

TUGAS AKHIR PROGRAM MAGISTER (TAPM)
ANALISIS PENERAPAN *ROOT CAUSE ANALYSIS* DAN
PROBLEM SOLVING* PADA PROSES *SILVER PLATING
KOMPONEN PESAWAT TERBANG



TAPM diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Manajemen

Disusun Oleh:
Pramudito Emirald Sugiri
NIM. 015593414

PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS TERBUKA
JAKARTA
2012

UNIVERSITAS TERBUKA
PROGRAM PASCASARJANA
MAGISTER MANAJEMEN

PERNYATAAN

TAPM yang berjudul **Analisis Penerapan *Root Cause Analysis* dan *Problem Solving* pada Proses *Silver Plating* Komponen Pesawat Terbang** adalah hasil karya saya sendiri, dan seluruh sumber yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Apabila di kemudian hari ternyata ditemukan adanya penjiplakan (plagiat), maka saya bersedia menerima sanksi akademik.

Jakarta, 23 Oktober 2012

Yang Menyatakan



(Pramudito Emirald Sugiri)

NIM 015593414

ABSTRACT

Analysis of the Application of Root Cause Analysis and Problem Solving In Silver Plating Process Aircraft Components

Pramudito Emirald Sugiri

Universitas Terbuka

duditsugiri@gmail.com

Key words: silver plating, masking process, components threaded ring, Root Cause Analysis, "5 Why's" Failure Mode and Effect Analysis

The study was conducted to determine the cause of the failure on the silver plating process aircraft components manufactured by PT. X as well as efforts to improve the process, thus meeting the quality standards established jointly by the producer and consumer.

This study is a research experiment with methods of data collection in a non-probability sampling with purposive sampling criteria. Object of research is the process of silver plating on aircraft components while the research methodology was to compare the production process and results referenced against the standard.

The collection of research data include the standard specification process of silver plating, silver plating process procedures and the type of failure on the silver coating process.

From the observation of the entire process of silver plating, types of failures that occur mainly at the stage of the process of masking the occurrence of leaking due to the masking tool is less than perfect. Type of aircraft components that many experienced this type of defect was the component of aircraft landing gear components namely the threaded ring D59502 and D59482/4, the corresponding component specification, not the entire surface area of these components must be coated with silver, therefore it must be done first masking process.

The process of masking was done by putting components on a masking tool that made costum built made of teflon and rubber. Analysis was then performed to improve the masking process using the Root Cause Analysis (RCA) with the method of "5 Why's" and the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA).

After improvements in masking tools, failure on the silver coating process decreased significantly, ie to decrease the overall component of 26.04% to 11.89%, and the average per month from 94.5 to 9 to the component or a decline 85.5 number of component failures.

Especially for components D59502 threaded ring which is the largest component of which has a silver coating process, the average per month decreased from 25.67 to 3.5 parts or components of a decline in the failure of some components 22.17.

As for the threaded ring component D59482 / 4, the average monthly decline in a number of components 13.8333.

UNIVERSITAS TERBUKA

ABSTRAK

Analisis Penerapan *Root Cause Analysis* dan *Problem Solving* Pada Proses *Silver Plating* Komponen Pesawat terbang

Pramudito Emirald Sugiri

Universitas Terbuka

duditsugiri@gmail.com

Kata kunci : *silver plating*, proses *masking*, komponen *threaded ring*, *Root Cause Analysis*, “5 Why’s” *Failure Mode and Effect Analysis*

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui penyebab terjadinya kegagalan pada proses *silver plating* komponen pesawat terbang yang diproduksi oleh PT. X serta usaha untuk memperbaiki proses tersebut, sehingga memenuhi standar kualitas yang telah ditetapkan bersama oleh pihak produsen dan konsumen.

Penelitian ini adalah penelitian eksperimen dengan metode pengumpulan data secara *non probability sampling* dengan kriteria *purposive sampling*. Objek penelitian adalah proses *silver plating* pada komponen pesawat terbang sedangkan metodologi penelitian adalah membandingkan proses dan hasil produksi terhadap standar yang diaacu.

Pengumpulan data penelitian meliputi spesifikasi standar proses *silver plating*, prosedur proses *silver plating* dan jenis kegagalan pada proses pelapisan perak.

Dari hasil pengamatan terhadap seluruh proses *silver plating*, jenis kegagalan yang terjadi terutama pada tahapan proses *masking* yaitu terjadinya kebocoran/leaking yang disebabkan karena alat *masking* kurang sempurna. Jenis komponen pesawat terbang yang banyak mengalami jenis *defect* ini adalah komponen *landing gear* pesawat yaitu pada komponen *silver plating* D59502 dan D59482/4, yang sesuai spesifikasi komponen, tidak seluruh area permukaan komponen tersebut harus dilapis dengan perak, sehingga terlebih dahulu harus dilakukan proses *masking*.

Proses *masking* dilakukan dengan cara meletakkan komponen pada suatu alat *masking* yang dibuat secara *costum built* yang terbuat dari bahan teflon dan *rubber*. Selanjutnya dilakukan analisa untuk memperbaiki proses *masking* menggunakan *Root Cause Analysis* (RCA) dengan metoda “5 Why’s” dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

Setelah dilakukan perbaikan pada alat *masking*, kegagalan pada proses pelapisan perak menurun secara signifikan, yaitu untuk keseluruhan komponen terjadi penurunan dari 26,04 % menjadi 11.89 %, serta rata-rata per bulan dari 94,5 menjadi menjadi 9 komponen atau terjadi penurunan kegagalan sejumlah 85,5 komponen.

Khusus untuk komponen *threaded ring* D59502 yang merupakan komponen terbesar yang mengalami proses *silver plating*, rata-rata per bulan

terjadi penurunan dari 25,67 komponen menjadi 3,5 komponen atau terjadi penurunan kegagalan sejumlah 22,17 komponen.

Sedangkan untuk komponen *threaded ring* D59482/4, rata-rata per bulan terjadi penurunan sejumlah 13,8333 komponen.

UNIVERSITAS TERBUKA

LEMBAR PERSETUJUAN TAPM

JUDUL TAPM : Analisis Penerapan Root Cause Analysis dan Problem Solving Pada
Proses Silver Plating Komponen Pesawat Terbang

Penyusun TAPM : Pramudito Emirald Sugiri

NIM : 015593414

Program Studi : Magister Manajemen

Hari/Tanggal : Selasa, 27 November 2012

Menyetujui :

Pembimbing II,

Pembimbing I,

Dr. Tri Darmayanti, MA

Dr. Fx. Bambang Wiharto, MM

Mengetahui,

Ketua Bidang Ilmu Ekonomi
Program Magister Manajemen

Direktur Program PascasarjanaP\
Universitas Terbuka,

Maya Maria, SE, MM
NIP. 19720501 199903 2 003

Suciati, M.Sc, Ph.D
NIP. 19520213 198503 2 001

**UNIVERSITAS TERBUKA
PROGRAM PASCASARJANA
PROGRAM STUDI MAGISTER MANAJEMEN**

PENGESAHAN

Nama : Pramudito Emirald Sugiri
NIM : 015593414
Program Studi : Magister Manajemen
Judul TAPM : Analisis Penerapan Root Cause Analysis dan Problem Solving pada
Proses Silver Plating Komponen Pesawat terbang

Telah dipertahankan di hadapan Sidang Panitia Penguji TAPM Program Pascasarjana,
Program Studi Magister Manajemen, Universitas Terbuka pada :

Hari/ Tanggal : Selasa / 30 Oktober 2012

Waktu : 10.³⁰ s/d 12.³⁰

Dan telah dinyatakan LULUS

PANITIA PENGUJI TAPM

Ketua Komisi Penguji : Drs. Yun Iswanto, M.Si

.....
Penguji Ahli : Dr. Ari Purwanti

.....
Pembimbing I : Dr. Fx. Bambang Wiharto, MM

.....
Pembimbing II : Dr. Tri Darmayanti, MA

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan penulisan TAPM ini.

Penulisan TAPM ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Manajemen Program Pascasarjana Universitas Terbuka. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari mulai perkuliahan sampai pada penulisan penyusunan TAPM ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan TAPM ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada :

- 1) Pembimbing I Bapak Dr. Fx. Bambang Wiharto, MM dan Pembimbing II Ibu Dr.Tri Darmayanti, M.A, yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan TAPM ini;
- 2) Ibu Suciati, M.Sc.,Ph.D., selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Terbuka;
- 3) Ibu Maya Maria, SE.,MM selaku Kepala Program Studi Magister Manajemen Universitas Terbuka;
- 4) Pimpinan dan Staf PT X yang telah memberikan kesempatan, bimbingan, dan bantuan sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan;
- 5) Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan materil dan moral.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga TAPM ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 23 Oktober 2012

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
Abstract.....	i
Lembar Persetujuan.....	v
Lembar Pengesahan.....	vi
Kata Pengantar.....	vii
Daftar Isi.....	viii
Daftar Bagan.....	x
Daftar Gambar.....	xi
Daftar Tabel.....	xii
Daftar Lampiran.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Perumusan Masalah.....	6
C. Maksud dan Tujuan Penelitian.....	6
D. Kegunaan Penelitian.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
A. Kajian Teori	8
B. Kerangka Berpikir.....	48
C. Definisi Operasional	49
BAB III OBJEK DAN METODE PENELITIAN.....	50
A. Desain Penelitian.....	50
B. Populasi dan Sampel.....	51
C. Instrumen Penelitian.....	52
D. Prosedur Pengumpulan Data.....	52
E. Metode Analisis Data.....	52
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	53
A. Pengamatan Terhadap Prosedur Proses Silver Plating.....	53
B. Pengamatan Terhadap Standar Acuan Kualitas Proses Silver Plating.....	61
C. Pengamatan Terhadap Jenis Defect Pada Proses Silver Plating.....	65
D. Pengumpulan Data Defect Pada Proses Silver Plating	66
E. Evaluasi dan Perbaikan Proses Silver Plating.....	68
F. Pengumpulan Data Defect Setelah Perbaikan Proses.....	75
G. Pengumpulan Data Defect Komponen Terbesar Proses Silver Plating.....	81
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	89
A. Simpulan.....	89

B. Saran.....	90
DAFTAR PUSTAKA.....	91
DAFTAR ISTILAH.....	101

UNIVERSITAS TERBUKA

DAFTAR BAGAN

	Halaman
Bagan 4.1 Jenis <i>Defect Leaked Masking</i> Sebelum Perbaikan Proses Masking Periode Bulan Januari – Agustus 2010.....	67
Bagan 4.2 Diagram Tulang Ikan Defect Leaked Masking.....	71
Bagan 4.3 Jenis <i>Defect Leaked Masking</i> Setelah Perbaikan Proses Masking Periode September s.d Desember 2010.....	77
Bagan 4.4 Data <i>Defect Leaked Masking</i> Per Bulan Tahun 2010.	78
Bagan 4.5 Data <i>Defect Leaked Masking</i> Per Bulan Sebelum Perbaikan Januari - Agustus 2010.....	79
Bagan 4.6 Data <i>Defect Leaked Masking</i> Per Bulan Setelah Perbaikan September - Desember 2010.....	80
Bagan 4.7 Data <i>Defect Leaked Masking</i> Komponen <i>Threaded Ring</i> D59502 Per Bulan Tahun 2010.	83
Bagan 4.8 Data <i>Defect Leaked Masking</i> Komponen <i>Threaded Ring</i> D59502 Per Bulan Sebelum Perbaikan Periode April - Agustus 2010.	83
Bagan 4.9 Data <i>Defect Leaked Masking</i> Komponen <i>Threaded Ring</i> D59502 Per Bulan Setelah Perbaikan Periode September- Desember 2010.....	84
Bagan 4.10 Data <i>Defect Leaked Masking</i> Komponen <i>Threaded Ring</i> 59482/4 Per Bulan Tahun 2010.....	86
Bagan 4.11 Data <i>Defect Leaked Masking</i> Komponen <i>Threaded Ring</i> 59482/4 Per Bulan Sebelum Perbaikan April - Agustus 2010.....	87

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 4.1 Proses <i>Cleaning</i>	93
Gambar 4.2 Proses <i>Stress Relief</i>	93
Gambar 4.3 Proses <i>Masking</i>	94
Gambar 4.4 Proses <i>Immersing</i>	94
Gambar 4.5 Proses <i>Removing from Jigging and Masking</i>	95
Gambar 4.6 Proses Cek Ketebalan.....	95
Gambar 4.7 Proses <i>Cold Static Rinsing</i>	96
Gambar 4.8 Proses <i>Drying</i>	96
Gambar 4.9 Proses <i>De-Embrittlement</i>	97
Gambar 4.10 Proses <i>Visual Checking</i>	97
Gambar 4.11 Proses Tes Kelekatan.....	98
Gambar 4.12 Proses Tes Adhesi.....	98
Gambar 4.13 Proses <i>Packaging</i>	99
Gambar 4.14 Proses <i>Shipping</i>	99
Gambar 4.15 Jenis <i>Defect Blister</i>	100
Gambar 4.16 Jenis <i>Defect Leaked Masking</i>	100

UNIVERSITAS TERBUKA

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Formulir FMEA Proses	42
Tabel 4.1 Urutan Proses Silver Plating.....	53
Tabel 4.2 Jenis Defect pada Proses Silver Plating.....	65
Tabel 4.3 Rekapitulasi Bulanan Proses Silver Plating Per Jenis Defect Sebelum Perbaikan Proses <i>Masking</i> Periode Bulan Januari - Agustus 2010.....	66
Tabel 4.4 Analisa dan Upaya Perbaikan Proses.....	69
Tabel 4.5 Rekapitulasi Bulanan Proses Silver Plating Per Jenis Defect Setelah Perbaikan Proses <i>Masking</i> Periode September - Desember 2010.....	76
Tabel 4.6 Data <i>Defect Leaked Masking</i> Per Bulan Tahun 2010.....	78
Tabel 4.7 Data <i>Defect Leaked Masking</i> Per Bulan Sebelum Perbaikan Januari - Agustus 2010.....	78
Tabel 4.8 Data <i>Defect Leaked Masking</i> Per Bulan Setelah Perbaikan September – Desember 2010.....	79
Tabel 4.9 Data <i>Defect Leaked Masking</i> Komponen <i>Threaded</i> <i>Ring</i> D59502 Per Bulan Tahun 2010.....	82
Tabel 4.10 Data <i>Defect Leaked Masking</i> Komponen <i>Threaded</i> <i>Ring</i> D59502 Per Bulan Sebelum Perbaikan Periode April- Agustus 2010.....	83
Tabel 4.11 Data <i>Defect Leaked Masking</i> Komponen <i>Threaded</i> <i>Ring</i> D59502 Per Bulan Setelah Perbaikan Periode September-Desember 2010.....	84
Tabel 4.12 Data <i>Defect Leaked Masking</i> Komponen <i>Threaded</i> <i>Ring</i> D59482/4 Per Bulan Tahun 2010.....	86
Tabel 4.13 Data <i>Defect Leaked Masking</i> Komponen <i>Threaded</i> <i>Ring</i> D59482/4 Per Bulan Sebelum Perbaikan Periode April - Agustus 2010.....	87
Tabel 4.14 Data <i>Defect Leaked Masking</i> Komponen <i>Threaded</i> <i>Ring</i> D59482/4 Per Bulan Setelah Perbaikan Periode November - Desember 2010.....	87

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. GAMBAR PROSES SILVER PLATING.....	93
2. GAMBAR DEFECT PADA PROSES SILVER PLATING.....	100

UNIVERSITAS TERBUKA

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Era globalisasi dan perkembangan teknologi selain memberi peluang yang semakin luas bagi perusahaan untuk mengembangkan usahanya, tetapi juga menciptakan persaingan yang semakin ketat berkaitan dengan semakin banyaknya perusahaan yang tumbuh dan bergerak di bidang yang sama. Agar tetap dapat mengatasi persaingan ini, perusahaan dituntut untuk dapat menerapkan strategi yang sesuai dengan kondisi internal perusahaan dengan selalu mempertimbangkan kondisi eksternal serta lingkungan global yang terus dan cepat berubah. Keberhasilan dalam menerapkan strategi tergantung pada bagaimana perusahaan tersebut dapat mengkoordinasikan seluruh proses internal perusahaan termasuk salah satunya adalah proses produksi.

Dalam memproduksi suatu produk, setiap perusahaan memiliki rangkaian seperangkat proses. Proses pengadaan *input* berupa bahan baku dari pemasok ke perusahaan, proses perubahan *input* menjadi *output* atau produk jadi, proses penyimpanan *output*, dan proses penyampaian *output* dari perusahaan ke pelanggan.

Menganalisis seperangkat proses yang ada dalam perusahaan dapat digunakan selain untuk mengetahui efektif dan efisien bekerjanya pelaksanaan proses suatu organisasi tersebut, juga penting untuk peningkatan kualitas produk agar dapat diterima oleh pihak konsumen dan bersaing di pasaran.

Proses produksi harus selalu mengacu kepada standar kualitas yang telah ditetapkan dan apabila masih terjadi kegagalan harus dilakukan analisa untuk mengetahui penyebab dan agar dapat dilakukan perbaikan proses.

Perlu dirancang suatu sistem pengendalian kualitas proses produksi yaitu dengan mengidentifikasi titik-titik kritis dalam setiap proses yang harus diinspeksi dan diukur. Lebih baik melakukan pencegahan terjadinya kegagalan dari pada mengoreksi kegagalan setelah produksi.

McWilliams dari *Department of Industrial Technology College of Technology Purdue University*, mengembangkan *Root Cause Analysis (RCA)* atau Analisis Akar Penyebab sebagai alat pengukur kualitas yang digunakan untuk membedakan sumber cacat atau masalah. Analisa ini merupakan pendekatan yang terstruktur berfokus pada asal penyebab atau penyebab yang pasti dari masalah atau kondisi.

Root Cause Analysis dilakukan untuk membantu organisasi mengidentifikasi titik-titik resiko atau titik-titik kelemahan dalam proses, penyebab yang mendasari atau yang terkait sistem, dan tindakan perbaikan. Organisasi secara teratur melakukan RCA bagi proses yang sedang berlangsung dan proaktif melakukan kajian sistem dan proses sehingga secara signifikan mengurangi kemungkinan kesalahan yang serupa.

Salah satu kelompok dari RCA adalah analisis akar penyebab berbasis produksi, yaitu berasal dari bidang pengontrolan kualitas untuk industri manufaktur. Kelompok RCA ini cenderung untuk melihat akar penyebab sebagai asal penyebab dari ketidaksesuaian, yang konsisten dengan gagasan dari alur produksi yang terdiri dari banyak langkah-langkah berurutan, satu atau lebih dari

langkah tersebut kemungkinan tidak berfungsi dengan baik atau keluar dari toleransi yang ditetapkan.

Prinsip umum dari RCA adalah tindakan perbaikan pada akar penyebab masalah lebih efektif dari pada hanya memperbaiki gejala dari suatu masalah. Agar efektif, RCA harus dilaksanakan secara sistematis dan kesimpulan yang diambil harus didasarkan pada bukti. Biasanya lebih dari satu akar penyebab untuk satu masalah yang terjadi.

Root Cause Analysis merupakan suatu metode yang membantu dalam menemukan: “kejadian apa yang terjadi?”, “bagaimana kejadian itu terjadi?”, “mengapa kejadian itu terjadi?”. Memberikan pengetahuan dari masalah-masalah sebelumnya, kegagalan, dan kecelakaan. Salah satu metode untuk mendapatkan akar permasalahan adalah dengan bertanya *why* (mengapa) beberapa kali sehingga tindakan yang sesuai dengan akar penyebab masalah yang ditemukan, akan menghilangkan masalah.

