



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**ANALISIS DAN PENGUKURAN NILAI *OVERALL EQUIPMENT  
EFFECTIVENESS (OEE)* SEBAGAI DASAR PERBAIKAN  
PROSES MANUFAKTUR LINE INJEKSI PLASTIK *DOOR  
HANDLE MOBIL*  
STUDY KASUS: PT. SUGITY CREATIVES**

**SKRIPSI**

**Antonius Rudi Setiyawan  
0906603480**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
DEPOK  
DESEMBER 2011**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**ANALISIS DAN PENGUKURAN NILAI *OVERALL EQUIPMENT  
EFFECTIVENESS (OEE)* SEBAGAI DASAR PERBAIKAN  
PROSES MANUFAKTUR LINE INJEKSI PLASTIK *DOOR  
HANDLE MOBIL*  
STUDY KASUS: PT. SUGITY CREATIVES**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
SARJANA TEKNIK**

**Antonius Rudi Setiyawan  
0906603480**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
DEPOK  
DESEMBER 2011**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Antonius Rudi Setiyawan

NPM : 0906603480

Tanda tangan : 

Tanggal : 20 Desember 2011

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :  
Nama : Antonius Rudi Setiyawan  
NPM : 0906603480  
Program Studi : Teknik Industri  
Judul Skripsi : Analisis dan Pengukuran *Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE)* sebagai dasar perbaikan proses manufaktur line injeksi plastik *Door Handle Mobil*.  
Studi Kasus : PT. Sugity Creatives  
(*Measurement and Analysis value of Overall Equipment Effectiveness (OEE) of Base Improvement Manufacturing Process at Line Plastic Injection Car Door Handle. Case Study: PT. Sugity Creatives*)

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

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. Dendi Prajadhiana Ishak, MSIE (.....)

Penguji : Ir. Boy Nurtjahyo M., MSIE (.....)

Penguji : Ir. Fauzia Dianawati, MSi (.....)

Penguji : Ir. Erlinda Muslim, MEE (.....)

Penguji : Dwinta Utari, ST, MT, MBA (.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 28 Desember 2011

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yesus Kristus, dengan kasih dan kuasa-Nya, skripsi ini akhirnya dapat terselesaikan tepat waktu. Skripsi ini dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan untuk menjadi Sarjana Teknik pada program studi Teknik Industri, Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Dalam kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ir. Dendi Prajadhiana Ishak, MSIE. Selaku dosen pembimbing, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
2. Pihak-pihak yang telah memberikan data dan pengarahan, sehingga proses pembuatan skripsi ini dapat berjalan dengan lancar.
3. Prof. Dr. Ir. T. Yuri M. Zagloel, MEngSc. Selaku ketua Departemen Teknik Industri Universitas Indonesia.
4. Bapak, Ibu dan Kakak yang sudah memberikan dukungan penuh selama pengerjaan skripsi ini.
5. Istri saya , Rosa yang selalu tersenyum buatku dan memberi semangat dan kasih sayang dalam proses pembuatan skripsi ini, terima kasih atas segalanya.
6. Rekan – rekan ATMI yang selalu memberi semangat saat kuliah
7. Rekan – rekan Ektensi TI UI Depok '09, yang selalu mendukung dalam proses kuliah selama ini, semoga kita selamanya solid.
8. Orang-orang kantor yang selalu membuatku tertawa dan menghiburku.
9. Tuhan Yesus yang kucinta, terima kasih buat kasih-Mu yang tiada duanya. Terima kasih buat setiap padang rumput hijau dan bukit terjal yang sudah dan akan kita lewati bersama, aku tahu Engkau selalu menjagaku. Biar kasih-Mu memancar di hidupku, dan biar diriku jadi anak-Mu yang sejati.

Akhir kata, semoga karya tulis ini berguna dan bermanfaat bagi semua pihak, baik kalangan akademisi dan praktisi, maupun instansi terkait lainnya.

Depok, 20 Desember 2011

Penulis

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

---

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

Nama : Antonius Rudi Setiyawan  
NPM : 0906603480  
Program Studi : Teknik Industri  
Departemen : Teknik Industri  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Skripsi

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:

**Analisis dan Pengukuran Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) sebagai dasar perbaikan proses manufaktur line injeksi plastik Door Handle Mobil.**

**Studi Kasus : PT. Sugity Creatives**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, Universitas Indonesia berhak untuk dapat 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 : 20 Desember 2011

Yang menyatakan,



(Antonius Rudi Setiyawan)

## ABSTRACT

Name : Antonius Rudi Setiyawan  
Study Program : Industrial Engineering  
Title : Measurement and Analysis value of Overall Equipment Effectiveness (OEE) of Base Improvement Manufacturing Process at Line Plastic Injection Car Door Handle.  
Case Study: PT. Sugity Creatives

Competition world of today's increasingly competitive business. All companies, especially in manufacturing, seeks to provide the best for its customers with products of good quality and appropriate delivery time. Therefore, every smart manufacturing companies must deal with and implement the right strategies in support of the production process. Here will be discussed on one of the strategies TPM (Total Productive Maintenance) which significantly could make the production process for the better in terms of equipment, product delivery and product defect rates. The correct application of the TPM strategy can improve the performance of production so that the survival of a manufacturing company can be maintained. This study used methods by measuring OEE, multiple regression and correlation, and FMEA to identify and resolve these problems occurred. The results of this study found that the equipment losses are one of the highest causes of the low value of OEE and availability ratio.

Key words:

Overall Equipment Effectiveness (OEE), Multiple Regression and Correlation, Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), Statistical Process Control (SPC).

## ABSTRAK

Nama : Antonius Rudi Setiyawan  
Program Studi : Teknik industri  
Judul : **Analisis dan Pengukuran Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) sebagai dasar perbaikan proses manufaktur line injeksi plastik Door Handle Mobil. Studi Kasus : PT. Sugity Creatives**

Persaingan dunia usaha saat ini semakin kompetitif. Semua perusahaan khususnya bidang manufaktur, berusaha untuk memberikan yang terbaik bagi konsumennya dengan produk yang berkualitas yang baik serta delivery time yang tepat. Oleh karena itu, setiap perusahaan manufaktur harus pintar menyiasati dan menerapkan strategi yang tepat dalam mendukung proses produksinya. Di sini akan dibahas mengenai salah satu strategi *TPM (Total Productive Maintenance)* yang secara signifikan bisa membuat proses produksi menjadi lebih baik dalam hal peralatan, pengiriman produk dan tingkat cacat produk. Penerapan yang benar dari strategi TPM ini dapat meningkatkan kinerja produksi sehingga kelangsungan hidup sebuah perusahaan manufaktur dapat terus terjaga. Dalam penelitian ini digunakan metode pengukuran OEE, regresi majemuk dan korelasi, FMEA, dan SPC untuk mengetahui dan menyelesaikan permasalahan yang terjadi tersebut. Hasil penelitian ini didapatkan bahwa *equipment losses* adalah salah satu penyebab tertinggi dari rendahnya nilai OEE dan *availability ratio*.

Kata kunci:

*Overall Equipment Effectiveness (OEE), Multiple Regression and Correlation, Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), Statistical Process Control (SPC)*

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
PERNYATAAN ORISINALITAS .....	ii
PENGESAHAN .....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH .....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	v
ABSTRAK .....	vi
ABSTRACT .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
<b>1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Diagram Keterkaitan Masalah .....	5
1.3 Perumusan Masalah .....	6
1.4 Tujuan Penelitian .....	6
1.5 Ruang Lingkup Penelitian .....	6
1.6 Metodologi Penelitian .....	8
1.7 Sistematika Penulisan .....	9
<b>2. LANDASAN TEORI .....</b>	<b>10</b>
2.1 <i>Total Productive Maintenance (TPM)</i> .....	10
2.1.1 Definisi <i>Total Productive Maintenance (TPM)</i> .....	10
2.1.2 Tujuan dan Dasar Pemikiran TPM .....	11
2.1.3 Sejarah dan Perkembangan TPM .....	12
2.1.4 Latar Belakang Perlunya TPM .....	15
2.1.5 Pilar - Pilar TPM .....	17
2.1.5.1 5 S ( <i>Seiri, Seiton, Seisu, Seiketsu, Shitsuke</i> ) .....	17
2.1.5.2 Pemeliharaan Mandiri .....	19
2.1.5.3 Perbaikan Bertahap .....	19
2.1.5.4 Pemeliharaan Terencana .....	19
2.1.5.5 Pemeliharaan Kualitas .....	20
2.1.5.6 Pelatihan .....	20
2.1.5.7 Organisasi Kerja .....	21
2.1.5.8 Keamanan, Kesehatan, Lingkungan .....	21
2.1.6 Keuntungan Implementasi TPM .....	22
2.2 <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i> .....	22
2.2.1 Definisi OEE .....	25

2.2.2	Tujuan Implementasi OEE .....	26
2.2.3	Pengukuran Nilai OEE .....	27
2.2.3.1	<i>Availability</i> .....	27
2.2.3.2	<i>Performance Rate</i> .....	28
2.2.3.3	<i>Quality Rate</i> .....	29
2.3	<i>Multiple Regression And Correlation</i> .....	31
2.3.1	Komputer dan <i>Multiple Regression</i> .....	31
2.3.2	Signifikansi dalam <i>Multiple Regression</i> .....	32
2.4	<i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i> .....	33
2.4.1	Definisi FMEA .....	33
2.4.2	Manfaat FMEA .....	34
2.4.3	Jenis FMEA.....	35
2.4.3.1	Design <i>FMEA</i> .....	35
2.4.3.2	Proses <i>FMEA</i> .....	36
2.4.4	Hasil Keluaran FMEA.....	36
2.4.5	Interpretasi FMEA.....	37
2.4.6	Pedoman Umum FMEA.....	38
2.5	Pengendalian Kualitas Statistik .....	43
2.5.1	Manfaat Pengendalian Kualitas Statistik .....	43
2.5.2	Pembagian Pengendalian Kualitas Statistik .....	44
2.5.3	Alat Bantu Dalam Pengendalian Kualitas .....	45
2.5.3.1	Lembar Pemeriksaan .....	46
2.5.3.2	Diagram Sebar ( <i>Scatter Diagram</i> ) .....	47
2.5.3.3	Diagram Sebab Akibat .....	47
2.5.3.4	Diagram Pareto.....	48
2.5.3.5	Diagram Alir/Diagram Proses .....	49
2.5.3.6	Histogram .....	50
2.5.3.7	Peta Kendali .....	50
2.6	Uji Kecukupan Data .....	56
<b>3.</b>	<b>PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA .....</b>	<b>57</b>
3.1	Gambaran Umum Perusahaan .....	57
3.2	Ruang Lingkup Bidang Usaha .....	58
3.3	Lokasi Perusahaan .....	60
3.4	Struktur Organisasi Perusahaan .....	60
3.5	Pembagian Tugas dan Wewenang .....	61
3.6	Visi dan Misi Perusahaan, Kebijakan Mutu, Sasaran Mutu.....	66
3.6.1	Visi Perusahaan .....	66
3.6.2	Misi Perusahaan .....	66
3.7	Sarana dan Prasarana.....	66
3.8	Metode Pengumpulan Data .....	67
3.8.1	Kerugian ( <i>Losses</i> ) .....	67

3.8.2	Data Pengolahan.....	69
3.9	Pengolahan Data.....	72
3.9.1	Pengukuran Nilai OEE .....	72
3.9.1	Pengukuran Nilai <i>Availability Ratio</i> .....	73
3.9.2	Pengukuran Nilai <i>Performance Ratio</i> .....	75
3.9.3	Pengukuran Nilai <i>Quality Rate</i> .....	77
3.9.4	Pengukuran Nilai <i>OEE</i> .....	79
<b>4.</b>	<b>ANALISIS ... .....</b>	<b>88</b>
4.1	Analisis Pengolahan Data.....	88
4.1.1	Analisis Pengukuran OEE .....	88
4.1.2	Analisis Hubungan Variabel Pengukuran terhadap nilai OEE. ....	90
4.1.3	Analisis <i>Availability Losses (Equipment Downtime)</i> .....	95
4.1.4	Analisis FMEA .....	97
4.1.5	Analisis <i>Quality Rate</i> Dengan Pengendalian Kualitas .....	98
4.1.5.1	Pengumpulan Data .....	99
4.1.5.2	Analisis Menggunakan Peta Kendali p .....	100
4.1.5.3	Diagram Pareto Defect Pada <i>Handle Door</i> .....	103
<b>5.</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>108</b>
5.1	Kesimpulan.....	108
5.2	Saran .....	109
<b>6.</b>	<b>DAFTAR REFERENSI .....</b>	<b>110</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Data <i>Customer Claim</i> Bulan Agustus – Oktober 2011.....	3
Gambar 1.2	Data Pareto Defect Bulan Agustus 2011 .....	4
Gambar 1.3	Diagram Keterkaitan Masalah .....	5
Gambar 1.4	Diagram Alir Metodologi Penelitian .....	8
Gambar 2.1	<i>Losses</i> dalam TPM.....	16
Gambar 2.2	Delapan Pilar TPM .....	18
Gambar 2.3	Pengelompokan <i>Six Big Losses</i> .....	26
Gambar 2.4	Contoh hasil pengolahan data dengan Minitab .....	31
Gambar 2.5	Pedoman Kegiatan dan Pengisian Form FMEA .....	41
Gambar 2.6	Alat Bantu Pengendalian Kualitas .....	46
Gambar 2.7	Bentuk – Bentuk Penyimpangan dalam Peta Kendali .....	52
Gambar 3.1	Customer PT. Sugity Creatives .....	58
Gambar 3.2	Jenis Produk yang dihasilkan PT. Sugity Creatives .....	59
Gambar 3.3	Peta Lokasi Perusahaan PT. Sugity Creatives .....	60
Gambar 3.4	Struktur Organisasi dan jumlah Karyawan.....	61
Gambar 3.5	<i>Handle Door</i> Mobil .....	71
Gambar 3.6	Nilai <i>Availability Ratio</i> Tahun 2009 - 2010 .....	74
Gambar 3.7	Kecenderungan nilai <i>Availability Ratio</i> Bulan Jan-Okt 2011 ....	74
Gambar 3.8	Nilai <i>Performance Ratio</i> Tahun 2009 - 2010 .....	76
Gambar 3.9	Kecenderungan nilai <i>Performance Ratio</i> Bulan Jan-Okt 2011 .	76
Gambar 3.10	Nilai <i>Quality Rate</i> Tahun 2009 - 2010 .....	78
Gambar 3.11	Kecenderungan nilai <i>Quality Rate</i> Bulan Jan – Okt 2011 .....	78
Gambar 3.12	Nilai <i>OEE</i> Tahun 2009 - 2010 .....	80
Gambar 3.13	Kecenderungan nilai <i>OEE</i> Bulan Jan – Okt 2011 .....	80
Gambar 3.14	Analysis Multiple Regression & Correlation .....	84
Gambar 3.15	Aliran Kegiatan FMEA .....	85
Gambar 4.1	Komposisi nilai pencapaian nilai <i>OEE</i> kurang dari 50% .....	90
Gambar 4.2	Pareto Diagram Tingkat Signifikansi mesin Injeksi .....	95
Gambar 4.3	Pareto Diagram <i>Equipment Downtime</i> mesin Injeksi .....	96
Gambar 4.4	<i>P Chart Defect</i> Bulan Agustus – Oktober 2011 .....	102
Gambar 4.5	Peringatan Dalam Grafik Pengendali Rata – Rata Bergerak .....	102
Gambar 4.6	Pareto Defect Periode Bulan Agustus 2011 .....	104
Gambar 4.7	Diagram <i>Fishbone</i> Untuk Problem <i>Scratch &amp; Silver</i> .....	105

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Perkembangan TPM .....	13
Tabel 2.1	Nilai Kemampuan Deteksi.....	41
Tabel 2.2	Nilai Tingkat Keseriusan .....	42
Tabel 2.3	Nilai Tingkat Kejadian.....	42
Tabel 3.1	Spesifikasi Mesin Injeksi Untuk Produksi <i>Handle Door</i> .....	71
Tabel 3.2	Nilai <i>Availability Ratio</i> Bulan Jan-Okt 2011 .....	65
Tabel 3.3	Nilai <i>Performance Ratio</i> Bulan Jan-Okt 2011.....	66
Tabel 3.4	Nilai <i>Quality Rate</i> Bulan Jan-Okt 2011 .....	66
Tabel 3.5	Nilai OEE Bulan Jan-Okt 2011 .....	69
Tabel 4.1	Nilai faktor utama dan OEE pencapaian Agustus 2011 .....	88
Tabel 4.2	Nilai OEE kurang < 50%.....	89
Tabel 4.3	Nilai Distribusi –t dan p- value variabel pengukuran .....	92
Tabel 4.4	Nilai Distribusi –F dan p- value variabel pengukuran.....	93
Tabel 4.5	Laporan Kerusakan Produk di <i>Line</i> Injeksi <i>Handle Door</i> .....	99
Tabel 4.6	Jumlah Frekuensi <i>Defect</i> Periode Bulan Agustus 2011 .....	103
Tabel 4.7	Analisis Penyebab dan Usulan Perbaikan .....	106
Tabel 4.8	Hubungan Analisis Ide <i>Improvement</i> Dengan Tiga Faktor OEE .....	107

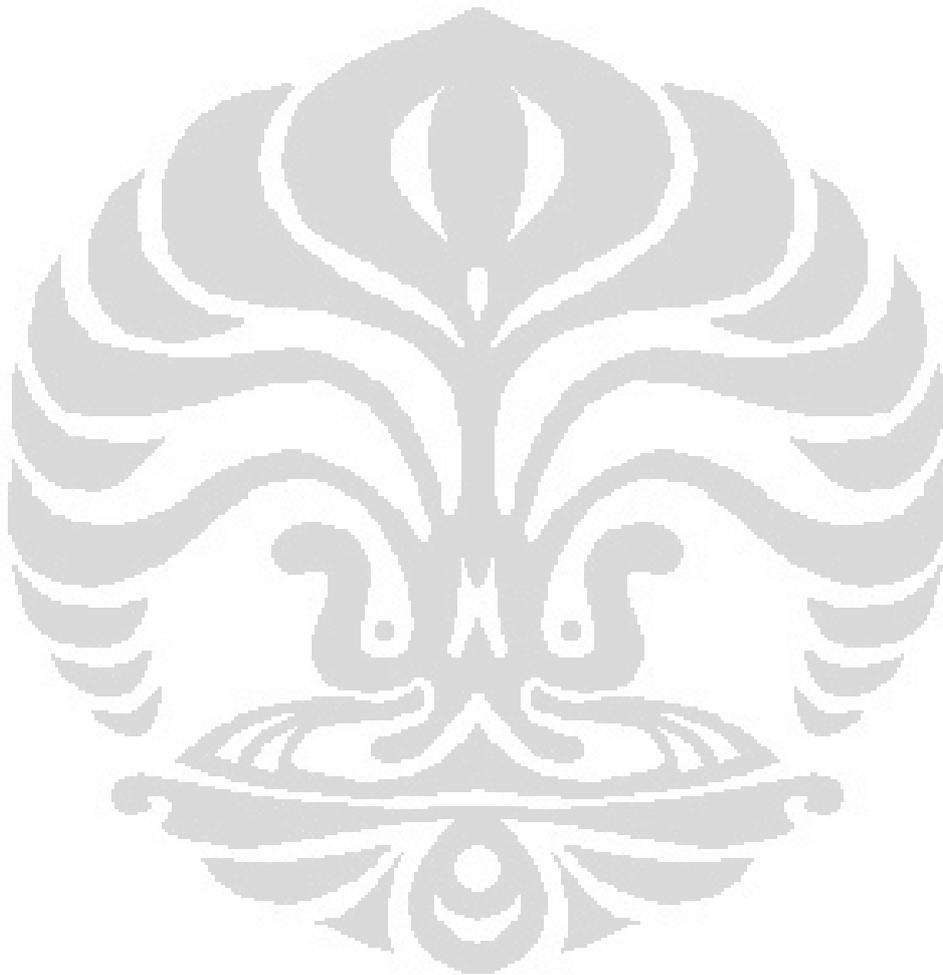
## DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1	<i>Overall Equipment Effectiveness</i> .....	27
Persamaan 2.2	<i>Availability Ratio</i> .....	27
Persamaan 2.3	<i>Operating Speed Rate</i> .....	28
Persamaan 2.4	<i>Nett Operating Time</i> .....	29
Persamaan 2.5	<i>Performance Ratio</i> .....	27
Persamaan 2.6	<i>Quality Ratio</i> .....	30
Persamaan 2.7	<i>Multiple Regression</i> .....	31
Persamaan 2.8	Signifikansi dalam <i>Multiple Regression</i> .....	32
Persamaan 2.9	Persentase Kerusakan.....	54
Persamaan 2.10	Garis Pusat ( <i>Central Line</i> ) .....	54
Persamaan 2.11	Batas Kendali Atas.....	55
Persamaan 2.12	Batas Kendali Bawah.....	55
Persamaan 2.13	Uji Kecukupan Data.....	56

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pengukuran Nilai *Availability Ratio* bulan Agustus 2011

Lampiran 2 Pengukuran Nilai *Quality Rate* bulan Oktober 2011



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan dunia industri dan perekonomian di Indonesia yang semakin meningkat telah membangun iklim persaingan yang semakin ketat dan kompetitif antar perusahaan yang satu dengan perusahaan lainnya. Dengan kondisi seperti ini, setiap perusahaan dituntut untuk dapat bertahan dan memiliki kemampuan bersaing yang semakin besar supaya dapat bertahan menghadapi iklim persaingan tersebut. Kepuasan pelanggan menjadi salah satu faktor yang berperan sangat penting bagi kelangsungan hidup suatu perusahaan, karena hal inilah yang akan membuat perusahaan tersebut menjadi semakin besar dan mampu memenangkan setiap pertarungan bisnis.

Untuk memenuhi hal itu, diperlukan suatu sistem produksi yang saling menunjang antara proses yang satu terhadap proses selanjutnya di dalam suatu kesatuan proses manufaktur, sehingga dihasilkan suatu produk yang berkualitas tinggi, dengan ketepatan waktu pembuatan sampai pengiriman produk sesuai dengan batas waktu yang telah disepakati, sehingga kepuasan pelanggan dapat tercapai. Salah satu hal yang dapat dilakukan oleh perusahaan untuk memberikan kepuasan kepada pelanggan adalah dengan menghasilkan produk yang harganya murah dan dalam waktu proses yang cepat. Hal ini dapat dicapai dengan cara melakukan berbagai perbaikan untuk menekan biaya produksi dan menurunkan waktu total proses.

Perbaikan dari sistem manufaktur melakukan salah satu usaha yang intensif dilakukan. Sistem manufaktur yang ada diperbaiki, sehingga nantinya dapat merespon perubahan pasar dengan cepat. Selain itu untuk mendukung manufacturing tersebut, kinerja dari peralatan dan mesin yang digunakan harus diperbaiki, sehingga dapat digunakan seoptimal mungkin. Sering dijumpai tindakan perbaikan tidak menyentuh pada akar permasalahan yang sesungguhnya. Akibatnya banyak ditemukan pada perusahaan – perusahaan bahwa kontribusi terbesar dari biaya total produksi adalah bersumber dari biaya pelaksanaan

pemeliharaan peralatan baik secara langsung maupun tidak (Benjamin S. Blanchard).

Idealnya semua kegiatan pemeliharaan harus mempunyai tindakan pencegahan (*preventive maintenance*). Untuk itu pemeliharaan diterapkan pada peralatan yang bermasalah (terjadi enam kerugian utama). Bermasalah disini berarti, terjadi kemerosotan dalam hal kualitas maupun kuantitas dari produk. Beberapa aspek dari pemeliharaan pencegahan biasanya merujuk pada kegiatan perbaikan (*repair*), perkiraan (*predictive*), dan pemeriksaan menyeluruh (*overhaul*). Hal ini juga disebabkan karena tidak adanya atau kurang efektifnya sistem atau metode yang mampu mengukur kinerja sesungguhnya dari peralatan dan memberikan solusi terhadap permasalahan yang ditemui.

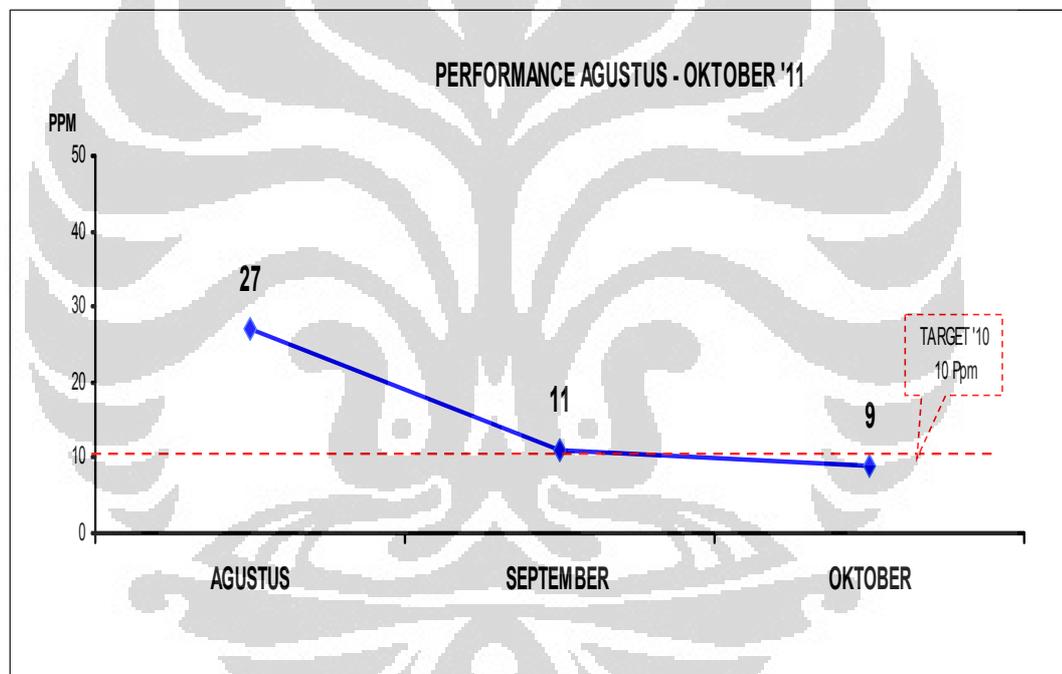
Pemilihan sistem pengukuran kinerja sangat penting untuk mencapai sasaran perusahaan (*Chris Morgan*). Pengukuran kinerja perusahaan juga menjadi sangat penting bagi manajemen perusahaan untuk mengetahui tercapai atau tidaknya sasaran perusahaan. Dengan melakukan pengukuran berarti terdapat proses *control*, mengendalikan dan memperbaiki kinerja dari orang-orang atau *team work* yang terdapat dalam sebuah organisasi.

Salah satu metode pengukuran kinerja yang banyak digunakan oleh perusahaan-perusahaan, yang mampu mengatasi masalah serupa di atas adalah *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*. Metode ini merupakan bagian utama dari sistem pemeliharaan yang banyak diterapkan oleh perusahaan Jepang, yaitu *Total Productive Maintenance (TPM)*. Keandalan metode ini telah dibuktikan melalui beberapa penelitian yang telah didokumentasikan melalui jurnal internasional. Salah satu contohnya adalah penelitian yang dilakukan oleh Osama Taisir R. Almeanazel dalam penelitiannya yang berjudul "*Total Productive Maintenance Review and Overall Equipment Effectiveness Measurement*".

PT. *Sugity Creatives* sebagai perusahaan manufaktur injeksi plastik *well established* di Indonesia dimana telah berdiri sejak tahun 1995, masih dijumpai beberapa masalah seperti tingkat kerusakan mesin yang cukup tinggi (*breakdown*). Sudah saatnya pihak manufaktur harus mendefinisikan dan menata ulang konsep dan sistem maintenance mereka, dimana konsep dan sistem yang baru tersebut tidak hanya mampu memastikan bahwa *equipment* yang dimiliki

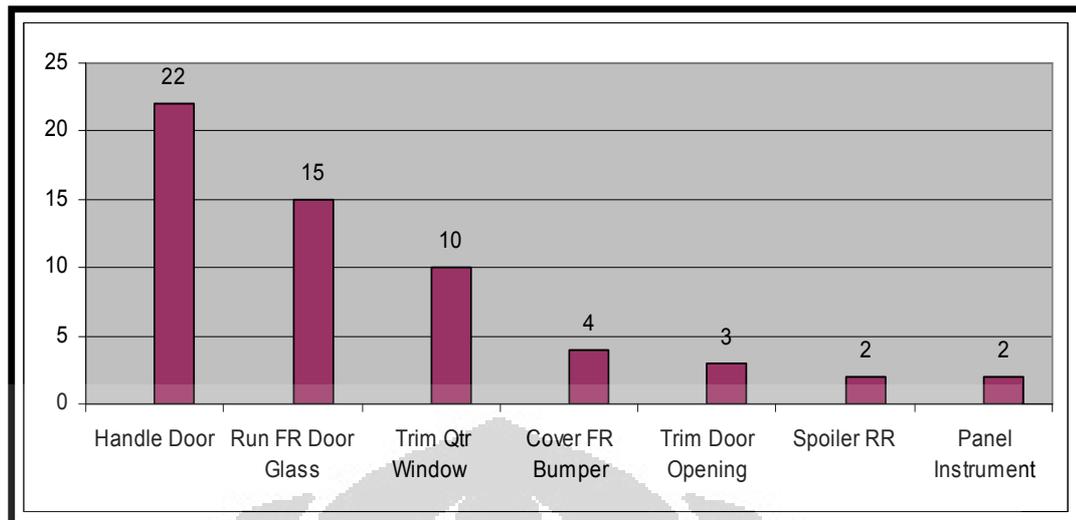
bisa menghasilkan *High Quality Product* tetapi juga bisa mengukur efisiensi secara menyeluruh dari *equipment* maupun fasilitas yang dimiliki serta bisa mengidentifikasi masalah serta memberikan ide *improvement* yang harus dilakukan.

Oleh karena itu, penulis mencoba melakukan penelitian dengan menggunakan OEE untuk memberikan masukan terhadap masalah yang dihadapi melalui analisa perhitungan OEE serta mencoba mengungkap akar masalah dari sudut pandang penulis. Untuk itu disini penulis akan mengambil salah satu mesin/*equipment* yang akan dianalisa berdasarkan *pareto defect* dari customer claim dalam 3 bulan terakhir. Berdasarkan *customer claim* pada bulan Agustus 2011 – Oktober 2011.



**Gambar 1.1.** Data *Customer Claim* Bulan Agustus – Oktober 2011

(Sumber: Data PT. *Sugity Creatives*)

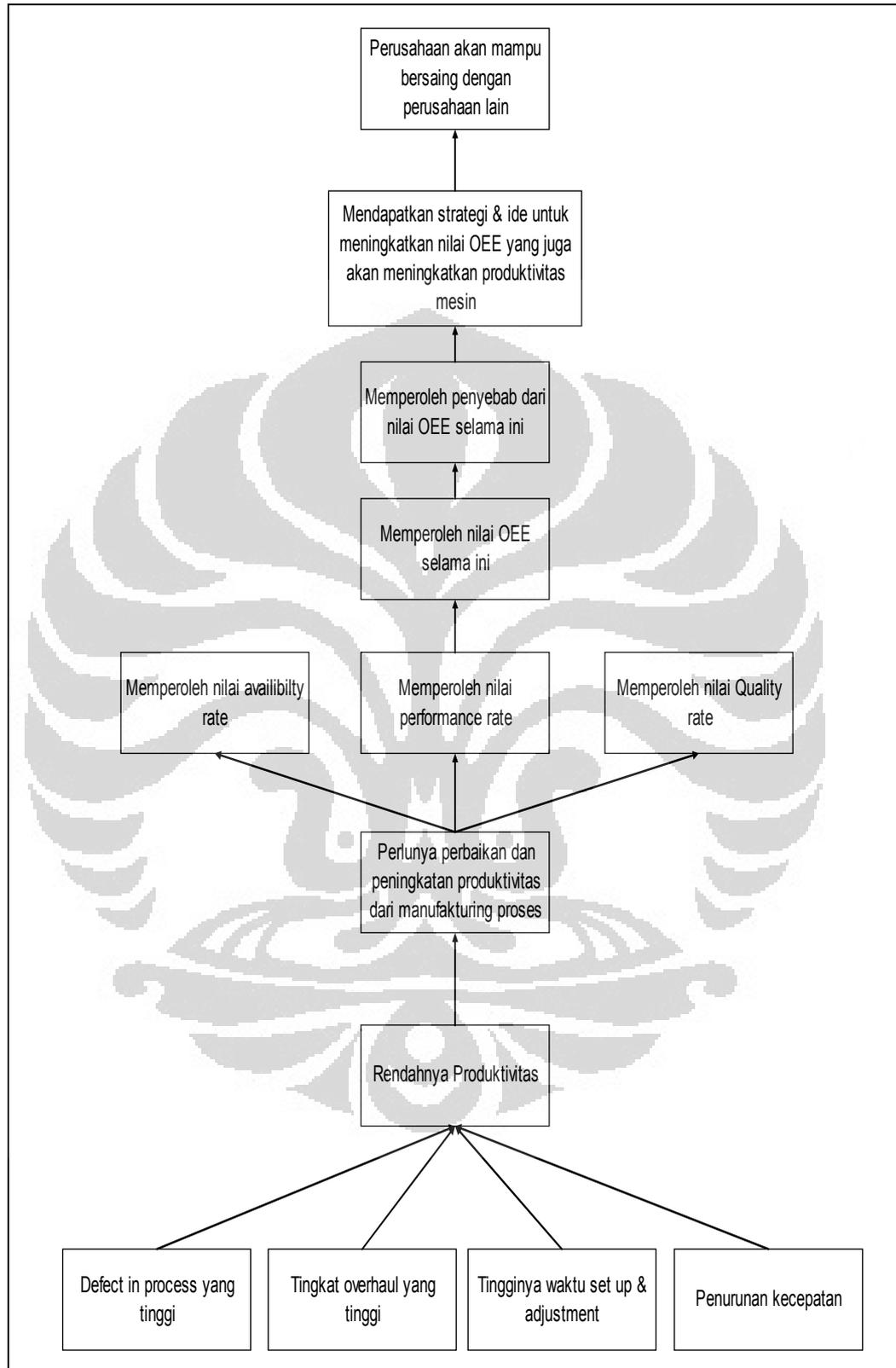


**Gambar 1.2.** Data Pareto *Defect* Bulan Agustus  
(Sumber: Data PT. *Sugity Creatives*)

Berdasarkan data pareto defect di bulan Agustus 2011, bisa kita simpulkan bahwa claim terkait *handle door problem* adalah yang tertinggi, kita akan mencoba untuk menganalisa produk tersebut tidak hanya dari sudut pandang kualitas saja, akan tetapi akan kita analisa juga secara menyeluruh tingkat efisiensi dari mesin tersebut.

