



UNIVERSITAS INDONESIA

**TINDAKAN PERBAIKAN DAN PENCEGAHAN KEBOCORAN
KOMPONEN SILINDER SEPEDA MOTOR 125 CC
PADA PROSES *CASTING***

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

FATHUR ROHMAN FAUZI

0906603581

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

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Fathur Rohman Fauzi

NPM : 0906603581

Tanda Tangan : 






Tanggal : 28 Desember 2011

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Fathur Rohman Fauzi
NPM : 0906603581
Program Studi : Teknik Industri
Judul Skripsi : TINDAKAN PERBAIKAN DAN
PENCEGAHAN KEBOCORAN KOMPONEN
SILINDER SEPEDA MOTOR 125 CC PADA
PROSES *CASTING*

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

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. Rahmat Nurcahyo, M.Eng.Sc. ()
Penguji : Prof. Dr. Ir. T. Yuri M. Zagloel, M.Eng.Sc. ()
Penguji : Ir. Sri Bintang Pamungkas M.SISF, Ph.D. ()
Penguji : Ir. Yadrifil M.Sc. ()
Penguji : Romadhani Ardi, ST, MT ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 28 Desember

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkah dan rahmatNya saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai menyusun skripsi ini sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu saya mengucapkan terima kasih banyak kepada :

1. Bapak Ir. Rahmat Nurcahyo M.EngSc, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini ;
2. Pihak perusahaan serta rekan kerja di Seksi Die Casting yang telah banyak membantu dalam usaha menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini;
3. Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan doa dan moral yang tiada henti ;
4. Ratna Yuli Astuti yang selalu memberikan dukungan dan semangat untuk menyelesaikan skripsi ini ;
5. Seluruh Dosen pengajar dan staff Jurusan Teknik Industri yang telah memberikan ilmu dan bimbingan selama saya kuliah.
6. Sahabat Ekstensi TI UI 2009 Depok yang telah banyak memberikan bantuan dalam menyelesaikan skripsi ini ;

Akhir kata, saya berharap Allah S.W.T berkenan membalasa segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini bisa membawa manfaat bagi perkembangan ilmu.

Depok, Desember 2011

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH**

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

Nama : Fathur Rohman Fauzi
NPM : 0906603581
Program Studi : Teknik Industri
Departemen : Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul : TINDAKAN PERBAIKAN DAN PENCEGAHAN KEBOCORAN KOMPONEN SILINDER SEPEDA MOTOR 125 CC PADA PROSES *CASTING* beserta perangkat yang ada (bila diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 3 Januari 2012

Yang menyatakan



(Fathur Rohman Fauzi)

ABSTRAK

Nama : Fathur Rohman Fauzi
Program Studi : Teknik Industri
Judul : Tindakan Perbaikan dan Pencegahan Kebocoran Komponen Silinder Sepeda Motor 125 CC pada Proses *Casting*

Cacat merupakan penyimpangan kualitas suatu produk yang tidak diinginkan dalam dunia industri. Karena itu setiap proses produksi di dalamnya harus dapat menghasilkan produk yang memiliki kualifikasi sesuai standard yang telah ditetapkan guna memenuhi kepuasan pelanggan. PT. A mempunyai masalah cacat komponen silinder yang mencapai 4,47% atau diatas batas maksimal prosentase cacat yang telah ditetapkan perusahaan sebesar 3,6%. Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi cacat bocor produksi komponen silinder yang terjadi di seksi Die Casting PT A. Metode PDCA dengan seven tools sebagai alat bantu mutu digunakan untuk menganalisis dan membantu proses perbaikan cacat bocor komponen silinder. Dari hasil analisis dapat diketahui bahwa penyebab kebocoran pada komponen silinder adalah adanya *undercut* dan keropos pada komponen silinder. Sehingga perbaikan yang dilakukan adalah dengan melakukan tindakan perbaikan dan pencegahan terhadap faktor penyebab terjadinya *undercut* dan keropos pada komponen silinder. Dari hasil perbaikan pada komponen silinder dengan metode PDCA dapat menurunkan tingkat cacat produksi komponen silinder menjadi 3,17% atau turun 1,3%.

Kata kunci :

PDCA, TQM, *Corrective Action*, ISO, *Die Casting*.

ABSTRACT

Name : Fathur Rohman Fauzi
Study Program : Industrial Engineering
Title : Corrective and Preventive Action Leakage of Cylinder
Component Motorcycle 125 CC on Casting Process.

Defect is deviation the quality of a product which is not desirable in the industrial world. Therefore, every process of production should be able to produce a product that has the appropriate qualification standards have been established to customer satisfaction. PT. A has a problem of defect cylinder component which reaches 4.47% or above the maximum limit prosentase defects that have been set by the company of 3.6%. This study aims to reduce the production of defective cylinder component which leakage occurs in Die Casting section PT A. PDCA method with seven quality tools as a tool used to analyze and assist in the repair defective leaking cylinder component. From the analysis results can be seen that the cause of leaks in the cylinder component is the presence of the undercut and porous cylinder component. So that repairs are done is to make corrective and prevention action of factors causing the undercut and porous cylinder component. From the results of the cylinder component improvement with PDCA methode can decrease of cylinder component defect rate to 3.17%, or down 1.3%.

Key word :

PDCA, TQM, *Corrective Action*, ISO, *Die Casting*.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Diagram Keterkaitan Masalah	2
1.3 Rumusan Masalah.....	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Tujuan.....	3
1.6 Metodologi Penulisan	3
1.7 Sistematika Penulisan	6
2. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Sejarah Manajemen Mutu.....	8
2.2 Manajemen Mutu ISO 9001:2008	10
2.2.1. Pendekatan Proses	11
2.2.2. Pengukuran, Analisa dan Perbaikan	13
2.2.2.1. Pengendalian Produk Tidak Sesuai	13
2.2.2.2. Analisis Data	14
2.3 Tindakan Perbaikan dan Pencegahan	14
2.3.1. Tindakan Perbaikan dan Pencegahan Berbasis Manajemen Mutu ISO 9001:2008	14

2.3.2. Tindakan Perbaikan dan Pencegahan di PT. A	15
2.4 Definisi Teori Tentang Kendali Mutu.	17
2.5 Tujuh Perangkat Mutu	17
2.5.1 Lembar Pengamatan (check sheet).	20
2.5.2 Stratifikasi (run chart).	20
2.5.3 Histogram Diagram.	21
2.5.4 Diagram Alir (Flowchart)	22
2.5.5 Diagram Pareto	24
2.5.6 Diagram Sebab Akibat.	24
2.5.7 Scatter Diagram	25
2.4 Proses High Pressure Die Casting	27
2.4.1 Bagian-bagian Mesin Die Casting	28
2.4.2 Proses Produksi Die Casting.	30
2.6.2.1. Melting	32
2.6.2.2. Casting Proses	37
2.6.2.3. Trimming	41
2.6.2.4. Visual Check.	42
2.6.2.5. Annealing	43
2.6.2.6. Finishing	44
3. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	46
3.1. Sistem Pengendalian Mutu di PT. A	46
3.2. Cacat Komponen Silinder.	47
3.2.1. Data Part Cacat	50
3.3. Prosedur Tindakan Perbaikan di PT A.	52
3.4. Analisis Awal Cacat Komponen Silinder Bocor.	54
3.4.1. Supplier, Input, Process, Output, Customers (SIPOC)	54
3.4.2. Analisa Awal Faktor Penyebab Masalah Komponen Silinder Bocor	56
4. ANALISIS DATA	59
4.1. Analisis Diagram Sebab Akibat <i>Undercut</i> pada Komponen Silinder.	60
4.1.1. Material	61
4.1.2. Mesin dan <i>Dies</i>	61

4.1.2.1. <i>Dies</i> (cetakan)	61
4.1.2.2. Mesin	63
4.1.3. Faktor Manusia	64
4.1.4. Metode	65
4.2. Analisis Diagram Sebab Akibat Keropos pada Komponen Silinder	66
4.2.1. Material	66
4.2.2. Mesin	67
4.2.3. Faktor Manusia	68
4.2.4. Metode	69
4.3. Analisis Fault Tree Analyze (FTA) <i>Undercut</i> pada Komponen Silinder....	69
4.3.1. Temperatur Molten	70
4.3.2. Auto Spray	71
4.3.3. Metode Pemeriksaan	72
4.4. Analisis Fault Tree Analyze (FTA) Keropos pada Komponen Silinder.	72
4.4.1. Kebersihan Molten.....	73
4.4.2. Hidrolik Unit	74
4.4.3. Metode Pemeriksaan	74
4.5. Pelaksanaan Perbaikan	75
4.5.1. Tindakan Perbaikan (<i>Corrective Action</i>)	75
4.5.1.1. Tindakan Perbaikan <i>Undercut</i> Komponen Silinder	75
4.5.1.2. Tindakan Perbaikan Keropos Komponen Silinder	77
4.5.2. Tindakan Pencegahan (<i>Preventive Action</i>)	79
4.5.2.1. Tindakan Pencegahan <i>Undercut</i> Komponen Silinder	79
4.5.2.2. Tindakan Pencegahan Keropos Komponen Silinder	80
4.6. Verifikasi Hasil Perbaikan	81
4.7. PICA-PA Cacat Bocor Komponen Silinder	84
5. KESIMPULAN DAN SARAN	87
DAFTAR REFERENSI	88

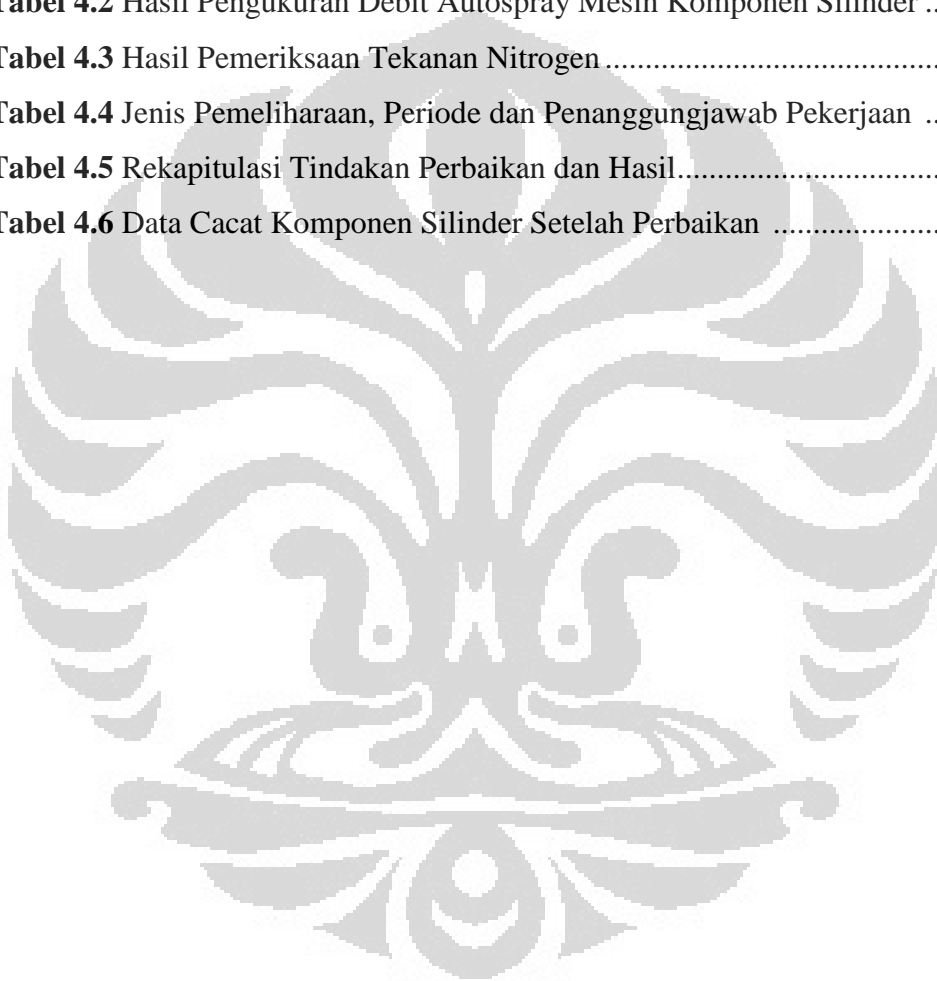
DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Keterkaitan Masalah	2
Gambar 1.2. Aliran Proses Metodologi Penelitian	4
Gambar 2.1 Diagram Alir Manajemen Perbaikan Berkelanjutan	12
Gambar 2.2 Form PICA-PA	16
Gambar 2.3 Transfer PDCA Cycle pada Tahap Pelaksanaan	18
Gambar 2.4 <i>Check Sheet</i> Pemeriksaan Kualitas	20
Gambar 2.5 Ilustrasi Run Chart.....	21
Gambar 2.6 Contoh Histogram.....	22
Gambar 2.7 Model Diagram Alir	23
Gambar 2.8 Contoh Satu Diagram Alir.....	23
Gambar 2.9 Contoh Pareto Digram	24
Gambar 2.10 Contoh Fish Bone	25
Gambar 2.11 Contoh <i>Scatter</i> Diagram	26
Gambar 2.12 Part Hasil Produksi Seksi Die Casting.....	30
Gambar 2.13 Diagram Alir Produksi.....	31
Gambar 2.14 Diagram Alir Proses Produksi di Seksi <i>Die Casting</i>	31
Gambar 2.15 Furnace Melting Aluminium	32
Gambar 2.16 Flow Proses Melting.....	33
Gambar 2.17 Ingot Aluminium	33
Gambar 2.18 Return Scrap	34
Gambar 2.19 Diagram Fasa Alumunium – Silikon	34
Gambar 2.20 Proses Charging Pada Saat Melting.....	35
Gambar 2.21 Proses Fluxing Pada Saat Melting	35
Gambar 2.22 Proses Deslugging Pada Saat Melting	36
Gambar 2.23 Proses Tapping Ke Dalam Ladle	36
Gambar 2.24 Proses Distribusi Molten ke <i>Holding Furnace</i>	37
Gambar 2.25 Diagram Alir Proses <i>Casting</i>	37
Gambar 2.26 Insert Part untuk Part <i>Casting</i>	38
Gambar 2.27 Proses <i>Die Close</i> di Mesin	38
Gambar 2.28 Pelumasan Plunger Tip dan Jenis Pelumas	39
Gambar 2.29 Proses Pouring	39

Gambar 2.30 a)Dies Membuka; b)Core Keluar	40
Gambar 2.31 Proses Auto Spray dan Jenis Lubricant	41
Gambar 2.32 Proses Trimming	42
Gambar 2.33 Macam – Macam Heat Treatment Pada Diagram Fe – C	43
Gambar 2.34 Struktur Mikro Al-Si	44
Gambar 2.35 Proses Finishing	45
Gambar 3.1 Diagram Pareto Cacat Komponen Silinder	52
Gambar 3.2 Pembuatan <i>Problem Identification</i> Masalah Bocor	53
Gambar 3.3 SIPOC Diagram Part Komponen Silinder	54
Gambar 3.4 Aliran Proses Die Casting	55
Gambar 3.5 Area Pengamatan Kebocoran pada Part Komponen Silinder	56
Gambar 3.6 Visual Bocor Komponen Silinder dari Sleeve ke Sirip	57
Gambar 3.7 Bocor dari Sleeve ke Bolt Stood dan Saluran Oli Naik/Turun	57
Gambar 3.8 Gambar Tes Penetrant Kebocoran	58
Gambar 4.1 Hasil Pemeriksaan Terhadap Komponen Silinder Yang Bocor	59
Gambar 4.2 Penyebab Dasar Bocor Komponen Silinder	60
Gambar 4.3 Diagram Sebab Akibat <i>Undercut</i> Komponen Silinder	61
Gambar 4.4 <i>Fixed</i> dan <i>Move Die</i> Komponen Silinder	62
Gambar 4.5 <i>Pin Die Overheat</i>	62
Gambar 4.6 Diagram Sebab Akibat Keropos Komponen Silinder	66
Gambar 4.7 Keropos Karena Kotoran pada Molten	67
Gambar 4.8 Keropos Cylinder Comp Akibat Injeksi Tidak Bagus	68
Gambar 4.9 Fault Tree Analyze <i>Undercut</i> Komponen Silinder	70
Gambar 4.10 Fault Tree Analyze Keropos Komponen Silinder	73
Gambar 4.11 Kondisi Holding yang Kotor	73
Gambar 4.12 Kondisi Autospray Baru	76
Gambar 4.13 Kondisi <i>Die</i> Sebelum dan Sesudah Proses <i>Buffing</i>	77
Gambar 4.14 Kotoran Yang Terangkat Saat Proses Pembersihan Holding	78
Gambar 4.15. PICA-PA Masalah Bocor Komponen Silinder	85

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sepuluh Peringkat Teknik Kualitas	19
Tabel 3.1 Jenis Cacat Komponen Silinder	48
Tabel 3.2 Data Cacat Komponen Silinder	50
Tabel 3.3 Data Pareto Cacat Komponen Silinder.....	51
Tabel 4.1 Pengukuran Temperatur Molten dan <i>Die</i> Mesin Komponen Silinder...	71
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Debit Autospray Mesin Komponen Silinder	72
Tabel 4.3 Hasil Pemeriksaan Tekanan Nitrogen	74
Tabel 4.4 Jenis Pemeliharaan, Periode dan Penanggungjawab Pekerjaan	81
Tabel 4.5 Rekapitulasi Tindakan Perbaikan dan Hasil.....	82
Tabel 4.6 Data Cacat Komponen Silinder Setelah Perbaikan	83



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan moda transportasi dewasa ini semakin pesat, salah satunya adalah sepeda motor. Ini dapat dilihat dari semakin banyaknya pengguna sepeda motor dari tahun ke tahun. Hampir semua orang mempunyai sepeda motor bahkan lebih dari satu.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi banyaknya pengguna sepeda motor diantaranya sepeda motor merupakan alat transportasi yang murah, cepat dan praktis. Selain itu juga semakin banyaknya jenis atau model yang disediakan produsen sehingga konsumen untuk menggunakannya. Kondisi tersebut memaksa para produsen harus bersaing dengan ketat untuk memperoleh pangsa pasar (market share). Dimulai dengan promo, menambah varian sepeda motor serta perang harga. Dan tentunya hal terpenting adalah menjaga kualitas produk sepeda motor.

PT A sebagai pemegang hampir 51 % pasar sepeda motor di Indonesia juga tidak tinggal diam. Demi menjaga market share di Indonesia, PT A mulai mengembangkan berbagai varian serta semakin memperkuat sistem penjaminan kualitas produk, sehingga konsumen akan merasa puas.

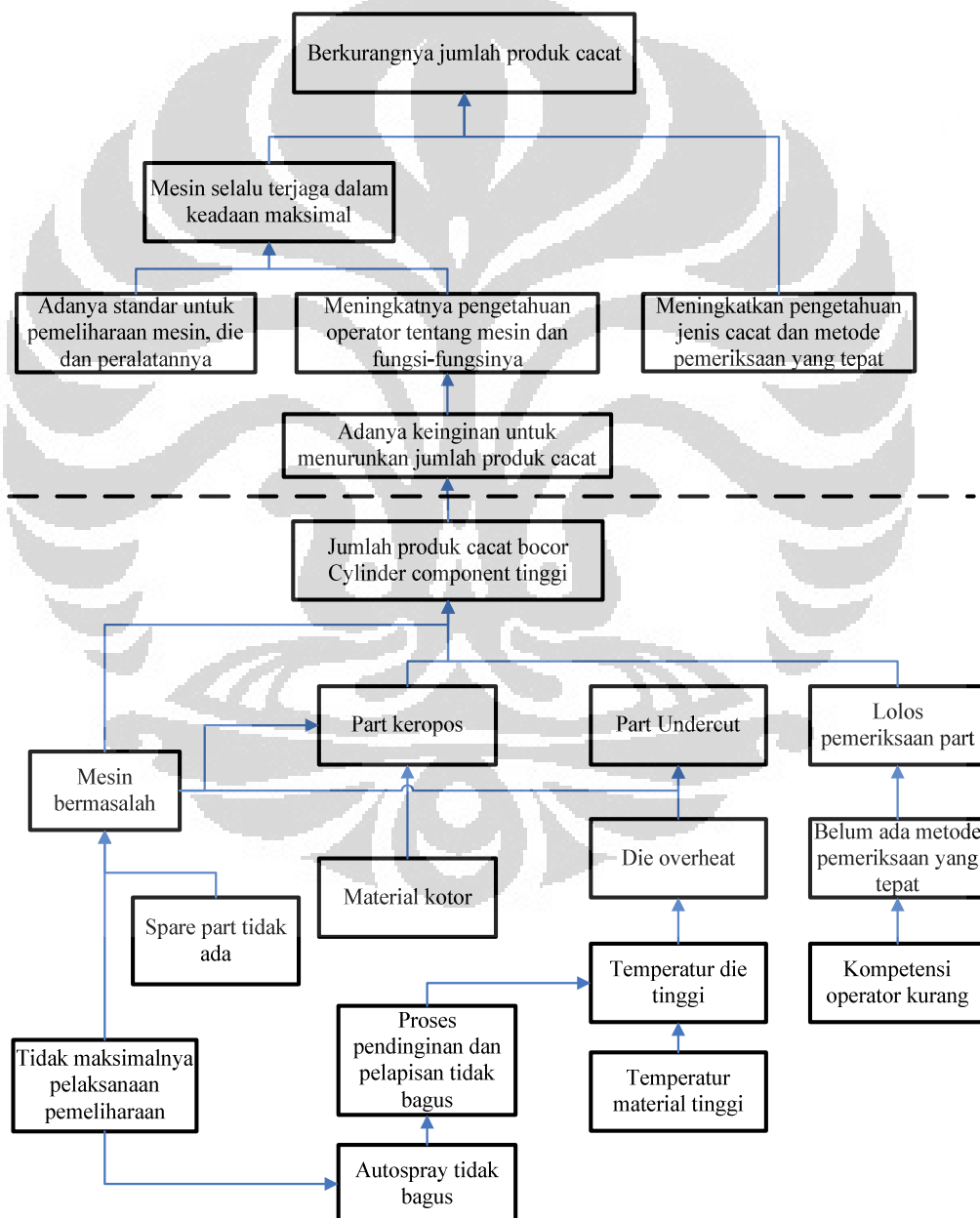
Bagian utama dari sepeda motor adalah mesin. Dalam mesin sepeda motor terdapat beberapa komponen utama yang harus dijaga kualitasnya agar menghasilkan performa mesin yang sempurna. Diantaranya komponen silinder (tempat untuk bekerjanya piston), *cylinder head* (ruang pembakaran), *Crank shaft* dan *crank case* (tempat komponen gear). Dari komponen tersebut diatas, komponen silinder adalah part yang mempunyai poin kualitas lebih ketat untuk masalah kebocoran. Hal tersebut dikarenakan adanya saluran oli yang berfungsi untuk jalannya pelumasan saat piston bekerja pada komponen silinder.

Komponen silinder merupakan part yang terbuat dari aluminium paduan. Dalam proses pembuatannya komponen silinder menggunakan salah satu teknik pengecoran logam yaitu *High Pressure Die Casting* atau lebih dikenal dengan istilah *Die Casting*. Aliran proses untuk pembuatan part komponen silinder

melalui beberapa tahapan mulai dari peleburan material, proses injeksi (Die Casting), annealing dan dilanjutkan proses finishing. Di setiap aliran proses tersebut berpotensi adanya penyimpangan kualitas baik secara visual, dimensi maupun fungsi part.

1.2 Diagram Keterkaitan Masalah

Diagram keterkaitan masalah pada gambar 1.1, menjelaskan tentang masalah dan faktor penyebabnya serta tindakan perbaikan yang dilakukan untuk mencapai tujuan akhir penelitian.



Gambar 1.1 Diagram Keterkaitan Masalah

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang timbul dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Tingkat cacat produksi komponen silinder di area die casting mencapai 4,71 % atau diatas batas maksimal prosesntase cacat yang ditetapkan perusahaan sebesar 3,60%.
2. Cacat part komponen silinder mengakibatkan pemenuhan kebutuhan part komponen silinder seksi berikutnya (machining) tidak tercapai.

1.3 Batasan Masalah

Dalam tugas akhir ini, pembahasan akan dibatasi dalam ruang lingkup sebagai berikut :

1. Data yang kami tampilkan hanya untuk keperluan perbaikan kualitas part komponen silinder dengan menggunakan Prosedur tindakan perbaikan, metode perbaikan PDCA dan tujuh alat bantu mutu.
2. Fokus dari penelitian ini adalah pada part komponen silinder yang diproduksi oleh seksi die casting , yaitu pada aliran proses pembuatan part komponen silinder serta beberapa jenis penyimpangan kualitas pada part komponen silinder .
3. Kondisi lingkungan dianggap tidak mempengaruhi dalam pengukuran atau pengetesan part untuk pengambilan data

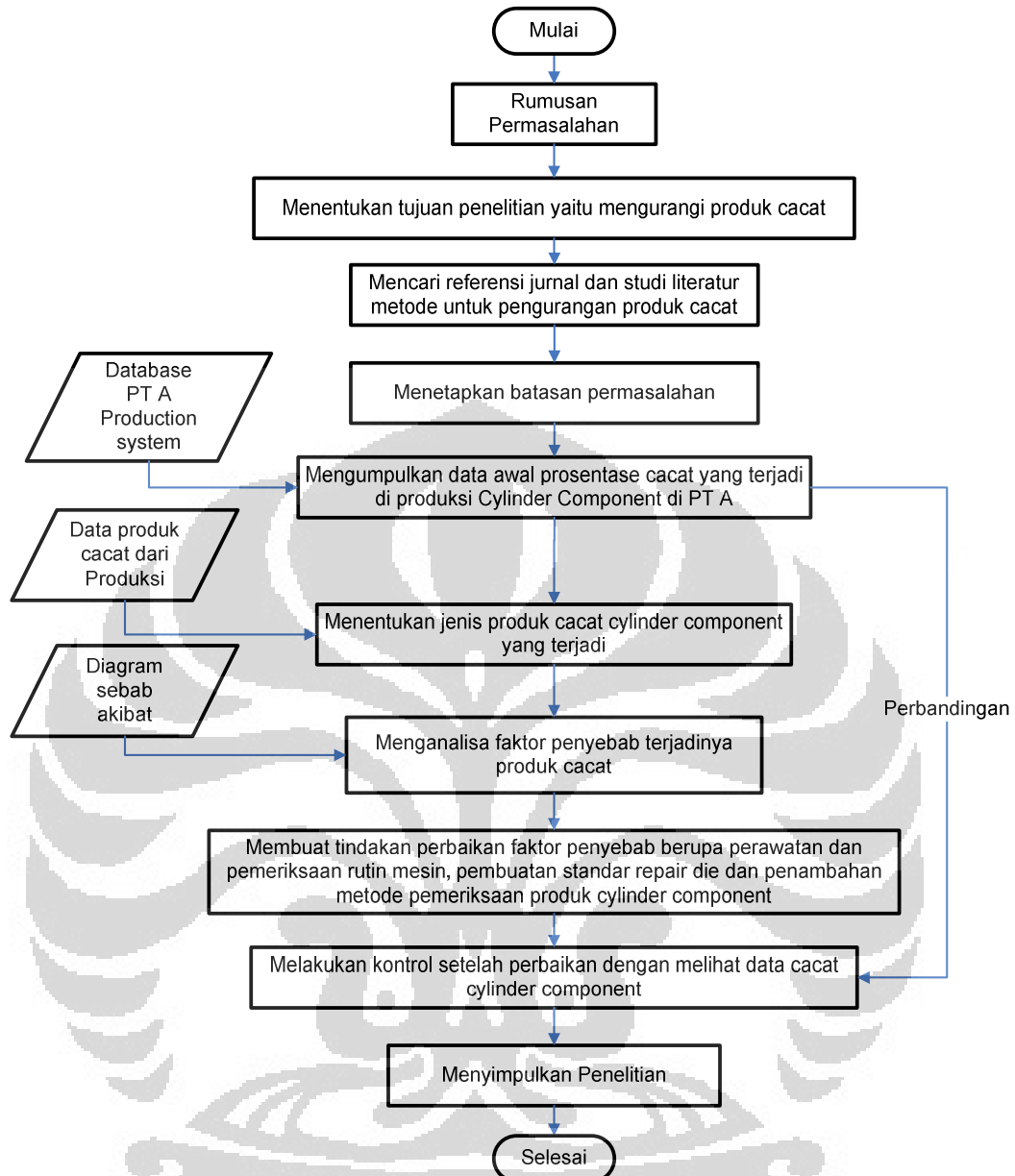
1.4 Tujuan

Pembuatan tugas akhir ini bertujuan untuk :

1. Melakukan analisis terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya cacat bocor pada komponen silinder sepeda motor.
2. Membuat sebuah solusi terintegrasi terhadap cacat bocor komponen silinder sepeda motor yang terjadi di PT A sehingga dapat meningkatkan kualitas dan menurunkan cacat komponen silinder.

