 94,87 % , waktu siklus aktual 0,39 menit dan waktu siklus ideal 0,37 menit . Untuk *performance* terendah terjadi pada tanggal 15 Maret 2010 untuk mesin model 8025, dengan produksi total 70 pcs dengan laju operasi 19,88. Sedangkan *performance* yang lainnya masih jauh dibawah standar yang ditetapkan Nakajima.

4.3.2 Mesin *Chip Mounting*

Rata-rata total *performance* untuk mesin *Chip Mounting* adalah 58,818 % untuk rata-rata laju operasi 58,82 % dengan rata-rata produksi total 2873 pcs , hal ini mengakibatkan *performance* rendah dari standar Nakajima. (Lampiran L.5) Untuk *performance* tertinggi sebesar 103,024 terjadi tanggal 27 Februari 2010 untuk model 9225 hal ini disebabkan oleh waktu siklus aktual (0,068 menit) melebihi waktu siklus ideal (0,07 menit). Sedangkan untuk *performance* terendah sebesar 22,950 %

untuk model 4020 terjadi pada tanggal 9 Maret 2010 dengan laju operasi 22,95 % untuk siklus waktu actual 0,261 menit dan waktu siklus ideal 0,06 menit.

4.3.3 Mesin *Spindle Winding*

Performance rata-rata untuk *Spindle Winding* (Lampiran. L8) adalah sebesar 66,87 % tertinggi dari performance mesin yang lain akan tetapi masih jauh lebih rendah dari yang ditetapkan Nakajima, sedangkan rata-rata laju operasi adalah 72,43 % dengan rata-rata Waktu siklus actual adalah 0,39 menit dan waktu siklus ideal adalah 0,265 menit. Performance terendah terjadi pada tanggal 25 Februari 2010 untuk model 5015 dengan total produksi 265 pcs dengan waktu siklus actual adalah 0,66 menit dan waktu siklus ideal 0,25 menit. Sedangkan performance tertinggi adalah 84,37 % terjadi pada tanggal 25 Februari 2010 begitu juga untuk model 7025.

4.3.4 Mesin *Rubber Magnet*

Performance terjelek dari 4 mesin ini adalah mesin Rubber Magnet dengan performance rata-rata 32,569 % dengan laju operasi adalah 32,57 % dengan waktu siklus actual rata adalah 0,29 menit dan waktu siklus ideal adalah 0,08 menit. Sedangkan performance terendah adalah 11,578 % terjadi pada tanggal 28 Februari 2010 untuk model 6025 dan performance tertinggi adalah sebesar 47,808 % terjadi pada tanggal 6 Maret 2010 untuk model 4015.

Secara keseluruhan laju operasi sangat rendah karena waktu siklus actual lebih besar atau lambat (Lihat tabel performance) dari waktu siklus ideal sehingga menyebabkan performance menjadi rendah. Apabila waktu siklus actual di tambah kecepatannya secara matematis akan menambah nilai performance dari mesin dan sekaligus akan menambah nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Pada penelitian ini *performance* yang rendah mejadi penyebab dalam hal kecilnya nilai OEE.

4.4 *Quality* (Kualitas)

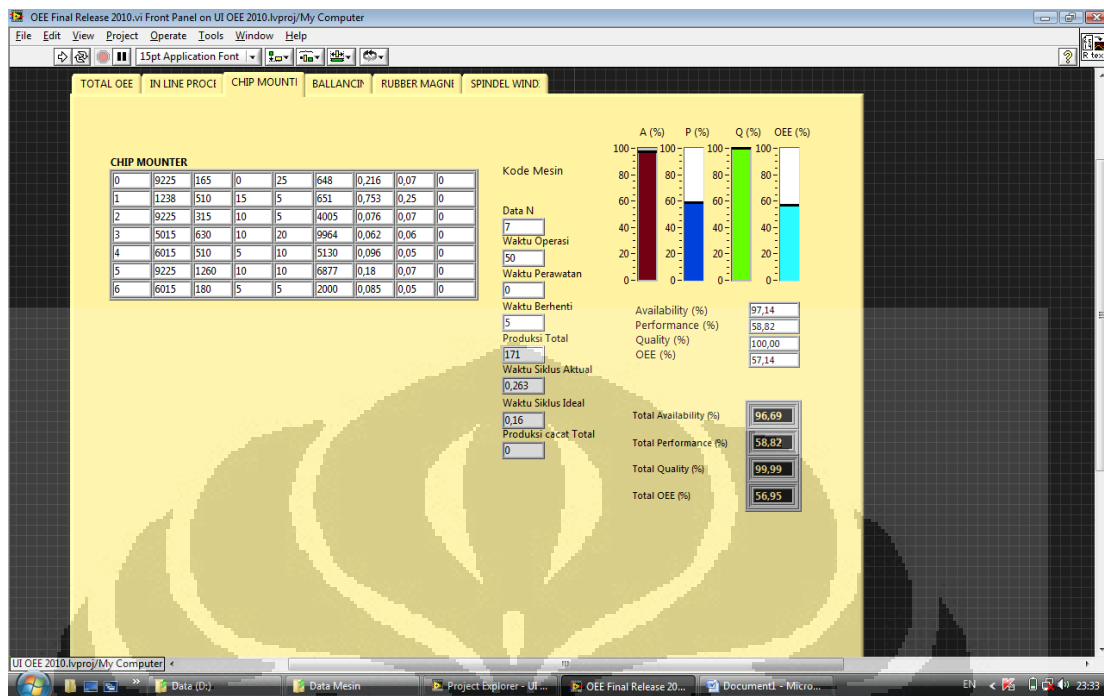
Berdasarkan tabel 4.1 diatas Kualitas mempunyai nilai yang bagus karena rata-rata *Quality* masing-masing mesin diatas 99,8 % kecuali mesin *Spindle Winding* dengan rata-rata 97,458 % , akan tetapi rata-rata *Quality* adalah 99,295 %. Hal ini terjadi karena kebijakan pimpinan untuk mengurangi cacat (*rejeck*) diantaranya dengan cara mengurangi kecepatan ideal dari mesin serta memilih bahan baku yang berkualitas bagus, akan tetapi disisi lain akan berdampak berkurangnya kecepatan ideal mesin akan menurunkan *performance*, untuk selanjutnya akan menurunkan nilai OEE.

