

TUGAS AKHIR

**MENGURANGI KEBOCORAN RADIATOR ALUMINIUM PLASTIK
DENGAN MENGANALISA SEBAB – SEBAB KEBOCORAN
DI PT SELAMAT SEMPURNA Tbk.**

Disusun oleh :

FAIZUL EFFIL M.

NIM : 01301139

Jurusan : Teknik Mesin S1



**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2007**

TUGAS AKHIR

**MENGURANGI KEBOCORAN RADIATOR ALUMINIUM PLASTIK
DENGAN MENGANALISA SEBAB – SEBAB KEBOCORAN
DI PT SELAMAT SEMPURNA Tbk.**

Diajukan Sebagai Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar Kesarjanaan
Pada Program Strata Satu Jurusan Teknik Mesin
Universitas Mercu Buana

Disusun oleh :

FAIZUL EFFIL M.

NIM : 01301139

Jurusan : Teknik Mesin S1



**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2007**

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini adalah saya;

Nama : Faizul Effil M.
NIM : 01301139
Fakultas : Teknologi Industri
Jurusan : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya Tugas Akhir yang saya buat ini merupakan hasil karya saya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, kecuali kutipan-kutipan yang mendukung dan mendasari dari sumber yang disebutkan di daftar pustaka.

Jakarta, Maret 2007

Penulis,

Faizul Effil M.

LEMBAR PERSETUJUAN

**MENGURANGI KEBOCORAN RADIATOR ALUMINIUM PLASTIK
DENGAN MENGANALISA SEBAB – SEBAB KEBOCORAN
DI PT SELAMAT SEMPURNA Tbk.**

Diajukan Sebagai Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar Kesarjanaan
Pada Program Strata Satu Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Mercu Buana

Disusun Oleh :

FAIZUL EFFIL M.

NIM : 01301139
Fakultas : Teknologi Industri
Jurusan : Teknik Mesin S1

Jakarta, Maret 2007

Telah diperiksa dan disetujui,

Ir. Ruli Nutranta M.Eng.
Kaprodin Mesin

Ir. M. Kholil M.Eng.
Dosen Pembimbing

Ariosuko ST.
Koordinator TA

ABSTRAK

Dalam dunia industri komponen otomotive, persyaratan untuk mempertahankan mutu produk adalah hal yang mutlak dilakukan.

Produk Radiator Aluminium Plastik yang bocor pada saat proses Leak Test berdampak pada menurunnya mutu barang tersebut terhadap perusahaan. Kebocoran pada radiator ini tidak dapat ditambal atau diulang prosesnya. Radiator yang bocor akan dibuang dan menurunkan output dari produksi serta merugikan perusahaan.

Suatu teknik dalam pengurangan kebocoran ini adalah menganalisa sebab-sebab kebocoran tersebut berdasarkan data-data kebocoran sebelumnya. Setelah dianalisa lalu diterapkan di lapangan, bila hasilnya kurang baik dianalisa lagi dan terus berputar sampai target tercapai.

Perbaikan berkesinambungan dan terus menerus untuk memenuhi kebutuhan pelanggan dengan proses tranformasi terbaik merupakan suatu misi yang sangat baik diterapkan pada suatu perusahaan., sehingga pangsa pasar yang tinggi dan kualitas yang baik memegang peranan penting dalam menaikkan keuntungan.

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
ABSTRAK	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Pengertian Mutu	6
2.2 Pengendalian Mutu	10
2.2.1 Cara dan Derajat Yang Mempengaruhi Pengawasan Mutu	11
2.3 Alat dan Teknik Perbaikan Mutu	12
2.3.1 Flow Chart	13
2.3.2 Brainstorming	13
2.3.3 Affinity Diagram	14
2.3.4 Check Sheet	14
2.3.5 Pareto Chart	14
2.3.6 Cause and Effect Diagram	15
2.3.7 Histogram	16

2.3.8	Scatter Diagram	17
2.3.9	Stratifikasi	18
2.3.10	Control Chart	18
2.4	Pengertian Proses Produksi	19
2.5	Pengendalian Mutu Statistik	22
2.5.1	Pengendalian Mutu Proses Statistik Data Variabel	22
2.5.2	Pengendalian Mutu Proses Statistik Data Atribut	24
2.6	Fault Tree Analysis (FTA)	25
2.7	Root Cause Analysis (RCA)	26
2.8	Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)	27

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Metode Pengumpulan Data	34
3.1.1	Interview	34
3.1.2	Observasi	35
3.1.3	Kepustakaan	35
3.2	Metode Analisis Data	35
3.2.1	Menggunakan Diagram Pareto Untuk Analisis Potensi Kegagalan Mutu	36
3.2.2	Menggunakan Diagram Sebab-Akibat (Cause and Effect Diagram)	36
3.3	Flow Process Chart Pemecahan Masalah	36

BAB IV PENGUMPULAN DATA

4.1	Tahap Definisi	59
4.1.1	Diagram Alir Pembuatan Radiator Aluminium Plastik	60
4.1.2	Definisi Jenis Kebocoran	61

4.2	Tahap Pengumpulan Data	64
4.2.1	Data Kebocoran Radiator	64
4.2.2	Perbandingan Biaya Akibat Kebocoran Radiator	66
4.3	Tahap Pengolahan Data	66
4.3.1	Pembuatan Peta Kendali (Control Chart)	66
4.3.2	Pembuatan Diagram Pareto	69
4.3.3	Analisa Data Harga	71
4.3.4	Pembuatan Diagram Fish Bone	73
4.3.5	Pembuatan Failure Mode and Effect Analysis	83

BAB V KESIMPULAN

5.1	Kesimpulan	89
5.2	Saran	90

DAFTAR PUSTAKA	91
----------------------	----

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Contoh Check Sheet	15
Tabel 2.2 Contoh Pareto Chart	16
Tabel 2.3 Contoh Histogram	18
Tabel 2.4 Contoh Scatter Diagram	18
Tabel 2.5 Contoh Stratifikasi	19
Tabel 2.6 Contoh Control Chart	20
Tabel 2.7 Peta Pengendali Mutu Proses Statistik Data Variabel	47
Tabel 2.8 Peta Pengendali Mutu Proses Statistik Data Atribut	48
Tabel 2.9 Definisi FMEA untuk Rating Occurrence	52
Tabel 2.10 Definisi FMEA untuk Rating Severity	53
Tabel 2.11 Definisi FMEA untuk Rating Detectability	54
Tabel 3.1 Flow Process Chart Pemecahan Masalah	58
Tabel 4.1 Data Kebocoran Radiator Beserta Harga	65
Tabel 4.2 Pareto Kebocoran Radiator Aluminium	69
Tabel 4.3 Diagram Pareto Kebocoran	70
Tabel 4.4 Data Harga Kebocoran Karena End Plate dan Tube	71
Tabel 4.5 Data Harga Kebocoran Karena Crimping	72
Tabel 4.6 Penentuan Cause Failure Mode and Effect Untuk Kebocoran Tube dan End Plate	84

Tabel 4.7	Failure Mode and Effect Analysis Untuk Kebocoran	
	Tube dan End Plate	85
Tabel 4.8	Penentuan Cause Failure Mode and Effect Untuk	
	Kebocoran Crimping	86
Tabel 4.9	Failure Mode and Effect Analysis Untuk Kebocoran	
	Crimping	87

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Siklus Kualitas	7
Gambar 2.2 Contoh Fish Bone Diagram	17
Gambar 2.3 Kipas dan Radiator	26
Gambar 2.4 Radiator Down Flow	27
Gambar 2.5 Radiator Cross Flow	27
Gambar 2.6 Spesifikasi Radiator	28
Gambar 2.7 Dies Terpasang Pada Mesin	32
Gambar 2.8 Urutan Proses Pembuatan Header Plate	33
Gambar 2.9 Urutan Pembuatan Side Plate	34
Gambar 2.10 Sistem Kerja Pembuatan Cooling Fin	36
Gambar 2.11 Rating Umum Untuk FMEA	52
Gambar 4.1 Kebocoran Karena Brazing Tidak Matang	61
Gambar 4.2 Bocor Karena Crimping Tidak Sempurna	62
Gambar 4.3 Bocor Karena Ada Lubang Antara SP dan HP	62
Gambar 4.4 Bocor Karena Tank	63
Gambar 4.5 Bocor Karena Oil Cooler	63
Gambar 4.6 Bocor Tube Karena Erosi	64

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bangsa Indonesia pada masa sekarang ini tengah memasuki dunia perindustrian. Sistem pasar bebas yang telah disetujui oleh beberapa negara segera dimulai, hal ini menyebabkan sistem perdagangan antar negara yang semula dikenai oleh biaya yang tinggi sudah tiada lagi. Dengan semakin terbuka dan bebasnya system perdagangan tersebut, membuat perusahaan – perusahaan yang mempunyai modal besar, mutu bagus, dan system yang bagus dari berbagai negara akan mulai memasuki dan merebut pasar perindustrian di negara kita.

Persaingan bebas tersebut tidak akan mempengaruhi sektor perindustrian di negara kita bila kita mempunyai produk barang yang bermutu dan bersaing harga jualnya. Peralatan mesin yang baru dan canggih tidak menjamin menang terhadap persaingan bebas. Hanya perusahaan yang memiliki mutu yang baguslah yang dapat bertahan. Untuk memperoleh barang yang bermutu tentu tidak mudah, harus memperhatikan kualitas bahannya dan produknya sehingga customer benar-benar puas membelinya.

Produk adalah sesuatu barang atau jasa untuk memenuhi kebutuhan dan keinginan konsumen secara memuaskan. Produk tidak hanya memuaskan pelanggan, tetapi juga memuaskan dan sekaligus membuat dan membangun keunggulan perusahaan dari berbagai fungsi yang ada seperti penjualan, produk/operasi dan keuangan, sehingga dapat mengungguli para pesaing di pasar (Sofjan, 1993 : 334).

Produk juga merupakan salah satu dari faktor yang dapat mempengaruhi keunggulan bersaing, disamping harga dan jangkauan distribusinya. Oleh karena itu setiap perusahaan berupaya untuk mengembangkan produknya, agar dapat mampu bersaing dengan produk-produk saingannya di pasar. Unsur yang terpenting dalam produk adalah mutu/kwalitas (Sofyan Assauri, 1993 : 333). Faktor utama yang menentukan performansi suatu perusahaan adalah mutu barang dan jasa yang dihasilkan. Produk dan jasa yang bermutu adalah produk dan jasa yang sesuai dengan apa yang diinginkan konsumennya (Ariani, 1999 : 3)

PT. Selamat Sempurna Tbk. sebagai salah satu perusahaan pembuat komponen mobil yang berorientasi export tidak terlepas dari dampak tersebut. Berdasarkan data bulan April 2006, produksi PT. Selamat Sempurna menunjukkan bahwa perbandingan antara jumlah harga kebocoran dan jumlah harga produksi memiliki angka prosentase yang cukup besar (sebesar 3.7263%). Perlu diketahui, kebocoran pada radiator aluminium tidak dapat ditambal atau diperbaiki. Bila hal demikian terus berlangsung menyebabkan produk yang dihasilkan dapat menghasilkan mutu yang rendah, yang kemudian dapat berdampak pada nilai keuntungan yang menurun. Tingginya angka prosentase tersebut banyak dipengaruhi oleh banyak faktor. Dengan alasan diatas penulis mencoba menganalisa penyebab kebocoran pada pembuatan

radiator aluminium di PT. Selamat Sempurna Tbk. dengan menggunakan metode mutu yang telah ada.

1.2. Perumusan Masalah

Dari jumlah perbandingan antara jumlah harga kebocoran dan produksi radiator aluminium yang diproduksi oleh PT. Selamat Sempurna Tbk. pada bulan April 2006, masih mencapai 3.7263%, sehingga perlu dilakukan analisa penyebab kebocoran pada proses produksinya.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari suatu penelitian adalah memecahkan masalah atau sesuatu yang menyimpang dari standard. Dalam hal ini tujuan penulisan didalam melakukan penelitian hingga tersusun skripsi ini adalah :

1. Menemukan jenis-jenis kebocoran pada pembuatan radiator aluminium plastik di PT Selamat Sempurna Tbk.
2. Mencari penyebab dan faktor kebocoran pada pembuatan radiator aluminium plastik di PT. Selamat Sempurna Tbk. dengan menggunakan metode 7 Tools of Quality dan Failure Mode Effect and Analysis (FMEA).

1.4. Batasan Penelitian.

Dalam penelitian agar lebih terarah maka penulis memberikan batasan pada permasalahan antara lain:

1. Penelitian dilakukan pada PT. Selamat Sempurna Tbk., Factory III.

2. Pengamatan dan analisa dibatasi pada permasalahan bocor End Plate dan Tube dan bocor karena Crimping yang disebabkan karena proses produksi.
3. Data produksi dan kebocoran yang digunakan diambil dari data pada bulan April 2006.
4. Dalam pembuatan radiator aluminium plastik diasumsikan sudah berjalan normal.

1.5. Sistematika Penulisan

Untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai urutan atau struktur tugas akhir ini, penulis membagi pembahasan tersebut menjadi lima bab yang sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Membahas latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Membahas tentang sistem mutu dan pengendalian mutu berdasarkan dari para penulis buku, membahas tentang segala radiator baik jenis, kegunaan, komponen, dan mesin produksi yang digunakan, sejarah singkat perusahaan, dan teori-teori yang relevan dan mendukung pada proses pengolahan data.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Membahas tentang metode pengumpulan data, metode analisis data dan flow diagram dalam pemecahan masalah.

BAB IV PENGUMPULAN DATA

Bab ini berisikan data perusahaan, barang yang diproduksi, mesin-mesin yang digunakan untuk proses produksi dan data kebocoran radiator.

BAB V PENGOLAHAN DATA & PEMBAHASAN

Pada bab ini berisikan definisi terhadap kebocoran, pengumpulan data jumlah produksi beserta harga, analisa terhadap peta kendali, analisa pareto terhadap kebocoran, cause dan effect diagram (fish bone diagram), Fault Tree Analysis, Root Cause Analysis dan pembuatan Failure Mode Effect and Analysis untuk proses yang akan datang.

BAB VI KESIMPULAN

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran yang didapat dari hasil penelitian dalam melakukan analisa penyebab kebocoran pada pembuatan Radiator Aluminium Plastik di PT. Selamat Sempurna Tbk., Factory III.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Pengertian Mutu

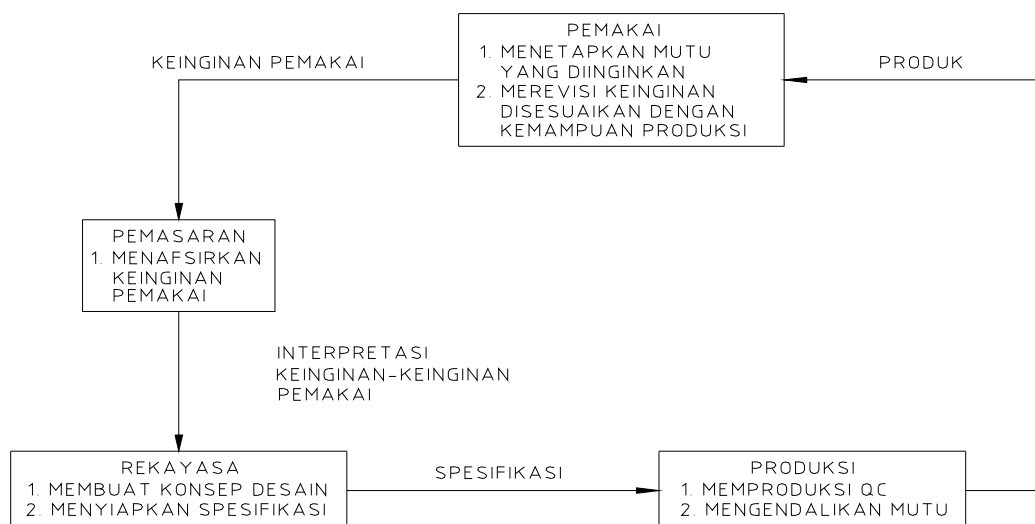
Menurut Assauri Sofyan, (1993 : 267). Mutu diartikan sebagai faktor-faktor yang terdapat dalam suatu barang/hasil yang menyebabkan barang/hasil tersebut sesuai dengan tujuan untuk apa barang/hasil itu dimaksudkan atau digunakan.

J.M. Juran mengatakan mutu adalah kesesuaian dengan tujuan atau manfaatnya. Menurut W. Edward Deming, mutu harus bertujuan memenuhi kebutuhan pelanggan sekarang dan masa akan datang. Crosby berpendapat bahwa mutu adalah kesesuaian dengan kebutuhan yang meliputi availability, delivery, reliability, maintainability, dan cost effectiveness. Sedangkan menurut A.V. Feigenbaum, mutu merupakan keseluruhan gabungan karakteristik produk dan jasa yang meliputi marketing, engineering, manufacture, dan maintenance melalui mana produk dan jasa dalam pemakaian akan sesuai dengan harapan pelanggan. Menurut perbendaharaan istilah ISO 84202 dan Standar Nasional Indonesia, mutu adalah keseluruhan ciri dan karakteristik produk atau jasa yang kemampuannya dapat memuaskan kebutuhan, baik yang dinyatakan secara tegas maupun tersamar (Ariani, 1999 : 3).