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian tugas akhir ini menggunakan metode *PDCA Cycle* dan alat bantu mutu *Seven Tools* dan *Corrective Action* yang dapat dipaparkan sebagai berikut :



Gambar 1.2. Aliran Proses Metodologi Penelitian

- **Perumusan Masalah**

Dalam tahapan perumusan masalah adalah menetapkan apa yang ingin diperbaiki dari penelitian ini. Dalam hal ini adalah prosesntase produk komponen silinder cacat belum mencapai target dari perusahaan.

- **Menentukan Tujuan Penelitian**

Pada tahap ini, menetapkan tujuan penelitian untuk menjawab masalah yang telah dikemukakan. Dan tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengurangi persentase produk cacat.

- Mencari Referensi Jurnal dan Studi Literatur

Jurnal dan studi literatur diperlukan untuk landasan teori dalam mendapatkan metode atau langkah perbaikan yang tepat untuk dapat di implementasikan pada penelitian ini untuk memecahkan masalah yang ada. Jurnal dan studi literatur yang ada bisa berupa buku referensi ataupun jurnal yang didapat dari internet maupun karya tulis orang lain.

- Menetapkan Batasan Penelitian

Batasan masalah diperlukan agar pembahasan dalam penelitian terarah. Hal ini dimaksudkan agar tidak terjadi kesalahpahaman tentang masalah dan tujuan penelitian. Batasan masalah penelitian ini adalah hanya pada part komponen silinder yang diproduksi oleh seksi die casting dan metode penyelesaian dengan PDCA dan alat bantu mutu berupa *seven tools* dan *corrective action*.

- Mengumpulkan Data Persentase Cacat yang Terjadi

Data awal yang berupa data cacat komponen silinder yang terjadi di seksi die casting. Data diambil dari database PT A production system yang mempunyai keakuratan tinggi. Data yang diambil adalah data cacat komponen silinder selama periode penelitian yaitu 10 bulan.

- Menentukan Jenis Produk Cacat Komponen Silinder

Setelah didapatkan data awal kemudian dilakukan pengolahan data untuk menentukan jenis cacat komponen silinder yang dominan. Yang selanjutnya akan menjadi fokus perbaikan dalam penelitian ini.

- Menganalisis Jenis Produk Cacat yang Terjadi

Dalam tahap ini dilakukan analisa mendalam terhadap semua faktor penyebab terjadinya cacat dominan dalam hal ini cacat bocor komponen silinder. Analisa dilakukan menggunakan metode PDCA dan alat bantu mutu berupa *seven tools*.

- Membuat Tindakan Perbaikan

Tindakan perbaikan dilakukan terhadap faktor dominan penyebab terjadinya cacat bocor komponen silinder sesuai hasil analisis. Tindakan perbaikan ini bisa berupa perubahan metode, perawatan mesin maupun pelatihan untuk operator.

- Melakukan Kontrol setelah Tindakan Perbaikan

Untuk melihat dampak dari hasil perbaikan diperlukan kontrol setelah perbaikan berupa data cacat komponen silinder setelah dilakukan tindakan perbaikan. Dalam penelitian ini data yang diambil selama 5 bulan setelah dilakukan tindakan perbaikan

- Menyimpulkan Hasil Penelitian

Kesimpulan merupakan penjelasan singkat terhadap semua tahapan penelitian ini dan hasil yang dicapai serta usaha yang harus tetap dipertahankan agar hasil tersebut tetap dalam level yang diinginkan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini dapat dipaparkan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini dijelaskan tentang alasan pemilihan tema untuk penulisan skripsi beserta pokok permasalahan yang muncul dalam pembuatan Cylinder compnent di PT A. Pada bab ini juga dibahas batasan masalah dan tujuan yang ingin dicapai melalui penulisan skripsi ini.

BAB II LANDASAN TEORI

Berbagai hal umum dan mendasar tentang sistem kualitas, penjabaran mengenai metode PDCA dan alat bantu mutu digunakan yaitu seven tools serta Corrective Action dan flow proses pembuatan komponen silinder sepeda motor di seksi Die Casting.

BAB III PENGUMPULAN DATA DAN PENGOLAHANNYA

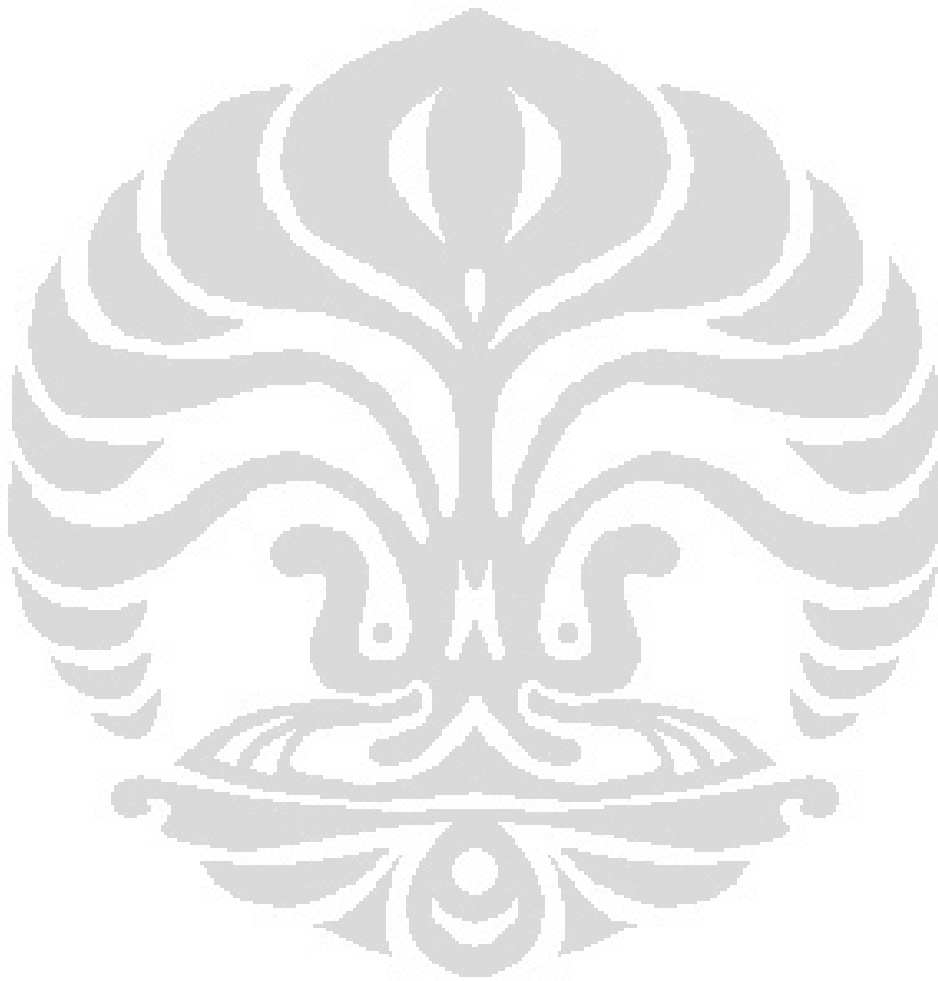
Bab ketiga membahas tentang proses kegiatan pengambilan data cacat komponen silinder serta pengolahan data dengan menggunakan pareto diagram dan analisa penyebab dengan diagram sebab akibat.

BAB IV ANALISIS DAN PERBAIKAN MASALAH

Berisikan mengenai langkah-langkah perbaikan masalah cacat pada komponen silinder dengan menggunakan metode PDCA dan alat bantu mutu berupa seven tools dan corrective action.

BAB V KESIMPULAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan yaitu berupa faktor penyebab masalah dan tindakan perbaikan yang dilakukan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sejarah Manajemen Mutu

Seorang tukang kayu membutuhkan alat-alat, misalnya gergaji, palu, obeng dan lain-lain. Manajemen dan karyawan membutuhkan alat untuk perbaikan mutu yang efektif. Alat bantu kualitas berguna ketika merencanakan untuk perbaikan kualitas dan saat memeriksa serta menganalisis hasil setelah pelaksanaan perbaikan.

Beberapa alat bantu kualitas dapat digunakan oleh top manajemen dalam perencanaan dan pemeriksaan kegiatan, sementara alat bantu lainnya juga telah dikembangkan dalam rangka untuk memenuhi kebutuhan massal (operator, supervisor, karyawan bagian administrasi). Dalam cara lain, alat bantu yang berbeda telah dikembangkan untuk digunakan di berbagai keadaan. Namun ketika sudah ada pemahaman pada keadaan sekarang dan alat-alat yang akan digunakan dalam keadaan tersebut, akan dapat membuat proses peningkatan kualitas menjadi efektif.

Tujuan utama dari perbaikan mutu internal adalah membuat proses internal untuk mencegah terjadinya cacat dan masalah dalam proses yang akan membuat lebih rendah biaya operasi. Pada awal tahun 1960-an, Jepang menemukan bahwa peningkatan kualitas secara terus-menerus itu sangat diperlukan dengan melibatkan seluruh pekerja dalam proses peningkatan mutu tersebut. Para manajer Jepang melihat bahwa para pekerja itu pasif dalam proses peningkatan kualitas dan mereka menyadari bahwa kondisi tersebut harus berubah. Dalam konteks ini menarik jika dapat melihat penemuan konsep QCC di Jepang oleh Kaoru Ishikawa (1985, hal 138):

“Sejak 1949, ketika kita pertama kali didirikan kursus dasar dalam kontrol kualitas (QC), kami telah berusaha untuk mempromosikan pendidikan QC di seluruh negeri. Ini dimulai dengan pendidikan pada level engineer, kemudian level manajer dan kemudian ke kelompok lain. Namun, bahwa kita tidak bisa membuat produk berkualitas baik hanya dengan memberikan pendidikan yang baik hanya kepada engineer dan manajer. Kami membutuhkan kerja sama penuh

dari pekerja yang membuat produk. Ini adalah awal dari jurnal “Gemba-ke-QC” (atau QC untuk Foreman), kemudian disebut sebagai FQC, pertama dikeluarkan pada bulan April 1962. Dengan terbitnya jurnal ini, kami mulai kegiatan QCC.

Proses pemecahan masalah yang disebut “QC Story” adalah mengikuti 10 langkah-langkah berikut (sedikit perluasan dari sembilan langkah Ishikawa, 1985):

- Plan : 1. Penentuan tema dan tujuan
2. Latar belakang pemilihan tema
3. melihat kondisi saat ini
4. Analisis sebab akibat
5. Menetapkan langkah-langkah perbaikan
Do : 6. Pelaksanaan perbaikan
Check : 7. Evaluasi hasil perbaikan
Action : 8. Standarisasi
9. pertimbangkan masalah yang tersisa
10. Penentuan tema perbaikan selanjutnya

Ke-10 langkah di atas pada awalnya dirancang untuk membuat laporan kegiatan QC agar lebih mudah. Sejak awal dikatakan bahwa dalam QC penekanan pada proses pemecahan masalah adalah sangat penting. Oleh karena itu dalam pembuatan laporan tersebut berisi seluruh proses mulai dari menentukan tema sampai evaluasi, pertimbangan masalah yang tersisa dan perencanaan tema perbaikan selanjutnya.

Laporan 'QC Story' menjadi kegiatan pelatihan penting yang dilakukn di Negara-negara Barat yang belum mengerti akan hal tersebut. Perusahaan telah dan masih memiliki konferensi QCC tahunan, dimana presentasi terbaik akan diberi penghargaan dan dapat berpartisipasi dalam konferensi QCC regional. Dalam QCC regional juga akan diambil presentasi terbaik yang diberikan penghargaan. Para peraih penghargaan QCC regional akan diberikan kesempatan untuk ikut berpartisipasi dalam konferensi QCC nasional dimana akan ada penghargaan kembali terhadap presentasi terbaik yaitu berupa medali (emas, perak dan perunggu) dan selanjtnya dipilih untuk berpartisipasi dalam konferensi QCC internasional.

Kondisi tersebut semakin memperjelas bahwa 10 langkah dari *QC Story* merupakan salah satu yang terbaik dalam hal laporan sebuah perbaikan. (Ishikawa, 1985): 'Jika perbaikan individu mengikuti langkah-langkah tersebut, maka suatu masalah dapat diselesaikan, dan sembilan langkah dapat digunakan untuk proses pemecahan masalah '.

QC Story dapat memecahkan masalah standardisasi proses pemecahan masalah. Jika proses pemecahan masalah tidak standar, dan sudah banyak pengalaman yang dapat kita lihat bahwa proses perbaikan berkelanjutan yang diterapkan secara top-down sangat tidak efektif. QCC harus memiliki standar untuk dapat diikuti orang lain dalam melakukan perbaikan.

Hal ini dapat dilihat 10 langkah *QC Story* tersebut mengikuti metode perbaikan kualitas dengan siklus PDCA atau siklus Deming, dan setiap langkah ditulis dalam bahasa yang mudah dipahami bagi para anggota QCC. Penting untuk disadari bahwa siklus PDCA adalah siklus kerja yang umum dijalankan ketika bekerja dengan aktifitas peningkatan kualitas. Tetapi juga penting untuk disadari bahwa banyak dari hasil perbaikan tergantung tujuan perbaikan dan peserta dalam proses perbaikan. 10 langkah dari *QC Story* telah terbukti sukses dalam kaitannya dengan kegiatan QCC sedangkan siklus PDCA mungkin tampak sangat berbeda ketika berfokus pada top manajemen (TQM cycle).

2.2 Manajemen Mutu ISO 9001:2008

Adopsi sistem manajemen mutu sebaiknya merupakan keputusan strategis organisasi. Desain dan implementasi sistem manajemen mutu organisasi dipengaruhi oleh :

- a. lingkungan organisasinya, perubahan dalam lingkungan tersebut, dan resiko yang terkait dengan lingkungan tersebut.
- b. berbagai kebutuhannya
- c. tujuan utamanya
- d. produk yang disediakan.
- e. proses yang digunakan
- f. ukuran dan struktur organisasi

Standard internasional ini tidak dimaksudkan untuk keseragaman struktur sistem manajemen mutu atau keseragaman dokumentasi. Persyaratan sistem manajemen mutu yang dinyatakan dalam standard internasional ini merupakan pelengkap terhadap persyaratan produk. Informasi “catatan” merupakan petunjuk dalam pemahaman atau penjelasan persyaratan terkait.

Standard internasional ini dapat digunakan oleh pihak internal dan eksternal, termasuk badan sertifikasi, untuk menilai kemampuan organisasi memenuhi persyaratan pelanggan, peraturan dan perundangan yang berlaku terhadap produk, dan persyaratan organisasi sendiri.

Prinsip-prinsip manajemen mutu yang dinyatakan didalam ISO 9001 dan ISO 9004 telah dipertimbangkan dalam pengembangan standard internasional ini.

2.2.1 Pendekatan Proses

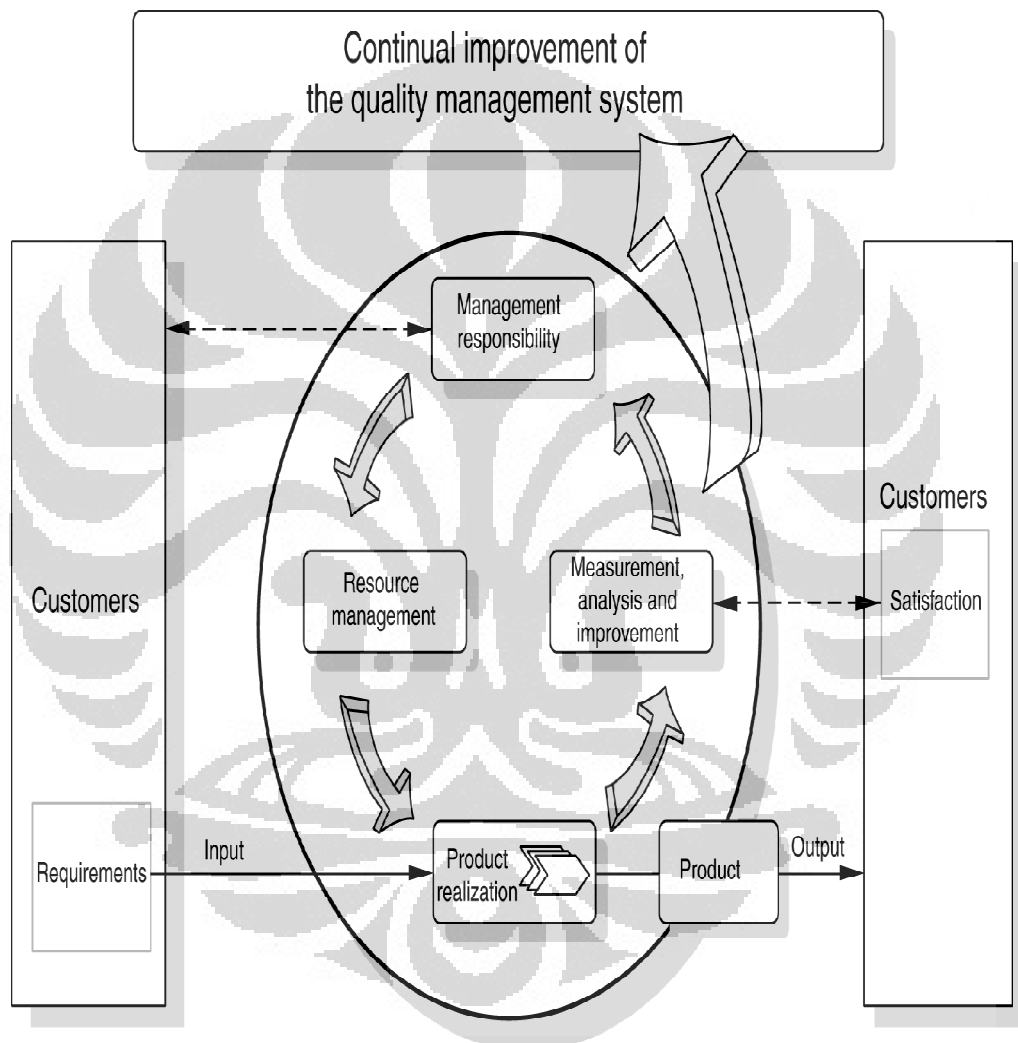
Standar internasional ini mendorong menggunakan pendekatan proses pada saat pengembangan, penerapan dan perbaikan efektivitas sistem manajemen mutu, maupun untuk meningkatkan kepuasan pelanggan dengan memenuhi kebutuhan pelanggan. Suatu organisasi supaya berfungsi secara efektif, ia harus menetapkan dan mengelola berbagai aktivitas yang saling berkaitan. Proses dapat dipandang sebagai aktivitas yang membutuhkan sumber daya dan pengelolaan untuk merubah masukan menjadi hasil. Keluaran suatu proses sering langsung menjadi masukan bagi proses berikutnya.

Pendekatan proses dapat dipandang sebagai penerapan sistem proses, pengenalan proses tersebut dan hubungan antara proses satu dengan yang lain serta cara pengelolaannya. Keuntungan pendekatan proses yaitu adanya pengendalian yang terus menerus mengenai hubungan diantara setiap proses dalam sistem, demikian juga kombinasi dan interaksi mereka.

Bila digunakan dalam sistem manajemen mutu, pendekatan proses tersebut menekankan pentingnya:

- a. memahami dan memenuhi syarat
- b. perlu memperhatikan proses-proses yang memberikan nilai tambah.
- c. memperoleh hasil kinerja dan efektivitas proses.
- d. memperbaiki proses secara terus menerus berdasarkan pada ukuran objektif

Model sistem manajemen mutu berdasarkan pada proses terlihat pada gambar 2.1, menjelaskan hubungan proses yang ada pada klausul 4 – 8. Penjelasan ini menunjukkan bahwa pelanggan berperan penting dalam menetapkan syarat. Pemantauan kepuasan pelanggan membutuhkan evaluasi informasi yang berkaitan dengan persepsi pelanggan, yaitu apakah organisasi telah memenuhi kebutuhan pelanggan.



Key

—▶ Value-adding activities

---▶ Information flow

Gambar 2.1 Diagram Alir Manajemen Perbaikan Berkelanjutan

Dalam pelaksanaan penerapan sistem manajemen mutu, metode PDCA (Plan-Do-Check-Action) dapat diterapkan pada semua proses.

Plan : menetapkan tujuan dan proses yang diperlukan untuk memberikan hasil sesuai dengan kebutuhan pelanggan dan kebijakan organisasi

Do : melaksanakan proses

Check : memantau dan mengukur proses dan produk terhadap kebijakan, tujuan dan syarat produk dan melaporkan hasilnya

Action : melakukan tindakan untuk memperbaiki kinerja proses dan sistem manajemen mutu secara terus menerus.

2.2.2 Pengukuran, Analisa dan Perbaikan

Organisasi harus merencanakan dan melaksanakan pemantauan, pengukuran, analisa dan proses perbaikan yang diperlukan :

- a. untuk menunjukkan kesesuaian terhadap persyaratan produk
- b. untuk memastikan kesesuaian sistem manajemen mutu, dan
- c. untuk memperbaiki efektivitas sistem manajemen mutu secara terus menerus

Hal ini harus meliputi penentuan metode yang dapat diterapkan, termasuk teknik statistik dan jangkauan pemakaiannya.

2.2.2.1. Pengendalian Produk Tidak Sesuai

Organisasi harus menjamin bahwa produk yang tidak sesuai persyaratan produk, telah diidentifikasi dan dikendalikan untuk mencegah penggunaan atau pengiriman yang tidak dikehendaki. Sebuah prosedur terdokumentasi harus dibuat untuk menentukan pengendalian dan tanggung jawab dan wewenang terkait dengan produk tidak sesuai. Dimana berlaku, organisasi harus memperlakukan produk tidak sesuai dengan satu atau lebih cara berikut:

- a. dengan melakukan tindakan untuk mengeliminasi ketidak sesuaian yang ditemukan.
- b. dengan pengesahan penggunaan, pelepasan atau penerimaan dibawah konsesi oleh otoritas yang relevan dan, bila dapat diterapkan, dilakukan oleh pelanggan.
- c. dengan melakukan tindakan untuk mencegah pemakaian atau penggunaan seperti yang ditetapkan semula.

- d. dengan melakukan tindakan yang tepat terhadap pengaruh atau potensi pengaruh ketidak sesuaian, ketika ketidak sesuaian produk terdeteksi sesudah pengiriman atau penggunaan telah dimulai.

Bila produk tidak sesuai diperbaiki, ia harus diverifikasi ulang untuk menunjukkan kesesuaian terhadap persyaratan. Organisasi harus secara terus menerus memperbaiki efektivitas sistem manajemen mutu melalui penggunaan kebijakan mutu, tujuan mutu, hasil audit, analisa data, tindakan perbaikan dan pencegahan, dan tinjauan manajemen.

2.2.2.2 Analisa Data

Organisasi harus menentukan, mengumpulkan dan menganalisa data yang tepat untuk menunjukkan kesesuaian dan efektivitas sistem manajemen mutu dan untuk mengevaluasi perbaikan berkelanjutan efektivitas sistem manajemen mutu yang dapat dilakukan. Hal ini harus meliputi data yang diperoleh sebagai hasil pemantauan dan pengukuran dan dari sumber relevan lainnya.

2.3 Tindakan Perbaikan dan Pencegahan

Organisasi harus secara terus menerus memperbaiki efektivitas sistem manajemen mutu melalui penggunaan kebijakan mutu, tujuan mutu, hasil audit, analisa data, tindakan perbaikan dan pencegahan, dan tinjauan manajemen.

2.3.1 Tindakan Perbaikan dan Pencegahan Berbasis Manajemen Mutu ISO 9001:2008

a. Tindakan Perbaikan (Corrective Action)

Organisasi harus melakukan tindakan untuk menghilangkan penyebab ketidak sesuaian dalam usaha mencegah kejadian berulang. Tindakan perbaikan harus sesuai dengan pengaruh ketidak sesuaian yang dihadapi. Prosedur terdokumentasi harus ditetapkan untuk menentukan kebutuhan :

1. peninjauan ketidak sesuaian (termasuk keluhan pelanggan)
2. penetapan penyebab ketidak sesuaian
3. evaluasi kebutuhan tindakan untuk menjamin bahwa ketidak sesuaian tidak terjadi lagi.
4. penetapan dan penerapan tindakan yang diperlukan

5. mencatat hasil tindakan yang dilakukan.
6. peninjauan tindakan perbaikan yang dilakukan.

b. Tindakan Pencegahan (Preventive Action)

Organisasi harus menentukan tindakan untuk menghilangkan potensi penyebab ketidaksesuaian, dalam usaha untuk mencegah hal tersebut terjadi. Tindakan pencegahan harus tepat untuk mencegah masalah- masalah yang mungkin terjadi.

Prosedur terdokumentasi harus ditetapkan untuk menentukan kebutuhan :

1. penentuan ketidak sesuaian yang mungkin dan penyebab mereka
2. evaluasi perlunya tindakan untuk mencegah terjadinya ketidak sesuaian
3. penentuan dan penerapan tindakan yang diperlukan
4. mencatat hasil tindakan yang dilakukan.
5. peninjauan efektivitas tindakan pencegahan yang dilakukan

2.3.2 Tindakan Perbaikan dan Pencegahan di PT A

Quality Assurance System (QAS) ini adalah bagian yang tidak terpisahkan dari sistem penjaminan kualitas yang tertuang di Manual QAS PT. A. *Quality Assurance System* ini adalah sistem yang dimaksudkan mewadahi penjaminan kualitas di PT. A mulai dari perancangan sampai pemakaian produk sepeda motor Honda. Untuk masalah mengenai penjaminan kualitas serta tindakan perbaikan dan pencegahan diatur dalam prosedur *Process Discrepancy Control*. Prosedur ini mengatur penanganan pada saat terjadinya penyimpangan proses sehingga fungsi-fungsi pengendalian proses tidak berjalan seperti seharusnya, penanganan penyimpangan dan cara-cara menentukan tindakan perbaikan sehingga penjaminan kualitas terhadap produk masih bisa tetap terjaga. Untuk tindakan perbaikan dan pencegahan dalam prosedur tersebut tertuang dalam *Problem Identification Corrective Action and Preventive Action* (PICA-PA). PICA-PA merupakan form yang berisikan tentang informasi masalah, dampak masalah, analisis masalah, tindakan perbaikan dan pencegahan yang dilakukan serta monitoring hasil perbaikan. Prosedur ini dibuat selain untuk sistem penjaminan kualitas juga untuk memenuhi ketentuan ISO 9001:2008 mengenai tindakan perbaikan dan tindakan pencegahan.

P I C A - P A				No. PICA-PA : Tanggal :																																																
Problem Identification, Corrective & Preventive Action				<input type="checkbox"/> In-Plant <input type="checkbox"/> Out-Plant																																																
Tema: Nama Part Nomor Part Type		Sub Cont / Sksi Station Lot Tanggal		Claim / Reject Tgl Jumlah / Persen Tempat Kejadian																																																
1. Masalah / Ilustrasi (jika ada):				2. Dampak Masalah:																																																
3. Data, Analisa & Kesimpulan Masalah:																																																				
<table border="1" style="float: right; margin-top: 10px;"> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">Pembuat PI</td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">Dibuat</td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">Sec. Head*</td></tr> <tr><td colspan="2" style="height: 40px;"></td></tr> <tr><td colspan="2">Nama:</td></tr> <tr><td colspan="2">Tanggal:</td></tr> </table>						Pembuat PI		Dibuat		Sec. Head*				Nama:		Tanggal:																																				
Pembuat PI																																																				
Dibuat																																																				
Sec. Head*																																																				
Nama:																																																				
Tanggal:																																																				
Metode 5-Why	Gejala	Mengapa?	Mengapa?	Mengapa?	Mengapa?																																															
Solusi & Standardisasi	Sehingga:																																																			
	Solusi (4M,1E):																																																			
	Solusi Preventive:																																																			
	Standardisasi:																																																			
4. Tindakan Perbaikan & Pencegahan:																																																				
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>NO</th> <th>Item</th> <th>PIC</th> <th>Due Date</th> <th>Aktual</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="5">Corrective Action:</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="height: 40px;"></td> </tr> <tr> <td colspan="5">Preventive Action:</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="height: 40px;"></td> </tr> </tbody> </table>		NO	Item	PIC	Due Date	Aktual	Corrective Action:										Preventive Action:										<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Pembuat CA</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Dibuat</td> <td style="text-align: center;">Disetujui</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Sec. Head*</td> <td style="text-align: center;">Sub Dept.*</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Tanda Tangan</td> <td style="text-align: center;">Tanda Tangan</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Nama</td> <td style="text-align: center;">Nama</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Tanggal</td> <td style="text-align: center;">Tanggal</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Pembuat PI</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Diketahui</td> <td style="text-align: center;">Disetujui</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Sub Dept Head*</td> <td style="text-align: center;">Sub Dept Head*</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Tanda Tangan</td> <td style="text-align: center;">Tanda Tangan</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Nama</td> <td style="text-align: center;">Nama</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Tanggal</td> <td style="text-align: center;">Tanggal</td> </tr> </table>		Pembuat CA		Dibuat	Disetujui	Sec. Head*	Sub Dept.*	Tanda Tangan	Tanda Tangan	Nama	Nama	Tanggal	Tanggal	Pembuat PI		Diketahui	Disetujui	Sub Dept Head*	Sub Dept Head*	Tanda Tangan	Tanda Tangan	Nama	Nama	Tanggal	Tanggal
NO	Item	PIC	Due Date	Aktual																																																
Corrective Action:																																																				
Preventive Action:																																																				
Pembuat CA																																																				
Dibuat	Disetujui																																																			
Sec. Head*	Sub Dept.*																																																			
Tanda Tangan	Tanda Tangan																																																			
Nama	Nama																																																			
Tanggal	Tanggal																																																			
Pembuat PI																																																				
Diketahui	Disetujui																																																			
Sub Dept Head*	Sub Dept Head*																																																			
Tanda Tangan	Tanda Tangan																																																			
Nama	Nama																																																			
Tanggal	Tanggal																																																			
5. Monitor Hasil Perbaikan & Pencegahan / Grafik (jika ada):																																																				
				<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">Status PICA-PA</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Pembuat PI</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;"> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px; position: relative;"> <div style="position: absolute; top: 0; left: 0; width: 50%; height: 50%; border: 1px solid black;"></div> </div> </td> <td style="text-align: center;">Dibuat</td> <td style="text-align: center;">Disetujui</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Sec. Head*</td> <td style="text-align: center;">Sub Dept*</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Closed</td> <td style="text-align: center;">Open</td> <td style="text-align: center;">Open</td> </tr> </table>		Status PICA-PA	Pembuat PI		<div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px; position: relative;"> <div style="position: absolute; top: 0; left: 0; width: 50%; height: 50%; border: 1px solid black;"></div> </div>	Dibuat	Disetujui	Sec. Head*	Sub Dept*	Closed	Open	Open																																				
Status PICA-PA	Pembuat PI																																																			
<div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px; position: relative;"> <div style="position: absolute; top: 0; left: 0; width: 50%; height: 50%; border: 1px solid black;"></div> </div>	Dibuat	Disetujui																																																		
	Sec. Head*	Sub Dept*																																																		
Closed	Open	Open																																																		
6. Feedback / Catatan:																																																				

Note: 1. Action Plan (corrective & preventive action) harus disetujui Pembuat CA & Pembuat PI maksimal 14 hari sejak PI diterima.