4.5. Hasil Pengolahan dengan LabVIEW.

Setelah dilakukan eksekusi terhadap data yang di-*input* pada LabVIEW ternyata **hasilnya sama** dengan perhitungan dengan *windows xl* walaupun berbeda hanya sedikit sekali karena pengaruh pembulatan angka dibelakang koma, dimana hitungan dengan *windows xl* pembulatan tiga angka dibelakang koma sedangkan program LabVIEW menggunakan pembulatan dua angka dibelakang koma. Akan tetapi dengan LabVIEW 8.5 ditampilkan cepat secara bersamaan untuk variabel-variabel OEE dengan tampilan yang menarik serta lebih mudah dilihat.

Gambar 4.1 merupakan tampilan mesin *Chip Mounting* pada hari ke 7 (n=7) (data di ambil/hold dalam posisi running).

Gambar. 4.1 Tampilan mesin *Chip Mounter* hari ke 7 (n=7)



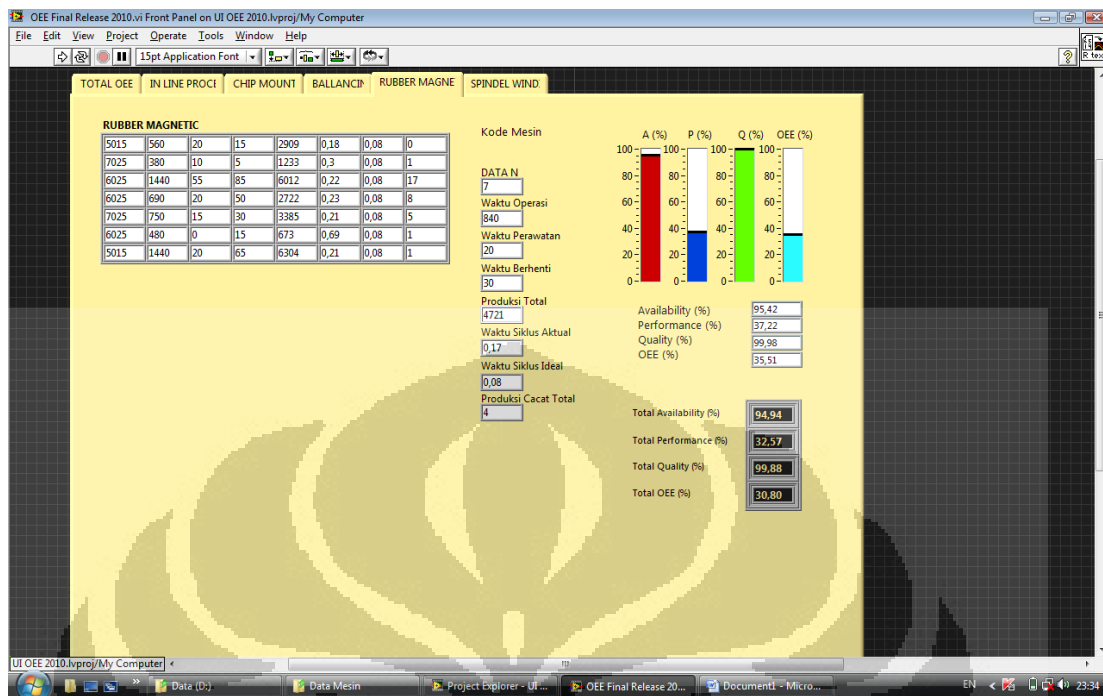
Kalau kita perhatikan tampilan pada gambar 4.1 diatas akan terlihat nilai % *availability* 97,14 %, *performance* 58,82 %, *quality* 100 dan % OEE 57,14.

Kalau kita perhatikan perhitungan dengan menggunakan program *xl windows* (seperti tabel 3.2 dan Lampiran L4-L6), hasil perhitungan ini persis sama dengan hasil hitungan dengan program LabVIEW akan tetapi dengan program LabVIEW semua variable tersebut bisa ditampilkan bersamaan dengan cepat, akurat serta bisa ditampilkan bentuk grafik sekali gus.

Gambar 4.2 berikut merupakan tampilan untuk mesin Rubber Magnet yang diambil datanya pada hari ke n=7.

Pada monitor tampilan terlihat bahwa akan muncul nilai *availability* = 95,42 % *performance* = 37,22 %, *quality* = 99,98 % dan OEE = 35,51%.

Gambar. 4.2 Tampilan mesin *Rubber Magnet* hari ke 7 (n=7)

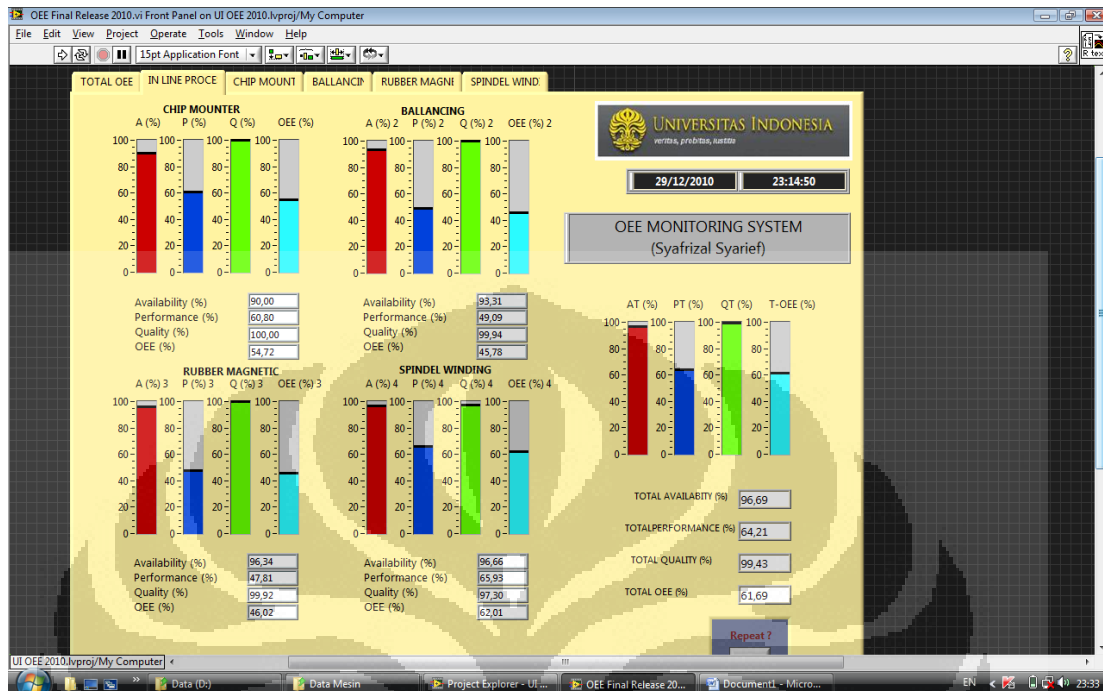


Dengan cara yang sama dapat dilakukan untuk menghitung *performance*, *availability*, *Quality* dan *OEE* dari mesin *Spindle Winding* dan mesin *Balanching* dan akan menghasilkan nilai yang sama dengan perhitungan *xl windows*.