Istilah mutu sangat penting bagi suatu organisasi atau perusahaan, karena (Ariani, 1999 : 4) :

- Mempengaruhi reputasi perusahaan
- Penurunan biaya
- Peningkatan pangsa pasar
- Pertanggung jawaban produk
- Dampak internasional
- Penampilan produk atau jasa
- Mutu yang dirasakan
- Tingkatan mutu dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain (Sofjan, 1993 : 269) :

- Fungsi suatu barang
- Wujud luar
- Biaya barang tersebut



Gambar 2.1. Siklus Kualitas

Dari pengertian pengertian diatas mutu adalah “Tolak ukur” yang mengindikasikan nilai suatu produk yang mempengaruhi kepuasan dari pelanggan. Mutu sering diartikan kepuasan pelanggan atau konfirmasi terhadap kebutuhan atau persyaratan pelanggan. Mutu tidak terjadi dengan sendirinya melainkan harus dikelola, karena sistem mutu sebagai sarana yang mengatur sumber daya untuk mencapai tujuan mutu dengan penetapan peraturan dimana bila dilaksanakan dan dipelihara akan mencapai hasil yang maksimal.

Menurut David A. Garvin, dimensi mutu untuk industri manufaktur, yaitu (Ariani, 1999 : 7):

- **Performance**, yaitu kesesuaian produk dengan fungsi utama produk itu sendiri atau karakteristik operasi suatu produk
- **Feature**, yaitu ciri khas produk yang membedakan dari produk lain yang merupakan karakteristik pelengkap dan mampu menimbulkan kesan yang baik bagi pelanggan
- **Reliability**, yaitu kepercayaan pelanggan terhadap produk karena kehandalannya atau karena kemungkinan rusaknya rendah
- **Conformance**, yaitu kesesuaian produk dengan syarat atau ukuran tertentu atau sejauh mana karakteristik desain dan operasi memenuhi standar yang telah ditetapkan
- **Durability**, yaitu tingkat keawetan produk atau lama umur produk
- **Serviceability**, yaitu kemudahan produk itu bila akan diperbaiki atau kemudahan memperoleh komponen produk tersebut

Maksud dan tujuan Pengawasan mutu (Sofjan 1993 : 274):

1. Agar barang hasil produksi dapat mencapai standar mutu yang telah ditetapkan
2. Mengusahakan agar biaya inspeksi dapat menjadi sekecil mungkin
3. Mengusahakan agar biaya desain dari produk dan proses dengan menggunakan mutu produksi tertentu dapat menjadi sekecil mungkin.
4. Mengusahakan agar biaya produksi dapat menjadi serendah mungkin.

Kegiatan mutu sangat luas, karena semua sangat pengaruh terhadap mutu harus dimasukan dan diperhatikan. Secara garis besar, pengawasan mutu dapat dibedakan menjadi dua tingkatan yaitu :

★ Pengawasan selama pengolahan (Proses)

Banyak cara-cara pengawasan mutu yang berkenaan dengan proses yang teratur. Contoh contoh atau sample yang diambil jarak waktu yang sama, dan dilanjutkan pengecekan statistik untuk melihat apakah proses dimulai dengan baik atau tidak apabila terjadi kesalahan maka selanjutnya dinformasikan pada pelaksana semula untuk penyesuaian kembali dan , cause dan effect diagram potensi kegagalan mutu, control chart sebelum perbaikan potensi kegagalan pengawasan harus sesuai urutan dan teratur.

★ Pengawasan atas barang hasil yang telah diselesaikan.

Walau telah diadakan pengawasan mutu dalam tingkat-tingkat proses, tetapi tidak menjamin bahwa tidak ada hasil yang rusak atau kurang baik ataupun tercampur dengan hasil yang baik. Untuk menjaga agar barang barang hasil yang cukup baik atau yang paling sedikit rusaknya, tidak keluar atau lolos dari pabrik

sampai ke consumer/pembeli, maka perlu adanya pengawasan mutu atas barang hasil akhir/produk selesai.

Dunia ini tampaknya menyusut karena kompetisi global berkembang dan menyentak perusahaan yang kokoh satu demi satu. Konsumen yang memperoleh informasi berada dalam posisi untuk meminta barang dan jasa yang bermutu paling baik, yang ditawarkan oleh perusahaan global. Harga-harga yang rendah dan tenggang waktu pengiriman yang pendek, dan fleksibilitas juga diminta. Sebagai tambahan kadang konsumen mencari jasa yang baik, jujur dan membantu dari pemberi jasa.

Tujuan dari mutu harus merupakan produk dan jasa yang dapat memberikan kepuasan pelanggan.

2.2. Pengendalian Mutu

Pengendalian mutu adalah merupakan proses untuk mempertahankan standar dan bukan untuk menciptakan, dalam hal ini standar dijaga melalui proses pemilihan, pengukuran dan koreksi kerja, sehingga produk/jasa yang terjadi dari proses tersebut sesuai dengan standar. Sehingga dalam tindakan yang diambil suatu perusahaan dalam rangka meningkatkan efektifitas dan efisiensi dari proses dan kegiatan untuk memberikan manfaat tambahan bagi organisasi itu sendiri maupun pelangganya.

Tujuan pelaksanaan pengendalian mutu adalah :

- Pencapaian kebijaksanaan dan target perusahaan secara efisien
- Perbaikan hubungan manusia
- Peningkatan moral karyawan

- Pengembangan kemampuan tenaga kerja

2.2.1. Cara Dan Derajat Yang Mempengaruhi Pengawasan Mutu.

2.2.1.1. Cara-cara Menjalankan Pengawasan Mutu

Pada setiap tahapan dan siklus dari pemikiran tentang hasil sampai perencanaan pengumpulan bahan-bahan pengolahan, pengepakan, penjualan dan lamanya suatu hasil dapat dipergunakan, maka perlu dijalankan pengawasan terhadap mutu yang dalam hal ini dapat dilakukan dengan tiga cara yaitu inspeksi, pemberian keterangan dan penyelidikan (inspection, inform and investigate). Dengan inspeksi dapatlah ditemukan sampai mana barang memiliki mutu yang dikehendaki. Apabila keterangan-keterangan yang didapat selama inspeksi diteruskan ke bagian lain, maka bagian tersebut akan diberi kepastian bahwa kegiatan bagian mereka dalam proses telah dilakukan dengan baik atau perlu diperingati tentang penyimpangan-penyimpangan yang harus dibetulkan.

Dengan menyelidiki jalannya penyimpangan, sehingga kemungkinan kegiatan yang mungkin salah terdapat suatu bagian, maka kegiatan produksi selanjutnya dihentikan dan cara-cara untuk menghindari terjadinya kesalahan lagi perlu diberikan.

2.2.1.2. Hal-hal Yang Mempengaruhi Derajat Pengawasan Mutu

Dengan istilah proses dimaksudkan adalah suatu pekerjaan yang dilakukan berulang-ulang oleh mesin dan/atau orang-orang dimana dibutuhkan kesesuaian dengan spesifikasi. Derajat/tingkat pengawasan mutu yang dapat dilakukan atas

proses-proses tersebut, hal tersebut tergantung pada faktor-faktor berikut (Sofjan 1993 : 276) :

- ***Kemampuan proses***
- Batas-batas yang ingin dicapai haruslah disesuaikan dengan kemampuan proses yang ada. Tidak akan ada gunanya kita mencoba mengawasi suatu proses dalam batasan-batasan yang melebihi kemampuan/kesanggupan proses yang ada.
- ***Spesifikasi yang berlaku***
- Spesifikasi dari hasil produksi yang ingin dicapai harus dapat berlaku, bila ditinjau dari segi kemampuan proses dan keinginan atau kebutuhan sipemakai/konsumen yang ingin dicapai dari hasil produksi tersebut.
- ***Apkiran/scrap yang dapat diterima***
- Tujuan untuk mengawasi mutu proses adalah untuk dapat mengurangi bahan-bahan/barang-barang dibawah standar, bahan-bahan/barang-barang apkiran menjadi seminimal mungkin. Derajat pengawasan yang dilakukan akan tergantung banyak atau tidaknya bahan atau barang yang dibawah standar.
- ***Ekonomisnya kegiatan produksi***
- Ekonomisnya atau efisiennya suatu kegiatan produksi tergantung pada seluruh proses proses yang ada didalamnya. Karena suatu barang diproses dengan berbeda-beda dan dengan biaya yang berbeda.

2.3. Alat dan Teknik Perbaikan Mutu

Ada beberapa alat yang sering digunakan dalam memperbaiki kondisi perusahaan untuk dapat meningkatkan mutu produk atau jasa yang dihasilkannya. Teknik dan

alat tersebut dapat berwujud 2 jenis, yaitu yang menggunakan data verbal dan data yang menggunakan data numeric, biasa yang disebut Seven Tools of Quality (Ariani, 1999 : 17).

Alat-alat yang menggunakan data verbal tersebut antara lain :

2.3.1. Flow Chart

Flow chart adalah gambaran skematik atau diagram yang menunjukkan seluruh langkah dalam suatu proses dan menunjukkan bagaimana langkah itu saling berinteraksi satu sama lain. Flowchart digambarkan dengan simbol-simbol dan setiap orang yang bertanggung jawab untuk memperbaiki suatu proses harus mengetahui seluruh langkah dalam proses tersebut. Flowchart digunakan untuk berbagai tujuan, antara lain :

- Memberikan pengertian dan petunjuk tentang jalannya proses
- Membandingkan proses sesungguhnya dengan proses ideal
- Mengetahui langkah-langkah yang perlu dan langkah-langkah yang tidak perlu
- Mengetahui dimana pengukuran dapat dilakukan
- Menggambarkan sistem total

2.3.2. Brainstorming

Brainstorming adalah cara untuk memacu pemikiran kreatif guna mengumpulkan ide-ide dari suatu kelompok dalam waktu yang relatif singkat. Ide dalam brainstorming tersebut dapat digunakan untuk analisis selanjutnya. Alat yang sering membantu analisis tersebut antara lain cause and effect diagram, affinity diagram, dan tree diagram.

2.3.3. Affinity Diagram

Affinity diagram dikembangkan oleh Jiro Kawakita pada tahun 1950an dan sering menggunakan hasil brainstorming untuk mengorganisasikan informasi, sehingga mudah dipahami untuk mengadakan perbaikan proses. Affinity diagram sangat berguna untuk menyaring data yang berjumlah besar dan menciptakan pola pikir baru.

Sedangkan alat-alat yang menggunakan data numerik antara lain :

2.3.4. Check Sheet

Check sheet adalah alat yang sering digunakan untuk menghitung seberapa sering sesuatu itu terjadi dan sering digunakan dalam pengumpulan dan pencatatan data. Data yang sudah terkumpul tersebut kemudian dimasukkan ke dalam grafik seperti Pareto Chart ataupun Histogram untuk kemudian dilakukan analisis terhadapnya. Check sheet ini dapat digunakan sebagai alat bantu dalam tahap pelaksanaan (do) dalam Plan-Do-Check-Action cycle.

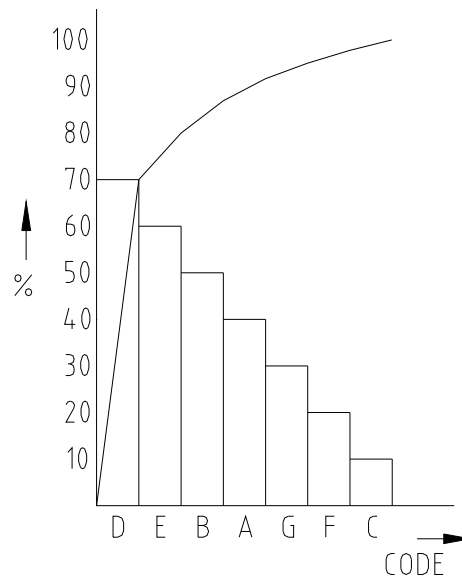
Tabel 2.1. Contoh Check Sheet

No	Jam Kedatangan	Jumlah Data	Frekwensi
1	$D \leq 06.30$	IIII	4
2	$06.30 \leq 06.35$	IIII IIII	8
3	$06.35 \leq 06.40$	III	3

2.3.5. Pareto Chart

Pareto Chart dikembangkan oleh seorang ahli yang bernama Vilfredo Pareto. Diagram Pareto adalah alat yang digunakan untuk membandingkan berbagai kategori

kejadian yang disusun menurut ukurannya untuk menentukan pentingnya atau prioritas kategori kejadian-kejadian atau sebab-sebab kejadian yang akan dianalisis, sehingga kita dapat memusatkan perhatian pada sebab-sebab yang mempunyai dampak terbesar terhadap kejadian tersebut.



Gambar 2.2. Contoh Pareto Chart

2.3.6. Cause and Effect Diagram

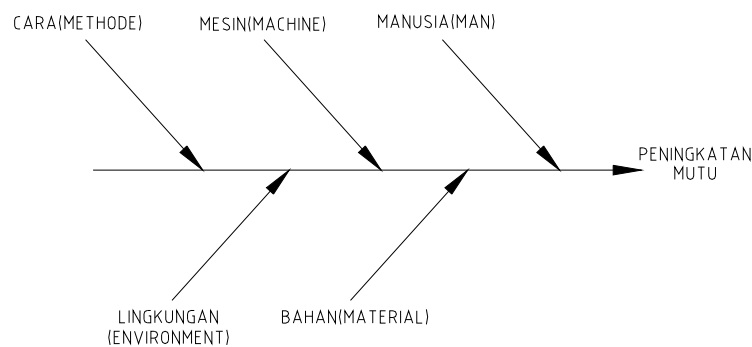
Cause and effect diagram digunakan untuk menganalisis persoalan dan faktor-faktor yang menimbulkan persoalan tersebut. Dengan demikian diagram tersebut dapat digunakan untuk menjelaskan sebab-sebab suatu persoalan. Cause and Effect Diagram juga disebut Ishikawa Diagram dan dikembangkan oleh Dr. Kaoru Ishikawa. Diagram tersebut juga disebut Fish bone diagram karena bebentuk seperti kerangka ikan.

Cause and Effect Diagram dapat dipergunakan untuk hal-hal sebagai berikut :

- Untuk menyimpulkan sebab-sebab variasi dalam proses

- Untuk mengidentifikasi kategori dan subkategori sebab-sebab yang mempengaruhi suatu karakteristik kualitas tertentu.
- Untuk memberikan petunjuk mengenai maca-macam data yang perlu dikumpulkan

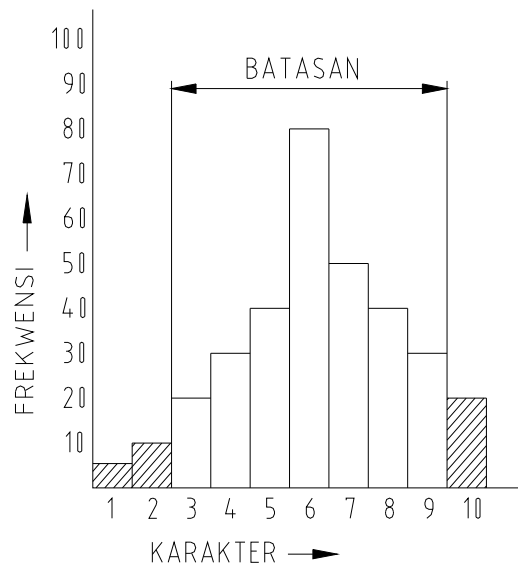
Cause and Effect Diagram terutama berguna dalam tahap perencanaan (plan) dari Plan-Do-Check-Action cycle karena dapat membantu mengidentifikasi sebab-sebab proses yang mempunyai peranan bagi timbulnya efek yang dikehendaki oleh pelanggan.



Gambar 2.3. Contoh Fish Bone Diagram

2.3.7. Histogram

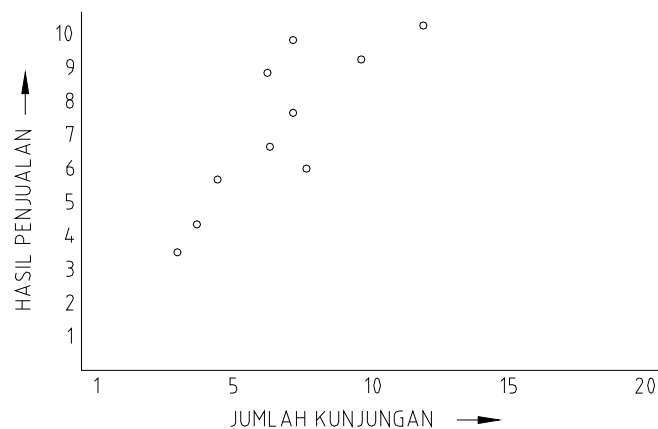
Histogram adalah alat yang digunakan untuk menunjukkan variasi data pengukuran dan variasi setiap proses. Berbeda dengan Pareto Chart yang penyusunannya menurut urutan yang memiliki proporsi terbesar ke kiri hingga proporsi terkecil, histogram ini penyusunannya tidak menggunakan urutan apapun.



Gambar 2.4. Contoh Histogram

2.3.8. Scatter Diagram

Scatter Diagram adalah gambaran yang menunjukkan kemungkinan hubungan (korelasi) antara pasangan dua macam variabel dan menunjukkan kekeratan hubungan antara dua variabel tersebut yang sering diwujudkan sebagai koefisien korelasi. Scatter diagram juga dapat digunakan untuk mengecek apakah suatu variabel dapat digunakan untuk mengganti variabel yang lain.



Gambar 2.5. Contoh Scatter Diagram

2.3.9. Stratifikasi

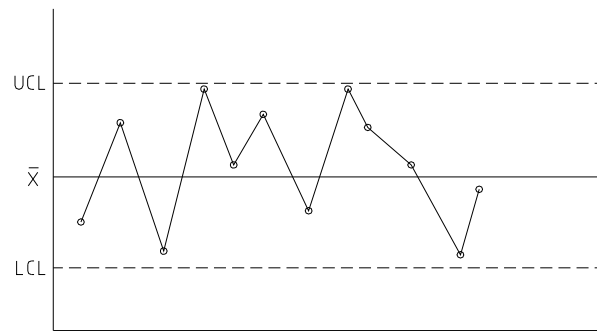
Stratifikasi adalah menguraikan dan mengelompokkan data menjadi unsur-unsur tunggal persoalan, sehingga menjadi lebih jelas. Kegunaannya untuk menemukan persoalan, penyebab persoalan dan untuk menyiapkan Diagram Pareto.