2. Distribusi copy: 1. Pembuat CA; 2. Vendor; 3. File

* Dapat ditandatangani oleh pejabat setingkat yang berwenang

CIN-QMS-019-00

Gambar 2.2 Form PICA-PA

2.4 Definisi Teori Tentang Kendali Mutu

Menurut Feigenbaum (1991), Mutu merupakan gabungan seluruh karakteristik Produk dan jasa dari sebuah pemasaran, engineering, manufaktur, dan pemeliharaan di mana produk dan layanan yang digunakan akan memenuhi harapan pelanggan.

Sedangkan berdasarkan definisi dari ANSI/ASQC Standard (1978), Mutu adalah keseluruhan fitur dan karakteristik dari suatu produk atau jasa yang mampu menjamin pada kemampuannya untuk memuaskan kebutuhan yang diberikan.

Kemudian definisi tentang kendali mutu atau Manajemen Kualitas Total (TQM) adalah konsep dan metoda yang memerlukan komitmen dan keterlibatan pihak manajemen dan seluruh organisasi dalam pengolahan perusahaan untuk memenuhi keinginan atau kepuasan pelanggan secara konsisten. Dalam TQM tidak hanya pihak manajemen yang bertanggungjawab dalam memenuhi keinginan pelanggan, tetapi juga peran secara aktif seluruh anggota dalam organisasi untuk memperbaiki kualitas produk atau jasa yang dihasilkannya (Bennett and Kerr, 1996).

2.5 Tujuh Perangkat Mutu

Seven Tools adalah istilah yang berasal dari Jepang dan yang tidak dapat dipisahkan dari lingkaran kualitas. Berikut adalah definisi lingkaran kualitas dari buku *quality circle bible* (persatuan ilmuwan dan Insinyur Jepang, 1970). Lingkaran kualitas adalah :

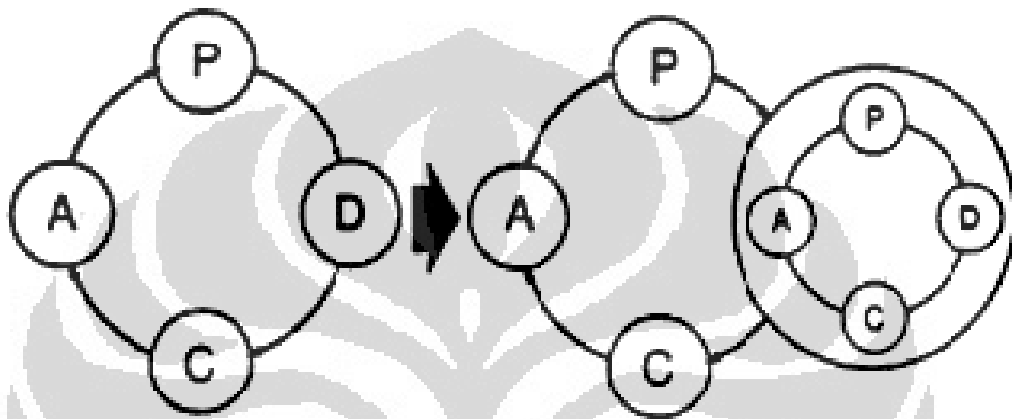
- Sebuah kelompok kecil
- Aktivitas untuk mengendalikan pengendalian mutu
- Dalam area kerja sendiri

Dalam kelompok kecil tersebut, setiap anggota berpartisipasi untuk melaksanakan aktifitas yaitu :

- Dilaksanakan terus menerus.
- Sebagai bagian dari program aktifitas pengecekan kualitas menyeluruh di perusahaan.
- Kualitas dan perbaikan.
- Dalam area kerja sendiri.
- Menggunakan teknik control kualitas.

Dari definisi tersebut terlihat bahwa penggunaan teknik-teknik pengendalian mutu dalam pemecahan masalah (kualitas) dianggap sebagai hal yang sangat penting sehingga dimasukkan dalam definisi lingkaran kualitas.

Salah satu alasan untuk keberhasilan lingkaran kualitas di Jepang adalah Siklus Deming yang mempunyai aktifitas penting yaitu pemeriksaan (check), tindakan (Do) dan perencanaan (Planning) yang telah diajarkan sampai tingkat operator. Hal tersebut dapat dilihat pada gambar 2.1. dibawah ini.



Gambar 2.3 Transfer PDCA Cycle pada Tahap Pelaksanaan

Dengan memberikan pelatihan kepada pekerja tentang alat kontrol kualitas dasar termasuk quality story telah membuat semacam pengalihan tanggung jawab dan kompetensi. Dari hasil pelatihan tersebut membuat banyak karyawan puas dan pada saat bersamaan kreatifitas karyawan mejadi lebih baik dandigunakan jauh lebih baik dari sebelumnya. Seiring hal tersebut juga telah menghasilkan kualitas yang lebih baik, produktivitas yang lebih besar. Dengan demikian posisi keuangan perusahaan menjadi lebih baik.

Agar kelompok kecil tersebut memenuhi kualifikasi lingkaran kualitas, mereka harus menggunakan teknik kontrol kualitas (metode atau alat) yang sesuai dengan pekerjaan mereka. Hal ini tentu saja membutuhkan pelatihan mengenai seberapa penting penggunaan teknik kontrol kualitas yang berbeda tergantung pada sifat masalah. Dalam sebuah studi perbandingan antara Denmark, Jepang dan Korea Selatan (Dahlggaard, Kristensen dan Kanji, 1990) ada upaya untuk mengumpulkan data klarifikasi pentingnya teknik kualitas yang paling sering digunakan, dengan meminta perusahaan untuk menentukan peringkat kualitas teknik yang ditunjukkan pada tabel 2.1 berdasarkan tingkat kepentingan.

Tabel 2.1 Sepuluh Peringkat Teknik Kualitas

Quality technique	Denmark	Japan	Korea Selatan
1. Stratification	6.5(8)	2.9(3)	5.0(7)
2. Pareto diagram	3.6(5)	2.9(2)	3.5(3)
3. Check sheet	3.3(2)	4.5(4)	3.0(1)
4. Histogram	3.5(4)	4.5(5)	3.9(5)
5. Cause-and-effect diagram	5.0(6)	2.9(1)	3.6(4)
6. Control chart	3.4(3)	4.6(6)	3.1(2)
7. Scatter diagram	7.4(9)	6.5(8)	6.6(8)
8. Sample plans	2.6(1)	8.0(10)	8.0(9)
9. Analysis of variance	6.2(7)	7.6(9)	9.0(10)
10. Regression analysis	7.7(10)	5.8(7)	4.0(6)

Di Jepang tujuh teknis kualitas pertama disebut sebagai tujuh alat dasar untuk kontrol kualitas. Tabel 2.1 merupakan nilai rata-rata tujuh teknis dasar ditambah tiga lainnya dari tiga negara berbeda. Angka dalam kurung menunjukkan peringkat teknik kualitas berbeda yang dilakukan berdasarkan nilai rata-ratanya.

Hal ini dapat dilihat dari tabel 3.1 bahwa teknik kualitas yang paling penting di Jepang adalah diagram sebab-akibat dan pareto diagram. Sedangkan di Di Korea Selatan kedua teknik kualitas sebagai peringkat 4 dan 3, sedangkan di Denmark adalah peringkat sebagai 6 dan 5.

Diagram sebab-akibat dan diagram *pareto* adalah contoh dari dua alat bantu kualitas yang sederhana untuk digunakan dan tidak memerlukan teori khusus yang berbeda teknik kualitas rencana sampel. Hal tersebut menjadi salah satu alasan mengapa kedua teknik kualitas dianggap sebagai sangat efektif dalam pekerjaan tentang kualitas. Dan hal inilah sebabnya mengapa teknik ini dianggap sebagai yang paling penting di Jepang.

Semua karyawan termasuk jajaran management membutuhkan pelatihan penggunaan alat bantu kualitas. Melalui keakraban dengan alat bantu ini akan memberikan karyawan pemahaman variasi konsep yang diperlukan untuk komitmen terhadap *total quality management* (TQM).

Di Jepang pelatihan yang berkualitas bagi para manager sangat mementingkan prinsip-prinsip dasarnya. Dan dari berbagai metode yang digunakan, kami akan fokus menjelaskan tentang metode atau alat yang dapat digunakan dalam pelaksanaan siklus PDCA yaitu 7 alat bantu mutu.

Menurut Arthurn Schneiderman (1998) dalam jurnal tentang *Total Quality Management* mengatakan bahwa kita membutuhkan alat bantu yang mudah dimengerti dan digunakan untuk dapat membantu konsumen dalam penerapan TQM. Perangkat tersebut diantaranya tujuh alat bantu mutu. Dan tujuh alat bantu tersebut yaitu Pareto diagram, diagram sebab akibat, chek sheet, histogram, scatter diagram, flow chart dan stratifikasi (run chart) telah 30 tahun digunakan dan terbukti membantu lebih dari 90% dalam pemecahan masalah di Jepang.

2.5.1. Lembar Pengamatan (*check sheet*)

Check sheet dapat sangat berguna untuk pengumpulan data dan dapat digunakan untuk mengumpulkan data dengan waktu yang terbatas. Ketika membuat *check sheet* sangatlah penting untuk melihat spesifikasi data yang dikumpulkan, bahkan pada beberapa kasus cara *trial run* dapat sangat membantu (Montgomery, 2005). Berikut contoh *check sheet*.

Engineering Division:		CHECK SHEET PEMERIKSAAN KUALITAS				Reg. No.		Page				
		VISUAL				SQC - CKD - BCS - BSA		1 of 1				
SESI :	DIE CASTING					Inspected	Checked	Approved				
PART NAME :	CYLINDER COMP					Date						
PART NO. :	12100-KPH-8801-AA					Shift	1	Sign	Sign			
TYPE :	KPH / KTM / KVL						2	Sign	Sign			
DIE NO. :							3	Sign	Sign			
MACHINE NO. :								Sign	Sign			
PRODUCTION LOT NO. :								Sign	Sign			
Nr.	INSPECTION ITEM	INSPECTION METHOD	STANDARD	SHIFT 1			SHIFT 2			SHIFT 3		
				09.15	12.45	15.45	18.00	20.00	23.45	02.00	05.00	06.45
1	AREA LUBANG BOLT STUD	VISUAL	SEBAG - Flow Line - Undercut - Gumpal									
2	AREA SIRIP	VISUAL	SEBAG - Flow Line - Undercut - Mburai									
3	AREA NUT	VISUAL	SEBAG - Flow Line - Undercut - Gumpal									
4	AREA LUBANG OLI	VISUAL	SEBAG - Flow Line - Undercut - Gumpal									

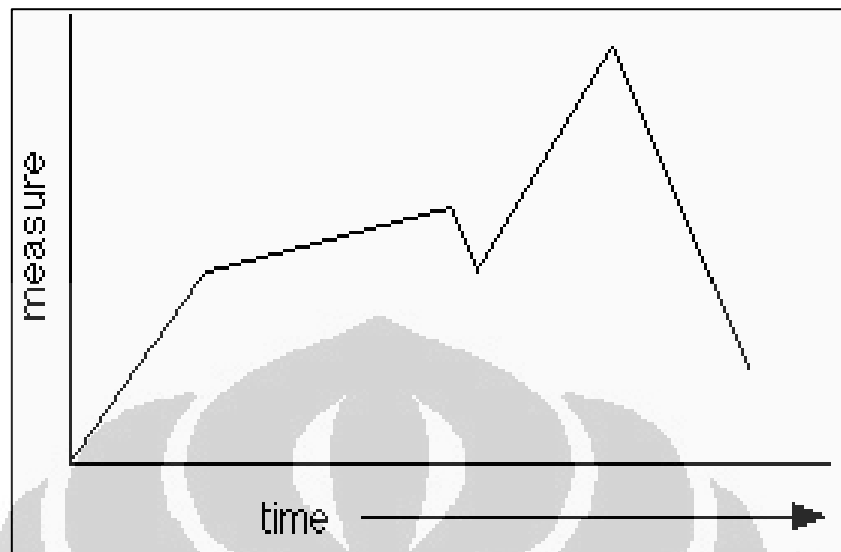
Gambar 2.4 *Check Sheet* Pemeriksaan Kualitas

2.5.2. Stratifikasi (run chart)

- run charts digunakan untuk menganalisa proses menurut berjalannya waktu (*time-based*) atau urutan (*order*)
- Biasanya bersifat siklis

- Mencari pola

Berikut contoh *run chart* yang dapat dilihat pada gambar 2.3 dibawah ini.



Gambar 2.5 Ilustrasi Run Chart

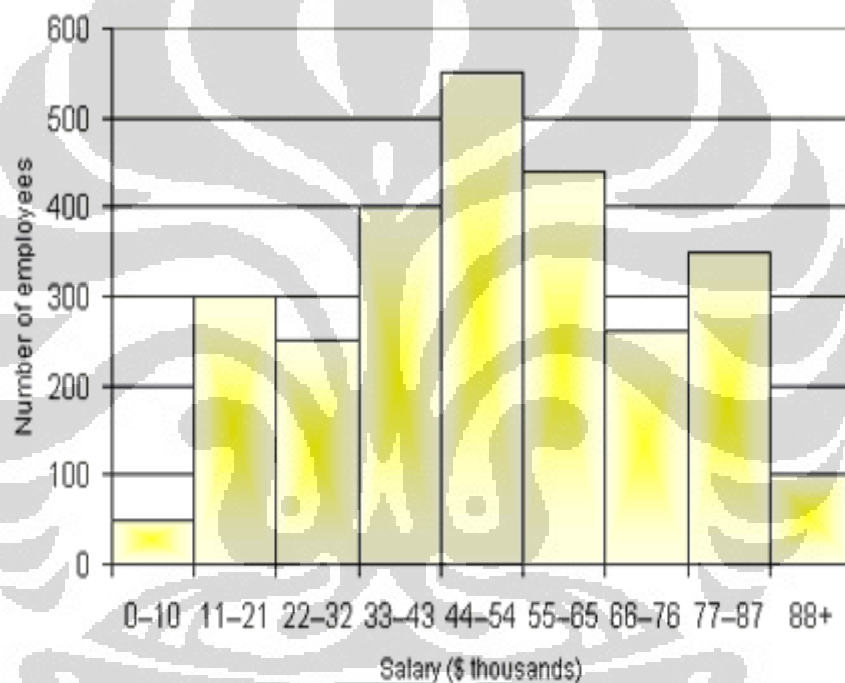
- ❑ **Membuat *Run Chart***
 - Pengumpulan data
Harus ada proses atau operasi yang berjalan untuk melakukan pengukuran
 - Pengorganisasian Data
 - Data harus dibagi ke dalam dua kelompok nilai, *X* dan *Y*
Data harus dibagi menjadi dua nilai yaitu *X* and *Y*. Nilai *X* menyatakan waktu dan *Y* menyatakan hasil pengukuran dari proses atau operasi yang berjalan
 - Membuat Diagram
Plot nilai *Y* versus nilai *X*
 - Interpretasi Data
Interpretasikan data dan tarik kesimpulan mengenai proses atau operasi yang berjalan

2.5.3 Histogram Diagram

Histogram adalah diagram batang yang menunjukkan tabulasi dari data yang diatur berdasarkan ukurannya. Tabulasi data ini umumnya dikenal sebagai distribusi frekuensi. Histogram menunjukkan karakteristik-karakteristik dari data yang dibagi-bagi menjadi kelas-kelas. Pada histogram frekuensi, sumbu *x*

menunjukkan nilai pengamatan dari tiap kelas. Histogram dapat berbentuk “normal” atau berbentuk seperti lonceng yang menunjukkan bahwa banyak data yang terdapat pada nilai rata-ratanya. Bentuk histogram yang miring atau tidak simetris menunjukkan bahwa banyak data yang tidak berada pada nilai rata-ratanya tetapi kebanyakan datanya berada pada batas atas atau bawah. Fungsi dari histogram adalah sebagai berikut:

- Menentukan apakah suatu produk dapat diterima atau tidak.
- Menentukan apakah proses produk sudah sesuai atau belum.
- Menentukan apakah diperlukan langkah-langkah perbaikan.


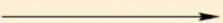
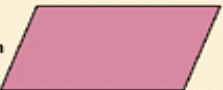
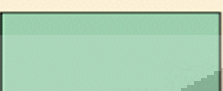



Gambar 2.6 Contoh Histogram

2.5.4. Diagram Alir (Flowchart)

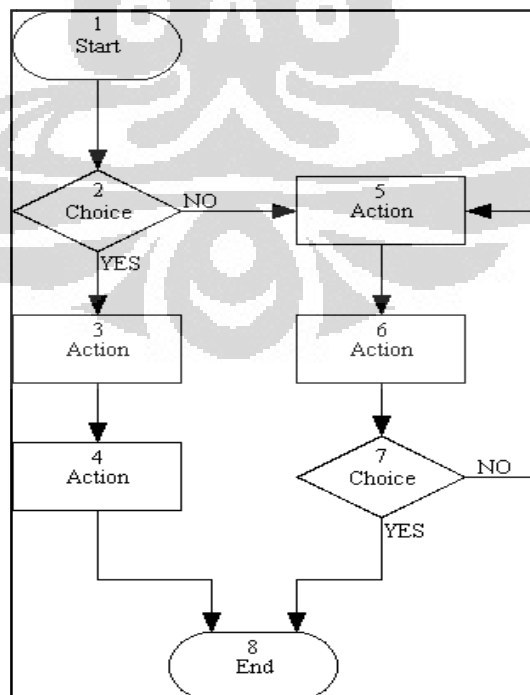
- Diagram alir menunjukkan urutan kegiatan-kegiatan
- Suatu aplikasi yang menguntungkan dari diagram alir adalah dengan memetakan proses yang ideal dan proses yang aktual dan kemudian mengidentifikasi perbedaan sebagai target perbaikan
- Sebuah diagram alir adalah representasi gambar yang menunjukkan seluruh langkah dalam suatu proses

Berikut simbol digram alir yang digunakan dalam pembuatan diagram alir.

Name	Symbol	Use in flowchart
Oval		Denotes the beginning or end of a program.
Flow line		Denotes the direction of logic flow in a program.
Parallelogram		Denotes either an input operation (e.g., INPUT) or an output operation (e.g., PRINT).
Rectangle		Denotes a process to be carried out (e.g., an addition).
Diamond		Denotes a decision (or branch) to be made. The program should continue along one of two routes (e.g., IF/THEN/ELSE).

Gambar 2.7 Model Diagram Alir

- ❑ Membuat Diagram Alir
- Kuasai dan pahami dengan tepat simbol-simbol dalam diagram
- Gambar diagram alir proses dan isikan setiap elemen dengan terperinci
- Analisa diagram alir. Tentukan langkah mana yang bernilai lebih dan yang mana mubazir sehingga dapat dihilangkan untuk menyederhanakan pekerjaan.



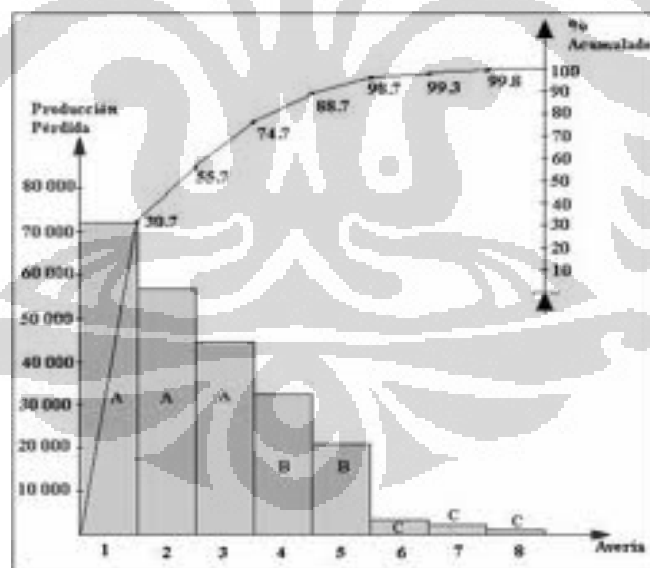
Gambar 2.8 Contoh Satu Diagram Alir

2.5.5 Diagram Pareto

Pareto chart adalah distribusi frekuensi dari data atribut yang disusun berdasarkan kategori. Melalui *chart* ini pengguna dapat dengan cepat mengidentifikasi masalah kecacatan yang sering muncul. Sebagai catatan pareto chart ini tidak mengidentifikasi secara otomatis, namun dikarenakan sering munculnya masalah tersebut. Pareto chart banyak digunakan pada *non manufacturing application*. Pada umumnya pareto chart merupakan alat yang apling berguna dari semua *seven tool*. Berikut ini adalah langkah-langkah dalam pembuatan pareto chart, serta bentuk dari pareto chart (Montgomery, 2005).

- Buata daftar dari setiap elemen
- Lakukan pengukuran dari tiap elemen
- Beri nilai dari setiap elemen yang ada
- Buat distribusi komulatif
- Buat pareto chart

Berikut bentuk pareto diagram yang terlihat pada gambar 2.8 dibawah ini.



Gambar 2.9 Contoh Pareto Digram

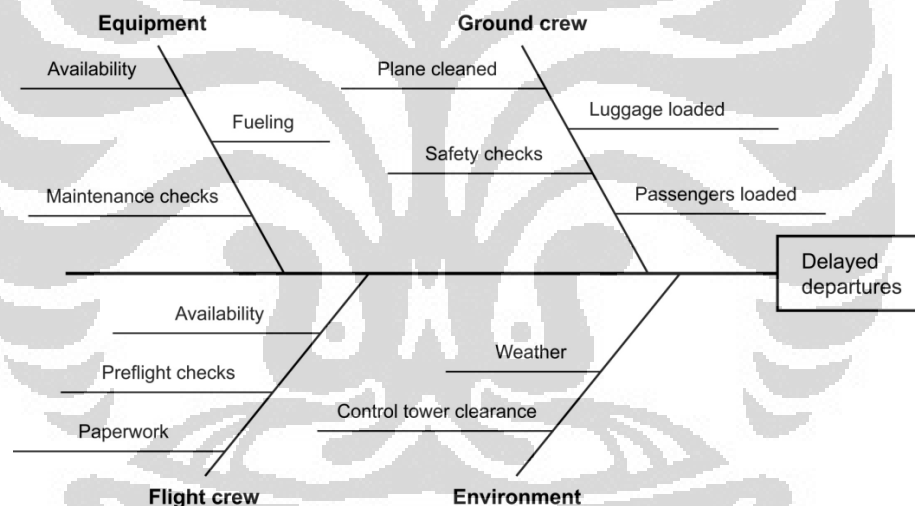
2.5.6 Diagram Sebab Akibat

Diagram sebab dan akibat juga dikenal dengan sebutan diagram Ishikawa, atau diagram tulang ikan ini merupakan salah satu alat yang dapat digunakan

untuk mencari akibat-akibat yang mungkin terjadi . berikut ini adalah cara yang digunakan untuk membuat digram sebab-akibat (Montgomery, 2005).

- definisikan semua masalah yang akan dianalisa
- bentuk tim untuk melakukan analisa
- gambarkan kotak akibat pada garis tengah
- spesifikasikan kategori penyebab terjadinya masalah yang paling sering terjadi dan sambungkan dengan garis tengah.
- Identifikasikan semua penyebab yang ada dan gabungkan dengan kotak yang ada dibagian tengah
- Urutkan penyebab-penyebab yang ada untuk mengidentifikasi akibat dari masalah
- Ambil tindakan perbaikan

Berikut ini merupakan contoh bentuk dari diagram sebab akibat.



Gambar 2.10 Contoh Fish Bone

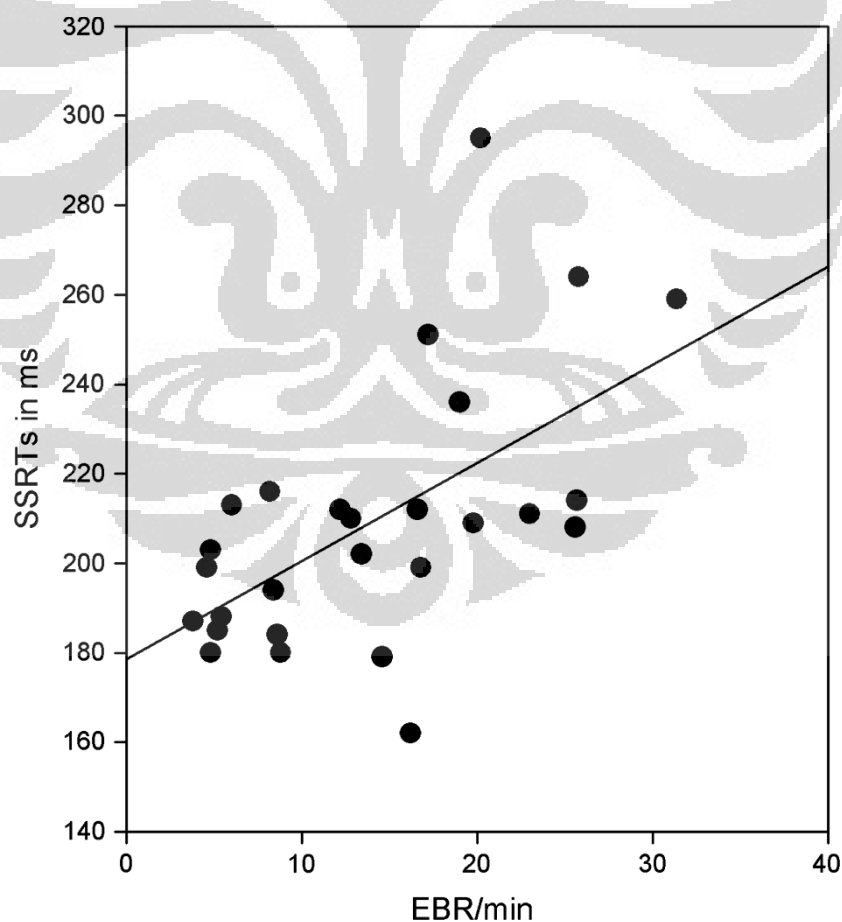
2.5.7 Scatter Diagram

scatter diagram merupakan alat yang berguna untuk mengidentifikasi hubungan antara dua variable (Montgomery, 2005). Diagram ini sangat berguna untuk mengidentifikasi hubungan potensial antara 2 variable. Dimana jika terdapat suatu hubungan , maka dengan dilakukan pengontrolan pada faktor yang *independent*, maka faktor yang *dependent* akan terkontrol dengan sendirinya. Suatu contoh jika proses pada suhu dan penjernihan dengan bahan kimia merupakan hal yang berhubungan maka, dengan mengontrol suhu diharapkan

kualitas dari produk akan dapat ditentukan. Berikut merupakan langkah-langkah dalam pembuatan scatter diagram :

- Tentukan faktor yang *independent* dan *dependent*
- Tentukan data yang digunakan
- Pilih data yang merupakan nilai dari faktor yang *independent* yang akan diobservasi selama analisa
- Untuk nilai dari faktor *independent* telah dipilih, lakukan observasi untuk data-data faktor *dependent*, dan masukkan ke dalam data *sheet*.
- Plot dalam scatter diagram dimana garis horizontal merupakan nilai dari faktor *independent*, sedangkan garis vertical merupakan nilai dari faktor *dependent*.
- Lakukan analisa digram

Berikut ini merupakan bentuk dari *scatter* diagram data.