Gambar 4.3 menampilkan hasil *performance*, *availability*, *quality* dan *OEE* dari masing-masing mesin dan gabungan ke 4 mesin secara bersamaan pada hari ke $n=7$. Untuk nilai *performance*, *availability*, *quality* dan *OEE* ditampilkan sekaligus pada saat hari ke $n=7$ (Lihat tabel 3.1 – 3.4 dan Lampiran L1- L12) ternyata mempunyai harga seperti pada tabel 4.2. Hasil ini persis sama dengan perhitungan dengan metode *xl windows*. Akan tetapi dengan program LabVIEW tampilan yang cepat dan cukup menarik karena ditampilkan dalam bentuk grafik sekali gus.

Performance untuk mesin *Balanching* dan *Rubber Magnet* mempunyai nilai $< 50\%$ akan tetapi mesin *Chip Mounting* dan *Spindle Winding* mempunyai nilai $> 60\%$. Hal ini yang membuat nilai *OEE* menjadi kecil ($< 85\%$). Sedangkan untuk *Availability* dan *Quality* mempunyai nilai cukup baik ($> 90\%$).

Gambar. 4.3. Tampilan variabel OEE ke 4 mesin sekaligus hari ke 7 (n=7)



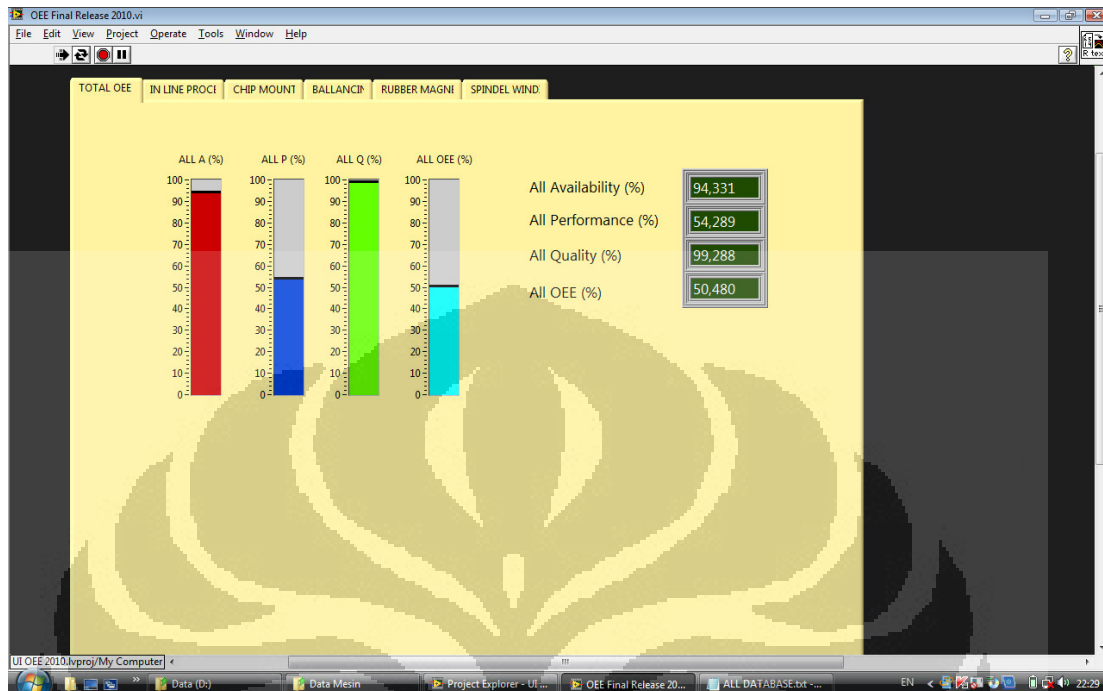
Tabel 4.1 Rangkuman tampilan data pada n=7

Jenis mesin	% Availability	% Performance	% Quality	% OEE
Chip Mounter	90,00	60,80	100	54,72
Balancing	93,31	49,09	99,94	45,78
Rubber Magnet	96,34	47,81	99,92	46,02
Spindle Winding	96,66	65,93	97,30	62,01

Pada tabel 4.1 diatas memperlihatkan rangkuman apabila data diambil pada hari ke 7 (n=7), hal yang sama bisa dilakukan untuk hari (n=?) yang kita inginkan.

Sedangkan untuk tampilan hasil *performance*, *availability*, *quality* dan *OEE* secara keseluruhan atau total dapat dilihat pada gambar 4.4. Ternyata hasilnya juga sama dengan hasil perhitungan dengan menggunakan *xl windows*.

Gambar. 4.4 Tampilan Total Availability, Performance, Quality dan OEE



Nilai rata-rata untuk ke 4 mesin adalah Availability 94,331 %, Performance 54,289%, Quality 99,28 % dan OEE 50,480 %. Seperti dijelaskan sebelumnya ada sedikit perbedaan dengan perhitungan dengan xl (tabel 4.1) karena sewaktu memberikan (input) data dengan program xl terjadi pembulatan desimal dibelakang koma, akan tetapi secara umum tidak begitu berpengaruh. Apabila diberikan data yang persis sama untuk diolah maka hasilnya akan sama.

Sedangkan kelebihan dari program LabVIEW ini adalah menarik dari segi tampilan dan kapan pun bila diinginkan bisa ditampilkan, hal ini akan sangat membantu dengan cepat dalam proses pengambilan keputusan dalam proses *maintenance* .

Disamping itu bisa diintegrasikan dengan kondisi mesin yang sebenarnya adalah dengan cara menambahkan perangkat elektronik seperti penggunaan sensor *proximity* , NIDAX serta perangkat komputer lainnya. Sehingga pengolahan data yang lebih luas bisa dilaksanakan secara otomatis, selanjutnya akan mempercepat penangulangan proses pelaksanaan *maintenance*.