Tabel 2.2. Contoh Stratifikasi

PENJUAL JENIS	A	B	C	D	E	F	TOTAL
I	125	100	50	75	100	50	500
II	50	100	25	25	50	50	300
III	25	25	-	25	25	50	150
TOTAL	200	225	75	125	175	150	950

2.3.10. Control Chart

Control Chart adalah grafik yang menyerupai run chart yang digunakan untuk menentukan apakah suatu proses berada dalam keadaan in control atau out of control. Control limit yang meliputi batas atas (upper control limit) dan batas bawah (lower control limit) dapat membantu kita untuk menggambarkan performansi yang diharapkan dari suatu proses, yang menunjukkan bahwa proses tersebut konsisten. Dengan mengetahui kondisi proses, maka kita dapat mengetahui sumber variasi proses, apakah merupakan common cause atau special cause. Apabila merupakan special cause, kita dapat mengadakan perubahan tanpa mengubah proses secara keseluruhan, tetapi bila merupakan common cause maka kita tidak dapat mengadakan perubahan. Dalam siklus PDCA, control chart digunakan dalam tahap pelaksanaan (do) dan pengujian (check).



Gambar 2.6 Control Chart

2.4. Pengertian Proses Produksi

Menurut Assauri Sofyan (1993 : 37) menyatakan bahwa Kegiatan produksi dan operasi merupakan kegiatan mentransformasikan masukan (input) menjadi keluaran (output) yang berupa barang atau jasa. Usaha untuk memenuhi ketepatan pengadaan barang dan nilai kualitas yang terjaga sesuai yang dijanjikan maka perusahaan harus senantiasa melakukan perbaikan yang berkesinambungan dan peningkatan sistem produksi dalam rangka mencapai salah satu tujuan dari perusahaan tersebut.

Produksi dan operasi adalah merupakan suatu sistem untuk menyediakan barang-barang dan jasa-jasa yang dibutuhkan dan akan dikonsumsi oleh anggota masyarakat (Sofjan, 1993 : 34).

Proses produksi selain dapat diartikan suatu proses transformasi atau perubahan dari input – proses - output, dapat juga dikatakan cara atau teknik untuk menciptakan dan menambah fungsi dari barang dan jasa dengan menggunakan sumber-sumber antara lain : tenaga kerja, bahan dan dana yang ada.

Ada tiga cara proses produksi untuk memperoleh hasil produksi yaitu :

1. Proses produksi yang kontinyu dimana peralatan produksi yang digunakan diatur dengan memperhatikan urutan-urutan kegiatan dalam menghasilkan produk, serta arus proses telah distandarisasi.
2. Proses produksi yang terputus-putus, dimana kegiatan produksi dilakukan tidak standard. Dilakukan dengan keluwesan (flexible) menurut berbagai produk dan ukuran.
3. Produksi yang bersifat proyek, dilakukan pada tempat dan waktu yang berbeda.

Menurut Assauri Sofyan. (1993 : 30), empat macam fungsi dari produksi antara lain :

1. Proses (process) berarti metode atau teknik yang digunakan.
2. Jasa-jasa (service) adalah suatu badan pengorganisasian untuk penetapan teknik sehingga proses dapat dipergunakan secara efektif.
3. Perencanaan (planning) yang merupakan hubungan korelasi dan organisasi dari kegiatan produksi untuk suatu dasar waktu tertentu.
4. Pengawasan (controlling) untuk menjamin bahwa maksud dan tujuan dari pemakaian bahan dan pelaksanaannya.

Dari uraian diatas dapat diketahui bahwa dalam kegiatan produksi perlu adanya usaha pengkoordinasian, agar kegiatan produksi yang dilakukan dapat efektif dan efisien seperti apa yang diharapkan. Untuk melakukan pengkoordinasian ini yang terpenting bukan hanya pengawasan dan perencanaan saja tetapi yang paling penting adalah kebijaksanaan produksi pengontrolan (production policy). Karena tujuan dari kegiatan produksi adalah tujuan dari perusahaan juga.

Menurut Assauri Sofyan (1980), tujuan dari perencanaan dan pengawasan produksi adalah :

1. Untuk mengusahakan perusahaan dapat menguasai pasar yang luas.
2. Untuk mengusahakan perusahaan dapat berproduksi pada tingkat yang efisien dan efektifitas yang tinggi.
3. Untuk bisa menggunakan modalnya secara optimal mungkin.

Hal tersebut diatas dimungkinkan apa bila perusahaan bisa menjual produk dalam jumlah banyak, sehingga volume produksinya menjadi lebih besar lagi. Sehingga perusahaan akan mampu berproduksi dengan biaya yang rendah dan dapat menentukan harga jual yang rendah sehingga mampu bersaing.

Menurut Assauri Sofyan (1999) tujuan perusahaan pada umumnya dalam berproduksi dapat disimpulkan antara lain :

- ❖ Berproduksi dengan sukses.
- ❖ Berproduksi dengan ekonomis.
- ❖ Berproduksi dengan dapat menyelesaikan pembutan barang atau jasa tepat pada waktunya dan juga arah tujuannya.
- ❖ Berproduksi dengan mengharapkan keuntungan.

Kegiatan pengendalian dan pengawasan yang dilakukan dalam pelaksanaan fungsi produksi dan operasi adalah pengendalian operasionalnya, pengendalian mutu, persediaan, dan pengawasan biaya. Dengan demikian kita mengetahui usaha pengkoordinasian segala aktifitas yang menyangkut kegiatan produksi menjadi tanggung jawab pimpinan produksi atau kepala pabrik, maka seorang manajer produksi dapat melimpahkan wewenang atau otoritasnya kepada kepala bagian

perencanaan dan pengawasan produksi atau Production Planning and Controlling (P.P.C) dengan tugas dan kewajiban yang jelas sehingga apa yang menjadi tanggung jawabnya dapat diselesaikan dengan sebaik-baiknya.

2.5. Pengendalian Mutu Statistik

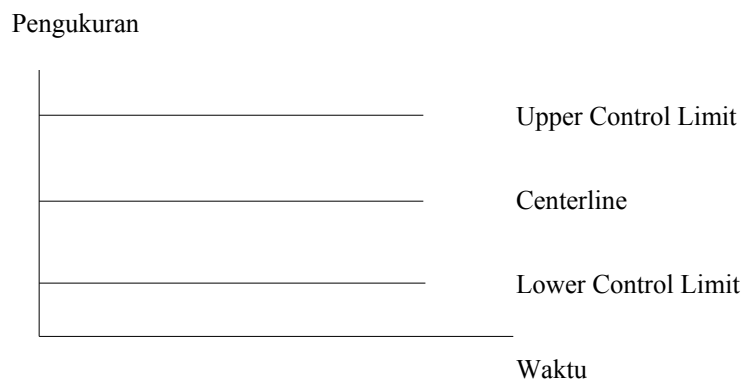
Pengendalian mutu statistik dapat dibagi kedalam pengendalian mutu proses, yaitu pengendalian mutu produk selama masih berada dalam proses dan pengendalian produk jadi. Untuk pengendalian mutu proses dapat digunakan alat pengendali yang disebut Peta Pengendali Proses (Process Control Chart) atau sering disingkat dengan control chart. Perusahaan yang menganut filosofi TQM hanya melakukan pengendalian mutu selama masih berada dalam proses, sehingga hanya digunakan Peta Pengendali Proses (Ariani, 1999 : 99)

Pengendalian mutu proses statistik adalah pengendalian mutu produk selama masih ada dalam proses. Dalam mengadakan pengendalian mutu tersebut dapat digambarkan batas atas (upper control limit) dan batas bawah (lower control limit) beserta garis tengahnya (center line). Pengendalian mutu proses statistik meliputi pengendalian mutu proses untuk data variabel dan pengendalian mutu proses untuk data atribut.

2.5.1 Pengendalian Mutu Proses Statistik Data Variabel

Yang dimaksud dengan data variabel adalah data mengenai ketetapan pengukuran produk yang masih berada dalam proses dengan standar yang telah ditetapkan. Pengukuran ini meliputi pengukuran panjang, diameter, ketebalan, lebar, dan sebagainya. Penyimpangan dari pengukuran yang diharapkan tetapi masih ada di

bawah batas atas (UCL) atau diatas batas bawah (LCL) masih dianggap sebagai produk yang baik yang berarti dalam proses terdapat berbagai variasi atau penyimpangan. Namun bila data pengukuran yang dihasilkan ada diluar batas pengendalian, maka proses produksi tersebut dianggap berada diluar batas pengendalian (out of control) yang berarti proses tersebut mengalami kerusakan. Pengukuran yang ada pada center line adalah pengukuran yang diharapkan dapat tercapai.



Gambar 2.7. Peta Pengendali Mutu Proses Statistik Data Variabel

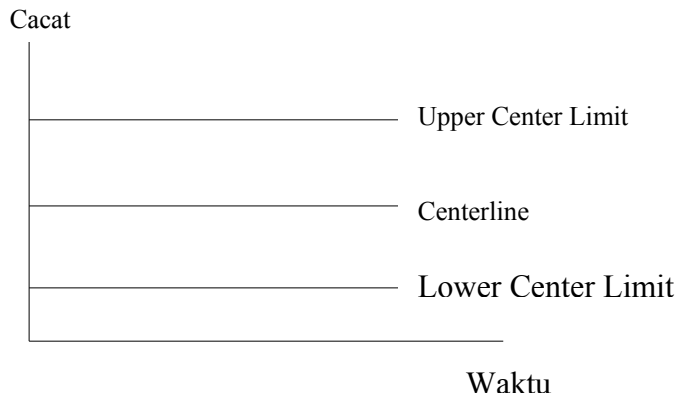
Peta pengendali mutu proses statistik data variabel meliputi:

- Peta pengendali rata-rata (mean chart atau X-chart) yang digunakan untuk mengetahui penyimpangan pengukuran dari pengukuran rata-rata panjang, lebar, tinggi, berat, diameter, dan sebagainya.
- Peta pengendali range (R-chart) dan peta pengendali standar deviasi (SD-chart) yaitu peta pengendali untuk mengetahui tingkat keakurasian pemrosesan. R-chart lebih mudah diterapkan dari pada SD-chart, tetapi SD-chart lebih tepat.

- Peta Pengendali individu (Individual control chart) yaitu peta pengendali yang digunakan apabila perusahaan hanya memproduksi satu unit dalam setiap harinya.
- Peta pengendali regresi/kecenderungan (trend-chart) yaitu peta pengendali untuk perusahaan yang mempunyai data yang bentuknya merupakan suatu kecenderungan naik atau turun.

2.5.2. Pengendalian Mutu Proses Statistik Data Atribut

Yang dimaksud dengan data atribut adalah data mengenai ketepatan pengukuran produk yang masih berada dalam proses dengan standar yang telah ditetapkan. Pengukuran ini meliputi pengukuran cacat atau tidak, nyala atau tidak, dan sebagainya. Penyimpangan dari pengukuran yang diharapkan tetapi masih ada di bawah batas atas (UCL) atau di atas batas bawah (LCL) atau ada di bawah batas bawah masih dianggap sebagai produk yang baik yang berarti dalam proses terdapat berbagai variasi atau penyimpangan. Namun bila data pengukuran yang dihasilkan ada diluar batas pengendalian yaitu yang ada diatas batas, maka proses produksi tersebut dianggap berada diluar batas pengendalian (out of control) yang berarti proses tersebut mengalami kerusakan. Data pengukuran yang ada dibawah batas bawah (LCL) justru produk yang baik karena jumlah atau proporsi produk cacatnya kecil. Bila data ada diluar batas pengendalian, perlu diadakan revisi terhadap peta pengendalian tersebut sehingga data pengukuran berada dalam batas pengendalian (in control).



Gambar 2.8. Peta Pengendalian Mutu Proses Statistik Data Atribut

Peta pengendali mutu proses statistik data atribut meliputi:

- P-chart atau np-chart, yaitu peta pengendali proses untuk mengetahui proporsi produk cacat dalam suatu sampel. np-chart hanya digunakan untuk banyaknya sampel yang sama dalam setiap kali observasi, sedang p-chart dapat digunakan untuk banyaknya sampel sama maupun bervariasi untuk setiap observasi.
- C-chart atau U-chart, yaitu peta pengendali proses untuk mengetahui banyaknya cacat dalam satu unit produk. C-chart hanya digunakan untuk banyaknya sampel yang sama untuk setiap kali observasi, sedang u-chart digunakan untuk banyaknya sampel sama maupun bervariasi untuk setiap kali observasi.

2.6. Fault Tree Analysis (FTA)

Fault Tree Analysis secara sederhana dapat diuraikan sebagai suatu teknik analisis dimana suatu kondisi yang tidak diinginkan dari suatu sistem telah ditetapkan (Pada umumnya adalah suatu kondisi yang kritis dari sudut pandang keamanan). Dan sistem kemudian menganalisa dalam konteks operasi dan

lingkungannya untuk menemukan suatu keadaan yang bisa dipercaya menyebabkan terjadinya peristiwa yang tidak diinginkan.

Fault tree itu sendiri adalah sebuah grafik model yang dapat berupa hubungan seri dan parallel dan kombinasi contoh kesalahan yang akan dihasilkan didalam kejadian dari peristiwa yang tidak diinginkan. Kesalahan dapat merupakan kejadian yang dihubungkan dengan perangkat keras kegagalan komponen, kesalahan manusia, atau peristiwa lain yang bersangkutan yang dapat mendorong ke peristiwa yang tidak diinginkan. Fault Tree melukiskan hubungan timbal balik, peristiwa dasar yang logis yang mendorong kearah peristiwa yang tidak diinginkan, yaitu peristiwa puncak dari pohon kesalahan (Top event).

Hal penting yang harus dipahami adalah bahwa suatu fault tree / pohon kesalahan bukanlah suatu model dari semua kegagalan sistem yang mungkin, atau semua penyebab dari kegagalan sistem yang mungkin. Fault tree dikhususkan ke peristiwa puncaknya yang mana sesuai dengan beberapa gaya kegagalan sistem tertentu,. Dan fault tree hanya mencakup kesalahan-kesalahan yang berperan untuk terjadinya puncak kegagalan. Lebih dari itu kesalahan ini tidak menyeluruh, hanya meliputi kesalahan-kesalahan yang paling dipercaya oleh analis.

2.7. Root Cause Analysis (RCA)

Root Cause Analysis adalah tahap demi tahap metode yang memudahkan kita untuk menemukan kesalahan atau akar penyebab masalah. Setiap kegagalan terjadi karena beberapa sebab atau alasan, dimana tentunya ada sederet tindakan dan alasan ditimbulkannya kegagalan tersebut.

Root Cause Analysis melakukan pengusutan terhadap penyebab dan dampak dari suatu kegagalan akhir kembali ke akar penyebabnya, bukan hanya apa yang terjadi dan bagaimana peristiwa itu terjadi tetapi juga mengungkap, mengapa peristiwa itu terjadi. Dalam metode ini biasanya dilibatkan beberapa orang atau kelompok untuk melakukan penyelidikan atas kegagalan yang terjadi dengan menggunakan fakta-fakta kesalahan yang memungkinkan untuk terjadi dan melakukan diskusi dengan orang-orang yang terlibat dalam hal tersebut. Penyebab yang sekiranya tidak memberikan kontribusi dihilangkan dan menyimpan penyebab-penyebab yang sekiranya dapat memberi masukan dalam penyelidikan tersebut.

RCA mencakup 4 tahapan proses :

1. Pengumpulan data
2. Pemetaan faktor sebab musabab
3. Identifikasi akar masalah
4. Saran dan pelaksanaan

2.8. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis adalah suatu penaksiran elemen per elemen secara sistematis untuk menyoroti akibat-akibat dari kegagalan komponen, produk, proses atau system memenuhi keinginan dan spesifikasi konsumen, termasuk keamanan. Hal ini ditandai dengan nilai yang tinggi atas elemen dari komponen, produk, proses atau sistem yang memerlukan prioritas penanganan untuk mengurangi kegagalan melalui desain ulang, perbaikan secara terus-menerus, pendukung keamanan, tinjauan perancangan, dll. Hal itu dapat dilaksanakan pada tahap

perancangan dengan reliabilitas data menggunakan pengetahuan tentang rata-rata tingkat kegagalan untuk komponen dan produk yang ada saat ini.

Untuk dapat berkompetisi, sebuah organisasi harus terus meningkatkan diri. FMEA adalah sebuah teknik yang memberikan sebuah metodologi untuk memudahkan peningkatan proses. Dengan menggunakan metode FMEA, organisasi dapat mengidentifikasi dan mengurangi keperluan dini dalam pengembangan sebuah proses atau desain. Kualitas dalam memperoleh komponen atau pelayanan dapat meningkat ketika organisasi bekerja dengan supplier mereka untuk mengimplementasikan FMEA dalam organisasi mereka. Adapun keuntungan dari penerapan FMEA meliputi :

- Mengurangi 'lead time' dari perubahan Engineering
- Mengurangi metode 'trial error'
- Mengurangi rework, aktivitas redesign
- Mengurangi reject rate dan biaya

Bagaimana Implementasi FMEA bekerja ?