Gambar 2.11 Contoh *Scatter* Diagram

2.6 Proses *High Pressure Die Casting*

Die casting merupakan salah satu pengembangan teknologi pembentukan logam dari keadaan cair menjadi padat. Teknik die casting dapat menanggulangi kelemahan yang ada pada teknik casting biasa yaitu masalah gating sistem, penyusutan atau *shrinkage*, porosity atau gas-gas yang terperangkap dan juga masalah produksi yang menyangkut masalah kecepatan proses dan faktor investasi.

Die casting merupakan metode pengecoran logam dimana logam cair dipaksa masuk kedalam cetakan logam pada kecepatan yang tinggi. Die casting dikembangkan untuk memperoleh kecepatan produksi yang tinggi, keakuratan dimensi yang baik, kekuatan yang tinggi dan miminya proses finishing. Prinsip dari suatu proses pembentukan die casting.

Keuntungan-keuntungan menggunakan die casting adalah :

1. Komponen coran hampir merupakan produk akhir dan dapat diproduksi dengan kecepatan produksi yang tinggi,
2. Dies yang digunakan pada die casting memiliki masa pakai yang relatif lebih lama dan karena volume produksi yang besar maka biaya cetakan per produk umumnya lebih murah,
3. Memiliki toleransi dimensi yang baik,
4. Permukaan coran umumnya lebih halus daripada casting lainnya,
5. Mampu mengecor bagian yang tipis,
6. Dapat membentuk benda dari yang sederhana hingga rumit,
7. Metal loss dari die casting rendah,
8. Umumnya sifat mekanis produk tinggi
9. Terdapat banyak jenis paduan aluminium yang dapat diproses dengan die casting.

Salah satu kelemahan proses die casting adalah udara gas pada dies cavity sering terperangkap. Bagaimanapun juga, sistim gating dan venting yang tepat dari dies dan teknik operasi yang benar akan meminimalkan porositas.

Kerugian-kerugian dari proses die casting adalah :

1. Modifikasi dari tool sangat memakan biaya,
2. Terdapat waktu yang panjang untuk menunggu model produksi yang pertama karena membuat dies adalah pekerjaan yang teliti dan memakan waktu (luar negeri)

2.6.1 Bagian-bagian Mesin *Die Casting*

Bagian-bagian utama mesin die casting berupa :

1. *Ladle Unit*, adalah satu unit peralatan yang berfungsi untuk mengambil molten (aluminium cair) dari Holding Furnace dan menuangkannya ke sleeve mesin (pouring process)
2. *Spray Unit*, adalah satu unit peralatan yang berfungsi untuk melapisi bagian permukaan cavity (spray process).
3. *Injection Unit*, adalah satu unit peralatan yang berfungsi untuk menginjeksikan molten ke dies (casting process).
4. *Clamping Unit*, adalah satu unit peralatan yang berfungsi untuk mengunci dies.
5. *Ejector Unit*, adalah satu unit peralatan yang berfungsi untuk mengeluarkan part yang sudah jadi dari moving dies (casting ejector).
6. *Tie Bar Unit*, adalah satu unit peralatan yang berfungsi sebagai pengarah pergerakan moving platen.
7. *Platen Unit*, adalah satu unit peralatan yang berfungsi sebagaiudukan sebagai moving dies dan fixed dies.
8. *Holding Furnace*, adalah peralatan yang berfungsi untuk menampung molten. Peralatan ini dilengkapi dengan elemen pemanas untuk mempertahankan temperatur molten aluminium ($>680^{\circ}\text{C}$).
9. *Electric Unit*, adalah suatu unit peralatan yang berfungsi untuk mengontrol semua fungsi-fungsi elektrik mesin.
10. *Hydraulic Unit*, adalah sistem penggerak yang berfungsi untuk menggerakkan clamping, injection, ejector dan core sistem.
11. *Pneumatic Unit*, adalah satu unit peralatan yang berfungsi untuk mengontrol semua fungsi-fungsi pneumatic mesin, yaitu : spray dan safety hook.

12. *Cooling System Unit*, adalah peralatan yang berfungsi untuk mengontrol sistem pendinginan (cooling system).
13. *Lubrication Unit*, adalah satu unit yang berfungsi mengontrol sistem pelumasan.
14. *Safety Device Unit*, adalah satu unit peralatan yang berfungsi mengontrol semua fungsi-fungsi safety.
15. *Slide Unit*, adalah peralatan yang berfungsi untuk menjaga kestabilan gerakan moving.

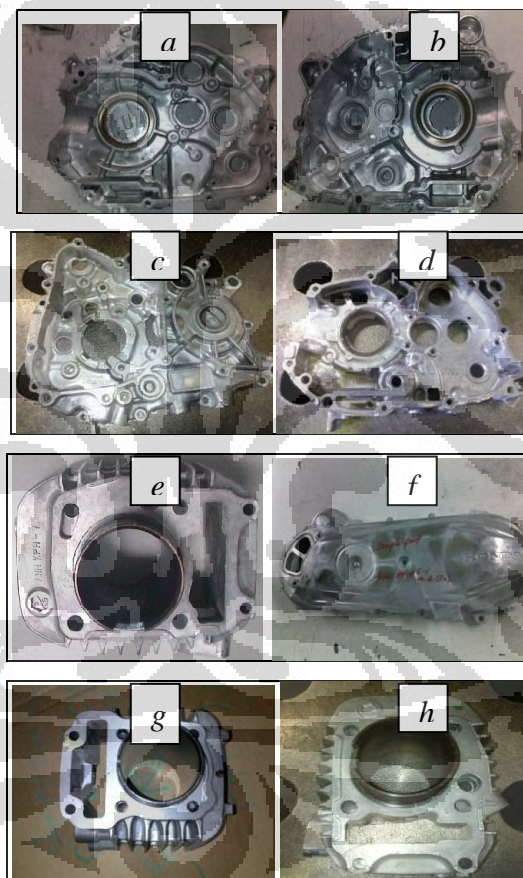
Bagian-bagian utama dari dies yang digunakan pada mesin die casting adalah :

1. *Fixed dies*, merupakan bagian dari dies yang tidak bergerak, karena dipasangkan pada bagian mesin tetap (fixed platen). Pada bagian ini terdapat lower cavity (cetakan bawah), stamp (saluran injeksi) dan guide pillars (poros pengarah).
2. *Moving dies*, merupakan bagian yang bergerak pada saat dies open dan dies closed, karena terpasang pada moving platen. Pada moving dies terdapat upper cavity (cetakan atas), gate/runner, lubang pengarah, overflow, dan lubang-lubang untuk melewatkan ejektor.
3. *Core*, untuk part yang bentuknya rumit kadang-kadang diperlukan sistem open-closed dari samping (core), yakni pada sebagian dies yang mempunyai bentuk-bentuk menonjol pada bagian samping. Tonjolan-tonjolan tersebut tidak mungkin dilepaskan pada saat dies open. Kalau dilepaskan akan merusak dies dan ataupun partnya. Pada auto operation sebelum dies open, core unit harus disetting untuk membuka terlebih dahulu, sehingga dengan demikian bentuk samping yang dapat mengganjal pada saat dies open bisa dilepaskan. Demikian juga dies closed, sistem ini disetting menutup terlebih dahulu agar sebelum proses dies closed dilaksanakan, cavity dapat membentuk dahulu dengan sempurna.
4. *Parting line*, yaitu garis pertemuan antara moving dies, fixed dies dan core pada saat dies closed. Daerah parting line ini harus dijaga selalu dalam keadaan rapat, terutama pada saat *injection process* agar tidak terjadi flash (molten yang memancar keluar)

5. *Water cooling system*, merupakan bagian yang melengkapi *fixed dies* maupun *moving dies* dengan menggunakan air. Sistem pendingin air ini berfungsi untuk menjaga temperatur dies agar tetap rendah.

2.6.2 Proses Produksi Die Casting

Di PT A mempunyai proses produksi yang menggunakan proses pengecoran logam. Seksi tersebut adalah Seksi Die Casting yang merupakan bagian dari departemen produksi 1.2. Seksi ini secara umum memproduksi 3 bagian motor yaitu Komponen Silinder, Crank Case, dan Cover yang dapat dilihat pada gambar 2.11 dibawah ini.

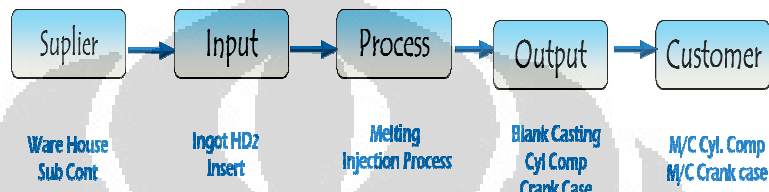


Gambar 2.12 Part Hasil Produksi Seksi Die Casting

Komponen silinder adalah bagian mesin yang berfungsi sebagai tempat kompresi campuran bahan bakar dan udara yang dengan percikan api dari busi mengalami proses pembakaran. Tenaga panas yang dihasilkan digunakan untuk menggerakkan piston naik turun untuk melakukan langkah hisap, kompresi, dan buang. Sedangkan Crank Case berfungsi sebagai tempat danudukan komponen – komponen mesin yang lain, seperti Crank Shaft, Komponen Silinder, Transmisi,

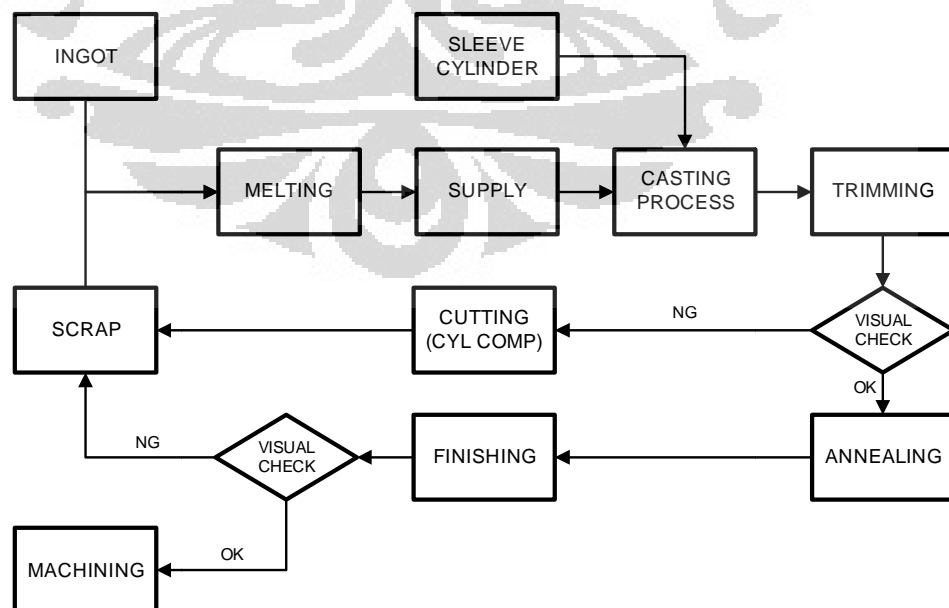
Standar, dan komponen lainnya. Dan Cover merupakan bagian engine yang paling luas yang menjadi selubung dari bagian – bagian lainnya. Cover juga berfungsi sebagai pelindung bagi komponen – komponen mesin yang ada di dalamnya. Suplier dari proses di seksi Die Casting ini adalah PT. BLM, yaitu perusahaan yang menyediakan ingot HD2 serta PT.ASAMA dan PT. Parin, yaitu perusahaan yang menyediakan insert part berupa sleeve dan bush.

Adapun bagan alir sebelum dan sesudah produksi dari seksi Die Casting ialah sebagai berikut:



Gambar 2.13 Diagram Alir Produksi

Seksi Die Casting memproduksi komponen silinder, crank case, dan cover dengan metode High Pressure Die Casting yang digunakan untuk memproduksi part dengan cetakan yang tidak memiliki rongga di dalamnya menggunakan tekanan tinggi. Proses ini menggunakan tekanan tinggi sebesar 600 – 700 kgf/cm² dan menggunakan cetakan (dies) berupa metal mold. Pada proses kerjanya, Die Casting dibagi menjadi beberapa station kerja. Adapun diagram alir proses kerja pada seksi Die Casting ialah sebagai berikut:



Gambar 2.14 Diagram Alir Proses Produksi di Seksi *Die Casting*

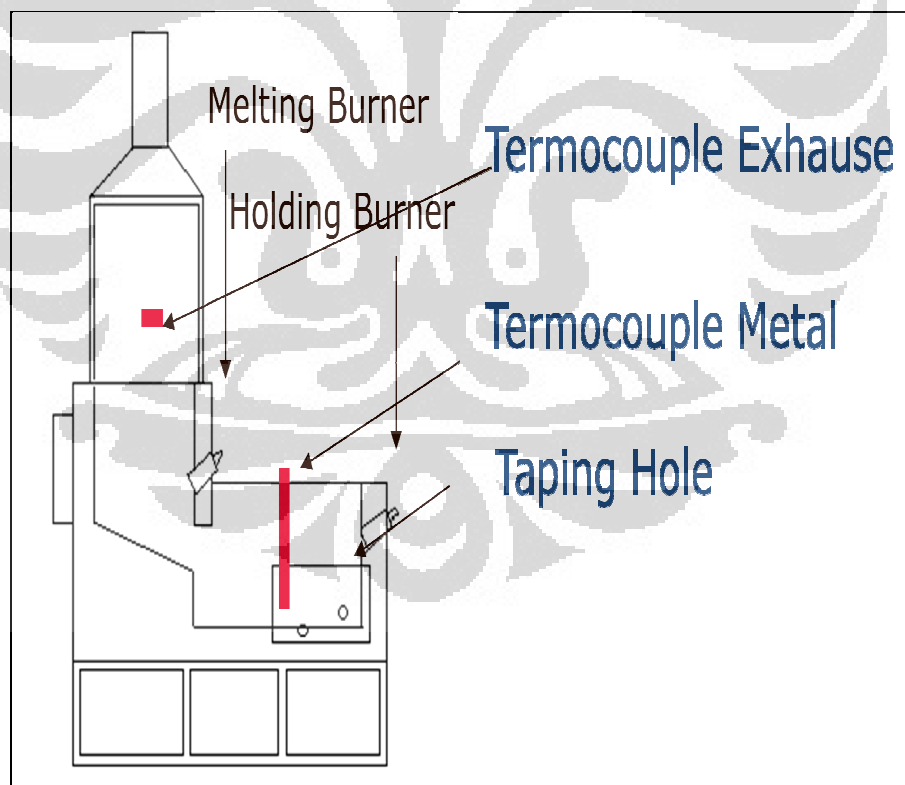
Hasil akhir dari seksi Die Casting ialah *blank casting* komponen silinder, crank case, dan cover yang selanjutnya akan dikirim ke seksi Machining. Komponen silinder, crank case, dan cover untuk permesinan selanjutnya.

Berikut akan dijelaskan masing-masing proses kerja sesuai dengan diagram alir pada proses produksi di seksi Die Casting :

2.6.2.1 Melting

Proses melting adalah proses peleburan ingot dan return scrap menjadi logam cair. Proses ini dilakukan pada dapur peleburan. Proses melting dilaksanakan pada temperatur 750°C .

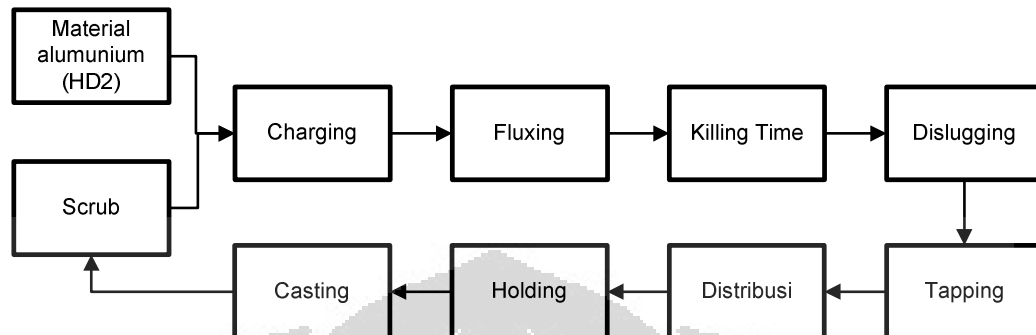
Proses melting ini menggunakan mesin Tokyo Furnace A 2500 RF. Sumber panas dari furnace ini adalah burner yang ada pada melting dan holding dengan tenaga berasal dari gas LPG, solar, dan angin. Untuk pemantiknya sebagai starter digunakan busi.



Gambar 2.15 Furnace Melting Aluminium

Untuk menghasilkan molten (logam cair) yang baik digunakan dalam proses die casting, diperlukan beberapa tahap aliran proses.

Adapun aliran proses tersebut dapat dilihat pada gambar 2.15 berikut ini.



Gambar 2.16 Flow Proses Melting

a. Material

Dalam proses melting ini memerlukan bahan baku material yaitu ingot dan scrap. Berikut akan dibahas mengenai ingot dan scrap:

1. Ingot Aluminium

Ingot adalah *wrought* aluminium yang telah ditambahkan paduan sehingga siap untuk dilebur dan dicetak. Umumnya ingot aluminium ini berbentuk batangan. Dalam proses die casting di perusahaan ini digunakan jenis aluminium HD2. Material HD2 ini memiliki komposisi seperti yang terlihat dalam hasil uji komposisi di bawah ini. Pengujian ini menggunakan cara Spektrometri dengan mesin Shimadzu OES-5500II, dengan mengacu pada standart uji HES C-101-99.



Gambar 2.17 Ingot Aluminium

2. Return Scrap

Yang dimaksud dengan return scrap adalah hasil casting yang tidak terpakai lagi setelah produksi selesai, yaitu gate, overflow, dan part out. Gate adalah scrap yang terjadi dari saluran injeksi molten yang ada pada dies,

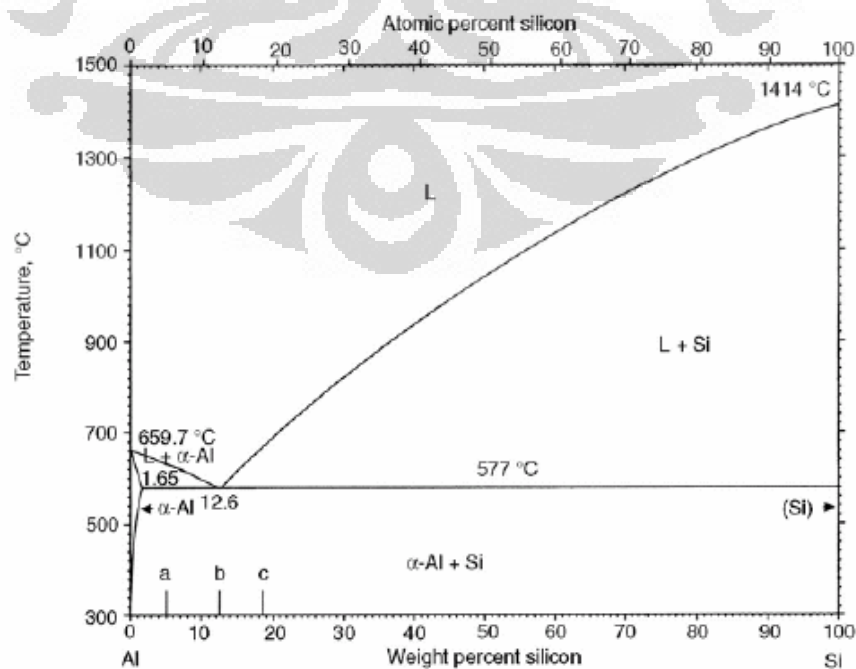
sedangkan overflow adalah return scrap yang timbul dari saluran buangan udara. Part out adalah komponen cacat, yang tidak memenuhi standar quality. Hal ini terjadi akibat terdapat cacat pada komponen cor tersebut.



Gambar 2.18 Return Scrap

b. Charging

Urutan prosesnya yang pertama ialah penyalan mesin, lalu mengaktifkan main burner dan di set temperatur controlnya $720 - 750^{\circ}\text{C}$. Pada saat temperatur mencapai 400°C , dilakukan charging yaitu memasukkan ingot + scrap ke dalam dapur dengan perbandingan ingot : scrap adalah $45\% : 55\%$. Setiap melakukan proses charging, return scrap dimasukkan terlebih dahulu. Hal ini dilakukan guna mencegah terjadinya kerusakan pada lantai dan dinding furnace pada saat charging. Ingot menggunakan material HD2 yang merupakan paduan aluminium dengan berbagai macam unsur, yang terbesar ialah kadar silikon ($9 - 12\%$).



Gambar 2.19 Diagram Fasa Alumunium – Silikon

Ingot yang digunakan untuk melting berupa batangan aluminium dengan berat per batang $\pm 5,11$ kg. Kapasitas produksi untuk setiap kali melting ialah 2000 – 3000 kg.



Gambar 2.20 Proses Charging Pada Saat Melting

c. Fluxing

Pada saat temperatur mencapai $700 - 750^{\circ}\text{C}$, dilakukan proses fluxing yaitu dengan memasukkan bahan flux agent (Natrium Florosilikat / Na_2SiF_6) ke dalam molten selama 10 – 30 menit. Untuk setiap molten satu ton dibutuhkan 4 kg flux sehingga perbandingan pemberian flux pada proses ini adalah 0,5%. Proses fluxing dilakukan hanya sekali setiap shift dari tiga shift yang ada selama 24 jam flux agent ini berfungsi :

1. Mengikat kotoran (Al_2O_3) dalam bentuk abu padat
2. Mengangkat kotoran ke permukaan
3. Mengcover molten dari gas hidrogen



Gambar 2.21 Proses Fluxing Pada Saat Melting

d. Killing Time dan Dislugging

Setelah flux agent tersebut dimasukkan, dilakukan killing time yaitu proses menunggu reaksi flux agent untuk bereaksi terhadap molten dengan posisi burner menyala. Setelah ditunggu selama 5 – 10 menit kotoran Al_2O_3 padat akan terkumpul di permukaan yang selanjutnya akan dibuang keluar. Proses ini dinamakan deslugging.



Gambar 2.22 Proses Deslugging Pada Saat Melting

e. Tapping

Proses selanjutnya ialah tapping atau penuangan molten ke dalam ladle. Kapasitas dari ladle tersebut sekitar 250 - 300 kg. Namun sebelum dituang, ladle perlu dilakukan preheating sampai 300°C selama 15 menit dengan menggunakan bahan bakar gas untuk proses pembakaran yang bertujuan:

- Mencegah kejutan panas yang dapat menyebabkan ladle retak
- Mencegah temperatur molten turun terlalu cepat
- Mengkondisikan ladle dalam keadaan kering

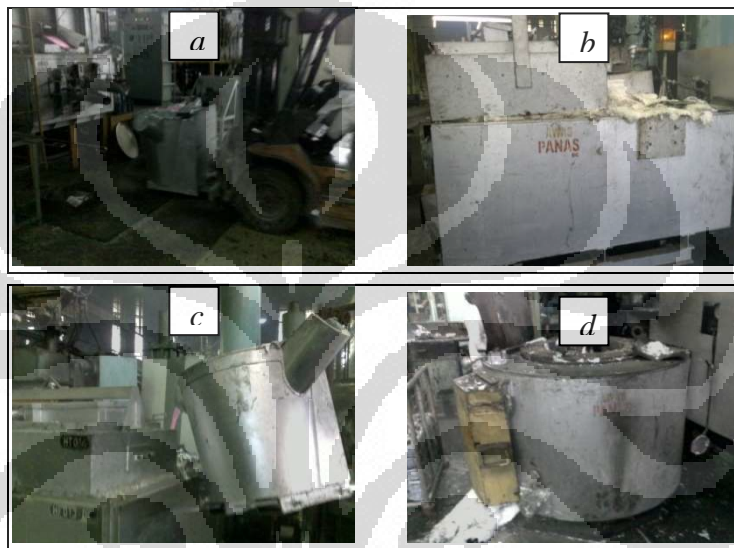


Gambar 2.23 Proses Tapping Ke Dalam Ladle

f. Distribusi Molten

Setelah selesai proses tapping, ladle yang berisi aluminium cair dipindahkan ke holding furnace dengan menggunakan fork lift. Proses penuangan

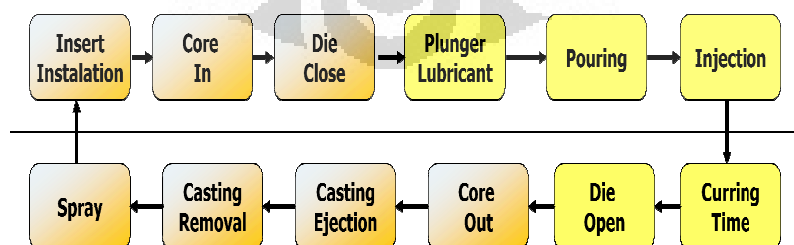
aluminium cair (molten) ke dalam holding furnace dilakukan secara manual, artinya dilakukan apabila operator menganggap bahwa persediaan aluminium cair di dalam holding furnace dengan bantuan sprue berbentuk taper, alat untuk membantu mengurangi pengadukan yang berlebihan serta mengurangi penyerapan gas. Molten di dalam holding furnace tersebut dijaga dalam temperatur 660 °C. Ada dua jenis holding furnace yang dipakai di seksi Die casting yaitu Holding Furnace berbentuk lingkaran (Holding pot) yang berkapasitas 300 kg dan Holding Furnace berbentuk persegi panjang dengan kapasitas mencapai 800 kg.



Gambar 2.24 Proses Distribusi Molten ke *Holding Furnace*

2.6.2.2 Casting Process

Casting mempunyai aliran proses yang dapat dijelaskan pada gambar 2.24 berikut ini.

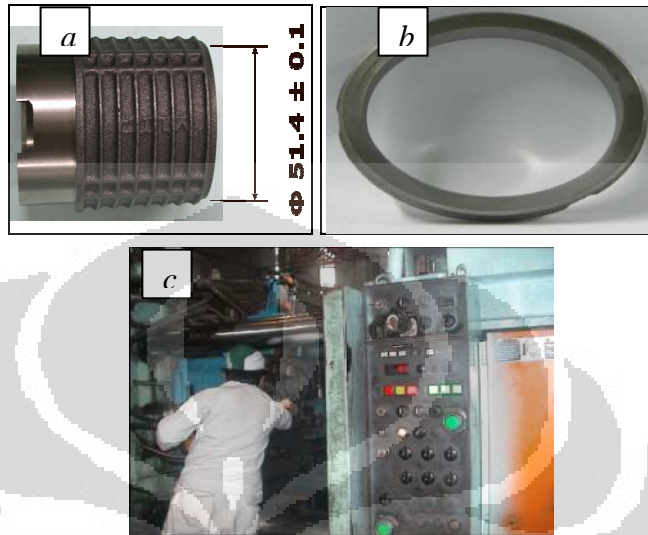


Gambar 2.25 Diagram Alir Proses *Casting*

a. Insert Part

Proses selanjutnya adalah proses pencetakan (casting). Molten yang digunakan adalah molten yang berada di dalam holding furnace tiap mesin.

Langkah pertama yang harus dilakukan oleh operator adalah pemasangan part (Insert) pada dies. Dalam hal ini insert yang dipasang adalah *sleeve* yang dipasang pada dies yang memproduksi Komponen silinder. Sedangkan *bush* dipasang pada dies yang memproduksi Crank Case. Bahan *sleeve* dan *bush* ini adalah FC 250.



Gambar 2.26 Insert Part untuk Part Casting

b. Dies Close

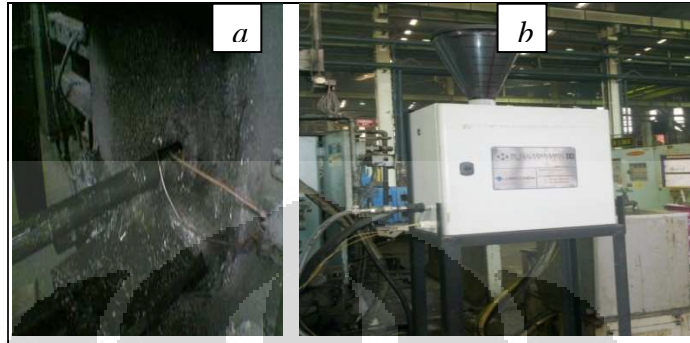
Setelah insert part dilakukan, operator akan menjalankan mesin lalu core akan masuk dan dies akan menutup. Dies closed proses adalah gerakan menutup dies dengan menggunakan clamping unit sistem *toggle*. Setting load-meter pada proses ini harus memenuhi standard, yaitu antara 80% - 95%. Apabila load-meternya kurang dari 80% ada kemungkinan daerah sekitar parting line pada dies tidak tertutup rapat, sehingga terjadi *flash*, yaitu molten memancar dan muncrat dari celah dies (*parting line*) pada saat injection. Sedangkan apabila load-meternya melebihi 100% maka toggle tidak akan mengunci, sehingga tidak akan bisa injection.