Gaspersz, V. (2012) menjelaskan tentang *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* dalam bukunya *All-in-one Management Tool Book Contoh Aplikasi pada Bisnis dan Industri Modern*. *Failure Mode* diartikan sebagai sejenis kegagalan yang mungkin terjadi, baik kegagalan secara spesifikasi maupun kegagalan yang mempengaruhi konsumen. Dari *failure mode* ini kemudian dianalisis terhadap akibat dari kegagalan dari sebuah proses dan pengaruhnya terhadap perusahaan. FMEA disini adalah *FMEA Process* untuk mendeteksi risiko yang teridentifikasi pada saat proses. FMEA juga didefinisikan sebagai suatu kumpulan aktifitas sistematis yang bertujuan :

- a) Untuk mengetahui dan mengevaluasi potensial kegagalan (*potential failure*) dari produk ataupun proses dan efek yang ditimbulkan dari kegagalan tersebut.
- b) Mengidentifikasi tindakan-tindakan (*actions*) yang dapat mengurangi kesempatan terjadinya kegagalan.
- c) Mendokumentasikan seluruh proses.

Tahapan FMEA sendiri adalah:

1. Melakukan pengamatan terhadap proses.
2. Mengidentifikasi *potential failure* / mode kegagalan dari proses yang diamati.
3. Mengidentifikasi akibat (*potential effect*) yang ditimbulkan *potential failure mode*.
4. Menetapkan nilai *severity*. *Severity* merupakan penilaian seberapa serius efek mode kegagalan / kesalahan akibat susut dan pengaruhnya terhadap perusahaan.
5. Mengidentifikasi penyebab (*potential cause*) dari *failure mode* yang terjadi pada proses yang berlangsung.

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) merupakan alat *Six Sigma* yang sering dipergunakan untuk mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab dari suatu masalah kualitas. FMEA adalah suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (*failure modes*). Suatu mode kegagalan adalah apa saja yang termasuk dalam kecacatan/

kegagalan dalam desain, kondisi di luar batas spesifikasi yang telah ditetapkan, atau perubahan-perubahan dalam produk yang menyebabkan terganggunya fungsi dari produk itu. Melalui menghilangkan mode kegagalan, maka FMEA akan meningkatkan keandalan dari produk dan pelayanan sehingga meningkatkan kepuasan pelanggan yang menggunakan produk dan pelayanan itu. FMEA dapat diterapkan dalam semua bidang, baik manufaktur maupun jasa, juga pada semua jenis produk. Namun penggunaan FMEA akan paling efektif apabila diterapkan pada produk atau proses-proses baru, atau produk dan proses sekarang yang mengalami perubahan-perubahan besar dalam desain sehingga dapat mempengaruhi keandalan dari produk dan proses itu.

PT. X sebagai sebuah Badan Usaha Milik Negara (BUMN) menjadi salah satu perusahaan yang langsung berada di bawah pembinaan Kementerian Negara BUMN. Aktivitas bisnis utama perusahaan adalah manufaktur dengan hasil produksi yang digunakan baik untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri maupun untuk diekspor ke beberapa negara di dunia.

Berdasarkan jenisnya, hasil produksi PT. X dapat diklasifikasikan menjadi produk militer dan produk komersial. Produk militer mencakup hasil produksi PT. X berupa alat dan peralatan untuk mendukung pertahanan dan keamanan negara. Alat dan peralatan yang diproduksi terdiri atas berbagai tipe senjata, amunisi, Kendaraan Fungsi Khusus Militer, serta aksesoris untuk aktivitas militer.

Produk komersial mencakup peralatan dan komponen untuk industri elektrik, industri transportasi termasuk produksi komponen pesawat terbang, mesin industri, industri pertambangan, serta agro industri.

Salah satu produk komersil yang diproduksi oleh PT X adalah menerima pesanan produksi berdasarkan kerjasama kontrak pesanan dari PT Y, sebuah perusahaan produsen pesawat terbang Inggris di kota Wolverhampton, UK. Dilakukan kerja sama dengan membuat kesepakatan berupa pembentukan unit kerja yang dinamakan PT X-Y Aeronautical System Indonesia. Pesanan produk antara lain berupa *silver plating* untuk komponen-komponen pesawat terbang. Standar kualitas mengacu kepada standar National Aerospace and Defence Certification Accreditation Program (NAD CAP) nomor 914 yang terdiri dari *Quality System AC 7004* dan *Chemical Processing AC 7108*.

B. Perumusan Masalah

Terdapat masalah pada salah satu proses produksi di perusahaan PT. X yaitu terjadinya *defect* pada proses *silver plating* komponen pesawat terbang, yang mengakibatkan harus dilakukan *rework*. Perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui penyebab masalah tersebut dan cara penanggulangannya, yaitu dengan melakukan analisis menggunakan penerapan metode manajemen kualitas *Root Cause Analysis* (RCA), serta *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

C. Tujuan Penelitian

1. Mendapatkan akar permasalahan (*root cause*) penyebab terjadinya *defect* pada proses *silver plating* komponen pesawat terbang, dengan menerapkan teori manajemen kualitas *Root Cause Analysis* dan *Failure Mode and Effect Analysis* serta *Fishbone Diagram*.

2. Mengurangi banyaknya *rework* pada proses *silver plating* komponen pesawat terbang dengan melakukan perbaikan pada tahapan proses yang mengalami *defect* terbanyak.

D. Kegunaan Penelitian

1. Kegunaan bagi akademik

Meningkatkan pengetahuan di bidang manajemen kualitas atau *Total Quality Management (TQM)* dengan menerapkan teori *Root Cause Analysis* dan *Failure Mode and Effect Analysis* serta *Fishbone Diagram* pada perbaikan permasalahan produksi yang menggunakan proses *silver plating*.

2. Kegunaan praktis

Agar perusahaan PT X dapat memproduksi komponen berkualitas sesuai standar acuan dan kualitas produk yang ditetapkan dengan menekan jumlah *defect* produk dan *rework* yang besar sehingga perusahaan mendapatkan suatu proses produksi yang lebih efektif dan efisien.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

Kajian teori dalam tinjauan pustaka ini meliputi teori mengenai : pengertian kualitas dan manajemen kualitas, pentingnya kualitas, evolusi manajemen kualitas, perancangan kualitas, pengendalian kualitas, *Root Cause Analysis* (RCA), dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

1. Pengertian Kualitas dan Manajemen Kualitas

Terdapat banyak pendapat mengenai pengertian kualitas, tergantung dari sudut pandang dan definisi yang dibuat oleh para ahli atau organisasi. Kumpulan dari definisi, pengertian dan pendapat mengenai kualitas antara lain :

a. Menurut Joseph Juran (1988), kualitas adalah “*fitness for use*”, beliau menyesuaikan konsep-konsep dan alat-alat yang dirancang terutama untuk pabrik ke dalam serangkaian konsep-konsep yang akan menjadi basis bagi proses manajemen secara keseluruhan. Elemen dari tiga proses manajerial dasar yang diterapkannya yang dikenal sebagai Trilogi Juran adalah sebagai berikut :

- 1) Perencanaan kualitas : sebuah proses yang mengidentifikasi konsumen, persyaratan-persyaratan mereka, ciri-ciri produk dan pelayanan yang diharapkan konsumen, dan proses-proses yang akan membawa produk dan pelayanan tersebut pada atribut-atribut yang benar dan kemudian memberikan fasilitasi penalaran pengetahuan.

- 2) Pengendalian kualitas : sebuah proses di mana sebuah produk benar-benar diuji dan dievaluasi terhadap persyaratan yang disampaikan oleh konsumen. Masalah-masalah dideteksi dan kemudian dikoreksi.
- 3) Pengembangan kualitas : Sebuah proses di mana mekanisme yang sedang berlangsung terus-menerus diletakkan pada tempatnya sedemikian sehingga kualitas dapat dicapai pada sebuah basis yang terus-menerus. Hal ini meliputi pengalokasian sumber-sumber daya, penugasan orang-orang untuk mengejar proyek-proyek berkualitas, melatih mereka terlibat dalam pengejaran proyek-proyek berkualitas, dan secara umum menetapkan sebuah struktur yang permanen untuk mengejar kualitas dan mempertahankan keuntungan yang pernah dicapai.

b. Pendekatan kualitas menurut Philip B. Crosby (1979) dalam bukunya "*Quality is Free*", disusun dalam 4 kepercayaan dasar, yang disebut dengan "*absolutes*", yaitu

- 1) Definisi kualitas adalah "*conformance to requirements, not elegance*".
- 2) Sistem kualitas bagi pemasok yang berusaha memenuhi persyaratan konsumen, yaitu 'mengerjakan sesuatu secara benar sejak pertama kalinya, yaitu pencegahan, bukan inspeksi.'
- 3) Standar kinerja adalah '*zero defects*.' Crosby telah mengampanyekan bahwa '*zero errors*' merupakan suatu target.
- 4) Pengukuran dari kualitas adalah biaya kualitas.

c. Menurut Tenner dan DeToro (1992) definisi kualitas atau mutu adalah suatu strategi dasar bisnis yang menghasilkan barang dan jasa yang memenuhi kebutuhan dan kepuasan konsumen internal dan eksternal. Produk atau jasa yang berkualitas adalah bila produk atau jasa tersebut memenuhi atau bahkan melampaui harapan konsumen bukan saja satu kali tetapi berulang kali dan memberikan kepuasan kepada pelanggan. Peningkatan secara berkesinambungan dari setiap output, baik produk maupun pelayanan, melalui pengeliminasian variasi yang tidak diinginkan dan melalui peningkatan proses-proses kerja yang telah ada.

d. Menurut *American Society for Quality (ASQ)*, kualitas adalah suatu terminologi yang bersifat subjektif, masing-masing orang memiliki definisinya sendiri. Pengertian kualitas secara teknis adalah karakteristik suatu produk atau pelayanan yang lahir dari kemampuannya untuk memenuhi kebutuhan yang dinyatakan baik secara eksplisit atau tersamar, dan suatu produk atau jasa yang bebas dari kekurangan.

e. Menurut Edward Deming dalam bukunya *Out of the Crisis*, 1982, kualitas terutama merupakan hasil dari tindakan-tindakan yang dilakukan oleh manajer senior, bukan hasil dari tindakan-tindakan yang diambil oleh para pekerja. Deming menekankan bahwa terdapat suatu sistem dari kerja yang menentukan kualitas hasil kerjanya dan hanya para manajer yang dapat menciptakan sistem tersebut. Hanya para manajer yang dapat mengalokasikan sumber-sumber daya, memberikan pelatihan pada para pekerja, memilih mesin dan peralatan kerja yang digunakan oleh para karyawan, dan yang

mengondisikan lingkungan yang bertujuan untuk pencapaian kualitas. Kualitas seharusnya ditujukan pada kebutuhan konsumen, saat ini dan mendatang.

f. Menurut Armand Feigenbaum kualitas dalam manufaktur tidak akan dapat dicapai bila produk tidak dirancang secara baik, didistribusikan secara tidak efisien, tidak dipasarkan secara benar, dan tidak benar-benar didukung oleh para konsumennya. Kemudian, ide Feigenbaum bahwa setiap fungsi dalam suatu organisasi bertanggung jawab pada kualitas, dikembangkan dan menjadi terkenal dengan pengendalian kualitas terpadu (TQC). Feigenbaum juga menemukan konsep yang terkenal dengan "*cost of quality*" sebagai cara untuk mengkuantifikasikan manfaat penggunaan sebuah pendekatan manajemen kualitas terpadu, pengembangan pendekatan tersebut sebagai hasil dari kerja sama beberapa bagian dengan melibatkan para manajer untuk menelusuri pekerjaan ulang yang penting dilakukan untuk memperbaiki masalah.

g. Menurut Scherkenbach (1991), kualitas ditentukan oleh pelanggan. Pelanggan menginginkan produk dan jasa yang sesuai dengan kebutuhan dan harapannya pada suatu tingkat harga tertentu yang menunjukkan nilai produk tersebut.

h. Menurut Elliot (1993), kualitas adalah sesuatu yang berbeda untuk orang yang berbeda dan tergantung pada waktu dan tempat, atau dikatakan sesuai dengan tujuan.

i. Menurut Goetch & Davis (1995), kualitas adalah suatu kondisi dinamis yang berkaitan dengan produk, pelayanan, orang, proses yang memenuhi atau melebihi apa yang diharapkan.

j. Menurut Perbendaharaan istilah ISO 8402 dan dari Standar Nasional Indonesia (SNI) 19-8402-1991, kualitas adalah keseluruhan ciri dan karakteristik produk atau jasa yang kemampuannya dapat memuaskan kebutuhan, baik yang dinyatakan secara tegas maupun tersamar. Istilah kebutuhan diartikan sebagai spesifikasi yang tercantum dalam kontrak maupun kriteria-kriteria yang harus didefinisikan terlebih dahulu. Kualitas memerlukan suatu proses perbaikan yang terus-menerus (*continuous improvement process*) yang dapat diukur dengan dukungan manajemen, karyawan, dan pemerintah. Konsep kualitas harus bersifat menyeluruh, baik produk maupun prosesnya, kualitas produk meliputi kualitas bahan baku dan barang jadi, kualitas proses meliputi kualitas segala sesuatu yang berhubungan dengan proses produksi perusahaan manufaktur dan proses penyediaan jasa atau pelayanan bagi perusahaan jasa. Kualitas pada industri manufaktur adalah orientasi dari kualitas adalah kepuasan pelanggan yang merupakan tujuan perusahaan atau organisasi yang berorientasi pada kualitas. Dari beberapa definisi terdahulu secara garis besar, kualitas adalah keseluruhan ciri atau karakteristik produk atau jasa dalam tujuannya untuk memenuhi kebutuhan dan harapan pelanggan. Dengan demikian produk yang kualitas mempunyai nilai subjektivitas yang tinggi antara satu konsumen dengan konsumen lain sehingga dimensi kualitas berbeda satu dari yang lain. Kualitas produk atau jasa akan dapat diwujudkan bila seluruh kegiatan perusahaan atau organisasi berorientasi pada kepuasan pelanggan (*Customer Satisfaction*).

k. Menurut Russel (1996), *Fitness for Consumer Use*, kualitas memiliki dua perspektif, yaitu perspektif produsen dan perspektif konsumen, di mana bila kedua hal tersebut disatukan maka akan dapat tercapai kesesuaian antara kedua sisi tersebut yang dikenal sebagai kesesuaian untuk digunakan oleh konsumen.

l. Menurut Garvin (1996), dimensi kualitas untuk industri manufaktur meliputi :

- 1) *Performance*: kesesuaian produk dengan fungsi utama produk itu sendiri,
- 2) *Feature*: ciri khas produk yang membedakan dari produk lain,
- 3) *Reliability*: kepercayaan pelanggan terhadap produk karena kehandalannya atau karena kemungkinan kerusakan yang rendah,
- 4) *Conformance*: kesesuaian produk dengan syarat, ukuran, karakteristik desain, dan operasi yang ditetapkan,
- 5) *Durability*: tingkat ketahanan/awet produk atau lama umur produk,
- 6) *Serviceability*: yaitu kemudahan perbaikan atau ketersediaan komponen produk,
- 7) *Aesthetic*: keindahan atau daya tarik produk,
- 8) *Perception*: fanatisme konsumen akan merek suatu produk tertentu karena citra atau reputasinya. Kualitas pada industri manufaktur selain menekankan pada produk yang dihasilkan, juga perlu diperhatikan kualitas pada proses produksi.

m. Menurut Bester (1999), nilai kualitas adalah indeks penilaian pelanggan, yang merupakan harga yang dibayarkan pelanggan atas hasil atau manfaat yang dirasakan karena kualitas produk atau proses sesuai dengan harapannya. Dalam istilah kualitas dikenal dengan kualitas berdasarkan sasaran atau *quality by*

objective (QBO). Metode QBO tersebut menggunakan tiga patokan, yaitu manajer kualitas harus mempunyai komitmen untuk menentukan biaya sasaran kualitas. Berdasarkan sasaran tersebut, kontribusi yang pada keuntungan tiap tahun dapat diprediksi. Sasaran kualitas secara menyeluruh merupakan serangkaian sasaran dan pencapaian masing-masing bagian. Oleh karenanya perlu diadakan identifikasi secara tepat sasaran masing-masing bagian. Masing-masing dan setiap orang dari manajer yang memegang fungsi kualitas harus mendukung pencapaian sasarannya untuk menjamin pencapaian sasaran kualitas secara menyeluruh. Selanjutnya QBO juga harus mencakup empat komponen utama, yaitu: Jarak efektivitas kualitas, yang merupakan penentuan syarat-syarat yang dibutuhkan secara umum untuk hasil yang berkualitas. Ukuran efektivitas manajemen dalam hal ini meliputi jarak efektivitas dari faktor-faktor yang memberikan kontribusi pada investasi seperti desain kualitas, bahan baku yang berkualitas, proses produksi yang berkualitas, dan sebagainya serta jarak efektivitas dari hasil yang menyusun laba seperti kualitas produk, biaya kualitas, kepuasan pelanggan, dan sebagainya.

n. Menurut http://mukhyi.staff.gunadarma.ac.id/Downloads/files/14006/manajemen_kualitas.pdf diambil dari situs World Wide Web 10 Juni 2011.

dinyatakan bahwa pada masa dahulu produk-produk gagal atau cacat, yang dapat menyebabkan kecelakaan, kerusakan dan pencemaran, tidak menjadi masalah utama, yang penting dapat memproduksi dalam jumlah banyak. Dalam masa sekarang, sasaran produksi adalah menciptakan produk yang dapat laku sehingga tekanannya beralih dari jumlah ke mutu atau kualitas. Unsur-unsur dalam menilai mutu atau kualitas adalah harga yang wajar, aspek ekonomi, awet, aman, mudah

digunakan, mudah dibuat, dan mudah dibuang. Unsur-unsur untuk memiliki produk yang unggul adalah desain yang bagus, keunggulan dalam persaingan, daya tarik fisik, berbeda dan asli. Efektivitas kualitas, yang merupakan alat dan kriteria di mana pencapaian kualitas dapat diukur. Sasaran kualitas, yang merupakan penentuan hasil kualitas secara kuantitatif dan khusus yang dibutuhkan oleh manajer secara individu. Efektivitas manajemen kualitas, yang merupakan pengukuran di mana manajer berhasil dalam mencapai kualitas hasil yang dibutuhkan. *Quality Assurance* adalah sebuah fungsi untuk memastikan bahwa prosedur dan metode yang telah didesain, diikuti dan diimplementasikan dengan baik. *Quality assurance* termasuk semua kegiatan yang berhubungan untuk memenuhi standar kualitas yang relevan. Tujuan lain dari *quality assurance* adalah “*continuous quality improvement*”. *Benchmarking* dapat digunakan untuk menghasilkan ide dalam peningkatan kualitas. *Quality Circles* adalah informal group yang terdiri dari operator, supervisor dan manajer, yang bekerja bersama-sama mencari “*improved ways*” dalam membuat produk atau servis. *Total Quality Management (TQM)* adalah sistem manajemen yang menempatkan mutu sebagai strategi usaha melibatkan setiap fungsi dan anggota organisasi dalam upaya peningkatan mutu dan berorientasi sepenuhnya pada kepuasan pelanggan dan karyawan. Maksud Total dalam TQM adalah tidak saja mutu produk / jasa, tetapi juga biaya, delivery, keselamatan kerja, lingkungan hidup, tidak saja bagian produksi/operasi, tetapi seluruh bagian perusahaan tidak saja para ahli di bidang mutu, tetapi seluruh anggota organisasi, dari pimpinan puncak, manager madya, supervisor sampai operator, pemecahan masalah dalam manufaktur.