Langkah – langkah dan konsep – konsep kunci adalah sebagai berikut :

- ✓ Tentukan siapa pelanggannya
- ✓ Buat list apa yang digrapkan dari desain, dan apa yang tidak diinginkan untuk terjadi
- ✓ Buat analisa resiko
- ✓ Input dan tools yang digunakan
- ✓ Mulai, evaluasi dan perbaiki
- ✓ Revisi apabila terjadi masalah

Rating occurrence, severity dan detectability dinyatakan dalam skala dari 1 sampai 10 dan digambarkan dalam gambar berikut :

RATING	OCCURRENCE	SEVERITY	DETECTABILITY
1	Almost never	Hardly noticeable	Absolutely obvious
↓	↓	↓	↓
	Occasionally	Dissatisfaction	Visible but could go unnoticed
	↓	↓	↓
10	Often	Serious effect	Undetectable

Gambar 2.9. Rating Umum Untuk FMEA

Untuk keterangan lebih lanjut tentang rating occurrence, severity dan detectability dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 2.3. Definisi FMEA untuk Rating Occurrence

Probability kegagalan	Tingkat kegagalan	Cpk	Nilai
Sangat tinggi : kegagalan hampir tidak dapat dielakan	≥ 1 dalam 2	< 0.33	10
	1 dalam 3	≥ 0.33	9
Tinggi : Sama seperti diatas dimana kegagalan sering terjadi	1 dalam 8	0.51	8
	1 dalam 20	0.67	7
Sedang : Kegagalan yang terjadi	1 dalam 80	0.83	6

kadang kadang, tetapi tidak dalam porsi yang besar/ major	1 dalam 400	1.00	5
	1 dalam 2000	1.17	4
Rendah : hanya kegagalan tertentu yang terjadi	1 dalam 15000	1.33	3
Sangat rendah : kegagalan hampir bisa diidentifikasi	1 dalam 150000	1.50	2
Hampir tidak terjadi	1 dalam 1500000	1.67	1

Tabel 2.4. Definisi FMEA untuk Rating Severity

Akibat	Kriteria : Tingkat bahaya akibat dari kegagalan.	Nilai
Bahaya tanpa adanya peringatan	Dapat membahayakan mesin atau assembling operator. Nilai severity sangat tinggi apabila kegagalan yang terjadi dapat membahayakan keselamatan dalam pengoprasian kendaraan atau melanggar peraturan pemerintah. Kegagalan yang terjadi tanpa adanya peringatan.	10
Bahaya tapi ada peringatan sebelumnya	Dapat membahayakan mesin atau assembling operator. Nilai severity sangat tinggi apabila kegagalan yang terjadi dapat membahayakan keselamatan dalam pengoprasian kendaraan atau melanggar peraturan pemerintah. Kegagalan yang terjadi didahului oleh peringatan.	9
Sangat tinggi	Sangat mengganggu produksi. 100% produk	8

	kemungkinan harus dibuang. Kendaraan tidak berfungsi, kehilangan fungsi utamanya. Customer sangat tidak puas.	
Tinggi	Agak mengganggu produksi. Produk kemungkinan harus disortir dan sebagian (kurang dari 100%) dibuang. Kendaraan masih berfungsi tetapi tingkat kenyamanannya berkurang. Customer tidak puas.	7
Sedang	Sedikit mengganggu produksi. Sebagai produk (kurang dari 100%) harus dibuang tanpa harus disortir. Kendaraan berfungsi tetapi beberapa faktor kenyamanan tidak berfungsi.	6
Rendah	Agak mengganggu produksi. 100% produk harus kemungkinan harus diperbaiki. Kendaraan / item berfungsi, tetapi tidak maksimal. Beberapa Customer yang berpengalaman kurang puas	5
Sangat Rendah	Agak mengganggu produksi. Produk kemungkinan harus disortir dan sebagian (kurang dari 100%) harus diperbaiki. Penampilan dan rattle(sedikit berisik) sehingga kurang nyaman. Gangguan dirasakan oleh kebanyakan customer.	4

Kecil	Sedikit mengganggu produksi. sebagian (kurang dari 100%) produk harus diperbaiki di jalur produksi tetapi bukan ditempat pemasangan. Penampilan dan rattle (sedikit berisik) sehingga mengurangi kenyamanan. Gangguan dirasakan oleh rata - rata Customer.	3
Sangat kecil	Sedikit mengganggu produksi. sebagian (kurang dari 100%) produk harus diperbaiki di jalur produksi dan tempat pemasangan. Penampilan dan rattle(sedikit berisik) sehingga mengurangi kenyamanan. Gangguan dirasakan oleh Customer yang teliti.	2
Tidak ada effect	Tidak ada effect	1

Tabel 2.5. Definisi FMEA untuk Rating Detectability

Detection	Kreteria : Kemungkinan cacat komponen bisa dideteksi oleh proses control yang ada, sebelum diproses lebih lanjut, atau sebelum part dikirim ke Customer.	Nilai
Hampir tidak bisa dideteksi	Tidak diketahui control yang dapat mendeteksi	10
Sangat kecil	Sangat kecil kemungkinan Kontrol yang dapat	9

	mendeteksi kegagalan	
Kecil	Kecil kemungkinan Kontrol yang ada dapat mendeteksi kegagalan	8
Sangat rendah	Sangat rendah kemungkinan Kontrol yang ada dapat mendeteksi kegagalan	7
Rendah	Rendah kemungkinan Kontrol yang ada dapat mendeteksi kegagalan	6
Sedang	Sedang kemungkinan Kontrol yang ada dapat mendeteksi kegagalan	5
Agak besar	Agak besar kemungkinan Kontrol yang ada dapat mendeteksi kegagalan	4
Besar	Beasar kemungkinan Kontrol yang ada dapat mendeteksi kegagalan	3
Sangat besar	Sangat Besar kemungkinan Kontrol yang ada dapat mendeteksi kegagalan	2
Hampir	Hampir pasti kemungkinan Kontrol yang ada dapat mendeteksi kegagalan	1

Risk Priority Number (RPN) merupakan perkalian dari rating occurrence (O), severity (S) dan detectability (D) :

$$RPN = O \times S \times D$$

Angka ini seharusnya digunakan sebagai panduan untuk mengetahui masalah yang paling serius, dengan indikasi angka yang paling tinggi memerlukan penanganan serius.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Langkah-langkah dalam penelitian masalah atau metode yang dilakukan dalam melakukan penelitian yang dilakukan di PT. Selamat Sempurna Tbk., Factory III untuk keperluan pembuatan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

3.1. Metode Pengumpulan Data

Dengan adanya tujuan penulis dalam melakukan penelitian, maka penulis dalam melakukan pengumpulan data untuk dapat dimengerti dan dipahami, data-data tersebut didapat dengan cara :

3.1.1. Interview

Peneliti mengadakan wawancara, tanya-jawab dengan pekerja atau operator produksi dan para staff engineering yang berperan dalam pembuatan dan perbaikan mesin atau alat yang digunakan dalam suatu proses kegiatan produksi.

3.1.2. Observasi

Peneliti melakukan pengamatan langsung terhadap mekanisme dan sistem kerja mesin-mesin produksi pembuatan komponen radiator plastik aluminium yang ada di PT. Selamat Sempurna Tbk..

3.1.3. Kepustakaan

Disini penulis melakukan penelitian dan menyelidiki dengan cara mengumpulkan data dan mempelajari data perusahaan baik gambar atau standar-standar yang dibuat oleh engineering.

Dalam pengumpulan dokumenter data penulis mencari, mengumpulkan, dan menginterpretasikan data serta menganalisanya, penulis sangat memperhatikan beberapa hal yaitu :

1. Menggunakan kepustakaan yang ada pada perusahaan sehingga definisi tujuan pengumpulan data bisa jelas.
2. Menggunakan alat ukur yang telah dikalibrasi sehingga dapat diandalkan keakurasiannya pengukuran.
3. Menggunakan formulir pencatatan data yang memudahkan untuk penggunaan selanjutnya.

3.2. Metode Analisis Data

Metode analisis data yang yang digunakan dalam melakukan analisis masalah ini adalah :

3.2.1 Menggunakan Diagram Pareto Untuk Analisis Potensi Kegagalan Mutu

Pada dasarnya diagram pareto dapat digunakan sebagai alat menginterpretasi untuk menentukan frekuensi relatif dan urutan pentingnya masalah-masalah atau penyebab dari masalah yang ada, dan memfokuskan perhatian pada isu-isu kritis dan pentingnya masalah-masalah atau penyebab dari masalah yang itu dalam bentuk yang signifikan.

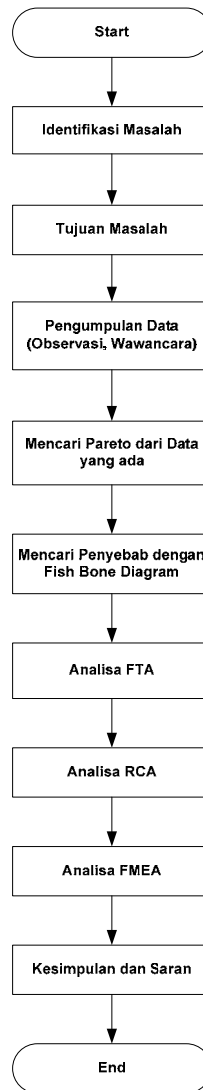
3.2.2 Menggunakan Diagram Sebab-Akibat (*Cause-And-Efect Diagram*)

Pada dasarnya diagram sebab-akibat dapat digunakan untuk kebutuhan-kebutuhan berikut:

- Membantu mengidentifikasi akar penyebab masalah.
- Membantu membangkitkan ide-ide untuk solusi suatu masalah.
- Membantu dalam menyelidiki pencarian fakta lebih lanjut.

Flow Process Chart Pemecahan Masalah

Kerangka pemikiran adalah suatu sketsa pola pokok untuk melakukan penelitian dengan suatu tujuan akhir yang diinginkan, terlihat pada Gambar dibawah :



Tabel 3.1. Flow Process Chart Pemecahan Masalah

BAB IV

PENGUMPULAN DATA

4.1. Sejarah Singkat Perusahaan

PT. Selamat Sempurna Tbk. yang beralamatkan di Jl. Kapuk Kamal Raya No. 88 Jakarta berdiri pada tahun 1976 dengan status swasta nasional. Kantor pusatnya berada di Wisma ADR lantai 2, Jl. Pluit Raya I, Jakarta 14440. PT. Selamat Sempurna Tbk, sebagai salah satu anggota dari ADR Group of companies memiliki luas tanah \pm 5ha, dengan jumlah karyawan \pm 1500 orang. PT. Selamat Sempurna Tbk. dalam strukturnya terdiri dari empat factory yaitu dengan nama : PT. Selamat Sempurna Factory I, PT. Selamat Sempurna factory II, PT. Selamat Sempurna Factory III dan PT. Selamat Sempurna Factory IV. Tiap-tiap factory memproduksi barang yang berbeda-beda. Adapun Factory I memproduksi berbagai macam radiator dengan bahan tembaga dan kuningan. Factory II memproduksi berbagai macam filter / saringan untuk kendaraan yaitu filter oli, filter bahan bakar dan filter udara. Factory III memproduksi radiator dengan bahan plastik dan aluminium. Factory IV memproduksi antara lain : Brake pipe, Exhaust pipe, Muffler, Fuel tank dan lain-lain. Pada Factory III inilah penulis mengadakan penelitian analisis system pengukuran.

ADR Group sebagai holding companies memiliki anggota yang lainnya adalah PT. Panata Jaya Mandiri, PT. Andhi Chandra Automotive Products, PT. Hydroaxle Perkasa dan PT. Hidup Karya Tunggal Cipta yang semuanya bertempat didaerah Tangerang. Semua perusahaan dari ADR Group ini memproduksi komponen otomotif.

PT. Selamat Sempurna Tbk. Mempunyai visi yaitu “ Menjadi perusahaan kelas dunia di Industri komponen otomotif “ dan mempunyai Misi yaitu “ Perbaikan berkesinambungan untuk memenuhi kebutuhan pelanggan dengan proses transformasi terbaik’’. Untuk mewujudkan dan sebagai bukti dari Visi dan Misi tersebut maka pada tahun 1996 PT. Selamat Sempurna Tbk. telah mendapatkan Sertifikat ISO 9002. Dalam upaya pengumpulan dana untuk pengembangan perusahaan dan peningkatan produktivitas maka pada tahun 1996 PT. Selamat Sempurna Tbk menawarkan sahamnya ke masyarakat luas (Go Public). Untuk menambah kepercayaan dan kepuasan pelanggan atas produk yang dibuatnya dan dalam rangka menghadapi persaingan global PT. Selamat Sempurna Tbk. pada bulan Juni 2000 telah mendapatkan Sertifikat QS 9000.

4.2. Pengenalan Radiator Aluminium Plastik

Semua radiator yang ada di PT. Selamat sempurna Tbk, mempunyai nama, tipe dan ukuran hingga fungsi sampai karakteristik dasar dari radiator tersebut.

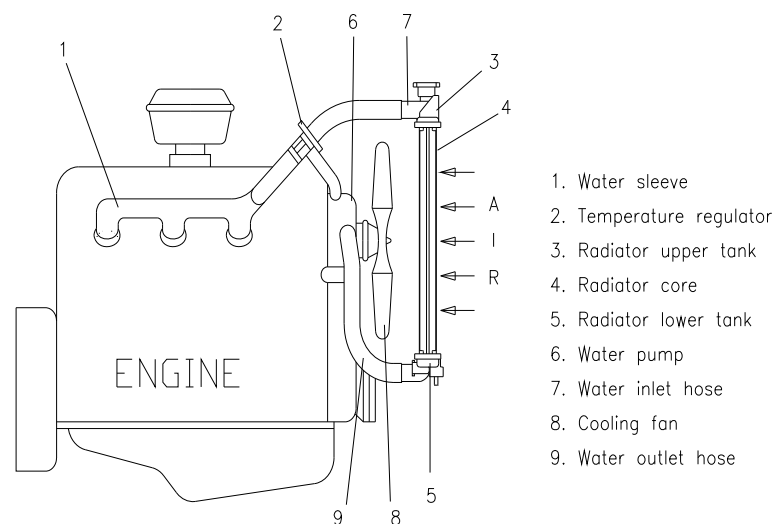
Yang dimaksud dengan radiator adalah :

Suatu alat penukar atau pemindah panas (kalor) dari satu media ke media lain yang digunakan untuk menjaga temperatur mesin sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan.

Fungsi radiator adalah menjaga temperatur mesin agar tetap sesuai dengan yang diinginkan.

Cara kerja :

Air didalam radiator masuk ke dalam mesin melalui water outlet pipe melewati celah-celah didalam blok mesin, kemudian air tersebut kembali ke radiator melalui water inlet pipe untuk didinginkan dengan bantuan kipas/energi luar.



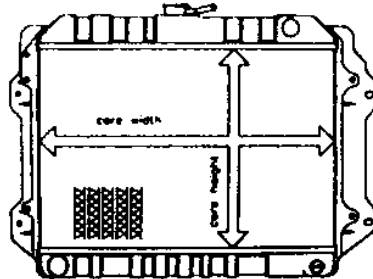
Gambar 4.1. Kipas dan Radiator

Berdasarkan penggunaannya radiator terdiri atas:

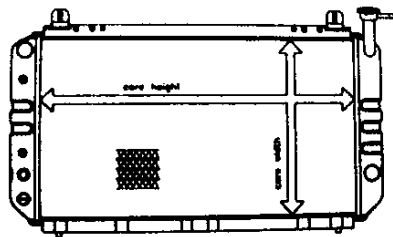
- Radiator kendaraan
- Radiator peralatan berat dan industri

Jenis radiator berdasarkan jenis alirannya (flow) radiator terdiri atas:

- Down Flow (tanki berada diatas dan bawah)
- Cross Flow (tanki berada disamping kiri dan kanan)



Gambar 4.2. Radiator Down Flow



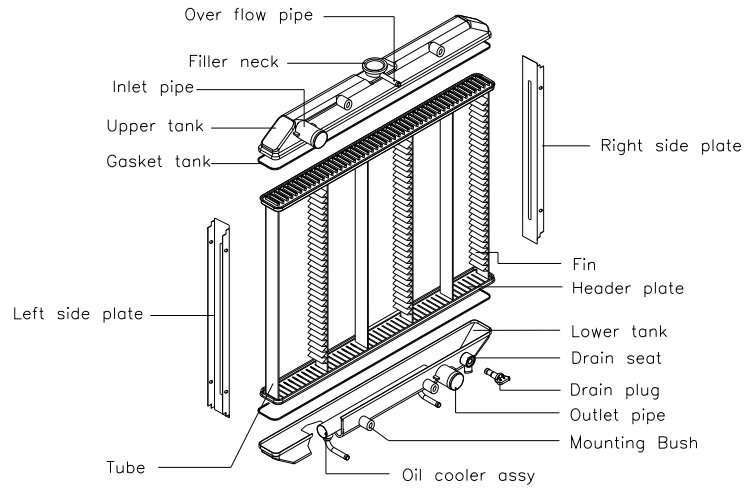
Gambar 4.3. Radiator Cross Flow

Jenis-jenis radiator berdasarkan materialnya radiator terdiri atas :

- Radiator Copper Brass
- Radiator Copper Plastik
- Radiator Aluminium Plastik

- Radator Aluminium All.

Komponen Radiator :



Gambar 4.4. Spesifikasi Radiator

Perlengkapan / aksesoris dari radiator yang lain adalah :

- Round mounting nut
- Square mounting nut
- Clip mounting nut
- Gasket
- Oil Cooler Assy
- Washer
- Nut Oil Cooler.
- Oil Cooler Let Bush.
- dll.

4.3. Proses Produksi Dan Mesin Yang Digunakan.

Yang dimaksud dengan mesin adalah suatu peralatan yang digerakkan oleh suatu kekuatan/tenaga yang dipergunakan untuk membantu manusia dalam mengerjakan produk atau bagian-bagian produk tertentu, (Sofjan, 1993 : 103).

Proses pembuatan komponen radiator terbagi atas beberapa proses yang masing-masing proses pembuatannya menggunakan mesin dan tempat yang berbeda. Radiator terbentuk setelah semua proses dari awal sampai akhir proses dilakukan dengan benar, tentang proses pembuatan radiator secara menyeluruh antara lain :

4.3.1. Press Shop

Press shop adalah tempat pembuatan Header plate, side plate dan side plate/protektor. Proses-proses yang ada meliputi : Cutting, Forming, Blanking, Drawing dan Piercing (untuk pembuatan End Plate) dan Proses Cutting, Piercing dan Notching (untuk Side Plate). Dalam pembuatan Header Plate dan Side Plate ini bahan yang digunakan adalah Aluminium Coil. Dengan mesin yang digunakan adalah Press dan Cutting.