Dengan demikian judul penelitian yang diajukan adalah: **ANALISIS DAN PENGUKURAN NILAI *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE)* SEBAGAI DASAR PERBAIKAN PROSES MANUFAKTUR INJEKSI PLASTIK *DOOR HANDLE MOBIL*. STUDI KASUS : PT. SUGITY CREATIVES.**

## 1.2 Diagram Keterkaitan Masalah



**Gambar 1.3.** Diagram Keterkaitan Masalah

### 1.3 Perumusan Permasalahan

Mengacu pada latar belakang dan diagram keterkaitan masalah di atas, maka pokok permasalahan yang akan dibahas adalah pengukuran nilai *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* terhadap mesin manufaktur di salah satu industri otomotif yang bergerak di bidang injeksi plastik, yang mana nilai OEE ini akan digunakan sebagai dasar perbaikan produktivitas sistem manufaktur perusahaan dan sebagai alat ukur kehandalan effectivitas suatu mesin/peralatan.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian dan keterangan yang terdapat di atas, maka tujuan dari penulisan skripsi ini adalah :

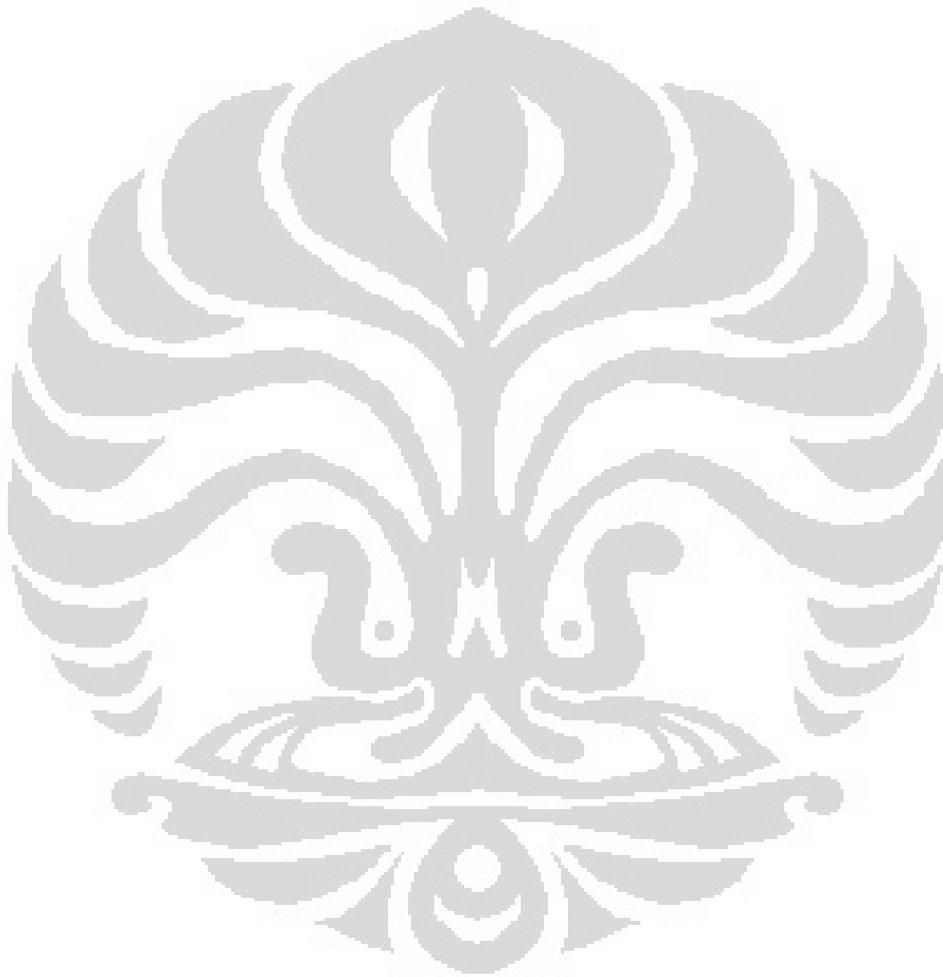
- Untuk memperoleh nilai *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* dari mesin produksi (mesin Injeksi) yang telah ditentukan.
- Menentukan akar penyebab permasalahan dari nilai OEE terukur.
- Mengajukan ide – ide perbaikan untuk meningkatkan produktivitas mesin dan nilai OEE.

### 1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup atau pembatasan masalah yang akan diambil untuk penelitian tersebut adalah sebagai berikut :

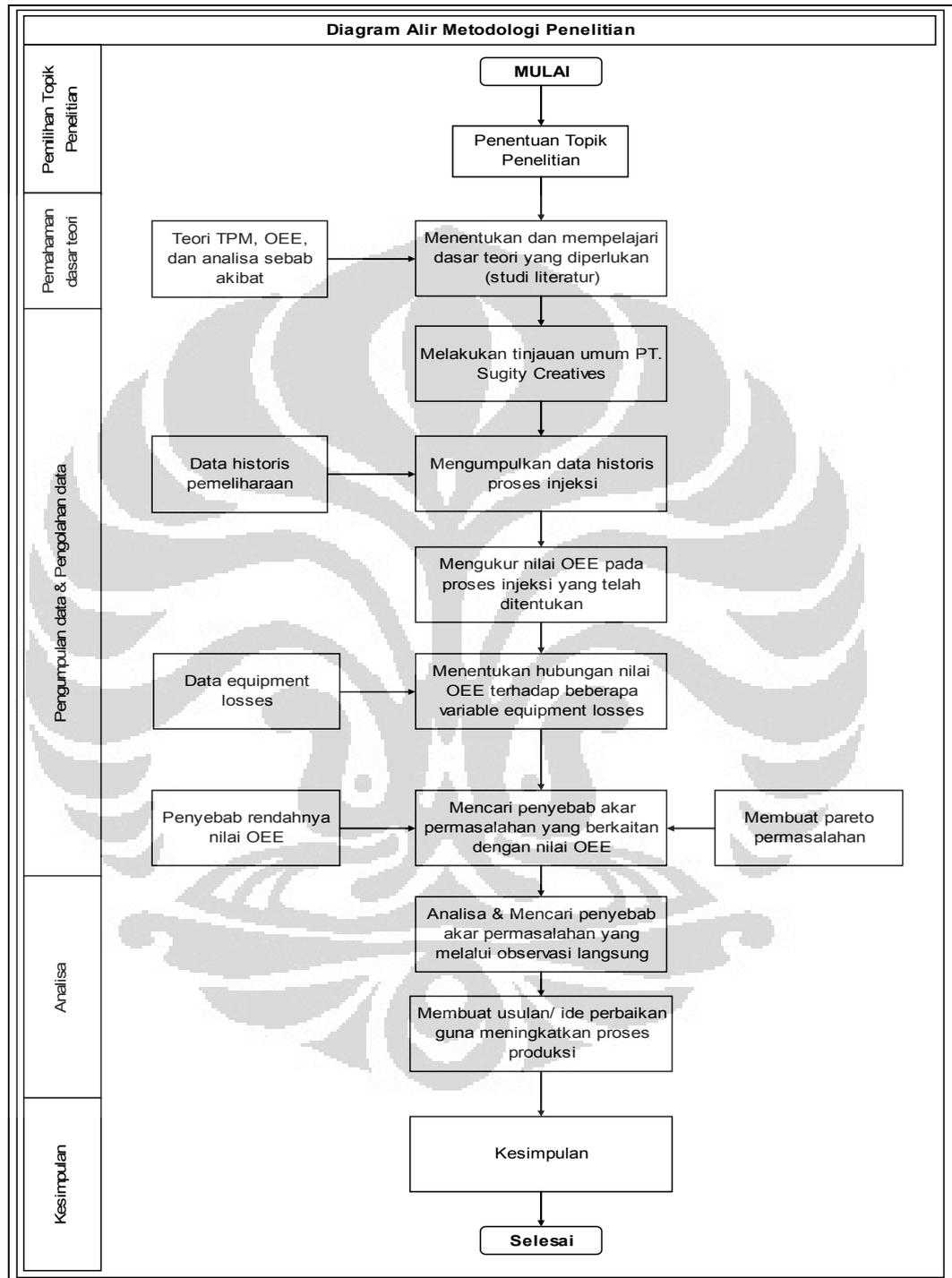
- a. Penelitian dilakukan pada pabrik dan kantor pada bagian injeksi mesin di PT. *Sugity Creatives*, tidak untuk keseluruhan pabrik.
- b. Proses analisis dilakukan berfokus pada *six big losses* yang terjadi pada perusahaan, tidak menguraikan ke 16 *major losses* dalam *Total Preventive Maintenance (TPM)*
- c. Data – data untuk penelitian menggunakan data produksi di bulan Januari 2011 awal sampai dengan Oktober 2011.
- d. Pembahasan hanya pada proses pengukuran dan analisis hasil pengukurannya sampai dengan menentukan ide – ide perbaikan untuk meningkatkan proses produksi.
- e. Asumsi – asumsi yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Pihak *management* perusahaan setuju untuk melakukan perbaikan pada sistem produksi manufakturing.
2. Tidak terdapat masalah pada proses *supply part*.



## 1.6 Metodologi Penelitian

Metodologi yang akan digunakan oleh peneliti sebagai langkah pengerjaan terdiri dari beberapa tahap, yaitu :



**Gambar 1.4.** Diagram Alir Metodologi Penelitian

## 1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penelitian ini sesuai dengan standar baku penulisan skripsi yang telah ditentukan. Penulisan penelitian ini terbagi atas lima bab, yaitu :

### **BAB I** Pendahuluan

Menguraikan secara singkat mengenai latar belakang permasalahan, diagram keterkaitan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.

### **Bab II** Kerangka Teori Dan Metode Penelitian

Bab ini berisi tentang kerangka teori serta berbagai konsep yang dibangun secara sistematis agar relevan dengan tema penelitian. Diuraikan mengenai konsep – konsep dasar dari OEE serta pendukung lainnya. Pokok – pokok pembahasan antara lain mencakup; dasar – dasar *Total Produktive Maintenance*, *Overall Equipment Effectiveness* sebagai dasar pengukuran kinerja.

### **BAB III** Gambaran Umum Objek Penelitian

Dalam bab III ini akan dipaparkan gambaran umum perusahaan secara rinci yang meliputi sejarah singkat perusahaan, visi dan misi perusahaan, dan budaya organisasi yang diterapkan di PT *Sugity Creatives*. Data aktivitas produksi juga akan ditampilkan pada bab ini sebagai bahan masukan untuk menganalisa kinerja sistem manufaktur perusahaan.

### **Bab IV** Analisa

Melakukan analisa terhadap akar masalah yang mempengaruhi nilai OEE dan mencari penyebabnya. Tool yang digunakan dalam menganalisa adalah TPM, pareto diagram, *Multiple regression* dan analisis korelasi, *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*, *Statistical Process Control (SPC)*

### **Bab V** Kesimpulan dan Saran

Pada bab ini peneliti memberikan kesimpulan dari hasil yang telah didapatkan dari penelitian, serta saran – saran yang diperlukan untuk perbaikan pada masa yang akan datang.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM)**

*Total Productive Maintenance* merupakan salah satu konsep inovasi dari Jepang, dan Nippondenso adalah perusahaan pertama yang menerapkan dan mengembangkan konsep TPM pada tahun 1960. TPM menjadi sangat populer dan tersebar luas hingga keluar Jepang dengan sangat cepat. Hal ini terjadi karena dengan penerapan TPM mendapatkan hasil yang dramatis, yaitu peningkatan pengetahuan dan keterampilan dalam produksi dan perawatan mesin bagi pekerja.

##### **2.1.1 Definisi *Total Productive Maintenance***

Metode Pemeliharaan ini merupakan pengembangan dari metode *productive maintenance*, metode yang diterapkan di Amerika, yang telah dimodifikasi sesuai kebudayaan Jepang. Karena TPM merupakan pengembangan dari PM, maka TPM dapat diartikan sebagai “*productive maintenance* yang melibatkan partisipasi seluruh bagian”.

Menurut literatur lain, TPM adalah proses organisasi yang berorientasi untuk memberikan peningkatan berkesinambungan dan menyeluruh dalam efektivitas peralatan melalui keterlibatan aktif dan partisipasi dari seluruh karyawan.

Selain itu menurut J. Venkatesh, *Total Productive Maintenance* (TPM) adalah program pemeliharaan yang memberikan konsep pengertian yang baru bagi area pemeliharaan dan peralatan. Tujuan TPM adalah untuk meningkatkan produksi dan pada saat yang bersamaan meningkatkan moral pekerja dan kepuasan pekerjaan.

Dari berbagai pengertian di atas, dapat disimpulkan bahwa pada pengertian TPM akan ditemukan lima elemen berikut, yaitu :

- 1) TPM bertujuan memaksimalkan efektivitas peralatan (efektivitas keseluruhan).
- 2) TPM mengatur sistem *productive maintenance* (PM) dengan cermat untuk seluruh masa pakai peralatan.

- 3) TPM diterapkan oleh berbagai departemen (*engineering*, operasi, dan pemeliharaan).
- 4) TPM melibatkan semua karyawan dari manajemen puncak sampai dengan pekerjaan lapangan.
- 5) TPM berdasarkan pada promosi PM melalui motivasi (*motivation management*) : kegiatan kelompok kerja kecil mandiri.

Kata “Total” dalam TPM memiliki tiga pengertian yang digambarkan pada lima elemen TPM yang telah disebutkan sebelumnya, yaitu :

- 1) Efektivitas total (*total effectiveness*) mengacu pada poin 1 – menunjukkan efisiensi ekonomis atau profitabilitas.
- 2) Sistem pemeliharaan total (*total maintenance system*) poin 2 – meliputi *maintenance prevention* (MP) dan *maintainability improvement* (MI) demikian juga preventive maintenance.
- 3) Partisipasi total dari seluruh karyawan (poin 3, 4, dan 5) meliputi pemeliharaan mandiri oleh operator melalui kelompok kerja.

### 2.1.2 Tujuan dan Dasar Pemikiran *Total Productive Maintenance* (TPM)

Berfokus terhadap perbaikan peralatan (*equipment improvement*), maka tujuan dari pelaksanaan TPM adalah :

- 1) Memaksimalkan nilai efektivitas peralatan keseluruhan (*overall equipment effectiveness*, OEE) melalui partisipasi total seluruh karyawan.
- 2) Meningkatkan *reability* dan *maintainability* suatu peralatan sehingga dapat meningkatkan kualitas produk dan produktivitas.
- 3) Menjamin nilai ekonomi yang maksimum untuk setiap peralatan dan manajemen bagi keseluruhan masa pakai (*life cycle*) suatu peralatan.
- 4) Meningkatkan keterampilan dan pengetahuan dari operator.
- 5) Menciptakan lingkungan kerja yang baik.

Berdasarkan hal di atas yang dapat dikatakan bahwa tujuan TPM adalah perbaikan kondisi perusahaan atas dasar perbaikan kondisi mesin dan karyawan. 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 tinggi.
- 3) Teknik Produksi, yaitu kemampuan merancang mesin yang tidak memerlukan pemeliharaan.

Adapun yang menjadi dasar pemikiran TPM adalah :

- 1) Membuat kondisi perusahaan yang profitable, yaitu mengejar nilai ekonomis, *zero accident*, *zero defect*, dan *zero breakdown*.
- 2) Berfilosofi pencegahan (PM – CM – MP).
- 3) Partisipasi seluruh karyawan.
- 4) Prinsip benda dan lapangan kerja, yaitu dengan bentuk mesin dan pekerjaan yang seharusnya, pengawasan dengan baik dan selalu membuat tempat kerja bersih.
- 5) Automatisasi tanpa operator.

### 2.1.3 Sejarah dan Perkembangan *Total Productive Maintenance (TPM)*

Total Productive Maintenance, dapat dianggap sebagai ilmu medis peralatan (*medical science of equipment*), dengan formatnya seperti sekarang ini muncul melalui beberapa tahap pengembangan. Pada mulanya TPM merupakan pengembangan dari *preventive maintenance* dan *productive maintenance* yang berasal dari Amerika kemudian diadopsi Jepang. Sebelum ada TPM, perusahaan – perusahaan masih menggunakan konsep *preventive maintenance* untuk melakukan perbaikan.

*Preventive Maintenance (PM)* adalah konsep pemeliharaan dimana pemeliharaan dilakukan pada selang waktu yang ditentukan (terjadwal), atau berdasarkan kriteria lain untuk mengurangi kemungkinan terjadinya kerusakan. Implementasi konsep ini menimbulkan keadaan over maintenance karena jadwal pemeliharaan dilakukan dengan ketat tanpa melihat kondisi riil mesin / peralatan. Kondisi tersebut menyebabkan meningkatnya downtime mesin sehingga secara keseluruhan sangat mengganggu tingkat produktivitas.

Selanjutnya PM berkembang menjadi CM (*Corrective Maintenance*). CM adalah kegiatan pemeliharaan yang dilakukan untuk memperbaiki suatu bagian (termasuk penyetulan dan reparasi) peralatan yang telah terhenti untuk mengembalikannya pada kondisi yang bisa diterima.

Kemudian konsep pemeliharaan mengalami perkembangan lebih lanjut menjadi MP (*Maintenance Prevention*). MP merupakan suatu kegiatan pemeliharaan yang diterapkan pada awal perencanaan mesin sehingga mesin yang dibuat akan mudah dipelihara.

Ketika konsep di atas kemudian digabungkan ke dalam konsep baru yang disebut *Productive Maintenance*. PM adalah sistem pemeliharaan yang memfokuskan pada penurunan downtime untuk meningkatkan produktivitas.

Konsep preventive maintenance dan productive maintenance di Jepang dimodifikasi dan dikembangkan sesuai kebudayaan setempat sehingga lahirlah *Total Productive Maintenance (TPM)*. Perkembangan TPM dapat dijelaskan secara ringkas sebagai berikut :

- Tahun 1951 – *PM (Preventive Maintenance)*  
Sistem pengontrolan keadaan peralatan dengan cara mencegah kerusakan agar umur peralatan atau mesin dapat bertahan lama dan selalu dalam keadaan baik.
- Tahun 1957 – *CM (Corrective Maintenance)*  
Merupakan perkembangan dari PM dengan ciri khas :
  - a) Mudah dipelihara (peningkatan pemeliharaan)
  - b) Tidak timbulnya kerusakan (peningkatan reliabilitas)
- Tahun 1960 – *MP (Maintenance Prevention)*  
Sistem dimana rancangan atau desain peralatan adalah tidak memerlukan pemeliharaan (*maintenance free*). Sistem ini merupakan suatu sistem yang sangat ideal.

Untuk penjelasan mengenai perkembangan TPM dapat dilihat pada tabel 2.1.

**Tabel 2.1** Perkembangan TPM

(Sumber: Nakajima, 1988)

	1950s	1960s	1970s
ERA	Preventive Maintenance-establishing maintenance function	Productive Maintenance-recoqnizinig importance of reliability,maintenance, and economic efficiency in plant design	Total Productive Maintenance-achieving PM efficiency through a comprehensive system based on respect for individuals and total employee participation
	-PM (Preventive	-Maintenance prevention	-Behavioral sciences

	<p>Maintenance) 1951          -PM (Productive Maintenance)          -MI (Maintainability Improvement) 1957</p>	<p>1961          -Reliability engineering          1962          -Maintainability engineering          1962          -Engineering economy</p>	<p>-MIC,PAC,and F plans          -System engineering          -Ecology          -Terotechnology          -Logistics</p>
	<p>1951- Toa Nenryo Kogyo is the first Japanese company to use American-style PM</p> <p>1953- 20 companies form a PM research group (later the Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM))</p> <p>1958- George Smith (US) comes to Japan to promote PM</p>	<p>1960 – First Maintenance convention</p> <p>1962 – Japan productivity association sends mission to U.S to study equipment maintenance</p> <p>1963 – Japan attends international convention on equipment maintenance (London)</p> <p>1964 – First PM prize awarded in Japan</p> <p>1965 – Japan attends international convention on equipment maintenance ( NewYork)</p> <p>1969 – Japan Institute of Plant Engineering (JIPE) established</p>	<p>1970 – International convention on equipment maintenance held in Tokyo (co-sponsored by JIPE and JMA)</p> <p>1970 – Japan attends international convention on equipment maintenance sponsored by UNIDO (West Germany)</p> <p>1971 – Japan attends international convention on equipment maintenance (Los Angeles)</p> <p>1973 – UNIDO sponsors maintenance repair symposium in Japan</p> <p>1973 – Japan attends international terotechnology convention (Bristol,England)</p> <p>1974- Japan attends EFNMS maintenance congress</p> <p>1976 – Japan attends EFNMS maintenance congress</p> <p>1978- Japan attends EFNMS maintenance congress</p> <p>1980- Japan attends EFNMS maintenance congress</p>

### 2.1.4 Latar Belakang Perlunya TPM

Pada kondisi perekonomian sekarang ini banyak perusahaan menilai perlunya penerapan *Total Productive Maintenance (TPM)* dalam kegiatan operasional mereka. Munculnya kebutuhan ini didorong oleh beberapa faktor, diantaranya :

- 1) Makin ketatnya persaingan dunia bisnis membuat setiap perusahaan berusaha keras agar tetap bertahan (*survive*) ditengah persaingan tersebut. Untuk itu, perusahaan perlu mengurangi pemborosan secara menyeluruh, menghentikan kerusakan pada mesin yang bernilai investasi tinggi, dan tidak mengizinkan adanya pemborosan akibat barang cacat (*defect*).
- 2) Tuntutan konsumen terhadap kualitas semakin tinggi sehingga barang – barang yang dikirimkan harus dalam keadaan baik, tanpa *defect* dan tepat waktu.
- 3) Makin menguatnya tuntutan waktu pengiriman yang singkat dan kebutuhan konsumen yang bervariasi membuat perusahaan harus memproduksi barang dalam jumlah sedikit namun bervariasi. Dalam hal ini TPM sangat diperlukan agar perusahaan tetap bertahan dengan menghilangkan 16 kerugian yang dominan.
- 4) Lingkungan kerja yang manusiawi, memperpendek jam kerja, mengarah ke industri negara ke – 3 sehingga perusahaan menjadi lebih sulit untuk menyerap tenaga kerja kasar, karena pendidikan makin tinggi, dan usia karyawan menua. Karena faktor – faktor tersebut maka akan sulit untuk mempertahankan tingkat produktivitas yang tinggi.

Selain faktor – faktor diatas, faktor lain yang mendorong perlunya TPM adalah kebutuhan untuk meningkatkan efektivitas peralatan dalam proses produksi. Hal ini disebabkan peralatan memegang peran penting dalam menentukan lancar atau tidaknya suatu produksi. Kadangkala ditemukan dalam proses produksi, mesin dan peralatan mengalami *losses* yang sangat signifikan. Salah satu dari akibat utama yang muncul peralatan / mesin tidak berfungsi sebagaimana diharapkan sehingga efektivitas peralatan menurun demikian juga mengenai produktivitasnya. Dalam konsep TPM *losses* tersebut berjumlah 16, dan

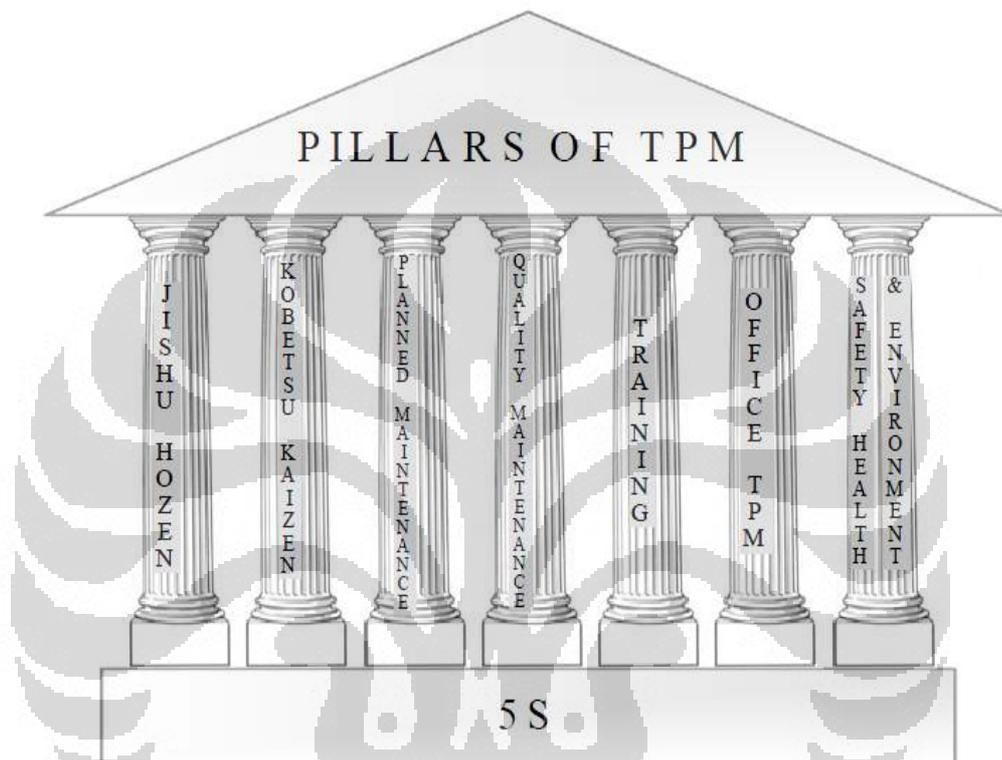
penerapan dari TPM bertujuan untuk menghilangkan ke – 16 *losses* tersebut. *Losses* tersebut dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut :

A. 8 besar yang menghambat pelayagunaan peralatan	1. 7 besar losses yang menghambat efisiensi peralatan secara total	Loss a. burhentinya peralatan	1. Loss karena kerusakan
		Loss b. kemampuan peralatan	2. Loss karena persiapan
		Loss c. produk jelek	3. Loss karena pertukaran alat potong
			4. Loss karena saat mulai pengoperasian
			5. Loss berhenti sesaat, dan loss pengoperasian tanpa isi
			6. Loss penurunan kecepatan
	2. Loss yang menghambat waktu beban peralatan		7. Loss yang menghambat waktu beban peralatan
			B. Loss Shut Down (SD)
B. 4 besar yang menghambat pengefisienan sumber daya manusia	1. Loss pengoperasian		9. Loss Manajemen, yaitu loss karena menunggu instruksi, bahan baku, dan lain-lain
	2. Loss formasi		10. Loss kegiatan, yaitu loss dalam pengoperasian yang disebabkan oleh loss pada kemampuan peralatan, loss berhenti karena kerusakan, loss prosedur, metode, skill, dan moral
			11. Loss formasi, yaitu loss personil dan loss pertukaran secara otomatis
			12. Loss aliran barang, yaitu loss dalam pengangkutan atau penggantian
C. 4 besar yang menghambat pengefisienan satuan dasar			13. Loss karena pengukuran atau penyetalan
			Loss energi, yaitu loss pada waktu strat pertama, loss karena beban yang berlebihan, dan loss karena melepas panas
			14. Loss karena peralatan
			15. Loss penundaan bahan baku, loss pemotongan, loss penyusutan, dan lain-lain
			16. Loss penyusutan, dan lain-lain

**Gambar 2.1.** *Losses* dalam TPM  
(Sumber: Venkatesh J. 2007)

### 2.1.5 Pilar – pilar *Total Productive Maintenance (TPM)*

Pilar – pilar yang merupakan prinsip dasar dari penerapan TPM memiliki peranan besar dalam keberhasilan atau kegagalan dari pelaksanaan kebijakan perusahaan. Pilar – pilar tersebut adalah seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2.2 berikut :



**Gambar 2.2.** Delapan Pilar TPM  
(Sumber: Venkatesh J. 2007)

#### 2.1.5.1 5 S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*)

TPM dimulai dengan 5 S karena dengan membersihkan dan mengatur tempat kerja dapat membantu tim untuk menemukan permasalahan. Membuat permasalahan menjadi nyata merupakan langkah pertama perbaikan. 5 S merupakan langkah pembersihan dan pengaturan tempat kerja yang terdiri dari *seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke*. Berikut ini definisi dari 5 S tersebut:

##### 2.1.5.1.1 *Seiri (Mengelompokkan)*

Hal ini berarti mengelompokkan dan menyusun item – item sebagai *critical, important, frequently used items, useless*, atau item yang tidak

diperlukan saat ini. Item yang tidak diinginkan bisa berupa sampah (waste). Item *critical* harus tetap berada dekat untuk penggunaan, dan item yang tidak diperlukan untuk beberapa waktu ke depan, harus disimpan pada suatu tempat. Pada langkah ini, nilai item harus diputuskan berdasarkan utilitas dan bukan biaya. Hasil dari langkah ini adalah pengurangan waktu untuk mencari barang.

#### 2.1.5.1.2 *Seiton (Merapikan)*

Pada konsep ini berarti “setiap item memiliki satu tempat, dan hanya satu tempat”. Item tersebut harus dikembalikan pada tempat yang sama setelah digunakan. Untuk mengetahui item dengan mudah, namai wadah dan kartu berwarna (tanda pengenal) harus digunakan. Rak vertikal dapat digunakan untuk tujuan ini, dan item yang berat berada pada posisi paling bawah dari rak ini.

#### 2.1.5.1.3 *Seiso (Membersihkan)*

Langkah ini meliputi membersihkan tempat kerja dari sisa potongan, pelumas, oli, sampah, benda sisa, dan sebagainya. Tidak ada kabel yang lepas atau kebocoran oli dari mesin.

#### 2.1.5.1.4 *Seiketsu (Membuat Standard)*

Para karyawan bersama – sama membahas dan memutuskan standard untuk menjaga tempat kerja / mesin / gang dalam kondisi rapi dan bersih. Standard ini diterapkan seluruh organisasi dan di ujicoba / diperiksa secara acak.

#### 2.1.5.1.5 *Shitsuke (Disiplin)*

Menganggap 5 S sebagai cara hidup dan menumbuhkan disiplin pribadi diantara karyawan organisasi. Hal ini meliputi pemakaian lencana, mengikuti prosedur kerja, tepat waktu, dedikasi kepada organisasi, dan sebagainya.

### 2.1.5.2 *Pemeliharaan Mandiri (Autonomous Maintenance)*

Pilar ini dijalankan menurut pengembangan operator untuk mampu melakukan tugas pemeliharaan yang sederhana, sehingga membuat orang ahli pemeliharaan menggunakan waktu pada kegiatan lebih bernilai tambah dan perbaikan teknis. Operator bertanggung jawab menjaga peralatan mereka untuk memperlambat penyusutan pada peralatan tersebut.

### 2.1.5.3 *Perbaikan Bertahap (Kaizen)*

Kata “*Kai*” berarti berubah, dan “*Zen*” berarti bagus (untuk lebih baik). Pada dasarnya *Kaizen* berarti perbaikan kecil, tapi dilakukan pada pola yang berkelanjutan dan melibatkan semua orang dalam organisasi. *Kaizen* kebalikan dari inovasi besar. *Kaizen* memerlukan sedikit bahkan tidak investasi. Makna dibalik prinsipnya adalah “perbaikan kecil dalam jumlah besar lebih efektif di suatu lingkungan organisasi dari pada sedikit perubahan bernilai besar”. Pilar ini bertujuan mengurangi *losses* di tempat kerja yang mempengaruhi efisiensi. Dengan menggunakan suatu prosedur yang rinci dan cermat, kita menghilangkan *losses* dengan suatu metode sistematis menggunakan berbagai *tools Kaizen*. Aktivitas ini tidak dibatasi di area produksi dan dapat juga diimplementasikan di area administrasi.

### 2.1.5.4 *Pemeliharaan Terencana (Planned Maintenance)*

Hal ini ditujukan untuk menjalankan mesin dan peralatan bebas masalah sehingga dapat memproduksi barang bebas cacat untuk kepuasan konsumen secara total. Hal ini membagi pemeliharaan menjadi empat, yaitu :

- *Preventive maintenance*
- *Breakdown maintenance*
- *Corrective maintenance*
- *Maintenance prevention*

Dengan pemeliharaan terencana, kita mengembangkan usaha dan metode reaktif menjadi proaktif dan memanfaatkan staff terlatih pemeliharaan untuk membantu melatih operator agar lebih baik menjaga peralatan mereka.

### 2.1.5.5 *Pemeliharaan Kualitas (Quality Maintenance)*

Ditujukan kepada kepuasan pelanggan berdasarkan kualitas tinggi melalui kegiatan manufaktur bebas *defect*. Fokus pada menghilangkan ketidakcocokan dalam cara sistematis, seperti perbaikan sasaran (*focused improvement*). Kita mendapatkan pemahaman bagian peralatan yang mempengaruhi kualitas produk dan mulai menghilangkan masalah kualitas yang ada sekarang, dan kemudian pindah ke masalah kualitas yang berpotensi. Aktivitas *Quality Maintenance* adalah menetapkan kondisi peralatan yang mencegah cacat kualitas produk, berdasarkan pada konsep pemeliharaan peralatan untuk menjaga kualitas produk. Kondisi tersebut diperiksa dan diukur dalam periode waktu untuk menunjukkan ukuran berkisar pada nilai standard untuk mencegah cacat. Transisi dari ukuran dipantau untuk memperkirakan kemungkinan terjadi cacat dan untuk menentukan tindakan pencegahannya.

### 2.1.5.6 *Pelatihan (Training)*

Bertujuan untuk mempersiapkan karyawan yang multi – keahlian yang bermoril tinggi dan mau bekerja dan melaksanakan semua fungsi secara efektif dan mandiri. Pelatihan diberikan kepada operator untuk meningkatkan kemampuan mereka. Tidaklah cukup hanya dengan mengetahui “*Know – How*” dan mereka juga harus mempelajari “*Know – Why*”. Melalui pengalaman mereka, “*Know – How*” untuk membantu dalam mengambil tindakan yang harus dilakukan. Mereka melakukan tanpa mengetahui akar penyebab permasalahan dan mengapa mereka mengambil tindakan demikian. Karena itu, menjadi perlu untuk melatih mereka agar mengetahui “*Know – Why*”. Karyawan harus dilatih untuk mencapai 4 fase kemampuan, yaitu :

- Tidak mengetahui.
- Mengetahui teori tapi tidak bisa melaksanakan.
- Dapat dilaksanakan tapi tidak bisa mengajarkan.
- Bisa mengerjakan dan bisa mengajarkan.

Sasarannya adalah untuk menciptakan suatu pabrik yang penuh dengan ahli.

### 2.1.5.7 *Organisasi Kerja (Office TPM)*

*Office TPM* baru bisa dimulai jika telah melewati empat pilar lain (Pemeliharaan mandiri, Kaizen, pemeliharaan terencana, dan pemeliharaan kualitas). *Office TPM* harus diikuti untuk memperbaiki produktivitas, efisiensi di fungsi administrasi, serta mengetahui dan menghilangkan *losses*. Hal ini meliputi analisa proses dan prosedur menuju *office* mandiri. *Office TPM* menunjukkan 12 *losses* utama, yaitu :

- 1) *Loss* proses.
- 2) *Loss* biaya, meliputi area pembelian, akuntansi, pemasaran, penjualan yang mengarah pada inventori tinggi.
- 3) *Loss* komunikasi
- 4) *Loss* menganggur
- 5) *Loss set – up*
- 6) Kerusakan peralatan kantor
- 7) *Loss* akurasi
- 8) Kerusakan saluran komunikasi, telepon, dan saluran faksimili.
- 9) Waktu pencarian informasi
- 10) Ketidaksediaan dari stok
- 11) Keluhan konsumen akibat logistik
- 12) Pengeluaran pada pengiriman / pembelian darurat.

### 2.1.5.8 *Keamanan (Safety), Kesehatan (Health), dan Lingkungan (Environment)*

Target dari pilar ini adalah *zero accident*, *zero health damage*, dan *zero fires*. Pilar ini berfokus untuk menciptakan suatu tempat kerja yang aman, dan lingkungan yang tidak rusak akibat proses atau prosedur. Pilar ini akan memainkan peran aktif di setiap pilar lain secara reguler.

Suatu komite dibentuk pada pilar ini, yang terdiri dari perwakilan kantor dan pekerja. Komite dipimpin oleh *Senior Vice President* (Teknis). Kepentingan terhadap keamanan yang diberikan pabrik. Manager (keamanan) mengawasi fungsi yang berkaitan dengan keamanan. Untuk menciptakan kepedulian antar karyawan berbagai pertandingan seperti, slogan keamanan,

kuis, drama, poster, dan lainnya, yang berhubungan dengan keamanan dapat disusun pada interval reguler.

### **2.1.6 Keuntungan Implementasi *Total Productive Maintenance (TPM)***

Keuntungan – keuntungan yang mungkin diperoleh perusahaan yang menerapkan TPM bisa secara langsung maupun tidak langsung. Keuntungan secara langsung yang mungkin diperoleh adalah :

- 1) Mencapai OPE (*Overall Plant Efficiency*) minimum 80%
- 2) Mencapai OEE minimum 90%
- 3) Memperbaiki perlakuan, sehingga tidak ada lagi komplain dari pelanggan
- 4) Mengurangi biaya manufaktur sebesar 30%
- 5) Memenuhi pesanan pelanggan sebesar 100% (mengirimkan kuantitas yang tepat pada waktu yang tepat dengan kualitas yang disyaratkan pelanggan)
- 6) Mengurangi kecelakaan.
- 7) Mengikuti ukuran kontrol polusi.

Sedangkan keuntungan yang didapat secara tidak langsung adalah :

- 1) Tingkat keyakinan tinggi antara karyawan
- 2) Menjaga tempat kerja bersih, rapi dan menarik
- 3) Perubahan perilaku operator
- 4) Mencapai tujuan dengan bekerja sebagai tim
- 5) Penjabaran horizontal dari konsep baru di semua area organisasi
- 6) Membagi pengetahuan dan pengalaman
- 7) Pekerja memiliki rasa kepemilikan terhadap mesin.

## **2.2 *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE)***

Objek dari kegiatan produksi adalah meningkatkan produktivitas dengan meminimalkan input dan memaksimalkan *output*. *Input* dapat berupa tenaga kerja, mesin / peralatan, manajemen, dan material. Sementara *output* terdiri dari PQCDMS (*product, quality, cost, delivery, safety, morale*).

TPM berusaha untuk memaksimalkan output (PQCDSM) dengan menjaga kondisi ideal operasi dan menjalankan peralatan secara efektif, seperti tiga konsep utama TPM (Orjan Ljunberg), yaitu :

- 1) Memaksimalkan efektivitas peralatan
- 2) Pemeliharaan mandiri oleh operator
- 3) Aktivitas group kecil

Konsep pertama berkaitan dengan usaha untuk memaksimalkan output. Agar output dapat dimaksimalkan maka, peralatan yang ada harus digunakan seefektif mungkin. Suatu peralatan yang rusak, mengalami penurunan kecepatan periode, atau tidak tepat (presisi), dan menghasilkan barang cacat.