BAB V

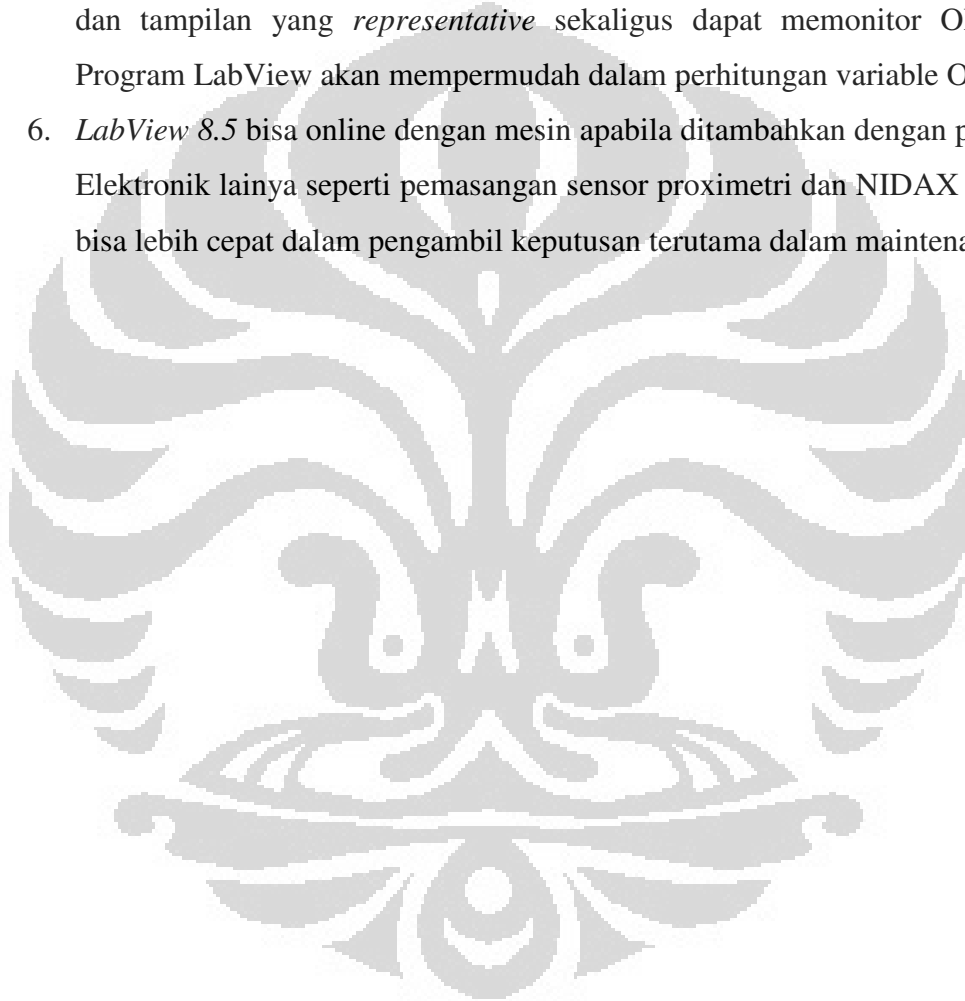
KESIMPULAN

Pada bab terakhir ini, penulis dapat menarik kesimpulan yang didasarkan pada pengolahan dan analisa data yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, sesuai dengan tujuan penelitian ini. Beberapa hal yang dapat disimpulkan dari penelitian pengukuran *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* sebagai pengendali *maintenance* adalah sebagai berikut:

1. *Availability* rata-rata untuk ke 4 mesin adalah 94,331%, bila mengacu pada standar Nakajiman kondisi ini masih bagus karena diatas > 90 % sebagai nilai ideal. Hal ini tercapai karena realibility dan kondisi mesin masih dalam kondisi baik, tercermin misalnya pada mesin Balancing waktu perawatan rata-rata hanya 189 jam dari 11111 jam waktu beban operasi atau dengan waktu perawatan berkisar 1,7 %.
2. *Performance* rata-rata untuk ke 4 mesin adalah 54,055 %, nilai ini masih jauh dari nilai yang ditetapkan (95%,Nakajima). Hal ini disebabkan oleh waktu siklus actual belum mencapai waktu siklus ideal. Hal ini terlihat pada laju operasi Rubber Magnet hanya 32,57%, Balancing 57,89 %, Chip Mounting 58,82 %, Spindle Winding 72, 43 %. Hal ini akan membuat nilai OEE secara keseluruhan akan menurun.
3. *Quality* rata-rata adalah 99,295 % nilai ini sangat bagus karena mencapai nilai 100%. Hal ini akibat dari sangat kecilnya nilai cacat seperti Rubber Magnet hanya 0,083%, Balancing 0,128 %, Chip Mounting 0,0003 %, Spindle Winding 1,702 %. Hal ini salah satu dari kebijakan manajemen perusahaan untuk menjaga cacat sekecil mungkin, disamping itu kualitas mesin yang bagus dengan perawatan yang baik.
4. Didapatnya nilai rata-rata OEE dengan *windows xl* ataupun dengan LabVIEW 50,416 % ,nilai ini jauh lebih rendah dari standar yang ditetapkan oleh Nakajima sebesar 85 %. Sedangkan rata-rata nilai Availability adalah 94,331 %,

rata-rata Performance 54,055 %, rata-rata Quality 99,279 % . Unsur yang menjadi penyebab utama adalah rendahnya nilai Performance.

5. Variabel yang digunakan untuk mencari nilai OEE bisa digunakan sebagai input untuk program LabView 8.5 sehingga secara *in-line Availability, Performance, Quality, OEE* bisa ditampilkan secara bersamaan, akurat cepat , dan tampilan yang *representative* sekaligus dapat memonitor OEE. Jadi Program LabView akan mempermudah dalam perhitungan variable OEE.
6. *LabView 8.5* bisa online dengan mesin apabila ditambahkan dengan perangkat Elektronik lainnya seperti pemasangan sensor proximetri dan NIDAX sehingga bisa lebih cepat dalam pengambil keputusan terutama dalam maintenance.