o. Menurut *The American Society for Quality Control* (ASQC), Dilworth (1989), kualitas didefinisikan sebagai totalitas dari ciri-ciri atau keistimewaan suatu produk atau pelayanan yang melekat pada kemampuannya untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan tertentu. Agar dapat dikatakan mencapai kualitas yang baik, sebuah perusahaan perlu memperhatikan tiga hal utama yaitu pertama, produk atau pelayanannya harus dirancang untuk memenuhi tingkat kesesuaian minimum bagi penggunaannya, kedua sesuai dengan standar rancangannya, dan ketiga, para konsumen memperoleh dukungan pelayanan dan pelatihan yang sedemikian rupa sehingga penggunaan produk akan memuaskan mereka. Ketiga aspek utama tersebut dapat diringkas menjadi tiga hal berikut ini, yaitu : kualitas dari rancangan, kualitas dari kesesuaian, dan kualitas dari kinerja atau pelayanan.

p. Menurut Kolarik (1995), beberapa definisi kualitas yang lain adalah :

- 1) Karakteristik atau kombinasi dari karakteristik yang dapat membedakan barang yang dihasilkan oleh satu pabrik dengan yang dihasilkan pabrik lainnya, atau sebuah kelompok produk dari sebuah pabrik dari kelompok produk lainnya dari pabrik yang sama (menurut G.S.Radford);
- 2) Totalitas dari penampilan dan karakteristik dari suatu produk dan pelayanan yang melekat pada kemampuannya untuk memuaskan kebutuhan-kebutuhan yang dinyatakan dan yang terkandung dalam diri konsumen (menurut ISO 9000);

2. Pentingnya Kualitas

Kualitas dari barang yang diproduksi adalah penting ditinjau dari beberapa alasan, baik pada tingkat bisnis tertentu maupun pada tingkat nasional. Tiga faktor yang paling dikenal mempengaruhi pembeli potensial untuk melakukan suatu pembelian adalah *kualitas*, *harga*, dan *ketersediaan*. Dilworth (1989) menggambarkan tiga faktor tersebut melalui pertanyaan-pertanyaan :

- (1) yang berkaitan dengan *kualitas*: *‘Apakah semua karakteristik dari produk telah sesuai dan dapat dipercaya bagi penggunaan yang diinginkan oleh konsumen?’*,
- (2) yang berkaitan dengan *harga* : *‘Apakah biaya produk yang dibayar oleh konsumen sepanjang penggunaannya dipertimbangkan masuk akal apabila dibandingkan dengan produk yang kualitasnya sama atau dengan produk dari kualitas lain yang tersedia di pasar melalui rasio kualitas dan harga?’*, dan
- (3) yang berkaitan dengan *ketersediaan* : *‘Dapatkah produk diperoleh dalam waktu yang layak dan kompetitif?’*. Pada dasarnya, kualitas atau persepsi konsumen potensial pada kualitas yang dapat dipengaruhi melalui pengiklanan dan usaha-usaha promosi lainnya adalah sangat penting. Apabila produk-produk pesaing hadir pada yang sama, konsumen akan melakukan evaluasi *‘trade-off’* terhadap kualitas-harga. Perusahaan kemudian harus menyediakan suatu tingkat kualitas yang bersaing pada tingkat harga yang bersaing dalam rangka menerima pendapatan dari penjual untuk membayar biaya serta memperoleh keuntungan.

Pertimbangan-pertimbangan kualitas sangat penting bagi suatu bangsa secara keseluruhan. Apabila industri suatu bangsa ingin agar mampu bersaing secara efektif pada tingkat pasar dunia, reputasinya pada kualitas harus memadai untuk harga yang ditawarkannya. Sebuah negara berkembang barang-barang untuk mencegah barang impor masuk yang dapat mengalirkan kekayaan, mencegah akumulasi modal, dan mencegah hal yang berakibat tidak memberikan kesempatan kerja bagi warga negaranya. Apabila industri-industri dikembangkan secara sukses, barang-barang yang diproduksi di dalam negeri harus mampu bersaing dengan barang-barang yang dihasilkan oleh negara lain dalam hal *kualitas, harga,* dan *ketersediaan*. Pada dunia persaingan internasional saat ini, suatu bangsa yang membiarkan kualitas produknya rendah akan menderita berbagai masalah perekonomian yang serius. Pekerjaan-pekerjaan akan hilang, pendapatan dari pajak akan berkurang, dan standar hidup akan menjadi menurun.

3. Evolusi Manajemen Kualitas

Sistem untuk memonitor dan mengelola kualitas telah berkembang dengan cepat. Sejak tahun 1970-an aktivitas-aktivitas inspeksi sederhana telah digantikan dan dilengkapi dengan pengendalian kualitas. Jaminan kualitas telah dikembangkan, dan sekarang banyak perusahaan yang menerapkan manajemen kualitas terpadu (TQM). Dalam perkembangan tersebut, empat tahap secara diskrit dapat diidentifikasi sebagai berikut : inspeksi, pengendalian kualitas, jaminan kualitas dan manajemen kualitas terpadu.

1. Inspeksi.

Pada suatu waktu, inspeksi pernah diartikan sebagai satu-satunya cara untuk menjamin kualitas, yaitu suatu totalitas dari ciri-ciri suatu produk atau pelayanan yang berhubungan dengan kemampuannya untuk memenuhi atau memuaskan kebutuhan.

Di bawah suatu sistem berdasarkan pada inspeksi yang sederhana, satu atau lebih dari ciri-ciri produk atau pelayanan diuji, diukur, atau ditaksir dan kemudian dibandingkan terhadap persyaratan yang telah ditetapkan sebelumnya untuk penetapan tingkat kesesuaian. Dalam suatu lingkungan manufaktur, sistem diaplikasikan pada barang-barang, komponen-komponen, dan rakitan-rakitan yang baru masuk pada titik-titik atau lokasi-lokasi tertentu dalam proses, sebelum barang jadi masuk ke dalam penyimpanan di gudang. Dalam situasi komersial dan pelayanan, sistem juga diaplikasikan pada titik-titik kunci tertentu, kadang-kadang disebut titik-titik penilaian atau penafsiran, dalam proses-proses menyelenggarakan dan menghasilkan pelayanan. Aktivitas inspeksi tersebut terutama dilaksanakan oleh staf yang khusus ditugaskan untuk maksud tersebut.

Sekali lagi, inspeksi merupakan aktivitas-aktivitas, seperti mengukur, menguji, menaksir satu atau lebih dari karakteristik produk atau pelayanan dan membandingkannya dengan persyaratan yang telah ditentukan untuk penentuan tingkat kesesuaiannya. Sebaiknya inspeksi dilakukan oleh pekerja-pekerja yang akan melanjutkan pekerjaan yang diinspeksi. Pada lokasi lain dalam perusahaan, inspeksi dilakukan untuk menjamin bahwa bahan baku

yang baik telah disediakan atau untuk menguji bahwa para pekerja dan proses-proses telah bekerja dalam toleransi yang dapat diterima.

Inspeksi yang sering dilambangkan dengan bujur sangkar berwarna biru memberikan umpan balik kepada orang-orang dalam perusahaan, baik yang mengoreksi masalah maupun yang memberi informasi pada orang yang bertanggung jawab sehingga masalah tersebut dapat dikoreksi. Inspeksi bisa dilakukan pada beberapa tempat di dalam sistem keseluruhan, namun terdapat tiga jenis pokok :

- a) Inspeksi penerimaan : memeriksa bahan-bahan baku atau input-input lain untuk melihat bahwa bahan-bahan baku dan input-input lain tersebut semua dalam keadaan baik sebelum digunakan.
- b) Inspeksi dalam proses : memeriksa output dari sebuah operasi atau serangkaian operasi sebelum pekerjaan berikutnya dilakukan, atau memeriksa proses-proses produksi itu sendiri.
- c) Inspeksi akhir : memeriksa output yang telah diselesaikan oleh suatu sistem produksi sebelum dijual ke konsumen.

2. Pengendalian kualitas

Pengendalian kualitas merupakan aktivitas-aktivitas dan teknik-teknik operasional yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan pada kualitas. Melalui sistem pengendalian kualitas dapat diperoleh beberapa pengembangan mulai dari aktivitas inspeksi yang mendasar dilihat dari kecanggihan metode, sistem serta peralatan dan teknik-teknik manajemen kualitas yang digunakan. Sementara mekanisme utama untuk pencegahan produk-produk dan pelayanan-pelayanan yang tidak memenuhi spesifikasi adalah melalui adalah

melalui penjarangan inspeksi, ukuran-ukuran pengendalian kualitas yang menghasilkan pengendalian proses yang lebih besar dan kegagalan yang lebih kecil terhadap penyesuaian pada kebutuhan konsumennya.

Organisasi-organisasi yang pendekatannya pada manajemen pengendalian kualitas produk dan pelayanan, akan bekerja berdasarkan pada dua tahap pertama dari manajemen kualitas (inspeksi dan pengendalian kualitas) dan beroperasi melalui sebuah cara pendeteksian (yaitu menemukan dan memperbaiki kesalahan).

3. Jaminan kualitas

Menemukan dan memecahkan suatu masalah setelah ketidaksesuaian muncul bukanlah merupakan cara yang efektif untuk meniadakan penyebab utama dari problem. Suatu pengembangan kualitas yang berlangsung secara terus menerus tidak hanya dapat dicapai dengan usaha organisasional melalui perencanaan dan pencegahan masalah yang terjadi pada sumbernya. Konsep ini membawa kita pada tahap ketiga dari pengembangan manajemen kualitas yang disebut dengan jaminan kualitas. Jaminan kualitas merupakan tindakan-tindakan yang sistematis dan terencana yang penting dalam memberikan kepercayaan yang cukup di mana sebuah produk atau pelayanan akan memenuhi tingkat kebutuhan kualitas tertentu.

Secara konseptual dan strategis, mayoritas jaminan kualitas yang dipraktikkan hingga saat ini merupakan konsep dan strategi yang reaktif, mengarah pada pendeteksian dan pemantauan pada masalah-masalah yang telah ada. Konsep dan strategi alternatifnya adalah jaminan kualitas proaktif yang diarahkan pada pencegahan masalah, yang membutuhkan penekanan

pada pengetahuan sebab-akibat secara fisik, analisis risiko, pengalaman, dan pertimbangan untuk peyakinan tindakan-tindakan.

4. Manajemen kualitas terpadu

Tingkat ke empat dan sekaligus tingkat yang tertinggi, yaitu Manajemen Kualitas Terpadu (TQM) meliputi aplikasi dari prinsip-prinsip manajemen kualitas pada segala aspek bisnis, termasuk konsumen dan pemasok. TQM mensyaratkan bahwa prinsip-prinsip dari manajemen kualitas sebaiknya diaplikasikan pada setiap cabang dan setiap tingkatan organisasi. Ini merupakan pendekatan yang telah dianut secara luas oleh perusahaan, dengan pengembangan yang dilakukan secara terus-menerus oleh setiap orang dalam organisasi tersebut. Sistem-sistem, prosedur-prosedur, dan persyaratan-persyaratan bagian secara individu mungkin tidak lebih tinggi dari yang berlaku pada jaminan kualitas, namun hal-hal di atas akan melibatkan semua orang, aktivitas, dan fungsi dalam organisasi tersebut, serta dibutuhkan pandangan yang lebih luas dan kecakapan yang lebih tinggi serta peningkatan dalam aktivitas yang kreatif apabila dibandingkan dengan yang ada pada tingkat jamnan kualitas. Penyebaran filosofi TQM diharapkan dilakukan melalui tingkat kecanggihan yang lebih tinggi dalam pengaplikasian dari alat-alat dan teknik-teknik manajemen kualitas dan peningkatan tekanan pada manusia. Proses tersebut akan terus meluas di luar organisasi, melibatkan kemitraan dengan para pemasok dan para konsumen.

Dilihat dari artinya, TQM adalah sebuah filosofi manajemen yang mempersatukan semua aktivitas melalui harapan-harapan, kebutuhan-kebutuhan konsumen dan masyarakat, dan tujuan organisasi. TQM dapat dicapai melalui cara

yang paling efisien dan efektif dengan memaksimalkan potensi dari semua pekerja dalam suatu dorongan untuk berkembang secara terus-menerus.

Secara sederhana, TQM adalah kerja sama yang saling menguntungkan dari semua orang dalam suatu organisasi dan bisnis yang berkaitan dengan proses untuk memproduksi produk dan pelayanan yang memenuhi kebutuhan para konsumennya. TQM merupakan filosofi yang sekaligus merupakan kumpulan dari prinsip-prinsip yang memandu pengelolaan sebuah organisasi.

4. Perancangan Kualitas

Setiap produk atau pelayanan akan bersaing di pasar masing-masing berdasarkan kinerja, penampilan, harga, penyajian, reliabilitas, keawetan, keamanan, dan kemudahan pemeliharannya; semua faktor tersebut pada dasarnya tergantung pada perancangan produk atau pelayanannya (Dale & Oakland, 1994). Kualitas reliabilitas, dan keawetan harus dirancang sebelum produk dibuat, melalui penerjemahan yang dilakukan secara akurat dan efektif terhadap persyaratan-persyaratan konsumen dalam rancangan-rancangan dan spesifikasi-spesifikasi praktis yang mengarah pada pembuatan, pemeliharaan dan pelayanan yang layak secara teknis dan ekonomis.

Di dalam tahap perancangan penting bagi semua pihak yang berkepentingan untuk menyetujui aspek-aspek kualitas pada perancangan dan spesifikasi. Hal tersebut sebaiknya merupakan definisi tentang kriteria penerimaan dan penolakan secara jelas tanpa menimbulkan keraguan. Reliabilitas, sebagai contoh, merupakan salah satu aspek dari kualitas yang sebaiknya dipertimbangkan dalam tahap perancangan. Salah satu metode yang kadang-kadang digunakan untuk meningkatkan reliabilitas adalah penyederhanaan produk, mengurangi jumlah

komponen dari suatu produk dan menyederhanakan komponen yang digunakannya (Dilworth, 1992). Apabila komponen-komponen yang dipakai lebih sedikit maka peluang gagal akan lebih kecil.

Banyak komentar yang menyatakan bahwa untuk masalah-masalah yang berkaitan dengan kualitas akan lebih baik apabila dilakukan tindakan pencegahan daripada tindakan koreksi. Sebuah cara yang baik untuk tindakan pencegahan adalah perancangan yang baik sejak awal. Sebuah produk yang tidak dirancang dengan baik dapat merusak reputasi perusahaan maupun prospek pertumbuhan perusahaan, khususnya apabila produk tidak reliabel, tidak aman atau sulit untuk dipelihara dan diperbaiki.

Menurut Dale & Oakland (1994), secara umum dapat dikatakan bahwa kualitas dari suatu perancangan ditentukan oleh :

- a) Tingkat hingga sejauh mana persyaratan-persyaratan fungsional dinyatakan dalam perancangannya;
- b) Tingkat hingga sejauh mana persyaratan-persyaratan spesifikasi direalisasikan;
- c) Tingkat hingga sejauh mana perancangan tersebut memungkinkan produksi dan pemasaran yang rasional;
- d) Usaha yang dilakukan untuk mencapai suatu umur yang layak dengan biaya pemeliharaan yang rendah;
- e) Umpan balik yang cepat terhadap pengalaman baru dan gangguan-gangguan pada masalah kualitas.

Manajemen senior hendaknya mengintegrasikan tujuan-tujuannya secara efektif ke dalam perancangan, pengembangan, produk/operasi dan pemasaran

untuk menjamin kualitas dari produk atau pelayanan, sesuai dengan yang diinginkan oleh konsumennya. Untuk mengelola perancangan secara efektif, informasi berikut ini perlu dipahami : jenis bisnis yang dilakukan oleh organisasi; target-target yang dikuantifisir bagi pertumbuhan dan keuntungannya; identitas serta posisi pasar yang ingin dicapai.

5. Pengendalian Kualitas

Suatu proses produksi atau pelayanan terdiri dari banyak sub-subproses yang masing-masing mempunyai produk atau pelayanan antara. Sebuah proses dapat terjadi pada mesin individual, kelompok mesin, atau pada suatu proses administrasi yang terjadi di dalam suatu organisasi. Setiap proses mempunyai konsumen, produk dan pelayanan masing-masing. Konsumen dalam proses adalah pihak yang menerima output pada proses berikutnya. Setelah mengidentifikasi setiap proses yang perlu dikendalikan, selanjutnya dapat diidentifikasi titik-titik pengendalian kritis di mana inspeksi dan pengukuran sebaiknya dilakukan. Selanjutnya pihak manajemen sebaiknya memutuskan siapa yang akan melakukan inspeksi; tenaga kerjanya sendiri atau inspektur khusus.

Biasanya lebih baik melakukan pencegahan terjadinya kegagalan daripada melakukan inspeksi atau mengoreksi kegagalan setelah produksi. Namun, pengukuran atau inspeksi tetap diperlukan untuk memelihara kelangsungan pengendalian dan pengembangan. Jadi, inspeksi tidak dapat dihilangkan sama sekali, namun dapat dikurangi melalui proses pencegahan yang seksama.

Langkah pertama di dalam merancang suatu sistem pengendalian kualitas adalah mengidentifikasi titik kritis dalam setiap proses di mana inspeksi dibutuhkan. Langkah kedua adalah memutuskan tipe pengukuran yang digunakan pada titik inspeksi; dapat dipilih antara tipe pengukuran yang berdasarkan variabel atau berdasarkan atribut. Langkah ketiga merupakan langkah untuk memutuskan jumlah inspeksi yang digunakan, yaitu salah satu di antara inspeksi 100% atau sampel dari sebagian output. Langkah terakhir adalah penentuan siapa yang akan melakukan inspeksi.

Salah satu cara untuk mengendalikan kualitas ialah dengan menggunakan Diagram Sebab Akibat (*Cause and Effect Diagram*) yang disebut juga dengan *Fishbone Diagram* yang pertama kali dikembangkan oleh Kaoru Ishikawa (1950) dengan menggunakan uraian grafis dari unsur-unsur proses untuk menganalisa sumber-sumber potensial dari penyimpangan proses.

Fishbone Diagram ini berguna untuk memperlihatkan faktor-faktor utama yang berpengaruh pada kualitas dan mempunyai akibat pada masalah yang dihadapi. Selain itu juga dapat untuk melihat faktor-faktor yang lebih terperinci yang berpengaruh dan mempunyai akibat pada faktor utama, yang dapat dilihat dari panah-panah yang berbentuk tulang ikan pada diagram tersebut.

Faktor-faktor penyebab utama dikelompokkan dalam :

- a) *Material* (bahan),
- b) *Machine* (peralatan),
- c) *Man* (pekerja),
- d) *Method* (metode),
- e) *Environment* (lingkungan).

Beberapa kegunaan *Fishbone Diagram* 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.

6. *Root Cause Analysis*

McWilliams dari Department of Industrial Technology College of Technology Purdue University, dalam bukunya *Introduction to Root Cause Analysis*, (2010) menjelaskan tentang Root Cause Analysis sebagai berikut.

Root Cause Analysis (RCA) atau Analisis Akar Penyebab adalah alat pengukur kualitas yang digunakan untuk membedakan sumber cacat atau masalah. Merupakan pendekatan yang terstruktur berfokus pada asal penyebab atau penyebab yang pasti dari masalah atau kondisi.

Root Cause Analysis dilakukan untuk membantu organisasi mengidentifikasi titik-titik resiko atau titik-titik kelemahan dalam proses, penyebab yang mendasari atau yang terkait sistem, dan tindakan perbaikan. Organisasi secara teratur melakukan RCA bagi proses yang sedang berlangsung dan proaktif melakukan kajian sistem dan proses sehingga secara signifikan mengurangi kemungkinan kesalahan yang serupa.