Untuk mencapai efektivitas peralatan keseluruhan (*overall equipment effectiveness*), maka langkah pertama yaitu fokus untuk menghilangkan kerugian utama (*six big losses*) yang dibagi dalam 3 kategori, yang merupakan penghalang terhadap efektivitas peralatan, *losses* tersebut adalah :

#### **I. Downtime**

##### *1) Equipment Failure (breakdown losses)*

Equipment failure merupakan yang terbesar dari *six big loss*. Terdapat dua jenis *equipment failure*, yaitu *sporadic* dan *chronic*. *Sporadic* failure terjadi secara tiba – tiba dimana sesuatu terjadi pada saat mesin rusak. Biasanya kerusakan jenis ini dapat diidentifikasi dengan mudah dan dapat diperbaiki. Sebaliknya *chronic failure* merupakan jenis kerusakan minor yang terjadi pada peralatan, namun pada saat terjadi kita tidak dapat dengan jelas mengidentifikasi penyebabnya. Disamping itu, dampak yang ditimbulkannya tidak signifikan, sehingga kerusakan ini secara umum dapat diterima.

##### *2) Set-up and adjustment losses*

*Set-up* dan *adjustment losses* dapat diukur setelah terjadi *breakdown*. Kerugian ini mengacu pada kerugian waktu produksi antara jenis produk dan termasuk pemanasan setelah pergantian model. Waktu pergantian harus masuk ke dalam kategori ini dan tidak termasuk dalam bagian *planned downtime*.

## II. *Speed Losses*

### 1) *Reduced speed*

*Reduced speed* mengacu pada perbedaan antara kecepatan ideal dengan kecepatan aktual operasi. Peralatan mungkin bekerja dibawah kecepatan idealnya dengan beberapa alasan : tidak standard atau kesulitan *raw material*, masalah mekanik, masalah yang lalu, atau kelebihan beban kerja terhadap peralatan tersebut.

### 2) *Idling and Minor Stoppages*

Idling losses ini terjadi ketika peralatan / mesin tetap beroperasi (menyala) walaupun tanpa menghasilkan. *Minor stoppages* losses terjadi ketika peralatan berhenti dalam waktu singkat akibat masalah sementara. Contohnya, *minor stoppage* terjadi ketika sebuah bagian pekerjaan terlewatkan atau ketika sensor aktif dan menghentikan mesin. Secepat mungkin operator akan memindahkan bagian pekerjaan tersebut atau mematikan sensor sehingga dapat beroperasi normal kembali. Karena kerugian ini mengganggu kerja, maka dapat dikategorikan sebagai *breakdown*. Namun demikian, keduanya berbeda, dimana *minor stoppage* dapat diselesaikan dengan cepat ketika diketahui (operator dapat membetulkan *minor stoppage* dan dalam waktu kurang dari 10 menit).

## III. *Quality Losses*

### 1) *Start – up losses (reduced yield)*

Kerugian ini terjadi di awal produksi, dari mesin dinyalakan sampai mesin stabil untuk memproduksi dengan kualitas yang sesuai standard. Volume dari kerugian ini tergantung dari derajat kestabilan proses. Ini bisa dikurangi dengan level pemeliharaan terhadap peralatan / mesin, kemampuan teknik operator, dll.

### 2) *Quality defect (process defect)*

Proses defect menunjukkan bahwa ketika suatu produk yang dihasilkan rusak dan harus diperbaiki, maka lama waktu peralatan memproduksinya adalah kerugian. Kerugian ini relatif lebih kecil dibandingkan dengan kerugian yang lain. Namun dalam lingkungan

“*Total Quality*” sekarang ini, diharapkan tidak ada reject, terutama yang disebabkan oleh peralatan. Oleh karenanya kerugian ini harus ditekan seminimal mungkin.

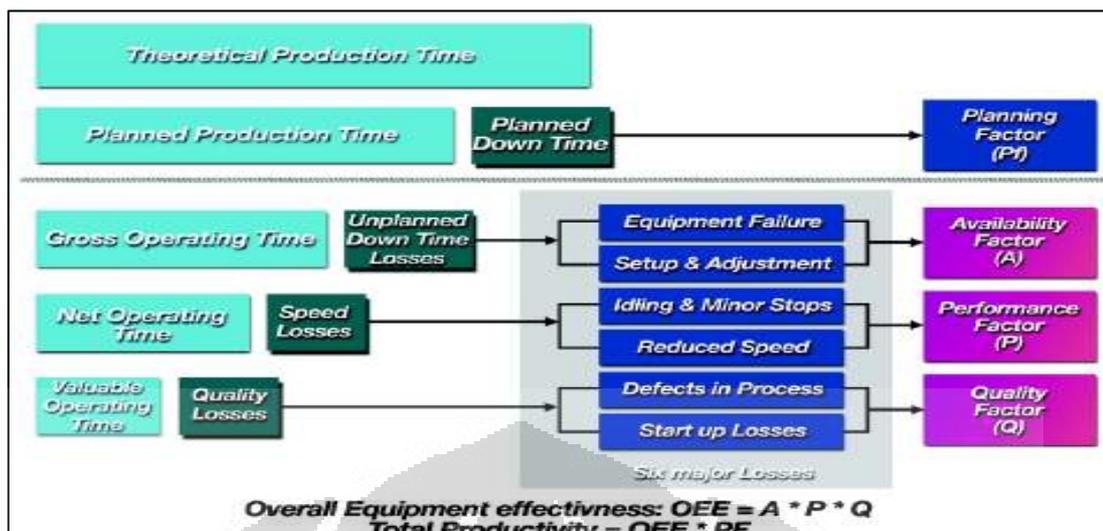
### 2.2.1. Definisi *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

Definisi – definisi yang terdapat di beberapa artikel, jurnal, maupun buku tentang *overall equipment effectiveness* menekankan pada penghapusan *losses*, kehandalan, dan kinerja peralatan. Salah satunya menyatakan bahwa OEE merupakan alat pengukur kinerja keseluruhan peralatan (*complete, inclusive, whole*), dalam arti bahwa peralatan dapat bekerja seperti yang seharusnya. OEE juga tool analisis tiga bagian untuk kinerja peralatan berdasarkan *availability performance efficiency*, dan *quality* dari produk atau *output*.

Definisi lain menekankan bahwa keseluruhan kinerja peralatan, akan selalu dipengaruhi oleh tiga faktor, yaitu *availability*, *performance rate*, dan *quality rate* yang masing – masing dalam bentuk angka persentase.

Selain kedua definisi di atas, melihat pada kegunaan ukuran OEE yang dapat digunakan juga sebagai pembandingan, maka OEE juga didefinisikan sebagai ukuran performa standard mesin. Definisi ini muncul karena OEE digunakan oleh perusahaan – perusahaan kelas dunia yang hasilnya digunakan sebagai pembandingan oleh perusahaan – perusahaan lain sejenis yang berusaha untuk memperbaiki efektivitasnya melalui penerapan metode *overall equipment effectiveness*.

Dari definisi yang ada, dapat disimpulkan bahwa, OEE merupakan alat dalam program TPM yang digunakan untuk menjaga peralatan dalam kondisi ideal dengan menghilangkan *six big losses* yang dikelompokkan menjadi tiga faktor OEE yaitu *availability rate*, *performance rate*, *quality rate* untuk selanjutnya dijadikan standard dalam proses perbaikan berkelanjutan. Pengelompokkan *six big losses* tersebut dapat dilihat pada gambar 2.3 berikut :



Gambar 2.3 Pengelompokan *six big losses*

### 2.2.2. Tujuan Implementasi Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Aplikasi OEE dapat diterapkan di berbagai tingkat dalam lingkungan manufaktur untuk berbagai tujuan, seperti :

- 1) Digunakan sebagai “benchmark” untuk mengukur performa awal dari suatu pabrik secara keseluruhan. Dalam hal ini ukuran OEE awal dapat dibandingkan dengan ukuran OEE berikutnya, sehingga mengkuantifikasikan tingkat perbaikan yang dibuat.
- 2) Suatu nilai OEE, yang dihitung untuk satu lini produksi, dapat digunakan untuk membandingkan performa lini untuk seluruh pabrik, sehingga memfokuskan diri pada setiap lini produksi yang buruk.
- 3) Jika mesin beroperasi sendiri, suatu ukuran OEE dapat mengetahui performa mesin yang buruk, dan kemudian menunjukkan dimana harus memfokuskan sumber daya TPM.

Selain untuk mengetahui performa peralatan, suatu ukuran OEE dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk keputusan pembelian peralatan baru. Dalam hal ini, pihak pengambil keputusan mengetahui dengan jelas kapasitas peralatan yang ada sehingga keputusan yang tepat dapat diambil dalam rangka memenuhi permintaan pelanggan.

Dengan menggabungkan dengan metode lain, seperti *basic quality tools* (seperti *pareto analysis*, *cause – and – effect diagram*), dengan diketahuinya nilai

OEE, maka melalui metode tersebut faktor penyebab menurunnya nilai OEE (dibandingkan standard) dapat diketahui. Lebih lanjut, melalui faktor – faktor penyebab tersebut, tindakan – tindakan perbaikan dapat segera dilakukan sehingga dapat mengurangi usaha untuk pencarian area perbaikan.

### 2.2.3 Pengukuran Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Nilai overall equipment effectiveness diperoleh dari perkalian ketiga faktor OEE, yaitu *availability*, *performance rate*, dan *quality rate*. Formula perkalian ketiga faktor tersebut adalah sebagai berikut :

$$OEE (\%) = availability (\%) \times Performance\ rate (\%) \times Quality\ rate (\%) \dots\dots\dots(2.1)$$

Hasil dari formula tersebut berupa angka persentase yang menggambarkan tingkat efektivitas penggunaan peralatan. Pada penerapannya angka ini akan berbeda – beda untuk tiap perusahaan. Beberapa literatur menyebutkan  $OEE > 50\%$  merupakan besaran yang dapat diterima. Meski demikian, agar menjadi perusahaan yang “menguntungkan” disarankan untuk memiliki nilai OEE sebesar min. 85%, dengan komposisi faktor OEE sebagai berikut :

- *Availibity* lebih besar dari 90%
- *Performance efficiency* lebih besar dari 95%
- *Rate of quality product* lebih besar dari 99%

Untuk mendapatkan nilai OEE terlebih dahulu dihitung nilai dari ketiga faktor OEE. Perhitungan dari ketiga faktor tersebut akan diuraikan pada sub bagian berikutnya.

#### 2.2.3.1 Availability

Avaiability atau tingkat operasi adalah berdasarkan pada ratio dari operation time, dengan mengurangi downtime terhadap loading time, formula matematis untuk ratio ini adalah :

$$\begin{aligned} Availability &= \frac{Operating\ time}{Loading\ time} \dots\dots\dots(2.2) \\ &= \frac{Loading\ time - downtime}{Loading\ time} \end{aligned}$$

*Loading time* atau *availability time* per day diperoleh dengan mengurangi *planned downtime* dari total waktu tersedia per hari (atau bulan). *Planned downtime* adalah *downtime* yang dijadwalkan dalam rencana produksi (*production plan*), meliputi *downtime* untuk jadwal pemeliharaan dan aktivitas manajemen.

*Operation time* diperoleh dengan mengurangi *equipment downtime* dari *loading time*, dengan kata lain, merupakan waktu dimana peralatan beroperasi aktualnya. *Equipment downtime* meliputi kerugian kemacetan peralatan diakibatkan oleh kegagalan, prosedur *set – up / adjustment*, penukaran OD. Dalam perhitungan *availability*, pemahaman terhadap *equipment downtime* sangatlah penting. Melalui *equipment downtime*, tindakan perbaikan dapat diambil dengan segera. Hal lain yang tergolong kedalamnya adalah sebagai berikut :

- Kerugian akibat gangguan (*downtime*)
- Istirahat minum kopi dan makan siang (*coffee and lunch breaks*)
- Pergantian dan *set – up* peralatan
- Pemeliharaan “mendadak”
- Menunggu faktor pendukung
- Menunggu pengawas
- Menunggu untuk pemeliharaan
- Tidak ada operator
- Menunggu *paperwork*
- Pergantian shift
- Menunggu inspeksi pertama

#### 2.2.3.2 Performance Rate

*Performance rate* (atau *efficiency*) merupakan hasil dari *operating speed rate* dan *net operating rate*. *Operating speed rate* peralatan mengacu kepada perbedaan antara kecepatan ideal (berdasarkan desain kapasitas peralatan) dan kecepatan operasi aktual. Formula matematis untuk *operating speed rate* ini adalah sebagai berikut:

$$\text{Operating Speed Rate} = \frac{\text{Theoretical cycle time}}{\text{Actual cycle time}} \dots\dots\dots(2.3)$$

*Net operating rate* mengukur pemeliharaan dari suatu kecepatan selama periode tertentu. Dengan kata lain, ia mengukur apakah suatu operasi tetap stabil disamping periode selama peralatan beroperasi pada kecepatan rendah. Formula matematis untuk *net operating rate* ini adalah:

$$\begin{aligned} \text{Net Operating time} &= \frac{\text{Actual processing time}}{\text{Operation time}} \dots\dots\dots(2.4) \\ &= \frac{\text{Processed amount} \times \text{actual cycle time}}{\text{Operating time}} \end{aligned}$$

*Net operating time* juga mengukur kerugian – kerugian akibat kemacetan dari minor tercatat, demikian juga dengan yang tidak tercatat seperti berikut :

- Kecepatan yang dikurangi
- *Minor stoppages*
- *Idle losses* (kerugian menganggur)
- Permasalahan material
- Kegagalan peralatan yang menyebabkan produksi melambat

Dengan demikian *performance rate* dihitung melalui :

$$\begin{aligned} \text{Performance Ratio} &= \text{net operating rate} \times \text{operating speed rate} \quad (2.5) \\ &= \frac{\text{Processed amount} \times \text{act. cycle time}}{\text{Operation time}} \times \frac{\text{Theoretical cycle time}}{\text{Act. cycle time}} \\ &= \frac{\text{Processed amount} \times \text{theoretical cycle time}}{\text{Operating time}} \end{aligned}$$

### 2.2.3.3 Quality Rate

*Quality rate* menggambarkan kemampuan menghasilkan produk yang sesuai dengan standard. *Quality rate* merupakan ratio antara produksi sesuai standard (*defect – free product*) dan total produksi (*processed amount*). Formula matematis untuk *quality rate* ini adalah :

$$\text{Quality rate} = \frac{\text{Process amount} - \text{defect amount}}{\text{Processed amount}} \dots\dots\dots(2.6)$$

Kerugian – kerugian yang dapat menurunkan tingkat kualitas ini dan merupakan faktor yang paling diperhatikan dalam perhitungannya adalah :

- *Quality reject*
- *Rework*

### **2.3 MULTIPLE REGRESSION AND CORRELATION ANALYSIS**

*Multiple regression* dan *correlation analysis* merupakan suatu metode dalam ilmu statistik yang mana digunakan untuk mengetahui dan melihat hubungan linearitas antara variabel *independent* dengan variabel *dependent*. Variabel *independent* disini merupakan variabel yang nilainya dapat dikendalikan, sedangkan variabel *dependent* merupakan hasil dari pengolahan terhadap variabel *independent*. Dengan kata lain, variabel *dependent* merupakan respons dari perlakuan yang diberikan terhadap variabel *independent* yang bertindak sebagai peramal (*predictor*). Disebut *multiple*, karena metode ini melibatkan lebih dari satu variabel *independent*. Jika hanya terdapat satu variabel *independent* maka disebut sebagai *single regression* and *correlation analysis*.

Secara prinsip, keuntungan dari *multiple regression* adalah memungkinkan kita untuk menggunakan lebih banyak informasi yang tersedia untuk memperkirakan variabel *dependent*. Kadang – kadang korelasi antara dua variabel tidak cukup untuk menentukan persamaan perkiraan / estimasi yang handal. Selain itu, dalam *multiple regression* kita dapat melihat masing – masing variabel *independent* dan menguji apakah ia berkontribusi secara signifikan terhadap cara regresi menggambarkan data.

Sebagaimana pada *single regresi*, simbol Y mewakili variabel *dependent*, sementara itu simbol X mewakili variabel *independent*, yang mana dalam *multiple regresi* ini diperluas (seperti X1, X2) untuk membedakan antara variabel *independent* yang digunakan. Adapun bentuk persamaan untuk *multiple regression* ini adalah :

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_kX_k \quad \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana :

Y = nilai ramalan berkenaan dengan variabel dependent

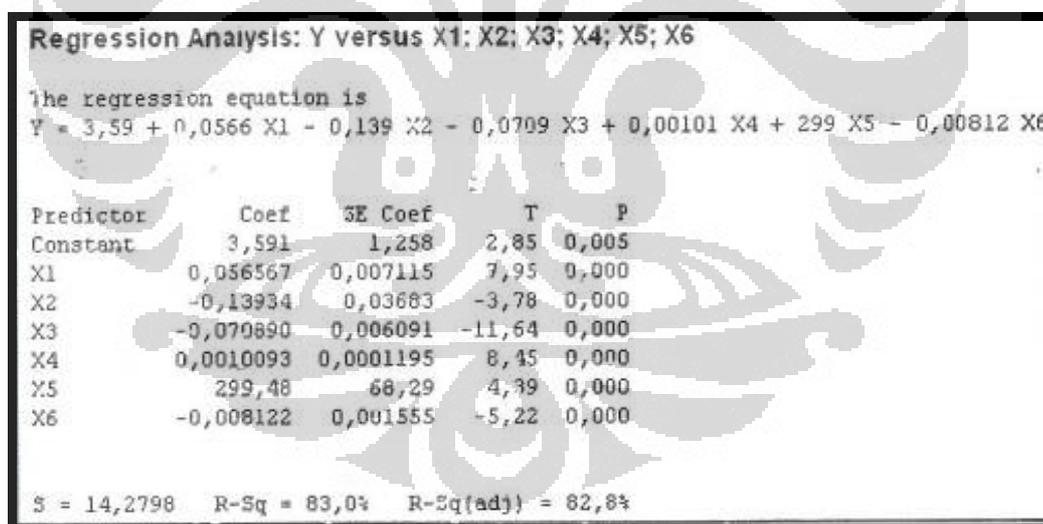
A = pertemuan sumbu Y pada diagram multiple regresi

$X_1 \dots X_k$  = nilai dari beberapa variabel independent

$b_1 \dots b_k$  = kemiringan garis regresi sesuai dengan variabel independent

### 2.3.1 Komputer dan Multiple Regression

Pengolahan untuk mendapatkan persamaan regresi dapat dilakukan secara manual maupun kalkulator. Cara ini biasanya digunakan untuk persoalan yang hanya terdiri dari dua atau tiga variabel *independent*. Namun jika menggunakan lebih banyak lagi variabel *independent*, maka cara tersebut tidaklah efektif. Untunglah telah banyak perangkat lunak (*software*) yang dapat membantu dalam penyelesaian masalah seperti yang disebutkan. Salah satu *software* yang dapat digunakan adalah Minitab. Pembahasan selanjutnya akan berfokus pada *software* ini. Pada penggunaan *software* minitab ini, kita akan menentukan beberapa istilah. Setelah melakukan pengolahan terhadap data dengan *software* ini, maka akan diperoleh hasil seperti berikut :



Regression Analysis: Y versus X1; X2; X3; X4; X5; X6

The regression equation is  
 $Y = 3,59 + 0,0566 X_1 - 0,139 X_2 - 0,0709 X_3 + 0,00101 X_4 + 299 X_5 - 0,00812 X_6$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	3,591	1,258	2,85	0,005
X1	0,056567	0,007115	7,95	0,000
X2	-0,13934	0,03683	-3,78	0,000
X3	-0,070890	0,006091	-11,64	0,000
X4	0,0010093	0,0001195	8,45	0,000
X5	299,48	68,29	4,39	0,000
X6	-0,008122	0,001555	-5,22	0,000

S = 14,2798 R-Sq = 83,0% R-Sq(adj) = 82,8%

**Gambar 2.4** Contoh Hasil Pengolahan data dengan Minitab

Dari gambar di atas terlihat beberapa istilah dimana berikut ini adalah pengertian dari beberapa istilah tersebut :

- **Coef**, merupakan estimasi perubahan pada variabel respon untuk setiap unit perubahan dari nilai *predictor*.
- **SE Coef**, merupakan *standard error* dari koefisien persamaan yang ada.

- $T$ , merupakan nilai distribusi – t untuk variabel independent terpilih.
- $P$ , merupakan nilai probabilitas dari koefisien variabel *independent* berada jauh dari nilai nol (pada kurva distribusi normal) pada nilai yang diperoleh dari persamaan regresi, atau nilai terkecil  $\alpha$  yang dapat digunakan untuk menolak hipotesis  $H_0$ .
- $S$ , merupakan nilai dari standard error of estimate yang memperlihatkan tingkat dispersi dari data persamaan regresi.
- $R - sq$  atau  $R - sq (adj)$ , merupakan nilai dari *coefficient of multiple determination* yang memperlihatkan kekuatan hubungan dari berbagai variabel *independent* terhadap variabel *dependent*.

### 2.3.2 Signifikansi dalam *Multiple Regression dan Correlation Analysis*

Signifikansi dalam *multiple regression* dan *correlation analysis* ini maksudnya apakah setiap variabel *independent* mempengaruhi secara signifikan variabel *dependent*. Pengujian signifikansi terhadap masing – masing variabel *independent* ini dapat digunakan dengan dua cara, pertama dengan menggunakan distribusi – t, dan kedua dengan menggunakan nilai probabilitas ( $p - value$ ).

Untuk cara pertama, dengan distribusi – t, yaitu nilai distribusi – t tiap variabel independent (simbol,  $t_0$ ) yang diperoleh dari persamaan regresi dibandingkan terhadap nilai “ $t - critical$ ” (simbol,  $t_c$ ). Nilai distribusi – t variabel independent pada hasil pengolahan Minitab dapat dilihat pada kolom berjudul “ $T$ ” atau “ $t - ratio$ ”. Nilai “ $t - critical$ ” merupakan nilai distribusi – t yang berkaitan dengan nilai significance level ( ) yang digunakan, serta tingkat kebebasan dari data yang digunakan. Suatu variabel independent dianggap signifikan mempengaruhi variabel *dependent* jika nilai “ $t - ratio$ ” variabel independent tersebut memenuhi kondisi :

$$- t_c \leq t_0 \leq t_c \dots\dots\dots(2.8)$$

Kedua, dengan nilai probabilitas ( $p - value$ ), yaitu nilai probabilitas masing – masing variabel *independent* yang dapat dilihat pada kolom dengan judul “ $P$ ” pada hasil Minitab terhadap *significance level* ( $\alpha$ ) yang digunakan. *Significance level* yang biasa digunakan adalah 0,05. Suatu variabel *independent*

dianggap secara signifikan mempengaruhi variabel *dependent* adalah jika *p* – *value* yang diperoleh kecil atau sama dengan *significance level* ( $p - value \leq \alpha$  ) Selain itu, signifikansi juga dilakukan terhadap persamaan regresi yang diperoleh secara keseluruhan. Pengujian signifikansi tersebut juga dapat dilakukan dengan dua cara, cara pertama dengan *p-value*, dan cara kedua dengan **distribusi – F**.

Cara pertama dengan *p-value*, menggunakan prosedur yang sama dengan yang telah diuraikan pada uji signifikansi pada masing – masing variabel *independent*. Adapun cara kedua, dengan menggunakan distribusi – F adalah dengan membandingkan nilai distribusi – F persamaan regresi (simbol, F) terhadap nilai distribusi – F kritis (simbol,  $F_c$ ). Jika nilai F lebih besar dibandingkan dengan F kritis ( $F > F_c$ ), maka secara keseluruhan persamaan regresi yang diperoleh adalah signifikan dalam menggambarkan variabilitas dalam variable *dependent* dari seluruh variabel *independent* yang digunakan.

## 2.4 **FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)**

### 2.4.1 Definisi *Failure Mode and Effect Analysis*

FMEA terdiri dari dua bagian yaitu *failure mode dan effect analysis*, yang definisi masing – masing adalah sifat dari suatu produk yang tidak memenuhi keinginan pelanggan (*failure mode*) dan ilmu yang mempelajari tentang efek – efek dari kegagalan terhadap kesesuaian dan kegunaan (*effect analysis*). Sehingga FMEA merupakan analisis potensi kegagalan dari produk / proses dan efeknya.

Selain itu *Failure Mode and Effect Analysis* adalah suatu teknik untuk menemukan kelemahan pada suatu design, proses, atau sistem suatu design, proses atau pada saat sistem tersebut direalisasikan dalam fase *prototype* ataupun produksi. Teknik ini biasa digunakan untuk pemecahan masalah dan dapat digunakan lebih luas pada disiplin ilmu teknik.

Analisis terhadap suatu permasalahan dengan menggunakan evaluasi dapat diperoleh dengan dua langkah. Yang pertama, menggunakan data historis dan analisis data yang serupa, untuk produk atau jasa serupa, data jaminan, keluhan pelanggan, dan informasi lain yang tersedia untuk menentukan kegagalan. Langkah kedua, dengan menggunakan data statistik yang mungkin dapat diambil,

model matematika, simulasi, *concurrent engineering*, dan *reliability engineering* yang mungkin telah ada, untuk mengidentifikasi dan menentukan kegagalan. Karena perusahaan pada umumnya memiliki kecenderungan untuk melakukan perbaikan secara berkelanjutan pada produk maupun proses produksi, maka FMEA digunakan sebagai salah satu teknik untuk mengidentifikasi dan membantu dalam meminimalkan kegagalan yang potensial akan terjadi.

Salah satu faktor terhadap suksesnya implementasi program FMEA adalah waktu yang tepat, yang berarti harus beraksi sebelum ada kejadian, bukan melakukan percobaan setelah terjadi. Untuk mencapai nilai yang terbaik, FMEA harus dilakukan sebelum suatu modus kegagalan produk atau proses sudah terjadi dalam suatu produk atau proses. FMEA menggunakan beragam tenaga dan sumber data untuk menemukan bagaimana suatu produk dikatakan salah atau tidak bekerja sesuai dengan kondisi yang diinginkan dan apa efek yang akan ditimbulkan terhadap pengguna. Pengguna disini dapat diidentifikasi sebagai:

1. *Part*, subsistem atau sistem yang terpengaruh oleh kesalahan.
2. Mesin atau operator pada proses manufaktur, perakitan ataupun lingkungan jasa.
3. Pengguna atau pembeli produk tersebut.

#### **2.4.2 Manfaat FMEA**

Keuntungan FMEA secara umum diperoleh ketika FMEA dilaksanakan untuk memenuhi kebutuhan peraturan atau permintaan dari engineer. FMEA jenis ini umumnya dimulai dengan mengisi form untuk memenuhi permintaan konsumen akan FMEA. Dalam hal ini dapat dilihat bahwa paksaan dari luar tidak dapat meningkatkan kualitas produk, kecuali jika tim memberikan perhatian terhadap masalah tersebut.

Keuntungan FMEA secara khusus diperoleh saat tim yang menyadari dan berkeyakinan bahwa FMEA memiliki sebuah nilai antara lain:

1. Pengetahuan terhadap produk lebih baik. Dengan penggunaan tenaga ahli dari berbagai bidang dan berbagai segi dalam pengujian produk sehingga menuntun dalam meningkatkan perbaikan produk.

2. Menghemat waktu. Jika penyebab modus kegagalan dapat diidentifikasi sebelum produksi, maka waktu yang hemat lebih banyak daripada harus melakukan desain ulang produk tersebut.
3. Menghemat biaya. Penggantian produk *prototype* dengan desain yang lebih baik disaat awal akan menghemat biaya yang lebih banyak.
4. Mengurangi jaminan perbaikan dan pemulangan produk.
5. Meningkatkan kualitas. Pelanggan akan selalu mencari produk yang lebih berkualitas sehingga peningkatan kualitas produk akan lebih memuaskan konsumen.
6. Mendapatkan histori dari produk atau proses. Penerapan dan pendokumentasian FMEA yang baik akan menyediakan catatan dalam pengembangan desain produk sehingga mengurangi tingkat pengulangan kesalahan yang telah terjadi.

Atau bisa dikatakan bahwa keuntungan menerapkan FMEA adalah sebagai berikut:

- Mengurangi *lead time* dari perubahan *engineering*
- Mengurangi *metode trial & error*
- Mengurangi *rework* / aktifitas redesain.
- Mengurangi *reject rate*
- Mengurangi biaya

### 2.4.3 Jenis – Jenis FMEA

#### 2.4.3.1 Desain FMEA (DFMEA)

DFMEA biasa digunakan setelah rancangan sistem telah ditentukan. Desain FMEA akan mengarahkan modus kesalahan atau kegagalan kedalam tingkatan komponen dan digunakan untuk menganalisis produk sebelum dilakukan proses manufaktur. Desain FMEA mempunyai titik utama pada modus kesalahan atau kegagalan yang disebabkan ketidakefisienan dalam perancangan. Biasanya dibuat oleh satu personil engineering desain yang mempunyai pengalaman yang cukup, tetapi input desain tetap dari cross functional team

(*assembly, manufacturing, design, reliability & Testing, product development, dll*).

#### 2.4.3.2 Proses FMEA (PFMEA)

FMEA jenis ini akan menguji modus kesalahan atau kegagalan untuk setiap tahap dalam suatu proses manufaktur maupun perakitan sebuah produk. Tipe ini tidak selalu menguji secara detail modus kesalahan atau kegagalan dari peralatan yang digunakan dalam proses manufaktur atau perakitan, tetapi tetap harus memperhatikan dimana modus kesalahan atau kegagalan tersebut mempengaruhi secara langsung terhadap kualitas, kekuatan, dan produk akhir yang dihasilkan. Biasanya dibuat oleh satu personil engineering manufaktur yang mempunyai pengalaman yang cukup, tetapi input desain tetap dari cross functional team (*manufacture engineer, industrial engineer, quality engineer, reliability & testing, quality auditor, maintenance personnel, design engineer, dll*), tim harus dibuat paling sedikit satu orang dari tim DFMEA.

#### 2.4.4 Hasil keluaran FMEA

Ada tiga evaluasi yang memperhatikan penilaian untuk keseriusan (*severity*) dari efek tersebut, tingkat frekuensi kejadian (*occurrence*) dari modus kesalahan atau kegagalan dan keefektifan kontrol yang ada (*detection*). Hal paling penting yang didapat adalah daftar bilangan prioritas resiko (*Risk Priority Number, RPN*). Daftar tersebut memberikan tingkat keseriusan dari modus kesalahan atau kegagalan. Berdasarkan daftar ini, perhatian dan perencanaan perbaikan atau koreksi diberikan kepada permasalahan yang paling serius pertama kali dan yang paling ringan untuk terakhir dipecahkan (berdasarkan tingkat RPN).

Secara rinci hasil yang didapatkan dengan penerapan sistem FMEA adalah sebagai berikut :

- 1) Sebuah daftar potensial modus kesalahan atau kegagalan yang diranking berdasarkan RPN.
- 2) Sebuah daftar potensial dari fungsi sistem yang dapat mendeteksi modus kesalahan atau kegagalan.

- 3) Sebuah daftar potensial dari karakteristik yang kritis dan signifikan.
- 4) Sebuah daftar potensial perancangan tindakan untuk mengurangi modus kesalahan dan kegagalan, permasalahan keselamatan, dan mengurangi tingkat kejadian (*occurrence*).
- 5) Sebuah daftar potensial dari parameter – parameter untuk melakukan metode pengujian, inspeksi, dan pendeteksian.
- 6) Sebuah daftar potensial dan rekomendasi tindakan untuk karakteristik yang kritis dan signifikan.

#### 2.4.5 Interpretasi FMEA

Prinsip dasar FMEA adalah mengidentifikasi dan mencegah kegagalan potensial sampai kepada pelanggan. Untuk melakukannya diperlukan beberapa asumsi yang membantu dalam memprioritaskan tindakan korektif terhadap proses atau desain untuk mencegah kegagalan.

Beberapa komponen yang menentukan prioritas suatu kegagalan dan efeknya ditentukan oleh tiga faktor :

1. *Severity* (keseriusan), merupakan konsekuensinya dan suatu kegagalan yang seharusnya terjadi.
2. *Occurrence* (frekuensi), merupakan keseriusan terjadinya kegagalan yang terjadi untuk setiap modus kegagalan atau kegagalan.
3. *Detection* (pendeteksian), merupakan probabilitas dari kegagalan yang dapat dideteksi sebelum dampak dan efeknya terjadi.

Cara untuk menentukan komponen tersebut berdasarkan kriteria resiko, dimana pendekatan bisa secara kualitatif atau kuantitatif. Pendekatan secara kualitatif dilakukan berdasarkan perilaku komponen teoritis (yang diharapkan). Pedoman secara kuantitatif banyak digunakan karena lebih tepat dan spesifik karena menggunakan data actual, data SPC, dan historis atau data pengganti/serupa evaluasinya. Beberapa organisasi yang telah menetapkan FMEA menyesuaikan skala FMEA untuk produk atau sesuai dengan kondisi yang ada.

Dengan mengalikan rata-rata ketiga faktor tersebut ( *Severity X Occurrence X Detection*), maka akan diperoleh Bilangan Prioritas Resiko (RPN) yang ditentukan oleh kecenderungan kegagalan dan efek potensial

RPN (yang bernilai 1-1.000) biasa digunakan untuk mengurutkan kebutuhan akan tindakan perbaikan untuk menghilangkan atau mengurangi kecenderungan kegagalan potensial. Kecenderungan kegagalan dengan RPN tertinggi harus mendapat perhatian terlebih dahulu, meskipun perhatian khusus juga harus diberikan disaat tingkat keseriusannya juga tinggi (9-10), kemudian tingkat frekuensi terjadinya, lalu tingkat pendeteksian.

#### 2.4.6 Pedoman Umum Kegiatan FMEA

Pada umumnya, ada dua cara untuk menginformasikan panduan pengkesan, yaitu kualitatif dan kuantitatif. Di lain pihak, nilai numeriknya bisa dari 1 sampai 5 atau 1 sampai 10. Kisaran 1 -10 lebih sering digunakan karena mudah interpretasi, akurat dan presisi dalam jumlah data. Penjelasan mengenai cara pendokumentasian FMEA dapat dilihat sebagai berikut:

FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (PROCESS FMEA)											FMEA Number _____									
Item _____ Design Responsibility _____										Page _____ of _____										
Model Number / Year _____					Key Date _____			Prepared By _____												
Core Team _____										FMEA Date (Orig.) _____ (Rev.) _____										
Process Function Requirements	Potential Failure Mode	Potential Effect(s)/ Of Failure	S C L A S	C L A S	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) Of Failure	O	Current Process Controls	D P N	R P N	Recommended Actions	Responsibility And Target Completion Dates	Action Results								
												Actions Taken	S E V	O C C	D E C	R E P T				

**Gambar. 2.5** Pedoman Kegiatan dan Pengisian Form FMEA

(Sumber: *Reference Manual (QS-9000)*, 2001)

##### 1. FMEA Number

Masukkan nomor dokumen FMEA yang dapat digunakan dalam *trucking*.

##### 2. System, Subsystem, or Component Name and Number

Pilih tingkat analisa yang tepat dan masukan nama dan nomor dari system, subsistem, atau komponen yang dianalisis.

3. *Proses Responsibility*

Masukkan departemen, dan group. Juga termasuk nama pemasok (*suppliers*) jika diketahui.

4. *Prepared By*

Masukkan nama, nomor telephone, dan perusahaan dari *engineering* yang bertanggungjawab waktu menyiapkan FMEA.

5. *Model Years (s)/Vehicle (s)*

Masukkan tahun model yang digunakan dan atau akan berakibat dalam proses dan akan dianalisa.

6. *Key Date*

Masukkan tanggal jatuh tempo FMEA, dimana tidak boleh melebihi dari tanggal dikeluarkannya desain produksi yang direncanakan.

7. *FMEA Date*

Masukkan tanggal pembuatan FMEA dan tanggal revisi terakhir.

8. *Core Team*

Daftarkan nama-nama dan departemen-departemen yang bertanggungjawab dan berwenang untuk melaksanakan tugas.

9. *Item/Function*

Masukkan nama dan nomor part yang dianalisis. Fungsi dari item yang dianalisis, termasuk informasi tentang keadaan operasi system. Bila item memiliki lebih dari satu fungsi dan potensi kegagalan yang berbeda, buat list seluruh fungsi secara terpisah.

10. *Potential Failure Mode*

Sistem, subsistem, atau komponen yang berpotensi gagal dalam mencapai desain yang diharapkan. List masing-masing potensi kegagalan untuk item tertentu dan fungsi item.

11. *Potential Effect of Failure*

Efek potensial dari suatu kegagalan adalah konsekuensi kegagalannya untuk proses, operasi, produk, pelanggan, atau aturan pemerintah di masa yang akan datang.

### 12. *Severity*

Nilai bahaya/akibat yang ditimbulkan. Keseriusan diterapkan pada efek kecenderungan kegagalan.