Spesifikasi mesin yang digunakan :

Press	: Merk SANES
Pembuat	: Taiwan.
Spesifikasi	: Tonase 110 Ton
Stroke	: 27~50
Stroke Tertinggi	: 350 mm
Stroke Terendah	: 270 mm

SPM	: 50
Jumlah mesin	: 5 mesin
Fungsi mesin	: Press (pon) Matrial plat
Kondisi Mesin	: Masih Baik

Mesin yang digunakan pada proses cutting :

Mesin Potong plat	: Merk ME
Pembuat	: Machinery
Spesifikasi potong	: 180 lebar plat , Panjang Coil.
Jumlah mesin	: 1 mesin
Fungsi mesin	: Potong plat
Kondisi Mesin	: Masih Baik

Fungsi dan cara pembuatan komponen antara lain :

4.3.2. End Plate

Fungsi : Sebagai tempat dudukan dari inlet dan outlet tank, sebagai tempat dudukan water tube serta side plate. Bahan yang digunakan adalah aluminium coil dengan tebal 1,4 mm dan lebar 77, 80, 90 mm.

Proses-proses pembuatan Header plate :

1. Cutting

Karena bentuk bahan yang sudah berupa coil maka disini tinggal melakukan pemotongan dengan ukuran blank size yang telah ditentukan. Pada proses Cutting faktor-faktor yang diperhatikan adalah :

- Ukuran lebar bahan
- Hasil pemotongan diberi tanda untuk sisi yang Unclad dan Clading.

2. Forming

Adalah proses pembentukan alur/lekukan pada komponen sesuai dengan bentuk dies. Mesin yang digunakan adalah mesin dengan kapasitas 110 ton . Pada proses Forming faktor-faktor yang diperhatikan adalah :

- Pemasangan bahan tidak terbalik.
- Penempatan material harus duduk pada stopper dies.

3. Blanking

Adalah proses penghilangan bagian-bagian tertentu pada material sehingga terbentuk gigi-gigi Header Plate. Disini akan terjadi penghilangan material (waste) terbesar. Pada proses blank faktor-faktor yang diperhatikan adalah :

- Ukuran bahan lebar (Blank Size)
- Hasil pemotongan diberi tanda untuk sisi yang Unclad dan Clading.

4. Draw

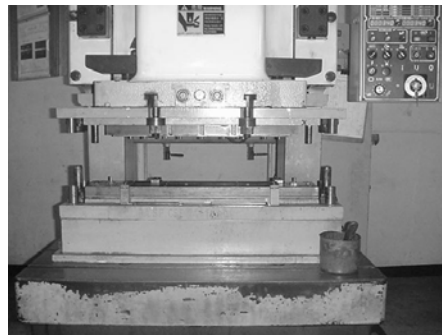
Adalah proses penekanan untuk membentuk komponen . Pada proses Draw faktor-faktor yang diperhatikan adalah :

- Lakukan pengukuran pada komponen terutama tinggi Header plate dan side plate sesuai gambar.
- Lakukan pemeriksaan visual pada hasil draw
- Hindari hasil yang gores, kritis.

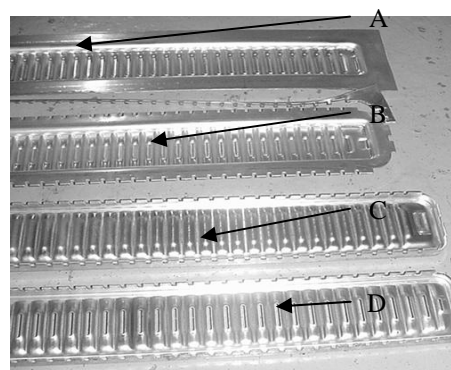
5. Piercing

Adalah proses pembuatan lubang-lubang, untuk komponen Header plate adalah untuk lubang tube dan lubang side plate . Pada proses Pierching faktor-faktor yang diperhatikan adalah :

- Lakukan pemeriksaan visual hasil pierching.
- Ukuran lubang tube dan side plate harus diukur dengan Vernier caliper atau GO NO GO.



Gambar 4.5. Dies Terpasang Pada Mesin



Gambar 4.6. Urutan Proses Pembuatan Header Plate

Keterangan gambar :

- A. Forming / Draw I
- B. Blanking
- C. Draw II
- D. Pierching

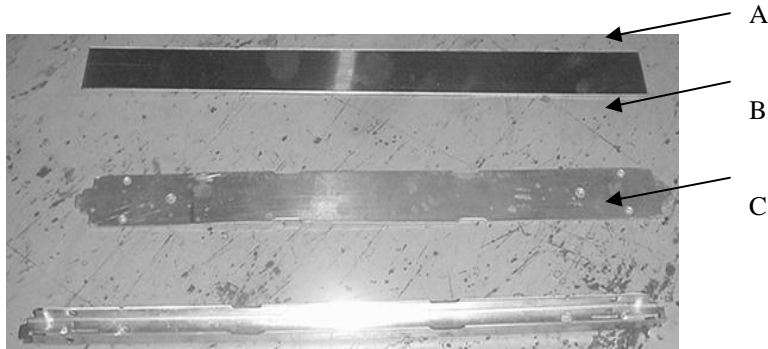
4.3.3. Side Plate

Fungsi : Sebagai kaki pada radiator selain itu juga berfungsi sebagai pemegang/pembatas akhir dari susunan fin dan water tube serta sebagai tempat dudukan dari Jig pada waktu proses rakit core. Bahan yang digunakan adalah aluminium coil dengan ketebalan 1,2 mm dengan ukuran lebar 37,42, 44.

Proses-proses pembuatan Side Plate sama dengan proses pembuatan End plate tetapi tidak ada proses Pierching karena dilakukan sekalian pada proses Draw. Pada proses Pembuatan side plate faktor-faktor yang diperhatikan adalah :

- Memasang matrial tidak terbalik antara Unclad dan Clading
- Pemasangan matrial harus pada dudukan stopper.
- Lakukan pemeriksaan pada awal proses dan akhir proses dengan menggunakan alat ukur Vernier Caliper.

Dibawah ini dillihatkan urutan pembuatan side plate



Gambar 4.7. Urutan Pembuatan Side Plate

Keterangan gambar :

- A. Hasil cutting
- B. Hasil blank & pierching
- C. Hasil draw

4.3.4. Injection Moulding.

Moulding merupakan alat pencetak tanki-tanki radiator, baik inlet tank maupun outlet tank radiator. Material dari tangki ini adalah biji plastik (PA66+GF 30%), dalam pembuatannya biji plastik dimasukkan kedalam peralatan pemanas (hopper) yang bertujuan untuk mengeringkan biji plastik sehingga biji plastik akan kering dan lebih ringan dan memudahkan dalam pendistribusian ke dalam Nozel. Dari sini biji plastik dipanasi oleh Heater sampai suhu 2900 C sehingga biji plastik akan meleleh dan mampu dialirkan melalui injektor dengan tekanan tertentu. Setelah meleleh maka biji plastik sudah siap diinjeksikan ke cetakan yang dilakukan oleh mesin Injection.

Sebelum dilaksanakan injeksi untuk menjaga stabilitas suhu dalam cetakan maka cetakan dipanasi terlebih dahulu pada suhu 70 – 1200 C selama kira-kira satu jam, kemudian pengaturan dilakukan dalam suatu alat yaitu *Manual Temperatur Control* atau MTC.

Proses pembuatan dimulai dengan memasukkan biji plastik (PA 66 + GF 30 %) ketempat penampungan sementara kemudian biji plastik disedot dengan autoloader ke dalam hoper. Di dalam hoper biji plastik dipanasi pada suhu kira-kira 2500 C untuk mengeringkan biji plastik. Alat untuk menghasilkan panas yang akan disalurkan ke hoper adalah dehumidifier dari sini udara panas disedot dengan blower masuk kedalam hoper. Setelah kering biji plastik disedot ke dalam barel dan biji plastik siap dipanasi pada suhu antara 280 – 3000 C sehingga biji plastik akan meleleh dan siap diinjeksikan ke dalam Moulding dengan tekanan tinggi.

Pada proses ini yang perlu diperhatikan adalah :

- Setting parameter sesuai tipe yang di perlukan.
- Pemeriksaan pada semua slider dan hidrolik yang terpasang pada moulding.
- Periksa semua selang Cooling.

Mesin yang digunakan :

Injection	: Merk Thosiba dan Merk JSW
Pembuat	: TOKYO JAPAN
Tekanan Injection	: 1830 kg/cm ²
Kapasitas Injection	: 1360 cm ²
Shot Weight	: 1238 g

Stroke Nozel	: 120
Clamping	: 450/45 (ton)
Lebar Buka	: 800
Jumlah mesin	: 2 mesin
Fungsi mesin	: Injection Material tanki plastik dalam moulding
Kondisi Mesin	: Masih Baik

4.3.5. Cooling Fin.

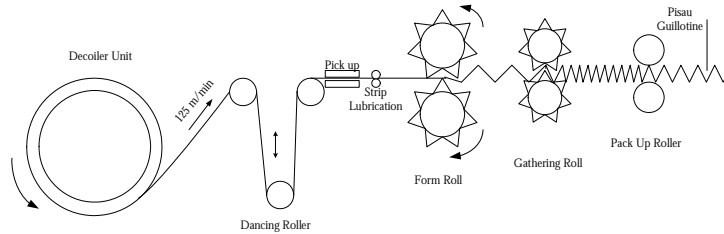
Pembuatan cooling fin ini menggunakan gulungan aluminium coil dan mesin yang digunakan adalah TFMC. Pembuatan fin ini dimulai dengan setting terlebih dahulu untuk menentukan tinggi fin, fin pitch dan jumlah gelombang. Setelah semua diset maka pengoperasian mesin dapat dimulai. Standar tinggi fin yang diproduksi ada dua macam yaitu 8 mm dan 9 mm.

Fungsi : adalah untuk menyerap panas air yang berasal dari mesin yang mengalir di water tube sehingga air yang keluar dari radiator suhunya bisa turun. Penyerapan panas ini dibantu dengan aliran udara yang berasal dari fan atau kipas.

Bahan yang digunakan untuk fin adalah aluminium coil dengan ketebalan 0.08 mm dan lebar 16, 22 dan 32 mm sedangkan besarnya fin pitch antara 2,2 - 3.4 mm akan tetapi sampai saat ini produksi fin baru sampai fin pitch 3 mm. Sedangkan mesin yang digunakan adalah mesin TFMC dengan kapasitas 125 m/menit. Pada proses pembuatan fin faktor-faktor yang diperhatikan adalah :

- Fin tidak boleh melintir.
- Tinggi fin sesuai toleransi

- Panjang fin dan fin pitch harus sesuai ukuran yang dibutuhkan.



Gambar 4.8. Sistem kerja pembuatan Cooling Fin

Mesin Pembuat Cooling fin yang digunakan :

Mesin	: T.F.M.C
Pembuat	: ENGLAND
Beban Total	: 3,5 kW
Arus nominal	: 7 A per fase
Tegangan	: 380 V
Frekuensi	: 50 Hz
Tekanan udara	: 6 Bar (80 Psi)
Berat total	: 4 ton
Berat unit terbesar	: 3 ton
Kecepatan input max.	: 125 m/min
Kecepatan potong max.:	80 potong/min
Jumlah mesin	: 2 mesin
Fungsi mesin	: Membuat coil aluminium menjadi sudut, pitch.(Roll)
Kondisi Mesin	: Masih Baik

4.3.6. Cutting Tube.

Bagian ini merupakan tempat pemotongan water tube. Bahan dari Water Tube sudah dalam bentuk tube sehingga disini tinggal melakukan pemotongan sesuai dengan panjang diperlukan. Ukuran lebar dari water tube yang dipakai ada tiga macam yaitu 14,55 mm, 22 mm, 32 mm dan 16 mm untuk jenis B-fold Tube.

Fungsi : Sebagai media mengalirnya air dari inlet tank ke outlet tank dan sebagai media penyerapan panas yang terbawa air dari mesin.

Bahan yang digunakan adalah aluminium tube yang panjangnya 2 meter dengan lebar 14.55, 22 dan 32 mm. jadi disini proses pembuatannya hanya dilakukan pemotongan dengan panjang tertentu sesuai dengan kebutuhan.

Mesin yang digunakan adalah :

Jenis Mesin	: Tube Re-Cuttung M/C.
Merk Mesin	: TAE HWAN & Me
Pembuat	: Korea & Machinery.
Air pressure	: 6 Bar
Kecepatan Potong	: 1000 Cut / jam
Jumlah mesin	: 1 mesin
Fungsi mesin	: Potong Tube.
Kondisi Mesin	: Masih Baik

4.3.7. Perakitan (Core Builder)

Bagian ini merupakan tempat penyusunan antara water tube, fin, end plate dan side plate yang akan membentuk core.

Mesin setting Core Builder ini ada dua macam yaitu mesin otomatis dan manual. Dalam mesin otomatis penyusunan water tube dilaksanakan secara otomatis tetapi untuk finnya dilaksanakan secara manual, sedangkan untuk mesin manual penyusunan antara fin, water tube, end plate dan side plate dilaksanakan secara manual satu persatu.

Fungsi : Sebagai tempat untuk menyusun fin, water tube, end plate dan side plate sehingga akan membentuk core.

Core builder yang ada di SS III ada dua macam yaitu :

- Core builder otomatis dengan mesin yang digunakan :

Merek Mesin : Kwan Wong

Tipe : 980530

Pembuat : Korea

Jenis Power Pack : ENERPAC

Air Pressure : 6 Bar (std)

Hidrolick Pressure : 10.000 Psi

Pemakaian Press : 4000~5000 Psi

Pembagian Hidrolick : 9 ton Kiri, 9 ton kanan, 4 ton atas

Jumlah mesin : 5 mesin

Fungsi mesin : Menyusun Fin dengan Tube.

Mekanisme : Otomatis

Kondisi Mesin : Masih Baik.

Dalam hal ini penyusunan water tube dilakukan secara otomatis oleh mesin core builder sedangkan penyusunan fin dilakukan secara manual dengan meletakkan fin diantara water tube yang telah tersusun dengan jarak tertentu kemudian dipasang end plate dan langsung dilakukan expand sehingga tidak perlu lagi diexpand.

- Core Builder Manual dengan mesin yang digunakan :

Pembuat	: Taiwan
Jenis Power Pack	: ENERPAC
Air Pressure	: 6 Bar (std)
Hidrolick Pressure	: 10.000 Psi
Pemakaian Press	: 4000~5000 Psi
Pembagian Hidrolick	: 9 ton Kiri, 9 ton kanan, 4 ton atas
Jumlah mesin	: 1 mesin
Fungsi mesin	: Menyusun Fin dengan Tube.
Mekanisme	: Manual
Kondisi Mesin	: Masih baik.

Dalam hal ini penyusunan antara fin, water tube, side plate dan end plate dilakukan secara manual satu persatu antara fin dan water tube tetapi sebelumnya telah dilakukan pemasangan side plate pada spacer dan end plate pada driver. Setelah semua tersusun maka side plate luar dipasang dengan dilaksanakan penekanan pada susunan fin dan water tube, kemudian end plate dipasang dengan memperhatikan posisi lubang end plate, setelah pas maka end plate ditekan ke arah water tube sehingga water tube akan masuk ke dalam end plate, setelah itu pasang jig untuk menahan core.

4.3.8. Expand

Setelah dilaksanakan penyusunan maka core dikunci dengan jig supaya tidak mengalami perubahan bentuk. Setelah proses setting selesai maka core diexpand untuk memastikan masuknya water tube ke dalam end plate dan memperbesar lubang water tube sehingga jarak antara water tube dengan lubang end plate semakin sempit.

Mesin expand berfungsi untuk mempersempit jarak antara water tube dengan lubang end plate. Sebelum dipakai maka mesin expand disetting terlebih dahulu jumlah pisau dan jarak antar pisau yang akan masuk ke dalam water tube. Pada pemakaian mesin expand maka jig yang menahan core terlebih dahulu dilepas baru setelah selesai diexpand maka jig dipasang lagi. Proses pelebaran lubang water tube dilakukan dengan hati-hati dan memperhatikan tepat tidaknya pisau expand masuk kedalam water tube untuk menghindari terjadinya kerusakan pada water tube.

Mesin Expand yang digunakan

Merk Mesin	: Kwan wong.
Pembuat	: Taiwan
Jenis Mesin	: Core Expand
Jumlah Mesin	: 2 mesin
Fungsi mesin	: Membesarkan Lubang Tube pada Sisi Header plate.
Kondisi mesin	: Masih Baik

4.3..9. Brazing

Tujuan dari brazing adalah untuk membersihkan core dari kotoran-kotoran yang menempel yang disebabkan oleh proses produksi dan untuk melelehkan lapisan yang melapisi water tube, end plate dan side plate sehingga terjadi penempelan antara fin dengan water tube, water tube dengan end plate dan fin dengan side plate akibat pelelehan lapisan material.

Setelah core tersusun rapi (telah diexpand) maka proses selanjutnya adalah proses brazing. Proses ini dimulai dengan pengikatan gas oksigen dengan menggunakan gas nitrogen (selama 1,5 jam) pada ujung mesin brazing dengan tujuan untuk mengikat oksigen yang ada pada peralatan brazing sehingga nantinya terjadinya reaksi antara oksigen dengan aluminium dapat ditekan seminimal mungkin, karena reaksi ini akan menyebabkan terbentuknya oksida yang akan mengganggu proses penempelan antar komponen radiator (fin dengan water tube, water tube dengan end plate dan fin dengan side plate). Setelah itu proses brazing telah siap dimulai, letakkan core pada konveyor sehingga core akan terbawa masuk kedalam rangkaian mesin brazing. Langkah pertama core dibersihkan dengan air dengan suhu 600 °C dengan tujuan untuk membersihkan core dari kotoran-kotoran yang menempel selama proses pembuatan core, kemudian untuk menghilangkan air maka disemprot udara setelah itu dilaksanakan penyemprotan dengan larutan alkali pada suhu 600 °C dengan tujuan untuk menghilangkan kotoran yang tidak bisa dihilangkan pada proses penyemprotan dengan air. Setelah proses ini dilakukan lagi penyemprotan udara untuk menghilangkan larutan alkali.