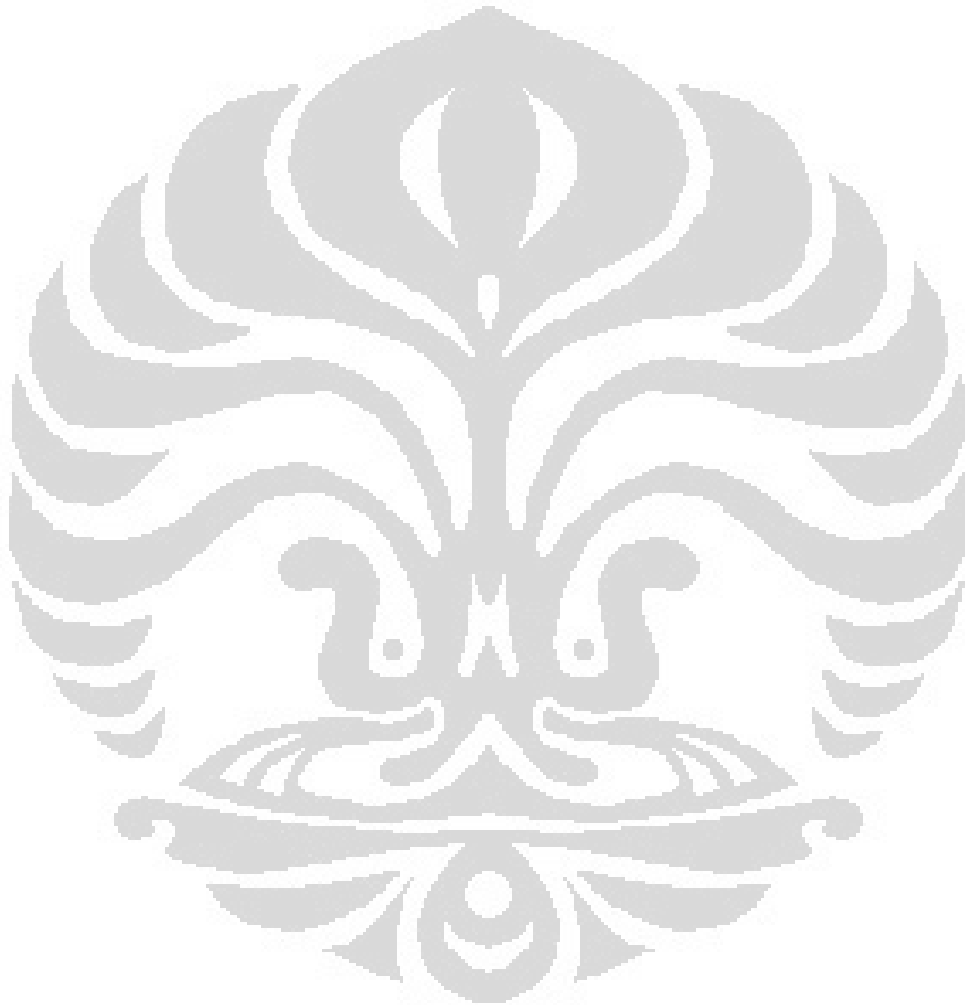
DAFTAR REFERENSI

- Osma Taisir R.Almeanazel; *Total Productive Maintenance and Overall Equipment Effectiveness Measurement* ,Dept.of Industrial Engineering, Hashemite Univercity, Jordan. Journal. JJMIE, volume 4, no.4, September 2010 : ISSN, 1995-6665, pg.517-522
- Sermin Elevli, Birol Elevli, *Performance Measurement of Mining Equipments by Utilizing OEE*; Journal, Dumlupinar University, Industrial Engineering Dept, Kutaya, TURKY. Acta Montanistica slovac, Rocnik 15 (2010), cislo 2, 95-101.
- Ir.K.Batumalay, Dr.A.S.Santhapparaj, *Overall Equipment Effectiveness (OEE) trough Total Productive Maintenance (TPM) Practices- A Study across the Malaysian Industries*, Journal, Faculty of Management Multimedia University Cyberjaya. Malaysia. 2007
- Wes Stone, Aaron Ball, Brian Howell. *Integrating LabVIEW into Engineering Technology Curricula*, Journal, Western Carolina University, Cullowe. ASEE 2008
- Betrianis, Robby Suhendra. *Pengukuran Nilai Overall Equipment Effectiveness Sebagai Dasar Usaha Perbaikan Proses Manufaktur pada Lini Produksi*,i Dept Teknik Industri, Universitas Indonesia, *Journal Teknik Industri* vol 7, no 2, Desember 2005, hal 91-100
- Nakajima, Siichi, *Introduction to TPM Total Productive Maintenance*, Prodcitivity Press, Cambridge, Massachusetts Norwalk, Connecticut, 1988.
- Wireman, Terry, *“Total Productive Maintenance”*, 2nd ed, Industrial Press, New York, 2004.
- Erlinda M,Fauzia D,Irwandi P, *”Pengukuran dan Analisis nilai Overall Equipment Efectiveness (OEE) Sebagai dasar perbaikan sistim manufaktur pipa baja*. Journal, SMART, Jogjakarta,22 Juli,2009
- Shahanaghi,Kamran, Yadian, Seyed A, *”Analyzing the effects of implementation of Total Productive Maintenance (TPM)*, IUST Iran, Word Journal of Modeling and Simulation, vol 5 (2009) No.2,pp.120-129.
- Stephens, Matthew P, *“Productive And Reliability-based Maintenance Management”*, Pearson Education Inc, New Jersey, 2004.

Yosuhiko Mode, “Sistim Produksi Toyota’, seri Mnajemen Operasi” No.7, PPM 2007

Van Katesh J, “An Intruduction to Total Productive Maintenance (TPM)
Article:http://www.plant.management.com/articeles/TPM_intro,April
2007.p.16.

LabView, *National Instrument Cooperation,USA,2007*





LAMPIRAN-LAMPIRAN

L.1**Perhitungan Availability (Ketersediaan)**[Home](#)Nama Mesin : **BALANCING**

Hari Kerja (hari)	Tanggal	MODEL	Waktu Operasi Mesin (menit)	Waktu perawatan (menit)	Waktu berhenti (menit)	Waktu beban Operasi (menit)	Waktu Efektif Operasi (menit)	% Ketersediaan (Availability)
			A	B	C	D=A-B	E=D-C	F=E/D
1	19	9225	395	0	10	395	385	97,468
		6015	695	10	5	685	680	99,270
		7025	155	5	5	150	145	96,667
		8032	195	0	5	195	190	97,436
2	22	9225	690	8	82	682	600	87,977
		9232	645	5	10	640	630	98,438
		6025	105	0	5	105	100	95,238
3	25	9225	1210	15	80	1195	1115	93,305
		8025	230	5	10	225	215	95,556
4	28	9225	840	0	25	840	815	97,024
5	3	9225	350	6	5	344	339	98,547
		8025	520	10	5	510	505	99,020
		1232	570	10	5	560	555	99,107
6	6	9225	710	10	10	700	690	98,571
		6025	270	20	10	250	240	96,000
		8025	410	5	15	405	390	96,296
		6015	50	0	0	50	50	100,000
7	9	9225	520	5	15	515	500	97,087
		6015	80	0	0	80	80	100,000
		6025	600	0	5	600	595	99,167
8	12	7025	510	20	10	490	480	97,959
		1238	110	0	0	110	110	100,000
9	15	6025	720	40	20	680	660	97,059
		9225	600	15	15	585	570	97,436
		8025	120	0	0	120	120	100,000
Total			11300	189	352	11111	10759	2434,627
Rata2			452,000	7,560	14,080	444,440	430,360	97,385