### 13. *Classification*

Klasifikasi dari permintaan (contoh : kritikal, mayor, penting, safety dsb) system, subsistem, atau komponen yang mungkin memerlukan pengendalian tambahan. Item yang membutuhkan pengendalian proses khusus harus diidentifikasi dengan karakter atau symbol pada kolom ini, dan harus ada tindakan yang direkomendasikan.

### 14. *Potential Cause/ Mechanism of Failure*

Penyebab kegagalan proses adalah defisiensi yang mengakibatkan kecenderungan kegagalan.

### 15. *Occurrence*

Frekuensi kejadian adalah nilai yang berkaitan dengan perkiraan frekuensi dan atau jumlah kumulatif kegagalan yang mungkin terjadi karena sebab-sebab tertentu terhadap sejumlah komponen. Atau dengan kata lain *occurrence* adalah seberapa sering frekuensi kegagalan yang mungkin terjadi.

### 16. *Current Design Control*

Merupakan metode pengujian, prosedur analisa yang digunakan untuk pendeteksian suatu kegagalan atau pengendalian yang sekarang digunakan.

### 17. *Detection*

Kemampuan pengendalian (dari current design control, kolom 16) untuk mendeteksi potensi kegagalan.

### 18. Risk Priority Number

Angka ini merupakan hasil perkalian dari tingkat keseriusan (*severity*), frekuensi (*occurrence*), dan deteksi ( *detection*). RPN membatasi prioritas kegagalan dan memberikan susunan ranking dan nilai suatu modus kesalahan atau kegagalan yang timbul. Dalam tujuan FMEA harus selalu diketahui bahwa tujuan kegiatannya ialah penurunan nilai RPN dengan tindakan rekomendasi yang dilakukan.

### 19. Recommended Action

Rekomendasi yang dilakukan untuk mengurangi satu, beberapa, atau seluruh dari ranking RPN. Penambahan *validasi/ verifikasi* desain hanya untuk mengurangi tingkat *detection*, pengurangan ranking *occurrence* dapat dihasilkandengan menghilangkan atau mengontrol satu atau lebih dari sebab-sebab kegagalan melalui revisi desain. Untuk mengurangi *severity* hanya perubahan desain yang dapat melakukannya.

### 20. Responsibility (for Recommended Action) & Target Completion Date

Masukkan organisasi dan atau individu yang bertanggungjawab untuk tindakan rekomendasi dan tentukan tanggal selesainya.

### 21. Action Taken

Jelaskan tindakan yang telah dilakukan dan tanggal efektifnya.

### 22. Resulting RPN

Setelah tindakan koreksi diidentifikasi, perkiraan dan catat ranking *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D), dan RPN. Jika tidak ada tindakan maka biarkan kolom ini kosong.

**Tabel 2.1.** Nilai Kemampuan Deteksi (*Detection*)

Detection	Criteria	Inspection Types			Suggested Range of Detection Methods	Ranking
		A	B	C		
Almost Impossible	Absolute certainty of non-detection.			X	Cannot detect or is not checked.	10
Very Remote	Controls will probably not detect.			X	Control is achieved with indirect or random checks only.	9
Remote	Controls have poor chance of detection.			X	Control is achieved with visual inspection only.	8
Very Low	Controls have poor chance of detection.			X	Control is achieved with double visual inspection only.	7
Low	Controls may detect.		X	X	Control is achieved with charting methods, such as SPC (Statistical Process Control).	6
Moderate	Controls may detect.		X		Control is based on variable gauging after parts have left the station, or Go/No Go gauging performed on 100% of the parts after parts have left the station.	5
Moderately High	Controls have a good chance to detect.	X	X		Error detection in subsequent operations, OR gauging performed on setup and first-piece check (for set-up causes only).	4
High	Controls have a good chance to detect.	X	X		Error detection in-station, or error detection in subsequent operations by multiple layers of acceptance: supply, select, install, verify. Cannot accept discrepant part.	3
Very High	Controls almost certain to detect.	X	X		Error detection in-station (automatic gauging with automatic stop feature). Cannot pass discrepant part.	2
Very High	Controls certain to detect.	X			Discrepant parts cannot be made because item has been error-proofed by process/product design.	1

Inspection Types:

A. Error-proofed

B. Gauging

C. Manual inspection

**Tabel 2.2.** Nilai Tingkat Keseriusan (*Severity*)

Effect	Criteria: Severity of Effect	Ranking
Hazardous without warning	Very high severity ranking when a potential failure mode affects safe vehicle operation and/c: involves noncompliance with government regulation without warning.	10
Hazardous with warning	Very high severity ranking when a potential failure mode affects safe vehicle operation and/or involves noncompliance with government regulation with warning.	9
Very High	Vehicle/item inoperable (loss of primary function).	8
High	Vehicle/item operable but at reduced level of performance. Customer very dissatisfied.	7
Moderate	Vehicle/item operable, but Comfort/Convenience item(s) inoperable. Customer dissatisfied.	6
Low	Vehicle/item operable, but Comfort/Convenience item(s) operable at a reduced level of performance. Customer somewhat dissatisfied.	5
Very Low	Fit & Finish/Squeak & Rattle item does not conform. Defect noticed by most customers (greater than 75%).	4
Minor	Fit & Finish/Squeak & Rattle item does not conform. Defect noticed by 50% of customers.	3
Very Minor	Fit & Finish/Squeak & Rattle item does not conform. Defect noticed by discriminating customers (less than 25%).	2
None	No discernible effect.	1

**Tabel 2.3.** Nilai Tingkat Kejadian (*Occurrence*)

Probability	Likely Failure Rates*	Ranking
Very High: Persistent Failures	$\geq 100$ per thousand pieces	10
	50 per thousand pieces	9
High: Frequent Failures	20 per thousand pieces	8
	10 per thousand pieces	7
Moderate: Occasional Failures	5 per thousand pieces	6
	2 per thousand pieces	5
	1 per thousand pieces	4
Low: Relatively Few Failures	0.5 per thousand pieces	3
	0.1 per thousand pieces	2
Remote: Failure is Unlikely	$\leq 0.01$ per thousand pieces	1

## 2.5. Pengendalian Kualitas Statistik

Pengendalian kualitas secara statistik dilakukan dengan menggunakan kombinasi alat bantu statistik yang terdapat pada SPC (*Statistical Process Control*) dan SQC (*Statistical Quality Control*). Ada pengertian dari keduanya yang dikemukakan oleh para ahli sebagai berikut:

Menurut Heizer dan Render (2006:268) yang dimaksud dengan *Statistical Process Control (SPC)* adalah :

*A process used to monitor standards, making measurements and taking corrective action as a product or service is being produced.*

Artinya: Sebuah proses yang digunakan untuk mengawasi standar, membuat pengukuran dan mengambil tindakan perbaikan selagi sebuah produk atau jasa sedang diproduksi.

Menurut Sofjan Assauri (1998:219) mengemukakan bahwa pengertian dari *Statistical Quality Control (SQC)* sebagai berikut :

*Statistical Quality Control (SQC)* adalah suatu sistem yang dikembangkan untuk menjaga standar yang uniform dari kualitas hasil produksi, pada tingkat biaya yang minimum dan menerapkan bantuan untuk mencapai efisiensi.

Sedangkan menurut Richard B. Chase, Nicholas J. Aquilano and F. Robert Jacobs. (2001:291), *Statistical Quality Control* diartikan sebagai berikut : *Statistical Quality Control is a number of different techniques designed to evaluate quality from a conformance view.* Artinya: Pengendalian kualitas secara statistika adalah satu teknik berbeda yang didesain untuk mengevaluasi kualitas ditinjau dari sisi kesesuaian dengan spesifikasinya.

### 2.5.1 Manfaat Pengendalian Kualitas Statistik

Menurut Sofjan Assauri (1998:223), manfaat/ keuntungan melakukan pengendalian kualitas secara statistik adalah:

#### 1. Pengawasan (*control*).

di mana penyelidikan yang diperlukan untuk dapat menetapkan *statistical control* mengharuskan bahwa syarat-syarat kualitas pada situasi itu dan kemampuan prosesnya telah dipelajari hingga mendetail. Hal ini akan

menghilangkan beberapa titik kesulitan tertentu, baik dalam spesifikasi maupun dalam proses.

2. Pengerjaan kembali barang-barang yang telah diapkir (*scrap-rework*).

Dengan dijalankannya pengontrolan, maka dapat dicegah terjadinya penyimpangan-penyimpangan dalam proses. Sebelum terjadi hal-hal yang serius dan akan diperoleh kesesuaian yang lebih baik antara kemampuan proses (*process capability*) dengan spesifikasi, sehingga banyaknya barang-barang yang diapkir (*scrap*) dapat dikurangi sekali. Dalam perusahaan pabrik sekarang ini, biaya-biaya bahan sering kali mencapai 3 sampai 4 kali biaya buruh, sehingga dengan perbaikan yang telah dilakukan dalam hal pemanfaatan bahan dapat memberikan penghematan yang menguntungkan.

3. Biaya-biaya pemeriksaan, karena *Statistical Quality Control* dilakukan dengan jalan mengambil sampel-sampel dan mempergunakan *sampling techniques*, maka hanya sebagian saja dari hasil produksi yang perlu untuk diperiksa. Akibatnya maka hal ini akan dapat menurunkan biaya-biaya pemeriksaan.

### **2.5.2 Pembagian Pengendalian Kualitas Statistik**

Terdapat 2 (dua) jenis metode pengendalian kualitas secara statistika yang berbeda, yaitu:

#### *1. Acceptance Sampling*

Didefinisikan sebagai pengambilan satu sampel atau lebih secara acak dari suatu partai barang, memeriksa setiap barang di dalam sampel tersebut dan memutuskan berdasarkan hasil pemeriksaan itu, apakah menerima atau menolak keseluruhan partai. Jenis pemeriksaan ini dapat digunakan oleh pelanggan untuk menjamin bahwa pemasok memenuhi spesifikasi kualitas atau oleh produsen untuk menjamin bahwa standar kualitas dipenuhi sebelum pengiriman. Pengambilan sampel penerimaan lebih sering digunakan daripada pemeriksaan 100% karena biaya pemeriksaan jauh lebih besar dibandingkan dengan biaya lolosnya barang yang tidak sesuai kepada pelanggan.

## 2. *Process Control*

Pengendalian proses menggunakan pemeriksaan produk atau jasa ketika barang tersebut masih sedang diproduksi (*WIP/ Work In Process*). Sampel berkala diambil dari output proses produksi. Apabila setelah pemeriksaan sampel terdapat alasan untuk mempercayai bahwa karakteristik kualitas proses telah berubah, maka proses itu akan diberhentikan dan dicari penyebabnya. Penyebab tersebut dapat berupa perubahan pada operator, mesin ataupun pada bahan. Apabila penyebab ini telah dikemukakan dan diperbaiki, maka proses itu dapat dimulai kembali. Dengan memantau proses produksi tersebut melalui pengambilan sampel secara acak, maka pengendalian yang konstan dapat dipertahankan. Pengendalian proses didasarkan atas dua asumsi penting, yaitu:

### a. *Variabilitas*

Mendasar untuk setiap proses produksi. Tidak peduli bagaimana sempurnanya rancangan proses, pasti terdapat variabilitas dalam karakteristik kualitas dari tiap unit. Variasi selama proses produksi tidak sepenuhnya dapat dihindari dan bahkan tidak pernah dapat dihilangkan sama sekali. Namun sebagian dari variasi tersebut dapat dicari penyebabnya serta diperbaiki.

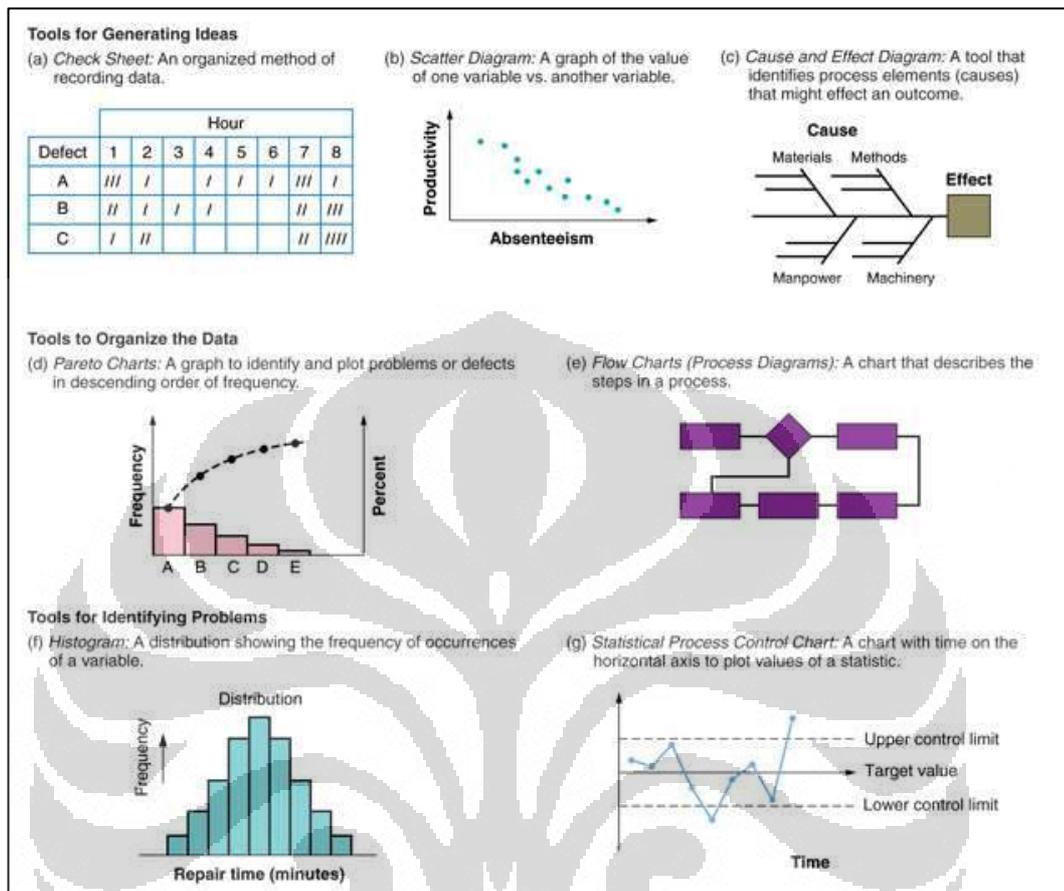
### b. *Proses*

Proses produksi tidak selalu berada dalam keadaan terkendali, karena lemahnya prosedur, operator yang tidak terlatih, pemeliharaan mesin yang tidak cocok dan sebagainya, maka variasi produksinya biasanya jauh lebih besar dari yang semestinya.

### 2.5.3 **Alat Bantu Dalam Pengendalian Kualitas**

Pengendalian kualitas secara statistik dengan menggunakan SPC (*Statistical Process Control*) dan SQC (*Statistical Quality Control*), mempunyai 7 (tujuh) alat statistik utama yang dapat digunakan sebagai alat bantu untuk mengendalikan kualitas sebagaimana disebutkan juga oleh Heizer dan Render dalam bukunya *Manajemen Operasi* (2006:263-268), antara lain yaitu; *check*

sheet, histogram, control chart, diagram pareto, diagram sebab akibat, scatter diagram dan diagram proses.



**Gambar 2.6** Alat Bantu Pengendalian Kualitas

(Sumber: Jay Heizer and Barry Render, 2006)

### 2.5.3.1 Lembar Pemeriksaan (*Check Sheet*)

*Check Sheet* atau lembar pemeriksaan merupakan alat pengumpul dan penganalisis data yang disajikan dalam bentuk tabel yang berisi data jumlah barang yang diproduksi dan jenis ketidaksesuaian beserta dengan jumlah yang dihasilkannya.

Tujuan digunakannya *check sheet* ini adalah untuk mempermudah proses pengumpulan data dan analisis, serta untuk mengetahui area permasalahan berdasarkan frekuensi dari jenis atau penyebab dan mengambil keputusan untuk melakukan perbaikan atau tidak. Pelaksanaannya dilakukan dengan cara mencatat frekuensi munculnya karakteristik suatu produk yang berkenaan dengan

kualitasnya. Data tersebut digunakan sebagai dasar untuk mengadakan analisis masalah kualitas.

Adapun manfaat dipergunakannya check sheet yaitu sebagai alat untuk:

1. Mempermudah pengumpulan data terutama untuk mengetahui bagaimana suatu masalah terjadi.
2. Mengumpulkan data tentang jenis masalah yang sedang terjadi.
3. Menyusun data secara otomatis sehingga lebih mudah untuk dikumpulkan.
4. Memisahkan antara opini dan fakta.

### **2.5.3.2 Diagram Sebar (Scatter Diagram)**

*Scatter diagram* atau disebut juga dengan peta korelasi adalah grafik yang menampilkan hubungan antara dua variabel apakah hubungan antara dua variabel tersebut kuat atau tidak yaitu antara faktor proses yang mempengaruhi proses dengan kualitas produk. Pada dasarnya diagram sebar merupakan suatu alat interpretasi data yang digunakan untuk menguji bagaimana kuatnya hubungan antara dua variabel dan menentukan jenis hubungan dari dua variabel tersebut, apakah positif, negatif, atau tidak ada hubungan. Dua variabel yang ditunjukkan dalam diagram sebar dapat berupa karakteristik kuat dan faktor yang mempengaruhinya.

### **2.5.3.3 Diagram Sebab-akibat (*Cause and Effect Diagram*)**

Diagram ini disebut juga diagram tulang ikan (*fishbone chart*) dan berguna untuk memperlihatkan faktor-faktor utama yang berpengaruh pada kualitas dan mempunyai akibat pada masalah yang kita pelajari. Selain itu kita juga dapat melihat faktor-faktor yang lebih terperinci yang berpengaruh dan mempunyai akibat pada faktor utama tersebut yang dapat kita lihat dari panah-panah yang berbentuk tulang ikan pada *diagram fishbone* tersebut.

Diagram sebab akibat ini pertama kali dikembangkan pada tahun 1950 oleh seorang pakar kualitas dari Jepang yaitu Dr. Kaoru Ishikawa yang menggunakan uraian grafis dari unsur-unsur proses untuk menganalisa sumber-sumber potensial dari penyimpangan proses.

Faktor-faktor penyebab utama ini dapat dikelompokkan dalam :

- 1) *Material* / bahan baku
- 2) *Machine* / mesin
- 3) *Man* / tenaga kerja
- 4) *Method* / metode
- 5) *Environment* / lingkungan

Adapun kegunaan dari diagram sebab akibat adalah:

- 1) Membantu mengidentifikasi akar penyebab masalah.
- 2) Menganalisa kondisi yang sebenarnya yang bertujuan untuk memperbaiki peningkatan kualitas.
- 3) Membantu membangkitkan ide-ide untuk solusi suatu masalah.
- 4) Membantu dalam pencarian fakta lebih lanjut.
- 5) Mengurangi kondisi-kondisi yang menyebabkan ketidaksesuaian produk dengan keluhan konsumen.
- 6) Menentukan standarisasi dari operasi yang sedang berjalan atau yang akan dilaksanakan.
- 7) Sarana pengambilan keputusan dalam menentukan pelatihan tenaga kerja.
- 8) Merencanakan tindakan perbaikan

Langkah-langkah dalam membuat diagram sebab akibat adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi masalah utama.
2. Menempatkan masalah utama tersebut disebelah kanan diagram.
3. Mengidentifikasi penyebab minor dan meletakkannya pada diagram utama.
4. Mengidentifikasi penyebab minor dan meletakkannya pada penyebab mayor.
5. Diagram telah selesai, kemudian dilakukan evaluasi untuk menentukan penyebab sesungguhnya.

#### **2.5.3.4 Diagram Pareto (*Pareto Analysis*)**

*Diagram pareto* pertama kali diperkenalkan oleh Alfredo Pareto dan digunakan pertama kali oleh Joseph Juran. *Diagram pareto* adalah grafik balok

dan grafik baris yang menggambarkan perbandingan masing-masing jenis data terhadap keseluruhan. Dengan memakai diagram Pareto, dapat terlihat masalah mana yang dominan sehingga dapat mengetahui prioritas penyelesaian masalah. Fungsi diagram Pareto adalah untuk mengidentifikasi atau menyeleksi masalah utama untuk peningkatan kualitas dari yang paling besar ke yang paling kecil.

Kegunaan *diagram Pareto* adalah :

1. Menunjukkan masalah utama.
2. Menyatakan perbandingan masing-masing persoalan terhadap keseluruhan.
3. Menunjukkan tingkat perbaikan setelah tindakan perbaikan pada daerah yang terbatas.
4. Menunjukkan perbandingan masing-masing persoalan sebelum dan setelah perbaikan.

*Diagram Pareto* digunakan untuk mengidentifikasi beberapa permasalahan yang penting, untuk mencari cacat yang terbesar dan yang paling berpengaruh. Pencarian cacat terbesar atau cacat yang paling berpengaruh dapat berguna untuk mencari beberapa wakil dari cacat yang teridentifikasi, kemudian dapat digunakan untuk membuat diagram sebab akibat. Hal ini perlu untuk dilakukan mengingat sangat sulit untuk mencari penyebab dari semua cacat yang teridentifikasi. Apabila semua cacat dianalisis untuk dicari penyebabnya maka hal tersebut hanya akan menghabiskan waktu dan biaya dengan sia-sia.

#### **2.5.3.5 Diagram Alir/ Diagram Proses (*Process Flow Chart*)**

Diagram Alir secara grafis menyajikan sebuah proses atau sistem dengan menggunakan kotak dan garis yang saling berhubungan. Diagram ini cukup sederhana, tetapi merupakan alat yang sangat baik untuk mencoba memahami sebuah proses atau menjelaskan langkah-langkah sebuah proses. Diagram Alir dipergunakan sebagai alat analisis untuk:

1. Mengumpulkan data mengimplementasikan data juga merupakan ringkasan visual dari data itu sehingga memudahkan dalam pemahaman.
2. Menunjukkan output dari suatu proses.

3. Menunjukkan apa yang sedang terjadi dalam situasi tertentu sepanjang waktu.
4. Menunjukkan kecenderungan dari data sepanjang waktu.
5. Membandingkan dari data periode yang satu dengan periode lain, juga memeriksa perubahan-perubahan yang terjadi.

### **2.5.3.6 Histogram**

*Histogram* adalah suatu alat yang membantu untuk menentukan variasi dalam proses. Berbentuk diagram batang yang menunjukkan tabulasi dari data yang diatur berdasarkan ukurannya. Tabulasi data ini umumnya dikenal sebagai distribusi frekuensi. Histogram menunjukkan karakteristik-karakteristik dari data yang dibagi-bagi menjadi kelas-kelas. Histogram dapat berbentuk “normal” atau berbentuk seperti lonceng yang menunjukkan bahwa banyak data yang terdapat pada nilai rata-ratanya. Bentuk histogram yang miring atau tidak simetris menunjukkan bahwa banyak data yang tidak berada pada nilai rata-ratanya tetapi kebanyakan datanya berada pada batas atas atau bawah.

Manfaat histogram adalah:

- Memberikan gambaran populasi.
- Memperlihatkan variabel dalam susunan data.
- Mengembangkan pengelompokan yang logis.
- Pola-pola variasi mengungkapkan fakta-fakta produk tentang proses.

### **2.5.3.7 Peta Kendali (*Control Chart*)**

Peta kendali adalah suatu alat yang secara grafis digunakan untuk memonitor dan mengevaluasi apakah suatu aktivitas/ proses berada dalam pengendalian kualitas secara statistika atau tidak sehingga dapat memecahkan masalah dan menghasilkan perbaikan kualitas. Peta kendali menunjukkan adanya perubahan data dari waktu ke waktu, tetapi tidak menunjukkan penyebab penyimpangan meskipun penyimpangan itu akan terlihat pada peta kendali.

Manfaat dari peta kendali adalah untuk:

1. Memberikan informasi apakah suatu proses produksi masih berada di dalam batas-batas kendali kualitas atau tidak terkendali.

2. Memantau proses produksi secara terus- menerus agar tetap stabil.
3. Menentukan kemampuan proses (*capability process*).
4. Mengevaluasi *performance* pelaksanaan dan kebijaksanaan pelaksanaan proses produksi.
5. Membantu menentukan kriteria batas penerimaan kualitas produk sebelum dipasarkan.

Peta kendali digunakan untuk membantu mendeteksi adanya penyimpangan dengan cara menetapkan batas-batas kendali:

1) *Upper control limit* / batas kendali atas (UCL)

Merupakan garis batas atas untuk suatu penyimpangan yang masih diijinkan.

2) *Central line* / garis pusat atau tengah (CL)

Merupakan garis yang melambangkan tidak adanya penyimpangan dari karakteristik sampel.

3) *Lower control limit* / batas kendali bawah (LCL)

Merupakan garis batas bawah untuk suatu penyimpangan dari karakteristik sampel.

Terdapat 2 kondisi yang dapat terjadi pada saat berada dalam proses yaitu:

1) Proses Terkendali

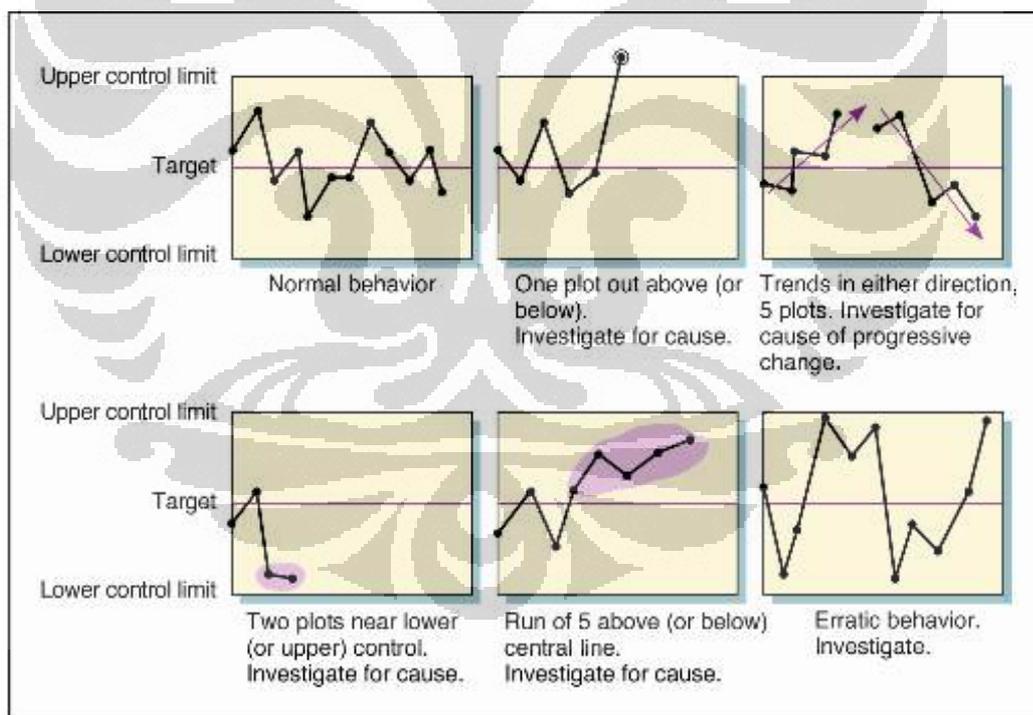
Suatu proses dapat dikatakan terkendali (*process control*) apabila pola-pola alami dari nilai-nilai variasi yang diplot pada peta kendali memiliki pola:

1. Terdapat 2 atau 3 titik yang dekat dengan garis pusat.
2. Sedikit titik-titik yang dekat dengan batas kendali.
3. Titik-titik terletak bolak-balik di antara garis pusat.
4. Jumlah titik-titik pada kedua sisi dari garis pusat seimbang.
5. Tidak ada yang melewati batas-batas kendali.

2) Proses Tidak Terkendali

Beberapa titik pada peta kendali yang membentuk grafik, memiliki berbagai macam bentuk yang dapat memberitahukan kapan proses dalam keadaan tidak terkendali dan perlu dilakukan perbaikan. Perlu diperhatikan, bahwa adanya kemungkinan titik-titik tersebut dapat menjadi penyebab terjadinya penyimpangan pada proses berikutnya, yaitu:

1. Deret. Apabila terdapat 7 titik berturut-turut pada peta kendali yang selalu berada di atas atau di bawah garis tengah secara berurutan.
2. Kecenderungan. Bila dari 7 titik berturut-turut cenderung menuju ke atas atau ke bawah garis tengah atau membentuk sekumpulan titik yang membentuk garis yang naik atau turun.
3. Perulangan. Dari sekumpulan titik terdapat titik yang menunjukkan pola yang hampir sama dalam selang waktu yang sama.
4. Terjepit dalam batas kendali. Apabila dari sekelompok titik terdapat beberapa titik pada peta kendali cenderung selalu jatuh dekat garis tengah atau batas kendali atas maupun bawah (*CL/Central Line*, *UCL/Upper Control Limit*, *LCL/Lower Control Limit*).
5. Pelompatan. Apabila beberapa titik yang jatuh dekat batas kendali tertentu secara tiba-tiba titik selanjutnya jatuh di dekat batas kendali yang lain.



**Gambar 2.7** Bentuk-bentuk penyimpangan

(Sumber: Jay Heizer and Barry Render, 2006)

Salah satu pola teknik untuk mengetahui pola yang tidak umum adalah dengan membagi peta kendali ke dalam enam bagian yang sama dengan

garis khayalan. Tiga bagian di antara garis tengah dan batas kendali atas sedangkan tiga bagian lagi di antara garis tengah dengan batas kendali bawa

Pola normal dari variasi tersebut akan terjadi apabila:

- a. Kira-kira 34% dari titik-titik jatuh berada di antara kedua garis khayalan yang pertama, yang dihitung mulai dari garis tengah sampai dengan batas garis khayalan kedua.
- b. Kira-kira 13,5% dari titik-titik jatuh berada di antara kedua garis khayalan kedua.
- c. Kira-kira 2,5% dari titik-titik jatuh di antara kedua garis khayalan ketiga.

Untuk mengendalikan kualitas produk selama proses produksi, maka digunakan peta kendali yang secara garis besar di bagi menjadi 2 jenis:

### 1. Peta Kendali Variabel

Peta kendali variabel digunakan untuk mengendalikan kualitas produk selama proses produksi yang bersifat variabel dan dapat diukur. Seperti berat, ketebalan, panjang volume, diameter. Peta kendali variabel biasanya digunakan untuk pengendalian proses yang didominasi oleh mesin.

Peta kendali variabel dibagi menjadi 2 :

#### 1) Peta kendali rata-rata (*x chart*)

Digunakan untuk mengetahui rata-rata pengukuran antar sub grup yang diperiksa.

#### 2) Peta kendali rentang (*R chart*)

Digunakan untuk mengetahui besarnya rentang atau selisih antara nilai pengukuran yang terbesar dengan nilai pengukuran terkecil di dalam sub grup yang diperiksa.

### 2. Peta Kendali Atribut

Peta kendali atribut digunakan untuk mengendalikan kualitas produk selama proses produksi yang tidak dapat diukur tetapi dapat dihitung sehingga kualitas produk dapat dibedakan dalam karakteristik baik atau buruk, berhasil atau gagal. Peta kendali atribut dibagi menjadi 4 :

### 1) Peta kendali kerusakan (*p chart*)

Digunakan untuk menganalisis banyaknya barang yang ditolak yang ditemukan dalam pemeriksaan atau sederetan pemeriksaan terhadap total barang yang diperiksa.

Dalam hal menganalisis data, digunakan peta kendali *p* (peta kendali proporsi kerusakan) sebagai alat untuk pengendalian proses secara statistik. Penggunaan peta kendali *p* ini adalah dikarenakan pengendalian kualitas yang dilakukan bersifat atribut, serta data yang diperoleh yang dijadikan sampel pengamatan tidak tetap dan produk yang mengalami kerusakan tersebut tidak dapat diperbaiki di dalam line konveyor sehingga harus di *reject* dengan cara di repair di luar line konveyor.

Adapun langkah-langkah dalam membuat peta kendali *p* sebagai berikut :

#### a. Menghitung Prosentase Kerusakan

$$p = \frac{np}{n} \dots\dots\dots(2.9)$$

Keterangan :

$np$  : jumlah gagal dalam sub grup

$n$  : jumlah yang diperiksa dalam sub grup

Subgrup : Hari ke –

#### b. Menghitung garis pusat/Central Line (CL)

Garis pusat merupakan rata-rata kerusakan produk ( $p$ ).

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} \dots\dots\dots(2.10)$$

Keterangan :

$\sum np$  : jumlah total yang rusak

$\sum n$  : jumlah total yang diperiksa

#### c. Menghitung batas kendali atas atau Upper Control Limit (UCL)

Untuk menghitung batas kendali atas atau UCL dilakukan dengan rumus :

$$UCL = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \dots\dots\dots(2.11)$$

Keterangan :

$p$  : rata-rata ketidak sesuaian produk

$n$  : jumlah produksi

d. Menghitung batas kendali bawah atau *Lower Control Limit* (LCL)

Untuk menghitung batas kendali bawah atau LCL dilakukan dengan rumus:

$$LCL = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \dots\dots\dots(2.12)$$

Keterangan :

$p$  : rata-rata ketidak sesuaian produk

$n$  : jumlah produksi

Catatan : Jika  $LCL < 0$  maka LCL dianggap = 0

Apabila data yang diperoleh tidak seluruhnya berada dalam batas kendali yang ditetapkan, maka hal ini berarti data yang diambil belum seragam. Hal tersebut dapat terlihat apabila ada titik yang berfluktuasi secara tidak beraturan yang menunjukkan bahwa proses produksi masih mengalami penyimpangan. Jenis-jenis kerusakan yang terjadi pada berbagai macam produk yang dihasilkan disusun dengan menggunakan diagram pareto, sebagai hasilnya adalah jenis-jenis kerusakan yang paling dominan dapat ditemukan dan diatasi terlebih dahulu.

2) Peta kendali kerusakan per unit (*np chart*)

Digunakan untuk menganalisis banyaknya butir yang ditolak per unit.

3) Peta kendali ketidaksesuaian (*c chart*)

Digunakan untuk menganalisis dengan cara menghitung jumlah produk yang mengalami ketidaksesuaian dengan cara spesifikasi.

4) Peta kendali ketidaksesuaian per unit (*u chart*)

Digunakan untuk menganalisa dengan cara menghitung jumlah produk yang mengalami ketidaksesuaian per unit.

Peta kendali untuk jenis atribut ini memiliki perbedaan dalam penggunaannya. Perbedaan tersebut adalah peta kendali  $p$  dan  $np$  digunakan untuk

menganalisis produk yang mengalami kerusakan dan tidak dapat diperbaiki lagi, sedangkan peta kendali  $c$  dan  $u$  digunakan untuk menganalisis produk yang mengalami cacat atau ketidaksesuaian dan masih dapat diperbaiki.

## 2.6. Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data dimaksudkan untuk memastikan bahwa data yang telah dikumpulkan telah cukup secara obyektif. Apabila data yang diperoleh sudah cukup, maka perhitungan penelitian dapat dilanjutkan, tetapi jika data yang didapat tidak atau belum cukup, maka proses pengambilan dan pengumpulan data harus dilakukan lagi. Pengujian kecukupan data dilakukan dengan berpedoman pada konsep statistik, yaitu derajat ketelitian dan tingkat keyakinan/ kepercayaan. Derajat ketelitian dan tingkat keyakinan adalah mencerminkan tingkat kepastian yang diinginkan oleh pengukur setelah memutuskan tidak akan melakukan pengukuran dalam jumlah yang banyak (populasi). Uji kecukupan data ini dilakukan setelah data atau sampel berada dalam populasi yang sama atau yang sudah seragam. Rumus yang digunakan untuk uji kecukupan data tersebut adalah sebagai berikut:

$$N' = \frac{(Z)^2 x (\bar{p}) x (1 - \bar{p})}{(\alpha)^2} \dots \dots \dots (2.13)$$

Keterangan :

$N$  = jumlah sampel yang seharusnya

$Z$  = nilai pada tabel  $Z$  dengan tingkat keyakinan tertentu

$p$  = rata-rata ketidaksesuaian per unit

$\alpha$  = tingkat ketelitian

Apabila jumlah sampel yang sudah digunakan ( $N$ ) lebih besar atau sama dengan jumlah sampel yang seharusnya ( $N$ ), maka jumlah sampel yang digunakan sudah mencukupi untuk digunakan dalam perhitungan batas-batas kendali. Namun apabila jumlah sampel yang sudah digunakan ( $N$ ) lebih kecil daripada jumlah sampel yang seharusnya ( $N$ ), maka jumlah sampel yang telah diambil tidak mencukupi sehingga perlu pengambilan sampel lagi untuk mengatasi kekurangan tersebut.