Komposisi larutan alkali :Karbonates 20 - 30%

Posphates 0 – 2,5 %

Bahan lain 10 – 15 %

Air

Setelah dari proses ini dilanjutkan dengan proses aplikasi flux yaitu penyemprotan flux pada semua permukaan core dengan tujuan untuk menghasilkan core yang bersih dan kering, untuk meratakan pada semua bagian core maka dilaksanakan penyemprotan udara dan setelah itu core masuk ke bagian pengeringan pada suhu 2500 °C. Penyemprotan ini hanya dilakukan pada sisi dalam tidak pada sisi luar (tempat tangki radiator). Flux ini nantinya berfungsi sebagai pengikat kotoran yang menyertai melelehnya lapisan pada aluminium sehingga penempelan antara fin dengan water tube, water tube dengan end plate dan fin dengan side plate dapat terjadi dengan baik tanpa adanya kotoran yang akan mengakibatkan penempelan tidak sempurna.

Setelah proses ini selesai maka proses selanjutnya adalah proses brazing. Dalam hal ini core akan masuk ke brazing furnace, disini core dipanasi pada suhu 610 – 615 °C (dengan waktu pemanasan bervariasi menurut bentuk dan ukuran serta tipe radiator) sehingga lapisan yang melapisi sisi end plate, water tube dan sisi side plate meleleh dan akan mengakibatkan menempelnya fin dengan water tube, fin dengan side plate dan water tube dengan end plate.

Setelah itu dilakukan pendinginan core dengan penyemprotan air dibagian luar ruangan core, jadi disini penyemprotan tidak dilaksanakan secara langsung terhadap

core. Setelah itu baru dilaksanakan pendinginan dengan udara luar. Dari sini proses brazing telah selesai.

Pada bagian ini core diperlakukan secara khusus untuk menyatukan atau merekatkan antara fin dengan water tube, fin terakhir dengan side plate, dan water tube dengan end plate.

Perlakuan yang dilakukan terhadap core meliputi pencucian dengan air biasa kemudian pencucian dengan larutan alkali, penyemprotan fluk dan pemanasan untuk melelehkan lapisan pada aluminium terutama pada bagian water tube, end plate dan side plate serta pendinginan.

Mesin Brazing Yang digunakan :

Merek Mesin	: AQUEOUS DEGREASER RAD.
Pembuat	: Hwasong-gun Kyonggi-do 445-970 KOREA
Kecepatan Konveyor	: Max 2639.48 M/min
Motor R.P.M	: 3000 R.P.M.
Water Hot Temp	: 60(oC)
Volume tank	: 610 L
Spray Upper	: 249.6 L/min
Spray Lower	: 124.6 L/min
Nozel Spray	: H 3/8U 6530
Flow Rate	: 9.6L (2kg/cm)
Jumlah mesin	: 1 mesin
Fungsi mesin	: Merkatkan Matrial Tube dengan Header palte, tube dengan fin.

Kondisi Mesin : Masih Baik.

4.3.10. Crimping

Crimping merupakan proses perakitan core yang telah dibrazing dan dilakukan pemasangan inlet dan outlet tank dengan terlebih dahulu diberi gasket diantara tangki dan end plate. Pemasangan ini dilakukan dengan mesin crimping yaitu : dengan menekan header plate sehingga pada kaki tangki terjepit oleh gigi header plate dan terkunci sehingga bila diberi tekanan tidak mengalami kebocoran.

Core yang telah keluar dari brazing dan telah diidentifikasi bahwa core tersebut bisa untuk produksi sesuai tipe dan nomornya, maka core dilakukan pengerimpingan dengan cara, Setting finger atau penekan sesuai tipe dan ukuran. Lakukan perintah sesuai dengan urutan yang ada di SOP yaitu tertera pada tombol yang ada. masukan core yang siap dicrimping, pastikan tidak ada kotoran yang melekat, pasang gasket sesuai tipe dan ukuran dan pastikan gasket tidak melintir, lalu pasang tanki yang sudah siap dicrimping, tekan tombol start dan secara otomatis akan bergerak sesuai mekanisme pengerimpingan setelah selesai lalu ditarik dan susun pada palet yang tersedia sesuai dengan identitas palet yang tersedia.

Mesin Crimping yang digunakan :

Merk Mesin	: S.K.K & M.E
Pembuat	: S.K.K PTY .LTD. & Machinery
Power Electricity	: 380V, 5KW, 3PH, 50Hz
Air Pressure	: 4~6 kgf/ cm ²
Machine Size	: 3000 x 1440 x 1200

Jumlah mesin	: 2 (S.K.K) & 2 (M.E) mesin
Fungsi mesin	: Menekan(mengunci) Gigi Header Plate dengan tanki
Kondisi mesin	: Masih baik.

4.4. Diagram Alir Pembuatan Radiator Aluminium Plastik

Diagram alir pada pembuatan radiator aluminium plastik ini dibuat berdasarkan urutan – urutan kerja yang berlangsung. Dengan adanya diagram ini diharapkan pemahaman terhadap proses akan lebih baik sehingga memungkinkan terjadinya pelaksanaan perbaikan – perbaikan. (Flow Process Chart ada di lampiran 1)

4.5. Definisi Jenis Kebocoran

Definisi jenis kebocoran ini dibuat berdasarkan jenis kebocoran yang paling dominan. Dengan definisi ini diharapkan pemahaman terhadap kebocoran menjadi lebih jelas. Jenis – jenis kebocoran yang terjadi selama proses produksi berlangsung adalah sebagai berikut :

4.5.1. Bocor End Plate dan Tube

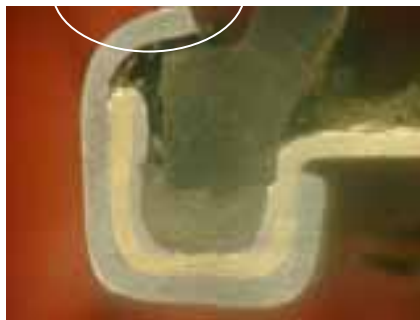
Bocor ini terjadi antara sambungan End Plate (Header Plate/HP) dan Tube. Sebab dari kebocoran ini disebabkan dari lubang HP yang diluar toleransi, tube penyok, tube terlalu pendek, tube korosi, tube korosi, brazing tidak matang, potongan tube jelek, tube erosi, dimensi tube diluar toleransi, dan lapisan cladding terlalu tipis.



Gambar 4.9. Kebocoran Karena Brazing Tidak Matang

4.5.2. Bocor Crimping

Bocor ini terjadi karena proses crimping di mesin crimp jelek, sehingga terjadi kebocoran. Disamping itu dapat juga disebabkan oleh Tank bow, gasket melintir, terdapat kotoran antara got HP, gasket dan tank, gasket tidak terpasang, dan tank tidak masuk ke HP tidak sempurna.



Gambar 4.10. Bocor Karena Crimping Tidak Sempurna

4.5.3. Bocor Side Plate

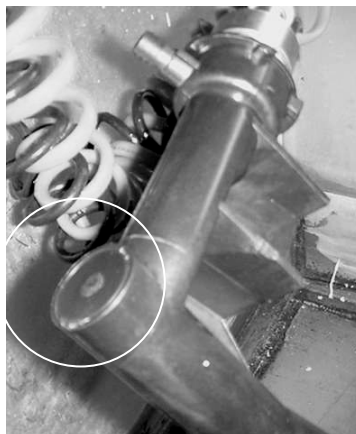
Kebocoran ini terjadi karena sambungan antara lubang Side Plate (SP) di Header Plate dan SP tidak rapat (ada lubang). Hal itu dapat disebabkan oleh SP masuk HP tidak tepat, brazing tidak matang, pemberian pasta tidak / kurang sempurna, dan lubang HP keluar dari toleransi.



Gambar 4.11. Bocor Karena Ada Lubang Antara SP dan HP

4.5.4. Bocor Tank

Kebocoran ini dapat terjadi karena tank pecah, tank terbakar saat injection, bocor di mounting stud, bocor bekas hot runner, dan bocor bekas potongan vanting.



Gambar 4.12. Bocor Karena Tank

4.5.5. Bocor Oil Cooler

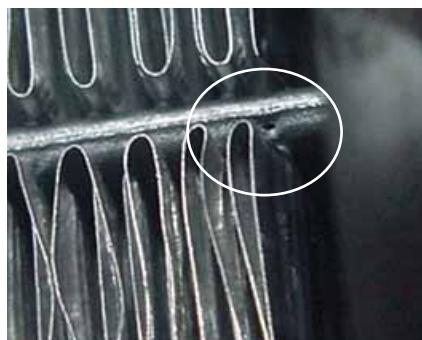
Kebocoran ini disebabkan oleh torsi pemasangan yang tidak tepat, ulir oil cooler aus, dudukan oring kotor, oring tidak terpasang, pemasangan washer terbalik dan lets pipe tidak standar.



Gambar 4.13. Bocor Karena Oil Cooler

4.5.6. Bocor Tube

Bocor ini terjadi karena tube kena erosi, tube sobek / koyak, dan welding tube pada tube sudah bocor.



Gambar 4.14. Bocor Tube Karena Erosi

4.5.7. Bocor Karena Tank Bow

Tank bow adalah tank yang melintir atau tidak datar / rata permukaannya. Tank bow ini dapat menyebabkan kompresi pada saat crimping tidak merata antara kiri dan kanan core, disamping itu tank yang bow susah masuk dalam End Plate. Bila hal ini terjadi dapat menyebabkan kebocoran.

4.6. Tahap Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data ini bersumber dari data Quality Control dan data dari computer Export. Tahap ini terdiri dari data kebocoran aluminium, data jumlah produksi dan perhitungan biaya akibat dari kebocoran.

4.6.1. Data Kebocoran Radiator

Data produksi radiator aluminium pada bulan April 2006 beserta data kebocoran (sumber dari Quality Control) dapat dilihat pada table berikut (data harian ada di Lampiran 2) :

Tabel 4.1. Data Kebocoran Radiator Beserta Harganya

Type	Total Produksi	Total Kebocoran	Harga (\$US)*	Harga Produksi (\$US)	Harga Kebocoran (\$US)
2	163	9	54,75	8924,25	492,75
6	261	29	66,40	17330,40	1925,60
7	2	0	59,60	119,20	0,00
8	114	4	49,85	5682,90	199,40

13	1233	39	57,43	70815,30	2239,90
14	167	3	60,90	10170,30	182,70
16	1542	37	51,45	79335,90	1903,65
17	385	9	44,25	17036,25	398,25
18	176	8	44,25	7788,00	354,00
19	618	18	54,65	33773,70	983,70
20	50	1	36,10	1805,00	36,10
21	7	0	36,10	252,70	0,00
23	962	20	50,65	48725,30	1013,00
24	302	6	52,45	15839,90	314,70
28	309	5	51,45	15898,05	257,25
29	97	14	46,05	4466,85	644,70
34	22	1	41,50	913,00	41,50
35	7	1	53,00	371,00	53,00
36	47	3	69,10	3247,70	207,30
37	147	10	69,10	10157,70	691,00
40	1150	76	69,10	79465,00	5251,60
42	33	1	65,00	2145,00	65,00
43	89	1	62,30	5544,70	62,30
49	116	11	49,65	5759,40	546,15
50	121	4	45,15	5463,15	180,60
51	116	1	56,00	6496,00	56,00

52	247	4	56,00	13832,00	224,00
53	118	2	63,20	7457,60	126,40
56	38	7	45,15	1715,70	316,05
57	227	1	61,40	13937,80	61,40
58	21	0	65,90	1383,90	0,00
61	70	3	49,65	3475,50	148,95
62	64	0	42,45	2716,80	0,00
63	101	3	46,95	4741,95	140,85
64	65	1	52,35	3402,75	52,35
66	6	0	58,70	352,20	0,00
75	139	19	40,00	5560,00	760,00
77	352	11	47,50	16720,00	522,50
78	121	0	49,50	5989,50	0,00
80	89	3	50,80	4521,20	152,40
81	13	0	43,90	570,70	0,00
85	300	4	47,00	14100,00	188,00

Total	10207	369		558004,25	20793,05
-------	-------	-----	--	-----------	----------

* : Data diambil dari data computer Export

4.6.2. Perbandingan Biaya Akibat Kebocoran Radiator

Perhitungan biaya akibat kualitas yang buruk (cost of poor quality) di dalam penelitian ini dibatasi hanya biaya produksi yang diakibatkan kebocoran radiator di Mesin Leak Test pada bulan April 2006. Perhitungan ini didasarkan atas ukuran harga, karena sebagai perusahaan yang ingin mencapai keuntungan yang besar, harga menjadi patokan.

Perincian mengenai perhitungan biaya akibat kebocoran pada Radiator Aluminium adalah sebagai berikut :

Perbandingan total harga kebocoran dan total harga produksi adalah sebesar =

$$\frac{20793.05}{558004.25} = 0.037263 = 3.7263\%$$

4.6.3. Analisa Data Harga

Salah satu tujuan perusahaan adalah untuk mencari keuntungan yang besar. Berikut adalah daftar harga akibat kebocoran radiator aluminium pada bulan April 2006 akibat 2 kebocoran terbesar yaitu bocor End Plate dan Tube dan kebocoran Crimping. Penjelasan tabelnya adalah sebagai berikut :

Tabel 4.2. Data Harga Kebocoran Karena End Plate dan Tube

TYPE	Jumlah Kebocoran	Harga (\$US)*	Harga kebocoran (\$US)
2	7	54,75	383,25
6	20	66,40	1328,00
13	31	57,43	1780,43

14	3	60,90	182,70
16	20	51,45	1029,00
17	1	44,25	44,25
18	4	44,25	177,00
19	14	54,65	765,10
20	1	36,10	36,10
23	7	50,65	354,55
24	4	52,45	209,80
28	1	51,45	51,45
34	1	41,50	41,50
36	2	69,10	138,20
37	5	69,10	345,50
40	57	69,10	3938,70
42	1	65,00	65,00
43	1	62,30	62,30
49	9	49,65	446,85
50	3	45,15	135,45
56	7	45,15	316,05
61	3	49,65	148,95
63	2	46,95	93,90
64	1	52,35	52,35
75	12	40,00	480,00

77	5	47,50	237,50
80	2	50,80	101,60
85	3	47,00	141,00
TOTAL	227		13086,48

Tabel 4.3. Data Harga Karena Kebocoran Crimping

TYPE	Jumlah Kebocoran	Harga (\$US)*	Harga kebocoran (\$US)
2	2	54,75	109,50
6	4	66,40	265,60
8	2	49,85	99,70
13	6	57,43	344,60
16	11	51,45	565,95
17	2	44,25	88,50
19	2	54,65	109,30
23	5	50,65	253,25
24	2	52,45	104,90
28	4	51,45	205,80
29	14	46,05	644,70
35	1	53,00	53,00
36	1	69,10	69,10
37	1	69,10	69,10

40	13	69,10	898,30
49	2	49,65	99,30
50	1	45,15	45,15
51	1	56,00	56,00
52	3	56,00	168,00
53	1	63,20	63,20
57	1	61,40	61,40
75	3	40,00	120,00
77	6	47,50	285,00
80	1	50,80	50,80
TOTAL	89		4830,15

* : Data diambil dari dari data computer Export

Dari data diatas, jumlah kerugian akibat kebocoran karena End Plate dan Tube dan kerugian akibat kebocoran Crimping sebesar :

$$\text{\$US } 4830,15 + \text{\$US } 13086,48 = \text{\$US } 17916,63$$

BAB V

ANALISA DATA

Pengolahan data ini berupa pembuatan peta kendali (Control Chart), Diagram Pareto, Diagram Fish Bone dan analisisnya, Fault Tree Analysis dan Root Cause Analysis Diagram, dan yang terakhir adalah pembuatan Failure Mode and Effect Analysis.

5.1. Pembuatan Peta Kendali (Control Chart)

Pembuatan bagan peta kendali terhadap data yang telah dikumpulkan menggunakan bagan kendali p, karena merupakan data atribut yaitu data produk cacat harian yang dapat dihitung untuk pencatatan dan analisis dengan banyaknya sample berbeda.

Perhitungan :

$$CL\ p = p = \frac{\sum_{i=1}^g p.i}{g} = \frac{\sum_{i=1}^g \chi_i}{n.g} = \frac{369}{10207} = 0.036$$

$$UCL\ p = p + 3\sqrt{\frac{p(1-p)}{n.i}} = 0.036 + 3\sqrt{\frac{0.036(1-0.036)}{343}} = 0.066176$$

$$LCL\ p = p - 3\sqrt{\frac{p(1-p)}{n.i}} = 0.036 - 3\sqrt{\frac{0.036(1-0.036)}{343}} = 0.005824$$

Dengan cara yang sama, hasil perhitungan secara keseluruhan dapat diperoleh sebagai berikut (Lihat lampiran 3)

Bagan kendali p yang telah dibuat menunjukkan tidak adanya data – data kebocoran selama bulan April 2006 yang melewati batas control (out of control) atau tidak terkendali, dapat dikatakan bila suatu proses berada dalam kendali statistic, maka variasi yang terjadi di dalam proses hanya diakibatkan oleh penyebab biasa (common cause) bukan oleh penyebab khusus (special cause).