Root Cause Analysis dapat digolongkan menjadi empat kelompok yang didefinisikan secara luas yaitu RCA berbasis keamanan, RCA berbasis produksi, RCA berbasis proses, dan RCA berbasis sistem.

Root Cause Analysis berbasis keamanan, diturunkan dari bidang investigasi kecelakaan serta keselamatan dan kesehatan kerja. Akar penyebab cenderung dipandang sebagai kegagalan atau hilangnya perlindungan keamanan, risiko atau bahaya yang belum diketahui, atau keselamatan teknik mesin yang tidak memadai.

Root Cause Analysis berbasis produksi, berasal dari bidang pengontrolan kualitas untuk industri manufaktur. Kelompok RCA ini cenderung untuk melihat

akar penyebab sebagai asal penyebab dari ketidaksesuaian, yang konsisten dengan gagasan dari alur produksi yang terdiri dari banyak langkah-langkah berurutan, satu atau lebih dari langkah tersebut kemungkinan tidak berfungsi dengan baik atau keluar dari toleransi yang ditetapkan.

Root Cause Analysis berbasis proses, pada dasarnya merupakan kelanjutan dari RCA berbasis produksi, namun dengan jangkauan yang telah diperluas termasuk proses-proses bisnis diluar manufaktur. Pendapat dasar dari kelompok RCA ini adalah bahwa kegagalan satu individual proses merupakan sumber dari masalah. Tipe RCA ini tergabung secara dekat dengan praktik pengembangan proses.

Root Cause Analysis berbasis sistem, telah muncul sebagai suatu penggabungan dari kelompok-kelompok RCA sebelumnya, seiring dengan ide-ide yang diambil dari bidang-bidang seperti manajemen perubahan, manajemen risiko, dan sistem-sistem berpikir. Akar penyebab, menurut kelompok ini, sering ada pada tingkat budaya organisasi dan manajemen strategis.

Kelompok penyebab utama adalah masalah pada : peralatan atau material, prosedur kerja, kesalahan perancangan sumber daya manusia, kurangnya pelatihan, manajemen dan fenomena eksternal.

Prinsip umum dari RCA adalah tindakan perbaikan pada akar penyebab masalah lebih efektif dari pada hanya memperbaiki gejala dari suatu masalah. Agar efektif, RCA harus dilaksanakan secara sistematis dan kesimpulan yang diambil harus didasarkan pada bukti. Biasanya lebih dari satu akar penyebab untuk satu masalah yang terjadi.

Secara umum RCA dilaksanakan dalam beberapa tahap. Ada tiga tahapan utama pelaksanaan RCA yaitu : tahapan investigasi, tahapan analisis dan tahapan pengambilan keputusan.

Tahapan investigasi dilakukan untuk menemukan fakta yang menunjukkan **bagaimana** terjadinya suatu masalah. Selama investigasi, kita tidak mempersoalkan dengan apa masalah itu tidak terjadi, atau apa yang telah terjadi, tetapi hanya mempersoalkan apa yang sebenarnya terjadi, tanpa apapun nilai pertimbangannya. Investigasi berhadapan dengan fakta-fakta dalam suatu cara penilaian yang netral.

Tahapan analisis dilakukan untuk menemukan alasan yang menjelaskan **mengapa** suatu masalah dapat terjadi. Hal ini ketika kita mengambil gambaran fakta murni dari masalah dan mengkajinya dalam konteks suatu sistem atau organisasi yang menyebabkan masalah tersebut. Nilai-nilai dari suatu sistem seperti tujuan, peraturan, budaya dan lainnya sekarang dapat digunakan untuk membandingkan, pada setiap titik manapun selama kejadian, apa yang sebenarnya terjadi dengan apa yang seharusnya terjadi.

Tahapan pengambilan keputusan dilakukan untuk membuat rekomendasi yang membuktikan kebenaran **apa** yang harus dipelajari dan **apa** yang harus dilakukan. Dalam tahapan ini perhatian ditujukan pada perbaikan atau eliminasi akar penyebab dari suatu permasalahan. Hal ini hanya dapat dicapai bila pembelajaran dan tindakan keduanya dilakukan. Pembelajaran tanpa tindakan adalah hanya mental yang lemah, sedangkan tindakan tanpa pembelajaran adalah latihan secara fisik yang tidak berguna. Keduanya diperlukan untuk hasil jangka waktu lama yang efektif.

Sebagai ringkasan dalam tahapan pelaksanaan RCA adalah : investigasi harus sama sekali objektif, agar hanya mengungkapkan hubungan faktual; analisis dapat subjektif, tetapi hanya untuk menyampaikan bahwa sistem atau organisasi yang berbeda mempunyai perbedaan nilai, beberapa diantaranya dapat bertolak belakang atau tidak tepat; pengambilan keputusan adalah subjektif dalam banyak pilihan yang mungkin ada untuk memperbaiki atau mengeliminasi akar penyebab, dan seleksi pilihan yang tepat harus diwarnai dengan nilai apa yang kita kehendaki di masa depan.

Metode yang diterapkan untuk RCA terdiri dari analisis perlindungan (*barrier analysis*), analisa perubahan (*change analysis*) dan analisa pohon faktor penyebab (*causal factor tree analysis*).

1. *Barrier analysis* suatu investigasi atau perancangan metode yang melibatkan pelacakan jalan/cara yang mana suatu target adalah berakibat terbalik oleh bahaya, termasuk identifikasi dari kegagalan atau hilangnya ukuran yang berlawanan yang dapat atau harus dapat mencegah efek-efek yang tidak dikehendaki. Kelebihan dari *barrier analysis* adalah secara konsep sederhana, sehingga mudah dimengerti, mudah digunakan dan diterapkan, membutuhkan sumber daya minimal, berjalan dengan baik bila dikombinasikan dengan metode lain, menghasilkan rekomendasi tindakan perbaikan yang dapat terjemahan secara alamiah. Adapun kelemahan dari *barrier analysis* adalah kadang-kadang meningkatkan pemikiran yang linier, bersifat subjektif, dapat membingungkan antara penyebab dengan ukuran yang berlawanan, dan reproduksibilitas dapat menjadi rendah untuk kasus-kasus yang tidak jelas atau kasus-kasus sederhana.

2. *Change analysis* adalah suatu teknik investigasi yang melibatkan spesifikasi yang tepat dari satu penyimpangan, sehingga perubahan dan atau perbedaan yang mengarah pada penyimpangan dapat ditemukan sebagai perbandingan pada situasi yang serupa di mana tidak terjadi penyimpangan. Kelebihan dari *change analysis* adalah secara konsep sederhana, sehingga mudah dimengerti, mudah digunakan dan diterapkan, membutuhkan sumber daya minimal, berjalan dengan baik bila dikombinasikan dengan metode lain, dapat digunakan untuk mencari penyebab-penyebab yang tersembunyi, atau yang mendapati tantangan menggunakan metode yang lain. Kelemahan dari *change analysis* adalah memerlukan beberapa basis untuk perbandingan, memerlukan karakterisasi penyimpangan yang sempurna untuk intensif sumber, hanya dapat diterapkan pada satu penyimpangan yang spesifik, hanya memberikan penyebab langsung untuk satu penyimpangan, hasil analisis dapat tidak meyakinkan sehingga biasanya memerlukan pengujian.
3. *Causal factor tree analysis* adalah suatu teknik investigasi dan analisis yang digunakan untuk mencatat dan memperlihatkan, secara logis, hirarki susunan pohon, semua tindakan dan kondisi yang diperlukan dan cukup untuk memberikan sebagai akibat pada apa yang telah terjadi. Kelebihan dari *causal factor tree analysis* adalah memberikan susunan untuk rekaman bukti dan memperlihatkan apa yang dikenal, melalui aplikasi pemeriksaan yang logis dapat menyingkapkan jurang pemisah dalam pengetahuan, hirarki susunan pohon sudah dikenal dan mudah untuk diikuti, dapat secara mudah diperluas untuk menangani skenario potensial

4. yang bermacam-macam, dapat menggabungkan hasil-hasil dari penggunaan alat-alat analisa yang lain, berjalan dengan baik sebagai suatu master investigasi atau teknik analisis. Sedangkan kelemahan dari causal factor tree analysis adalah tidak dengan mudah dapat menangani masalah atau memperlihatkan adanya ketergantungan waktu, rangkaian ketergantungan dapat ditanggulangi namun tetapi dengan adanya tambahan masalah yang kompleks kesulitan meningkat secara signifikan, memperlihatkan adanya hal-hal yang tidak diketahui tetapi tidak memecahkan masalah tersebut, titik henti dapat agak berubah.

Untuk melakukan RCA diperlukan pengumpulan data berupa informasi yang terdiri dari :

1. Kondisi sebelum, selama dan setelah kejadian.
2. Keterlibatan personel termasuk tindakan yang telah dilakukan.
3. Faktor lingkungan.
4. Informasi lain yang mempunyai keterkaitan dengan kondisi atau masalah.

Setiap upaya harus dilakukan untuk mencegah/melindungi kejadian fisik seperti : komponen yang gagal, putusnya tali isolasi/gasket, terbakarnya *leads*, meledaknya *fuses*, tumpahnya cairan, order pekerjaan dan prosedur yang setengah selesai.

Investigasi dapat ditingkatkan apabila beberapa bukti fisik masih tersimpan seperti membuat suatu area karantina, atau pemasangan label dan pemisahan bagian dan bahan, hal ini harus dilakukan untuk peralatan atau komponen yang gagal/cacat.

Pada waktu menentukan informasi apa yang diperlukan, beberapa bidang dapat menjadi pertimbangan yaitu :

1. Kegiatan-kegiatan terkait pada kejadian awal atau masalah yang terulang kembali.
2. Perangkat keras berupa peralatan atau perangkat lunak berupa hal-hal programatik yang berhubungan dengan kejadiannya, program administrasi atau peralatan terkini yang merubah lingkungan dan keadaan fisik.

Beberapa metode pengumpulan informasi meliputi :

1. Melakukan wawancara atau pengumpulan pernyataan.
2. Mempertimbangkan pelaksanaan suatu wawancara langsung.
3. Dengan tepat menghubungi para peserta dan saksi.
4. Mempertimbangkan untuk mewawancarai petugas lain yang dahulu pernah melakukan pekerjaan tersebut.
5. Apabila diperlukan mendapatkan tes laboratorium yang terkait.

Pengumpulan data untuk melaksanakan RCA juga dapat dilakukan dengan cara :

1. Melakukan kajian terhadap tata letak fisik dari sistem, komponen, atau area kerja.
2. Membuat sketsa tata letak dan mengambil foto-foto.
3. Menentukan apakah ada informasi mengenai pengalaman pengoperasian untuk kejadian sejenis pada fasilitas yang lain.

4. Mengkaji rekaman pemasok dan produsen peralatan untuk memastikan apakah korespondensi mengenai masalah ini yang dialamatkan kepada mereka telah diterima.
5. Bila diperlukan memeriksa dokumen atau bagian dari dokumen yang relevan.

Contoh dokumen yang dapat diperiksa adalah sebagai berikut:

1. Log-log pengoperasian.
2. Korespondensi.
3. Catatan pemeriksaan atau pengawasan.
4. Pemeliharaan catatan, notulasi rapat.
5. Proses data komputer.
6. Prosedur dan instruksi kerja; manual dari penjual.

Pengumpulan data untuk melaksanakan RCA yang lainnya meliputi :

1. Gambar-gambar dan spesifikasi.
2. Catatan riwayat dari spesifikasi dan hasil tes ulang fungsional peralatan.
3. Informasi desain dasar.
4. Laporan analisis keamanan atau spesifikasi teknis.
5. Laporan evaluasi terkait pengendalian kualitas.
6. Persyaratan keselamatan operasional.

Selanjutnya pengumpulan data berupa pelaporan dari sistem pengukuran kinerja keselamatan atau sistem pelaporan dan pengolahan kejadian yang berupa survei radiologi, tren diagram dan grafik, fasilitas pembacaan parameter; sampel

analisis (kimia, radiologi, udara) dan hasil sesuai perintah kerja; juga dapat untuk melaksanakan RCA.

Menurut(www.eepis-its.edu/uploadta/downloadmk.php?id=1056) diambil 10 Juni 2011 dari World Wide Web, RCA digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab terjadinya risiko. RCA merupakan suatu metode evaluasi terstruktur untuk mengidentifikasi akar penyebab (*root cause*) suatu kejadian yang tidak diharapkan (*undesired outcome*) dan langkah-langkah yang diperlukan untuk mencegah terulangnya kembali kejadian yang tidak diharapkan (*undesired outcome*).

RCA merupakan suatu metode yang membantu dalam menemukan: “kejadian apa yang terjadi?”, “bagaimana kejadian itu terjadi?”, “mengapa kejadian itu terjadi?”. Memberikan pengetahuan dari masalah-masalah sebelumnya, kegagalan, dan kecelakaan. Salah satu metode untuk mendapatkan akar permasalahan adalah dengan bertanya *why* (mengapa) beberapa kali sehingga tindakan yang sesuai dengan akar penyebab masalah yang ditemukan, akan menghilangkan masalah.

Root Cause(s) adalah bagian dari beberapa faktor (kejadian, kondisi, faktor organisasional) yang memberikan kontribusi, atau menimbulkan kemungkinan penyebab dan diikuti oleh akibat yang tidak diharapkan, jika dieliminasi atau dimodifikasi akan bisa mencegah akibat yang tidak diharapkan. Ciri khas ***multiple root cause*** memberikan kontribusi untuk akibat yang tidak diharapkan.

Langkah-langkah RCA (Chlander, 2004), antara lain:

1. Mengidentifikasi dan memperjelas definisi *undesired outcome* (suatu kejadian yang tidak diharapkan).

2. Mengumpulkan data.
3. Menempatkan kejadian-kejadian dan kondisi-kondisi pada *event* and *causal factor table*.
4. Lanjutkan pertanyaan “(mengapa?) untuk mengidentifikasi *root causes* yang paling kritis.

Root cause analysis juga dikenal dengan nama *five whys analysis*. Tujuan dari *five whys analysis* adalah untuk mencari akar penyebab dari suatu permasalahan. *Five why analysis* sangat sesuai dikombinasikan dengan *fishbone* diagram untuk menganalisa apakah setiap penyebab permasalahan merupakan akar penyebab permasalahan tersebut atau penyebab permasalahan tersebut hanya efek dari penyebab permasalahan yang lainnya.

Terdapat beberapa prosedur untuk melakukan *five why analysis*, antara lain (Andersen & Fagerhaug, 2006):

1. Menentukan starting point berupa permasalahan atau penyebab pertama dari permasalahan yang perlu dianalisis lebih lanjut.
2. Melakukan brainstorming untuk menemukan penyebab berikutnya.
3. Ajukan pertanyaan untuk setiap penyebab yang teridentifikasi, mengapa hal ini menjadi penyebab permasalahan.

7. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Gaspersz, V. (2012) dalam bukunya *All-in-one Management Tool Book Contoh Aplikasi pada Bisnis dan Industri Modern* menjelaskan tentang *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*.

Failure Mode diartikan sebagai sejenis kegagalan yang mungkin terjadi, baik kegagalan secara spesifikasi maupun kegagalan yang mempengaruhi konsumen. Dari *failure mode* ini kemudian dianalisis terhadap akibat dari kegagalan dari sebuah proses dan pengaruhnya terhadap perusahaan. FMEA disini adalah *FMEA Process* untuk mendeteksi risiko yang teridentifikasi pada saat proses.

FMEA juga didefinisikan sebagai suatu kumpulan aktifitas sistematis yang bertujuan :

- c) Untuk mengetahui dan mengevaluasi potensial kegagalan (*potential failure*) dari produk ataupun proses dan efek yang ditimbulkan dari kegagalan tersebut.
- d) Mengidentifikasi tindakan-tindakan (*actions*) yang dapat mengurangi kesempatan terjadinya kegagalan.
- c) Mendokumentasikan seluruh proses.

Tahapan FMEA sendiri adalah:

1. Melakukan pengamatan terhadap proses.
2. Mengidentifikasi *potential failure* / mode kegagalan dari proses yang diamati.
3. Mengidentifikasikan akibat (*potential effect*) yang ditimbulkan *potential failure mode*.
4. Menetapkan nilai *severity*. *Severity* merupakan penilaian seberapa serius efek mode kegagalan/kesalahan akibat susut dan pengaruhnya terhadap perusahaan.
5. Mengidentifikasi penyebab (*potential cause*) dari *failure mode* yang terjadi pada proses yang berlangsung.

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) merupakan alat *Six Sigma* yang sering dipergunakan untuk mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab dari suatu masalah kualitas. FMEA adalah suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (*failure modes*). Suatu mode kegagalan adalah apa saja yang termasuk dalam kecacatan/kegagalan dalam desain, kondisi di luar batas spesifikasi yang telah ditetapkan, atau perubahan-perubahan dalam produk yang menyebabkan terganggunya fungsi dari produk itu. Melalui menghilangkan mode kegagalan, maka FMEA akan meningkatkan keandalan dari produk dan pelayanan sehingga meningkatkan kepuasan pelanggan yang menggunakan produk dan pelayanan itu. FMEA dapat diterapkan dalam semua bidang, baik manufaktur maupun jasa, juga pada semua jenis produk. Namun penggunaan FMEA akan paling efektif apabila diterapkan pada produk atau proses-proses baru, atau produk dan proses sekarang yang mengalami perubahan-perubahan besar dalam desain sehingga dapat mempengaruhi keandalan dari produk dan proses itu.

FMEA dapat digunakan dalam bidang desain (FMEA Desain) dan dalam proses (FMEA Proses). FMEA Desain akan membantu menghilangkan kegagalan-kegagalan yang terkait dengan desain, misalnya kegagalan karena kekuatan yang tidak tepat, material yang tidak sesuai, dan lain-lain. FMEA Proses akan membantu menghilangkan kegagalan yang disebabkan oleh perubahan-perubahan dalam variabel proses, sebagai misal : kondisi di luar batas-batas spesifikasi yang ditetapkan seperti ukuran yang tidak tepat, tekstur dan warna yang tidak sesuai, ketebalan yang tidak tepat, dan lain-lain.

Contoh penggunaan FMEA Desain

FMEA Desain akan membantu menghilangkan kegagalan-kegagalan yang terkait dengan desain, misalnya kegagalan karena kekuatan yang tidak tepat, material yang tidak sesuai, dan lain-lain. Tujuan dari FMEA Desain adalah menentukan apakah suatu desain produk itu tepat atau sesuai untuk aplikasi, dan mengurangi banyaknya mode kegagalan yang terkait dengan desain yang pernah dialami oleh pelanggan. Manfaat penggunaan FMEA Desain dalam peningkatan kualitas *Six Sigma* adalah meningkatkan kepuasan pelanggan, meningkatkan reputasi dan penjualan produk, mengurangi kebutuhan untuk perubahan-perubahan rekayasa (*engineering changes*) - sehingga menurunkan biaya dan mengurangi waktu siklus pengembangan produk. Elemen-elemen kunci dalam FMEA Desain adalah :

- (a) Ketepatan waktu (*timeliness*).
- (b) Kerjasama (*teamwork*).
- (c) Dokumentasi (*documentation*).

Ketepatan Waktu (*Timeliness*) : suatu FMEA Desain harus dikerjakan atau dilakukan oleh Tim *Six Sigma* pada tahap awal dalam siklus pengembangan produk, setelah desain konseptual diputuskan - tetapi sebelum pengadaan peralatan dan lainnya.