## BAB 3

### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

#### 3.1 Gambaran Umum Perusahaan

PT. *Sugity Creatives* berdiri pada tanggal 21 April 1995. Berikut sekilas catatan sejarah perkembangan perusahaan sejak berdirinya hingga tahun 2011 :

- a. 21 April 1995, PT. *Sugity Creatives* didirikan sebagai perusahaan yang memproduksi plastik injeksi khususnya untuk komponen mobil.
- b. Mei 1996, PT. *Sugity Creatives* mulai melakukan proses assembly/perakitan kendaraan DYNA dan penambahan mesin injeksi plastik.
- c. Agustus 1998, didirikannya penambahan area pabrik Plant 3 baru yang digunakan untuk membantu proses produksi injeksi plastik.
- d. September 2000, mulai didirikannya proses manufaktur baru yaitu Resin Chrome Plating.
- e. Juni 2001, didirikannya penambahan area pabrik Plant 4 baru yang digunakan untuk membantu proses produksi injeksi plastik.
- f. Maret 2003, PT. *Sugity Creatives* mendapat sertifikat ISO 14001 : 2004
- g. Oktober 2006, PT. *Sugity Creatives* mulai menggunakan Painting Robot untuk proses pengecatan Bumper mobil.
- h. Oktober 2009, Produksi DYNA dipindahkan ke Pabrik HINO di Cikampek.

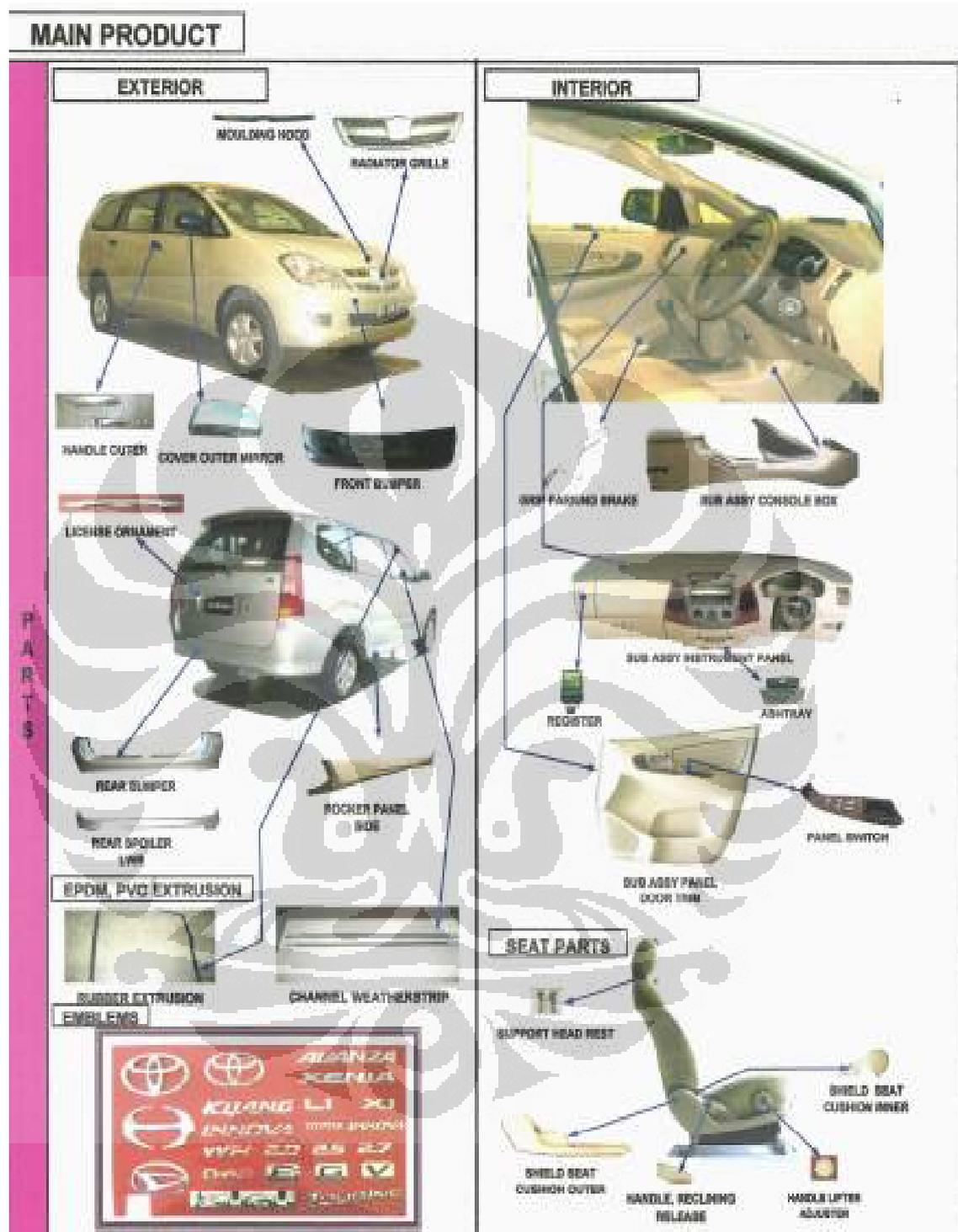
### 3.2 Ruang Lingkup Bidang Usaha

PT. *Sugity Creatives* memulai bisnis usahanya di bidang produksi injeksi plastik. Berbagai macam injeksi resin part yang dihasilkan oleh PT. *Sugity Creatives* ini. Selain itu customer PT. *Sugity* terdiri dari beberapa produsen mobil di Indonesia ini, antara lain:



Gambar 3.1 Customer PT. *Sugity Creatives*

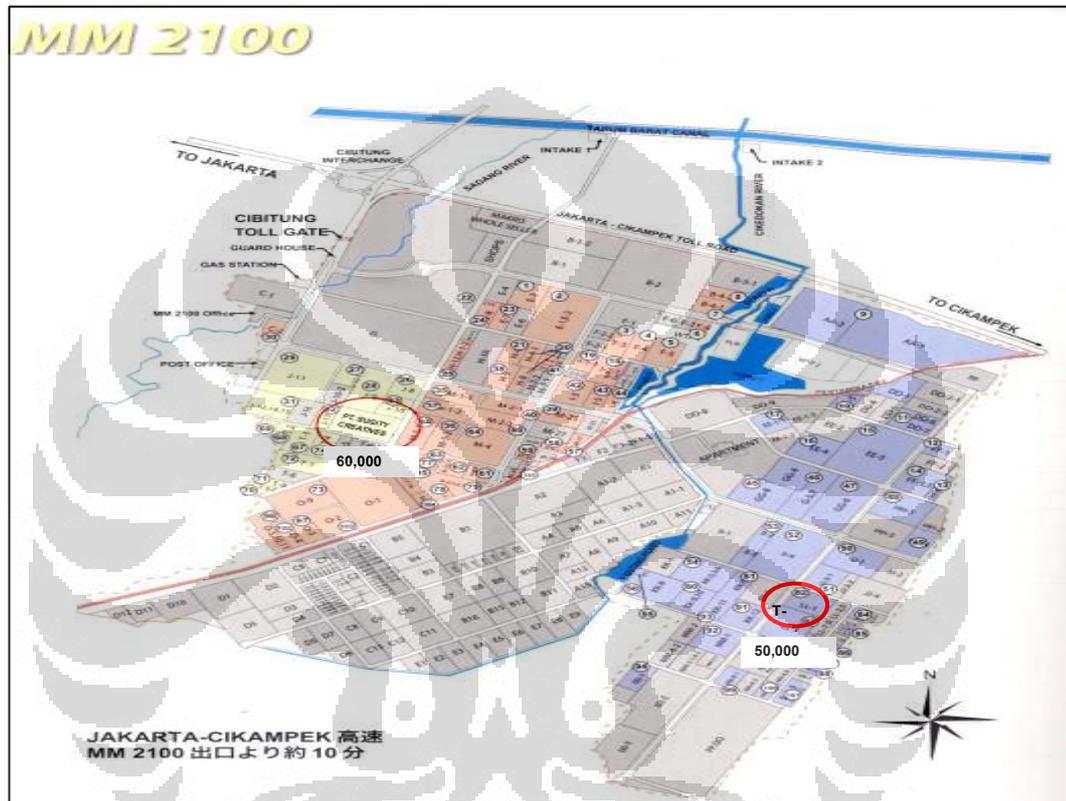
Produksi injeksi plastik PT. *Sugity Creatives* antara lain:



**Gambar 3.2** Jenis produk yang dihasilkan PT. *Sugity Creatives*

### 3.3 Lokasi Perusahaan

Pabrik *PT. Sugity Creatives* berada di daerah MM 2100 INDUSTRIAL TOWN, BLOCK J 17 - 20, Cibitung Bekasi, yang memiliki 1471 karyawan berdasarkan data tahun 2011. Kantor pusat *PT. Sugity Creatives* juga menempati lahan yang sama dengan pabriknya. Berikut informasi umum tentang alamat dari lokasi perusahaan *PT. Sugity Creatives*



Gambar 3.3 Peta Lokasi Perusahaan

### 3.4 Struktur Organisasi Perusahaan

Suatu perusahaan tidak terlepas dari aspek sumber daya manusia. Aspek ini akan ditempatkan pada departemen atau divisi-divisi kerja yang tersusun secara hierarkis dan juga secara sistematis dalam suatu struktur organisasi. Struktur organisasi tersebut di dalamnya memuat secara lengkap kelompok jabatan mulai dari presiden/direktur hingga operator produksi.

Melihat dari penjelasan jenis-jenis struktur organisasi yang mungkin diterapkan oleh suatu perusahaan, maka dalam hal ini *PT. Sugity Creatives* memiliki struktur organisasi yang penyusunannya berdasarkan struktur organisasi

fungsional. Struktur organisasi disusun menurut fungsi. Fungsinya adalah menyatukan semua orang yang terlibat dalam satu aktivitas atau beberapa aktivitas fungsional berkaitan kedalam satu kelompok (pemasaran, produksi, *Quality*, dll). Bentuk struktur organisasi ini cocok untuk bagi kegiatan usaha yang memiliki jenis produk dan lingkup pemasaran terbatas (secara geografis).

Penggambaran struktur organisasi dari PT. *Sugity Creatives* dapat dilihat secara garis besarnya sebagai berikut :

Adm & Staff	General Eng	Health & Utility	Prod. Control	Quality	Prod. Resin	Plating	Painting	Heavy Cabin	Total
133	33	75	217	103	448	181	233	48	1471

**Gambar 3.4** Struktur Organisasi dan Jumlah Karyawan

### 3.5 Pembagian Tugas dan Wewenang

Pembagian tugas dan wewenang yang dilakukan oleh perusahaan PT. *Sugity Creatives* untuk masing-masing jabatannya adalah sebagai berikut:

#### 1. Presiden Direktur

Tugas dan wewenangnya:

- Mengendalikan seluruh seluruh kegiatan yang ada di perusahaan.
- Menetapkan sistem yang sesuai dengan kebutuhan perusahaan secara keseluruhan.
- Menetapkan kebijakan mutu perusahaan.
- Menetapkan rencana bisnis yang harus dijalankan oleh perusahaan.

#### 2. *Manufacturing Director*

Tugas dan wewenangnya:

- Bertanggung jawab langsung dengan presiden direktur terhadap hasil kerjanya.
- Melakukan perencanaan produksi selama jangka waktu tertentu.
- Memberikan laporan jumlah hasil produksi pada periode sebelumnya dan periode yang sedang berjalan.

- Menganalisa kondisi di lantai produksi.
- Menyusun rencana produksi untuk satu periode produksi.

### 3. *Quality*

Tugas dan wewenangnya:

- Bertanggung jawab langsung kepada *manufacturing director* dalam hal kualitas produksi dan kesehatan dan keselamatan kerja (K3).
- Menetapkan sistem dalam menjaga kualitas dan mutu dari hasil produksi.
- Menetapkan kebijakan-kebijakan yang berhubungan dengan kesehatan dan keselamatan kerja (K3) di lingkungan perusahaan.

### 4. *Procurement & Material Flow Director*

Tugas dan wewenangnya:

- Bertanggung jawab terhadap *manufacturing director* dalam hal penanganan material yang dibutuhkan untuk mendukung kegiatan produksi.
- Mengatur jumlah persediaan barang-barang yang diperlukan untuk keperluan produksi.
- Mengatur waktu untuk pengadaan barang agar tidak mengganggu jalannya produksi.
- Bertanggung jawab terhadap kualitas, harga, legalitas, serta kedatangan barang-barang yang dibeli.
- Bertanggung jawab terhadap *purchase order* ( PO ) yang dikeluarkan dan juga untuk membatalkannya.
- Bertanggung jawab menyusun prosedur kerja bagian *purchasing & inventory*.
- Membuat dan menerapkan sistem *inventory* yang sesuai.
- Melakukan perundingan dengan *supplier* dalam menentukan harga beli barang.
- Dapat membuat dan membatalkan *purchase order* (PO).
- Melakukan komunikasi dan menjalin hubungan baik dengan *supplier*.
- Mengawasi jalannya kegiatan *purchasing & inventory*.

- Mengajukan demosi, mutasi, dan promosi karyawan di bagian *purchasing & inventory*.
- Mengajukan permohonan tambahan karyawan untuk bagian *purchasing & inventory*.
- Membuat *job* deskripsi dari staff di bawahnya untuk kelancaran bagian serta tugasnya masing-masing pada bagian *purchasing & inventory*.

#### 5. *Marketing & Administration Director*

Tugas dan wewenangnya:

- Bertanggung jawab terhadap presiden direktur.
- Menetapkan target jumlah barang yang harus dipasarkan dalam satu periode tertentu.
- Menetapkan sistem pemasaran yang dapat diimplementasikan dalam perusahaan.
- Memantau jalannya proses penjualan dan pemasaran yang dilakukan oleh perusahaan agar penjuaaln mampu mencapai target perusahaan.
- Membawahi divisi *OEM & Business Development, AM & Sales Adm, Accounting, HR & GA*.
- Memonitor segala order yang ada dan melakukan kordinasi dengan staffnya.
- Menyusun prosedur kerja dan referensi kerja dari bagian *marketing*.
- Membuat laporan pencapaian kinerja marketing bulanan.
- Menentukan harga produk dan biaya lain yang akan dipublikasikan kepada konsumen.

#### 7. Manajer *Molding & die*

Tugas dan wewenang:

- Mengawasi jalannya proses *Molding & die*
- Bertanggung jawab kepada *manufacturing direktor*.
- Memantau grafik dari laju mesin-mesin yang ada di bagian *Molding & die* tersebut berjalan dengan benar.

- Mengawasi operator produksi di bagian *Molding & die*
- Membawahi *supervisor* produksi bagian *Molding & die*

#### 6. Manajer *Production*

- Memiliki tanggung jawab langsung terhadap *manufacturing director*.
- Mengawasi jalannya proses *assembling*
- Mengawasi kinerja dari operator *production* di setiap proses produksi.
- Mendata jumlah *produksi* yang dihasilkan per hari.
- Membawahi *supervisor* produksi bagian *Production*.

#### 7. Manajer *Engineering*

- Melakukan perhitungan biaya pelaksanaan
- Mempunyai literatur pendukung dalam desain
- Melakukan *detail drawing*
- Menyelesaikan desain produk tepat waktu sesuai jadwal produksi
- Menyimpan *file* desain ke *server* dan meng-*update file*
- Menyampaikan gambar secara jelas dan standar

#### 10. Manajer *Maintenance*

- Bertanggung jawab langsung terhadap *manufacturing director*.
- Membuat jadwal pemeliharaan setiap mesin-mesin produksi.
- Menampung apabila ada laporan tentang kerusakan mesin-mesin produksi.
- Melakukan koordinasi dengan para personel lapangan untuk pengecekan mesin-mesin produksi.

#### 11. Manajer *OEM & Business Development*

- Memonitor segala order yang ada dan melakukan kordinasi dengan staffnya
- Menyusun prosedur kerja dan referensi kerja dari bagian *marketing*
- Membuat laporan pencapaian kinerja marketing bulanan
- Menentukan harga produk dan biaya lain yang akan dipublikasikan kepada konsumen
- Membuat strategi pemasaran yang efektif.

## 12. Manajer AM & Sales Adm

- Memonitor segala order yang ada dan melakukan kordinasi dengan staffnya
- Menyusun prosedur kerja dan referensi kerja dari bagian *marketing*
- Membuat laporan pencapaian kinerja marketing bulanan
- Menentukan harga produk dan biaya lain yang akan dipublikasikan kepada konsumen
- Membuat strategi pemasaran yang efektif.

## 13. Manajer Accounting

- Menertibkan dokumentasi keuangan dan laporan
- Menyediakan dokumen-dokumen pendukung perpajakan
- Memonitor segala aktivitas administrasi di perusahaan
- Menyusun prosedur kerja dan referensi kerja dari bagian administrasi.
- Membuat laporan pencapaian kinerja administrasi bulanan.
- Bertanggung jawab terhadap data-data administrasi yang ada.
- Bertanggung jawab sepenuhnya terhadap segala sesuatu di bagian administrasi.
- Mencatat proses penerimaan dan pengeluaran uang dengan dokumen-dokumen pendukungnya.
- Mengajukan demosi, mutasi, dan promosi karyawan di bagian administrasi.
- Mengajukan permohonan tambahan karyawan untuk administrasi.
- Membuat job deskripsi dari staff di bawahnya untuk kelancaran bagian serta tugasnya masing-masing pada bagian administrasi.

## 14. Manajer HR & GA

- Melakukan penilaian kinerja dari para karyawannya.
- Membina hubungan baik antara lingkungan sekitar.
- Mengurus JAMSOSTEK.
- Membina hubungan baik dengan instalasi pemerintah
- Membuat pengumuman dan keputusan sesuai dengan kebutuhan perusahaan.

### 3.6 Visi dan Misi Perusahaan, Kebijakan Mutu, Sasaran Mutu

#### 3.6.1 Visi Perusahaan

Menjadi Perusahaan Injeksi Plastik terbesar dan bermutu bagi *Customer* produsen mobil.

#### 3.6.2 Misi Perusahaan

PT. *Sugity Creatives* haruslah menjadi perusahaan pilihan dengan cara:

- Memberikan produk, layanan, dan solusi rekayasa pengetahuan yang bernilai tinggi dan terdepan di industri ini.
- Menciptakan lingkungan kerja yang memuaskan, dimana setiap usaha dihargai, ide dinilai, dan hak pribadi dihormati.
- Memberikan nilai kepada pemegang saham melalui pertumbuhan pendapatan yang berkelanjutan.

### 3.7 Sarana dan Prasarana

Perusahaan menyediakan sarana dan prasarana untuk mendukung kinerja para karyawannya sarana dan prasarana tersebut dapat terbagi dalam *plant service* dalam dan *plant service* luar, berikut ini yang termasuk dalam *plant service* dalam:

- *Pantry*
- Toilet untuk *staff* kantor
- Toilet untuk operator produksi
- Kantin
- Ruang organisasi serikat buruh

*Plant service* luar yang disediakan oleh perusahaan antara lain:

- Pos Satpam
- Parkir motor karyawan
- Parkir motor tamu
- Parkir mobil karyawan
- Parkir mobil tamu
- Koperasi Karyawan

- Musshola

Sarana dan prasarana pendukung yang disediakan oleh perusahaan antara lain:

- Mesin absensi karyawan
- Penerangan (lampu-lampu)
- *Exhaust fan* pada lantai produksi
- *Air Conditioner* (AC) pada ruangan kantor
- Lemari Rak/Kabinet
- Dispenser
- Meja dan kursi untuk karyawan kantor
- Alat pemadam kebakaran
- Komputer untuk mendukung kegiatan administrasi di perusahaan
- Dan lain-lain

### 3.8 METODE PENGUMPULAN DATA

Pada penelitian pengukuran nilai *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* ini, data-data yang dikumpulkan merupakan data yang bersumber dari laporan produksi perusahaan. Sebelum mengumpulkan data, terlebih dahulu diperlukan pemahaman-pemahaman terhadap kerugian (*losses*) yang terjadi di perusahaan

#### 3.8.1 Kerugian (*Losses*)

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

Adapun kerugian-kerugian yang ditemukan adalah sebagai berikut :

##### 1. *Dandori*

*Dandori* merupakan aktivitas pergantian peralatan, yaitu *dies*. Karena banyaknya jenis *part* dengan *die* tertentu harus diproduksi dalam satu periode,

maka *dandori* merupakan suatu hal yang tidak bias diabaikan. *Dandori* mengakibatkan berkurangnya waktu kegiatan manufaktur, selain itu selama kegiatan ini berlangsung banyak waktu terbuang guna menunggu pelaksanaan *dandori* ini. Lamanya waktu menunggu tersebut biasanya disebut “*waiting dandori*”.

## 2. *Quality Check*

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

## 3. *Scrap Handling*

*Scrap* adalah sisa-sisa bahan dari proses manufaktur yang berlangsung pada satu mesin. Penanganan *scrap* ini melibatkan *operator* dari mesin yang bersangkutan. Dengan kata lain, ketika dilakukan penanganan *scrap*, *operator* akan beralih dari memantau dan menjalankan mesin yang mengakibatkan mesin berhenti untuk sementara waktu. Aktifitas penanganan *scrap* ini terbagi dua, yaitu *take scrap* yang merupakan membersihkan mesin, dan *remove scrap* yang merupakan kegiatan membuang *scrap* dari tempat kerja.

## 4. *Waiting*

*Waiting* merupakan waktu kosong ketika menunggu dilaksanakannya suatu proses atau menunggu lainnya. Berdasarkan objek yang ditunggu, maka *waiting* terbagi dalam beberapa bagian, yaitu *waiting crane*, *waiting material (slit)*, *waiting machine*, *waiting instruksi produksi*. “*Waiting crane*” adalah kegiatan menunggu peralatan crane, yaitu peralatan yang digunakan untuk memindahkan *handle door*. “*Waiting material*” merupakan kegiatan menunggu material plastik yang akan digunakan untuk proses injeksi. “*Waiting machine*” merupakan kegiatan menunggu mesin yang akan digunakan (Mesin injeksi plastik) baik ketika akan dioperasikan maupun menunggu untuk dilaksanakannya pemeliharaan. Sedangkan “*waiting IP*” merupakan kegiatan untuk menunggu instruksi produksi, jenis apa, berapa jumlahnya yang akan diproduksi.

## 5. *Trouble*

*Trouble* merupakan gangguan yang terjadi pada peralatan produksi. Besarnya nilai *trouble* ini adalah saat diketahui adanya *trouble* sampai peralatan

tersebut dapat dioperasikan kembali. *Trouble* yang terjadi pun beragam, seperti *trouble quality* yang merupakan kerusakan yang terjadi terhadap produk yang dihasilkan. Ketika terjadi kerusakan produk, maka akan dilakukan usaha untuk mencari sumber penyebabnya, dimana selama proses pencarian tersebut mesin-mesin yang terlibat dalam proses tersebut akan dihentikan. *Trouble* lainnya adalah *trouble* mesin, merupakan trouble yang terjadi pada *utility* pendukung proses manufaktur seperti genset, *boiler*, dan sebagainya.

#### 6. *Speed*

*Speed* merupakan kerugian yang terjadi akibat adanya perbedaan kecepatan antara *standard* yang ditetapkan dengan aktual yang terjadi. Kerugian speed ini sama dengan kriteria yang tergolong pada *speed loss* dalam *six big losses*.

#### 7. *Quality*

*Quality* merupakan kerugian yang diakibatkan produk jadi yang tidak sesuai dengan *standard*. Hal ini menandakan waktu yang terpakai untuk memproduksi produk tersebut menjadi sia-sia.

#### 8. Lain-lain

Kerugian lain-lain merupakan kerugian yang terjadi di luar kategori kerugian di atas. Sebagai contoh dari kerugian lain-lain ini adalah berhentinya operasi ketika menunggu datangnya *operator* mesin, dan lain-lain.

Sebagaimana yang telah diuraikan dalam bab sebelumnya, kerugian dari peralatan dibagi dua, yaitu *chronic* dan *sporadic*. Berdasarkan dampak yang ditimbulkan, maka yang tergolong kerusakan chronic adalah dandori, *quality check*, *scrap handling*, *waiting*, *speed*, *quality*, dan kerugian lain-lain. Sedangkan yang termasuk dalam kategori *sporadic* adalah seluruh jenis *trouble* yang ada.

### 3.8.2 Data Pengolahan

Data – data yang diperlukan dalam pengukuran ini adalah seluruh data yang berkaitan dengan kerugian yang telah diuraikan di atas, serta data – data lain yang diperlukan dalam pengukuran nilai OEE. Selain itu juga data lain yang diperlukan untuk analisis menggunakan metode FMEA seperti:

- 1) Mengumpulkan dan mempelajari proses dan fungsi dari mesin injeksi *plastic*.
- 2) Mencari dan mengumpulkan data historis tentang kegagalan mesin injeksi.
- 3) Membentuk tim *brainstorming* untuk menentukan langkah – langkah pemecahan masalah, dan *improvement activity* sehingga tercipta tingkat OEE yang sesuai.

Data – data pengolahan ini diperoleh melalui data laporan selama 10 bulan yaitu Januari 2011 – Oktober 2011. Data tersebut kita peroleh dari 3 department yaitu *Quality, PPIC, Engineering*. Adapun seluruh data yang telah dikumpulkan adalah sebagai berikut :

- 1) Data mengenai lamanya mesin injeksi beroperasi per periode (*machine working time*).
- 2) Data mengenai lamanya waktu berhenti produksi yang ditetapkan oleh perusahaan meliputi *meeting*, istirahat, makan, dan *schedule maintenance*.
- 3) Data *Ideal cycle time* dan *actual cycle time* dari mesin injeksi.
- 4) Data mengenai jumlah produksi setiap periode.
- 5) Data mengenai jumlah cacat dalam produksi setiap periode.

Selanjutnya data – data yang telah terkumpul akan dilakukan pengolahan untuk mendapatkan nilai OEE serta pengolahan data lainnya. Seluruh data pendukung tersebut akan kita cantumkan di bagian lampiran dari laporan skripsi ini.

Semua data yang kita ambil adalah data dari proses injeksi *Handle door, Handle door outer* mobil adalah Alat pegangan dari pintu mobil yang berfungsi untuk membuka tutup pintu mobil dari luar.



Gambar 3.5 Handle Door Mobil

Untuk membuat *handle door* mobil ini, PT. *Sugity Creatives* menggunakan mesin Injeksi sesuai dengan spesifikasi di bawah ini,

Tabel 3.1 Spesifikasi mesin Injeksi untuk produksi *Handle Door*

<b>Make</b>		mitsubishi
<b>Model</b>		350MGII-40
<b>Making Year</b>		1990
<b>clamping force</b>	Ton	350
<b>screw diameter</b>	mm	62
<b>shot weight PS</b>	g	1030
<b>shot volume</b>	cm	1120
<b>injection pressure</b>	kgf/ <sup>1</sup> /2	1640
<b>tie bar distance H x V</b>	mm	730 x 730
<b>mould height min</b>	mm	300
<b>mould opening stroke</b>	mm	950
<b>Total Opening ( Daylight)</b>	mm	1250
<b>Ejector stroke</b>	mm	125
<b>Ejector Force</b>	Ton	8.3
<b>main motor</b>	Kw	45
<b>heating total Load</b>	Kw	15.6
<b>machine weight</b>	Ton	14.4
<b>dimensions of the machine L x W x H</b>	m	7.95 x 1.84 x 1.92
<b>Oil Tank</b>		900

### 3.9 PENGOLAHAN DATA

Dalam pengolahan data, hal pertama yang dilakukan adalah pengukuran terhadap nilai *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* untuk mesin injeksi plastic. Yang mana nilai OEE tergantung dari tiga ratio utama, yaitu : *Availability, Performance, dan Quality*. Untuk itu nilai dari ketiga ratio tersebut harus terlebih dulu diperoleh.

Setelah kita mendapatkan nilai OEE yang kita inginkan, maka dapat dilakukan pengolahan data terhadap kerugian – kerugian. Sehingga kita akan dapat melihat hubungan dari kerugian tersebut terhadap nilai OEE selama periode 10 bulan ini.

Setelah kita mendapatkan hubungannya, maka langkah berikutnya adalah mencari penyebab – penyebab masalah yang berkaitan dengan nilai OEE yang telah dihitung. Untuk itu dalam pengolahan data ini terdiri dari 3 langkah yaitu:

- 1) Mengukur nilai OEE
- 2) Mencari hubungan antara nilai OEE terhadap *losses* peralatan / mesin injeksi.
- 3) Mencari penyebab masalah yang berkaitan dengan nilai OEE sehingga bisa meningkatkan nilai OEE sesuai dengan standard yang ditentukan.

Langkah ketiga sangatlah berkaitan dengan hasil analisis terhadap dua langkah sebelumnya, oleh karenanya langkah ketiga ini akan diuraikan di bagian analisis.

#### 3.9.1 Pengukuran Nilai *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

Pengukuran OEE ini dilakukan di salah satu lini produksi di PT. *Sugity Creatives*, yaitu di salah satu mesin injeksi plastik. Pada saat melakukan penelitian, mesin injeksi plastik ini merupakan mesin yang memproduksi *Handle Door Mobil*, dimana prosesnya adalah proses injeksi plastik. Sebagaimana telah diuraikan pada latar belakang, pemilihan mesin injeksi ini karena merupakan mesin injeksi yang memiliki *performance* yang sangat rendah dibandingkan dengan mesin – mesin injeksi yang lainnya.

Melalui penelitian ini, kami mencoba memberikan masukan terhadap permasalahan yang terjadi dari segi penggunaan peralatan tersebut menggunakan

metode *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*. Selanjutnya pengukuran OEE ini akan diuraikan dalam subbagian berikut ini;

### 3.9.1.1 Pengukuran Nilai Availability Ratio

*Availability ratio* merupakan rasio yang menunjukkan penggunaan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi mesin atau peralatan. *Availability ratio* ini akan diukur dengan menggunakan formula berikut ini:

$$\begin{aligned} \text{Availability} &= \frac{\text{Operating time}}{\text{Loading time}} \\ &= \frac{\text{Loading time} - \text{downtime}}{\text{Loading time}} \end{aligned}$$

Contoh perhitungan ( dari data pengolahan):

Diketahui	: <i>Machine working time</i>	= 1440 menit
	: <i>Planned downtime</i>	= 190 menit
	: <i>Availability downtime</i>	= 625 menit

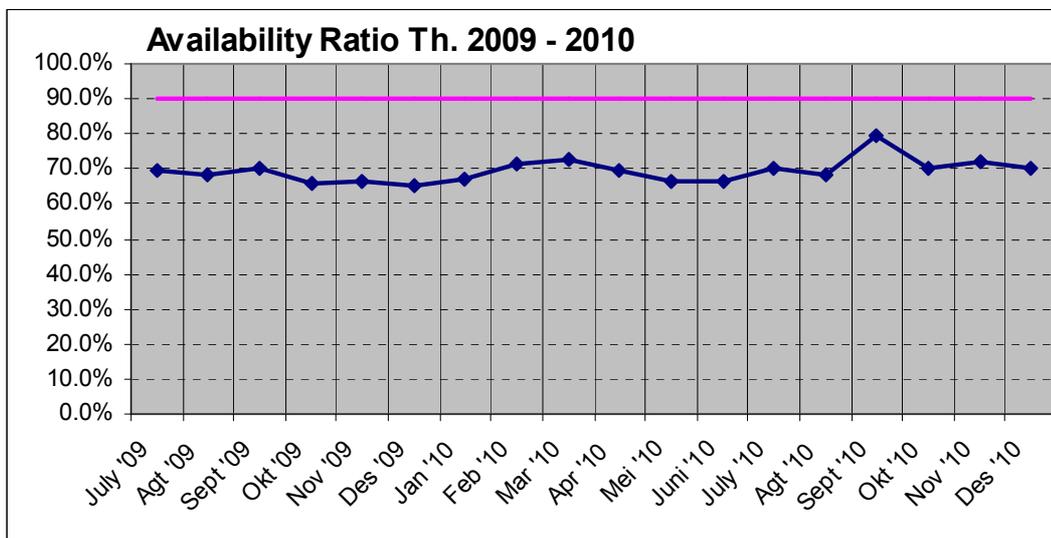
Maka hasil perhitungan adalah :

$$\begin{aligned} \text{Loading time} &= \text{machine working time} - \text{planned downtime} \\ &= 1440 - 190 \\ &= 1250 \text{ menit} \\ \text{Availability} &= \frac{\text{Loading time} - \text{downtime}}{\text{Loading time}} \\ &= \frac{1250 - 625}{1250} \\ &= 50\% \end{aligned}$$

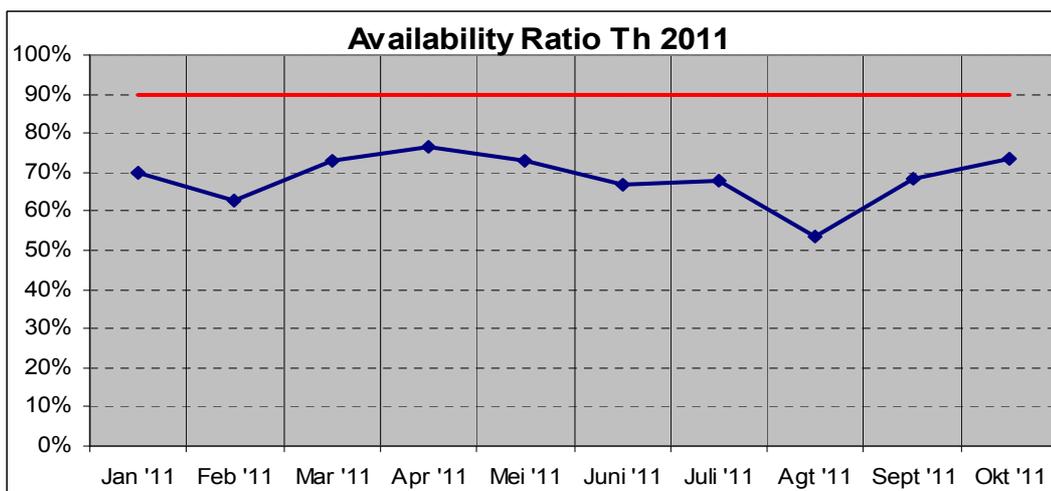
Adapun data – data yang digunakan dalam pengukuran *availability ratio* ini adalah *machine working time*, *planned downtime*, dan *availability losses* dari mesin injeksi. Hasil pengolahan data dan grafik yang memperlihatkan nilai *availability ratio* untuk mesin injeksi ini selama periode Januari 2011 – Oktober 2011, bisa dilihat dalam tabel terlampir.

Data pengukuran faktor *availability* ini, pertama kali yang harus kita lakukan adalah dengan mengetahui *machine working time*, dan *planned downtime* (*schedule downtime* dan *schedule maintenance*). Yang kemudian nilai *machine*

*working time* dikurangi dengan *planned downtime* tersebut, sehingga kita dapatkan nilai *loading time*. Setelah kita mendapatkan nilai *loading time* maka dikurangi dengan nilai *availability loss* yang terdiri dari *equipment failure*, *setup*, dan *adjustment*, sehingga didapatkan nilai *operating time*. Sehingga nilai *operating time* dibandingkan dengan *loading time* sehingga didapatkan nilai *availability ratio* (dalam persentase). Berikut ini data pengukuran nilai *Availability Ratio* di tahun 2009 – 2010 yang bisa kita gunakan sebagai referensi data sebelum tahun 2011.