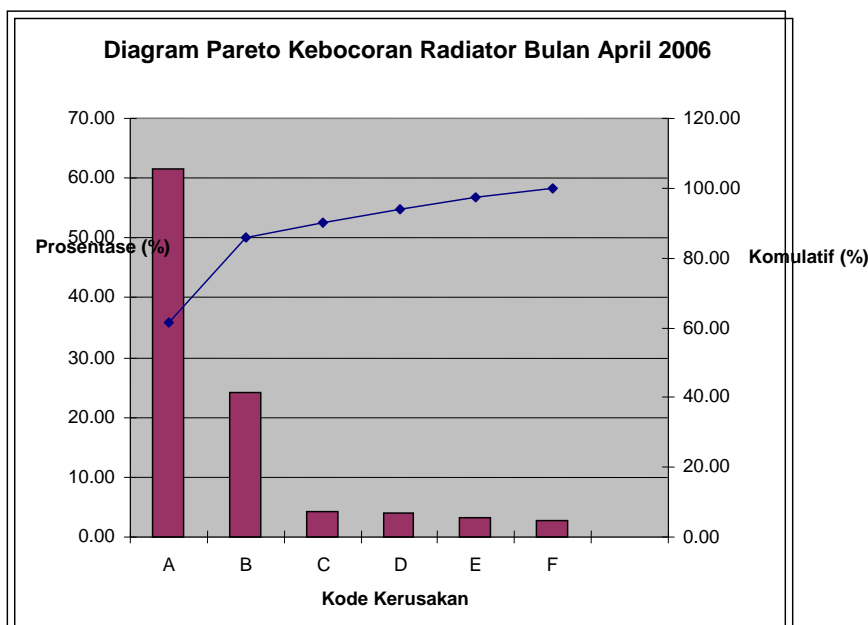
5.2. Pembuatan Diagram Pareto

Setelah dihitung dan dikelompokkan berdasarkan Rekap Leak Test (Lampiran 1), maka faktor kebocoran radiator aluminium berdasarkan Paretonya adalah sebagai berikut :

Tabel 5.1. Pareto Kebocoran Radiator Aluminium

KO DE	FAKTOR KEBOCORAN	TOTAL KEBOCORAN N	PROSENTAS E (%)	KOMULATI F (%)
A	Bocor End Plate dan Tube	207	61.42	61.42
B	Bocor Crimping	85	25.22	86.64
C	Bocor Side Plate	13	3.86	90.50
D	Bocor Tank	12	3.56	94.06

E	Bocor Oil Cooler	11	3.26	97.32
F	Bocor Tube	9	2.68	100.00
TOTAL		337		



Gambar 5.1. Diagram Pareto Kobocoran

Dari diagram Pareto diatas, dapat dilihat bahwa tipe kebocoran yang menempati urutan pertama adalah kebocoran yang disebabkan oleh End Plate dan Tube sebesar 61,42 % dari keseluruhan total kebocoran yang terjadi selama bulan April 2006. Yang menempati urutan kedua adalah bocor crimping sebesar 25,22 % sebanyak 85 buah. Yang akan menjadi prioritas dalam penanganan masalah adalah jenis kebocoran yang diakibatkan oleh End Plate dan Tube serta kebocoran karena Crimping, karena prosentase kedua dari jenis kebocoran tersebut adalah yang paling besar. Untuk mencari sumber – sumber penyebab terjadinya kebocoran yang

dominan, maka akan dilakukan analisis sebab akibat dengan menggunakan diagram fishbone.

5.3. Pembuatan Diagram Fish Bone

5.3.1. Terhadap Kebocoran Karena End Plate dan Tube

Pembuatan diagram fishbone ini untuk jenis kebocoran End Plate dan Tube yang merupakan jenis kebocoran yang paling dominan karena mencapai 61,42 % dari total keseluruhan kebocoran selama bulan April 2006. (Lihat lampiran 4)

5.3.1.1. Penjelasan Fish Bone Diagram

5.3.1.1.1. Faktor Manusia (Man)

➤ Ketrampilan

Faktor manusia dalam menguasai mesin dan pengetahuan tentang penyebab kebocoran sangat diperlukan . Operator yang belum ditraining dapat merakit core di mesin Core Builder dengan benar, sehingga kemungkinan bocor kecil. Bila merakit core dengan benar dilakukan terus menerus, operator akan merakit dengan cepat, sehingga output produksi naik.

➤ Stamina

Stamina operator yang loyo dan capek dapat menyebabkan core yang dirakit tidak benar. Operator yang capek, lama kelamaan akan berorientasi pada hasil, bukan pada kualitas. Bila hal ini terjadi, jumlah kesalahan dan kebocoran makin besar.

➤ Setting Mesin

Setting Mesin yang ceroboh dan tidak benar (tidak sesuai SOP) pada Mesin Core Bilder bila setting mesin tidak tepat maka akan menimbulkan masalah pada komponen yang dirakit, sehingga menyebabkan kebocoran.

➤ Handling

Handling yang kurang hati-hati akan menyebabkan komponen yang dibawa terbentur , sehingga akan menyebabkan komponen cacat atau bahkan untuk material yang sudah di sub assembling akan bergeser susunannya, sehingga menyebabkan kebocoran.

5.3.1.1.2. Faktor Bahan (Material)

➤ Tube

Bahan tube yang diterima dalam kondisi yang jelek (penyok, korosi, erosi, kotor) dapat menyebabkan kebocoran. Lubang tube tersebut sangat kecil, sehingga susah terlihat. Pemilihan supplier yang membuat tube benar-benar harus bagus dan cermat.

➤ End Plate / Header Plate

Header Plate yang mempunyai lapisan cladding yang tipis akan berakibat kurang lekatnya tube dan End Plate (saat setelah brazing), sehingga berakibat kebocoran. Header Plate yang tidak standar tebal claddingnya (kurang dari 0.3) akan berkurangnya ketahanan bahan saat brazing, sehingga menyebabkan bocor.

5.3.1.1.3. Faktor Mesin (Machine)

➤ Mesin Potong Tube

Mesin potong tube yang jelek (pada alat potongnya) akan berakibat cacat pada ujung tube. Bila ini tidak diketahui dan terus dirakit, akan menyebabkan sambungan antara tube dan header plate tidak rapat (ada celah) yang menyebabkan kebocoran.

➤ Dies

Dies yang aus / kotor pada punch akan menghasilkan lubang pada header plate yang jelek (lebih besar dari toleransi), sehingga akan berakibat bocor. Setting dies yang tidak tepat / tidak standar akan menghasilkan ujung side plate yang tidak sesuai toleransi, sehingga menyebabkan bocor.

➤ Brazing

Penyetelan mesin brazing yang tidak tepat juga akan menyebabkan kebocoran. Bila terlalu dingin, lapisan cladding belum leleh, sehingga terjadi kebocoran. Bila terlalu panas, fin akan rusak. Brazing memegang peranan penting untuk menentukan penyebab kebocoran.

➤ Mesin Core Builder dan Expand

Hasil expand yang jelek (tidak menghasilkan tube yang mekar / tube mekar tetapi sobek), akan menyebabkan kebocoran, karena akan ada celah antara lubang tube pada End Plate dan Tube. Core Builder memegang peranan awal yang penting dalam merakit radiator. Setting mesin yang salah dan penempatan komponen waktu perakitan yang salah dapat menyebabkan Tube dan End Plate terakit tidak benar, yang menyebabkan kebocoran, core jajaran genjang dan core ketinggian.

5.3.1.1.4. Cara (Methode)

➤ Penyimpanan

Cara penyimpanan yang tidak benar akan menyebabkan kebocoran. Tube akan tertabrak/tergores terhadap tempatnya sehingga berakibat cacat.

➤ Setting

End Plate gripper yang tidak standar pada mesin Expand akan menyebabkan tube tidak mekar dengan baik. Hal tersebut dapat menimbulkan kebocoran, meskipun telah keluar dari mesin Brazing.

5.3.1.1.5. Faktor Lingkungan (Environment)

➤ Pabrik

Kondisi lingkungan pabrik yang bising, panas, dan kotor membuat operator cepat lelah dan terganggu konsentrasinya dalam merakit core. Kekurangan konsentrasi akan menghasilkan core yang tidak sesuai dengan yang diharapkan.

➤ Mental

Mental operator yang terlalu tertekan akan menghasilkan core yang tidak bagus dan tidak benar. Mental operator tertekan dapat disebabkan karena terlalu banyak target produksi, sering dimarahi atasan atau ada masalah dalam keluarga.

5.3.2. Terhadap Kebocoran Karena Crimping

Diagram Fish Bone ini dibuat berdasarkan kebocoran karena Crimping karena menjadi prioritas kedua (sebesar 25.22%) setelah kebocoran karena End Plate dan Tube. (Lihat lampiran 5)

5.3.2.1. Penjelasan Fish Bone Diagram :

5.3.2.1.1. Faktor Manusia (Man)

➤ Ketrampilan

Faktor ketrampilan manusia dalam menguasai mesin dan pengetahuan tentang penyebab bocor sangat diperlukan. Operator yang belum ditraining dapat melakukan proses crimping di mesin Crimping dengan benar, sehingga kemungkinan bocor kecil. Bila proses crimping dengan benar dilakukan terus menerus, operator dapat melakukan dengan cepat, sehingga output produksi naik.

➤ Stamina

Stamina operator yang loyo dan capek dapat menghasilkan proses crimping yang tidak benar. Operator yang capek, lama kelamaan akan berorientasi pada hasil, bukan kualitas. Bila hal ini terjadi jumlah kesalahan dan kebocoran makin besar.

➤ Semprot Angin

Semprot angin digunakan agar antara gasket, end plate, dan tank tidak ada bram / kotoran yang menempel. Bram / kotoran tersebut dapat membuat lubang kecil yang menyebabkan kebocoran.

➤ Penempatan Gasket

Penempatan gasket yang melintir dan tidak tepat akan menyebabkan adanya lobang kecil antara end plate, gasket dan tank. Lobang yang sangat kecil ini cukup untuk menghasilkan radiator yang bocor.

5.3.2.1.2. Faktor Bahan (Material)

➤ Gasket

Gasket yang kotor dan tidak benar dalam menyimpan dapat menyebabkan gasket sobek, meskipun sangat kecil. Sobekan dan gasket yang kotor dapat menyebabkan kebocoran pada radiator.

➤ Tank

Tank yang melengkung atau terdapat pori-pori akan berpengaruh menyebabkan pada proses crimping, karena dapat mengakibatkan hasil crimping tidak sempurna atau bahkan keretakan pada end plate, sehingga dapat menyebabkan kebocoran pada radiator.

5.3.2.1.3. Faktor Mesin (Machine)

➤ Tekanan Pneumatik & Hydraulic Pada Mesin Crimping

Tekanan pneumatic ini digunakan untuk menekan tank pada end plate (core) setelah diberi gasket dan disemprot. Tekanan ini digunakan agar gasket benar-benar dapat menahan air dengan baik, setelah itu baru dilakukan proses crimping. Bila tekanan pneumatic kurang, gasket kurang terkompresi, sehingga menyebabkan kebocoran.

Tekanan Hydraulic digunakan untuk menekuk gigi-gigi End plate agar menjepit bibir tank yang telah terpasang pada got End plate yang dibawahnya telah dipasang gasket. Bila tekanan kurang maka bibir End plate tidak terjepit dengan sempurna dan mengakibatkan kebocoran.

➤ Injection

Proses inject pada mesin injection memegang peran yang penting dalam pembuatan tank. Temperatur yang tinggi dan inject yang terlalu cepat menyebabkan tank tidak terbentuk dengan sempurna (menyebabkan bow), sedangkan hasil yang kurang padat dapat menyebabkan tank pecah saat proses crimping.

5.3.2.1.4. Cara (Methode)

➤ Penempatan Tank

Penempatan tank yang terlalu lama juga dapat menyebabkan tank menjadi bow, selain itu juga tank menjadi keras sehingga pecah saat crimping. Tank yang bow menyebabkan tekanan tank / kompresi gasket bagian kanan dan kiri tidak sama. Hal ini dapat menyebabkan kebocoran.

➤ Design Tank

Design tank yang terlalu tinggi dapat mempermudah tank menjadi bow. Sedangkan ketebalan yang bervariasi (tipis) akan menyebabkan tank pecah saat proses crimping.

➤ Jig Tank

Jig tank digunakan untuk menyangga bagian dalam tank sehingga tank tidak menjadi bow. Jika jig tidak dipasang atau dimensi jig yang salah dapat membuat tank menjadi bow.

5.3.2.1.5. Faktor Lingkungan (Environment)

➤ *Pabrik*

Kondisi lingkungan pabrik yang bising, panas, dan kotor membuat operator cepat lelah dan terganggu konsentrasinya dalam proses crimping. Kekurangan konsentrasi akan menghasilkan radiator yang tidak sesuai dengan yang diharapkan.

➤ *Mental*

Mental operator yang terlalu tertekan akan menghasilkan radiator yang tidak bagus dan tidak benar. Mental operator tertekan dapat disebabkan karena terlalu banyak target produksi, sering dimarahi atasan atau ada masalah dalam keluarga.

5.4. Pembuatan Fault Tree Analysis Diagram

Berdasarkan data kebocoran radiator yang telah diperoleh dan atas dasar data dari pareto diagram yang menunjukkan urutan penyebab kebocoran radiator, yaitu kebocoran antara end plate dan tube setelah proses brazing menduduki urutan pertama dan kebocoran antara core assy dan tank setelah proses crimping pada urutan kedua. Maka dari kegagalan yang ada dapat dibuat Fault Tree Diagram untuk melihat kemungkinan-kemungkinan yang paling utama menyebabkan kegagalan, dalam hal ini adalah kebocoran radiator.

5.4.1. Fault Tree Diagram Untuk Kebocoran End Plate Dan Tube

Merupakan pohon kesalahan yang dapat dipercaya dapat menimbulkan atau menyebabkan terjadinya kegagalan puncak, dalam hal ini adalah kebocoran antara

end plate dan tube yang bisa kita ketahui setelah proses di line brzing. Gambar Fault Tree untuk proses ini (lihat lampiran 6)

Dari Fault Tree Diagram tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

Yang menjadi top event adalah bocor antara End plate dan Tube, dimana hal ini terjadi jika kejadian dibawah gerbang G0 mengalami kegagalan, yaitu karena ada bagian lubang End plate dan Tube yang tidak menempel. Untuk kejadian End plate dan Tube yang tidak menempel jika kejadian dibawah gerbang G1 mengalami kegagalan yaitu proses di Line Brazing. Untuk kejadian sub proses di Line Brzing gagal jika kejadian dibawah gerbang G2, salah satu dari kelima komponen mengalami kegagalan yaitu : Core assy, Aqueous degreasing, Flux application, Flux dry off, dan Proses pendinginan. Untuk kejadian sub proses Core assy gagal jika kejadian dibawah gerbang G3 salah satu dari ketiga komponen mengalami kegagalan yaitu : Core builder, Pemasangan jig, dan Tube expand. Untuk kejadian Core builder gagal jika kejadian dibawah gerbang G8 mengalami kegagalan yaitu operator kurang teliti. Untuk kejadian sub pemasangan jig gagal jika salah satu kejadian dibawah gerbang G9 mengalami kegagalan, yaitu Dimensi jig tidak sesuai atau pemasangan jig tidak benar. Untuk kejadian sub Expand tube gagal jika salah satu kejadian dibawah gerbang G10 mengalami kegagalan, yaitu pisau menabrak tube atau tinggi core tidak rata. Untuk kejadian Pisau menabrak tube jika kejadian dibawah gerbang G15 mengalami kegagalan, yaitu kesalahan saat perakitan. Untuk kejadian tinggi core tidak rata jika kejadian dibawah gerbang G16 mengalami kegagalan, yaitu tidak ada master tube untuk membantu proses assy. Untuk kejadian sub Aqueous

degreasing gagal jika salah satu kejadian dibawah gerbang G4 mengalami kegagalan, yaitu Alat penyemprot gagal atau Media penyemprot gagal. Untuk kejadian Alat penyemprot gagal jika kejadian dibawah gerbang G11 mengalami kegagalan, yaitu nozzle tersumbat. Untuk kejadian Media yang disemprotkan gagal jika kejadian dibawah gerbang G12 mengalami kegagalan, yaitu Campuran alkali kurang. Untuk kejadian sub Flux application gagal jika salah satu kejadian dibawah gerbang G5 mengalami kegagalan, yaitu Alat penyemprot gagal atau Media yang disemprotkan gagal. Untuk kejadian Alat penyemprot gagal jika kejadian dibawah gerbang G13 mengalami kegagalan, yaitu Nozzle tersumbat. Untuk kejadian Media yang disemprotkan gagal jika kejadian dibawah gerbang G14 mengalami kegagalan, yaitu Larutan flux kurang. Untuk kejadian Flux dry off gagal jika kejadian dibawah gerbang G6 mengalami kegagalan, yaitu Pemanasan terlalu lama. Untuk kejadian sub Proses cooling gagal jika kejadian dibawah gerbang G7 keduanya mengalami kegagalan, yaitu Water cooling gagal dan Air cooling gagal.