Gambar 2.27 Proses Dies Close di Mesin

c. Plunger Lubricant

Kemudian proses yang terjadi dalam tahap injection ini adalah pelumasan pada plunger tip. Pelumasnya berupa pellet grafit berukuran kecil yang ditembakkan ke sekitar plunger tip. Nantinya pellet tersebut akan meleleh seiring naiknya temperatur dan melumasi plunger tip.



Gambar 2.28 Pelumasan Plunger Tip dan Jenis Pelumas

d. Pouring

Setelah pelumasan, selanjutnya molten di dalam holding furnace akan diambil dengan menggunakan pouring ladle. Pouring ladle ini terbuat dari besi *carbide* sehingga tidak akan ikut terlarut ke dalam molten. Kapasitas pengambilan molten oleh pouring ladle ini juga sudah diatur. Bila akan memproduksi Komponen silinder, molten yang dibutuhkan sekitar 3 kg dan bila akan memproduksi Crank Case dan Cover, molten yang diperlukan sebanyak 4 kg.



Gambar 2.29 Proses Pouring

e. Injection

Selanjutnya merupakan proses utama dalam injection process yaitu proses injeksi molten aluminium ke dalam cetakan (dies) dengan tekanan. Injection pressure dibagi dalam 3 tingkatan proses, yaitu :

- Low speed injection, yaitu tahap injection dimana molten akan mengisi cavity dies sampai batas gate. Proses ini dapat mengurangi gerakan gelombang-

gelombang yang bisa menimbulkan *turbulensi*. Kecepatan yang diberikan pada low speed ini berkisar antara 0,1 – 0,5 m/s dan pressure berkisar 80 bar.

- High speed injection, yaitu tahap dimana molten mengisi penuh seluruh bagian cavity dies dan over flow. Kecepatan yang diberikan pada tahap ini berada dalam jarak 1,5 – 3,8 m/s dan pressure berkisar 600 bar.
- Pressure boosting (intensifier pressure), yaitu tahap injection dimana molten dipadatkan dengan tekanan tinggi (impact pressure) sekitar 200 bar.

f. Curring Time

Setelah tekanan diberikan pada molten, selanjutnya proses yang berlangsung adalah proses *curing time*. *Curing time* adalah waktu yang diperlukan molten untuk membeku di dalam dies. Waktu pembekuan tersebut harus cukup, sehingga part dapat membentuk secara sempurna. *Curing time* yang tidak tepat dapat mengakibatkan part tersebut menempel pada dies, dan juga bisa menyebabkan cacat pada part setelah proses ejektor. Untuk mempercepat pembekuan juga dilakukan penyemprotan dengan air (quenching) dengan temperatur berkisar 30 – 40 °C.

g. Dies Open dan Core Out

Setelah *curing time* selesai, dies akan membuka secara otomatis dan pada proses ini part yang sudah jadi akan terbawa bersama moving dies. Bersamaan itu pula core akan kembali keluar.



Gambar 2.30 a) Dies Membuka; b) Core Keluar

h. Casting Ejection

Langkah selanjutnya adalah proses ejecting part. Ejecting part adalah suatu proses setelah dies open di mana part dikeluarkan dari moving dies dengan bantuan suatu alat yang disebut dengan ejector pin. Ejector pin dipasangkan pada bagian mesin yang disebut dengan ejector unit.

i. Casting Removal

Lalu proses selanjutnya adalah Casting Removal. Casting removal adalah proses pengambilan part secara manual oleh operator sesaat setelah part part dikeluarkan dari moving dies oleh ejector pin. Part tersebut diambil dengan menggunakan *tang*. Proses pengambilan part harus cepat, yaitu tepat setelah part didorong oleh ejector pin, karena kalau sampai terlambat part akan jatuh ke bagian bawah mesin dan akan sulit untuk mengambilnya.

j. Spray

Bersamaan dengan itu, spray akan turun dan berlangsunglah Spray Process. Spray process adalah proses pelapisan permukaan cavity dies dengan suatu cairan kimia semacam dies lubricant yang menggunakan suatu peralatan yang disebut dengan spray unit. Arah spray bisa disetting secara manual dan harus ditempatkan pada bagian-bagian dies yang paling sering mengalami over-heating, terutama pada bagian pin. Dies lubricant yang digunakan pada proses ini berfungsi untuk melapisi cavity dies, agar part tidak menempel pada dies. Selain itu fungsinya juga untuk menjaga temperatur dies agar tetap berada dalam jarak 180-250 °C. Dies lubricant tersebut berbahan dasar Silicon. Cairan yang digunakan tidak murni berupa dies lubricant tetapi juga diberi air. Perbandingan air : dies lubricant standarnya adalah 1 : 80.



Gambar 2.31 Proses Auto Spray dan Jenis Lubricant

2.6.2.3. Trimming

Setelah part diambil dari dies, proses selanjutnya adalah proses trimming. Trimming adalah proses pemisahan scrap (gate dan overflow) dari partnya oleh operator dengan cara manual setelah satu shot produksi selesai. Proses ini

dilakukan dengan menggunakan tang dan palu. Untuk memisahkan stamp beserta gatenya digunakan palu besi, sedangkan overflow dipisahkan dengan menggunakan palu kayu.



Gambar 2.32 Proses Trimming

2.6.2.4 Visual Check

Begitu shot produksi berikutnya dijalankan, operator langsung memeriksa part secara visual dan tidak boleh ada flow line, under cut, cacat misrun, bercak, retak dan bekas burrs. Proses visual check ini harus dilakukan dengan cepat, semakin berpengalaman seorang operator akan semakin cepat pula operator tersebut dalam melakukan pekerjaan tersebut. Apabila hasil visual checknya bagus (OK), part tersebut akan ditandai lalu langsung ditempatkan dan disusun dengan rapi ke dalam basket. Dan jika gagal, langsung dipisahkan dan dimasukkan ke dalam kereta return scrap, kemudian dilebur lagi pada melting furnace.

Khusus untuk Komponen silinder dan Crank case bila part cacat, tidak langsung dilebur, namun ada perlakuan khusus terlebih dahulu. Untuk Komponen silinder dilakukan proses cutting terlebih dahulu untuk mengambil insert sleeve dan akan digunakan lagi pada proses casting.

Pada Crank case hal yang sama juga dilakukan untuk mengambil insert bush, namun caranya berbeda dengan Komponen silinder karena bagiannya lebih kecil. Untuk mengambil bush tersebut, cara yang dilakukan adalah dengan cara re-melting pada furnace atau lebih dikenal dengan proses mancing. Bush hasil dari proses mancing ini hanya boleh digunakan pada part R crank case.

Kedua part tersebut diambil kembali karena masih bisa digunakan untuk memproduksi part yang sama untuk menekan biaya produksi yang terbuang bila insert part tersebut hanya menjadi scrap.

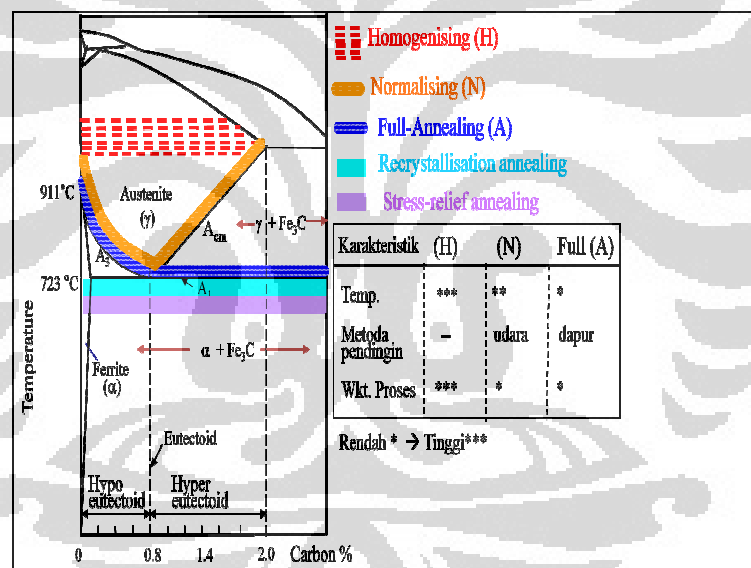
Bila part yang dihasilkan lolos visual test, untuk Crank Case dan cover

akan langsung dikirim ke proses finishing dan machining untuk diproses lebih lanjut. Sedangkan untuk Komponen silinder ada satu lagi perlakuan khusus yang harus dilakukan yaitu proses annealing.

2.6.2.5 Annealing

Annealing adalah proses pemanasan suatu material sampai temperatur tertentu lalu dilanjutkan dengan pendinginan secara perlahan. Biasanya annealing ini dilakukan untuk merubah ukuran kehalusan butir atau memperbaiki machinability dari suatu material.

Dalam proses produksi di seksi Die Casting ini, annealing dilakukan untuk menghilangkan tegangan sisa pada benda karena proses casting atau terkena perlakuan panas pada saat benda sedang di produksi. Proses Annealing dilakukan pada temperatur 325° C selama ± 2 Jam. Basket dimasukkan kedalam furnace pada saat temperaturnya mencapai 100°C.

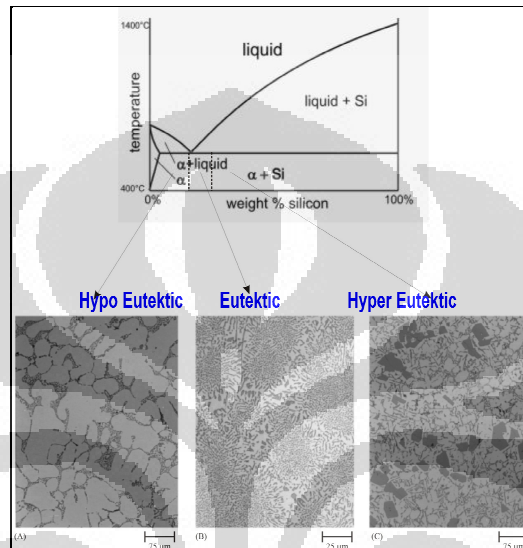


Gambar 2.33 Macam – Macam Heat Treatment Pada Diagram Fe – C

Pada kasus ini benda yang dimaksud adalah sleeve yang terdapat pada Komponen silinder. Bahan yang digunakan pada sleeve Komponen silinder adalah jenis baja karbon FC 250. Sehingga untuk mengamati efek annealing pada sleeve tersebut perlu ditunjukkan diagram fasa Fe – C. Pada diagram tersebut dapat dilihat bermacam – macam tipe heat treatment. Karena annealing yang dilakukan pada temperatur 325 ° C, dan jauh di bawah temperatur lebur Al maupun cast iron, maka struktur yang ada pada FC 250 tersebut tidak akan banyak berubah. Begitupula dengan Alumunium karena tergolong kedalam material yang non heat

treartable maka tidak akan merubah strukturnya, karena annealing di sini hanya bertujuan untuk stress-relieving atau menghilangkan tegangan sisa pada sleeve.

Proses annealing ini perlu dilakukan karena sleeve merupakan tempat piston bergerak. Bila masih terdapat tegangan sisa pada sleeve tersebut, maka akan menyebabkan potensi crack pada saat piston sudah bergerak di dalam Komponen silinder karena sleeve masih bersifat getas dan tidak homogen.



Gambar 2.34 Struktur Mikro Al-Si

Bila dilihat dari sisi aluminiumnya, maka dapat dilihat struktur mikro dari aluminium tersebut. Paduan aluminium yang digunakan adalah HD2 dengan kadar paduan utama adalah Silikon. Karena kadar silikon yang terdapat pada bahan tersebut berkisar di antara 9 – 12%, maka sesuai dengan diagram fasa Al-Si di atas menunjukkan bahwa fasa paduan aluminium tersebut adalah hypo eutectic.

Struktur mikro setelah proses annealing pun tidak akan banyak berubah karena temperatur yang digunakan adalah 325 °C, dan paduan aluminium tersebut baru akan berubah fasa setelah melampaui 577 °C, maka struktur mikro paduan aluminium tersebut akan tetap berupa hypo eutectic.

Setelah mengalami proses pemanasan selama ± 2 Jam pada temperatur 325° C di dalam furnace, Komponen silinder tersebut akan dikeluarkan dari furnace dan dibiarkan sampai dingin. Setelah proses annealing tersebut selesai, part tersebut akan dilakukan proses finishing (dikikir bagian – bagian yang masih kurang rapi lalu part tersebut akan dikirim ke seksi machining untuk menjalani proses selanjutnya.

2.6.2.6 Finishing

Part yang telah selesai di trimming akan di finishing dahulu di seksi die casting, sebelum dilanjutkan untuk proses selanjutnya yaitu pada seksi machining. Pada proses ini tidak terlalu detail finishing yang dilakukan, hanya sebatas menghilangkan kulit – kulit yang mengelupas pada part dengan menggerinda menggunakan grid yang masih kasar. Untuk tingkat yang lebih halus, milling dan machining akan dilanjutkan oleh seksi berikutnya.



Gambar 2.35 Proses Finishing

BAB III

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

3.1 Sistem Pengendalian Mutu PT. A

PT. A adalah salah satu perusahaan yang sangat memperhatikan masalah mutu dimana PT. A berprinsip barang yang diterima konsumen harus barang dengan kualitas terbaik tanpa celah atau cacat sedikitpun. Maka dari itu PT. A memiliki standar mutu yang sangat baik guna menjaga kualitas serta mutu dari produknya. Untuk itu diperlukan adanya kebijakan *quality built in process* dengan berprinsip pada :

1. Menerima barang yang bagus
2. Memproduksi barang yang bagus
3. Mengirim barang yang bagus

Untuk mencapai target tersebut, maka PT. A melakukan suatu usaha – usaha diantaranya dengan melakukan pemeriksaan pada saat proses pembuatan sepeda motor. Dimana di setiap bagian dalam proses pembuatan motor selalu terdapat proses pemeriksaan. Proses tersebut berfungsi untuk memberikan jaminan kualitas kepada konsumen. Kemudian dengan adanya pemeriksaan diharapkan mampu memetakan jenis penyimpangan kualitas yang terjadi di setiap part. Data tersebut sangat diperlukan untuk melakukan perbaikan. PT. A selalu berusaha untuk melakukan terobosan guna melakukan perbaikan serta pengembangan produk.

Kegiatan perbaikan berkelanjutan (*continous improvement*) sudah menjadi budaya di PT. A dimana melibatkan dari tingkat operator sampai jajaran *top management*. Bahkan di PT. A membuat sebuah departemen yang khusus membidangi segala hal tentang perbaikan yaitu Departemen *Improvement Circle*. Beberapa program dibuat oleh departemen *improvement circle* untuk menumbuhkan budaya perbaikan berkelanjutan. PDCA cycle merupakan salah satu metode yang sering digunakan dengan *seven tools* sebagai alat bantu mutu. Alasan pemilihan PDCA cycle sebagai metode pemecahan masalah pada penelitian ini adalah karena PDCA cycle merupakan konsep dasar dari perbaikan berkelanjutan. Selain itu juga karena PDCA cycle lebih sederhana dan mudah dimengerti dalam penerapannya dibanding metode lain seperti *Six Sigma*, *RADAR Matrix* dan *EFQM Excellence Model* yang lebih kompleks, membutuhkan

beberapa alat bantu pemecahan, membutuhkan waktu penelitian lebih lama dan sumber penelitian lebih banyak.

Kemudian untuk menjaga konsistensi dan penjaminan mutu produk, perusahaan juga membuat sebuah departemen *Quality Assurance*. Departemen ini bertanggung jawab untuk membuat dan menjaga penerapan kebijakan mutu yang berlaku di perusahaan. Diantaranya pembuatan prosedur kerja, prosedur penanganan masalah maupun prosedur tindakan perbaikan dan tindakan pencegahan. Bahkan dengan penerapan hal tersebut perusahaan telah mendapatkan sertifikasi ISO 9001.

Untuk itu, dalam skripsi ini menggunakan *PDCA cycle* dan alat bantu mutu untuk tindakan perbaikan dan prosedur ISO 9001 untuk penjaminan kualitasnya.

3.2 Cacat Komponen Silinder





Seperti telah dijelaskan sebelumnya, salah satu produk dari seksi *Die Casting* adalah komponen silinder. Dalam proses pembuatan part komponen silinder, PT A menerapkan standard kualitas. Kemudian terdapat *check sheet* kualitas yaitu *visual check sheet*, data ukur dan test proses. Standar yang digunakan mengacu terhadap PT A Drawing.

Meskipun telah memiliki standard yang jelas dan pemeriksaan yang cukup ketat, dalam proses produksi part komponen silinder di PT A tidak lepas adanya *cacat* produksi. Cacat produk komponen silinder dibagi menjadi dua kategori yaitu cacat *In Process* dan *Next Process*.






Cacat *in process* merupakan jenis cacat produksi die casting yang diketemukan saat proses di dalam seksi die casting. Jenis cacat untuk kategori ini biasanya berupa cacat produk yang terlihat visual mata maupun hasil pemeriksaan data ukur produk.

Sedangkan cacat *next process* merupakan cacat produksi die casting yang diketemukan setelah produk dikirim dan diproses di seksi *Machining* Komponen Silinder. Jenis cacat ini merupakan cacat yang terjadi setelah dilakukan proses permesinan baik pada permukaan part maupun bagian dalam produk. Selain itu juga cacat saat pemeriksaan kebocoran produk pada mesin *leaktester*.

Tabel 3.1 Jenis Cacat Komponen Silinder

No	Gambar	Jenis Cacat	Definisi	Tes	Kategori
1		Bocor sleeve, lub. Bolt stud	Bocor komponen silinder pada area sleeve ke lubang bolt stood	Leak Tester	Next Proses (Mahining)
2		Bocor Sleeve Ke Sirip	Bocor komponen silinder pada area sleeve ke sirip	Leak Tester	Next Proses (Mahining)
3		Bocor Saluran Oli Naik Ke Sirip / Leg Shield	Bocor komponen silinder pada area oil naik ke sirip	Leak Tester	Next Proses (Mahining)
4		Bocor Leak Tester	Bocor komponen silinder pada untuk area yang tidak terdeteksi pada leaktester	Leak Tester	Next Proses (Mahining)

Tabel 3.1 Jenis Cacat Komponen Silinder (Lanjutan)

No	Gambar	Jenis Cacat	Definisi	Tes	Kategori
5		Gompal	Cacat karena bagian dari part gompal saat proses machining (OP1)	Visual	Next Proses (Mahining)
6		Misrun	Cacat karena pembentukan part tidak penuh pada ujung part	Visual	In Proses Casting
7		Keropos	cacat dimana terdapat rongga gas di dalam produk casting, akibat udara yang terjebak atau material yang kotor	Visual	Next Proses (Mahining)
8		Under Cut	Yaitu produk casting yang terpotong pada bagian yang tipis, sehingga cavity tidak terisi penuh. Cacat ini berupa adanya deformasi atau permukaan hasil casting yang tidak rata	Visual	In Proses Casting
9		Flow Line	Flow line merupakan cacat pada produk cor berupa kerutan kecil atau bekas aliran material pada permukaan casting, terbentuk oleh aluminium cair yang tidak menyatu pada cetakan	Visual	In Proses Casting

3.2.1 Data Part Cacat

Kategori cacat berdasarkan lokasi penemuan cacatnya dibagi menjadi 2 yaitu cacat in proses die casting dan cacat next proses. Cacat in proses adalah cacat die casting yang ditemukan saat proses di seksi die casting dan belum terkirim ke seksi selanjutnya (machining komponen silinder). sedangkan cacat next proses merupakan jenis cacat *die casting* yang terjadi saat part tersebut telah mengalami proses machining. Untuk masalah part cacat, PT A membuat toleransi atau batas maksimal prosesntase part cacat di masing-masing seksi. Untuk seksi die casting batas maksimal part cacat adalah sebesar 3,6%. Hal tersebut menjadi acuan performa seksi setiap bulan. Jika target tersebut tidak terpenuhi, maka seksi harus membuat Problem Identification Corrective Action dan Preventive Action (PICA-PA) yang bertujuan untuk melakukan perbaikan dan pencegahan terhadap masalah tersebut.

Kemudian untuk setiap terjadi part cacat, PT A telah menyediakan sebuah sistem untuk pendataan cacat yang terjadi di seksi die casting. Sistem tersebut lebih dikenal dengan PT. A *Production System*. Pada sistem tersebut berisi data rinci part cacat maupun hal lain yang berkaitan dengan produksi part di PT A. Data cacat proses die casting untuk part komponen silinder yang diperoleh dari PT A *Production System* untuk sepuluh bulan pada tahun penelitian dapat dilihat pada table 3.2 sebagai berikut :

Tabel 3.2 Data Cacat Komponen Silinder

DESKRIPSI CACAT	Bln ke 1	Bln ke 2	Bln ke 3	Bln ke 4	Bln ke 5	Bln ke 6
BOCOR SLEEVE, KE BOLT STUD	225	288	828	616	1.066	1.076
BOCOR SLEEVE KE SIRIP						
BOCOR SALURAN OLI NAIK KE SIRIP / LEG SHIELD	643	360	573	824	541	168
GOMPAL	171	274	344	285	209	303
BOCOR LEAK TESTER	31	77	386	304	423	443
LAIN - LAIN *	347	466	607	633	653	417
TOTAL REJECT	1.417	1.465	2.738	2.662	2.892	2.407
PRODUKSI CYL COMP	39.092	46.161	70.101	66.877	64.775	53.033
PROSENTASE REJECT	3,62%	3,17%	3,91%	3,98%	4,46%	4,54%

Tabel 3.2 Data Cacat Komponen Silinder (lanjutan)

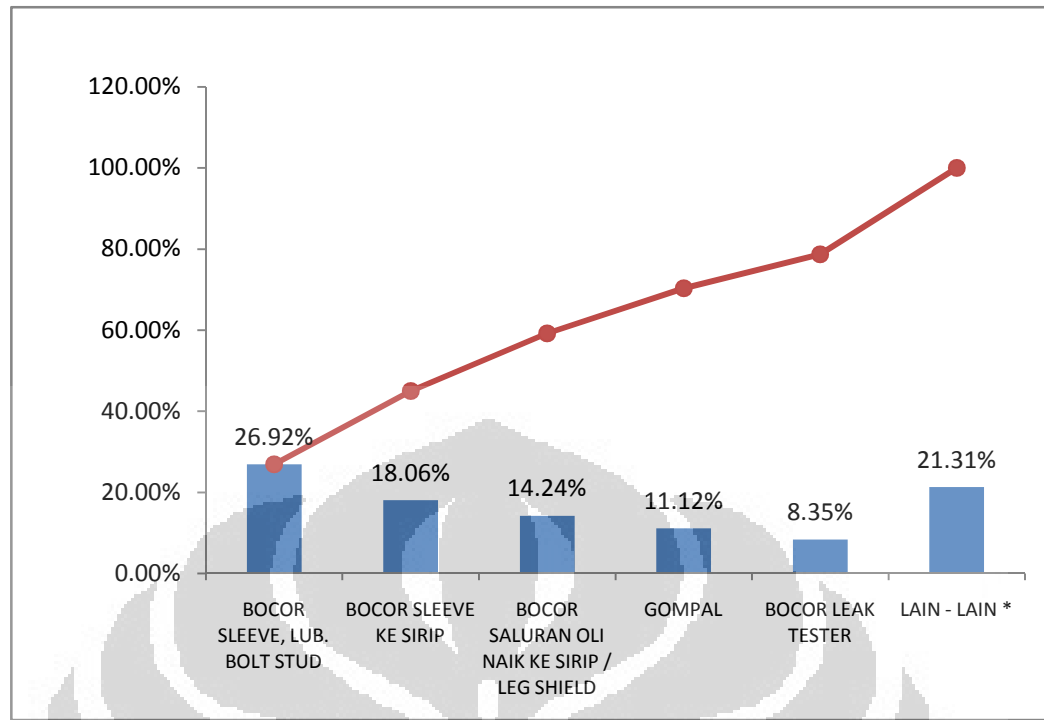
DESKRIPSI CACAT	Bln ke 7	Bln ke 8	Bln ke 9	Bln ke 10	Grand Total
BOCOR SLEEVE, KE BOLT STUD	503	1.162	372	1.290	7.426
BOCOR SLEEVE KE SIRIP	526	1.801	1.535	1.122	4.984
BOCOR SALURAN OLI NAIK KE SIRIP / LEG SHIELD	152	298	246	125	3.930
GOMPAL	204	351	417	510	3.068
BOCOR LEAK TESTER	420	42	135	42	2.303
LAIN - LAIN *	671	830	620	635	5.879
TOTAL REJECT	2.476	4.484	3.325	3.724	27.590
PRODUKSI CYL COMP	73.273	87.315	50.228	66.079	616.934
PROSENTASE REJECT	3,38%	5,14%	6,62%	5,64%	4,47%

Sumber : PT A *Production System*

Dari data diatas, rata-rata prosentase cacat part komponen silinder pada tahun penelitian adalah 4,47% atau jauh diatas batas maksimal prosentase cacat seksi die casting yaitu 3,60 %. Dan dari 10 bulan tersebut hanya 2 bulan yang mencapai target yaitu bulan ke 2 (3,17%) dan ke-7 (3,38%). Dari total 4,47% jumlah cacat tersebut disebabkan oleh beberapa jenis cacat. Untuk mengetahui jenis cacat yang menjadi penyumbang dominan cacat part komponen silinder, maka kita harus membuat pareto diagram. Tujuannya adalah untuk mengetahui cacat dominan dimana nantinya akan menjadi prioritas untuk segera diperbaiki. Sehingga langkah tersebut diharapkan mampu menekan prosentase cacat part komponen silinder sampai 3,6% bahkan lebih. Berikut adalah data pareto pada table 3.3 dan gambar 3.1 untuk pareto digram cacat komponen silinder :

Tabel 3.3 Data Pareto Cacat Komponen Silinder

DESKRIPSI REJECT	JUMLAH	ACCUMULATIF	% REJECT	% ACC
BOCOR SLEEVE, LUB. BOLT STUD	7,426	7,426	26.92%	26.92%
BOCOR SLEEVE KE SIRIP	4,984	12,410	18.06%	44.98%
BOCOR SALURAN OLI NAIK KE SIRIP / LEG SHIELD	3,930	16,340	14.24%	59.22%
GOMPAL	3,068	19,408	11.12%	70.34%
BOCOR LEAK TESTER	2,303	21,711	8.35%	78.69%
LAIN - LAIN *	5,879	27,590	21.31%	100.00%
TOTAL REJECT	27,590			
PRODUKSI CYL COMP	616,934			
PROSENTASE REJECT	4.47%			



Gambar 3.1 Diagram Pareto Cacat Komponen Silinder

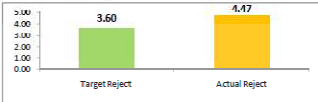

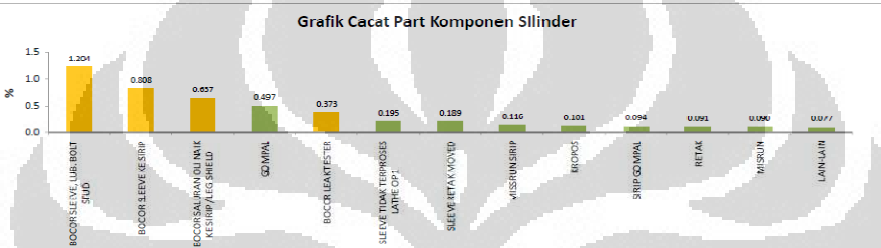
Dari pareto diatas terlihat 5 besar cacat komponen silinder adalah Bocor sleeve lub bolt stood (26,92 %), Bocor sleeve ke sirip (18,06%), Bocoran saluran Oil Naik ke Sirip/Leg Shield (14,24%), Gompal (11,12%) dan Bocor leak tester (8,35%). Dan 4 dari 5 kategori cacat tersebut adalah Bocor yang mencapai 67,57%. Sehingga kategori cacat bocor menjadi prioritas untuk segera ditangani.

3.3 Prosedur Tindakan Perbaikan di PT A

PT A menerapkan Quality Assurance System untuk menjamin kualitas terbaik yang diberikan kepada konsumen. Baik untuk bagian produksi termasuk Die Casting maupun bagian non produksi. Quality Assurance System ini adalah sistem yang dimaksudkan mewadahi penjaminan kualitas di PT. A mulai dari perancangan sampai pemakaian produk sepeda motor oleh konsumen.

Sesuai dengan prosedur yang ada, jika diketemukan terjadi suatu masalah dalam proses produksi di PT. A, dalam hal ini masalah bocor komponen silinder. Maka harus dibuat *Problem Identification Corrective Action* dan *Preventive Action* (PICA-PA). Dalam tahap ini, tahap awal yang harus dilakukan adalah pembuatan Problem Identification (PI) oleh seksi die casting (seksi dimana terjadi masalah). PI dibuat sebagai data awal untuk menentukan dan melakukan

tindakan perbaikan dan pencegahan (CA-PA) oleh seksi terkait berdasarkan hasil koordinasi bersama. Berikut PI masalah cacat bocor komponen silinder.