**Gambar 3.6** Nilai *Availability Ratio* Tahun 2009 - 2010



**Gambar 3.7** Kecenderungan Nilai *Availability Ratio* Bulan Jan – Okt '11

**Tabel 3.2** Nilai *Availability Ratio* Bulan Januari 2011 – Oktober 2011.

Bulan	Availability Ratio
Januari 2011	69.88%
Februari 2011	62.53%
Maret 2011	73.18%
April 2011	76.71%
Mei 2011	73.06%
Juni 2011	66.75%
Juli 2011	67.85%
Agustus 2011	53.36%
September 2011	68.60%
Oktober 2011	73.28%

### 3.9.1.2 Pengukuran Nilai *Performance Ratio*

*Performance ratio* merupakan rasio yang menunjukkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan barang. *Performance ratio* ini akan diukur dengan menggunakan formula berikut ini:

$$\text{Performance Ratio} = \text{net operating rate} \times \text{operating speed rate}$$

$$\text{Performance Ratio} = \frac{\text{Processed amount} \times \text{actual cycle time}}{\text{Operation time}} \times \frac{\text{Theoretical cycle time}}{\text{Actual cycle time}}$$

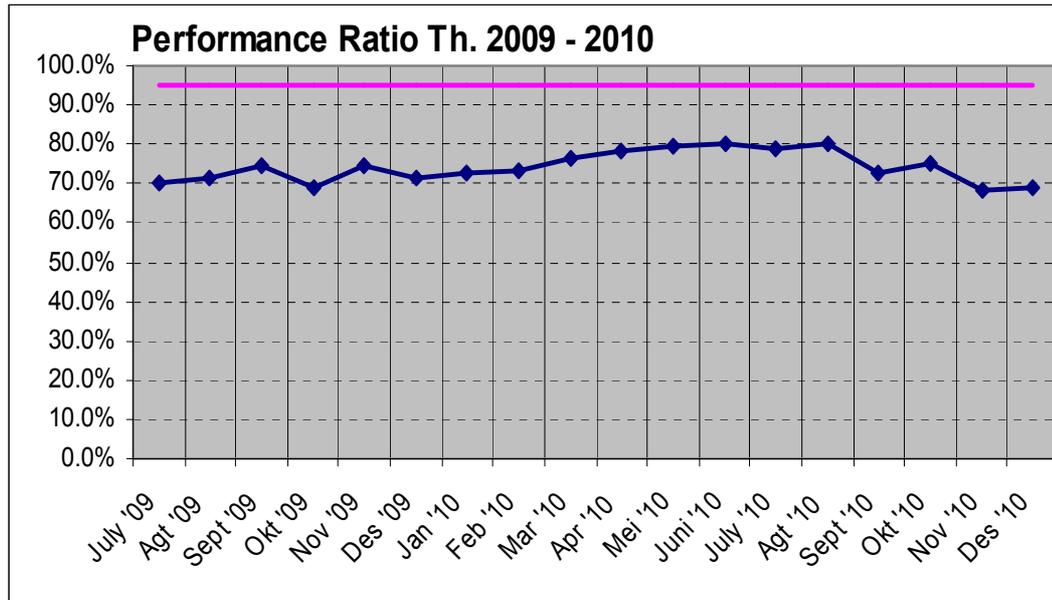
Contoh perhitungan ( dari data pengolahan):

$$\begin{aligned} \text{Diketahui} \quad & : \text{Operating time} & = 1440 \text{ menit} \\ & \text{Ideal cycle time} & = 190 \text{ menit} \\ & \text{Actual cycle time} & = 625 \text{ menit} \\ & \text{Total produksi} & = 100 \end{aligned}$$

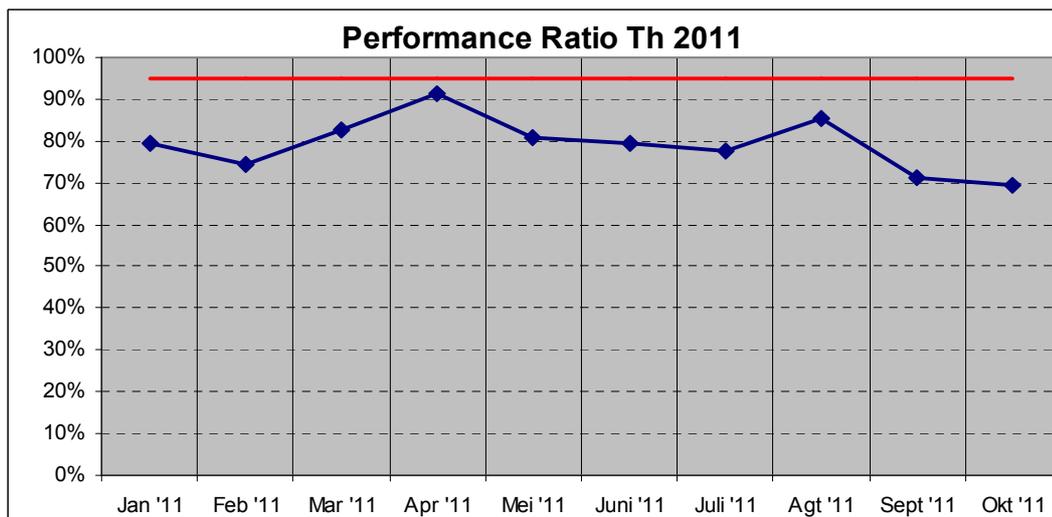
Maka hasil perhitungan adalah :

$$\begin{aligned} \text{Loading time} & = \frac{28.316}{625} \times \frac{0.0182}{0.00022} \\ & = 0.84 = 84 \% \end{aligned}$$

Data yang kita perlukan untuk mengukur nilai *performance ratio* ini adalah total produksi (*processed amount*), *cycle time* produksi aktual (*operation time*) dibandingkan dengan aktual produksi dan ideal *operation time* dibandingkan dengan target, *operation time*. Hasil pengukuran *performance ratio* dapat kita lihat pada tabel dan grafik dibawah ini.



**Gambar 3.8** Nilai *Performance Ratio* Tahun 2009 - 2010



**Gambar 3.9** Kecenderungan Nilai *Performance Ratio* Bulan Jan 2011 – Okt 2011

**Tabel 3.3** Nilai *Performance Ratio* Bulan Januari 2011 – Oktober 2011.

Bulan	Performance Ratio
Januari 2011	79.37%
Februari 2011	74.33%
Maret 2011	82.50%
April 2011	91.40%
Mei 2011	80.64%
Juni 2011	79.26%
Juli 2011	77.76%
Agustus 2011	85.37%
September 2011	71.40%
Oktober 2011	69.31%

### 3.9.1.3 Pengukuran Nilai *Quality Ratio*

*Quality rate* merupakan rasio yang menggambarkan kemampuan peralatan atau mesin dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standard yang telah ditentukan. *Quality ratio* diukur dengan menggunakan formula seperti dibawah ini:

$$Quality\ rate = \frac{Processed\ amount}{Processed\ amount - defect\ amount}$$

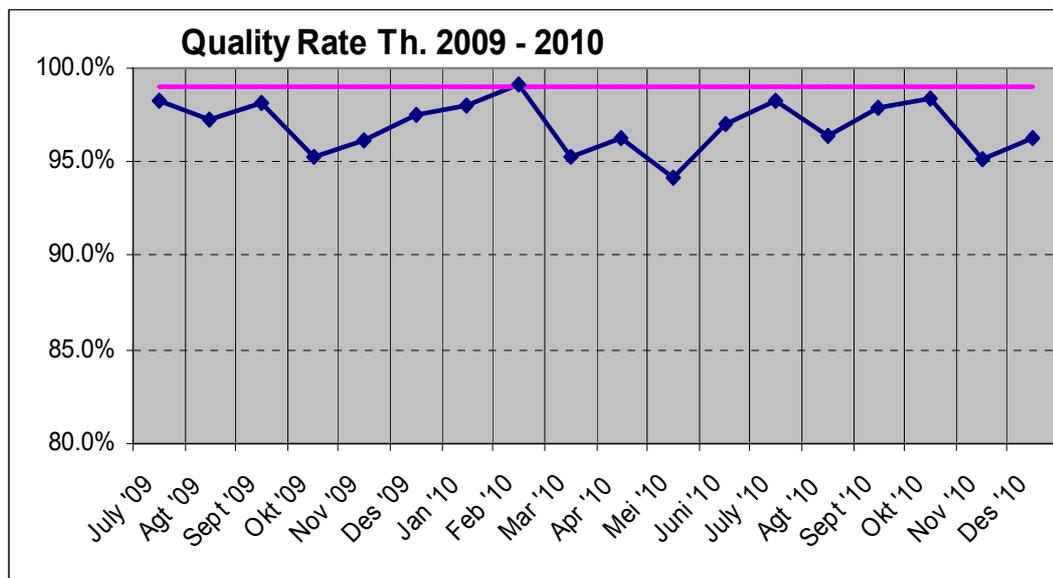
Contoh perhitungan ( dari data pengolahan):

$$\begin{aligned} \text{Diketahui} & : \text{Total jumlah produksi} & = 28.316 \\ & \text{Total cacat} & = 847 \end{aligned}$$

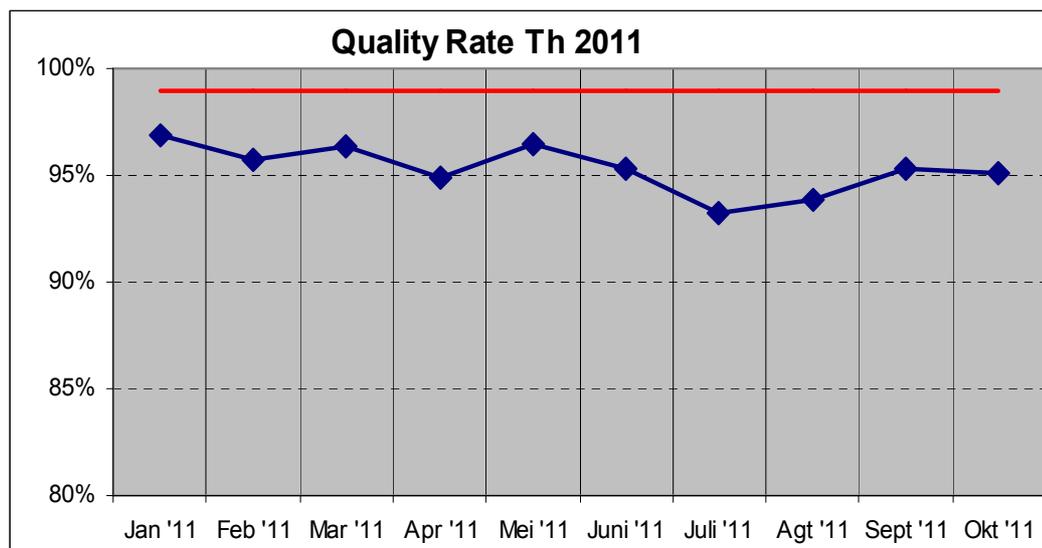
Maka hasil perhitungan adalah :

$$\begin{aligned} \text{Loading time} & = \frac{28.316 - 847}{28.316} \\ & = 0,97 = 97\% \end{aligned}$$

Berdasarkan rumus formula tersebut, data yang digunakan dalam perhitungan adalah *processed amount* (Total jumlah produksi), dan *defect amount* (jumlah cacat produksi). Hasil pengukuran *Quality ratio* dapat kita lihat pada tabel dan grafik dibawah ini.



**Gambar 3.10** Nilai *Quality rate* Tahun 2009 - 2010



**Gambar 3.11** Kecenderungan Nilai *Quality rate* Bulan Jan 2011 – Okt 2011

**Tabel 3.4** Nilai *Quality rate* Bulan Januari 2011 – Oktober 2011.

Bulan	Quality Rate
Januari 2011	96.86%
Februari 2011	95.71%
Maret 2011	96.38%
April 2011	94.91%
Mei 2011	96.44%
Juni 2011	95.30%
Juli 2011	93.20%
Agustus 2011	93.89%
September 2011	95.35%
Oktober 2011	95.13%

### 3.9.1.3 Pengukuran Nilai Overall Equipment Effectiveness

Setelah nilai ketiga faktor OEE yang telah di kalkulasi, maka selanjutnya kita akan mengukur nilai OEE itu sendiri dengan memanfaatkan hasil perhitungan yang telah didapatkan sebelumnya, dengan menggunakan formula seperti di bawah ini:

$$OEE (\%) = Availability\ ratio (\%) \times Performance\ ratio (\%) \times Quality\ ratio (\%)$$

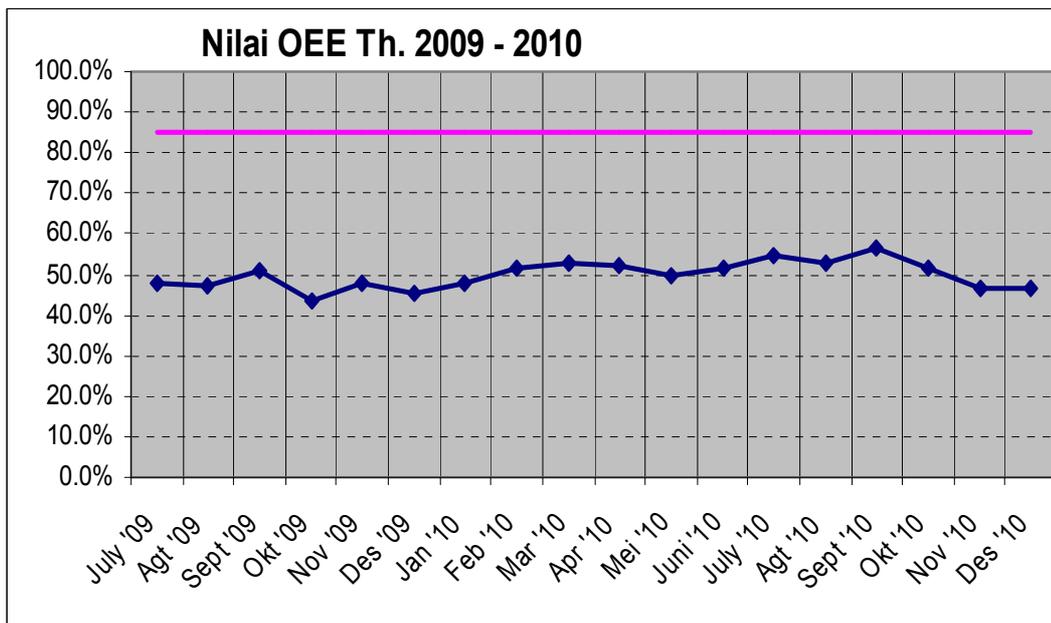
Contoh perhitungan ( dari data pengolahan):

$$\begin{aligned} \text{Diketahui} \quad & : Availability\ ratio & = 50 \% \\ & Performance\ ratio & = 84,12 \% \\ & Quality\ ratio & = 97,01 \% \end{aligned}$$

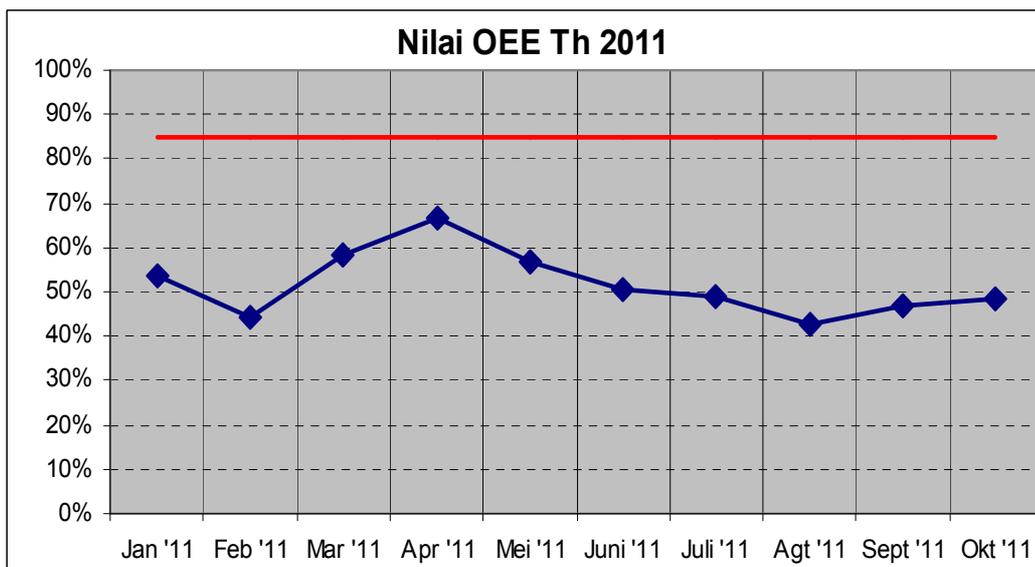
Maka hasil perhitungan adalah :

$$\begin{aligned} OEE (\%) & = Availability\ ratio (\%) \times Performance\ ratio (\%) \times \\ & Quality\ ratio (\%) \\ & = 50\% \times 84,12 \% \times 97,01\% \\ & = 40.8 \% \end{aligned}$$

Hasil pengukuran nilai OEE dapat kita lihat pada tabel dan grafik dibawah



**Gambar 3.12** Nilai OEE Tahun 2009 - 2010



**Gambar 3.13** Kecenderungan Nilai OEE Bulan Jan 2011 – Okt 2011

**Tabel 3.5** Nilai OEE Bulan Januari 2011 – Oktober 2011.

Bulan	Nilai OEE
Januari 2011	53.72%
Februari 2011	44.48%
Maret 2011	58.19%
April 2011	66.54%
Mei 2011	56.82%
Juni 2011	50.42%
Juli 2011	49.17%
Agustus 2011	42.77%
September 2011	46.70%
Oktober 2011	48.32%

### 3.9.2 Uji Kecukupan Data

Setelah data diperoleh maka perlu diketahui apakah data yang diambil tersebut telah mencukupi atau belum. Untuk menghitung apakah data yang diambil sudah mencukupi, dapat digunakan rumus :

$$N' = \frac{(Z)^2 x (\bar{p}) x (1 - \bar{p})}{(\alpha)^2}$$

Kriteria yang digunakan adalah apabila sampel yang sudah digunakan (N) lebih besar atau sama dengan jumlah sampel yang seharusnya (N'), maka data atau sampel yang digunakan sudah mencukupi. Namun apabila jumlah sampel yang sudah digunakan (N) lebih kecil atau sama dengan jumlah sampel yang seharusnya (N'), maka sampel atau data yang telah diambil tidak mencukupi, sehingga perlu dilakukan pengambilan sampel lagi. Adapun tingkat keyakinan (Z) yang digunakan sebesar 99% dan tingkat ketelitian sebesar 10 %. Berdasarkan data yang ada maka perhitungannya adalah :

Berdasarkan perhitungan tersebut, didapatkan bahwa nilai N' lebih kecil dari nilai N yaitu  $200 < 275$ , artinya bahwa data atau sampel yang dikumpulkan telah mencukupi.

### 3.9.3 Hubungan Nilai OEE terhadap Variabel Pengukuran

Berdasarkan pengukuran terhadap nilai OEE yang telah diuraikan sebelumnya, nilai OEE tergantung dari beberapa unsur utama di dalam masing – masing faktor penentu besar kecilnya nilai OEE. Adapun unsur tersebut adalah sebagai berikut:

- *Machine working time*
- *Planned downtime*
- *Loss*
- Jumlah Total Produksi
- *Aktual cycle time*
- Jumlah cacat

Unsur tersebut sangat menentukan nilai OEE yang dicapai dari suatu peralatan / mesin, akan tetapi bagaimanakah hubungan unsur – unsur tersebut terhadap nilai pencapaian OEE, hubungan tersebut bisa kita lihat sebagai berikut:

- 1) Kenaikan / penurunan *Machine working time* dengan nilai OEE
- 2) Kenaikan / penurunan *Planned downtime* dengan nilai OEE
- 3) Kenaikan / penurunan *Loss* dengan nilai OEE
- 4) Kenaikan / penurunan Total produksi dengan nilai OEE
- 5) Kenaikan / penurunan *Actual cycle time* dengan nilai OEE
- 6) Kenaikan / penurunan Jumlah cacat dengan nilai OEE

Adapun tujuan dari mengidentifikasi hubungan antara beberapa unsur di atas adalah untuk memudahkan didalam melakukan proses analisis, selain itu juga akan kita gunakan untuk meramalkan nilai OEE untuk beberapa periode kedepan. Sehingga dengan hubungan yang akan diperoleh, pihak yang memiliki kewenangan / operator bisa mengetahui dengan cepat pengaruh dari kondisi di area kerjanya yang berkaitan dengan salah satu atau keseluruhan unsur tersebut terhadap nilai OEE.

Metode yang kita gunakan untuk mengetahui hubungan tersebut , kita menggunakan metode *Multiple Regression and Correlation Analysis*, yang telah dijelaskan pada bab landasan teori. Karena variabel yang kita gunakan terlalu banyak maka pengolahan data dilakukan dengan menggunakan bantuan perangkat

lunak Minitab versi 16. Sebagaimana yang telah dijelaskan di bab sebelumnya, maka yang menjadi faktor dependent atau response adalah nilai OEE yang selanjutnya diwakili dengan simbol 'Y', sedangkan faktor independent atau *predictor*-nya adalah unsur/ variabel pengukuran yang telah disebutkan sebelumnya dengan simbol yang mewakili seperti berikut ini:

- X1 = *Machine Working Time*
- X2 = *Planned downtime*
- X3 = *Loss*
- X4 = Total produksi
- X5 = Aktual *cycle time*
- X6 = Jumlah cacat

Adapun data – data yang kita perlukan secara lengkap bisa dilihat dilampiran. Hasil pengolahan data dengan menggunakan *software* Minitab v. 16 adalah sebagai berikut:

**Regression Analysis: Y versus X1; X2; X3; X4; X5; X6**

The regression equation is  
 $Y = 3,59 + 0,0566 X1 - 0,139 X2 - 0,0709 X3 + 0,00101 X4 + 299 X5 - 0,00812 X6$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	3,591	1,258	2,85	0,005
X1	0,056567	0,007115	7,95	0,000
X2	-0,13934	0,03683	-3,78	0,000
X3	-0,070890	0,006091	-11,64	0,000
X4	0,0010093	0,0001195	8,45	0,000
X5	299,48	68,29	4,39	0,000
X6	-0,008122	0,001555	-5,22	0,000

S = 14,2793    R-Sq = 83,0%    R-Sq(adj) = 82,8%

PRESS = 88522,8    R-Sq(pred) = 81,39%

**Analysis of Variance**

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	6	395013	65836	322,86	0,000
Residual Error	396	80750	204		
Total	402	475763			

Source	DF	Seq SS
X1	1	245203
X2	1	9284
X3	1	125041
X4	1	7043
X5	1	2878
X6	1	5564

**Gambar 3.14** *Analysis Multiple Regression & Correlation*

Sebagaimana diuraikan pada bab 2, bahwa persamaan untuk *multiple* regresi dengan 6 variabel independent adalah sebagai berikut:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 + b_5X_5 + b_6X_6$$

Dari hasil pengolahan didapatkan persamaan regresi sebagai berikut:

$$Y = 3,59 + 0,0566 X_1 - 0,139 X_2 - 0,0709 X_3 + 0,00101X_4 + 299X_5 - 0,00812 X_6.$$

Dengan demikian pada tingkat  $\alpha$  0,05, maka masing – masing koefisien dari variabel – variabel *independent* adalah:

- $b_1 = 0,0566$
- $b_2 = -0,139$
- $b_3 = -0,0709$
- $b_4 = 0,00101$

- $b_5 = 299$
- $b_6 = -0.00812$

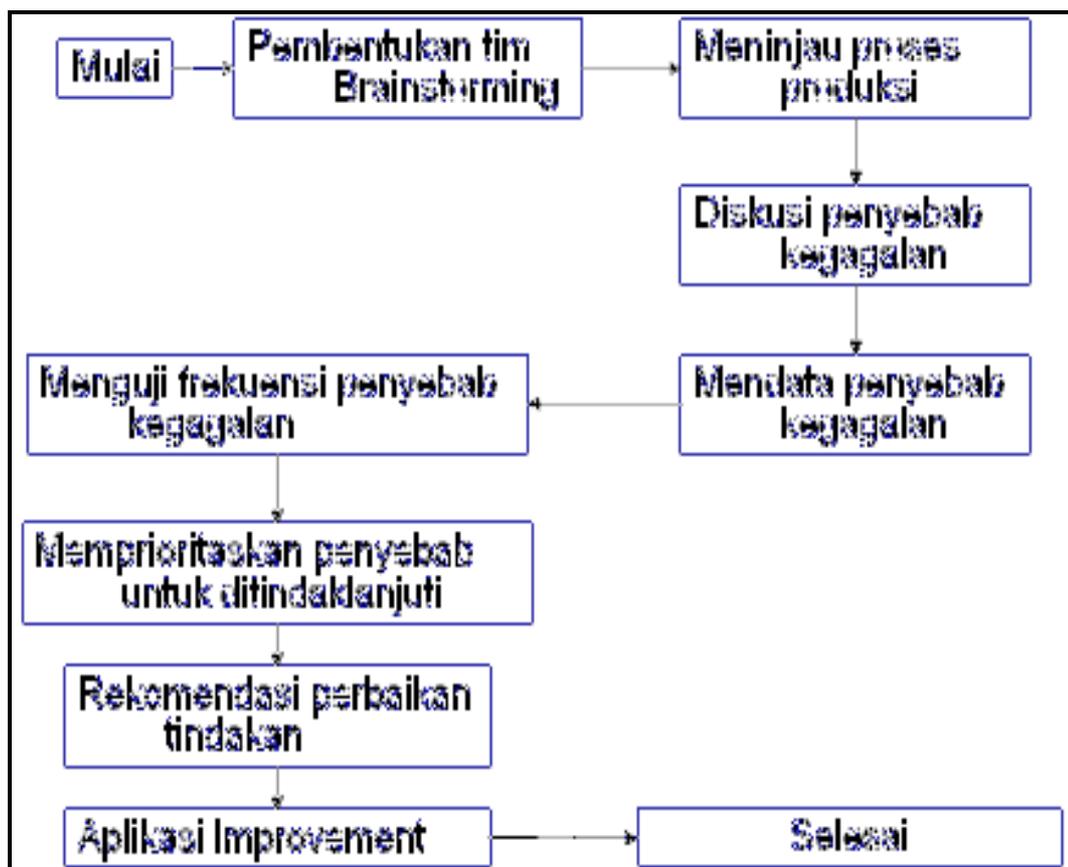
Serta memiliki *standard error of estimate* (S) sebesar 14,2798 dan koefisien determinasi (R<sup>2</sup>) sebesar 83,0 %

### 3.9.4 Pengolahan data FMEA

Pengolahan data FMEA pada penelitian ini mempunyai dua tahap, yaitu:

- Pengolahan data berdasarkan metode FMEA, dari data historis (data teknis), dan dari data *brainstorming*.
- Menghitung nilai RPN (*Risk Priority Number*) sehingga dapat memprioritaskan risiko (titik kritis) yang harus ditangani terlebih dahulu.

Pengembangan model FMEA yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi beberapa tahap seperti yang ditunjukkan dalam gambar berikut ini :



Gambar 3.15 Diagram Alir Kegiatan FMEA

Berdasarkan hasil pengambilan data dengan menggunakan FMEA, langkah pertama dalam pelaksanaan kegiatan FMEA adalah pembentukan sebuah tim yang mewakili proses yang akan dianalisa. Tim FMEA harus terdiri dari anggota – anggota yang paham akan kondisi proses dan dapat memberikan kontribusi kepada FMEA itu sendiri.

Pada saat tim FMEA akan memulai kegiatan FMEA, penetapan batasan masalah sangat penting karena hal ini akan menentukan jangkauan dari proyek FMEA. Oleh karena itu telah ditetapkan bahwa tim FMEA yang akan dibentuk hanya sampai pada pemberian rekomendasi tindakan bagi perusahaan untuk menangani masalah kegagalan yang terjadi dan mungkin akan terjadi.

Setelah batasan aspek ditentukan pencarian ide terhadap masalah utama dilakukan tim FMEA dengan memperhatikan kondisi yang ada. Kegiatan brainstorming akan terus dilakukan mulai saat pembentukan sampai analisis proses. Pada waktu kegiatan brainstorming hasil yang didapatkan didokumentasikan ke dalam form FMEA seperti pada lampiran.

### **3.9.5 Nilai RPN**

Dari pengolahan data FMEA yang telah dituangkan ke dalam form FMEA pada halaman terlampir, maka dapat dilihat resiko kegagalan tertinggi berdasarkan nilai RPNnya (Nilai RPN tertinggi). Setelah kita berdiskusi dengan tim, maka diputuskan perhatian akan difokuskan pada nilai RPN yang besarnya  $\geq 100$ , perhatian disini adalah pemberian saran tindakan improvement yang nantinya diharapkan dapat menurunkan RPN. Untuk tindakan yang disarankan akan kita bahas di bagian analisis.

PROCESS FAILURE MODE & EFFECT ANALYSIS (PFMEA)											
Supplier Name : <u>PT Sugity Creatives</u>		Supplier Plant : <u>Cibitung-Bekasi</u>				Duns no. : <u>728774589</u>					
Part Number : <u>-</u>		Part Name : <u>Handle Door</u>				Project : <u>PM 7</u>					
Issue Level : <u>-</u>		Issue Date : <u>21-Jun-11</u>				Reason for Re-issue : <u>New Release</u>					
Item / Function	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Severity	Class	Potential Cause(s) / Mechanism(s) of Failure	Occurrence	Current Process Controls	Detection	R.P.N	Recommended Actions	Action(s) Responsibility and Target Completion Date
1. Material Acceptance	Color compound not match	Part Colour different with master sample part	1	1	Sample base plate of material not match with actual material received	2	Visual and color data check	2	4		
2. Material Supply	Filled material into tank different LOT code	Part Colour different with master sample part	1	1	material transporter didn't read material <i>kanban</i> code.	2	material transporter uses <i>kanban</i> code as material supply instruction	1	2		
3. Injection	short shoot	Product is NG	4	2	Injected material volume insufficient, bloked by air trapped etc.	7	Visual check	4	224		
	Burrs	Visual appearance is NG	5	2	Mold Matching surface leakage	6	Visual check Finishing Cut	4	240		
	Silver mark	Visual appearance is NG	5	1	Cold material injected	6	Visual check	5	150		
4. Painting	Thin Sprayed Paint	Visual Appearance is NG	1	1	Flow speed of spaying too fast	2	Visual check	2	4		
5. Sub-assy	Mis-assy component	Part NG	5	2	wrong component during assy process	1	Visual check,(function), and marking check(cross check with <i>kanban</i> )	3	30		
6. Appearance check	Wrong judgement	Customer complain	1	1	Sk ill of inspector on down condition	1	Visual check compare with limit sample part	6	6		
7. Module Assy	incomplete assy component	Part NG	5	2	wrong component during module assy process	1	Visual check,(function), and marking check(cross check with <i>kanban</i> )	2	20		
8. Dimension check and performance test	Part Performance and accuracy not achieve	part NG	5	2	Part Deformed	1	Periodically Sampling check part to C/F	2	20		
9. Storage	Parts Dirty	part NG	1	1	Open air pallet(air contact)	3	Visual check	5	15		
10. Collecting	Mis delivery part	part NG	4	2	Wrong Delivery <i>kanban</i> setting	1	Actual part x Delivery note x <i>kanban</i> cross check	2	16		
11. Delivery	Part Fall	part NG (scratched/broken)	3	1	bad handling	1	Check part after Loaded into delivery truck	2	6		
Supplier Sign-off											
Project Team		Project Leader	Mrktg. Proj. Lead.	Eng. Proj. Lead.	Business Dev	Proc. Proj. Lead	Mfg. Proj. Lead	QA Proj. Lead			
Name											
Signature											

Tabel 3.6 Hasil Pengolahan data menggunakan FMEA

## BAB IV ANALISIS

### 4.1. ANALISIS PENGOLAHAN DATA

Berdasarkan pengolahan data yang telah di uraikan pada bab pengolahan, maka analisis terhadap hasil pengolahan tersebut terbagi menjadi empat bagian, yaitu analisis pengukuran nilai OEE, analisis hubungan variabel pengukuran terhadap nilai OEE, analisa *equipment downtime* (kerugian pada peralatan atau *availability losses*), dan analisa penyebab permasalahan *quality check*.

#### 4.1.1 Analisis Pengukuran Nilai OEE

Sebagaimana yang telah dijelaskan pada bab landasan teori, bahwa standard OEE yang menguntungkan bagi perusahaan top dunia adalah (dari Nakajima) :

- *Availability* lebih besar dari 90%
- *Performance efficiency* lebih besar dari 95%
- *Rate of quality product* lebih besar dari 99%

Pada penerapan metode OEE yang selama ini telah dijalani di PT. *Sugity Creatives*, target yang ditetapkan telah disesuaikan dengan lingkungan perusahaan dan juga karena perusahaan belum menerapkan pengukuran dengan metode OEE. Adapun ukuran yang akan ditetapkan perusahaan sesuai dengan apa yang telah kita sepakati bersama adalah sebagai berikut :

- *Availability* lebih besar dari 70%
- *Performance efficiency* lebih besar dari 75%
- *Rate of quality product* lebih besar dari 96%
- Nilai OEE Standard menjadi 50%

Berdasarkan pada pengolahan data yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, nilai – nilai yang didapatkan adalah sebagai berikut :

**Tabel 4.1** Nilai Faktor Utama dan OEE pencapaian Agustus 2011

No	Faktor dan OEE	Pencapaian (%)
1	Availability Ratio	53,36%
2	Performance Ratio	85,37%

3	Quality Ratio	93,89%
4	OEE	42,77%

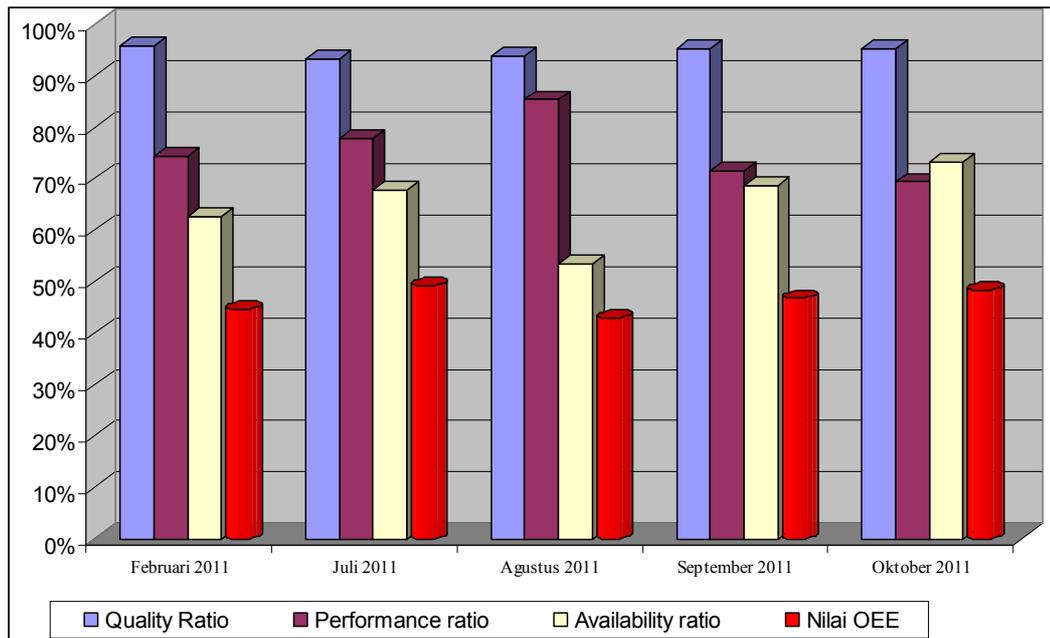
Dari tabel tersebut didapatkan gambaran bahwa, secara total pencapaian OEE dan ketiga faktor utamanya pada periode Agustus 2011 ini masih jauh dari target atau acuan yang ada (ideal). Dengan melihat pada gambar 3.8 dan tabel 3.3, nilai pencapaian OEE Mesin injeksi untuk produksi *Handle door* yang tertinggi hanya mencapai 66,54% . Berdasarkan hal ini dapat disimpulkan bahwa terdapat suatu permasalahan pada mesin injeksi untuk produksi *Handle door*, sehingga menyebabkan pencapaian nilai OEE jauh dari standard. Untuk melihat permasalahan yang terjadi tersebut, dilakukan analisis terhadap nilai pencapaian OEE selama periode penelitian penelitian Januari 2011 – Oktober 2011. Pada gambar yang sama (gambar 3.3) dapat dilihat nilai OEE yang kurang dari 50%. Berikut adalah beberapa nilai pencapaian OEE kurang dari 50%.

**Tabel 4.2** Nilai OEE < 50%

**Mesin injeksi untuk produksi *Handle door***

Bulan	Availability	Performance Ratio	Quality Ratio	OEE
Feb 11	62,53%	74,33%	95,71%	44,48%
Jul 11	67,85%	77,76%	93,20%	49,17%
Agt11	53,36%	85,37%	93,89%	42,77%
Sept 11	68,60%	71,40%	95,35%	46,70%
Okt 11	73,28%	69,31%	95,13%	48,32%

Lebih jelasnya, komposisi dari tiap – tiap pencapaian OEE kurang dari 50% untuk bulan yang terkait dapat dilihat pada gambar berikut :



**Gbr. 4.1** Komposisi Pencapaian nilai OEE kurang dari 50 %

Dengan mengamati tabel 4.2, dan gambar 4.1 di atas dapat terlihat bahwa untuk Mesin Injeksi dari ketiga faktor utama OEE pada bulan dimana pencapaian kurang dari 50%, komposisi *availability* rata – rata lebih rendah dibandingkan faktor lainnya. Karena hubungan yang berbanding lurus antara faktor utama dan OEE, maka jika nilai faktor utama rendah maka akan menyebabkan pencapaian OEE pun akan rendah.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa *pada kasus Mesin Injeksi untuk produksi Handle door yang menyebabkan rendahnya pencapaian OEE adalah availability ratio*. Dengan kata lain, waktu yang tersedia untuk kegiatan manufaktur tidak dimanfaatkan secara efektif dan efisien.