Kerjasama (*Teamwork*) : suatu FMEA Desain harus dilakukan oleh Tim *Six Sigma* yang anggota-anggotanya mewakili area kunci dari pengembangan produk, seperti : desain produk, *reliability*, manufaktur, pengendalian kualitas, penjualan dan pemasaran, pembelian, pelayanan pelanggan, bantuan teknikal, pemasok dan pelanggan.

Dokumentasi (*Documentation*) : hasil-hasil dari suatu FMEA Desain harus dicatat dalam suatu formulir Hasil FMEA Desain, dan formulir itu harus diperbaharui apabila diperlukan sepanjang masa hidup produk itu.

Contoh penggunaan FMEA Proses

Pada dasarnya sasaran dari proses manufaktur adalah menghasilkan produk yang memenuhi semua spesifikasi sepanjang waktu. Suatu FMEA Proses akan mengidentifikasi penyimpangan-penyimpangan potensial yang mungkin dari setiap spesifikasi dan menghilangkan atau meminimumkan penyimpangan-penyimpangan itu melalui deteksi dan/atau pencegahan perubahan-perubahan dalam variabel-variabel proses. Manfaat penggunaan FMEA Proses dalam peningkatan kualitas *Six Sigma* adalah mengidentifikasi masalah-masalah potensial sebelum produk itu diproduksi, membantu menghindari *scrap* dan pekerjaan ulang (*rework*), mengurangi banyaknya kegagalan produk yang dialami oleh pelanggan sehingga akan meningkatkan kepuasan pelanggan, dan menjamin suatu *start-up* produksi yang lebih mulus.

Sebelum membahas lebih lanjut tentang FMEA Proses, perlu diberikan formulir FMEA Proses seperti ditunjukkan dalam Tabel 2.1 berikut :

Tabel 2.1 Formulir FMEA Proses

FMEA PROSES		Nama Proses Operasi : (A)			Engineer : (D)			Nomor FMEA : (F)		
		Nama <i>Part/Assembly</i> : (B)			Pabrik/Tempat Pemasok : (E)			Halaman :dari... (G)		
		Nomor <i>Part/Assembly</i> : (C)						Tanggal :(H)		
No	Deskripsi, Spesifikasi, dan <i>Parts</i>	Mode Kegagalan Potensial	Penyebab Potensial dari Mode Kegagalan	Perencanaan Deteksi atau Pencegahan Penyebab	Efektivitas Metode Deteksi atau Pencegahan Penyebab	Tindakan yang Direkomendasikan untuk Menghilangkan atau Mencegah Penyebab	Penanggung jawab untuk Tindakan yang Diterima	Komitmen Tanggal Penyelesaian Tindakan	Aktual Tanggal Penyelesaian Tindakan	Catat an-catatan
1	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
2										
3										
4										
5										
dst										

Berikut ini akan dibahas tentang cara penggunaan formulir FMEA Proses, berurutan menurut abjad yang digunakan dalam formulir itu.

- A. Nama Proses Operasi : masukkan nama proses. Contoh dalam industri *furniture* : *cutting, moulding, boring, assembling, sanding, dan finishing*.
Contoh dalam industri rokok : *maker, packer, wrapper, dospress, dll*.
- B. Nama *Part/Assembly* : masukkan nama-nama *parts* yang dibuat oleh proses ini. Jika terlampau banyak parts yang dibuat, maka daftarkan parts itu dalam lembaran lain yang terpisah. Hal ini untuk menjamin siapapun yang meninjau-ulang formulir FMEA Proses akan mengetahui secara tepat parts mana yang sedang dipertimbangkan dalam peninjauan-ulang itu.
- C. Nomor *Part/Assembly* : masukkan semua nomor parts yang sesuai dengan nama-nama parts yang didaftarkan itu.

- D. *Engineer* : masukkan nama dari orang yang menulis draft dari formulir FMEA Proses. Orang ini biasanya seorang insinyur yang bertanggungjawab untuk desain dan pengembangan proses manufaktur.
- E. Pabrik/Tempat/Pemasok : Indikasikan di mana proses itu dilakukan.
- F. Nomor FMEA : Masukkan nomor sekuensial untuk mengidentifikasi FMEA. Nomor ini dapat ditanyakan ke bagian administrasi yang menyimpan atau menangani formulir-formulir FMEA atau ke fasilitator FMEA.
- G. Halaman ... dari : masukkan nomor halaman sebagaimana diindikasikan.
- H. Tanggal : masukkan tanggal menyelesaikan FMEA Proses. Masukkan tanggal revisi pada halaman-halaman yang direvisi pada halaman pertama.
- I. Deskripsi, Spesifikasi, dan Parts : jelaskan deskripsi dari proses dan spesifikasi-spesifikasi (atau referensi) yang menjelaskan persyaratan-persyaratan proses. Juga masukkan deskripsi dari parts yang terkait dengan proses itu, apabila deskripsi dari proses yang dijelaskan itu dapat menimbulkan kesalahan interpretasi tanpa menyebutkan parts itu.
- J. Mode Kegagalan Potensial : suatu mode kegagalan yang terkait dengan proses adalah setiap penyimpangan dari spesifikasi yang disebabkan oleh perubahan-perubahan dalam variabel-variabel yang mempengaruhi proses. Contoh mode kegagalan dalam proses : ukuran tidak sesuai standar (*over/under size*), bengkok, penyok, melepuh, warna tidak sesuai, parts hilang, kasar, terlalu lebar/sempit, keropos, melengkung, kusut, dll. Masukkan semua mode kegagalan yang mungkin. Biasanya pemahaman

- K. yang lengkap tentang gambar produk dan spesifikasinya telah cukup untuk mengidentifikasi semua mode kegagalan yang mungkin.
- L. Penyebab Potensial dari Mode Kegagalan : setiap perubahan dalam variabel yang mempengaruhi proses akan menyebabkan proses itu menghasilkan produk di luar batas-batas spesifikasi. Kolom ini biasanya mendaftarkan nama-nama variabel yang terlibat dalam proses dan batas-batas operasional dari variabel-variabel itu. Masukkan semua penyebab yang mungkin, berdasarkan pengalaman pribadi, kasus-kasus yang didokumentasikan, dan masukan atau pertimbangan dari orang lain yang mengetahui proses itu. Untuk kemudahan dan kejelasan, kelompokkan penyebab-penyebab yang serupa. Sebagai misal, jika pencemaran (kontaminasi) merupakan penyebab potensial, maka daftarkan semua pencemar yang mungkin dan sumber-sumber pencemar itu secara bersama.
- M. Perencanaan Deteksi atau Pencegahan Penyebab : Identifikasi metode-metode yang ditetapkan untuk mendeteksi atau mencegah penyebab dari penyimpangan dalam produk yang dihasilkan oleh proses itu. Mode kegagalan. Contoh : spesifikasi produk, uji dan laporan perhitungan-perhitungan, inspeksi dan spesifikasi manufakturing, instruksi-instruksi pelayanan, informasi tentang gambar-gambar teknik, dll. Perlu juga memasukkan metode yang belum diterapkan, sepanjang metode itu telah direncanakan secara sempurna.
- N. Efektivitas : suatu perkiraan subyektif tentang bagaimana efektivitas dari metode deteksi atau pencegahan untuk menghilangkan mode kegagalan potensial, menggunakan skala dari 1 sampai 10.

- O. Tindakan yang Direkomendasikan untuk Menghilangkan Penyebab atau Pencegahan : masukkan ide tentang bagaimana meningkatkan proses, jika hasil ranking efektifitas kurang memuaskan.
- P. Tanggungjawab untuk Tindakan Yang Diterima : masukkan nama individu dalam tim peninjauan ulang FMEA proses yang memiliki wewenang untuk menerapkan tindakan korektif itu.
- Q. Komitmen Tanggal Penyelesaian : masukkan tanggal pada saat tindakan korektif akan dilakukan dan diselesaikan. Apabila tanggal ini tidak dapat ditetapkan, maka gunakan, sebagai misal, tanggal di mana proses baru akan diuji, pengukuran dianalisis, studi kapabilitas dimulai, dan seterusnya. Masukkan suatu catatan yang menjelaskan apa kegiatan yang dilakukan pada tanggal tersebut.
- R. Tanggal Penyelesaian Aktual : masukkan tanggal aktual pada saat tindakan korektif telah diterapkan dan diselesaikan.
- S. Catatan-catatan : masukkan referensi yang terkait dengan tindakan-tindakan yang direkomendasikan, juga informasi yang dokumentasinya dapat ditelusuri, seperti: identifikasi dari memorandum, surat-surat dan laporan-laporan yang mendokumentasikan kemajuan dan penyelesaian suatu tindakan korektif.

Langkah-langkah Dasar dari FMEA Proses

Terdapat empat langkah dasar dari suatu FMEA Proses, yaitu:

- (1) Tahap draft (*draft stage*).
- (2) Tahap peninjauan-ulang tim (*team review stage*).
- (3) Tahap pertemuan FMEA (*FMEA meeting stage*).

(4) Tahap implementasi (*implementation stage*).

Tahap *Draft* :

- Individu yang bertanggungjawab dalam bidang manufakturing meninjau-ulang spesifikasi produk bersama dengan individu yang bertanggungjawab dalam bidang desain produk, untuk :
 - (a) membantu menjamin kelayakan dari desain produk.
 - (b) membantu menghindari masalah-masalah awal produksi (*start-up* produksi).
- Selanjutnya individu yang bertanggungjawab dalam bidang manufakturing menulis draft untuk mengisi bagian-bagian dari FMEA Proses (lihat Tabel 2.1) :
 - (a) Deskripsi, spesifikasi, dan *parts*.
 - (b) Mode kegagalan potensial.
 - (c) Penyebab potensial dari mode kegagalan.
 - (d) Perencanaan deteksi dan/atau pencegahan penyebab.

Tahap Peninjauan-ulang Tim :

- Orang yang bertanggungjawab dalam bidang manufakturing membentuk sebuah tim untuk meninjau-ulang *draft* itu. Anggota-anggota tim terdiri dari : operator produksi, orang yang melakukan set-up mesin, teknisi listrik, pemasok peralatan-jika memungkinkan, konsultan proses, dan lain-lain.
- Setiap anggota tim atau kelompok-kelompok kecil bekerja secara bebas meninjau-ulang formulir dan (a) mengidentifikasi mode kegagalan tambahan yang mungkin, akibat-akibat yang ditimbulkan, penyebab-penyebab, dan metode-metode deteksi dan/atau pencegahan, (b)

merekomendasikan tindakan-tindakan korektif untuk menghilangkan penyebab-penyebab dan mengembangkan metode-metode deteksi dan/atau pencegahan, (c) melakukan ranking terhadap efektivitas dari metode-metode deteksi dan/atau pencegahan yang diidentifikasi oleh individu yang bertanggungjawab dalam bidang manufakturing.

- Anggota-anggota tim kemudian menyerahkan *draft* yang telah diperbaiki itu kepada individu yang bertanggungjawab dalam bidang manufakturing yang : (a) menambahkan komentar-komentar mereka ke dalam formulir FMEA Proses yang asli agar menjadi lebih lengkap dan utuh, (b) meninjau-ulang dan menentukan apa tindakan-tindakan korektif (jika ada) yang seharusnya diterapkan dan siapa yang akan bertanggungjawab untuk tindakan-tindakan korektif itu.

Tahap Pertemuan FMEA :

- Tim melakukan pertemuan untuk : (a) memperbaharui anggota tim pada pengembangan produk, (b) menjelaskan desain proses yang diajukan, (c) meninjau-ulang prosedur FMEA Proses, (d) mendistribusikan fotokopi dari draft formulir FMEA Proses, gambar-gambar rekayasa produk, lembaran spesifikasi produk, diagram alir proses, dan dokumen-dokumen pendukung lain.

Tahap Implementasi :

- Orang yang bertanggungjawab di bagian manufakturing menindaklanjuti dengan orang-orang yang bertanggungjawab untuk implementasi tindakan-tindakan korektif guna memeriksa kemajuan mereka.

- Tindakan-tindakan yang telah dilakukan dan diselesaikan dicatat pada formulir FMEA Proses yang telah lengkap itu.
- Sebuah fotokopi dari formulir FMEA Proses diberikan kepada fasilitator FMEA Proses untuk didokumentasikan dan disimpan.
- Fasilitator FMEA memperbaharui formulir FMEA Proses secara terus-menerus sehingga menjadi up-to-date.

FMEA selain dapat digunakan dalam desain dan proses, dapat juga diterapkan dalam bidang perawatan mesin, melalui sedikit modifikasi. Penerapan FMEA dalam perawatan mesin-terutama untuk perawatan preventif (*preventive maintenance*), pada dasarnya sama dengan penerapan dalam desain dan proses, kecuali rating untuk *severity*, kejadian, dan efektivitas. Penerapan FMEA perawatan (*Maintenance FMEA*) biasanya dikembangkan untuk mengevaluasi peralatan-peralatan atau hal-hal berikut : elektrikal, mekanikal, *pneumatik*, *fluid*, pelumasan, tempat kerja, keamanan dan keselamatan kerja, kapasitas mesin, ergonomik, dan lain-lain.

B. Kerangka Berpikir

Terdapat permasalahan pada proses produksi *silver plating* komponen pesawat terbang yang diproduksi oleh PT X berdasarkan kerjasama kontrak pesanan dari PT Y, walaupun pada awal kontrak telah disepakati bersama suatu standar acuan proses produksi *silver plating*.

Perlu dicari solusi dari akar permasalahan yang terjadi pada proses *silver plating* tersebut untuk meminimalkan jumlah *defect* produk dan *rework*.

Pada penelitian ini dilakukan penerapan teori manajemen kualitas yang paling relevan dengan permasalahan tersebut, yaitu RCA dan FMEA.

C. Definisi Operasional

Menerapkan teori manajemen kualitas RCA dan FMEA pada permasalahan proses produksi komponen pesawat terbang khususnya proses *silver plating*, sehingga produk yang dihasilkan pada proses *silver plating* di PT X selama tahun 2010 memenuhi standar acuan dan kualitas produk yang telah ditetapkan.

UNIVERSITAS TERBUKA

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Desain Penelitian

Penelitian ini dilakukan di sebuah perusahaan PT X yang menerima pesanan produksi dari PT Y, sebuah perusahaan produsen pesawat terbang Inggris di kota Wolverhampton, UK. Pesanan produk antara lain berupa *silver plating* untuk komponen-komponen pesawat terbang. Standar kualitas mengacu kepada standar *National Aerospace and Defence Certification Accreditation Program (NAD CAP)* nomor 914 yang terdiri dari *Quality System AC 7004* dan *Chemical Processing AC 7108*. Salah satu komponen pesawat terbang tersebut adalah : Threaded Ring D59502, dan Threaded Ring D59482/4.

Penelitian ini merupakan penelitian *quasy experimental design* dengan cara melakukan pengamatan terhadap seluruh proses produksi, mencari akar permasalahan yang terjadi dan selanjutnya melakukan pengumpulan data sebelum dan setelah dilakukan analisa dan perbaikan proses produksi. Metode analisis data Analisa proses produksi dilakukan secara kualitatif, menggunakan penerapan *Root Cause Analysis (RCA)* dengan metode *5 Why's* dan penerapan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*.

Langkah-langkah penelitian meliputi pengamatan, pengumpulan data, evaluasi dan perbaikan terhadap proses produksi, meliputi :

1. Melakukan pengamatan terhadap pelaksanaan proses produksi komponen pesawat terbang secara keseluruhan.

2. Melakukan pengamatan terhadap pelaksanaan dan prosedur salah satu proses produksi komponen pesawat terbang yaitu proses *silver plating*.
3. Melakukan pengamatan terhadap standar acuan kualitas proses *silver plating*.
4. Melakukan pengamatan terhadap jenis *defect* pada proses *silver plating*.
5. Melakukan pengumpulan data *defect* pada proses *silver plating*.
6. Melakukan evaluasi pelaksanaan proses *silver plating* menggunakan penerapan *Total Quality Management* dengan metode *Root Cause Analysis 5 Why's* dan *Failure Mode Effect Analysis*, untuk mendapatkan pokok permasalahan.
7. Melakukan perbaikan terhadap masalah yang menyebabkan terjadinya *defect* terbesar pada proses *silver plating*.
8. Melakukan pengumpulan data *defect* seluruh komponen setelah dilaksanakan perbaikan pada masalah proses *silver plating*.
9. Melakukan pengumpulan data *defect* komponen terbesar sebelum dan setelah perbaikan pada proses *silver plating*.

B. Populasi dan Sampel

Populasi penelitian meliputi :

1. Populasi terjangkau adalah semua proses produksi komponen pesawat terbang yang dilakukan di PT X.
2. Populasi target adalah proses produksi komponen pesawat terbang yang menggunakan proses *silver plating* yang dilakukan di PT X.

3. Populasi yang diteliti adalah proses produksi komponen pesawat terbang yang menggunakan proses *silver plating* yang mengalami *defect* yang dilakukan di PT X.

Dalam penelitian ini sampel yang akan diteliti adalah komponen pesawat terbang yang diproduksi menggunakan proses *silver plating* yang mengalami *defect* yang dilakukan di PT X.

C. Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Acuan standar proses *silver plating*.
2. Teori manajemen kualitas *Root Cause Analysis (RCA)* dengan metode 5 *Why's* dan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*.

D. Prosedur Pengumpulan Data

Pengumpulan data menggunakan metoda *Non Probability Sampling* dengan kriteria *Purposive Sampling*. Data yang dikumpulkan meliputi jumlah *defect* yang terjadi pada proses *silver plating* sebelum dan sesudah dilakukan evaluasi dan perbaikan proses.

E. Metode Analisis Data

Data dianalisa secara kualitatif menggunakan penerapan *Root Cause Analysis (RCA)* dengan metode 5 *Why's* dan penerapan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Pengamatan Terhadap Prosedur Proses *Silver plating*

Proses *silver plating* yang dilaksanakan di Unit Produksi *Surface Treatment*

PT X meliputi beberapa urutan proses, seperti yang tertera pada Tabel 4.1

Tabel 4.1. Urutan Proses *Silver plating*

No	Proses	No	Proses	No	Proses	No	Proses
1	<i>Cleaning</i>	10	<i>Electrolytic Cleaning</i>	19	<i>Silver plating</i>	28	<i>Visual Checking</i>
2	<i>Inspection</i>	11	<i>Rinsing</i>	20	<i>Rinsing</i>	29	<i>Drying</i>
3	<i>Stress Relief</i>	12	<i>Etching</i>	21	<i>Checking</i>	30	<i>Visual Checking</i>
4	<i>Cleaning</i>	13	<i>Rinsing</i>	22	<i>Removing</i>	31	<i>Adhesion Test</i>
5	<i>Masking</i>	14	<i>Nickel Strike</i>	23	<i>Hot Static Rinsing</i>	32	<i>Adhesion Test</i>
6	<i>Jigging</i>	15	<i>Rinsing</i>	24	<i>Drying</i>	33	<i>Packaging</i>
7	<i>Immersing</i>	16	<i>Immersing</i>	25	<i>De-Embrittment</i>	34	<i>Shipping</i>
8	<i>Rinsing</i>	17	<i>Rinsing</i>	26	<i>Immersing</i>		
9	<i>Rinsing</i>	18	<i>Silver Strike</i>	27	<i>Rinsing</i>		

Uraian masing-masing proses *silver plating* beserta pemeriksaan yang dilakukan sebagai pengendalian proses tersebut adalah sebagai berikut :

1. Proses *cleaning* adalah memasukkan material ke dalam cairan pembersih dan dibersihkan dengan kain bersih. Pemeriksaan dilakukan untuk memastikan komponen tersebut bersih dari oli atau stempet atau minyak

2. Proses *inspection* adalah memeriksa ukuran atau kerusakan pada komponen sebelum dilapis. Pemeriksaan dilakukan untuk memisahkan komponen yang baik dan rusak.
3. Proses *stress relief* dilakukan pada suhu = 200 ± 10 °C selama minimal 1 jam. Dalam satu baki maksimal berisi = $4 \times 4 = 16$ buah komponen. Pemeriksaan dilakukan untuk memastikan komponen tidak bersentuhan satu dengan yang lain.
4. Proses *cleaning* adalah memasukkan material ke dalam cairan pembersih dan dibersihkan dengan kain bersih. Pemeriksaan dilakukan untuk memastikan komponen tersebut bersih dari oli atau stempet atau minyak.
5. Proses *masking* adalah memasang pelindung pada daerah yang tidak dilapis. Pemeriksaan dilakukan untuk memastikan tidak ada kebocoran.
6. Proses *jigging* adalah menggantungkan komponen pada alat pegang. Pemeriksaan dilakukan untuk memastikan telah mengencangkan dengan cukup kuat dan memastikan terjadi kontak arus listrik yang baik.
7. Proses *immersing* adalah merendam material ke dalam cairan pembersih perendam panas selama 2-5 menit pada suhu 60-80 °C. Pemeriksaan dilakukan untuk memastikan bahwa material telah bersih dari stempet atau minyak dan semua parameter telah diperiksa.
8. Proses *rinsing* adalah membilas komponen ke dalam air dingin statis. Pemeriksaan dilakukan untuk memastikan komponen tersebut telah bersih.