P I C A - P A					No. PICA-PA : _____																																																																																					
Problem Identification, Corrective & Preventive Action					Tanggal : _____																																																																																					
					<input checked="" type="checkbox"/> In-Plant <input type="checkbox"/> Out-Plant																																																																																					
Tema:	Nama Part : Komponen Silinder	Sub Cont / Seksi : Die Casting	Reject In Process Tgl : -	Jumlah / Person : 4,47 %	Tempat Kejadian : MC Komponen Silinder																																																																																					
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 60%;"> <p>1. Masalah / Ilustrasi (jika ada):</p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;"> <p>Persentase Reject DC</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <th></th> <th>Persentase Reject</th> </tr> <tr> <td>Target Reject</td> <td>3.60</td> </tr> <tr> <td>Actual Reject</td> <td>4.47</td> </tr> </table>  <p>Keterangan : ~ Persentase reject die casting keluar standar.</p> </div> <div style="flex: 1; text-align: center;">  <p>Part komponen silinder Bocor</p> </div> </div> </div> <div style="width: 35%;"> <p>2. Dampak Masalah</p> <p>Q jumlah reject tinggi C biaya produksi mahal D aktivitas delivery terganggu S malfunction fungsi part M semangat kerja menurun karena banyaknya produksi yang dihasilkan tapi reject</p> </div> </div>								Persentase Reject	Target Reject	3.60	Actual Reject	4.47																																																																														
	Persentase Reject																																																																																									
Target Reject	3.60																																																																																									
Actual Reject	4.47																																																																																									
<p>3. Data, Analisa & Kesimpulan Masalah :</p> <div style="text-align: center;"> <p>Grafik Cacat Part Komponen Silinder</p>  </div> <div style="display: flex; justify-content: flex-end; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px;"> Pembuat PI Dibuat : _____ Tanggal : _____ </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> Agus W </div> </div>																																																																																										
<p>4. Analisa perubahan sejak mulai timbulnya gejala terhadap part terkait atau penyimpangan terhadap standard / drawing :</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Item</th> <th>Berubah</th> <th>Tidak Berubah</th> <th>Keterangan</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Proses / Metoda</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2. Material</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3. Operator</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4. Vendor / source</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5. Mesin , Jlg, Tools</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>6. Environment</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>							Item	Berubah	Tidak Berubah	Keterangan	1. Proses / Metoda				2. Material				3. Operator				4. Vendor / source				5. Mesin , Jlg, Tools				6. Environment																																																											
Item	Berubah	Tidak Berubah	Keterangan																																																																																							
1. Proses / Metoda																																																																																										
2. Material																																																																																										
3. Operator																																																																																										
4. Vendor / source																																																																																										
5. Mesin , Jlg, Tools																																																																																										
6. Environment																																																																																										
<p>5. Kemungkinan penyebab :</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Gejala</th> <th style="width: 15%;">Mengapa?</th> <th style="width: 15%;">Mengapa?</th> <th style="width: 15%;">Mengapa?</th> <th style="width: 15%;">Mengapa?</th> <th style="width: 15%;">Mengapa ?</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table> <p>Metode 5-Why</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Sehingga :</th> <th style="width: 15%;"> </th> <th style="width: 15%;"> </th> <th style="width: 15%;"> </th> <th style="width: 15%;"> </th> <th style="width: 15%;"> </th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table> <p>Solusi & Standarisasi</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Solusi (4M, 1E) :</th> <th style="width: 15%;"> </th> <th style="width: 15%;"> </th> <th style="width: 15%;"> </th> <th style="width: 15%;"> </th> <th style="width: 15%;"> </th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table> <p>Standarisasi :</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;"> </th> <th style="width: 15%;"> </th> <th style="width: 15%;"> </th> <th style="width: 15%;"> </th> <th style="width: 15%;"> </th> <th style="width: 15%;"> </th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>							Gejala	Mengapa?	Mengapa?	Mengapa?	Mengapa?	Mengapa ?																			Sehingga :																								Solusi (4M, 1E) :																																			
Gejala	Mengapa?	Mengapa?	Mengapa?	Mengapa?	Mengapa ?																																																																																					
Sehingga :																																																																																										
Solusi (4M, 1E) :																																																																																										
<p>6. Tindakan Perbaikan & Pencegahan:</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>Problem Identification</th> <th>Corrective Action</th> <th>PIC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table> <div style="display: flex; justify-content: flex-end; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px;"> Pembuat CA Dibuat : _____ Tanda Tangan : _____ Nama : Waskito U Tanggal : _____ </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> Pembuat PI Diketahui : _____ Tanda Tangan : _____ Nama : YB Triyono Tanggal : _____ </div> </div>							No	Problem Identification	Corrective Action	PIC																																																																																
No	Problem Identification	Corrective Action	PIC																																																																																							
<p>7. Monitor Hasil Perbaikan & Pencegahan / Grafik (jika ada):</p>																																																																																										
<p>8. Feedback / Catatan:</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">Status PICA-PA</th> <th colspan="2">Pembuat PI</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Dibuat</th> <th>Disetujui</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Closed</td> <td>Sect. Head</td> <td>Sub Dept.</td> </tr> <tr> <td>Agus W</td> <td>YB Triyono</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Open</td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>							Status PICA-PA	Pembuat PI			Dibuat	Disetujui	Closed	Sect. Head	Sub Dept.	Agus W	YB Triyono	Open																																																																								
Status PICA-PA	Pembuat PI																																																																																									
	Dibuat	Disetujui																																																																																								
Closed	Sect. Head	Sub Dept.																																																																																								
	Agus W	YB Triyono																																																																																								
Open																																																																																										

Note: 1. Action Plan (corrective & preventive action) harus disetujui Pembuat CA & Pembuat PI maksimal 14 hari sejak PI diterima.
 2. Distribusi copy: 1. Pembuat CA; 2. Vendor; 3. File
 * Dapat ditandatangani oleh pejabat setingkat yang berwenang

QM-QMS-019-00

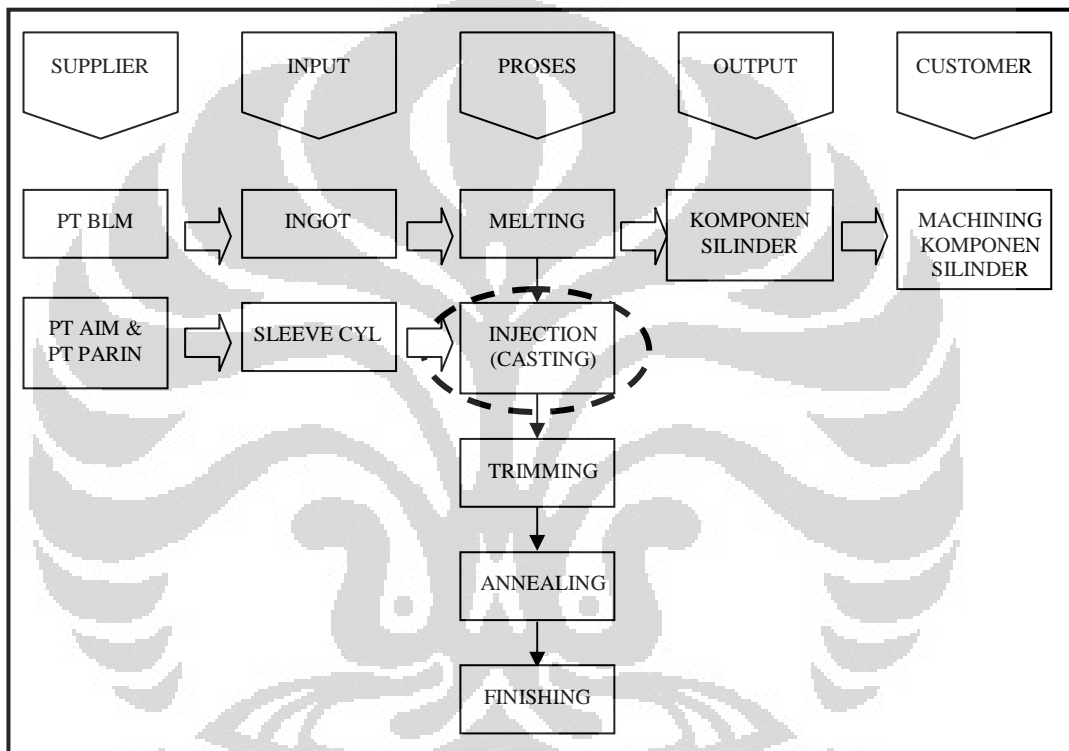
Gambar 3.2 Pembuatan *Problem Identification* Masalah Bocor

3.4 Analisis Awal Cacat Komponen Silinder Bocor

Analisa awal merupakan pemetaan proses dan faktor yang berpotensi terjadi cacat bocor komponen silinder. Berikut pemetaan proses dan factor penyebab terjadinya cacat bocor komponen silinder.

3.4.1 Analisis Awal Proses Penyebab Masalah Komponen Silinder Bocor

Untuk dapat mengetahui permasalahan cacat bocor komponen silinder, maka kita harus mengetahui aliran proses (flow chart) pembuatan part komponen silinder. Berikut gambar 3.3 yang menjelaskan SIPOC part komponen silinder.

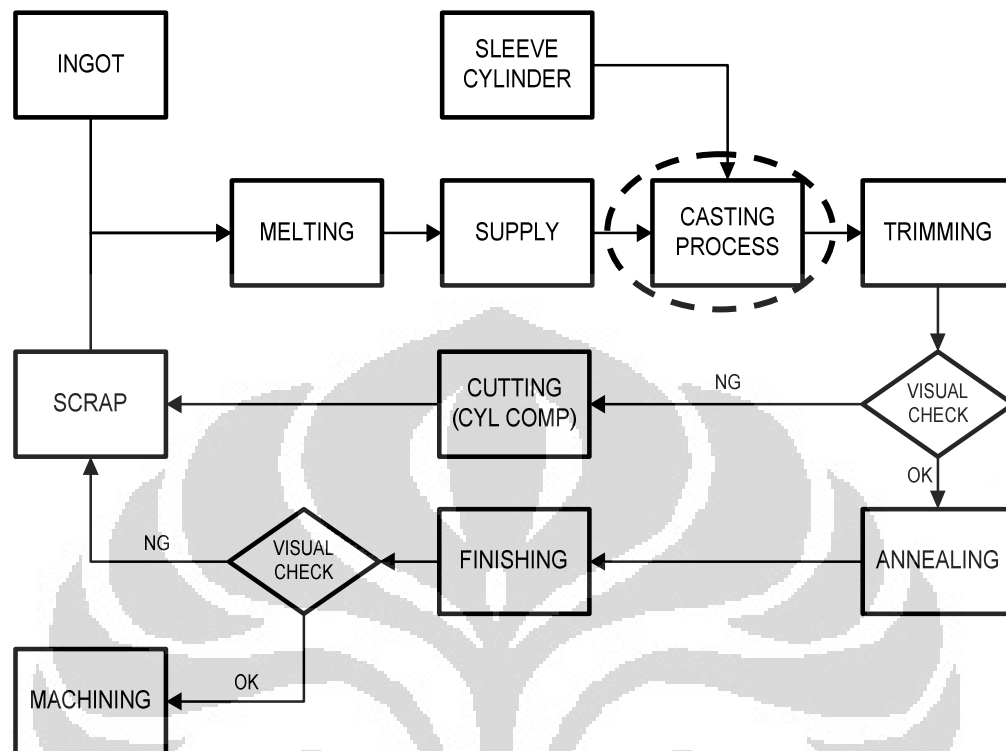


Gambar 3.3 SIPOC Diagram Part Komponen Silinder

Dari aliran proses pembuatan part komponen silinder dapat dibedakan menjadi 5 bagian utama yaitu Supplier, Input, Proses, Output dan Customer. Dalam kasus ini indikasi terjadinya masalah bocor komponen silinder terjadi pada bagian proses die casting.

Proses merupakan aliran proses pembuatan part komponen silinder dimulai dari bahan baku sampai menjadi part komponen silinder. Proses tersebut adalah die casting yang merupakan proses utama dalam pembuatan part komponen silinder. Die casting adalah pembentukan logam dari keadaan cair menjadi padat dengan tekanan.

Aliran proses dalam die casting dapat dilihat pada gambar 3.4 sebagai berikut.



Gambar 3.4 Aliran Proses Die Casting

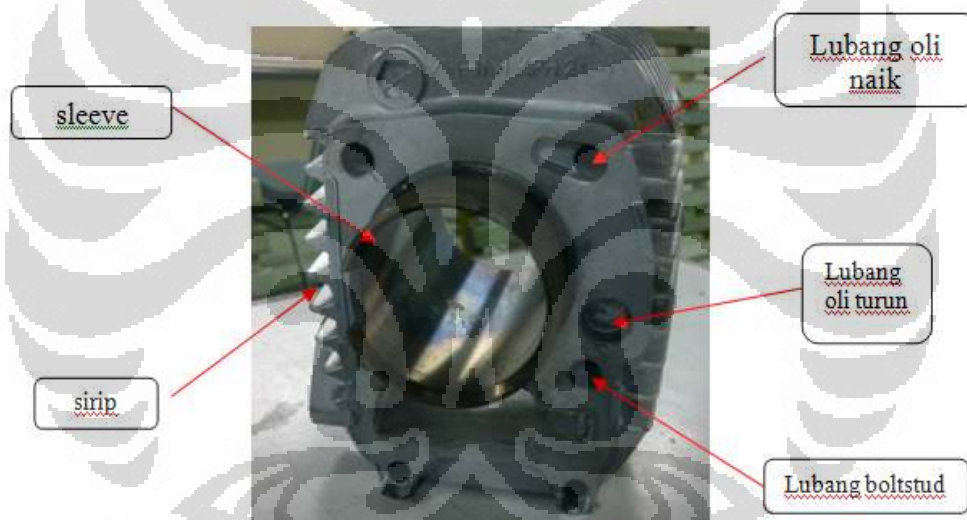
- Scrap : adalah hasil casting yang tidak terpakai lagi setelah produksi selesai, yaitu gate, overflow, dan part out
- Ingot : Bahan baku Die casting berupa aluminium paduan HD2
- Melting adalah proses peleburan ingot dan return scrap menjadi logam cair
- Supply adalah proses distribusi molten dari melting ke mesin die casting
- Casting Proses adalah pembentukan logam dari keadaan cair menjadi padat dengan tekanan
- Trimming adalah proses memisahkan scrap dari part oleh operator dengan cara manual setelah satu shot produksi selesai
- Visual check adalah proses pemeriksaan kualitas visual part untuk memastikan part yang dihasilkan sesuai standard
- Annealing adalah proses untuk menghilangkan tegangan sisa pada benda karena proses heat treatment atau mengalami perlakuan panas.
- Finishing adalah proses untuk membersihkan part dari sisa burrs pada part

- Cutting adalah proses pemisahan antara alumunium dengan sleeve cylinder untuk part yang dinyatakan NG.

Dari semua proses diatas, proses casting berpotensi menyebabkan terjadinya cacat bocor komponen silinder. Karena proses tersebut merupakan proses utama dalam pembuatan komponen silinder.

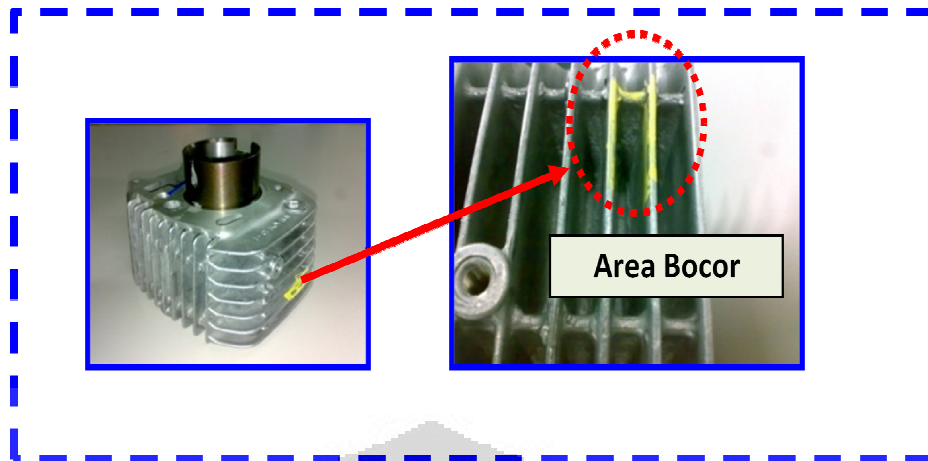
3.4.2 Analisis Awal Faktor Penyebab Masalah Komponen Silinder Bocor

Cacat bocor merupakan cacat pada komponen silinder akibat adanya rongga atau pori-pori diantara saluran oli yang ada pada part tersebut. Kondisi tersebut akan menyebabkan kebocoran oli pada saat part tersebut sudah dirakit pada mesin sepeda motor. Berikut beberapa area yang menjadi pengamatan kebocoran part komponen silinder pada gambar 3.5 berikut ini.



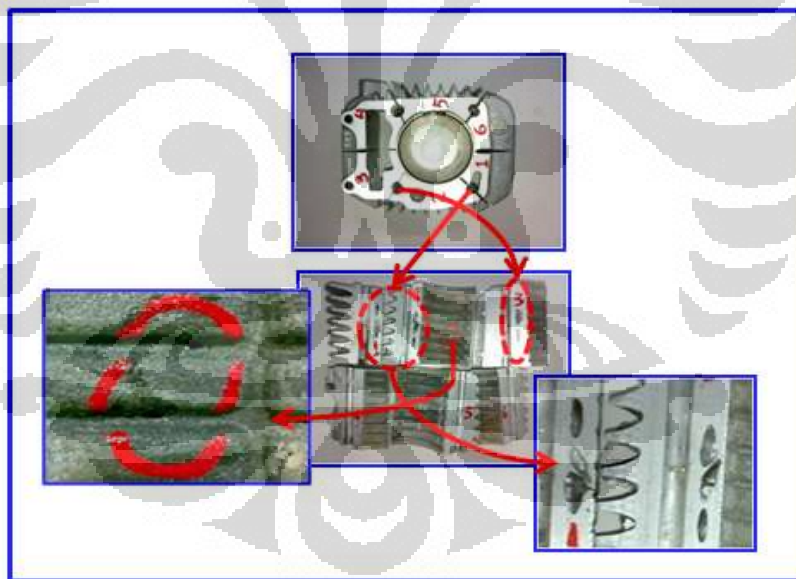
Gambar 3.5 Area Pengamatan Kebocoran pada Part Komponen Silinder

Cacat bocor part komponen silinder yang baru diketahui setelah proses permesinan komponen silinder dan melalui uji kebocoran pada mesin leak tester. Hal tersebut menjadi sulit untuk memberi jaminan pada saat proses die casting bahwa part komponen silinder tidak bocor. Untuk itu diperlukan identifikasi awal kondisi part yang cacat bocor dengan menganalisis visual part serta tes belah pada part yang bocor. Berikut kondisi visual part dan tes belah beserta indikasi masalah yang berpotensi menyebabkan cacat bocor pada part komponen silinder.



Gambar 3.6 Visual Bocor Komponen Silinder dari Sleeve ke Sirip

Dari hasil pemeriksaan visual pada part komponen silinder bocor, terlihat permukaan part pada area sirip visual terluka pada bagian kulit luarnya (undercut). Luka pada area tersebut berpotensi menyebabkan pori-pori part terbuka dan menjadi rongga. Kondisi tersebut yang menyebabkan terjadinya kebocoran pada komponen silinder.



Gambar 3.7 Bocor dari Sleeve ke Bolt Stood dan Saluran Oli Naik/Turun

Untuk kasus bocor bocor sleeve ke bolt stood dan saluran oil naik, hasil pemeriksaan visual pada area ke dua pin tersebut juga terdapat luka pada bagian kulit luarnya (undercut). Kondisi tersebut sangat jelas terlihat saat part tersebut dibelah pada area pin-pinnya. Selain itu, hasil tes belah part, terlihat pada gambar diatas bahwa terdapat area berongga (keropos) di bagian dekat pin maupun sirip.

Kondisi berongga atau keropos juga sangat berpotensi menyebabkan kebocoran pada part. Berikut gambar pengujian penetrant kebocoran pada komponen silinder.



Gambar 3.8 Gambar Tes Penetrant Kebocoran

Untuk kasus cacat kategori bocor leak tester adalah kebocoran yang tidak terdeteksi dimana posisi kebocorannya pada mesin leaktester. Sehingga membutuhkan pengujian manual dengan bantuan penetrant. Penetrant merupakan zat kimia yang berfungsi untuk mendeteksi kebocoran dengan menambahkan cairan penetrant ke dalam part. Pengecekan untuk mengetahui area kebocoran secara manual dengan penetrant dilakukan oleh operator dengan menggunakan tekana cosmo sebesar 50 KPa, dari uji tersebut akan diketahui daerah yang mengalami kebocoran berasal darimana dan menuju kemana

Dari hal tersebut diatas, sehingga kita dapat mengidentifikasi gejala awal terjadinya cacat bocor komponen silinder. Dengan melakukan pemeriksaan visual part *undercut* atau tidak dan juga melakukan tes belah untuk mengidentifikasi tingkat kekeroposan part yang menyebabkan kebocoran pada komponen silinder. Untuk analisis lebih rinci akan dijelaskan pada bab selanjutnya yaitu analisis data.

BAB IV ANALISIS DATA

Pada tahap analisis ini, aktivitas utama yang dilakukan adalah menentukan faktor penyebab terjadinya cacat bocor pada komponen silinder dengan mengacu berdasarkan data pada bab sebelumnya. Berikut hasil pemeriksaan terhadap komponen silinder yang bocor.

MASALAH	POIN PEMERIKSAAN	HASIL PEMERIKSAAN	KETERANGAN
Part komponen silinder cacat Bocor	Visual area pin komponen silinder	NG Visual Undercut	Hasil pemeriksaan visual part
	Visual area sirip komponen silinder	NG Visual Undercut	Hasil pemeriksaan visual part
	Tes belah part komponen silinder	NG Visual Undercut	Hasil pemeriksaan visual part
	Mesin Leak tester	OK	Hasil pemeriksaan Setting parameter Mesin

Gambar 4.1 Hasil Pemeriksaan Terhadap Komponen Silinder yang Bocor

Untuk penyelesaian indikasi masalah terjadinya cacat bocor pada komponen silinder berdasarkan table 4.1 diatas, maka alat bantu pada tahap analisis yang akan digunakan adalah sebagai berikut :

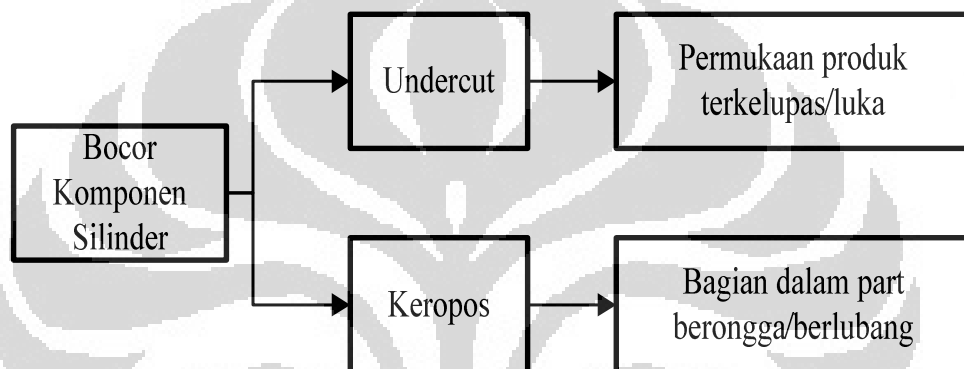
a. Diagram Sebab Akibat (*Fish Bone Diagram*)

Diagram sebab akibat digunakan untuk mendiskripsikan semua faktor yang berpotensi menyebabkan terjadinya suatu masalah. Pada analisis ini akan ditinjau dari 4 faktor utama yaitu material (bahan baku), mesin, manusia dan metode yang digunakan.

b. Fault Tree Analyze (FTA)

Dalam analisis FTA merupakan analisis lanjutan dari diagram sebab akibat. Pada FTA analisis difokuskan pada faktor penyebab yang dominan menyebabkan suatu masalah.

Cacat bocor merupakan cacat akibat adanya aliran oli yang menembus permukaan produk melalui rongga atau celah di dalam produk komponen silinder. Berdasarkan hasil pemeriksaan pada komponen silinder yang bocor, secara garis besar rongga atau celah tersebut disebabkan oleh 2 hal mendasar yaitu

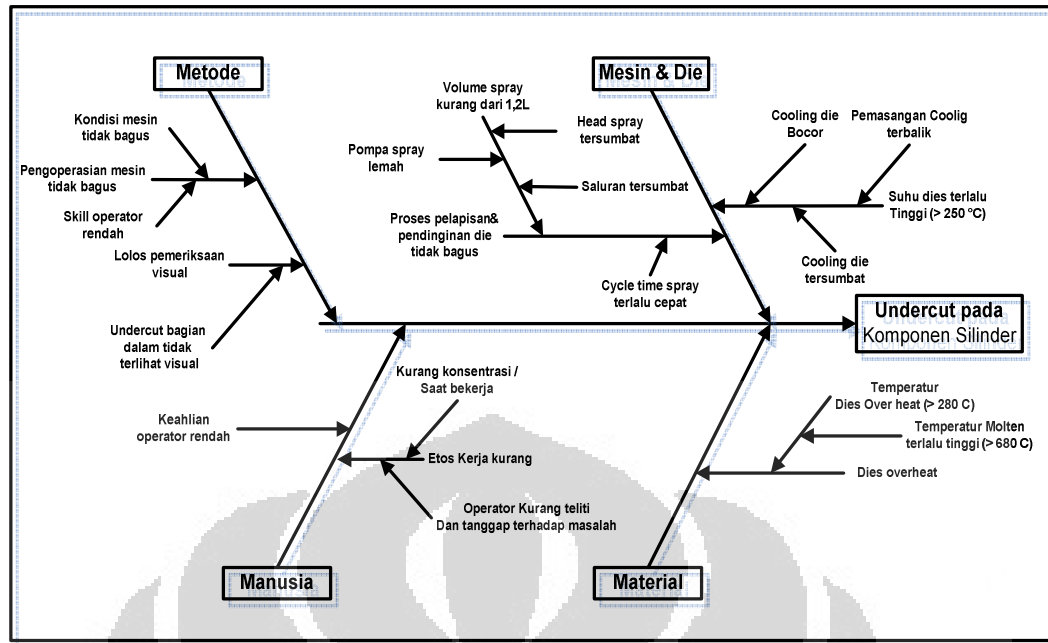


Gambar 4.2 Penyebab Dasar Bocor Komponen Silinder

Undercut merupakan cacat produk casting yang terpotong pada bagian yang tipis, sehingga cavity tidak terisi penuh. Cacat ini terjadi karena adanya deformasi atau permukaan hasil casting yang tidak rata sehingga menyebabkan produk terpotong atau terluka. Luka pada permukaan tersebut yang berpotensi menjadi jalan keluar oli atau adanya kebocoran. Sedangkan keropos merupakan cacat karena terdapat rongga didalam part akibat udara terjebak atau kotoran. Rongga didalam part tersebut berpotensi menjadi jalan keluar oli dari dalam komponen silinder.

4.1. Analisis Diagram Sebab Akibat *Undercut* pada Komponen Silinder

Pada analisis ini, akan mendeskripsikan semua faktor yang berpotensi menyebabkan terjadinya *undercut* pada komponen silinder. Berikut adalah diagram sebab akibat masalah *undercut* pada komponen silinder.



Gambar 4.3 Diagram Sebab Akibat *Undercut* Komponen Silinder

Dari analisa pada gambar 4.3 dapat terlihat bahwa faktor penyebab terjadinya *undercut* part komponen silinder dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya :

4.1.1. Material

Material dalam hal ini berupa molten atau alumunium cair yang digunakan sangat berpengaruh terhadap part hasil inject termasuk *undercut*. *Undercut* merupakan cacat yang terjadi karena *dies* yang terlalu panas sehingga menyebabkan permukaan *dies* menjadi kasar. Kondisi ini dapat terjadi jika temperatur alumunium cair yang digunakan dalam proses produksi terlalu tinggi (standard : $660 \pm 20^\circ\text{C}$) atau lebih dari 680°C . Alumunium cair yang terlalu tinggi saat produksi akan membuat temperatur *dies* tinggi pula. Jika kondisi tersebut berlangsung secara terus-menerus akan mempercepat terjadinya *overheat* pada *dies*.