#### 4.1.2 Analisis hubungan *variable* pengukuran terhadap nilai OEE

Pada bagian diuraikan hubungan antara OEE dengan beberapa variabel pengukuran yang telah dibahas pada bagian pengolahan data sebelumnya yang menggunakan *multiple regression and correlation*, dan didapatkan persamaan regresinya sebagai berikut :

Mesin Injeksi ( Produksi *Handle door* )

$$Y = 3,59 + 0,0566X1 - 0,139X2 - 0,0709X3 + 0,00101X4 + 299X5 - 0,00812X6$$

Dimana,

- $X1 = \text{Machine working time}$
- $X2 = \text{Planned downtime}$
- $X3 = \text{Loss}$
- $X4 = \text{Total produksi}$
- $X5 = \text{Aktual cycle time}$
- $X6 = \text{Jumlah cacat.}$

Dari data tersebut, dapat dilakukan beberapa interpretasi sebagai berikut ini :

- 1) Kemiringan ( $b1 = 0,0566$ ) adalah perubahan pada nilai OEE ketika *Machine Working Time* meningkat sebesar 1. Yaitu ketika *Machine Working Time* meningkat sebesar 1 unit, nilai OEE meningkat sebesar 0,0566 unit.
- 2) Kemiringan ( $b2 = - 0,139$ ) adalah perubahan pada nilai OEE ketika *Planned Downtime* meningkat sebesar 1. Yaitu ketika *Planned Downtime* meningkat sebesar 1 unit, nilai OEE menurun sebesar 0,139 unit.
- 3) Kemiringan ( $b3 = - 0,0709$ ) adalah perubahan pada nilai OEE ketika *Losses (equipment downtime)* meningkat sebesar 1. Yaitu ketika *Equipment Downtime* meningkat sebesar 1 unit, nilai OEE menurun sebesar 0,0709 unit.
- 4) Kemiringan ( $b4 = 0,00101$ ) adalah perubahan pada nilai OEE ketika Total Produksi meningkat sebesar 1. Yaitu ketika Total Produksi meningkat sebesar 1 unit, nilai OEE meningkat sebesar 0,00101 unit.
- 5) Kemiringan ( $b5 = 299$ ) adalah perubahan pada nilai OEE ketika *Actual Cycle Time* meningkat sebesar 1. Yaitu ketika *Actual Cycle Time* meningkat sebesar 1 unit, nilai OEE meningkat sebesar 299 unit.
- 6) Kemiringan ( $b6 = - 0,00812$ ) adalah perubahan pada nilai OEE ketika *Total Defect* meningkat sebesar 1. Yaitu ketika *Total Defect* meningkat sebesar 1 unit, nilai OEE menurun sebesar 0,00812 unit.

- 7) Nilai konstanta ( $a = 3,59$ ) adalah nilai perkiraan dari OEE ketika masing – masing *predictor (variable independent)* bernilai nol, yaitu ketika tiap – tiap *predictor* adalah nol, nilai OEE adalah 3,59%.

Untuk mengetahui apakah setiap komponen dari variabel *independent* (pengukuran) tersebut *significant* dalam mempengaruhi nilai OEE (*variable dependent*), maka perlu diperlakukan uji signifikansi (*significant test*). Sebagaimana telah diuraikan pada bab 2, *significant test* ini dilakukan secara dua bagian. Dimana bagian pertama menguji masing – masing variabel *independent* dan bagian kedua menguji *significant* keseluruhan persamaan regresi.

Pengujian signifikansi untuk tiap – tiap variabel independent dapat menggunakan nilai distribusi – t masing – masing variabel dibandingkan terhadap nilai distribusi – t *critical*. Nilai distribusi – t *critical* untuk Mesin Injeksi dengan tingkat kebebasan (*degree of freedom*) 284 dan nilai *significance level* ( $\alpha$ ) 0,05 adalah sekitar 1,960.

Selain dengan distribusi – t. Nilai signifikansi juga dapat diuji dengan membandingkan p – value dengan nilai *significance level* yang digunakan. Pada pengolahan data nilai *significance level* yang digunakan adalah 0,05. Adapun nilai distribusi – t dan p – value untuk masing – masing variabel dan masing – masing mesin dirangkum pada tabel berikut :

**Tabel 4.3** Nilai Distribusi – t dan p – Value Variabel Pengukuran  
Mesin Injeksi

No	Variabel Independet	Nilai Distribusi - t	P - Value
1	<i>Machine Working Time</i>	7,950	0,000
2	<i>Planned Downtime</i>	-3,780	0,000
3	<i>Equipment Downtime</i>	-11,640	0,000
4	<i>Total Produksi</i>	8,450	0,000
5	<i>Actual Cycle Time</i>	4,390	0,000
6	<i>Total Defect</i>	-5,220	0,000

Suatu variabel *independent* dikatakan secara signifikan berpengaruh terhadap variabel *dependent* adalah ketika masing – masing nilai distribusi – t

lebih besar dari distribusi – t kritikalnya (yaitu,  $\pm 1,960$ ) dan  $p$  – value lebih kecil dari  $\alpha$  (yaitu, 0,05). Dengan memperhatikan masing – masing nilai pada tabel 4.3 di atas, untuk kasus pada mesin injeksi, bahwa kedua persyaratan tersebut dipenuhi oleh seluruh variabel *independent*. Dengan demikian, ***seluruh variabel pengukuran yaitu, machine working time, planned downtime, equipment downtime, total produksi, actual cycle time, dan total defect, secara signifikan berpengaruh terhadap variabel respon / dependent, dalam hal ini adalah nilai OEE.***

Selanjutnya dilakukan uji signifikan bagian kedua, yaitu pengujian terhadap keseluruhan regresi. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan nilai distribusi – F persamaan terhadap distribusi – F *critical*. Nilai distribusi – F *critical* persamaan ini dimana tingkat kebebasan (*degree of freedom*) untuk *Numerator* dan *Denominator* sebesar 6 dan 284 (untuk Mesin Injeksi Handle Door) serta tingkat *significance level*  $\alpha$  sebesar 0,05 adalah sekitar 2,10. Selain dengan distribusi – F, pengujian juga dapat dilakukan dengan membandingkan  $p$  – value persamaan dengan tingkat *significance level* yang digunakan (yaitu,  $\alpha = 0,05$ ). Nilai dari distribusi – F dan  $p$  – value untuk persamaan kedua mesin tersebut dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut :

**Tabel 4.4** Nilai Distribusi – F dan  $p$  – Value Variabel Pengukuran

Analysis of Variance Mesin Injeksi					
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	6	395013	65836	322,86	0,00
Residual Error	396	80750	204		
Total	402	475763			

Dari data di atas, dapat dilihat bahwa nilai distribusi – F dan  $p$  – value untuk Mesin Injeksi yang memproduksi *Handle door* sebesar 322,86 dan 0.

Secara keseluruhan, persamaan dikatakan signifikan jika nilai dari distribusi – F nya lebih besar dari distribusi – F *critical*, dan  $p$  – value lebih kecil dari *significance level* yang digunakan. Dari nilai – nilai yang diperoleh, persyaratan ini dipenuhi oleh kedua persamaan, sehingga secara keseluruhan

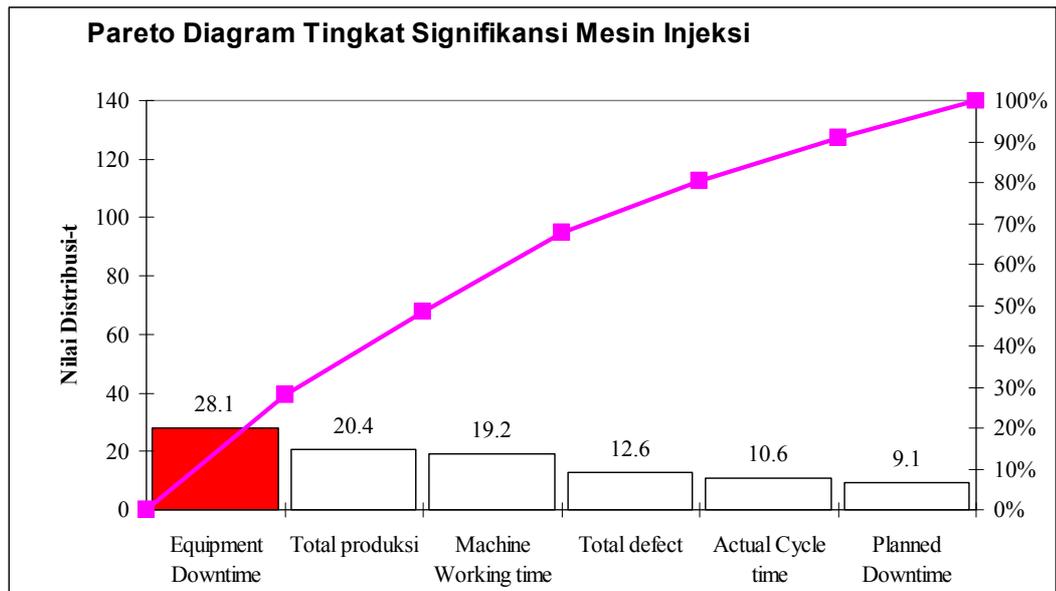
persamaan – persamaan regresi ini dikatakan signifikan. Dengan kata lain secara keseluruhan persamaan regresi yang diperoleh adalah signifikan dalam menggambarkan variabilitas dalam variabel *dependent* dari seluruh variabel *independent* yang digunakan.

Setelah persamaan yang diperoleh divalidasi, selanjutnya hasil analisis pada bagian sebelumnya akan dikaitkan dengan persamaan ini. Sebagaimana diketahui bahwa rendahnya pencapaian OEE disebabkan oleh rendahnya nilai *availability ratio*. Berdasarkan formula dari *availability ratio*, terdapat beberapa variabel yang memiliki potensi sebagai penyebab rendahnya *availability ratio* yang dicapai. Variabel – variabel tersebut dapat diketahui dari persamaan regresi yang telah diperoleh. Pada persamaan tersebut, variabel yang mempengaruhi *availability ratio* adalah *machine working time*, *planned downtime*, dan *equipment downtime*. Melalui analisa terhadap ketiga variabel ini, maka penyebab dari rendahnya nilai *availability ratio* akan diketahui.

Pertama, *machine working time*, dari persamaan regresi yang diperoleh terlihat bahwa setiap peningkatan pada variabel ini akan menyebabkan hal yang serupa terhadap nilai OEE, dalam arti peningkatan dalam *machine working time* akan meningkatkan *availability ratio*. Dengan demikian variabel *machine working time* tidak berpengaruh signifikan terhadap pencapaian *availability ratio* atau bukan penyebab dari rendahnya nilai *availability ratio*.

Kedua, *planned downtime*, dari persamaan regresi yang diperoleh terlihat bahwa setiap peningkatan pada variabel ini akan menyebabkan penurunan terhadap nilai OEE, dalam arti peningkatan dalam *planned downtime* akan menurunkan *availability ratio*.

Ketiga, *Loss (equipment downtime)*, dari persamaan regresi yang diperoleh terlihat bahwa setiap peningkatan variabel ini akan menyebabkan penurunan terhadap nilai OEE, dalam arti peningkatan dalam *equipment downtime* akan menurunkan *availability ratio*. Atau untuk lebih jelas mengenai analisa tadi, dapat dilihat dari *significant level* (distribusi – t) yang digambarkan lewat diagram pareto berikut ini :



**Gambar 4.2** Pareto Diagram Tingkat Signifikansi Mesin Injeksi

Dari analisis di atas, baik dari persamaan regresi maupun tingkat signifikansi, dapat disimpulkan bahwa yang menjadi *penyebab rendahnya availability ratio* dari ketiga variabel adalah *equipment downtime* dan *planned downtime*, tapi yang sangat besar berpengaruh adalah *equipment downtime*.

#### 4.1.3 Analisis *Availability Losses* ( *Equipment Downtime* )

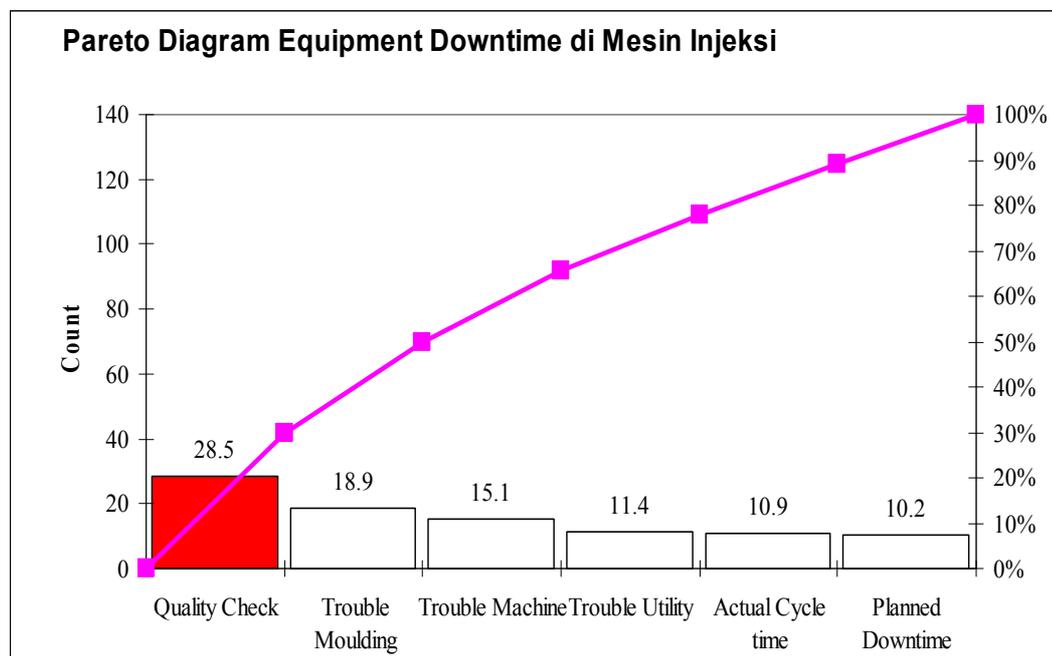
Pada bagian ini akan dibahas mengenai analisa terhadap *equipment losses* yang secara langsung mempengaruhi nilai *availability ratio* dan secara tidak langsung mempengaruhi *performance ratio* (nilai *operation time*). Analisa ini menggunakan metode *pareto analysis* terhadap data – data terkait, yaitu selama periode penelitian (Januari 2011 – Oktober 2011).

Sebagai mana telah disebutkan pada sub bab sebelumnya, bahwa penyebab dari rendahnya pencapaian *availability ratio* adalah *equipment downtime* dan *planned downtime*, tapi yang akan dibahas lebih lanjut adalah *equipment downtime* disebabkan berdasarkan analisa pareto sebelumnya seperti yang diketahui bahwa yang paling berpengaruh adalah *equipment downtime*. Selain itu *planned downtime* tidak dibahas karena *planned downtime* sangat berkaitan erat dengan kebijakan perusahaan yang mana data – data yang diperlukan tidak didapatkan.

*Equipment downtime* merupakan waktu berhenti yang berkaitan dengan peralatan dalam proses manufaktur, terdiri dari dua bagian utama yaitu :

- *Equipment failure*, meliputi *trouble quality*, *Mold/die*, mesin, *utility*.
- *Setup and adjustment*, meliputi *dandori time*, *waiting dandori*, dan *quality check*.

Data untuk analisis pareto ini menggunakan data pengukuran nilai OEE yang telah didapatkan dalam periode penelitian (Januari 2011 – Oktober 2011). Berikut ini adalah diagram pareto untuk setiap *equipment losses* peralatan untuk Mesin Injeksi *Handle door* :



**Gambar 4.3** Pareto Diagram *Equipment Downtime* Mesin Injeksi

Dari gambar pareto untuk Mesin Injeksi *Handle door* (gambar 4.3) dapat diinterpretasikan bahwa dari seluruh *equipment losses*, ***yang paling besar pengaruhnya terhadap penurunan pencapaian nilai availability ratio adalah quality check dan trouble moulding***. Dengan demikian untuk memperbaiki masalah rendahnya *availability ratio* ini sehingga pada masa yang akan dapat meningkatkan pencapaian nilai OEE, maka usaha – usaha perbaikan difokuskan pada penyebab – penyebab tersebut.

#### 4.1.4 Analisa FMEA

Dari hasil pengolahan data FMEA, dapat dilihat bahwa kegagalan yang potensial untuk mesin injeksi *Handle door*. Dapat dilihat bahwa nilai RPN tertinggi untuk terletak pada :

##### **Fungsi (Proses):**

Injection Mould

##### **Kegagalan potensial:**

*Short shoot problem, Burrs, Silver mark*

##### **Efek Kegagalan:**

Produk NG (*scrap*) dan *appearance* problem

##### **Penyebab Potensial**

*Mould Matching surface, cold material injected*

##### **Kontrol deteksi sekarang**

Visual check

Dengan data ini, maka hasil analisa sebelumnya yang menyatakan bahwa quality check (adjust and setup) merupakan masalah terbesar yang menyebabkan equipment failure tinggi, telah terbukti.

Selain itu, berdasarkan hasil pengolahan data FMEA maka didapatkan beberapa tindakan yang disarankan guna perbaikan Mesin Injeksi untuk produksi *Handle door* secara keseluruhan. Adapun tindakan yang disarankan adalah sebagai berikut :

- Mempersiapkan seluruh kondisi mold setiap bulan (ada atau tidak jadwal pemakaian Injeksi Mold).

Mempersiapkan disini dalam arti membersihkan dan mengecek Mold *Handle door*. Dengan melakukan tindakan ini diharapkan jika sewaktu – waktu diadakan request mendadak terhadap OD yang tidak ada dalam schedule, maka pihak engineering tidak perlu tergesa – gesa dan panic dalam menyiapkan Mold.

- Dengan melakukan tindakan ini diasumsikan bahwa setting center sizing pin dapat dilakukan lebih presisi dan cepat sehingga process *matching surface* menjadi lebih baik

- Pengecekan seluruh komponen pada saat Mold change dan pengecekan harian.  
Dengan melakukan tindakan ini diharapkan kegagalan yang terjadi akan berkurang serta dapat mendeteksi kegagalan lebih cepat sehingga dapat segera diantisipasi.
- Pelumasan setiap akhir shift.  
Dengan melakukan tindakan ini maka diharapkan kegagalan yang diakibatkan kurangnya pelumasan dapat teratasi, selain itu juga dapat menjaga kondisi komponen.
- Pembersihan collent min setiap 6 bulan.  
Dengan melakukan tindakan ini maka dapat dicegah munculnya kegagalan yang disebabkan oleh collent yang kotor.
- Pemberian identifikasi terhadap komponen sesuai standard.  
Tindakan ini hamper sama dengan tindakan pemberian tanda pada baut dan pin *gauge*, yaitu sama – sama tindakan pokayoke, sehingga tidak terjadi kegagalan salah penempatan atau pemakaian komponen.
- Pembersihan Mould setiap akhir shift.  
Tindakan ini merupakan salah satu tindakan preventif yang dianjurkan guna mengurangi bahkan menghilangkan kegagalan yang mungkin akan ditimbulkan.
- Maintenance panel control (pengecekan tegangan, arus, frekuensi, dan koneksi) setiap bulan.

#### 4.1.5 Analisis *Quality Rate* dengan Pengendalian Kualitas Statistik

Pada PT. *Sugity Creatives* mempunyai bagian Quality Control terutama di line final inspeksi yang bertugas melakukan pengecekan terhadap hasil produksi. Dalam menyelesaikan permasalahan pengendalian kualitas, akan dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data menggunakan check sheet
2. Membuat histogram
3. Membuat peta kendali p
4. Melakukan uji kecukupan data

5. Menentukan prioritas perbaikan (menggunakan diagram pareto)
6. Mencari faktor penyebab yang dominan (dengan diagram sebab akibat)
7. Membuat rekomendasi/ usulan perbaikan kualitas

#### 4.1.5.1 Pengumpulan Data

Dalam melakukan pengendalian kualitas secara statistik, langkah pertama yang akan dilakukan adalah membuat check sheet. Check sheet berguna untuk mempermudah proses pengumpulan data serta analisis. Selain itu pula berguna untuk mengetahui area permasalahan berdasarkan frekuensi dari jenis atau penyebab dan mengambil keputusan untuk melakukan perbaikan atau tidak. Sebagai catatan bahwa pada 1 *handle door* hasil produksi, bisa terdapat tidak hanya satu jenis kerusakan, akan tetapi bisa lebih dari satu macam. Oleh karena itu, jenis kerusakan yang dicatat oleh bagian inspeksi adalah jenis kerusakan yang paling dominan. Adapun hasil pengumpulan data melalui check sheet yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 4.5** Laporan Kerusakan produk/*Defect* di Line Injeksi Handle door Mobil  
Periode Bulan Agustus 2011

Tgl	Total Produksi	Total Defect	Quality Rate
	(Unit) (H)	(Unit) (K)	{(H-K)/H (%)}
1	2180	100	95.41%
2	2210	121	94.52%
3	2211	134	93.94%
4	2223	122	94.51%
5	2280	155	93.20%
6	2278	132	94.21%
7			#DIV/0!
8	2234	145	93.51%
9	2278	156	93.15%
10	2298	166	92.78%
11	2256	152	93.26%
12	2234	149	93.33%
13	2210	144	93.48%
14			#DIV/0!
15	2190	134	93.88%
16	2189	132	93.97%
17			#DIV/0!
18	2198	127	94.22%

19	2213	133	93.99%
20	2214	146	93.41%
21			#DIV/0!
22	2214	136	93.86%
23	2234	121	94.58%
24	2178	122	94.40%
25	2210	132	94.03%
26			#DIV/0!
27			#DIV/0!
28			#DIV/0!
29			#DIV/0!
30			#DIV/0!
31			#DIV/0!
Total	46732	2859	93.89%

#### 4.1.5.2 Analisis Menggunakan Peta Kendali p

Setelah melihat data pada tabel 3.1, maka dapat dilihat terdapat jumlah *defect* yang melebihi batas toleransi kerusakan produk/*defect* yang ditetapkan perusahaan sebesar 4 % per produksi. Oleh karena itu, selanjutnya akan dianalisis kembali untuk mengetahui sejauh mana problem yang terjadi masih dalam batas kendali statistik melalui grafik kendali. Peta kendali p mempunyai manfaat untuk membantu pengendalian kualitas produksi serta dapat memberikan informasi mengenai kapan dan dimana perusahaan harus melakukan perbaikan kualitas.

Adapun langkah-langkah untuk membuat peta kendali p tersebut adalah :

##### a. Menghitung Prosentase Kerusakan

$$p = \frac{np}{n}$$

Keterangan :

$np$  : jumlah gagal dalam sub grup

$n$  : jumlah yang diperiksa dalam sub grup

Subgrup : Hari ke -

##### b. Menghitung garis pusat/*Central Line* (CL)

Garis pusat merupakan rata-rata kerusakan produk ( $p$ ).

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n}$$

Keterangan :

$\sum np$  : jumlah total yang rusak

$\sum n$  : jumlah total yang diperiksa

**c. Menghitung batas kendali atas atau *Upper Control Limit (UCL)***

Untuk menghitung batas kendali atas atau UCL dilakukan dengan rumus :

$$UCL = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

Keterangan :

$p$  : rata-rata ketidak sesuaian produk

$n$  : jumlah produksi

**d. Menghitung batas kendali bawah atau *Lower Control Limit (LCL)***

Untuk menghitung batas kendali bawah atau LCL dilakukan dengan rumus:

$$LCL = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

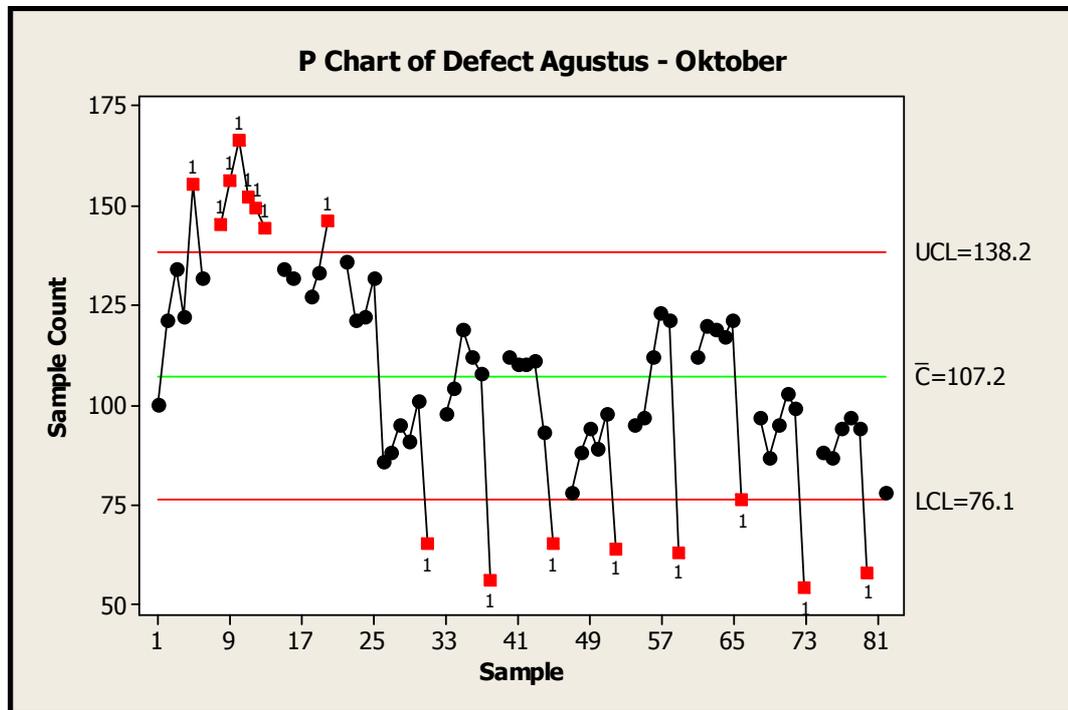
Keterangan :

$p$  : rata-rata ketidak sesuaian produk

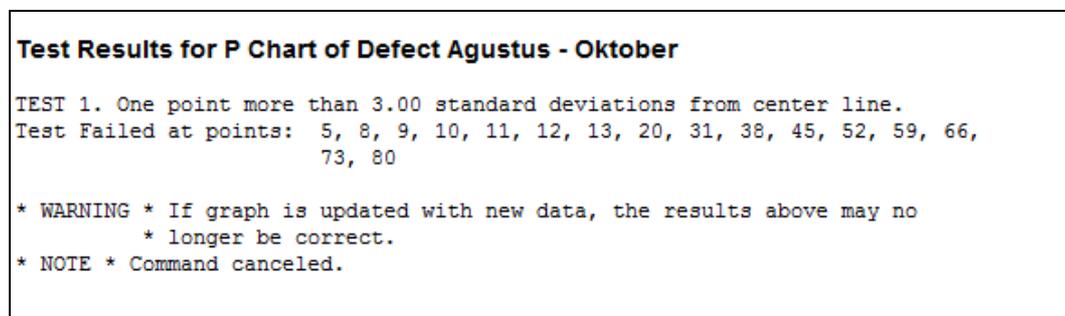
$n$  : jumlah produksi

Catatan : Jika  $LCL < 0$  maka LCL dianggap = 0

Dari hasil perhitungan, maka kita buat peta kendali p pada bulan Agustus – Oktober 2011 yang dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 4.4 P Chart Defect Agustus –Oktober 2011



Gambar 4.5 Peringatan dalam Grafik Pengendali Rata-rata Bergerak

Berdasarkan gambar peta kendali p diatas dapat dilihat bahwa data yang diperoleh tidak seluruhnya berada dalam batas kendali yang telah ditetapkan bahkan banyak yang keluar dari batas kendali, ada 16 titik yang berada diluar batas kendali, sehingga bisa dikatakan bahwa proses tidak terkendali. Hal ini menunjukkan terjadi penyimpangan yang tinggi. Hal tersebut menyatakan bahwa pengendalian kualitas di PT. *Sugity Creatives* memerlukan adanya perbaikan.

Karena adanya titik berfluktuasi sangat tinggi dan tidak beraturan yang menunjukkan bahwa proses produksi masih mengalami penyimpangan.

#### 4.1.5.3 Diagram Pareto Defect pada *Handle Door*

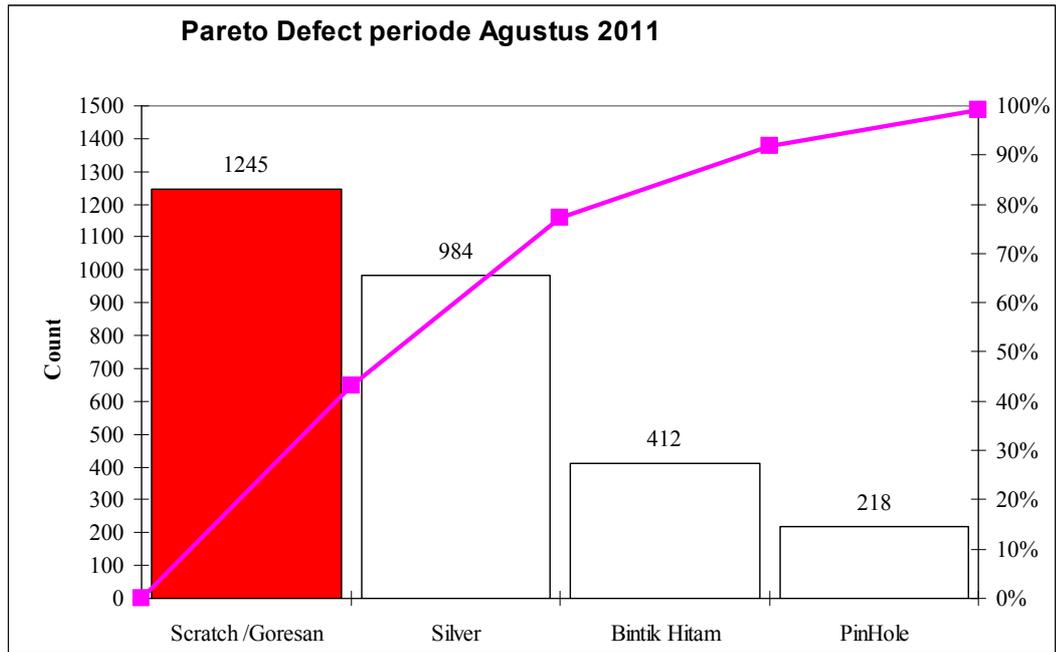
Diagram pareto adalah diagram yang digunakan untuk mengidentifikasi, mengurutkan dan bekerja untuk menyisihkan kerusakan produk permanen. Dengan diagram ini, maka dapat diketahui jenis *defect* yang paling dominan pada hasil produksi selama bulan Agustus 2011.

Jenis-jenis *defect* tersebut terjadi pada saat proses produksi sedang berlangsung, sehingga bisa direject atau dipisahkan dari produk yang baik agar tidak sampai ke tangan konsumen. Berikut ini merupakan tabel dari jumlah kerusakan produk selama periode Agustus 2011 :

**Tabel 4.6** Jumlah Frekuensi *defect* periode bulan Agustus 2011

No	Jenis Defect	Jumlah	Persentase (%)	Persentase Kumulatif (%)
1	<i>Scratch /Goresan</i>	1245	43.5%	43.5%
2	<i>Silver</i>	984	34.4%	78.0%
3	Bintik Hitam	412	14.4%	92.4%
4	<i>PinHole</i>	218	7.6%	100%
	<b>Total</b>	<b>2859</b>	<b>100%</b>	

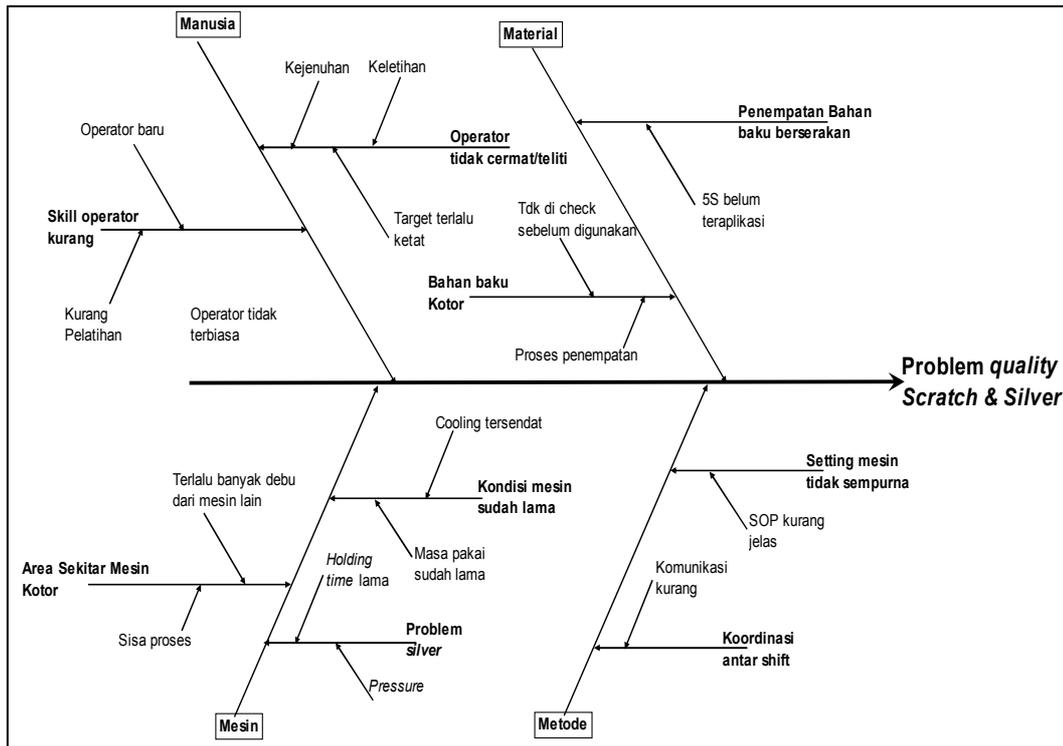
Berdasarkan data diatas maka dapat disusun sebuah diagram pareto seperti terlihat pada gambar berikut :



**Gambar 4.6** Pareto *defect* periode bulan Agustus 2011

Dari hasil pengamatan dapat diketahui bahwa hampir 78 % *defect* yang terjadi pada produksi *handle door* di bulan Agustus 2011 didominasi oleh 2 jenis *defect* yaitu karena problem *Scratch/Goresan* dengan persentase 43.5 % dan problem *Silver* dengan persentase 34.4% dari total jumlah produksi *handle door*.

Jadi perbaikan dapat dilakukan dengan memfokuskan pada 2 jenis *defect* terbesar yaitu karena problem *Scratch/Goresan* dan problem *Silver*. Hal ini dikarenakan kedua jenis *defect* tersebut mendominasi hampir 78 % dari total kerusakan produk (*defect*) pada produksi *handle door* di Bulan Agustus 2011. Setelah kita tentukan problem yang akan kita tanggulangi, maka disini kita akan melakukan breakdown terhadap faktor – faktor penyebab dari problem tersebut dari 4 faktor, yaitu *Man* (Manusia), *Machine* (Mesin), *Method* (Metode), *Material*, menggunakan diagram *Fishbone*, yaitu:



Gambar 4.7 Diagram *Fishbone* untuk problem Scratch & Silver

**Tabel 4.7** Analisis penyebab dan usulan perbaikan untuk problem *scratch* dan *silver* pada produk *handle door*

Faktor	Faktor Penyebab	Usulan Perbaikan
Manusia	Operator mesin kurang Cermat pada saat setting mould base pada mesin injeksi	Melakukan training kepada operator terkait setting mould & melakukan evaluasi setiap minggunya
	Operator mesin kurang cermat saat melakukan pengisian material yang akan di masukkan dalam mesin injeksi	Melakukan training kepada operator mengenai aplikasi material
	Operator kurang memahami <i>operation procedure</i> yang ada	Melakukan training kepada operator tentang <i>operation procedure</i> yang harus dilakukan saat proses injeksi
Mesin	<i>Holding time</i> mesin terlalu lama sehingga menyebabkan <i>silver</i>	Menentukan setting <i>Holding time</i> terbaik tanpa menimbulkan <i>silver</i> kemudian di buat standarisasi untuk mesin tersebut
	<i>Pressure</i> /tekanan mesin terlalu tinggi saat melakukan proses injeksi	Menentukan setting <i>Setting Pressure</i> terbaik tanpa menimbulkan <i>silver</i> kemudian di buat standarisasi untuk mesin tersebut
	<i>Cooling system</i> setelah melakukan proses injeksi kadang - kadang tersendat.	Melakukan pembersihan berkala untuk <i>cooling system mould</i>
	Area mesin injeksi terlalu kotor sehingga memudahkan debu untuk bisa masuk ke dalam mould injeksi	Dibuat ruang tertutup bebas debu untuk area mesin ini.
Metode	Tidak adanya <i>operation prosedur</i> yang jelas untuk operator pada saat melakukan proses	Pembuatan <i>operation procedure</i> secara jelas, lengkap, dan detail
	Kurangnya koordinasi antara operator shift 1 dengan shift lawannya.	Dilakukan komunikasi menggunakan form komunikasi agar informasi dapat tersalurkan
Material	Material yang akan dimasukkan tidak di check terlebih dahulu	Penambahan item pengecheckan sebelum material dimasukkan dalam proses injeksi
	Proses penempatan material plastik banyak berserakan	Penempatan material disusun rapi sesuai dengan jenisnya.