Tabel 5. Algoritma MOCUS

Step	1	2	3	4	5	6
	G1	G2	G3	G8	1	1
				G9	2	2
					3	3
				G10	G15	4
					G16	5
			G4	G11	6	6
				G12	7	7

			G5	G13	8	8
				G14	9	9
			G6	10	10	10
			G7	11,12	11,12	11,12

Hasil analisa FTA Dengan menggunakan MOCUS, diperoleh minimal cut set yaitu : {1},{2},{3},{4},{5},{6},{7},{8},{9},{10},{11},{12}. Hal ini berarti system akan mengalami kegagalan jika minimum ada satu first order mengalami kegagalan atau second order yang mengalami kegagalan secara serentak. Komponen yang termasuk first order adalah:

1. Operator Kurang teliti dalam bekerja
2. Dimensi jig tidak sesuai standar
3. Pemasangan jig tidak benar
4. Kesalahan saat perakitan
5. Tidak ada master tube
6. Nozzle degreasing tersumbat
7. Campuran larutan alkali kurang
8. Nozzle fluxing tersumbat
9. Larutan flux kurang
10. Pemanasan Flux dry off terlalu lama

Sedangkan komponen yang termasuk dalam second order adalah :

1. Water cooling gagal
2. Air cooling gagal

Sehingga dalam metode FTA ini ada dua prioritas penyebab kegagalan system, jika diperhatikan maka komponen-komponen yang termasuk dalam first order yaitu komponen yang mempunyai susunan seri. Pada komponen yang mempunyai susunan seri maka diperlukan satu komponen gagal agar system tersebut mengalami kegagalan, sedangkan komponen yang termasuk dalam second order yaitu komponen yang mempunyai susunan standby. Pada komponen yang mempunyai susunan standby maka diperlukan dua komponen gagal agar sistem tersebut mengalami kegagalan.

Dalam kasus ini maka harus diberikan perhatian khusus pada proses yang termasuk dalam first order, karena jika proses tersebut gagal maka akan terjadi kebocoran antara End plate dan Tube. Untuk proses yang termasuk dalam second order, kebocoran akan terjadi jika keduanya mengalami kegagalan secara bersama yaitu kegagalan sistem pendinginan Dengan air dan udara.

5.4.2. Fault Tree Diagram Untuk Kebocoran End Plate Dan Tube

Merupakan pohon kesalahan yang dapat dipercaya dapat menimbulkan atau menyebabkan terjadinya kegagalan puncak, dalam hal ini adalah kebocoran antara end plate dan tank yang bisa kita ketahui setelah proses crimping. Gambar Fault Tree untuk proses ini (lihat di lampiran 7)

Dari Fault Tree Diagram tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

Yang menjadi top event adalah bocor antara End plate dan Tank, dimana hal ini terjadi jika kejadian dibawah gerbang G0 mengalami kegagalan, yaitu karena Tank tidak terjepit oleh bibir end plate secara sempurna. Untuk kejadian Tank tidak terjepit

end plate dengan sempurna jika kejadian dibawah gerbang G1 mengalami kegagalan, yaitu Proses crimping gagal. Untuk kejadian Proses crimping gagal jika salah satu kejadian dibawah gerbang G2 mengalami kegagalan, yaitu ; Mesin crimping gagal, Core assy hasil brazing gagal, Plastic tank gagal, atau Gasket gagal. Untuk kejadian Mesin crimping gagal jika salah satu kejadian dibawah gerbang G3 mengalami kegagalan, yaitu Setting mesin tidak tepat, Tekanan pneumatic kurang atau Tekanan hydraulic kurang. Untuk kejadian Setting mesin tidak tepat jika salah satu kejadian dibawah gerbang G7 mengalami kegagalan, yaitu Pemasangan finger tidak tepat atau Pemasangan stopper tidak tepat. Untuk kejadian Tekanan pneumatic kurang jika salah satu kejadian dibawah gerbang G8 mengalami kegagalan, yaitu Tekanan kompresor kurang. Untuk kejadian Tekanan hydraulic kurang jika kejadian dibawah gerbang G9 mengalami kegagalan, yaitu Tekanan power pack kurang. Untuk kejadian Core assy hasil brazing gagal jika salah satu kejadian dibawah gerbang G4 mengalami kegagalan, yaitu Hasil brazing kurang kuat atau Got end plate kotor. Untuk kejadian Got end plate kotor jika kejadian dibawah gerbang G10 mengalami kegagalan, yaitu Kurang pembersihan. Untuk kejadian Plastic tank gagal jika salah satu kejadian dibawah gerbang G5 mengalami kegagalan, yaitu Tank rapuh, retak, ada pori-pori atau Tank melengkung. Untuk kejadian Tank rapuh, retak dan ada pori-pori jika kejadian dibawah gerbang G11 mengalami kegagalan, yaitu Proses injection gagal. Untuk kejadian Proses injection gagal jika salah satu kejadian dibawah gerbang G15 mengalami kegagalan, yaitu Setting mesin tidak tepat atau Bahan plastik kurang kering. Untuk kejadian Tank melengkung jika salah satu dari kejadian dibawah gerbang G12 mengalami kegagalan, yaitu Jig tank tidak dipasang atau Salah

dalam penyimpanan. Untuk kejadian Jig tank tidak dipasang jika salah satu kejadian dibawah gerbang G16 mengalami kegagalan, yaitu Jig salah dimensi atau Operator lupa memasang jig. Untuk kejadian Salah dalam penyimpanan jika kejadian dibawah gerbang G17 keduanya mengalami kegagalan, yaitu Disimpan terlalu lama dan Ditumpuk terlalu banyak. Untuk kejadian Gasket gagal jika salah satu kejadian dibawah gerbang G6 mengalami kegagalan, yaitu Gasket kotor atau Gasket melintir. Untuk kejadian Gasket kotor jika kejadian dibawah gerbang G13 keduanya mengalami kegagalan, yaitu Kurang semprot angin dan Lingkungan kotor. Untuk kejadian Gasket melintir jika kejadian dibawah gerbang G14 mengalami kegagalan yaitu Operator kurang teliti.

Tabel 5. Algoritma MOCUS

Step	1	2	3	4	5	6
	G1	G2	G3	G7	1	1
					2	2
				G8	3	3
				G9	4	4
			G4	5	5	5
				G10	6	6
			G5	G11	G15	7
						8
				G12	G16	9
						10
					G17	11,12

			G6	G13	13,14	13,14
				G14	15	15

Hasil analisa FTA Dengan menggunakan MOCUS, diperoleh minimal cut set yaitu : {1},{2},{3},{4},{5},{6},{7},{8},{9},{10},{11},{12}, {13},{14},{15}. Hal ini berarti system akan mengalami kegagalan jika minimum ada satu first order mengalami kegagalan atau second order yang mengalami kegagalan secara serentak.

Komponen yang termasuk first order adalah:

1. Pemasangan finger tidak tepat
2. Pemasangan stopper tidak tepat
3. Pressure dari power pack kurang
4. Instalasi bocor
5. Hasil brazing kurang kuat
6. Pembersihan got end plate kurang
7. Setting mesin injection tidak tepat
8. Bahan plastik kurang kering
9. Jig salah dimensi
10. Operator lupa memasang jig
11. Operator kurang teliti

Sedangkan komponen yang termasuk dalam second order adalah :

1. Tank disimpan terlalu lama
2. Tank ditumpuk terlalu banyak
3. Kurang semprot angin

4. Lingkungan kotor

Sehingga dalam metode FTA ini ada dua prioritas penyebab kegagalan system, jika diperhatikan maka komponen-komponen yang termasuk dalam first order yaitu komponen yang mempunyai susunan seri. Pada komponen yang mempunyai susunan seri maka diperlukan satu komponen gagal agar system tersebut mengalami kegagalan, sedangkan komponen yang termasuk dalam second order yaitu komponen yang mempunyai susunan standby. Pada komponen yang mempunyai susunan standby maka diperlukan dua komponen gagal agar sistem tersebut mengalami kegagalan.

Dalam kasus ini maka harus diberikan perhatian khusus pada proses yang termasuk dalam first order, karena jika proses tersebut gagal maka akan terjadi kebocoran antara End plate dan Tank. Untuk proses yang termasuk dalam second order, kebocoran akan terjadi jika keduanya mengalami kegagalan secara bersama yaitu bila tank disimpan terlalu lama dan ditumpuk terlalu banyak. Sedangkan susunan standby lainnya adalah gasket kurang semprot angin dan lingkungan kotor disekitar gasket.

5.5. Pembuatan Root Cause Analysis Diagram

Dalam pembuatan Root Cause Analysis bertujuan untuk mengidentifikasi hal-hal khusus yang mendasari suatu masalah, dalam hal ini secara khusus dapat diperkirakan mengapa peristiwa (kegagalan) dapat terjadi. Dengan demikian akan lebih mudah untuk memunculkan saran yang akan mencegah kegagalan terulang kembali.

5.5.1. Terhadap Kebocoran End Plate Dan Tube

Pembuatan root cause diagram untuk jenis kebocoran End Plate dan Tube yang merupakan jenis kebocoran yang paling dominan karena mencapai 61,52 % dari total keseluruhan kebocoran selama bulan April 2006. (Lihat lampiran 8)

Dari Root Cause Diagram Kebocoran End Plate Dan Tank dapat dilihat urutan proses yang mana terdapat beberapa proses yang dianggap sebagai “ Casual Factor “ yaitu penyebab yang dinilai memberikan kontribusi untuk menyebabkan timbulnya suatu kegagalan akhir yaitu kebocoran end plate dan tube. Dimana dalam kebocoran ini terdapat empat proses yang dinilai sebagai “ Casual Factor “ atau yang paling berpengaruh atas timbulnya kebocoran, yaitu :

1. Proses Forming 1, Material Terbalik

Penyebab :

- Operator kesulitan membedakan permukaan material
- Tidak ada stopper (poka yoke)
- Operator Terburu-buru
- Kebijakan perusahaan tentang karyawan borongan

2. Proses Piercing Gagal

Penyebab :

- Pisau potong aus
- Setting Dies tidak tepat
- Stopper tidak standar

- Toleransi pisau potong terlalu besar
- Operator belum di training

3. Proses Expand Tube Gagal

Penyebab :

- Tidak benar saat merakit (Core builder)
- Panjang potongan tube tidak standar
- Pemasangan pada mesin expand tidak tepat
- Setting mesin tidak tepat

4. Proses Flux Application Gagal

Penyebab :

- Larutan Flux kurang
- Penyemprotan flux tidak merata
- Alat penyemprot bermasalah

5.5.2. Terhadap Kebocoran Karena Crimping

Pembuatan root cause diagram ini dibuat berdasarkan kebocoran karena Crimping karena menjadi prioritas kedua (sebesar 24.12%) setelah kebocoran karena End Plate dan Tube. (Lihat lampiran 9)

Dari Root Cause Diagram Kebocoran Crimping dapat dilihat urutan proses yang mana terdapat beberapa proses yang dianggap sebagai “ Casual Factor “ yaitu penyebab yang dinilai memberikan kontribusi untuk menyebabkan timbulnya suatu kegagalan akhir yaitu kebocoran end plate dan tank yang ditemukan setelah proses

crimping. Dimana dalam kebocoran ini terdapat empat proses yang dinilai sebagai “Casual Factor “ atau yang paling berpengaruh atas timbulnya kebocoran, yaitu :

1. Proses Injection Gagal

Penyebab :

- Salah pengaturan temperatur
- Pengaturan waktu untuk masing-masing siklus tidak tepat
- Pengaturan volume plastik tidak tepat

2. Pengecekan Pembersihan Komponen Sebelum Proses Crimping Gagal

Penyebab :

- Operator kurang teliti
- Alat pembersih tidak memadai

3. Penempatan Komponen Di Mesin Crimping Tidak Tepat

Penyebab :

- Pemasangan stopper tidak tepat
- Penyetelan finger tidak tepat
- Tank melengkung
- Pemasangan gasket melintir
-

4. Proses Crimping Gagal

Penyebab :

- Tekanan pneumatic tidak tepat

- Tekanan hydraulic tidak tepat

5.6. Pembuatan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Data yang dibutuhkan untuk membuat FMEA adalah dari diagram fishbone, FTA dan RCA yang telah dibuat sebelumnya. Pembuatan FMEA bertujuan untuk mengidentifikasi dan menilai resiko – resiko yang berhubungan dengan potensi kegagalan. Untuk pembuatan FMEA penulis membuat penilaian secara subyektif berdasarkan hasil pembahasan bersama Kepala Seksi, para staff, dan para pekerja di lapangan. Lebih khusus lagi data yang dipakai hanya variabel konstan. Variabel konstan adalah variable yang akan dijaga / diusahakan tetap konstan untuk mencapai respons / output yang diinginkan atau yang memungkinkan untuk mengurangi variasi yang berlebihan pada respons. Ada juga yang dinamakan variable noise, yaitu variabel yang tidak terkendali (pengganggu). Walaupun variable noise dapat mempengaruhi output, akan tetapi variable tersebut mungkin akan terlalu sulit dikendalikan. Sering terjadi suatu variable yang pada saat ini dinyatakan sebagai variable noise berubah menjadi variable konstan pada siklus berikutnya bila memang memungkinkan, misalnya gangguan kurangnya penerangan yang dapat mengakibatkan tempat penyimpanan menjadi lembab yang belum dijadikan variable konstan, mungkin pada siklus selanjutnya bias menjadi variable konstan dengan memberikan penerangan yang cukup pada tempat penyimpanan plastik tank.

5.3.5.1. Pembuatan FMEA Untuk Kebocoran Tube dan End Plate

Pembuatan cause failure mode and effect untuk kebocoran Tube dan End Plate adalah sebagai berikut :

Tabel 5.6. Penentuan Cause Failure Mode and Effect Untuk Kebocoran Tube dan End Plate

Efect Kegagalan Potensial	Modus Kegagalan Potensial	Penyebab Potensial
Proses Forming 1	Material terbalik	Operator lesulitan membedakan permukaan material
		Dies tidak ada stopper (Poka yoke)
		Operator terburu-buru
		Kebijakan perusahaan tentang karyawan borongan
Proses Piercing	Ukuran lubang diluar toleransi	Pisau potong aus
		Setting Dies tidak tepat
		Stopper tidak standar
		Toleransi Dies tidak tepat
		Operator belum ditraining
Proses Expand Tube	Hasil expand tidak sempurna	Merakit Tube tidak benar
		Panjang Tube tidak standar
		Pemasangan di mesin tidak tepat
		Setting mesin tidak tepat

Flux Application	Tube kurang melekat dengan End Plate	Larutan Flux tidak tepat
		Flux kurang
		Nozzle tersumbat
		Penyemprotan Flux tidak merata

Hasil pembuatan cause failure mode and effect yang berupa urutan akar penyebab masalah - modus kegagalan – efek dirangkum dalam tabel FMEA seperti berikut : (Lihat lampiran 9)

Dari pembuatan FMEA untuk kebocoran Tube dan End Plate menunjukkan Risk Priority Number tertinggi sebesar 100 ada pada kegiatan

5.3.5.2. Pembuatan FMEA Untuk Kebocoran Crimping

Pembuatan cause failure mode and effect untuk kebocoran crimping adalah sebagai berikut :

Tabel 5.8. Penentuan Cause Failure Mode and Effect Untuk Kebocoran Crimping

Efect Kegagalan Potensial	Modus Kegagalan Potensial	Penyebab Potensial
Proses Injection	Tank tidak bagus	Setting temperatur tidak tepat
		Setting waktu siklus tidak tepat
		Volume plastik tidak tepat

Core Assy	Hasil Brazing kurang kuat	Toleransi lubang End Plate dan Tube terlalu besar
		Expand Tube tidak sempurna
		Pemberian Flux Kurang
Penempatan komponen di mesin Crimping	Penempatan komponen tidak tepat	Pemasangan stopper tidak tepat
		Setting Finger tidak tepat
		Tank melengkung
		Pemasangan gasket melintir
Proses Crimping	Hasil Crimping tidak sempurna	Tekanan pneumatik tidak tepat
		Tekanan hydraulic tidak tepat

Hasil pembuatan cause failure mode and effect yang berupa urutan akar penyebab masalah - modus kegagalan – efek dirangkum dalam tabel FMEA seperti berikut : (Lihat lampiran 10)

Dari pembuatan FMEA untuk kebocoran Crimping menunjukkan Risk Priority Number tertinggi sebesar 100 ada pada kegiatan pemasangan gasket.

BAB VI

KESIMPULAN

6.1. Kesimpulan

Dari pengolahan data yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Penyebab kebocoran yang terjadi selama proses produksi pembuatan Radiator Aluminium sesuai paretonya adalah bocor end plate dan tube (61,52%), bocor crimping (24,12%), bocor side plate (4,34%), bocor tank (4,07%), bocor oil cooler (3,25%) dan bocor tube (2,71%).
2. Biaya kerugian akibat kebocoran pada pembuatan radiator aluminium sebesar \$US 20793,05, sedangkan biaya kerugian akibat 2 kebocoran terbesar yaitu kebocoran End Plate dan Tube dan kebocoran Crimping adalah sebesar \$US 17916,63.
3. Perbandingan total harga kebocoran dan total harga produksi pada bulan Juli 2002 adalah sebesar 3.7263%.
4. Dari hasil FMEA terlihat bahwa proses produksi pada Mesin Brazing merupakan penyebab terbesar pada bocor End Plate dan Tube, sedangkan proses pemasangan gasket merupakan penyebab bocor Crimping.

6.2. Saran

Setelah melakukan penelitian dan memahami permasalahan yang terjadi pada perusahaan P.T. Selamat Sempurna Tbk., beberapa saran yang diharapkan dapat dijadikan masukan bagi perusahaan adalah sebagai berikut :

1. Lebih memfokuskan para Staff untuk mengatasi kebocoran yang terjadi pada Mesin Brazing dan proses pemasangan gasket.
2. Kegiatan untuk mengatasi kebocoran radiator aluminum plastic di berbagai proses perlu dilakukan secara terus menerus dan berkesinambungan tanpa kenal lelah.

DAFTAR PUSTAKA

1. Ariani, Dorothea Wahyu, *Manajemen Kualitas*, Andi Offset Yogyakarta, Edisi pertama, 1999.
2. Assauri, Sofjan, *Manajemen Produksi dan Operasi*, Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, Edisi keempat, 1993.
3. Gaspersz, Vincent, *Total Quality Management*, PT Gramedia Pustaka Utama, Cetakan kedua, 2002.
4. *Failure Mode & Effects Analysis (FMEA)*, Premysis Consulting, Revisi 1, 2000
5. *Potential Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)*, Chrysler Corporation, Ford Motor Company, General Motors Corporation, Second Edition, 1995.