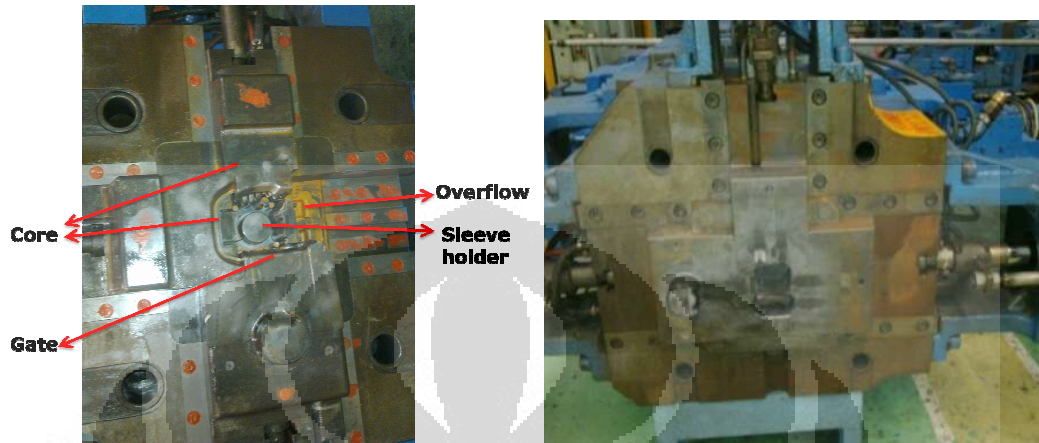
4.1.2 Mesin dan *Dies*

Faktor mesin dan *dies* yang mempengaruhi terjadinya *undercut* adalah sebagai berikut.

4.1.2.1. *Dies* (cetakan)

Dies merupakan cetakan dalam pembuatan suatu produk pengecoran logam. Untuk mendapatkan produk yang bagus tentu cetakan

yang digunakan dalam kondisi standard. *Undercut* pada part komponen silinder merupakan cacat yang terjadi akibat permukaan *dies* kasar. Kondisi tersebut terjadi akibat temperatur *dies* yang terlalu tinggi saat produksi.

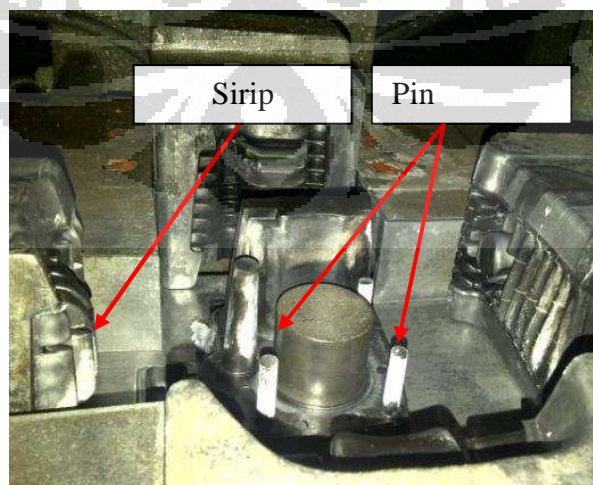


Gambar 4.4 *Fixed dan Move Dies* Komponen Silinder

Faktor utama terjadinya *overheat* pada *dies* adalah sirkulasi pendingin pada *dies* tidak lancar. Ada beberapa hal yang menyebabkan hal tersebut yaitu :

1. Cooling *dies* bocor

Kebocoran pada cooling *dies* akan menyebabkan sirkulasi air dalam *dies* berkurang. kondisi tersebut jika berlangsung terus-menerus tentu akan mebuat proses pendinginan pada *dies* tidak maksimal dan *dies* menjadi cepat *overheat*



Gambar 4.5 *Pin Dies Overheat*

2. Cooling *dies* tersumbat

Cooling *dies* yang tersumbat akan membuat debit air yang berfungsi sebagai pendingin pada *dies* berkurang. Hal tersebut juga berpotensi menyebabkan *dies* cepat panas (*overheat*).

3. Pemasangan cooling *dies* terbalik

Cooling *dies* dibedakan menjadi cooling masuk dan keluar. Fungsi dan kerja pipa tersebut dibuat agar sirkulasi air pendingin pada *dies* bekerja maksimal ke bagian yang panas. Jika pemasangan pipa cooling dari mesin ke *dies* terbalik maka fungsi sirkulasi akan terganggu sehingga proses pendinginan *dies* tidak sempurna.

4.1.2.2. Mesin

Ada beberapa bagian dari mesin yang berpotensi menjadi penyebab terjadinya *undercut* pada part komponen silinder. Hal tersebut adalah sebagai berikut.

1. Auto Spray

Auto spray merupakan salah satu bagian mesin yang berfungsi untuk proses pendinginan dan pelapisan *dies*. Sehingga jika alat tersebut tidak dapat berfungsi sesuai standard akan membuat sistem pendinginan dan pelapisan *dies* menjadi terganggu. Kondisi tersebut membuat temperatur *dies* menjadi cepat panas yang mengakibatkan *overheat* pada *dies*. Sistem autospray yang tidak maksimal disebabkan oleh beberapa hal diantaranya.

- Saluran spray tersumbat

pada mesin *dies* casting terdapat saluran pipa spray yang berfungsi sebagai saluran air dan *dies* lube dari bak penampungan ke mesin. Jika terdapat kotoran pada saluran tersebut akan menyebabkan volume spray tidak keluar sebagaimana mestinya yaitu 1,2 – 1,6 liter untuk satu kali proses.

- Kondisi autospray tidak bagus

Pada auto spray terdapat dua bagian utama yaitu head spray dan pipa autospray. Keduanya mempunyai potensi masalah yang dapat mengakibatkan sistem autospray tidak bagus. Head spray yang mampet atau mengalami kebocoran membuat volume spray tidak keluar maksimal.

Kemudian pipa autospray patah akan membuat jangkauan pipa autospray tidak mencapai area cavity *dies*.

- Pompa autospray lemah

Kondisi pompa spray juga perlu diperhatikan. Pompa spray berfungsi untuk memompa air dan dilube pada bak penampungan ke instalasi autospray di mesin. Jika pompa lemah akan menyebabkan debit dan tekanan autospray berkurang. Kondisi akan menyebabkan proses pendinginan dan pelapisan *dies* kurang bagus.

2. Cycle time terlalu cepat

Waktu standard proses komponen silinder adalah 60 detik. waktu tersebut terbagi menjadi beberapa aliran proses. Salah satu aliran proses yang berpengaruh adalah proses spray. Jika proses spray terlalu cepat atau kurang dari 6 detik, maka proses pendinginan dan pelapisan akan menjadi tidak maksimal sehingga mengakibatkan *dies* cepat *overheat*.

4.1.3 Manusia

Faktor manusia menjadi faktor selanjutnya yang berpotensi menyebabkan *undercut* pada komponen silinder. Faktor penyebab yang berkaitan dengan manusia adalah sebagai berikut :

a. Keahlian operator

Die Casting merupakan pekerjaan yang masih membutuhkan keahlian operator untuk proses produksi. Untuk itu keahlian (skill) operator mempengaruhi hasil produk yang dihasilkan. Untuk part komponen silinder mempunyai tingkat kesulitan tersendiri dibanding produk lain. Dari design *dies*, komponen silinder mempunyai pin dan fin area sirip yang cukup banyak sehingga akan sulit untuk spray otomatis menjangkau semua pin dan fin tersebut guna proses pendinginan dan pelapisan *dies*. Kondisi ini berpotensi terjadi *overheat* pada *dies* cukup tinggi. Untuk itu diperlukan keahlian operator dalam mengoperasikan spray manual untuk membantu proses spray otomatis. Jika operator sama sekali tidak membantu dengan spray manual atau kurang ahli dalam pengoperasiannya akan

berpotensi menyebabkan *dies* cepat *overheat*. Kondisi ini dapat dilihat dari visual permukaan *dies* yang *overheat* yaitu tampak kasar dan memutih.

b. Etos Kerja Operator

Yang termasuk dalam etos kerja operator yaitu ketelitian serta sikap tanggap terhadap potensi masalah yang ada. Operator harus melakukan pemeriksaan visual part setiap part. Untuk itu operator harus teliti dalam pemeriksaan visual komponen silinder dan tanggap dengan melaporkan jika menemukan gejala ataupun masalah pada part hasil produksi. Dalam hal ini jika *dies overheat* atau produk *undercut* maka operator seharusnya cepat melapor agar dapat segera diambil tindakan lebih lanjut.

4.1.4 Metode

Faktor metode kerja yang berpengaruh terhadap *undercut* komponen silinder adalah metode pemeriksaan dan pengoperasian mesin yang tidak standard.

a. Metode pemeriksaan

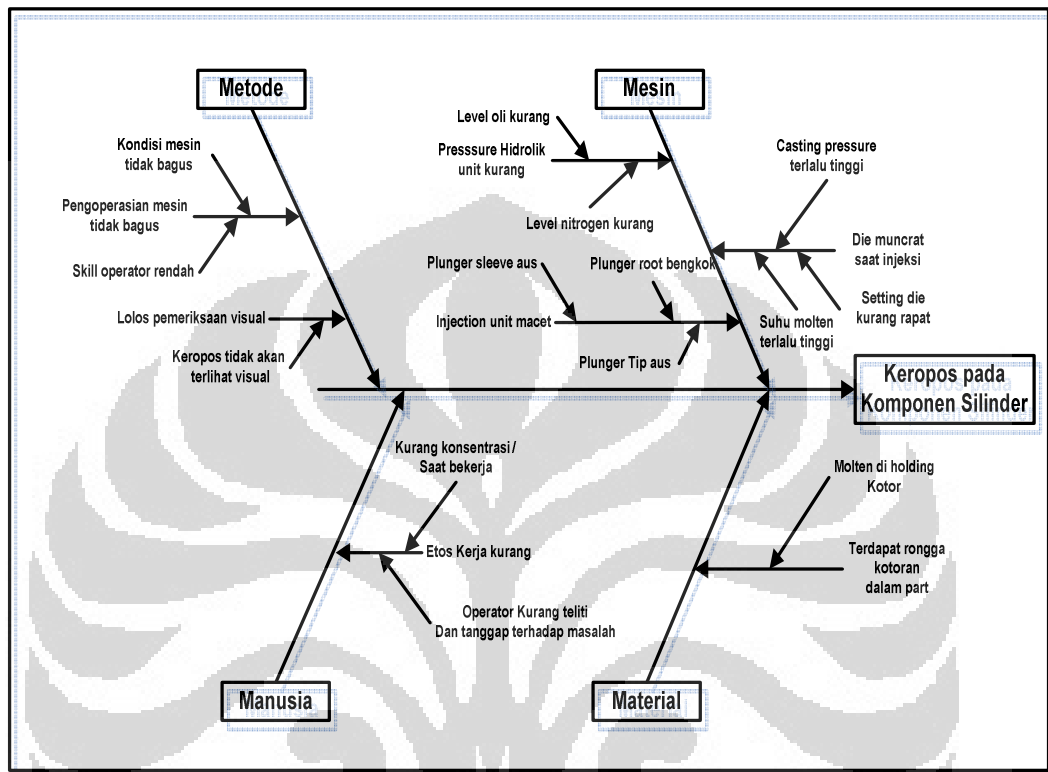
Cacat bocor baru akan diketahui setelah produk tersebut dilakukan tes kebocoran di seksi machining komponen silinder. Salah satu penyebabnya adalah adanya *undercut* pada part. Kondisi ini terjadi karena lolos pemeriksaan *undercut* oleh operator maupun QCL. Hal ini terjadi pada area dalam part yang sulit dilihat secara visual mata. Untuk itu diperlukan metode pemeriksaan selain visual yang mampu meminimalisir terjadinya *undercut* komponen silinder.

b. Metode pengoperasian mesin

Meskipun mesin *die casting* merupakan mesin otomatis, akan tetapi masih diperlukan metode pengoperasian yang baik dan benar. Kondisi mesin yang tidak standard dan pengoperasian operator yang tidak standard akan mengakibatkan part komponen silinder yang dihasilkan berpotensi terjadi penyimpangan. Untuk kasus *undercut* pengoperasian auto dan manual spray sangat berpengaruh terhadap kestabilan temperatur *dies*. Jika operator kurang maksimal dalam penggunaan auto dan manual spray akan mempercepat proses *overheat* pada *dies*.

4.2 Analisis Diagram Sebab Akibat Keropos pada Komponen Silinder

Pada tahap ini akan dijelaskan semua faktor penyebab yang menyebabkan terjadinya keropos pada komponen silinder. untuk bentuk diagram sebab akibat keropos komponen silinder dapat dilihat pada gambar 4.6 dibawah ini.



Gambar 4.6 Diagram Sebab Akibat Keropos Komponen Silinder

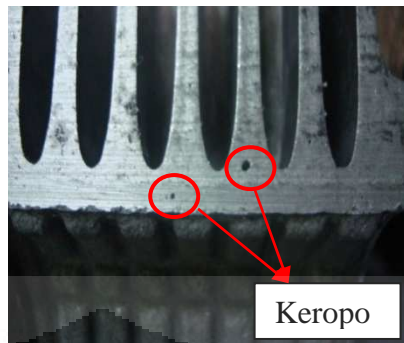
4.2.1 Material

Keropos karena material ditandai dengan adanya rongga akibat adanya kotoran atau part yang tidak padat. Hal tersebut dapat disebabkan oleh 2 hal yaitu.

a. Molten Kotor

Kebersihan molten sangat penting untuk menjaga kualitas part tetap bagus. Jika molten yang digunakan saat produksi kotor berpotensi menyebabkan penyimpangan kualitas part yaitu keropos. Kotoran yang ikut dalam proses pengecoran komponen silinder atau part casting lainnya akan menjadi rongga didalam part atau keropos. Hal tersebut terjadi karena kotoran yang terbawa saat injeksi tidak dapat menyatu dengan aluminium dan menyisakan rongga-rongga kecil dalam part. Rongga kotoran tersebut yang menjadikan part keropos.

Berikut bentuk keropos karena molten kotor seperti yang terlihat pada gambar 4.7 dibawah ini.



Gambar 4.7 Keropos Karena Kotoran pada Molten

b. Temperatur terlalu tinggi

Temperatur molten tinggi selain menyebabkan *overheat* pada *dies*, juga berpotensi menyebabkan part keropos. Hal tersebut dapat terjadi karena semakin tinggi temperatur molten maka molten cenderung semakin cair. Molten yang terlalu cair saat produksi akan berpotensi menyebabkan terjadinya loncatan aluminium keluar dari cetakan saat proses injeksi. Loncatan tersebut akan menyebabkan part yang dihasilkan menjadi kurang padat atau keropos terjadi karena volume aluminium berkurang.

4.2.2 Mesin

Faktor mesin dan *dies* yang berpotensi menyebabkan part keropos adalah sebagai berikut.

a. Sistem injeksi

Sistem injeksi merupakan bagian terpenting dalam proses pengecoran logam. Karena injeksi merupakan proses inti pembentukan barang dalam pengecoran logam. Sehingga jika terdapat masalah atau penyimpangan pada proses injeksi akan berpengaruh terhadap kualitas barang hasil produksi. Salah satunya dampak yang diakibatkan oleh sistem injeksi yang tidak bagus adalah keropos.. Ada beberapa faktor yang menyebabkan injeksi tidak maksimal yaitu:

- Setting parameter mesin.

Setting parameter harus sesuai standar operasi kerja. Terlalu tinggi atau rendah setting parameter khususnya tekanan injeksi akan menyebabkan

part yang dihasilkan kurang bagus. Jika terlalu tinggi tekanan akan mudah terjadi loncatan alumunium keluar cetakan sehingga menyebabkan part berpotensi keropos. Sebaliknya jika kurang tekanan akan menyebabkan part kurang padat yang juga berpotensi terjadi keropos part.

- Pressure hidrolik unit kurang

Tekanan tinggi dalam proses pengecoran logam tekanan tinggi sangat bergantung kepada kekuatan hidrolik unit pada mesin. System hidrolik pada mesin *dies* casting dibangun oleh perpaduan antara oli hidrolik dan gas nitrogen. Jika level oli dan nitrogen berkurang dari standard akan menyebabkan tekanan yang dihasilkan menurun. Kondisi tersebut akan berpotensi menyebabkan part yang dihasilkan kurang padat atau keropos.



Gambar 4.8 Keropos Komponen Silinder Akibat Injeksi Tidak Bagus

- Peralatan unit injeksi aus atau rusak.

Unit injeksi tersebut terdiri dari plunger tip, pluger sleeve. Jika unit injeksi aus maka akan terjadi gesekan antar injeksi unit. Hal ini menyebabkan proses inject menjadi tersendat atau macet. Kondisi tersebut berdampak langsung pada proses pengisian alumunium cair ke dalam cetakan menjadi tidak padat. Sehingga menjadikan part hasil produksi berpotensi terjadi keropos.

4.2.3 Faktor Manusia

Faktor manusia menjadi faktor selanjutnya yang berpotensi menyebabkan keropos pada part hasil produksi. Dengan membangun etos kerja

yang bagus dari karyawan diharapkan mampu menghasilkan part yang bagus. Yang termasuk dalam etos kerja dalam pembuatan part komponen silinder yaitu ketelitian serta sikap tanggap terhadap potensi masalah yang ada. Operator harus teliti dalam pemeriksaan visual komponen silinder dan tanggap dengan melaporkan jika menemukan gejala ataupun masalah pada proses atau part hasil produksi. Dalam hal ini jika terjadi penyimpangan proses seperti terjadi loncatan alumunium atau injeksi unit macet, maka operator seharusnya cepat melapor ke pimpinan kerja agar dapat segera diambil tindakan lebih lanjut.

4.2.4 Metode

Faktor metode kerja yang berpengaruh terhadap keropos pada komponen silinder adalah sebagai berikut.

a. Metode pemeriksaan

Keropos adalah jenis cacat yang tidak dapat dilihat secara visual mata karena terdapat didalam part komponen silinder. Sehingga sangat berpotensi lolos pemeriksaan oleh operator maupun QCL. Untuk itu diperlukan metode pemeriksaan selain visual yang mampu meminimalisir terjadinya *undercut* komponen silinder.

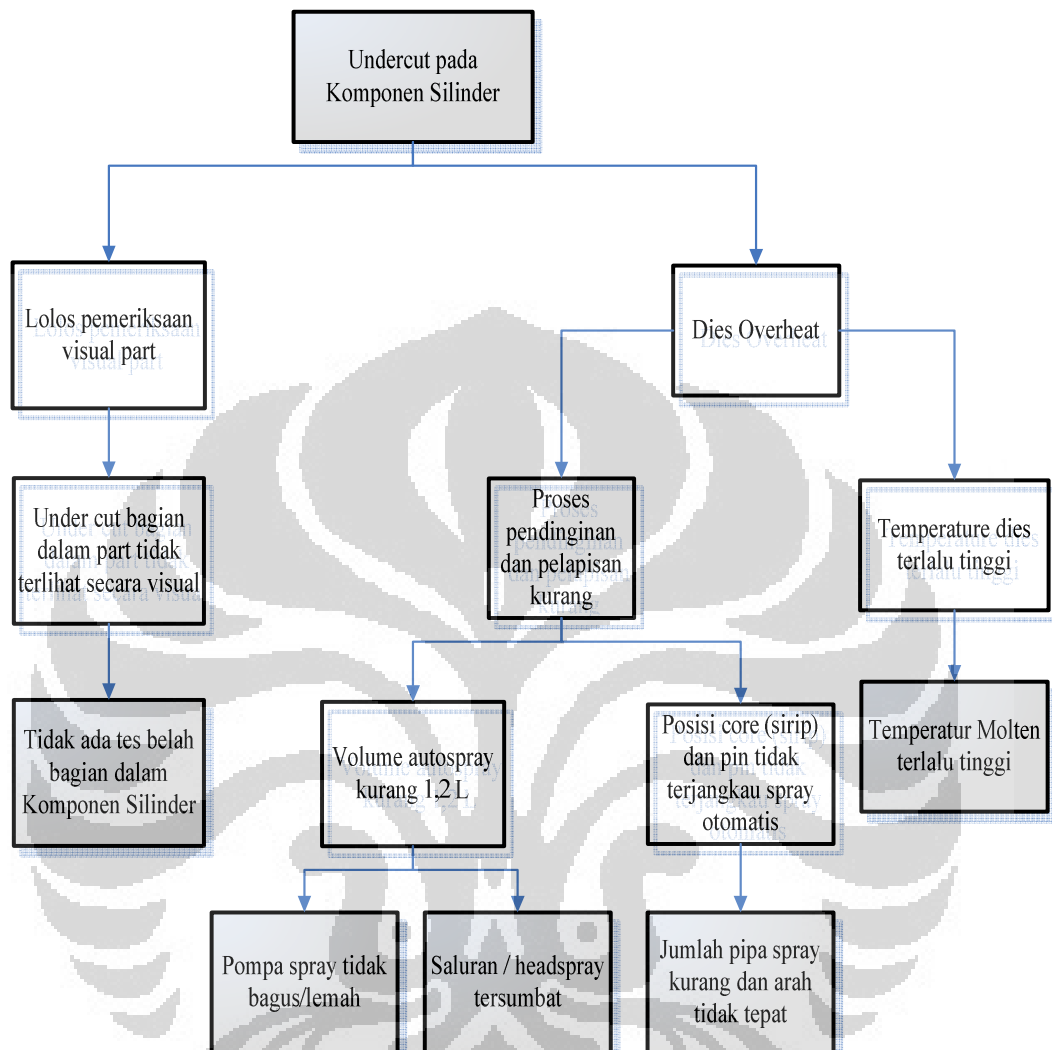
b. Metode pengoperasian mesin

Metode pengoperasian mesin yang tidak standard berpotensi menyebabkan kinerja mesin menurun dan begitu sebaliknya. Seperti proses pelumasan injeksi unit secara manual oleh operator diperlukan saat awal produksi. Kondisi tersebut diperlukan agar injeksi unit tidak cepat aus. Kemudian inspeksi level oli hidrolik dan bagian mesin yang lain juga diperlukan untuk menjaga kekuatan mesin stabil sehingga mampu menghasilkan part yang bagus.

4.3 Analisis Fault Tree Analyze (FTA) *Undercut* pada Komponen Silinder

Pada tahap FTA ini akan menganalisis lebih jelas mengenai penyebab cacat bocor pada komponen silinder. Hal tersebut bertujuan untuk memastikan penyebab dominan dan sebagai data acuan untuk langkah perbaikan.

Berikut FTA untuk mengetahui penyebab dominan masalah *undercut* pada komponen silinder.



Gambar 4.9 Fault Tree Analyze *Undercut* Komponen Silinder

Dari hasil analisis diatas terlihat beberapa faktor yang menjadi penyebab terjadinya *undercut* dan mengakibatkan potensi cacat bocor pada komponen silinder. Hal tersebut adalah sebagai berikut.

4.3.1. Temperatur Molten dan *Dies*

Pemeriksaan dilakukan secara acak dengan menggunakan alat pengukur temperatur molten (speedy). Berikut hasil ukur temperatur molten dan *dies* untuk produk komponen silinder.

Tabel 4.1 Pengukuran Temperatur Molten dan *Dies* Mesin Komponen Silinder

NO	MC	PART	Temperatur Molten (°C)		Temperatur Dies (°C)	
			1	2	Sebelum spray	Sesudah Spray
1	DC 04 350T	COMP KPH	686	694	460	268
2	DC 06 350T	COMP KPH	662	655	432	271
3	DC 11 350T	COMP KWW	663	672	459	265
4	DC 19 350T	COMP KYZ	667	676	390	187
5	DC 20 350T	COMP KPH	642	672	331	264

Temperatur molten standard adalah 660 ± 20 °C dan temperatur *dies* 180 - 250 °C. Sedangkan hasil pemeriksaan di holding furnace ada yang mencapai 690 °C (DC 04) dan temperatur *dies* hampir semua diatas standard. Kondisi ini akan berpotensi terjadi *overheat* pada *dies*. *Overheat* pada *dies* akan mengakibatkan komponen silinder *undercut* yang berpotensi menyebabkan cacat bocor.

4.3.2. Auto Spray

Auto spray cukup berpengaruh terhadap terjadinya *undercut* pada komponen silinder. berdasarkan hasil pemeriksaan ditemukan beberapa masalah yang berpotensi menyebabkan *undercut*. Yaitu jumlah dan posisi pipa spray tidak dapat menjangkau seluruh cavity *dies* terutama area pin dan sirip pada core *dies*. Idealnya terdapat 2 pipa spray disetiap pin dan 4 spray untuk area sirip. Kondisi tersebut mengakibatkan proses pelapisan dan pendinginan pada area pin dan sirip kurang sempurna. Selain itu masalah debit spray yang keluar kurang dari 1,2 liter per proses juga menjadi penyumbang terjadinya *undercut*. Kondisi ini terjadi karena dua faktor yaitu saluran pipa spray pada mesin tersumbat dan unit autospray yang tersumbat.

Untuk memastikan terjadi penyumbatan pada saluran maka dilakukan pengukuran debit auto spray. Dari hasil dua kali pengukuran terlihat debit spray tidak ada yang mencapai 1,2 liter, meskipun sudah diganti head autospray baru. Kemungkinan terjadi penyumbatan pada headspray dan saluran spray sehingga debit spray yang keluar tidak mencapai 1,2 liter / produksi.

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Debit Autospray Mesin Komponen Silinder

NO	MC	PART	CT (detik)	Debit (Liter)	
				1	2
1	DC 04 350T	COMP KPH	6	0.765	0.765
2	DC 06 350T	COMP KPH	6	0.561	0.612
3	DC 11 350T	COMP KWW	6	0.750	0.750
4	DC 19 350T	COMP KYZ	6	0.918	0.918
5	DC 20 350T	COMP KPH	6	0.486	0.675

*) Standard debit spray : 1,2 Liter / shoot

Kemudian kondisi pompa autospray yang lemah akan menyebabkan aliran dan tekanan autospray menjadi tidak maksimal. Kondisi ini terjadi akibat usia pompa dan kerusakan selama pemakaian. Untuk itu diperlukan perbaikan dan pemeriksaan terhadap ketiga faktor diatas untuk memastikan kondisi autospray yang digunakan bagus.

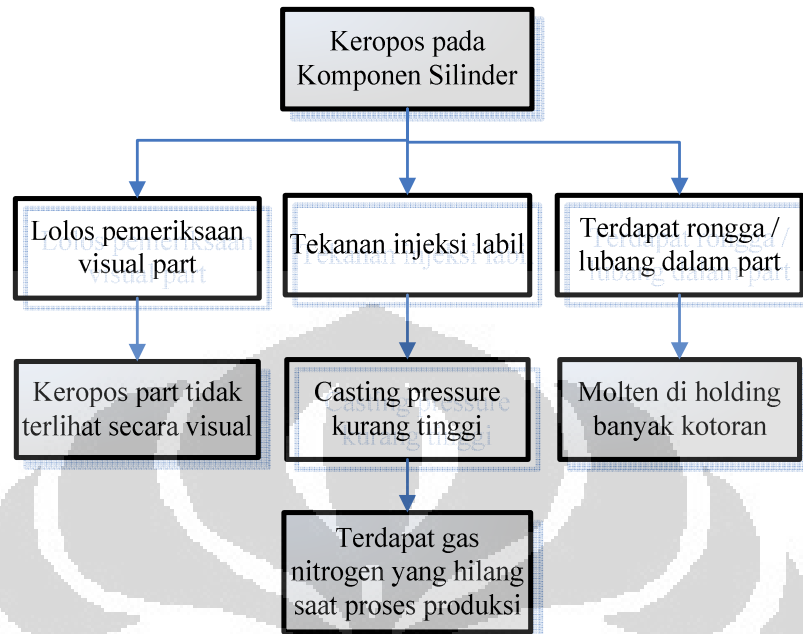
4.3.3. Metode Pemeriksaan

Metode pemeriksaan kualitas yang resmi adalah visual check yang dilakukan oleh operator maupun *Quality Control Leader*. Namun pemeriksaan ini terbatas pada bagian yang terlihat oleh mata operator. Untuk bagian yang lebih dalam dan tersembunyi akan sulit terlihat langsung, sehingga berpotensi terjadi kelolosan pemeriksaan. Untuk mengetahui lebih jelas *undercut* pada bagian dalam *dies* khususnya pada pin dan sirip dibutuhkan tes belah pada area tersebut. Hal tersebut berfungsi untuk mengetahui dan menganalisa posisi *undercut* yang berpotensi menyebabkan bocor pada komponen silinder sehingga dapat segera diperbaiki.

4.4 Analisis Fault Tree Analyze (FTA) Keropos pada Komponen Silinder

Keropos pada komponen silinder secara visual hasil belah dapat dikategorikan menjadi dua, yaitu keropos berupa rongga kecil tetapi berjumlah banyak dan rongga besar.

Dalam analisis ini akan dibahas penyebab dominan terjadinya keropos seperti yang terlihat pada gambar 4.10 sebagai berikut.



Gambar 4.10 Fault Tree Analyze Keropos Komponen Silinder

4.4.1. Kebersihan Molten

Molten yang kotor berpotensi menyebabkan keropos pada part hasil produksi. Hal tersebut dapat dilihat dari kondisi molten pada holding. Berikut hasil pemeriksaan visual molten pada holding furnace yang terlihat pada gambar 4.11. berikut ini.