Dari hasil analisis di atas, telah kita tentukan ide – ide perbaikan apa saja yang akan mampu meningkatkan nilai OEE, akan tetapi kita juga harus menganalisis hasil ide tersebut terhadap ketiga faktor dalam penentuan nilai OEE yaitu *Availability, Performance, Quality Ratio*.

Tabel 4.8 Hubungan Analisis Ide Improvement Dengan Tiga Faktor OEE

Analysis	Faktor	Faktor Penyebab	Usulan Perbaikan	Terkait Availability Ratio	Terkait Performance Ratio	Terkait Quality Rate
FMEA	Machine	Mould Matching surface, Cold material injected	Mempersiapkan seluruh kondisi mold setiap bulan (ada atau tidak jadwal pemakaian Injeksi Mold).	0		
			Dengan melakukan tindakan ini diasumsikan bahwa setting center sizing pin dapat dilakukan lebih presisi dan cepat sehingga process matching surface menjadi lebih baik		0	0
			Pengecekan seluruh komponen pada saat Mold change dan pengecekan harian. Dengan melakukan tindakan ini diharapkan kegagalan yang terjadi akan berkurang serta dapat mendeteksi kegagalan lebih cepat sehingga dapat segera diantisipasi.		0	0
			• Pelumasan setiap akhir shift. Dengan melakukan tindakan ini maka diharapkan kegagalan yang diakibatkan kurangnya pelumasan dapat teratasi, selain itu juga dapat menjaga kondisi komponen.	0	0	0
			Pembersihan collent min setiap 6 bulan. Dengan melakukan tindakan ini maka dapat dicegah munculnya kegagalan yang disebabkan oleh collent yang kotor.	0	0	
			Pemberian identifikasi terhadap komponen sesuai standard.		0	
			Pembersihan Mould setiap akhir shift.	0	0	0
			Maintenance panel control (pengecekan tegangan, arus, frekuensi, dan koneksi) setiap bulan.	0	0	
Fishbone Diagram	Manusia	Operator mesin kurang Cermat pada saat setting mould base pada mesin injeksi	Melakukan training kepada operator terkait setting mould & melakukan evaluasi setiap minggunya		0	
		Operator mesin kurang cermat saat melakukan pengisian material yang akan di masukkan dalam mesin injeksi	Melakukan training kepada operator mengenai aplikasi material		0	0
		Operator kurang memahami operation procedure yang ada	Melakukan training kepada operator tentang operation procedure yang harus dilakukan saat proses injeksi		0	
	Mesin	Holding time mesin terlalu lama sehingga menyebabkan silver	Menentukan setting Holding time terbaik tanpa menimbulkan silver kemudian di buat standarisasi untuk mesin tersebut		0	0
		Pressure /tekanan mesin terlalu tinggi saat melakukan proses injeksi	Menentukan setting Setting Pressure terbaik tanpa menimbulkan silver kemudian di buat standarisasi untuk mesin tersebut		0	0
		Cooling system setelah melakukan proses injeksi kadang - kadang tersendat.	Melakukan pembersihan berkala untuk cooling system mould		0	0
		Area mesin injeksi terlalu kotor sehingga memudahkan debu untuk bisa masuk ke dalam mould injeksi	Dibuat ruang tertutup bebas debu untuk area mesin ini.			0
	Metode	Tidak adanya operation prosedur yang jelas untuk operator pada saat melakukan proses	Pembuatan operation procedure secara jelas, lengkap, dan detail		0	0
		Kurangnya koordinasi antara operator shift 1 dengan shift lawannya.	Dilakukan komunikasi menggunakan fom komunikasi agar informasi dapat tersalurkan	0	0	
	Material	Material yang akan dimasukkan tidak di check terlebih dahulu	Penambahan item pengecekan sebelum material dimasukkan dalam proses injeksi		0	0
Proses penempatan material plastik banyak berserakan		Penempatan material disusun rapi sesuai dengan jenisnya.		0	0	

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 KESIMPULAN

Setelah melakukan pengolahan data dan analisa terhadap hasil pengolahan maka dapat ditarik kesimpulan yang sesuai dengan tujuan penelitian yaitu :

Dari periode penelitian yang dilakukan ((Januari 2011 – Oktober 2011). ada beberapa bulan dimana nilai OEE tidak memenuhi standard OEE yang ditetapkan perusahaan yaitu  $OEE < 50\%$ , untuk Mesin Injeksi *Handle door* yaitu bulan Feb. 11 (44,48%), Juli. 11 (49,17%), Agustus. 11 (42,77%), Septembet. 11 (46,70%), Oktober. 11 (48,32%).

Penyebab OEE rendah lebih dimana disebabkan oleh *availability ratio* yang rendah. Untuk mengetahui penyebab rendahnya pencapaian nilai *availability ratio*, maka dilakukan analisa regresi dari beberapa variable pengukuran terhadap nilai OEE. Untuk Mesin injeksi *Handle door* seluruh variable pengukuran yaitu, *machine working time*, *planned downtime*, *equipment downtime*, total produksi, *actual cycle time*, dan *total defect*, secara signifikan berpengaruh terhadap variable respon/*dependent*, dalam hal ini adalah nilai OEE. Sedangkan untuk variable pengukuran lain, yaitu *planned downtime*, *equipment downtime*, total produksi, *actual cycle time*, dan *total defect*, secara signifikan berpengaruh terhadap variable respon/*dependent*, dalam hal ini adalah nilai OEE. Dari mesin tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa porsi terbesar yang menyebabkan nilai *availability ratio* rendah adalah *equipment downtime (equipment failure)*.

Dari diagram pareto dapat disimpulkan untuk Mesin Injeksi porsi penyebab *equipment downtime* rendah paling besar adalah *quality check*. Untuk mengetahui penyebab *equipment failure* rendah dapat dilihat dari hasil pengolahan FMEA yang berisi kegagalan potensial yang mungkin terjadi pada mesin Injeksi. Hasil pengolahan FMEA adalah mempunyai nilai RPN tertinggi sebagai dasar prioritas dalam mengambil tindakan perbaikan. Dari hasil pengolahan FMEA, dapat dilihat bahwa nilai RPN paling tinggi adalah pada proses *Quality Check & Mold Injeksi problem*.

Selain itu berdasarkan analisis *quality rate*, Dari hasil pengamatan dapat diketahui bahwa hampir 78 % *defect* yang terjadi pada produksi *handle door* di bulan Agustus 2011 didominasi oleh 2 jenis *defect* yaitu karena problem *Scratch*/Goresan dengan persentase 43.5 % dan problem *Silver* dengan persentase 34.4% dari total jumlah produksi *handle door*. Kemudian kita lakukan breakdown terhadap faktor – faktor penyebab dari problem tersebut dari 4 faktor, yaitu *Man* (Manusia), *Machine* (Mesin), *Method* (Metode), *Material* dan kita ajukan usulan penanggulangan terhadap penyebab problem terjadi. Akan tetapi kita harus lebih teliti lagi dalam mengambil tindakan untuk melakukan improvement, karena dari usulan ide improvement yang ada sangatlah berhubungan antara tiga variabel OEE yaitu *Availability*, *Performance*, *Quality Rate*.

## 5.2. SARAN

Setelah melakukan pengolahan, analisa, dan kesimpulan terhadap data, maka penulis dapat memberikan saran guna penelitian bidang yang sama selanjutnya, yaitu :

1. Melakukan implementasi dan pengamatan selanjutnya terhadap tindakan yang disarankan dalam penelitian kali ini.
2. Melakukan evaluasi terus – menerus terhadap kegiatan yang disarankan sehingga didapatkan hasil yang terus membaik.
3. Melakukan analisis dengan mensimulasikan tingkat kerugian berdasarkan satuan biaya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Betrianis dan Robby Suhendra, *Pengukuran Nilai OEE Sebagai Dasar Usaha Perbaikan Proses Manufaktur Pada Lini Produksi*, Jurnal Teknik Industri-Universitas Kristen Petra Vol. 7, No. 2, Desember 2005: 91-100
- Nakajima, S., *Introduction to Total Productive Maintenance*, Cambridge, MA, Productivity Press, Inc., 1988
- Alisjahbana, Juita. 2005. "Evaluasi Pengendalian Kualitas Total Produk Pakaian Wanita Pada Perusahaan Konveksi." Jurnal Ventura, Vol. 8, No.1, April 2005.
- Nadarajah, Eliatamby, dkk., *Autonomous Maintenance – An Effective Shop-Floor Tool to Improve Productivity*, Journal Of Technology Management And Entrepreneurship Volume 3 Number 2, 2005
- Montgomery, Douglas C. 2001. *Introduction to Statistical Quality Control. 4*
- Shirose, Kunio., *TPM Team Guide*, Productivity Press, Inc., Portland, Oregon, 1995.
- Garpersz, Vincent., *Manajemen Produktivitas Total*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1998
- Katila, Pekka., *Applying Total Productive Maintenance-TPM Principles in the Flexible Manufacturing Sistem*, Technical Report, Lulea Tekniska Universitet, 2000
- Ljunberg, Orjan., *Measurement of Overall Equipment Effectiveness as A Basic of TPM Activities*, International Journal of Operations and Production Management, MCB University Press, 1998.
- Leflar, James A., *Practical TPM, Succesful Equipment at Agilent Technologies*, Productivity Press, Portland, Oregon, 2001.

Venkatesh J, “An Introduction to Total Productive Maintenance (TPM)”, Article: [http://www.plant\\_management.com/articles/TPM\\_intro](http://www.plant_management.com/articles/TPM_intro), April 2007.

Reference manual (QS-9000), “ Potential Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)”, 2001  
Heizer, Jay and Barry Render. 2006. *Operations Management (Manajemen Operasi)*. Jakarta : Salemba Empat.

Gasperz, Vincent. 2005. *Total Quality Management*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.

Prestianto, Bayu, Sugiono dan Susilo Toto R. 2003. “*Analisis Pengendalian Kualitas Pada PT. Semarang Makmur Semarang.*” *Jurnal Bisnis Strategi* Vol. 11/Juli/Th. VIII/2003.

Pengukuran Nilai *Availability Ratio* bulan Januari 2011

Tgl	Machine work Time (min)(A)	Planned Downtime (min)(B)	Loading Times (min) (C = A-B)	Availability losses /Downtime (min)(D)	Operation time (min)(E = C - D)	Availability Ratio {E/C (%)}
1	1440	175	1265	230	1035	81.82%
2			0		0	
3	1440	175	1265	475	790	62.45%
4	1440	175	1265	442	823	65.06%
5	1440	175	1265	640	625	49.41%
6	1440	175	1265	360	905	71.54%
7	1440	195	1245	455	790	63.45%
8	720	205	515	155	360	69.90%
9			0		0	
10	1440	195	1245	525	720	57.83%
11	1440	175	1265	415	850	67.19%
12	1440	180	1260	355	905	71.83%
13	1440	175	1265	480	785	62.06%
14	1440	175	1265	300	965	76.28%
15	960	180	780	120	660	84.62%
16			0		0	
17	1440	175	1265	305	960	75.89%
18	1440	195	1245	360	885	71.08%
19	1440	195	1245	400	845	67.87%
20	1440	195	1245	455	790	63.45%
21	1440	190	1250	655	595	47.60%
22	720	205	515	95	420	81.55%
23			0		0	
24	1440	175	1265	325	940	74.31%
25	1440	175	1265	400	865	68.38%
26	1440	180	1260	325	935	74.21%
27	1440	175	1265	325	940	74.31%
28	1440	195	1245	325	920	73.90%
29	720	205	515	100	415	80.58%
30			0		0	
31	1440	175	1265	250	1015	80.24%
Total	34800	4790	30010	9272	20738	69.88%

Pengukuran Nilai *Availability Ratio* bulan Februari 2011

Tgl	Machine work Time (min)(A)	Planned Downtime (min)(B)	Loading Times (min) (C = A-B)	Availability losses (min)(D)	Operation time (min)(E = C - D)	Availability Ratio {E/C (%)}
1	1440	195	1245	340	905	72.69%
2	1440	205	1235	345	890	72.06%
3	1440	205	1235	360	875	70.85%
4	1440	205	1235	400	835	67.61%
5	900	175	725	90	635	87.59%
6			0		0	#DIV/0!
7	1440	175	1265	350	915	72.33%
8	1440	175	1265	350	915	72.33%
9	1440	190	1250	350	900	72.00%
10	1440	190	1250	450	800	64.00%
11	1440	190	1250	420	830	66.40%
12	720	175	545	70	475	87.16%
13			0		0	#DIV/0!
14	1200	205	995	340	655	65.83%
15	1250	205	1045	340	705	67.46%
16	1440	180	1260	600	660	52.38%
17	1440	180	1260	750	510	40.48%
18	1440	180	1260	755	505	40.08%
19	960	180	780	168	612	78.46%
20			0		0	#DIV/0!
21	1200	190	1010	795	215	21.29%
22	1440	190	1250	800	450	36.00%
23	1440	190	1250	945	305	24.40%
24	1440	175	1265	800	465	36.76%
25	1440	180	1260	340	920	73.02%
26	1440	185	1255	56	1199	95.54%
27			0		0	#DIV/0!
28	1440	190	1250	450	800	64.00%
Total	32150	4510	27640	10664	16976	62.53%

Pengukuran Nilai *Availability Ratio* bulan Maret 2011

Tgl	Machine work Time (min)(A)	Planned Downtime (min)(B)	Loading Times (min) (C = A-B)	Availability losses (min)(D)	Operation time (min)(E = C - D)	Availability Ratio {E/C (%)}
1	1440	175	1265	455	810	64.03%
2	1440	175	1265	450	815	64.43%
3	1440	175	1265	350	915	72.33%
4	1200	105	1095	250	845	77.17%
5			0		0	#DIV/0!
6			0		0	#DIV/0!
7	1440	195	1245	455	790	63.45%
8	1440	175	1265	450	815	64.43%
9	1440	175	1265	450	815	64.43%
10	1440	175	1265	450	815	64.43%
11	1200	175	1025	250	775	75.61%
12	960	60	900	200	700	77.78%
13			0		0	#DIV/0!
14	1440	175	1265	265	1000	79.05%
15	1440	175	1265	250	1015	80.24%
16	1440	175	1265	250	1015	80.24%
17	1440	190	1250	250	1000	80.00%
18	1440	175	1265	200	1065	84.19%
19	980	105	875	155	720	82.29%
20			0		0	#DIV/0!
21	1440	175	1265	235	1030	81.42%
22	1440	175	1265	280	985	77.87%
23	1400	175	1225	280	945	77.14%
24	1200	190	1010	450	560	55.45%
25	1440	190	1250	400	850	68.00%
26	720	105	615	125	490	79.67%
27			0		0	#DIV/0!
28	1440	175	1265	350	915	72.33%
29	1440	175	1265	340	925	73.12%
30	1200	190	1010	300	710	70.30%
Total	33340	4130	29210	7890	21320	73.18%

Pengukuran Nilai *Availability Ratio* bulan April 2011

Tgl	Machine work Time (min)(A)	Planned Downtime (min)(B)	Loading Times (min) (C = A-B)	Availability losses (min)(D)	Operation time (min)(E = C - D)	Availability Ratio {E/C (%)}
1	1440	175	1265	310	955	75.49%
2	960	195	765	200	565	73.86%
3			0		0	#DIV/0!
4	1440	175	1265	285	980	77.47%
5	1440	175	1265	285	980	77.47%
6	1440	175	1265	320	945	74.70%
7	1440	195	1245	340	905	72.69%
8	1440	195	1245	315	930	74.70%
9	960	105	855	180	675	78.95%
10			0		0	#DIV/0!
11	1440	205	1235	250	985	79.76%
12	1440	175	1265	255	1010	79.84%
13	1440	175	1265	255	1010	79.84%
14	1440	175	1265	275	990	78.26%
15	1200	175	1025	250	775	75.61%
16	800	105	695	165	530	76.26%
17			0		0	#DIV/0!
18	1440	195	1245	300	945	75.90%
19	1440	175	1265	300	965	76.28%
20	1440	175	1265	350	915	72.33%
21	1440	105	1335	383	952	71.31%
22			0		0	#DIV/0!
23			0		0	#DIV/0!
24			0		0	#DIV/0!
25	1440	195	1245	275	970	77.91%
26	1440	175	1265	255	1010	79.84%
27	1440	175	1265	260	1005	79.45%
28	1440	140	1300	295	1005	77.31%
29	1200	175	1025	240	785	76.59%
30	960	95	865	180	685	79.19%
Total	29600	3635	25965	6013	19952	76.71%

Pengukuran Nilai *Availability Ratio* bulan Mei 2011

Tgl	Machine work Time (min)(A)	Planned Downtime (min)(B)	Loading Times (min) (C = A-B)	Availability losses (min)(D)	Operation time (min)(E = C - D)	Availability Ratio {E/C (%)}
1			0		0	#DIV/0!
2	1440	175	1265	325	940	74.31%
3	1440	195	1245	405	840	67.47%
4	1440	175	1265	275	990	78.26%
5	1440	175	1265	225	1040	82.21%
6	1250	180	1070	275	795	74.30%
7	960	80	880	200	680	77.27%
8			0		0	#DIV/0!
9	1440	195	1245	477	768	61.69%
10	1440	175	1265	450	815	64.43%
11	1440	175	1265	350	915	72.33%
12	1440	175	1265	275	990	78.26%
13	1200	180	1020	355	665	65.20%
14	960	90	870	195	675	77.59%
15			0		0	#DIV/0!
16			0		0	#DIV/0!
17			0		0	#DIV/0!
18	1440	175	1265	325	940	74.31%
19	1440	180	1260	295	965	76.59%
20	1440	175	1265	325	940	74.31%
21	960	85	875	190	685	78.29%
22			0		0	#DIV/0!
23	1440	175	1265	450	815	64.43%
24	1440	175	1265	310	955	75.49%
25	1440	180	1260	344	916	72.70%
26	1440	180	1260	250	1010	80.16%
27	1200	175	1025	323	702	68.49%
28	740	90	650	190	460	70.77%
29			0		0	#DIV/0!
30	1440	180	1260	325	935	74.21%
31	1440	175	1265	375	890	70.36%
Total	31750	3915	27835	7509	20326	73.06%

Pengukuran Nilai *Availability Ratio* bulan Juni 2011

Tgl	Machine work Time (min)(A)	Planned Downtime (min)(B)	Loading Times (min) (C = A-B)	Availability losses (min)(D)	Operation time (min)(E = C - D)	Availability Ratio {E/C (%)}
1	1440	175	1265	275	990	78.26%
2			0		0	#DIV/0!
3	1440	175	1265	455	810	64.03%
4	1200	180	1020	550	470	46.08%
5			0		0	#DIV/0!
6	1440	175	1265	600	665	52.57%
7	1440	175	1265	525	740	58.50%
8	1440	190	1250	255	995	79.60%
9	1440	180	1260	550	710	56.35%
10	1440	180	1260	455	805	63.89%
11	960	85	875	225	650	74.29%
12			0		0	#DIV/0!
13	1440	180	1260	245	1015	80.56%
14	1440	175	1265	430	835	66.01%
15	1440	175	1265	420	845	66.80%
16	1440	190	1250	225	1025	82.00%
17	1200	190	1010	355	655	64.85%
18	800	90	710	375	335	47.18%
19			0		0	#DIV/0!
20	1440	120	1320	540	780	59.09%
21	1440	175	1265	625	640	50.59%
22	1440	175	1265	350	915	72.33%
23	1440	130	1310	375	935	71.37%
24	1200	175	1025	325	700	68.29%
25	960	80	880	195	685	77.84%
26			0		0	#DIV/0!
27	1440	175	1265	400	865	68.38%
28	1440	180	1260	420	840	66.67%
29			0		0	#DIV/0!
30	1440	175	1265	475	790	62.45%
Total	32240	3900	28340	9645	18695	65.75%

Pengukuran Nilai *Availability Ratio* bulan Juli 2011

Tgl	Machine work Time (min)(A)	Planned Downtime (min)(B)	Loading Times (min) (C = A-B)	Availability losses (min)(D)	Operation time (min)(E = C - D)	Availability Ratio {E/C (%)}
1	1440	175	1265	345	920	72.73%
2	1250	190	1060	340	720	67.92%
3			0		0	#DIV/0!
4	1440	175	1265	650	615	48.62%
5	1440	180	1260	550	710	56.35%
6	1440	225	1215	550	665	54.73%
7	1440	190	1250	450	800	64.00%
8	1200	175	1025	340	685	66.83%
9	800	80	720	200	520	72.22%
10			0		0	#DIV/0!
11	1440	210	1230	320	910	73.98%
12	1440	190	1250	330	920	73.60%
13	1440	175	1265	340	925	73.12%
14	1440	180	1260	380	880	69.84%
15	1200	175	1025	420	605	59.02%
16	740	84	656	210	446	67.99%
17			0		0	#DIV/0!
18	1440	175	1265	250	1015	80.24%
19	1440	175	1265	350	915	72.33%
20	1440	225	1215	300	915	75.31%
21	1440	190	1250	450	800	64.00%
22	960	175	785	310	475	60.51%
23	840	80	760	180	580	76.32%
24			0		0	#DIV/0!
25	1440	225	1215	340	875	72.02%
26	1440	175	1265	450	815	64.43%
27	1440	175	1265	355	910	71.94%
28	1440	180	1260	450	810	64.29%
29	1250	190	1060	340	720	67.92%
30	820	92	728	190	538	73.90%
31			0		0	#DIV/0!
Total	33540	4461	29079	9390	19689	67.85%

Pengukuran Nilai *Availability Ratio* bulan Agustus 2011

Tgl	Machine work Time (min)(A)	Planned Downtime (min)(B)	Loading Times (min) (C = A-B)	Availability losses (min)(D)	Operation time (min)(E = C - D)	Availability Ratio {E/C (%)}
1	1440	200	1240	650	590	47.58%
2	1440	225	1215	625	590	48.56%
3	1440	175	1265	310	955	75.49%
4	1540	175	1365	480	885	64.84%
5	1540	225	1315	512	803	61.06%
6	1200	84	1116	230	886	79.39%
7			0		0	#DIV/0!
8	1440	175	1265	340	925	73.12%
9	1440	175	1265	540	725	57.31%
10	1440	225	1215	450	765	62.96%
11	1440	190	1250	720	530	42.40%
12	1200	190	1010	600	410	40.59%
13	740	82	658	200	458	69.60%
14			0		0	#DIV/0!
15	1440	190	1250	310	940	75.20%
16	1440	185	1255	550	705	56.18%
17			0		0	#DIV/0!
18	1440	180	1260	550	710	56.35%
19	1250	190	1060	750	310	29.25%
20	820	92	728	725	3	0.41%
21			0		0	#DIV/0!
22	1440	180	1260	540	720	57.14%
23	1440	175	1265	650	615	48.62%
24	1440	190	1250	725	525	42.00%
25	1440	180	1260	850	410	32.54%
26						
27						
28						
29						
30						
31						
Total	28450	3683	24767	11307	13460	53.36%

Pengukuran Nilai *Availability Ratio* bulan September 2011

Tgl	Machine work Time (min)(A)	Planned Downtime (min)(B)	Loading Times (min) (C = A-B)	Availability losses (min)(D)	Operation time (min)(E = C - D)	Availability Ratio {E/C (%)}
1			0		0	
2			0		0	0.00%
3			0		0	0.00%
4			0		0	0.00%
5	1440	200	1240	400	840	67.74%
6	1440	225	1215	425	790	65.02%
7	1440	175	1265	450	815	64.43%
8	1440	175	1265	530	735	58.10%
9	1150	225	925	600	325	35.14%
10	780	84	696	200	496	71.26%
11			0		0	#DIV/0!
12	1440	175	1265	540	725	57.31%
13	1440	225	1215	420	795	65.43%
14	1440	190	1250	350	900	72.00%
15	1440	175	1265	375	890	70.36%
16	1250	225	1025	325	700	68.29%
17	780	74	706	195	511	72.38%
18			0		0	#DIV/0!
19	1440	175	1265	355	910	71.94%
20	1440	175	1265	295	970	76.68%
21	1440	225	1215	255	960	79.01%
22	1440	190	1250	310	940	75.20%
23	1250	175	1075	320	755	70.23%
24	840	80	760	225	535	70.39%
25			0		0	#DIV/0!
26	1440	225	1215	350	865	71.19%
27	1440	175	1265	375	890	70.36%
28	1440	175	1265	325	940	74.31%
29	1440	180	1260	310	950	75.40%
30	1350	200	1150	280	870	75.65%
Total	30440	4123	25167	8210	17237	68.60%

Pengukuran Nilai *Availability Ratio* bulan Oktober 2011

Tgl	Machine work Time (min)(A)	Planned Downtime (min)(B)	Loading Times (min) (C = A-B)	Availability losses (min)(D)	Operation time (min)(E = C - D)	Availability Ratio {E/C (%)}
1	840		840	180	660	78.57%
2			0		0	#DIV/0!
3	1440	175	1265	352	913	72.17%
4	1440	195	1245	225	1020	81.93%
5	1440	175	1265	355	910	71.94%
6	1440	175	1265	330	935	73.91%
7	1350	225	1125	270	855	76.00%
8	720	85	635	225	410	64.57%
9			0		0	#DIV/0!
10	1440	225	1215	340	875	72.02%
11	1440	225	1215	340	875	72.02%
12	1440	175	1265	280	985	77.87%
13	1440	195	1245	320	925	74.30%
14	1100	175	925	290	635	68.65%
15	720	74	646	168	478	73.99%
16			0		0	#DIV/0!
17	1440	225	1215	285	930	76.54%
18	1440	175	1265	315	950	75.10%
19	1440	190	1250	320	930	74.40%
20	1440	175	1265	295	970	76.68%
21	1150	175	975	250	725	74.36%
22	740	80	660	200	460	69.70%
23			0		0	#DIV/0!
24	1440	225	1215	320	895	73.66%
25	1440	175	1265	295	970	76.68%
26	1440	175	1265	350	915	72.33%
27	1440	225	1215	450	765	62.96%
28	1200	175	1025	250	775	75.61%
29	840	100	740	200	540	72.97%
30			0		0	#DIV/0!
31	1440	220	1220	410	810	66.39%
Total	31700	4414	27506	7615	20301	73.28%

Pengukuran Nilai *Quality Rate* bulan Januari 2011

Tgl	Total Produksi (Unit) (H)	Total Defect (Unit) (K)	Quality Rate {(H-K)/H (%)}
1	2134	66	96.91%
2	0	0	0.00%
3	2136	84	96.07%
4	2140	94	95.61%
5	2140	102	95.23%
6	2136	98	95.41%
7	2138	90	95.79%
8	2138	70	96.73%
9	0	0	0.00%
10	2200	65	97.05%
11	2100	54	97.43%
12	2215	46	97.92%
13	2220	64	97.12%
14	2215	44	98.01%
15	1105	28	97.47%
16	0	0	0.00%
17	2140	32	98.50%
18	2138	46	97.85%
19	2180	60	97.25%
20	2188	64	97.07%
21	2178	50	97.70%
22	1142	32	97.20%
23	0	0	0.00%
24	2186	54	97.53%
25	2182	77	96.47%
26	2188	84	96.16%
27	2168	82	96.22%
28	2148	68	96.83%
29	1175	44	96.26%
30	0	0	0.00%
31	2138	74	96.54%
Total	53168	1672	96.86%

Pengukuran Nilai *Quality Rate* bulan Februari 2011

Tgl	Total Produksi (Unit) (H)	Total Defect (Unit) (K)	Quality Rate {(H-K)/H (%)}
1	2200	87	96.05%
2	2188	98	95.52%
3	2188	101	95.38%
4	2184	87	96.02%
5	1185	57	95.19%
6	0	0	0.00%
7	2189	95	95.66%
8	2187	97	95.56%
9	2184	92	95.79%
10	2178	100	95.41%
11	2167	92	95.75%
12	1120	53	95.27%
13	0	0	0.00%
14	2134	79	96.30%
15	2155	95	95.59%
16	2157	93	95.69%
17	2190	89	95.94%
18	2187	91	95.84%
19	1189	45	96.22%
20	0	0	0.00%
21	2168	88	95.94%
22	2168	99	95.43%
23	2190	95	95.66%
24	2176	93	95.73%
25	2159	97	95.51%
26	1125	41	96.36%
27	0	0	0.00%
28	2167	105	95.15%
Total	48135	2069	95.71%

Pengukuran Nilai *Quality Rate* bulan Maret 2011

Tgl	Total Produksi (Unit) (H)	Total Defect (Unit) (K)	Quality Rate {(H-K)/H (%)}
1	2140	71	96.68%
2	2134	72	96.63%
3	2145	78	96.36%
4	2133	67	96.86%
5			#DIV/0!
6			#DIV/0!
7	2154	78	96.38%
8	2155	86	96.01%
9	2156	81	96.24%
10	2176	84	96.14%
11	2188	80	96.34%
12	1080	45	95.83%
13			#DIV/0!
14	2189	73	96.67%
15	2178	74	96.60%
16	2201	77	96.50%
17	2178	87	96.01%
18	2167	87	95.99%
19	1035	44	95.75%
20			#DIV/0!
21	2145	67	96.88%
22	2156	73	96.61%
23	2134	86	95.97%
24	2145	84	96.08%
25	2165	70	96.77%
26	2166	87	95.98%
27			#DIV/0!
28	2155	70	96.75%
29	2134	70	96.72%
30	2145	71	96.69%
Total	51754	1862	96.38%

Pengukuran Nilai *Quality Rate* bulan Oktober 2011

Tgl	Total Produksi (Unit) (H)	Total Defect (Unit) (K)	Quality Rate {(H-K)/H (%)}
1	2134	110	94.85%
2	1124	45	96.00%
3			#DIV/0!
4	2144	112	94.78%
5	2167	111	94.88%
6	2212	106	95.21%
7	2210	120	94.57%
8	2203	112	94.92%
9	1121	56	95.00%
10			#DIV/0!
11	2221	121	94.55%
12	2210	114	94.84%
13	2234	124	94.45%
14	2231	123	94.49%
15	2212	124	94.39%
16	1110	67	93.96%
17			#DIV/0!
18	2145	115	94.64%
19	2165	113	94.78%
20	2167	121	94.42%
21	2166	112	94.83%
22			#DIV/0!
23			#DIV/0!
24			#DIV/0!
25	2145	87	95.94%
26	2134	98	95.41%
27	2167	88	95.94%
28	2188	95	95.66%
29	2190	90	95.89%
30	1134	75	93.39%
Total	48134	2439	94.91%

Pengukuran Nilai *Quality Rate* bulan Mei 2011

Tgl	Total Produksi (Unit) (H)	Total Defect (Unit) (K)	Quality Rate {(H-K)/H (%)}
1			#DIV/0!
2	2134	65	96.95%
3	2133	67	96.86%
4	2145	63	97.06%
5	2134	60	97.19%
6	2156	82	96.20%
7	1123	56	95.01%
8			#DIV/0!
9	2134	78	96.34%
10	2154	87	95.96%
11	2134	78	96.34%
12	2137	67	96.86%
13	2136	65	96.96%
14	1127	56	95.03%
15			#DIV/0!
16			#DIV/0!
17			#DIV/0!
18	2156	67	96.89%
19	2167	68	96.86%
20	2166	52	97.60%
21	1134	45	96.03%
22			#DIV/0!
23	2167	74	96.59%
24	2201	74	96.64%
25	2145	78	96.36%
26	2134	73	96.58%
27	2178	77	96.46%
28	1170	56	95.21%
29			#DIV/0!
30	2155	83	96.15%
31	2156	78	96.38%
Total	47576	1649	96.44%

Pengukuran Nilai *Quality Rate* bulan Juni 2011

Tgl	Total Produksi (Unit) (H)	Total Defect (Unit) (K)	Quality Rate {(H-K)/H (%)}
1	2213	78	96.48%
2			#DIV/0!
3	2167	99	95.43%
4	2134	94	95.60%
5			#DIV/0!
6	2156	102	95.27%
7	2189	101	95.39%
8	2156	92	95.73%
9	2145	87	95.94%
10	2155	97	95.50%
11	1244	90	92.77%
12			#DIV/0!
13	2200	101	95.41%
14	2167	112	94.83%
15	2158	103	95.23%
16	2167	99	95.43%
17	2173	98	95.49%
18	2175	93	95.72%
19			#DIV/0!
20	2134	90	95.78%
21	2165	93	95.70%
22	2155	91	95.78%
23	2145	94	95.62%
24	2144	93	95.66%
25	1123	90	91.99%
26			#DIV/0!
27	2234	120	94.63%
28	2167	88	95.94%
29			#DIV/0!
30	2211	90	95.93%
Total	50077	2295	95.30%

Pengukuran Nilai *Quality Rate* bulan Juli 2011

Tgl	Total Produksi (Unit) (H)	Total Defect (Unit) (K)	Quality Rate {(H-K)/H (%)}
1	2201	90	95.91%
2	2100	91	95.67%
3			#DIV/0!
4	2135	183	91.43%
5	2144	188	91.23%
6	2134	133	93.77%
7	2146	142	93.38%
8	2171	121	94.43%
9	1180	112	90.51%
10			#DIV/0!
11	2210	131	94.07%
12	2212	140	93.67%
13	2200	145	93.41%
14	2215	139	93.72%
15	2213	190	91.41%
16	2209	144	93.48%
17			#DIV/0!
18	2122	130	93.87%
19	2156	129	94.02%
20	2113	122	94.23%
21	2176	127	94.16%
22	2190	144	93.42%
23	1200	150	87.50%
24			#DIV/0!
25	2180	134	93.85%
26	2178	134	93.85%
27	2178	121	94.44%
28	2190	132	93.97%
29	2189	119	94.56%
30	1120	120	89.29%
31			#DIV/0!
Total	53462	3511	93.20%

Pengukuran Nilai *Quality Rate* bulan Agustus 2011

Tgl	Total Produksi (Unit) (H)	Total Defect (Unit) (K)	Quality Rate {(H-K)/H (%)}
1	2180	100	95.41%
2	2210	121	94.52%
3	2211	134	93.94%
4	2223	122	94.51%
5	2280	155	93.20%
6	2278	132	94.21%
7			#DIV/0!
8	2234	145	93.51%
9	2278	156	93.15%
10	2298	166	92.78%
11	2256	152	93.26%
12	2234	149	93.33%
13	2210	144	93.48%
14			#DIV/0!
15	2190	134	93.88%
16	2189	132	93.97%
17			#DIV/0!
18	2198	127	94.22%
19	2213	133	93.99%
20	2214	146	93.41%
21			#DIV/0!
22	2214	136	93.86%
23	2234	121	94.58%
24	2178	122	94.40%
25	2210	132	94.03%
26			#DIV/0!
27			#DIV/0!
28			#DIV/0!
29			#DIV/0!
30			#DIV/0!
31			#DIV/0!
Total	46732	2859	93.89%

Pengukuran Nilai *Quality Rate* bulan September 2011

Tgl	Total Produksi (Unit) (H)	Total Defect (Unit) (K)	Quality Rate {(H-K)/H (%)}
1			#DIV/0!
2			#DIV/0!
3			#DIV/0!
4			#DIV/0!
5	2145	86	95.99%
6	2176	88	95.96%
7	2133	95	95.55%
8	2167	91	95.80%
9	2156	101	95.32%
10	1224	65	94.69%
11			#DIV/0!
12	2210	98	95.57%
13	2200	104	95.27%
14	2178	119	94.54%
15	2188	112	94.88%
16	2189	108	95.07%
17	1134	56	95.06%
18			#DIV/0!
19	2211	112	94.93%
20	2230	110	95.07%
21	2220	110	95.05%
22	2190	111	94.93%
23	2189	93	95.75%
24	1123	65	94.21%
25			#DIV/0!
26	2156	78	96.38%
27	2167	88	95.94%
28	2177	94	95.68%
29	2164	89	95.89%
30	2145	98	95.43%
Total	47072	2171	95.35%

Pengukuran Nilai *Quality Rate* bulan Oktober 2011

Tgl	Total Produksi (Unit) (H)	Total Defect (Unit) (K)	Quality Rate {(H-K)/H (%)}
1	1124	64	94.31%
2			#DIV/0!
3	2139	95	95.56%
4	2146	97	95.48%
5	2145	112	94.78%
6	2138	123	94.25%
7	2178	121	94.44%
8	1288	63	95.11%
9			#DIV/0!
10	2190	112	94.89%
11	2132	120	94.37%
12	2133	119	94.42%
13	2137	117	94.53%
14	2136	121	94.34%
15	1122	76	93.23%
16			#DIV/0!
17	2188	97	95.57%
18	2167	87	95.99%
19	2156	95	95.59%
20	2166	103	95.24%
21	2164	99	95.43%
22	1189	54	95.46%
23			#DIV/0!
24	2163	88	95.93%
25	2133	87	95.92%
26	2145	94	95.62%
27	2145	97	95.48%
28	2188	94	95.70%
29	1223	58	95.26%
30			#DIV/0!
31	2177	78	96.42%
Total	51212	2471	95.13%