9. Proses *rinsing* adalah membilas komponen ke dalam air dingin statis. Pemeriksaan dilakukan untuk memastikan komponen tersebut telah bersih.
10. Proses *electrolytic cleaning* adalah membersihkan dengan pembersih elektrolitik selama 1-2 menit pada 4-6 Volts dan suhu 40-60 °C. Pemeriksaan dilakukan terhadap semua parameter dan penghitungan waktu proses dimulai ketika parameter yang diinginkan telah tercapai.
11. Proses *rinsing* adalah membilas ke dalam air dingin statis. Dilakukan pemeriksaan *water break free*.
12. Proses *etching* adalah merendam komponen dalam Sulfuric Acid Ecth selama 30-120 detik pada 3-6 Volts. Pemeriksaan dilakukan terhadap semua parameter dan penghitungan waktu proses dimulai ketika parameter yang diinginkan telah dicapai.
13. Proses *rinsing* adalah membilas komponen ke dalam air dingin statis. Pemeriksaan dilakukan untuk memastikan komponen tersebut telah bersih.
14. Proses *nickel strike* adalah melakukan pencelupan berulang komponen pada 3-6 Amp/dm² selama 1-2 menit. Komposisi larutan *nickel strike* adalah Nickel Chloride 300-400 gr/liter dan HCl 25-40 gr/liter dalam aquademineralisata. Pemeriksaan dilakukan terhadap semua parameter dan penghitungan waktu proses dimulai ketika parameter yang diinginkan telah dicapai.

15. Proses *rinsing* adalah membilas komponen ke dalam air dingin statis. Pemeriksaan dilakukan untuk memastikan komponen tersebut telah bersih.
16. Proses *immersing* adalah merendam material ke dalam cairan Cyanide Dip selama 5-15 detik. Pemeriksaan dilakukan dengan penghitungan waktu proses.
17. Proses *rinsing* adalah membilas komponen ke dalam air dingin statis. Pemeriksaan dilakukan untuk memastikan komponen tersebut telah bersih.
18. Proses *silverstrike* adalah melakukan pencelupan berulang komponen pada 0,5-4 Amp/dm² selama 30-60 detik. Komposisi larutan Silver Strike adalah Silver Cyanide 3-4 gr/liter, Kalium Cyanide 60-80 gr/liter dan Kalium Carbonate 5-10 gr/liter. Pemeriksaan dilakukan terhadap semua parameter dan penghitungan waktu proses dimulai ketika parameter yang diinginkan telah dicapai.
19. Proses *silver plating* adalah melakukan perendaman komponen pada 0,1-3 Amp/dm² selama sampai ketebalan yang dikehendaki. Komposisi larutan *silver plating* adalah Silver Cyanide 25-30 gr/liter, Kalium Cyanide 35-40 gr/liter dan Kalium Carbonate 25 gr/liter. Pemeriksaan dilakukan terhadap semua parameter dan penghitungan waktu proses dimulai ketika parameter yang diinginkan telah dicapai.

20. Proses *rinsing* adalah membilas komponen ke dalam air dingin statis. Pemeriksaan dilakukan untuk memastikan komponen tersebut telah bersih.
21. Proses *checking* adalah melakukan pemeriksaan terhadap ketebalan pelapisan komponen. Area yang diukur : atas, tengah, bawah.
22. Proses *removing* adalah melakukan pelepasan atau pengangkatan dari alat pegang dan pelindungnya (*jigging and masking*).
23. Proses *hot static rinsing* adalah melakukan pembilasan dengan air panas statis pada suhu 40-60 °C. Pemeriksaan dilakukan untuk memastikan komponen tersebut bersih.
24. Proses *drying* adalah melakukan pengeringan menggunakan alat semprotan udara. Pemeriksaan dilakukan untuk memastikan komponen telah kering.
25. Proses *de-embrittlement* dilakukan pada suhu = 200 ± 10 °C selama minimal 6 jam. Dalam satu baki maksimal berisi = $4 \times 4 = 16$ buah komponen. Pemeriksaan dilakukan untuk memastikan komponen tidak bersentuhan satu dengan yang lain.
26. Proses *immersing* adalah merendam material ke dalam cairan Cyanide Dip selama 5-15 detik. Pemeriksaan dilakukan untuk memastikan semua material telah bersih, juga dilakukan penghitungan waktu proses.
27. Proses *rinsing* adalah membilas komponen ke dalam air dingin statis. Pemeriksaan dilakukan untuk memastikan komponen tersebut telah bersih.

28. Proses *visual checking* adalah melakukan pemeriksaan visual pada komponen oleh petugas operator.
29. Proses *drying* adalah melakukan pengeringan menggunakan alat semprotan udara. Pemeriksaan dilakukan untuk memastikan komponen telah kering.
30. Proses *visual checking* adalah melakukan pemeriksaan visual 100% pada komponen oleh petugas operator. Pemeriksaan dilakukan untuk memastikan lapisan *silver* seragam, halus, bebas dari lepuh, gelembung udara, lubang dan kerusakan lapisan yang lain.
31. Proses *adhesion test* adalah melakukan pemeriksaan uji kelekatan/adesi dengan melakukan uji kejut (*quenching test*) ke dalam oven.
32. Proses *adhesion test* adalah melakukan pemeriksaan uji kelekatan/adesi dengan melakukan uji kejut (*quenching test*) ke dalam air.
33. Proses *packaging* adalah melakukan pengemasan.
34. Proses *shipping* adalah melakukan pengangkutan.

Analisis terhadap hasil pengamatan proses *silver plating* adalah :

1. Urutan proses pada *silver plating* terdiri dari 34 tahap, beberapa tahap dilakukan berulang, misalnya untuk proses *cleaning*, dilakukan pada urutan proses ke 1 dan ke 4. Pada urutan proses *cleaning* pertama bertujuan untuk menghilangkan semua kotoran termasuk oli atau stempet atau minyak yang melekat pada komponen, saat komponen tersebut diterima di Unit Produksi Surface Treatment PT X . Pada urutan proses ke 4, *cleaning* dilakukan lagi untuk memastikan setelah komponen

mengalami proses *inspection* dan *stress relief*, komponen tersebut tetap bersih, bebas oli atau stempet atau minyak, walaupun petugas selalu menggunakan sarung tangan dan alat pegang selama menangani proses *inspection* dan *stress relief* tersebut.

2. Pengulangan juga dilakukan pada proses *rinsing* yang dilakukan pada urutan proses ke 8, 9, 11, 13, 15, 17, 20, dan 27. Hal ini dilakukan dengan tujuan agar sebelum mengalami proses berikutnya komponen dipastikan telah bebas dari larutan yang digunakan pada proses sebelumnya.
3. Proses *immersing* pada urutan proses ke 16 dilakukan kembali pada urutan proses ke 26.
4. Proses *inspection* dilakukan dengan tujuan seleksi agar semua komponen yang akan diproses lebih lanjut telah memenuhi kriteria spesifikasi dalam hal ukuran dan dalam keadaan baik.
5. Proses *stress relief* bertujuan agar komponen tidak mengalami *metal fatigue* selama perlakuan proses berikutnya.
6. Tidak seluruh permukaan komponen harus di *plating*, sehingga pada proses *silver plating*, perlu dilakukan *masking* untuk menutup sebagian permukaan komponen tersebut. Pada proses *masking* harus dipastikan tidak terjadi kebocoran atau *leaking* selama mengalami tahapan-tahapan proses berikut, sehingga hasil *silver plating* sesuai dengan spesifikasi yang dikehendaki.
7. Karena proses *silver plating* merupakan proses *elektrode plating*, maka pada proses *jigging*, harus dipastikan bahwa alat pegang telah cukup

- kencang dan kuat sehingga dipastikan kontak arus listrik terjadi dengan baik.
8. Proses *immersing*, *electrolytic cleaning* dan *etching* dilakukan sebagai persiapan proses *plating*, agar *plating* melekat dengan kuat.
 9. Pada proses *nickel strike*, dilakukan *plating* dasar pada permukaan komponen menggunakan larutan *Nickel Chloride*, diikuti dengan proses *silver strike* dan *silver plating*. Karena ketiga proses ini menggunakan larutan kimia, maka pemantauan terhadap konsentrasi larutan selama proses harus selalu dilakukan. Selama proses juga harus dilakukan pemantauan yang sama terhadap waktu perendaman, karena ketebalan *plating* ditentukan oleh lama waktu perendaman tersebut.
 10. Keseragaman ketebalan lapisan *plating* diperiksa dengan cara mengukur ketebalan pada seluruh permukaan komponen, yaitu pada bagian atas, tengah dan bawah komponen.
 11. Proses *de-embrittlement* dilakukan dengan tujuan untuk memastikan komponen tidak getas atau rapuh, dengan cara memanaskan komponen pada suhu dan waktu tertentu dalam oven.
 12. Kedua proses *adhesion test* dilakukan untuk memastikan kelekatan *plating* pada komponen.
 13. Petugas telah melaksanakan proses *silver plating* sesuai urutan proses dan instruksi kerja dengan terampil dan baik.
 14. Selama proses *silver plating* petugas laboratorium telah melakukan *in process control* terhadap kualitas semua larutan kimia yang digunakan.

15. *Silver plating* mempunyai kualitas plating yang sangat baik dan kuat dibanding *plating* yang lain, sehingga beberapa komponen pesawat terbang penting yang harus kuat dan tahan lama seperti bagian *landing gear* yaitu komponen-komponen *threaded ring* harus *diplating* dengan *silver*.
16. Pada proses *silver plating*, sesuai spesifikasi komponen, tidak seluruh area permukaan komponen harus *diplating*, bagian area permukaan yang tidak boleh *terplating*, harus dilakukan *masking* sebelum proses *plating*.

Beberapa contoh gambar proses yang dilaksanakan pada proses *silver plating* diantaranya adalah gambar pada proses : *cleaning, stress relief, masking, immersing, removing from jigging and masking, cek ketebalan, cold static rinsing, drying, de-embrittlement, visual checking, tes adhesi, packaging dan shipping* dapat dilihat pada Lampiran 1 Gambar 4.1 sampai dengan Gambar 4.14

B. Pengamatan Terhadap Standar Acuan Kualitas Proses *Silver plating*

Sebagai upaya untuk menjaga kualitas setiap produk yang dihasilkan, PT X menerapkan peraturan bahwa setiap proses produksi harus mempunyai standar acuan kualitas yang merupakan spesifikasi dari masing-masing proses produksi. Standar acuan untuk proses *silver plating* dibuat oleh PT X-Y Aeronautical System Indonesia sebagai pedoman dalam melakukan semua tahapan proses. Standar acuan tersebut mengacu kepada standar *National Aerospace and Defence Certification Accreditation Program* (NAD CAP) nomor 914 yang terdiri dari *Quality System AC 7004* dan *Chemical Processing AC 7108*.

Hasil pengamatan terhadap spesifikasi proses untuk proses *silver plating* meliputi :

1. Cakupan Standar Acuan Kualitas

Standar acuan ini diberlakukan untuk proses deposisi elektro dari perak pada permukaan baja karbon dan baja tahan korosi, termasuk bagian-bagian uliran (*threaded*) yang terbuat dari baja tahan korosi.

2. Tujuan Standar Acuan Kualitas

Standar acuan kualitas proses *silver plating* yang dibuat ditujukan untuk mendapatkan hasil pelapisan yang memenuhi standar kualitas.

3. Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Berhubung proses *silver plating* menggunakan senyawa kimia yang dapat membahayakan kesehatan, maka selama proses petugas wajib mengikuti peraturan keselamatan dan kesehatan kerja serta peraturan mengenai dampak lingkungan yang berlaku.

4. Keharusan Adanya Gambar Petunjuk Proses

Terdapat petunjuk berupa gambar-gambar yang berkaitan dengan proses *silver plating* yang meliputi gambar :

- a. Proses *silver plating* yang diterapkan untuk masing-masing tipe bahan.
- b. Area yang harus dilapis.
- c. Ketebalan pelapisan dan toleransi.
- d. Kategori dari bahan dasar.
- e. Kondisi temperatur dari bahan dasar.

5. Pengontrolan Larutan

- a. Larutan yang digunakan untuk proses pembersihan, *etching* dan pelapisan harus dijaga dalam jangkauan kondisi tertentu.
 - b. Larutan harus sering di analisa untuk memastikan masih dalam batas yang ditentukan.
 - c. Analisa larutan harus dilakukan dalam laboratorium yang kompeten dan menggunakan teknik analisa yang sesuai.
6. Persiapan Pelapisan
- a. Sebelum pelapisan dilakukan proses *stress-relief*, yang perlakuannya tergantung pada kategori bahan.
 - b. Selanjutnya dilakukan proses *masking* dan *jigging*, yaitu menutup area yang tidak akan dilapis dengan bahan penutup yang sesuai. Bahan tersebut diletakkan secara benar dan kokoh untuk memastikan adanya kontak listrik yang baik.
7. Prosedur Pelapisan
- a. Instruksi kerja pada proses pelapisan untuk bahan baja karbon dan logam campuran rendah meliputi metode untuk memastikan bahwa permukaan logam bersih secara kimia (*water break-free*), metode untuk melakukan *silver strike* dan metode untuk melakukan proses *silver plating*.
 - b. Pada proses pelapisan bahan baja tahan korosi dan logam campuran tinggi, agar hasil pelapisan tahan terhadap lecet, pelapisan harus terdiri dari pelapisan dasar dengan *nickel strike* setebal 1-2 μm dan *silver plating* dengan total ketebalan lapisan (*nickel* dan *silver*) setebal 8 sampai 13 μm . Instruksi kerja meliputi metode untuk memastikan bahwa permukaan bersih secara kimia (*water break-free*), metode untuk melakukan *nickel*

strike atau *under plating*, metode untuk melakukan *silver strike*, dan metode untuk melakukan proses *silver plating*.

8. *De-embrittlement* Pasca Pelapisan

Dalam waktu empat jam setelah diangkat dari larutan pelapisan, dilakukan proses *de-embrittlement* yang disesuaikan dengan kategori bahan.

9. Penghapusan Lapisan Perak

Lapisan perak yang mengalami *defect* atau cacat dapat dihilangkan dengan metode kimiawi tertentu yang tidak menyebabkan rusaknya bahan dasar. Metode kimiawi tersebut terdokumentasi dalam instruksi kerja.

10. Jaminan Mutu Proses *Silver plating*

- a. Peralatan, larutan-larutan dan proses pengolahan harus sesuai dengan standar acuan dan instruksi kerja.
- b. Proses pelapisan harus dilakukan sesuai dengan gambar petunjuk.
- c. Lapisan harus halus, seragam, bebas dari lecet, nodul, lubang dan cacat permukaan lainnya.
- d. Lapisan harus tetap melekat ketika satu area kecil digosok berulang dengan tekanan kuat, menggunakan alat tertentu seperti tangkai baja dengan ujung melengkung halus.

Analisis terhadap pengamatan standar acuan kualitas proses *silver plating* :

1. Standar acuan kualitas proses *silver plating* dibuat oleh pihak pemesan dan disepakati oleh pihak produsen.
2. Standar tersebut telah disosialisasikan kepada seluruh petugas yang terkait.
3. Petugas terkait telah mengerti dan memahami isi standar tersebut.

4. Petugas terkait telah mendapat pelatihan mengenai tata cara pelaksanaan proses silver plating.
5. Standar tersebut selalu tersedia di ruang produksi, laboratorium, dan ruang administrasi.

C. Pengamatan Terhadap Jenis *Defect* Pada Proses *Silver plating*

Dilakukan pengamatan terhadap seluruh urutan proses *silver plating* dan terhadap hasil produksinya. Dari hasil pengamatan terhadap komponen yang telah mengalami proses *silver plating*, terdapat beberapa komponen yang mengalami kegagalan, cacat atau *defect*. Terdapat berbagai jenis *defect* yang terjadi selama proses *silver plating* dengan jumlah kejadian *defect* pada masing-masing jenis *defect* yang berbeda.

Jenis-jenis *defect* tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.2, contoh gambar *defect blister* dan *leaked masking* dapat dilihat pada Lampiran 2 Gambar 4.15 dan 4.16.

Tabel 4.2 Jenis *Defect* Pada Proses *Silver plating*

No	Jenis Defect	No	Jenis Defect	No	Jenis Defect
1	<i>Leaked Masking</i>	7	<i>Current Mark</i>	13	<i>Over Size</i>
2	<i>Blister</i>	8	<i>Pits</i>	14	<i>Finger Mark</i>
3	<i>Stain</i>	9	<i>Un Plating</i>	15	<i>White Patches</i>
4	<i>Un Uniform</i>	10	<i>Scratch</i>	16	<i>Tears Drop</i>
5	<i>Under Size</i>	11	<i>Peel Off</i>	17	<i>Nodule</i>
6	<i>Un Smooth</i>	12	<i>Damage</i>	18	<i>Double Layer</i>

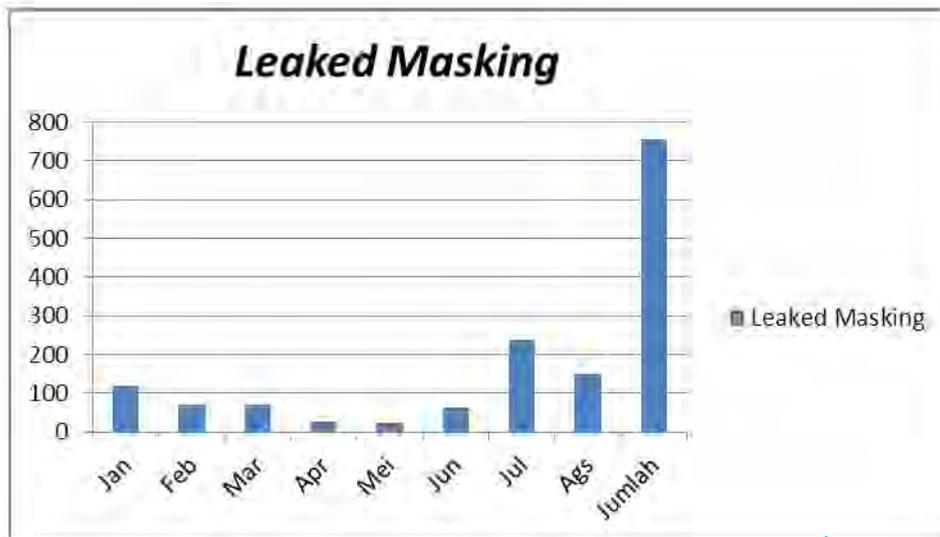
D. Pengumpulan Data *Defect* Pada Proses *Silver plating*

Pengumpulan data *defect* pada proses *silver plating* dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama sebelum dilakukan evaluasi dan perbaikan yaitu pada periode Januari - Agustus 2010, kemudian tahap kedua setelah dilakukan evaluasi dan perbaikan proses yaitu pada periode September - Desember 2010.