L.2 Perhitungan PERFORMANCE (Kinerja)

Nama Mesin : **BALANCING**

Hari Kerja (hari)	Tanggal	MODEL	Produksi Total (unit)	Waktu Siklus (menit)		Waktu Efektif Operasi (menit)	Laju Operasi (%)	% Kinerja Operasi (<i>Performance</i>)
				Aktual	Ideal			
			G	H	J	E	K=J/H	M=G*J/E
1	19	9225	703	0,54	0,34	385	62,96	62,083
		6015	1090	0,62	0,18	680	29,03	28,853
		7025	200	0,68	0,34	145	50,00	46,897
2	22	8032	400	0,47	0,34	190	72,34	71,579
		9225	1010	0,59	0,34	600	57,63	57,233
		9232	874	0,72	0,34	630	47,22	47,168
3	25	6025	259	0,39	0,37	100	94,87	95,830
		9225	1610	0,69	0,34	1115	49,28	49,094
		8025	334	0,64	0,34	215	53,13	52,819
4	28	9225	914	0,89	0,34	815	38,20	38,130
		9225	562	0,60	0,34	339	56,67	56,366
		8025	864	0,58	0,34	505	58,62	58,170
5	3	1232	1043	0,53	0,32	555	60,38	60,137
		9225	1077	0,64	0,34	690	53,13	53,070
		6025	580	0,47	0,37	270	78,72	79,481
6	6	8025	552	0,67	0,34	390	50,75	48,123
		6015	200	0,25	0,18	50	72,00	72,000
		9225	861	0,58	0,34	500	58,62	58,548
7	9	6015	140	0,57	0,28	80	49,12	49,000
		6025	1350	0,44	0,37	595	84,09	83,950
		7025	979	0,49	0,34	480	69,39	69,346
8	12	1238	125	0,88	0,32	110	36,36	36,364
		6025	1680	0,39	0,37	660	94,87	94,182
		9225	852	0,874	0,34	570	38,90	50,821
9	15	8025	70	1,71	0,34	120	19,88	19,833
		Total	18329	15,904	8,2	10789	1436,16	1439,076
		Rata-rata	733,16	0,57	0,33	490,4	57,89	57,563

L.3 Perhitungan Kualitas (QUALITY)

Nama Mesin : **BALANCING**

Hari Kerja (hari)	Tanggal	MODEL	Produksi Total (unit)	Total cacat Produksi (unit)	% Cacat Produksi	% Kualitas (Quality)
			G	Y	$X=Y/G$	$Q=(G-Y)/G$
1	19	9225	703	11	1,565	98,435
		6015	1090	1	0,092	99,908
		7025	200	0	0,000	100,000
		8032	400	0	0,000	100,000
2	22	9225	1010	2	0,198	99,802
		9232	874	4	0,000	99,542
		6025	259	0	0,000	100,000
3	25	9225	1610	1	0,062	99,938
		8025	334	0	0,000	100,000
4	28	9225	914	1	0,109	99,891
5	3	9225	562	0	0,000	100,000
		8025	865	1	0,116	99,884
		1232	1043	3	0,288	99,712
6	6	9225	1077	2	0,186	99,814
		6025	580	1	0,172	99,828
		8025	552	0	0,000	100,000
		6015	200	0	0,000	100,000
7	9	9225	861	1	0,116	99,884
		6015	140	0	0,000	100,000
		6025	1350	0	0,000	100,000
8	12	7025	979	0	0,000	100,000
		1238	125	0	0,000	100,000
9	15	6025	1680	5	0,298	99,702
		9225	852	0	0,000	100,000
		8025	70	0	0,000	100,000
Total			18330	33	3,201	2496,34
Rata-rata			733,200	1,320	0,128	99,854

L.4 Perhitungan Availability (Ketersediaan)

Nama Mesin : *CHIP MOUNTER*

Hari Kerja (hari)	Tanggal	MODEL	Waktu Operasi Mesin (menit)	Waktu Perawatan (menit)	Waktu Berhenti (menit)	Waktu Beban Operasi (menit)	Waktu Efektif Operasi (menit)	% Ketersediaan (<i>Availability</i>)
			A	B	C	D=A-B	E=D-C	F=E/D
1	19	9225	165	0	25	165	140	84,848
		1238	510	15	5	495	490	98,990
2	22	9225	315	10	5	305	300	98,361
		5015	630	10	20	620	600	96,774
		6015	510	5	10	505	495	98,020
3	25	9225	1260	10	10	1250	1240	99,200
		6015	180	5	5	175	170	97,143
4	27	1225	50	0	5	50	45	90,000
		6015	330	15	15	315	300	95,238
		9225	355	10	5	345	340	98,551
		6025	735	5	10	730	720	98,630
5	3	5020	50	0	0	50	50	100,000
		4510	220	5	5	215	210	97,674
		1225	410	15	85	395	310	78,481
		5015	390	10	5	380	375	98,684
		1238	120	10	0	110	110	100,000
		6080	290	10	5	280	275	98,214
6	6	4020	30	0	0	30	30	100,000
		6015	410	25	10	385	375	97,403
		6025	130	10	5	120	115	95,833
		6080	250	25	5	225	220	97,778
		9225	550	10	5	540	535	99,074
7	9	9225	255	0	5	255	250	98,039
		7025	610	20	5	590	585	99,153
		4020	90	5	5	85	80	94,118
		1225	95	5	10	90	80	88,889
		1238	380	25	5	355	350	98,592
8	12	6015	290	0	5	290	285	98,276
		1225	170	5	0	165	165	100,000
		5015	580	10	5	570	565	99,123
		6080	390	5	5	385	380	98,701
9	15(14)	7025	480	10	5	470	465	98,936
		1225	190	0	6	190	184	96,842
		6015	155	10	5	145	140	96,552

Hari Kerja (hari)	Tanggal	MODEL	Waktu Operasi Mesin (menit)	Waktu Perawatan (menit)	Waktu Berhenti (menit)	Waktu Beban Operasi (menit)	Waktu Efektif Operasi (menit)	% Ketersediaan (<i>Availability</i>)
		6025	325	10	5	315	310	98,413
		9225	225	15	8	210	202	96,190
Total			12125	265	314	11800	11486	3480,720
Rata-Rata			336,806	7,361	8,722	327,778	319,056	96,687

L.5 Perhitungan PERFORMANCE (Kinerja)