Tahap I : data rekapitulasi bulanan proses *silver plating* per jenis *defect* periode bulan Januari - Agustus 2010, yaitu sebelum dilakukan perbaikan pada proses *masking*, seperti yang tertera pada Tabel 4.3 dan Bagan 4.1 berikut :

Tabel 4.3 Rekapitulasi Bulanan Proses *Silver plating* Per Jenis *Defect* Sebelum Perbaikan Proses *Masking* Periode Bulan Januari - Agustus 2010

No	Jenis <i>Defect</i>	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Jumlah	Rata/ Bulan	%
1	<i>Leaked Masking</i>	120	68	69	25	24	62	239	149	756	94.5	26.04
2	<i>Blister</i>	108	114	85	31	11	52	22	107	530	66.25	18.26
3	<i>Stain</i>	46	54	2	28	18	4	71	155	378	47.25	13.02
4	<i>Un Uniform</i>	0	62	7	47	24	45	50	83	318	39.75	10.95
5	<i>Under Size</i>	0	141	14	3	0	4	11	45	218	27.25	7.51
6	<i>Un Smooth</i>	100	12	0	7	0	15	57	0	191	23.875	6.58
7	<i>Current Mark</i>	123	1	14	0	0	0	0	2	140	17.5	4.82
8	<i>Pits</i>	81	0	2	0	0	3	6	1	93	11.625	3.20
9	<i>Un Plating</i>	11	3	9	2	2	19	31	25	102	12.75	3.51
10	<i>Scratch</i>	57	2	3	3	0	1	15	7	88	11	3.03
11	<i>Peel Off</i>	7	0	17	2	5	3	1	1	36	4.5	1.24
12	<i>Damage</i>	0	0	5	9	0	0	3	2	19	2.375	0.65
13	<i>Over Size</i>	0	0	0	19	0	0	1	0	20	2.5	0.69
14	<i>Finger Mark</i>	0	0	0	1	0	1	0	3	5	0.625	0.17
15	<i>White Patches</i>	3	2	0	0	0	0	0	0	5	0.625	0.17
16	<i>Tear Drop</i>	0	0	0	1	0	0	0	1	2	0.25	0.07
17	<i>Nodule</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0.25	0.07
18	<i>Double Layer</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
	Jumlah <i>Defect</i>	656	459	227	178	86	209	507	581	2903	362.875	100



Bagan 4.1 Jenis *Defect Leaked Masking* Sebelum Perbaikan Proses *Masking* Periode Bulan Januari - Agustus 2010

Analisis terhadap pengamatan jenis *defect* dan pengumpulan data *defect* pada proses *silver plating* :

1. Data keseluruhan jumlah *defect* mencerminkan jumlah rework yang harus dilakukan.
2. Hasil pengumpulan data jumlah *defect* yang terjadi pada masing-masing jenis *defect*, seperti yang tercantum pada Tabel 4.3 dan Bagan 4.1, dari keseluruhan jenis *defect* yang terjadi, jumlah *defect* terbesar pada proses *silver plating* selama periode bulan Januari sampai dengan Agustus 2010 adalah *defect leaked masking*, yaitu sejumlah 756 buah komponen atau sebesar 26,04 % dari keseluruhan jumlah *defect* yang terjadi, atau rata-rata per bulan terjadi *defect leaked masking* sebesar 94,5 buah komponen.

3. Karena *defect leaked masking* merupakan *defect* dengan jumlah terbesar, maka fokus penelitian selanjutnya ditujukan pada penyebab terjadinya *leaked masking* tersebut.
4. *Defect leaked masking* adalah terjadinya pelapisan pada permukaan komponen yang seharusnya tidak boleh di *plating*. Proses *rework* untuk memperbaiki *defect leaked masking* memerlukan bahan kimia, waktu dan tenaga sehingga proses produksi menjadi tidak efektif dan efisien.
5. Selanjutnya dilakukan analisa mengenai hal-hal yang menyebabkan terjadinya *leaking* dan upaya perbaikannya menggunakan RCA metode “5 Why’s” dan FMEA.
6. Setelah dianalisa dan diketahui penyebabnya, dilakukan upaya perbaikan terhadap proses tersebut.

E. Evaluasi dan Perbaikan Proses *Silver plating*

Berdasarkan hasil pengumpulan data *defect* pada proses *silver plating*, dilakukan evaluasi dan perbaikan proses *silver plating* menggunakan *Root Cause Analysis* (RCA) berbasis produksi dengan metode “5 Why’s” dan menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), dengan urutan analisa yang dipaparkan pada Tabel 4.4.

Untuk memperlihatkan faktor-faktor yang mempengaruhi proses, digunakan *fishbone diagram*, seperti yang diperlihatkan pada Bagan 4.2.

Tabel 4.4 Analisa dan Upaya Perbaikan Proses

No	Analisa RCA "5 Why's"	FMEA
1	<p>Mengapa terjadi <i>defect</i> berupa <i>leaking</i> ?</p> <p>Karena larutan <i>plating</i> masuk ke permukaan area yang tidak boleh diplating, sehingga menyebabkan terjadinya noda-noda <i>silver plating</i> pada area permukaan yang seharusnya tidak boleh diplating</p>	<p>Memperbaiki defect <i>leaking</i> dengan menghilangkan noda-noda <i>silver plating</i> dengan cara menggosok atau memoles area permukaan yang tidak boleh terplating, tetapi direject oleh pihak konsumen, alasan tidak disetujuinya dilakukan pemolesan karena dapat menyebabkan <i>metal fatigue</i>, sehingga menurunkan daya tahan komponen.</p> <p>Karena terdapat <i>leaking</i>/kebocoran pada <i>seal</i> yang menutup area permukaan komponen</p>
2	<p>Mengapa terjadi larutan plating masuk ke permukaan area yang tidak boleh diplating ?</p>	<p>Mencari penyebab <i>leaking</i>/kebocoran pada alat masking, yaitu ternyata karena terjadi kebocoran/<i>leaking</i> terjadi pada seal yang menutup area permukaan komponen</p>
3	<p>Mengapa terjadi kebocoran pada <i>seal</i> yang menutup area permukaan komponen ?</p>	<p>Karena terjadi keausan pada <i>seal</i> keausan pada <i>seal</i> yang menutup area permukaan komponen</p>
4	<p>Mengapa terjadi keausan pada <i>seal</i> ?</p>	<p>Karena dimensi <i>seal</i> kurang sempurna/baik :</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Bagian pinggir <i>seal</i> terlalu sempit b. Bagian pinggir <i>ring</i> penahan terlalu sempit c. Pelat dudukan tempat kontak arus kurang kuat sehingga tidak stabil, berakibat pada waktu proses menjadi miring yang dapat menyebabkan kebocoran

5	Mengapa pinggir <i>seal</i> dan pinggir <i>ring</i> penahan terlalu sempit dan dudukan tempat kontak arus kurang kuat ?	Karena terdapat ketidak tepatan desain pada pinggir <i>seal</i> dan pinggir <i>ring</i> penahan dudukan; sehingga seal pada teflon tidak pas dan tidak stabil
6	Mengapa terdapat ketidak tepatan desain pada pinggir seal dan pinggir ring penahan dudukan; sehingga seal pada teflon tidak pas dan tidak stabil?	<p>Karena desain yang didapat dari pihak konsumen, tidak dilakukan pembahasan dan kajian terlebih dahulu oleh pihak produsen (Divisi Senjata SubDivisi Surface & Heat Treatment Services)</p> <p>Melakukan desain ulang alat <i>masking</i> yaitu seal di perbaiki dengan cara :</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Desain ulang pinggiran seal sesuai ukuran diameter permukaan b. Desain ulang dudukan seal pada teflon dengan memberi alur pada dudukan seal c. Desain ulang ring penahan d. Desain ulang dudukan kontak arus dari 2 pelat menjadi 4 pelat



Bagan 4.2 Diagram Tulang Ikan Defect Leaked Masking

Analisis terhadap evaluasi dan perbaikan proses *silver plating* :

1. Dalam penelitian ini dilakukan penerapan teori manajemen kualitas dalam mengatasi masalah produksi yang terjadi.
2. Dipilih teori penerapan menggunakan *Root Cause Analysis* (RCA) berbasis produksi dengan metode “5 Why’s” dan menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Sedangkan untuk memperlihatkan faktor-faktor yang mempengaruhi proses digunakan *fishbone diagram*.

a. Menurut McWilliams dari *Department of Industrial Technology College of Technology Purdue University, Root Cause Analysis* (RCA) atau Analisis Akar Penyebab dikembangkan sebagai alat pengukur kualitas yang digunakan untuk membedakan sumber cacat atau masalah. Analisa ini merupakan pendekatan yang terstruktur berfokus pada asal penyebab atau penyebab yang pasti dari masalah atau kondisi.

- b. *Root Cause Analysis* dilakukan untuk membantu organisasi mengidentifikasi titik-titik resiko atau titik-titik kelemahan dalam proses, penyebab yang mendasari atau yang terkait sistem, dan tindakan perbaikan. Organisasi secara teratur melakukan RCA bagi proses yang sedang berlangsung dan proaktif melakukan kajian sistem dan proses sehingga secara signifikan mengurangi kemungkinan kesalahan yang serupa.
- c. Salah satu kelompok dari RCA adalah analisis akar penyebab berbasis produksi, yaitu berasal dari bidang pengontrolan kualitas untuk industri manufaktur. Kelompok RCA ini cenderung untuk melihat akar penyebab sebagai asal penyebab dari ketidaksesuaian, yang konsisten dengan gagasan dari alur produksi yang terdiri dari banyak langkah-langkah berurutan, satu atau lebih dari langkah tersebut kemungkinan tidak berfungsi dengan baik atau keluar dari toleransi yang ditetapkan.
- d. Prinsip umum dari RCA adalah tindakan perbaikan pada akar penyebab masalah lebih efektif dari pada hanya memperbaiki gejala dari suatu masalah. Agar efektif, RCA harus dilaksanakan secara sistematis dan kesimpulan yang diambil harus didasarkan pada bukti. Biasanya lebih dari satu akar penyebab untuk satu masalah yang terjadi.
- e. *Root Cause Analysis* merupakan suatu metode yang membantu dalam menemukan: “kejadian apa yang terjadi?”, “bagaimana kejadian itu terjadi?”, “mengapa kejadian itu terjadi?”.

Memberikan pengetahuan dari masalah-masalah sebelumnya, kegagalan, dan kecelakaan. Salah satu metode untuk mendapatkan akar permasalahan adalah dengan bertanya *why* (mengapa) beberapa kali sehingga tindakan yang sesuai dengan akar penyebab masalah yang ditemukan, akan menghilangkan masalah.

- f. Gaspersz, V. (2012) dalam bukunya *All-in-one Management ToolBook Contoh Aplikasi pada Bisnis dan Industri Modern* menjelaskan tentang *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*, yang diartikan sebagai sejenis kegagalan yang mungkin terjadi, baik kegagalan secara spesifikasi maupun kegagalan yang mempengaruhi konsumen. Dari *failure mode* ini kemudian dianalisis terhadap akibat dari kegagalan dari sebuah proses dan pengaruhnya terhadap perusahaan. FMEA yang diterapkan dalam penelitian ini adalah *FMEA Process* yaitu untuk mendeteksi risiko yang teridentifikasi pada saat proses.
- g. *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* merupakan alat Six Sigma yang sering dipergunakan untuk mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab dari suatu masalah kualitas. FMEA adalah suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (*failure modes*). Suatu mode kegagalan adalah apa saja yang termasuk dalam kecacatan/ kegagalan dalam desain, kondisi di luar batas spesifikasi yang telah ditetapkan, atau perubahan-perubahan dalam produk yang menyebabkan terganggunya fungsi dari produk itu.

- h. Melalui menghilangkan mode kegagalan, maka FMEA akan meningkatkan keandalan dari produk dan pelayanan sehingga meningkatkan kepuasan pelanggan yang menggunakan produk dan pelayanan itu. FMEA dapat diterapkan dalam semua bidang, baik manufaktur maupun jasa, juga pada semua jenis produk. Namun penggunaan FMEA akan paling efektif apabila diterapkan pada produk atau proses-proses baru, atau produk dan proses sekarang yang mengalami perubahan-perubahan besar dalam desain sehingga dapat mempengaruhi keandalan dari produk dan proses itu.
- i. Pada dasarnya sasaran dari proses manufakturing adalah menghasilkan produk yang memenuhi semua spesifikasi sepanjang waktu. Suatu FMEA proses akan mengidentifikasi penyimpangan-penyimpangan potensial yang mungkin dari setiap spesifikasi dan menghilangkan atau meminimumkan adanya penyimpangan-penyimpangan itu melalui deteksi dan/atau pencegahan perubahan-perubahan dalam variabel-variabel proses. Manfaat penggunaan FMEA Proses dalam peningkatan kualitas *Six Sigma* adalah mengidentifikasi masalah-masalah potensial sebelum produk itu diproduksi, membantu menghindari scrap dan pekerjaan ulang (rework), mengurangi banyaknya kegagalan produk yang dialami oleh pelanggan sehingga akan meningkatkan kepuasan pelanggan, dan menjamin suatu start-up produksi yang lebih mulus.

3. Berdasar hasil penerapan analisa didapat akar penyebab permasalahan yang faktor-faktor penyebabnya digambarkan dengan diagram tulang ikan yaitu faktor metode : standar acuan kurang divalidasi dan proses masking kurang sempurna; faktor pekerja : kurang pelatihan untuk pekerja dan pekerja kurang tanggap terhadap masalah yang terjadi; faktor peralatan : peralatan masking kurang sempurna, dimensi dan dudukan *seal* kurang sempurna, dudukan kontak arus kurang sempurna; dan faktor bahan : bahan *seal* kurang baik dan cepat aus.
4. Dilakukan upaya perbaikan proses dengan melakukan desain ulang alat *masking* yaitu memperbaiki *seal* dengan cara:
 - a. Melakukan desain ulang pinggiran *seal* sesuai ukuran diameter permukaan.
 - b. Melakukan desain ulang dudukan seal pada teflon dengan memberi alur pada dudukan *seal*.
 - c. Melakukan desain ulang ring penahan.
 - d. Melakukan desain ulang dudukan kontak arus dari 2 pelat menjadi 4 pelat.
5. Agar dapat membandingkan efek dari perbaikan proses, dilakukan pengumpulan data *defect* yang terjadi setelah perbaikan proses.

F. Pengumpulan Data *Defect* Setelah Perbaikan Proses

Setelah dilakukan perbaikan dengan mendesain ulang alat masking, dilakukan pengumpulan data Tahap II.

Tahap II : data rekapitulasi bulanan proses *silver plating* per jenis *defect* periode bulan September - Desember 2010, yaitu setelah dilakukan perbaikan pada proses *masking*, data diambil selama 3 bulan yaitu bulan September, November dan Desember 2010, karena pada bulan Oktober 2010 tidak dilakukan produksi, seperti yang tertera pada Tabel 4.5 dan Bagan 4.2 berikut :

Tabel 4.5. Rekapitulasi Bulanan Proses *Silver plating* Per Jenis Defect Setelah Perbaikan Proses *Masking* Periode September - Desember 2010

No	Jenis Defect	Sep	Nov	Des	Jumlah	Rata/ Bulan	%
1	<i>Leaked Masking</i>	3	13	11	27	9	11.89
2	<i>Blister</i>	12	40	77	129	43	56.83
3	<i>Stain</i>	0	0	24	24	8	10.57
4	<i>Un Uniform</i>	0	3	8	11	3.67	4.85
5	<i>Under Size</i>	0	0	2	2	0.67	0.88
6	<i>Un Smooth</i>	0	0	0	0	0	0
7	<i>Current Mark</i>	0	0	0	0	0	0
8	<i>Pits</i>	22	0	0	22	7.3	9.69
9	<i>Un Plating</i>	1	1	3	5	1.67	2.20
10	<i>Scratch</i>	0	3	0	3	1	1.32
11	<i>Peel Off</i>	0	1	0	1	0.33	0.44
12	<i>Damage</i>	0	2	0	2	0.67	0.88
13	<i>Over Size</i>	0	0	0	0	0	0
14	<i>Finger Mark</i>	0	0	0	0	0	0
15	<i>White Patches</i>	0	0	0	0	0	0
16	<i>Tear Drop</i>	1	0	0	1	0.33	0.44
17	<i>Nodule</i>	0	0	0	0	0	0
18	<i>Double Layer</i>	0	0	0	0	0	0
	Jumlah Defect	39	63	125	227	75.67	100



Bagan 4.3 Jenis *Defect Leaked Masking* Setelah Perbaikan Proses *Masking* Periode September - Desember 2010

Analisis terhadap pengumpulan data *defect* setelah perbaikan proses :

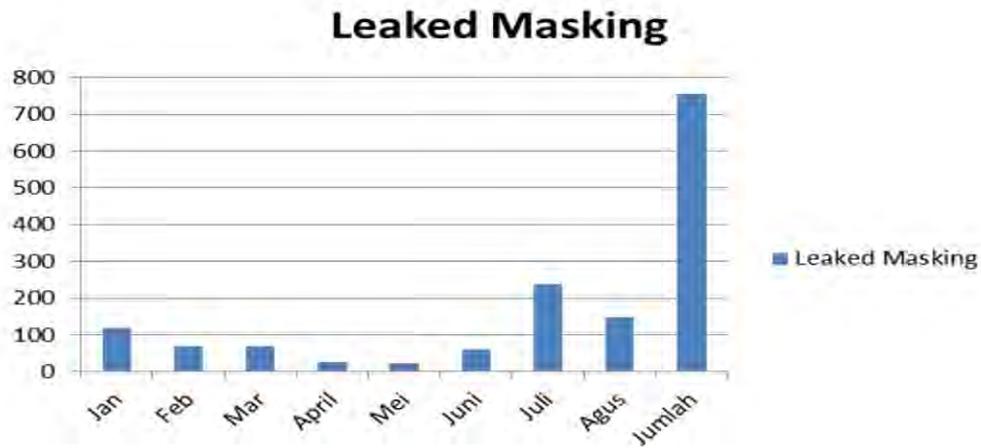
1. Setelah dilakukan perbaikan proses, berdasar data pada Tabel 4.5, dari seluruh jenis *defect* yang terjadi, jumlah *defect leaked masking* yang terjadi sebesar 11,89 %, dengan rata-rata per bulan terjadi *defect leaked masking* sebesar 9 buah komponen, sehingga *defect leaked masking* bukan lagi merupakan jenis *defect* terbesar. Pada kondisi tersebut jenis *defect blister* menjadi yang terbesar, yaitu sejumlah 56,83 %
2. Pengamatan selanjutnya di **fokuskan pada *defect leaked masking***. Dengan data yang sama, penampilan data khusus pada *defect leaked masking* dapat dilihat pada Tabel 4.6 dan Bagan 4.3, Tabel 4.7 dan Bagan 4.4, Tabel 4.8 dan Bagan 4.5 berikut :

Tabel 4.6 Data *Defect Leaked Masking* Per Bulan Sepanjang Tahun 2010

Bulan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Nov	Des	Jumlah	Rata/Bulan
Jumlah Defect	120	68	69	25	24	62	239	149	3	13	11	783	65.25

Bagan 4.4 Data *Defect Leaked Masking* Per Bulan Sepanjang Tahun 2010Tabel 4.7 Data *Defect Leaked Masking* Per Bulan Sebelum Perbaikan Januari - Agustus 2010

Bulan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Jumlah	Rata/Bulan
Jumlah Defect	120	68	69	25	24	62	239	149	756	94.5



Bagan 4.5 Data *Defect Leaked Masking* Per Bulan Sebelum Perbaikan Januari - Agustus 2010

Tabel 4.8 Data *Defect Leaked Masking* Per Bulan Setelah Perbaikan September - Desember 2010

Bulan	Sep	Nov	Des	Jumlah	Rata/Bulan
Jumlah <i>Defect</i>	3	13	11	27	9



Bagan 4.6 Data *Defect Leaked Masking* Per Bulan Setelah Perbaikan September - Desember 2010

Analisis terhadap pengumpulan data *defect leaked masking* sebelum dan setelah perbaikan proses :

1. Sebelum dilakukan perbaikan pada *seal* alat *masking*, pengambilan data Tahap I periode bulan Januari - Agustus 2010, *defect leaked masking* merupakan jenis *defect* terbesar yang terjadi pada proses *silver plating*, yaitu sejumlah 756 *defect* dari keseluruhan *defect* sejumlah 2903 *defect* atau sebesar 26,04 %.
2. Setelah dilakukan perbaikan pada *seal* alat *masking*, pengambilan data Tahap II periode bulan September - Desember 2010, *defect leaked masking* bukan lagi merupakan jenis *defect* terbesar yang terjadi pada proses *silver plating*, yaitu sejumlah 27 *defect* dari keseluruhan *defect* sejumlah 227 *defect* atau sebesar 11,89 %.