Nama Mesin : *CHIP MOUNTER*

Hari Kerja (hari)	Tanggal	MODEL	Produksi Total (pcs)	Waktu Siklus (menit)		Waktu Efektif Operasi (menit)	Laju Operasi (%)	Kinerja Operasi (<i>Performance</i>) %
				Aktual	Ideal			
			G	H	J	E	K=J/H	M=G*J/E
1	19	9225	648	0,216	0,07	140	32,40	32,400
		1238	651	0,753	0,25	490	33,21	33,214
2	22	9225	4005	0,075	0,07	300	93,45	93,450
		5015	9964	0,060	0,06	600	99,64	99,640
		6015	5130	0,096	0,05	495	51,82	51,818
		9225	6877	0,180	0,07	1240	38,82	38,822
3	25	6015	2000	0,085	0,05	170	58,82	58,824
		1225	171	0,263	0,16	45	60,80	60,800
4	28(27)	6015	4050	0,074	0,06	300	81,00	81,000
		9225	5004	0,068	0,07	340	103,02	103,024
		6025	3852	0,187	0,06	720	32,10	32,100
		5020	400	0,125	0,07	50	56,00	56,000
		4510	3275	0,064	0,05	210	77,98	77,976
5	3	1225	1116	0,278	0,16	310	57,60	57,600
		5015	5746	0,065	0,06	375	91,94	91,936
		1238	500	0,220	0,16	110	72,73	72,727
		6080	2502	0,110	0,05	275	45,49	45,491
		4020	360	0,083	0,06	30	72,00	72,000
		6015	7007	0,054	0,05	375	93,43	93,427
6	6	6025	918	0,125	0,06	115	47,90	47,896
		6080	4185	0,053	0,05	220	95,11	95,114
		9225	2520	0,212	0,07	535	32,97	32,972

Hari Kerja (hari)	Tanggal	MODEL	Produksi Total (pcs)	Waktu Siklus (menit)		Waktu Efektif Operasi (menit)	Laju Operasi (%)	Kinerja Operasi (<i>Performance</i>) %
				Aktual	Ideal			
7	9	9225	1296	0,193	0,07	250	36,29	36,288
		7025	5706	0,103	0,06	585	58,52	58,523
		4020	306	0,261	0,06	80	22,95	22,950
		1225	306	0,261	0,16	80	61,20	61,200
		1238	836	0,419	0,16	350	38,22	38,217
8	12	6015	4511	0,063	0,05	285	79,14	79,140
		1225	300	0,550	0,16	165	29,09	29,091
		5015	6240	0,091	0,06	565	66,27	66,265
		6080	3012	0,126	0,05	380	39,63	39,632
9	15(14)	7025	4005	0,116	0,06	465	51,68	51,677
		1225	802	0,229	0,16	184	69,74	69,739
		6015	1008	0,139	0,05	140	36,00	36,000
		6025	3033	0,102	0,06	310	58,70	58,703
		9225	1206	0,167	0,07	202	41,79	41,792
Total			103448	6,2678	3,04	11486	2117,45	2117,448
Rata-rata			2873,56	0,17	0,0844	319,1	58,82	58,82

L.6 Perhitungan Kualitas (QUALITY)

Nama Mesin : *CHIP MOUNTER*

Hari Kerja (hari)	Tanggal	MODEL	Produksi Total (pcs)	Total cacat Produksi (pcs)	% Cacat Produksi	% Kualitas (Quality)
			G	Y	$X=Y/G$	$Q=(G-Y)/G$
1	19	9225	648	0	0,000	100,000
		1238	651	0	0,000	100,000
2	22	9225	4005	0	0,000	100,000
		5015	9964	0	0,000	100,000
		6015	5130	0	0,000	100,000
3	25	9225	6877	0	0,000	100,000
		6015	2000	0	0,000	100,000
4	27	1225	171	0	0,000	100,000
		6015	4050	0	0,000	100,000
		9225	5004	0	0,000	100,000
5	3	6025	3852	0	0,000	100,000
		5020	400	0	0,000	100,000
		4510	3275	0	0,000	100,000
		1225	1116	0	0,000	100,000
		5015	5746	0	0,000	100,000
6	6	1238	500	0	0,000	100,000
		6080	2502	0	0,000	100,000
		4020	360	0	0,000	100,000
		6015	7007	0	0,000	100,000
		6025	918	0	0,000	100,000
		6080	4185	0	0,000	100,000
7	9	9225	2520	0	0,000	100,000
		9225	1296	0	0,000	100,000
		7025	5706	0	0,000	100,000
		4020	306	0	0,000	100,000
8	12	1225	306	0	0,000	100,000
		1238	836	0	0,000	100,000
		6015	4511	2	0,044	99,956
		1225	300	0	0,000	100,000
		5015	6240	0	0,000	100,000
9	15	6080	3012	6	0,199	99,801
		7025	4005	0	0,000	100,000
		1225	802	2	0,249	99,751
		6015	1008	0	0,000	100,000
		6025	3033	1	0,033	99,967
		9225	1206	0	0,000	100,000

Total			93394	11	0,012	3599,47
Rata-rata			2594,278	0,306	0,00033	99,985

L.7 *Perhitungan Availabilty (Ketersediaan)*

Nama Mesin : *SPINDLE WINDING*

Hari Kerja (hari)	Tanggal	MODEL	Waktu Operasi Mesin (menit)	Waktu perawatan (menit)	Waktu berhenti (menit)	Waktu beban Operasi (menit)	Waktu Efektif Operasi (menit)	% Ketersediaan (<i>Availabilty</i>)
			A	B	C	D=A-B	E=D-C	F=E/D
1	19	5015	1440	0	90	1440	1350	93,750
2	22	5015	1440	50	30	1390	1360	97,842
3	25	5015	235	60	40	175	135	77,143
		7025	1110	88	55	1022	967	94,618
4	28	7025	1440	5	1080	1435	355	24,739
5	3	5015	1440	33	10	1407	1397	99,289
6	6	5015	1440	22	15	1418	1403	98,942
7	9	7025	1440	94	45	1346	1301	96,657
8	12	4020	600	30	5	570	565	99,123
		5015	840	42	40	798	758	94,987
9	15	5015	210	6	30	204	174	85,294
		7025	1200	75	30	1125	1095	97,333
Total			12835	505	1470	11001	10860	1059,718
Rata2			1069,583	42,083	122,500	916,750	905,000	88,310

L.8 Perhitungan PERFORMANCE (Kinerja)

Nama Mesin : *SPINDLE WINDING*

Hari Kerja (hari)	Tanggal	MODEL	Produksi Total (unit)	Waktu Siklus (menit)		Waktu Efektif Operasi (menit)	Laju Operasi (%)	Kinerja Operasi (<i>Performance</i>) %
				Aktual	Ideal			
			G	H	J	E	K=J/H	M=G*J/E
1	19	5015	3215	0,42	0,27	1350	64,29	64,30
2	22	5015	3592	0,38	0,27	1360	71,05	71,31
3	25	5015	265	0,66	0,25	175	37,88	37,86
		7025	3138	0,31	0,26	967	83,87	84,37
4	28	7025	1116	0,32	0,26	355	81,25	81,74
5	3	5015	3677	0,37	0,27	1397	72,97	71,07
6	6	5015	3376	0,41	0,27	1403	65,85	64,97
7	9	7025	3299	0,20	0,26	1301	131,31	65,93
8	12	4020	1526	0,37	0,27	565	72,97	72,92
		5015	1822	0,42	0,27	758	64,29	64,90
9	15	5015	407	0,42	0,27	174	64,29	63,16
		7025	2525	0,44	0,26	1095	59,09	59,95
Total		0	27958	4,718	3,18	9631	869,11	802,47
Rata-rata		0	2329,83	0,39	0,265	802,6	72,43	66,87

L.9 Perhitungan Kualitas (*QUALITY*)

Nama Mesin : SPINDLE WINDING

Hari Kerja (hari)	Tanggal	MODEL	Produksi Total (pcs)	Total cacat Produksi (pcs)	% Cacat Produksi	% Kualitas (Quality)
			G	Y	$X=Y/G$	$Q=(G-Y)/G$
1	19	5015	3215	115	3,577	96,423
2	22	5015	3592	92	2,561	97,439
3	25	5015	265	15	0,000	94,340
		7025	3138	88	2,804	97,196
4	28	7025	1116	16	1,434	98,566
5	3	5015	3677	77	2,094	97,906
6	6	5015	3376	76	2,251	97,749
7	9	7025	3299	89	2,698	97,302
8	12	4020	1526	25	1,638	98,362
		5015	1822	25	1,372	98,628
9	15	5015	407	7	1,720	98,280
		7025	2525	75	2,970	97,030
Total			27958	618	20,430	1169,22
Rata-rata			2329,833	51,500	1,702	97,435

L.10 Perhitungan Availability (Ketersediaan)

Nama Mesin : *Rubber Magnet*

Hari Kerja (hari)	Tanggal	MODEL	Waktu Operasi Mesin (menit)	Waktu Perawatan (menit)	Waktu Berhenti (menit)	Waktu Beban Operasi (menit)	Waktu Efektif Operasi (menit)	% Ketersediaan (Availability)
			A	B	C	D=A-B	E=D-C	F=E/D
1	19	5015	560	20	15	540	525	97,222
		7025	380	10	5	370	365	98,649
2	22	6025	1440	55	85	1385	1300	93,863
3	25	6025	690	20	50	670	620	92,537
		7025	750	15	30	735	705	95,918
4	28	6025	480	0	15	480	465	96,875
5	3	5015	1440	20	65	1420	1355	95,423
6	6	4015	840	20	30	820	790	96,341
		7025	270	40	5	230	225	97,826
		4020	300	10	15	290	275	94,828
7	9	6025	930	15	30	915	885	96,721
		7025	120	10	5	110	105	95,455
		5015	390	15	40	375	335	89,333
	12	5015	1050	15	25	1035	1010	97,585
		7025	180	15	20	165	145	87,879
9	15	5015	570	15	45	555	510	91,892
		7025	360	15	15	345	330	95,652
Total			10750	310	495	10440	9945	1613,999
Rata-Rata			430,000	12,400	19,800	417,600	397,800	94,941

L.11. Perhitungan PERFORMANCE (Kinerja)

Nama Mesin : *Rubber Magnet*

Hari Kerja (hari)	Tanggal	MODEL	Produksi Total (unit)	Waktu Siklus (menit)		Waktu Efektif Operasi (menit)	Laju Operasi (%)	% Kinerja Operasi (<i>Performance</i>)
				Aktual	Ideal			
			G	H	J	E	K=J/H	M=G*J/E
1	19	5015	2909	0,18	0,08	525	44,33	44,328
		7025	1233	0,30	0,08	365	27,02	27,025
2	22	6025	6012	0,22	0,08	1300	37,00	36,997
		6025	2722	0,23	0,08	620	35,12	35,123
3	25	6025	3385	0,21	0,08	705	38,41	38,411
		7025	673	0,69	0,08	465	11,58	11,578
4	28	6025	6304	0,21	0,08	1355	37,22	37,219
6	6	4015	4721	0,17	0,08	790	47,81	47,808
		7025	358	0,63	0,08	225	12,73	12,729
		4020	776	0,35	0,08	275	22,57	22,575
7	9	6025	2737	0,32	0,08	885	24,74	24,741
		7025	225	0,47	0,08	105	17,14	17,143
		5015	1291	0,26	0,08	335	30,83	30,830
8	12	5015	5412	0,19	0,08	1010	42,87	42,867
		7025	760	0,19	0,08	145	41,93	41,931
9	15	5015	2644	0,19	0,08	510	41,47	41,475
		7025	1687	0,20	0,08	330	40,90	40,897
Total			43849	5,00	1,36	9945	553,68	553,676
Rata-rata			2579,35	0,29	0,08	585,0	32,57	32,569

L.12 *Perhitungan Kualitas (QUALITY)*

Nama Mesin : **Rubber Magnet**

Hari Kerja (hari)	Tanggal	MODEL	Produksi Total (unit)	Total cacat Produksi (unit)	% Cacat Produksi	% Kualitas (Quality)
			G	Y	$X=Y/G$	$Q=(G-Y)/G$
1	19	5015	2909	0	0,000	100,000
		7025	1233	1	0,081	99,919
2	22	6025	6012	17	0,283	99,717
3	25	6025	2722	8	0,294	99,706
		7025	3385	5	0,148	99,852
4	28	6025	673	1	0,149	99,851
5	3	5015	6304	1	0,016	99,984
6	6	4015	4721	4	0,085	99,915
		7025	358	0	0,000	100,000
		4020	776	0	0,000	100,000
7	9	6025	2737	1	0,037	99,963
		7025	225	1	0,444	99,556
		5015	1291	0	0,000	100,000
8	12	5015	5412	2	0,037	99,963
		7025	760	2	0,263	99,737
9	15	5015	2644	3	0,113	99,887
		7025	1687	2	0,119	99,881
Total			43849	48	2,068	1697,93
Rata-rata			1753,960	1,920	0,083	99,878