3. Terjadi penurunan jumlah *defect leaked masking* dari semula 26,04 % menjadi 11,89 %, rata-rata per bulan terjadi penurunan dari 94,5 buah komponen menjadi 9 buah komponen, sehingga rata-rata jumlah penurunan defect sebesar 85,5 buah komponen.
4. Jenis *defect* terbesar setelah dilakukan perbaikan pada *seal* alat *masking*, adalah *defect blister*, yaitu sejumlah 129 *defect* dari keseluruhan *defect* sejumlah 227 *defect* atau sebesar 56,83 %.
5. Pada Tahap II periode bulan September - Desember 2010, pada bulan Oktober 2010 tidak dilakukan produksi *silver plating*.

G. Pengumpulan Data Defect Komponen Terbesar Proses Silver plating

Komponen dengan jumlah terbesar hasil *silver plating* dengan proses *masking* adalah komponen *Threaded Ring D59502* dan *Threaded Ring D59482/4*, sehingga dilakukan pengamatan dan pengumpulan data khusus terhadap *defect leaked masking* pada komponen-komponen tersebut selama tahun 2010.

Produksi *silver plating* kedua komponen tersebut dimulai pada bulan Maret sampai dengan Desember 2010; dengan rincian sebelum dilakukan perbaikan proses yaitu pada periode bulan Maret - Agustus 2010; dan setelah dilakukan perbaikan proses yaitu pada periode bulan September - Desember 2010.

Pada bulan Januari, Februari dan Oktober 2010 tidak dilakukan produksi *silver plating* pada kedua komponen tersebut, sehingga waktu produksi adalah pada bulan Maret, April, Mei, Juni, Juli, Agustus, September, November dan Desember 2010.

1. Pengamatan Terhadap Data Defect Leaked Masking Pada Komponen *Threaded Ring* D59502.
 - a. Data *defect leaked masking* pada komponen *Threaded Ring* D59502 per bulan sepanjang tahun 2010 dapat dilihat pada Tabel 4.9 dan Bagan 4.6
 - b. Data *defect leaked masking* pada komponen *Threaded Ring* D59502 per bulan sebelum dilakukan perbaikan yaitu pada periode April - Agustus 2010, dapat dilihat pada Tabel 4.10 dan Bagan 4.7
 - c. Data *defect leaked masking* pada komponen *Threaded Ring* D59502 per bulan setelah dilakukan perbaikan yaitu pada periode September - Desember 2010, dapat dilihat pada Tabel 4.11 dan Bagan 4.8

Tabel 4.9. Data *Defect Leaked Masking* Komponen *Threaded Ring* D59502 Per Bulan Sepanjang Tahun 2010

Bulan	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Nov	Des	Jumlah	Rata/Bulan
Jumlah Defect	0	0	1	40	73	40	0	14	168	21



Bagan 4.7 Data *Defect Leaked Masking* Komponen *Threaded Ring* D59502 Per Bulan Sepanjang Tahun 2010

Tabel 4.10 Data *Defect Leaked Masking* Komponen *Threaded Ring* D59502 Per Bulan Sebelum Perbaikan Periode April - Agustus 2010

Bulan	Mar	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	Jumlah	Rata/Bulan
Jumlah Defect	0	0	1	40	73	40	154	25.67



Bagan 4.8 Data *Defect Leaked Masking* Komponen *Threaded Ring* D59502 Per Bulan Sebelum Perbaikan Periode April - Agustus 2010

Tabel 4.11 Data *Defect Leaked Masking* Komponen *Threaded Ring* D59502 Per Bulan Setelah Perbaikan Periode September- Desember 2010

Bulan	September	November	Desember	Jumlah	Rata/Bulan
Jumlah Defect	0	0	14	14	3.5



Bagan 4.9 Data *Defect Leaked Masking* Komponen *Threaded Ring* D59502 Per Bulan Setelah Perbaikan Periode September- Desember 2010

Analisa terhadap pengamatan data *defect leaked masking* pada komponen *Threaded Ring* D59502, adalah sebagai berikut :

- a. Jumlah komponen *Threaded Ring* D59502 yang mengalami *defect leaked masking* sepanjang tahun 2010 sejumlah 168 komponen.

- b. Rata-rata *defect leaked masking* komponen *Threaded Ring D59502* per bulan sepanjang tahun 2010 sejumlah 21 buah komponen.
- c. Jumlah komponen *Threaded Ring D59502* yang mengalami *defect leaked masking* sebelum dilakukan perbaikan pada seal alat masking, sejumlah 154 komponen.
- d. Rata-rata *defect leaked masking* komponen *Threaded Ring D59502* per bulan sebelum dilakukan perbaikan pada seal alat masking, sejumlah 25,67 buah komponen.
- e. Jumlah komponen *Threaded Ring D59502* yang mengalami *defect leaked masking* setelah dilakukan perbaikan pada seal alat masking, sebanyak 14 buah komponen.
- f. Rata-rata *defect leaked masking* komponen *Threaded Ring D59502* per bulan setelah dilakukan perbaikan pada seal alat masking, sejumlah 3,5 buah komponen.
- g. Sehingga setelah dilakukan perbaikan, terjadi penurunan rata-rata kejadian *defect leaked masking* komponen *Threaded Ring D59502* perbulan secara signifikan sebesar $= 25,67 - 3,5 = 22,17$ buah komponen.

2. Pengamatan Terhadap Data Defect Komponen *Threaded Ring D59482/4*
 - a. Rata-rata *defect leaked masking* pada komponen *Threaded Ring D59482/4* per bulan selama tahun 2010 dapat dilihat pada Tabel 4.12 dan Bagan 4.9.
 - b. Rata-rata *defect leaked masking* pada komponen *Threaded Ring D59482/4* per bulan sebelum dilakukan perbaikan yaitu pada periode April - Agustus

2010, dapat dilihat pada Tabel 4.13 dan Bagan 4.10.

- c. Rata-rata defect leaked masking pada komponen *Threaded Ring* D59482/4 per bulan setelah dilakukan perbaikan yaitu pada periode September-Desember 2010, dapat dilihat pada Tabel 4.14 berikut :

Tabel 4.12. Data *Defect Leaked Masking* Komponen *Threaded Ring* D59482/4 Per Bulan Sepanjang Tahun 2010

Bulan	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Nov	Des	Jumlah	Rata/Bulan
Jumlah Defect	17	0	19	0	18	29	0	0	83	10.375



Bagan 4.10 Data *Defect Leaked Masking* Komponen *Threaded Ring* 59482/4 Per Bulan Sepanjang Tahun 2010

Tabel 4.13. Data *Defect Leaked Masking* Komponen *Threaded Ring* 59482/4 Per Bulan Sebelum Perbaikan Periode April - Agustus 2010

Bulan	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	Jumlah	Rata/Bulan
Jumlah Defect	17	0	19	0	18	29	83	13.833



Bagan 4.11 Data *Defect Leaked Masking* Komponen *Threaded Ring* D59482/4 Per Bulan Sebelum Perbaikan April - Agustus 2010

Tabel 4.14. Data *Defect Leaked Masking* Komponen *Threaded Ring* D59482/4 Per Bulan Setelah Perbaikan Periode November - Desember 2010

Bulan	November	Desember	Jumlah	Rata/Bulan
Jumlah Defect	0	0	0	0

Analisa terhadap pengamatan data *defect leaked masking* pada komponen *Threaded Ring D59482/4*, adalah sebagai berikut :

- a. Jumlah komponen *Threaded Ring D59482/4* yang mengalami *defect leaked masking* sepanjang tahun 2010 sejumlah 83 buah komponen.
- b. Rata-rata *defect leaked masking* komponen *Threaded Ring D59482/4* per bulan sepanjang tahun 2010 sejumlah 10,375 buah komponen.
- c. Jumlah komponen *Threaded Ring D59482/4* yang mengalami *defect leaked masking* sebelum dilakukan perbaikan pada *seal* alat *masking*, sejumlah 83 komponen.
- d. Rata-rata *defect leaked masking* komponen *Threaded Ring D59482/4* per bulan sebelum dilakukan perbaikan pada *seal* alat *masking*, sejumlah 13,833 buah komponen.
- e. Jumlah komponen *Threaded Ring D59482/4* yang mengalami *defect leaked masking* setelah dilakukan perbaikan (metode : proses *masking*, standar acuan: pekerja: pelatihan; peralatan, dan bahan) pada *seal* alat *masking*, sebanyak 0 buah komponen.
- f. Rata-rata *defect leaked masking* komponen *Threaded Ring D59482/4* per bulan setelah dilakukan perbaikan pada *seal* alat *masking*, sejumlah 0 buah komponen.
- g. Sehingga setelah dilakukan perbaikan, terjadi penurunan rata-rata kejadian *defect leaked masking* komponen *Threaded Ring D59482/4* perbulan secara signifikan sebesar $=13,833 - 0 = 13,833$ buah komponen.

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

1. Berdasar hasil penelaahan atas proses kerja *silver plating*, maka penelitian ini menyimpulkan : ditemui masalah pada salah satu proses produksi komponen pesawat terbang yang diproduksi oleh PT X, yaitu pada produksi komponen yang menggunakan proses *silver plating*. Proses ini terdiri dari 34 tahapan yang memerlukan ketelitian dan ketepatan teknik untuk meminimalisasi berbagai jenis *defect* yang terjadi yang mengakibatkan harus dilakukannya *rework* sehingga meningkatkan *cost* produksi. Jenis *defect* terbesar yang terjadi adalah *defect leaked masking*. Setelah dilakukan analisis untuk mengetahui akar permasalahan (*root cause*) penyebab terjadinya *defect* pada proses *masking* tersebut, dengan menerapkan *Root Cause Analysis* menggunakan metode *5 Why's* dan *Failure Mode and Effect Analysis*, serta menggunakan *Fishbone Diagram*, maka dilakukan perbaikan *seal* pada proses *masking* sehingga dapat mengurangi jumlah *defect* secara signifikan.
2. Banyaknya *rework* pada proses *silver plating* komponen pesawat terbang telah dapat dikurangi dengan melakukan perbaikan pada tahapan proses terbanyak terjadi *defect*, sehingga dari hasil penelitian ini dapat dibuktikan bahwa penerapan teori manajemen kualitas berhasil mengatasi permasalahan proses produksi.

B. Saran

1. Perlu dilakukan pemantauan secara lebih seksama dan terus menerus selama pelaksanaan proses *silver plating* komponen pesawat terbang oleh Subdivisi *Surface & Heat Treatment Services* agar sesuai standar acuan yang telah ditetapkan.
2. Perlu dilakukan evaluasi terhadap proses *silver plating* untuk mencegah terjadinya kegagalan dalam *plating* dan mengetahui seberapa besar kegagalan yang terjadi.
3. Apabila terjadi kegagalan harus segera dilakukan analisa untuk dapat segera memperbaiki proses dan mengurangi kerugian lebih lanjut.
4. Analisa untuk memperbaiki proses dapat dilakukan dengan menerapkan *Root Cause Analysis* menggunakan metode *5 Why's* dan *Failure Mode and Effect Analysis*, serta menggunakan *Fishbone Diagram*, serta untuk mengantisipasi cacat atau *rework*.
5. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk memperbaiki jenis-jenis *defect* lain yang terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

- Andersen & Fagerhaug. (2006). *Root Cause Analysis: Simplified Tools And Techniques*.
- Bester. (1999). *Quality By Objective (QBO)*.
- Chlander. (2004). Langkah-langkah RCA
Diambil 10 Juni 2011, dari situs World Wide Web :
www.eepis-its.edu/uploadta/downloadmk.php?id=1056
- Crosby, Philip B.(1979), *Quality is Free*.
- Dale, B.G. & Oakland, J.S. (1994). Designing for quality. Dalam B.G. Dale (ed.). *Managing quality* (h.163-183). New York, NY : Prentice Hall.
- Dale, B.G, Boaden, R.J & Lascelles, D.M (1994). *Total Quality Management : an Overview*. New York, NY : Prentice Hall.
- Deming, W.E. (1982), *Out of the Crisis*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Dilworth, J.B. (1989). *Production and operations management : Manufacturing and non manufacturing*. Edisi 4. Homewood, IL: Irwin.
- Eliyana, A. & Wiratmoko, M. (2007). *Manajemen Operasi* , Jakarta : Penerbit Universitas Terbuka.
- Evans, J.R. & Lindsay, W.M. (2008). *The Management and Control of Quality* (1-31).Mason, OH : South-Western.
- Feigenbaum, Armand. (1961), *Total Quality Control*. New York, McGraw- Hill.
- Garvin, D.A., (1996) *Managing Quality*, New York, Free Press.
- Gaspersz, Vincent. (1997). *Manajemen Kualitas Dalam Industri Jasa*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, Vincent. (2012). *All-in-one Management ToolBook Contoh Aplikasi pada Bisnis dan Industri Modern*. Jakarta : Tri-Al-Bros Publishing.
- Gitlow, H.S., Oppenheim, A.J. & Oppenheim, R. & Levine, D.M. (2005). *Quality Management* (h. 2-28). USA : Mc.Graw-Hill.
- Goetch dan Davis. (1995). *Implementing Total Quality* Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Juran, Joseph.(1988). *Juran on planning for quality*. Free Press.

- Kaoru Ishikawa (1950). *Fishbone Diagram*
 Diambil 22 November 2012, dari situs World Wide Web :
www.doh.state.fl.us/hpi/pdf/Cause_and_EffectDiagram2.pdf.
- Kolarik. (1995). *Creating quality: concepts, systems, strategies, and tools*. USA :
 Mc.Graw-Hill.
- Kotler, Philip.(1997). *Manajemen Pemasaran Analisis Perencanaan,
 Implementasi dan Kontrol*. Jakarta: PT. Prenhallindo.
- McWilliams D.L (2010). *Introduction to Root Cause Analysis*.
 Diambil 10 Juni 2011, dari situs World Wide Web :
www.purdue.edu/discoverypark/PLM/SME/Introduction_to_Root_Cause_Analysis.pdf.
- Parasuraman, A, et al. (1985), “A Conceptual Model of Service Quality and its
 Implications for Future Research”, *Journal of marketing* Vol. 49, p.44.
- Radford, G.S. (1992), *The Control of Quality in Manufacturing*. New York:
 Ronald Press.
- Russel, R.S. & Taylor III, B.W. (1995). *Production and operations: Focusing on
 quality and competitiveness*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc.
- Russel. (1996). *Fitness for Consumer Use*.
- Scherkenbach. (1991). *Deming's Road to Continual Improvement*. Spc Press.
- Standar Nasional Indonesia (SNI 19-8402-1991).
- Tenner, A.R. & DeToro, I.J. (1992). *Total quality management : Three steps to
 continuous improvement*. (h. 109-126). Reading, MA : Addison-Wesley
 Publishing Company.

LAMPIRAN 1

GAMBAR PROSES SILVER PLATING



Gambar 4.1 Proses *Cleaning*



Gambar 4.2 Proses *Stress Relief*

LAMPIRAN 1
(LANJUTAN)



Gambar 4.3 Proses *Masking*



Gambar 4.4 Proses *Immersing*

LAMPIRAN 1

(LANJUTAN)



Gambar 4.5 Proses *Removing from Jigging and Masking*



Gambar 4.6 Proses Cek Ketebalan

LAMPIRAN 1

(LANJUTAN)



Gambar 4.7 Proses *Cold Static Rinsing*



Gambar 4.8 Proses *Drying*

LAMPIRAN 1

(LANJUTAN)



Gambar 4.9 Proses *De-Embrittlement*



Gambar 4.10 Proses *Visual Checking*

LAMPIRAN 1
(LANJUTAN)



Gambar 4.11 Proses Tes Kelekatan



Gambar 4.12 Proses Tes Adhesi

LAMPIRAN 1

(LANJUTAN)



Gambar 4.13 Proses *Packaging*



Gambar 4.14 Proses *Shipping*

LAMPIRAN 2

GAMBAR DEFECT PADA PROSES SILVER PLATING



Gambar 4.15 Jenis *Defect Blister*



DAFTAR ISTILAH

<i>Blister</i>	: Permukaan pelapisan pada komponen yang melembung.
<i>Cleaning</i>	: Memasukkan material ke dalam cairan pembersih dan dibersihkan dengan kain bersih.
<i>De-embrittlement</i>	: Pemanasan komponen pada suhu dan waktu tertentu dalam oven.
<i>Defect</i>	: Cacat atau gagal produk.
<i>Drying</i>	: Pengeringan menggunakan alat semprotan udara.
<i>Electrolytic cleaning</i>	: Membersihkan dengan pembersih elektrolitik selama 1-2 menit pada 4-6 Volts dan suhu 40-60°C
<i>Etching</i>	: Merendam komponen dalam Sulfuric Acid Etch selama 30-120 detik pada 3-6 Volts.
<i>Hot static rinsing</i>	: Pembilasan dengan air panas statis pada suhu 40-60°C.
<i>Immersing</i>	: Merendam material ke dalam cairan pembersih perendam panas selama 2-5 menit pada suhu 60-80°C.
<i>Inspection</i>	: Memeriksa ukuran dan kerusakan pada komponen sebelum dilapis.
<i>Jigging</i>	: Menggantungkan komponen pada alat pegang.
<i>Leaked Masking</i>	: Kebocoran pelapisan pada permukaan yang tidak boleh dilapis.
<i>Masking</i>	: Memasang pelindung pada daerah yang tidak dilapis.
<i>Plating</i>	: Pelapisan
<i>Removing</i>	: Melakukan pelepasan atau pengangkatan dari jigging dan masking.
<i>Rinsing</i>	: Membilas komponen ke dalam air dingin statis.
<i>Stress Relief</i>	: Proses pencegahan dari metal fatigue
<i>Threaded</i>	: Uliran
<i>Water break free</i>	: Bersih secara kimia