Gambar 4.11 Kondisi Holding yang Kotor

Terlihat pada permukaan molten terdapat kotoran yang tercampur dengan molten yang ada di holding. Kondisi tersebut akan terjadi karena akumulasi kotoran yang terbawa molten baik saat proses supply dari melting maupun saat berada di holding furnace.

4.4.2. Hidrolik unit

Hidrolik unit menjadi bagian penting dalam proses pengecoran. Hidrolik merupakan sistem yang menghasilkan tekanan tinggi untuk proses injection. Untuk itu keluaran hidrolik berupa casting pressure harus dipastikan masuk standard yaitu $550 - 750 \text{ kg/cm}^2$. Terdapat dua jenis fluida yang digunakan dalam sistem hidrolik unit yaitu oli hidrolik dan nitrogen. Jika volume dari fluida tersebut kurang akan berpengaruh terhadap tekanan sistem hidrolik yang dihasilkan. Dalam hasil pemeriksaan hidrolik unit, level oil hidrolik dicek oleh operator pada check sheet TPM dan dijaga pada level minimal 75% dari volume mesin. Sedangkan untuk nitrogen diperlukan cek accumulator nitrogen murni. Dan dari hasil pemeriksaan nitrogen murni kurang dari standard yaitu 85 MPa.

Tabel 4.3 Hasil Pemeriksaan Tekanan Nitrogen

NO	MC	PART	Tekanan Nitrogen (Mpa)	Keterangan
1	DC 04 350T	COMP KPH	75	Tidak Bagus
2	DC 06 350T	COMP KPH	80	Tidak Bagus
3	DC 11 350T	COMP KWW	70	Tidak Bagus
4	DC 19 350T	COMP KYZ	65	Tidak Bagus
5	DC 20 350T	COMP KPH	85	Bagus

*) Standard tekanan nitrogen : 85 MPa

Dari data hasil pengukuran terlihat hanya mesin 20 yang mempunyai tekanan nitrogen standard. Sehingga untuk mesin yang lain perlu dilakukan perbaikan lebih lanjut

4.4.3. Metode Pemeriksaan

Keropos merupakan rongga dalam produk. Kondisi tersebut baru akan terlihat jika dilakukan tes belah part. Sehingga metode pemeriksaan yang ada yaitu pemeriksaan secara visual tidak dapat mengetahui keropos pada part. Sehingga

kondisi tersebut akan berpotensi terjadi kelolosan kualitas. Untuk itu diperlukan metode pemeriksaan lebih mendalam untuk mengetahui terjadinya keropos pada part.

4.5 Pelaksanaan Perbaikan dan Pencegahan

Fokus utama pada tahap ini, adalah melakukan tindakan perbaikan dan pencegahan dengan membuat ide-ide perubahan terhadap faktor penyebab masalah yang telah dijelaskan pada tahap analisa masalah.

4.5.1 Tindakan Perbaikan (Corrective Action)

Tindakan perbaikan dilakukan bertujuan untuk menghilangkan faktor penyebab terjadinya masalah dan mencegah berulangnya kembali masalah tersebut. Berdasarkan analisis masalah yang telah dijelaskan diatas, tindakan perbaikan yang dilakukan mencakup dua masalah utama yaitu *undercut* dan keropos.

4.5.1.1 Tindakan Perbaikan *Undercut* Komponen Silinder

a. Material

Masalah yang berkaitan dengan material dalam hal ini molten adalah temperatur molten yang terlalu tinggi. Tindakan perbaikan yang diambil untuk menurunkan temperatur molten diholding pada temperatur 660 ± 20 °C adalah dengan menjaga pola distribusi molten dari melting pada rate 750 °C. Dan operator melting melakukan pemeriksaan temperatur molten di holding setiap 1 jam, sehingga dapat mengurangi bahkan menghilangkan temperatur molten yang tidak standard. Kemudian jika masih terdapat molten dengan temperatur tinggi, segera dilakukan penambahan molten dengan temperatur yang lebih rendah untuk mencapai temperatur standard.

b. Mesin

Untuk mesin langkah perbaikan yang dilakukan adalah memperbaiki spray unit untuk menjaga debit mencapai 1,2 liter. Perbaikan dilakukan beberapa bagian spray unit yang ada di mesin dies casting

maupun pipa saluran dan bak penampungan. Aktifitas perbaikannya adalah sebagai berikut.

1. Penggantian auto spray

Auto spray yang mampet dan patah harus segera dilakukan penggantian dengan unit autospray yang baru dan pemeliharaan auto spray yang lama. Pemeliharaan auto spray dilakukan untuk menghilangkan kotoran dalam pipa maupun head spray. Sehingga saat digunakan kembali auto spray tersebut bisa lebih bagus



Gambar 4.12 Kondisi Autospray Baru

2. Perbaikan saluran autospray

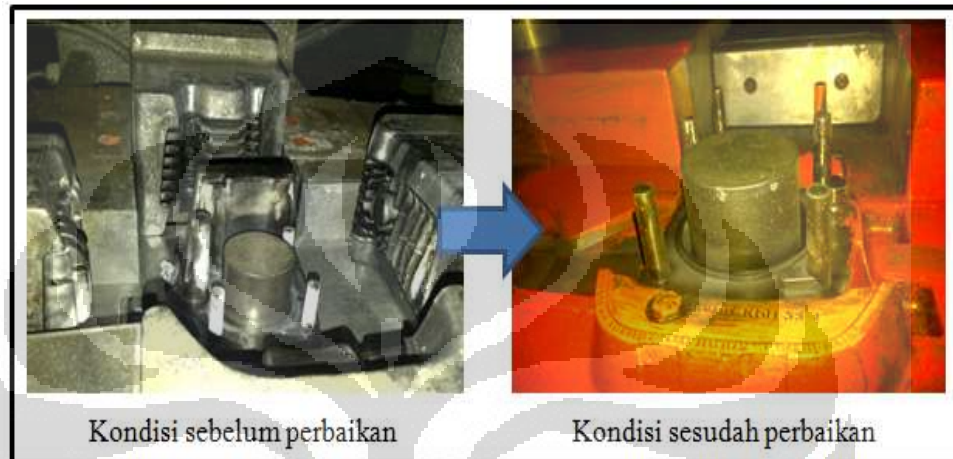
Pipa saluran spray dari bak penampungan ke autospray harus dilakukan pembersihan dan penggantian pipa jika kondisinya tidak layak pakai agar aliran cairan lubrikasi dapat berjalan lancar. Kemudian juga dilakukan pengurasan bak penampungan untuk mengangkat endapan atau kotoran yang ada didalam bak sehingga tidak terjadi penyumbatan kembali. Sehingga debit yang keluar lebih maksimal.

3. Penggantian pompa spray yang lemah

Pompa spray harus dilakukan penggantian jika tekanan yang dihasilkan sudah tidak bagus, sehingga debit dan tekanan yang dihasilkan pompa dapat kembali normal

4. Dies

Seperti telah dijelaskan di tahap analisa, penyebab langsung terjadinya *undercut* adalah terdapat bagian *dies* terutama pin dan sirip yang *overheat*. Sehingga diperlukan perbaikan langsung pada *dies* jika terdapat *overheat* pada bagian *dies*. Perbaikan dilakukan dengan cara proses buffing atau ganti pin pada bagian yang *overheat*.



Gambar 4.13 Kondisi *Dies* Sebelum dan Sesudah Proses *Buffing*
c. Metode Pemeriksaan

Untuk mendeteksi bagian *undercut*, tidak cukup mengandalkan pemeriksaan visual part baik oleh operator maupun QCL. Apalagi untuk bagian dalam part. Untuk itu dibutuhkan penambahan metode pemeriksaan selain visual yaitu dengan cara pemeriksaan hasil belah part. Dengan proses pemeriksaan tersebut diharapkan mampu mengetahui lebih awal gejala awal cacat bocor yaitu dengan melihat tingkat *undercut* pada area dalam komponen silinder.

4.5.1.2 Tindakan Perbaikan Keropos Komponen Silinder

a. Material

Penyebab terjadinya keropos pada komponen silinder adalah karena adanya kotoran pada molten. untuk itu diperlukan langkah perbaikan untuk membersihkan kotoran yang ada dalam molten diholding furnace. Proses pembersihan kotoran yang ada dalam holding furnace dilakukan dengan cara fluxing atau pengangkatan kotoran diholding. Fluxing pada proses ini hampir sama dengan proses fluxing pada proses

melting, menggunakan serbuk flux untuk reaksi pengikatan kotoran pada molten. Setelah kotoran terikat dan terbawa ke permukaan kemudian dilakukan pengangkatan kotoran secara manual.



Gambar 4.14 Kotoran Yang Terangkat Saat Proses Pembersihan Holding
b. Mesin

Perbaikan pada mesin untuk mencegah terjadi keropos adalah dengan melakukan pemeriksaan dan penambahan tekanan nitrogen pada tabung accumulator sampai 85 MPa. Hal ini dilakukan untuk menjaga keluaran tekanan hidrolik unit untuk proses injeksi stabil. Kemudian selain itu dilakukan pemeriksaan dan penggantian injection unit yang aus atau rusak. Sehingga proses injeksi dapat berjalan lancar.

c. Metode Pemeriksaan

Keropos terletak pada area dalam part yang tidak mungkin terlihat secara visual mata. Untuk itu dibutuhkan penambahan metode pemeriksaan selain visual yaitu dengan cara pemeriksaan hasil belah part. Dengan proses pemeriksaan tersebut diharapkan mampu mengetahui lebih

awal gejala awal cacat bocor yaitu dengan melihat tingkat *keropos* pada area dalam komponen silinder. Tes belah ini dilakukan secara periodik dengan mengisi *check sheet* hasil tes belah.

4.5.2 Tindakan Pencegahan (*Preventive Action*)

Tindakan pencegahan dilakukan untuk menghilangkan potensi penyebab ketidaksesuaian untuk mencegah berulangnya kembali masalah tersebut dimasa yang akan datang. Berikut tindakan pencegahan untuk masing-masing faktor.

4.5.2.1 Tindakan Pencegahan *Undercut* Komponen Silinder

a. Material

Tindakan pencegahan yang harus dilakukan adalah menjaga temperatur molten stabil dan masuk standard yaitu 660 ± 20 °C. Ini dapat dilakukan dengan aktifitas berikut.

1. Melakukan pemeriksaan temperatur molten setiap jam.
2. melakukan penggantian holding furnace setiap 2 tahun atau jika kondisinya rusak.

b. Mesin dan *dies*

Untuk mesin dan dapat dilakukan kegiatan sebagai berikut sebagai pencegahan terjadinya penyumbatan pada sistem autospray.

1. Penggantian auto spray rutin setiap 10.000 shoot produksi komponen silinder
2. Pengurasan bak penampungan autospray setiap 10.000 shoot produksi
3. Pemeriksaan pompa spray setiap bulan.

Sedangkan untuk *dies* dilakukan beberapa tindakan pencegahan sebagai berikut.

1. Repair *buffing slide core* (sirip) dan pin *dies* setiap 3.000 shoot produksi
2. Pemeliharaan menyeluruh dan ganti *dies* setiap 10.000 shoot produksi

c. Operator

Operator merupakan bagian penting dalam proses *dies casting*. Untuk itu untuk menjaga konsistensi dan kemampuan operator dilakukan

program *upgrade skill competency* atau peningkatan kemampuan dan kompetensi operator. Program tersebut dilakukan setiap 6 bulan.

4.5.2.2 Tindakan Pencegahan Keropos Komponen Silinder

a. Material

Untuk mencegah penumpukan kotoran molten pada holding furnace maka dilakukan tindakan beberapa tindakan pencegahan sebagai berikut.

1. Melakukan pemeliharaan holding furnace setiap dua minggu sekali.
2. Pembuangan kotoran pada permukaan molten setiap awal kerja dan setelah distribusi molten.

b. Mesin

Untuk mesin dapat dilakukan kegiatan sebagai berikut sebagai pencegahan turunnya tekanan nitrogen di tabung *accumulator* dan menjaga kestabilan tekanan hidrolik mesin adalah sebagai berikut.

1. Pemeriksaan tekanan nitrogen setiap bulan.
2. Pemeriksaan kebocoran oli hidrolik setiap awal kerja.
3. Penggantian oli hidrolik setiap tahun.
4. Penggantian masing-masing injection unit yaitu.
 - a. Plunger tip setiap 7.000 shoot produksi
 - b. Plunger sleeve setiap 60.000 shoot produksi.

c. Operator

Operator merupakan bagian penting dalam proses *dies casting*. Untuk itu untuk menjaga konsistensi dan kemampuan operator dilakukan program *upgrade skill competency* atau peningkatan kemampuan dan kompetensi operator. Program tersebut dilakukan setiap 6 bulan.

Semua tindakan pencegahan dan pemeliharaan harus dilakukan secara rutin sesuai periode pemeliharaan. Kemudian hasil pemeliharaan tercatat dalam *check sheet* pemeliharaan atau TPM. Kemudian setiap item pemeliharaan dilakukan oleh masing-masing penanggungjawab pekerjaan.

Berikut standard waktu serta penanggungjawab tindakan pencegahan dan pemeliharaan yang dapat dilihat pada tabel 4.4 dibawah ini.

Tabel 4.4 Jenis Pemeliharaan, Periode dan Penanggungjawab Pekerjaan

Item Pemeliharaan	Periode	Penanggung jawab
Material		
Pemeriksaan temperatur holding furnace	1 jam	Operator Melting
Pembersihan holding furnace	2 minggu	Operator Melting
Penggantian holding furnace	2 tahun / rusak	Process Engineering
Mesin		
Pemeriksaan tekanan nitrogen	1 bulan	Teknisi
Pemeriksaan oli hidrolik	setiap awal kerja	Operator <i>Dies Casting</i>
Penggantian oli hidrolik	1 tahun	Process Engineering
Penggantian plunger tip	7.000 shoot / rusak	Teknisi
Penggantian plunger sleeve	60.000 shoot / rusak	Teknisi
Penggantian auto spray	10.000 shoot	Teknisi
Pengurusan bak penampungan auto spray	10.000 shoot	Teknisi
pemeriksaan pompa spray	1 bulan	Process Engineering
Dies		
Pemeliharaan <i>slide core dan pin dies</i>	3.000 shoot	Dies Maintenance
Pemeliharaan dan ganti dies	10.000 shoot	Dies Maintenance
Operator		
Upgrade skill competency	6 bulan	Kepala Seksi

4.6 Verifikasi Hasil Perbaikan

Langkah perbaikan telah dilakukan untuk memperbaiki semua faktor yang dapat menyebabkan cacat bocor pada komponen silinder. Langkah perbaikannya adalah dengan menekan potensi terjadinya *undercut* dan keropos pada komponen silinder sesuai yang dijelaskan pada tahap perbaikan dan pencegahan diatas.

Berikut adalah daftar tindakan perbaikan dan pencegahan yang telah dilakukan beserta hasil perbaikan dan pengaruh terhadap jenis cacat.

Tabel 4.5 Rekapitulasi Tindakan Perbaikan dan Hasil

Pengaruh Cacat	Item Pemeliharaan	Hasil
Material		
<i>Undercut</i> dan keropos	Pemeriksaan temperatur holding furnace	Temperatur terjaga pada 660 ± 20 °C
Keropos	Pembersihan holding furnace	Molten bersih
<i>Undercut</i>	Penggantian holding furnace	Kualitas temperatur dan dinding holding terjaga
Mesin		
Keropos	Pemeriksaan tekanan nitrogen	Tekanan injeksi stabil
Keropos	Pemeriksaan oli hidrolik	Tekanan injeksi stabil
Keropos	Penggantian oli hidrolik	Kualitas pelumas terjaga, injeksi stabil
Keropos	Penggantian plunger tip	Proses injeksi stabil
Keropos	Penggantian plunger sleeve	Proses injeksi stabil
<i>Undercut</i>	Penggantian auto spray	Pendinginan dan pelapisan <i>dies</i> maksimal
<i>Undercut</i>	Pengurasan bak penampungan auto spray	Proses dan debit <i>auto spray</i> maksimal
<i>Undercut</i>	pemeriksaan pompa spray	Tekanan dan debit <i>auto spray</i> maksimal
Dies		
<i>Undercut</i>	Pemeliharaan <i>slide core</i> dan <i>pin dies</i>	Kondisi <i>slide core</i> dan pin dies bagus, tidak <i>overheat</i>
<i>Undercut</i>	Pemeliharaan dan ganti dies	Kondisi dan kualitas dies terjaga
Operator		
<i>Undercut</i> dan keropos	Upgrade skill competency	Kompetensi operator terjaga
Metode		
<i>Undercut</i> dan keropos	Penambahan pemeriksaan belah part	Mengetahui lebih cepat gejala <i>Undercut</i> dan keropos

Tindakan perbaikan dan pencegahan pada tabel 4.5 diatas, memberikan pengaruh positif terhadap jumlah cacat bocor komponen silinder. Berikut data cacat bocor komponen silinder setelah dilakukan tindakan perbaikan dan pencegahan terhadap faktor penyebab.

Tabel 4.6 Data Cacat Komponen Silinder Setelah Perbaikan

Deskripsi Cacat	bln ke 11	bln ke 12	bln ke 13	bln ke 14	bln ke 15	Total
Bocor Sleeve Ke Sirip	517	189	753	456	768	2,683
Bocor sleeve, lub. Bolt stud	197	75	296	322	398	1,288
Bocor Saluran Oli Naik Ke Sirip / Leg Shield	38	12	90	87	332	559
Gompal	407	220	274	127	89	1,117
Bocor Leak Tester	60	19	218	235	163	695
Lain-lain	398	221	689	737	877	2,922
Total Cacat	1,617	736	2,320	1,964	2,627	9,264
Produksi Komponen Silinder	67,552	31,628	58,029	64,673	70,443	292,325
Prosentase Cacat	2.39 %	2.33 %	4.00 %	3.04 %	3.73 %	3.17%

Sumber : PT A *Production System*

Data yang diambil selama lima bulan setelah dilakukan perbaikan. Dari data diatas terlihat bahwa pencapaian selama lima bulan total cacat komponen silinder menjadi 3,17 %. Nilai tersebut dibawah batas maksimal prosentase cacat sebesar 3,60%. Pencapaian tersebut juga turun 1,3 % dari keadaan sebelum perbaikan yang mencapai 4,47 %. Dari hasil diatas dapat disimpulkan bahwa

langkah perbaikan yang dilakukan dapat menekan angka cacat pada komponen silinder sampai dibawah batas maksimal cacat komponen silinder yaitu 3,60%.

Akan tetapi perbaikan yang dilakukan belum mampu untuk menghilangkan cacat pada komponen silinder. Masih perlu metode dan analisis lebih lanjut mengenai faktor lain yang menyebabkan cacat pada cylinder component. Dan tentunya tindakan perbaikan lebih lanjut untuk dapat mencapai hal tersebut.



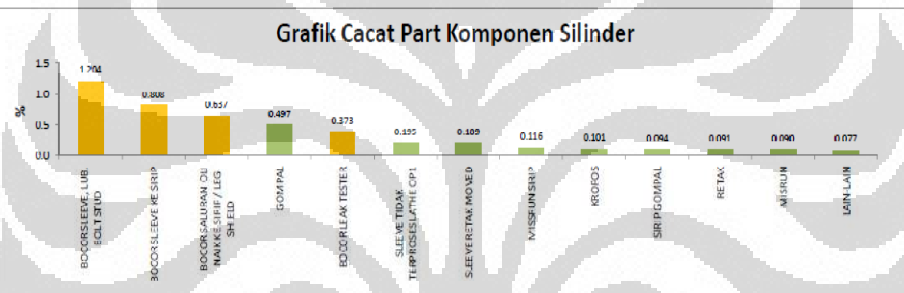
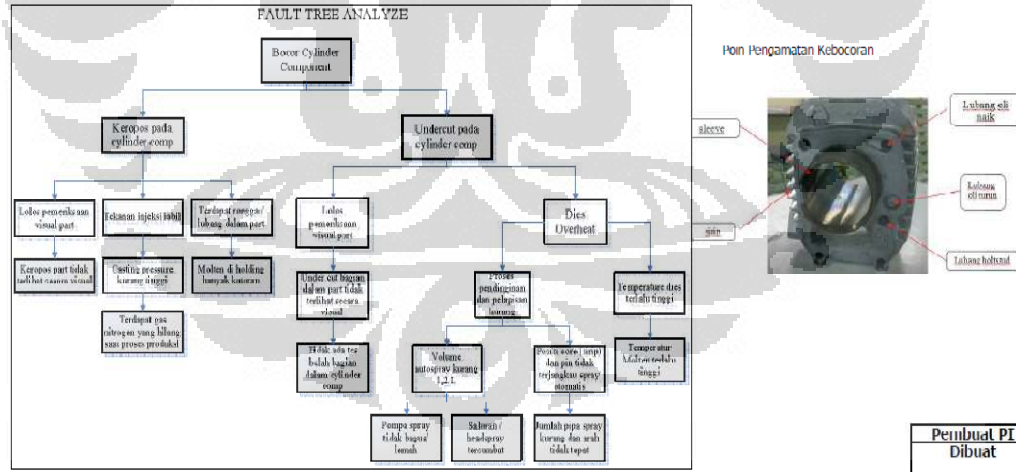
4.7 PICA-PA Cacat Bocor Komponen Silinder

PICA-PA merupakan form perbaikan masalah yang harus dibuat untuk menjawab terhadap penanganan masalah yang terjadi saat proses produksi. Selain itu juga untuk memenuhi ketentuan ISO 9000 mengenai prosedur dan dokumentasi setiap penanganan masalah yang terjadi.

PICA-PA untuk masalah cacat bocor komponen silinder ini dibuat oleh beberapa bagian yaitu :

- Problem Identification (PI) oleh seksi Dies Casting (Produksi) sebagai pihak atau bagian tempat terjadi masalah.
- Corrective dan Preventive Action (CA-PA) oleh Dies Casting, Process Engineering dan Dies Maintenance sebagai pihak yang melakukan perbaikan.

PICA-PA merupakan dokumen yang berisi masalah beserta dampak masalah yang diakibatkan oleh tingginya cacat bocor komponen silinder. kemudian masalah tersebut dianalisa oleh untuk mengetahui faktor penyebab terjadinya masalah. Kemudian langkah analisa *5 why*, tindakan perbaikan dan pencegahan dilakukan oleh seksi produksi, process engineering dan dies maintenance melalui hasil rapat bersama yang membahas masalah tersebut. Selanjutnya evaluasi hasil perbaikan dilakukan kembali dengan melihat monitoring hasil perbaikan. Jika mampu menurunkan cacat komponen silinder masalah maka diputuskan bahwa status dari PICA-PA *closed* yang berarti bahwa masalah komponen silinder berhasil diselesaikan dengan aktifitas perbaikan yang dilakukan. Berikut PICA-PA yang dibuat untuk masalah bocor komponen silinder terlihat pada gambar 4.15 dibawah ini.

P I C A - P A Problem Identification, Corrective & Preventive Action				No. PICA- : Tanggal :							
				<input checked="" type="checkbox"/> In-Plant <input type="checkbox"/> Out-Plant							
Tema:	Nama Part	Cylinder Comp	Sub Cont / Seksi	Die Casting	Reject In Process Tgl						
	Nomor Part	12100-KPII-9000	Station	-	Jumlah / Persen						
	Type	KPH	Lot Tanggal	-	Tempat Kejadian						
					MC Cylinder Comp						
1. Masalah / Ilustrasi (jika ada): <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;"> <p>Persentase Reject DC</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Persentase Reject</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Target Reject</td> <td>3.60</td> </tr> <tr> <td>Actual Reject</td> <td>4.47</td> </tr> </tbody> </table>  <p>Keterangan : ~ Persentase reject die casting keluar standard</p> </div> <div style="flex: 1; text-align: center;">  <p>Part Cylinder Component Bocor</p> </div> </div>				Persentase Reject	Target Reject	3.60	Actual Reject	4.47	2. Dampak Masalah Q jumlah reject tinggi C biaya produksi mahal D aktivitas delivery terganggu S malfunction fungsi part M semangat kerja menurun karena banyaknya produksi yang dihasilkan cacat		
	Persentase Reject										
Target Reject	3.60										
Actual Reject	4.47										
3. Data, Analisa & Kesimpulan Masalah :											
<div style="text-align: center;"> Grafik Cacat Part Komponen Silinder </div>  <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> FAULT TREE ANALYZE </div>  <div style="margin-top: 10px;"> Kesimpulan : Bocor cylinder component terjadi karena part undercut dan keropos </div>											
4 Analisa perubahan sejak mulai timbulnya gejala terhadap part terkait atau penyimpangan terhadap standard / drawing :											
	Item	Berubah	Tidak Berubah	Keterangan							
	1. Proses / Metoda	●		Lolos pemeriksaan operator							
	2. Material	●		Temperatur molten terlalu tinggi							
	3. Operator		●								
	4. Vendor / source		●								
	5. Mesin , Jig, Tools	●		Dies overheat sehingga part undercut							
	6. Environment		●								

Gambar 4.15. PICA-PA Masalah Bocor Komponen Silinder

5 Kemungkinan penyebab :					
Metode 5-Why	Gejala	Mengapa ?	Mengapa ?	Mengapa ?	Mengapa ?
	Cyl Comp bocor tinggi	Part Undercut pada area sirip dan pin	Dies overhear	- Pendinginan die tidak bagus - Temperatur molten terlalu tinggi	- Autospray tidak bagus
Solusi & Standarisasi		Part keropos	- Injection mesin tidak bagus - Molten kotor	- Casting pressure kurang tinggi - tidak ada pembersihan dan perawatan rutin holding furnace	- Tekanan gas nitrogen rendah (< 85 Mpa)
	Sehingga :	Cyl Comp bocor tinggi	Part Undercut Part Keropos	Die Overheat - Injection mesin tidak bagus - Molten Kotor	- Pendinginan die tidak bagus - Casting pressure kurang tinggi
	Solusi (4M, 1E) :			Repair overhear pada die - Re Setting Parameter - Cleaning Holding	Ganti spray penambahan tekanan gas Nitrogen
	Solusi Preventive :			Repair slide core dilakukan setiap 3000 shot dan ganti dies setiap 10000 shootheat pada die - Setting parameter hanya boleh dilakukan oleh Teknisi/QCL - Cleaning holding setiap 2 minggu	Ganti Autospray setiap 10.000 shoot produksi Pemeriksaan tekanan gas Nitrogen setiap bulan
	Standarisasi :			Die tidak overhear & parameter sesuai SMS Repair slide Core : 3.000 shoot Repair & ganti dies : 10.000 shoot setting parameter oleh teknisi/QCL	Autospray tidak tersumbat dan tekanan nitrogen 85 Mpa Ganti autospray : 10.000 shoot cek tekanan nitrogen : 1 bulan

6 Tindakan Perbaikan & Pencegahan:

No	Problem Identification	Corrective Action	PIC
1.	Cacat Komponen Silinder Bocor tinggi	Corrective Action - Setting parameter - Repair slide core - Ganti autospray Preventive - training DAN coaching kepada operator Die casting yang mengoperasikan Cylinder Comp - Rotasi Operator dilakukan setiap 3 bulan sekali - Repair Slide core depan setiap 3000 shoot dan ganti dies setiap 10.000 shoot - cek tekanan nitrogen setiap bulan - pergantian autospray setiap 10.000 shoot - Cek pompa dan saluran autospray	Fathur RF (Die Casting) RB Bambang (DMMA) Fathur RF (Die Casting) Waskito (Die Casting) RB Bambang (DMMA) Fathur RF (Die Casting) Fathur RF (Die Casting) Sutrisno PE A

Pembuat CA	
Dibuat	Disetujui
Sec. Head*	Sub Dept.*
Waskito U	Djoko S
Pembuat PI	
Diketahui	
Sub Dept: Head*	
YB Triyono	

7 Monitor Hasil Perbaikan & Pencegahan / Grafik (jika ada):

MONITORING CACAT CYL COMP SEBELUM DAN SESUDAH

Shot	Defect Rate (%)	Category
1	3.62%	Sebelum
2	3.17%	Sebelum
3	3.91%	Sebelum
4	3.90%	Sebelum
5	4.48%	Sebelum
6	4.54%	Sebelum
7	3.30%	Sebelum
8	5.14%	Sebelum
9	6.52%	Sebelum
10	5.64%	Sebelum
11	2.39%	Sesudah
12	2.35%	Sesudah
13	3.64%	Sesudah
14	3.64%	Sesudah

8 Feedback / Catatan:

Status PICA-PA	Pembuat PI	
	Dibuat	Disetujui
Closed	Sect. Head	Sub Dept
Open	Akus W	YB Triyono

Note: 1. Action Plan (corrective & preventive action) harus disetujui Pembuat CA & Pembuat PI maksimal 14 hari sejak PI diterima.
2. Distribusi copy: 1. Pembuat CA; 2. Vendor; 3. File
* Dapat ditandatangani oleh pejabat setingkat yang berwenang
CM-QMS-019-00

Gambar 4.15. PICA-PA Masalah Bocor Komponen Silinder (Lanjutan)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

- Ada beberapa faktor yang berpotensi menyebabkan terjadinya cacat bocor yaitu:
 - a. Material yaitu molten kotor dan temperatur terlalu tinggi.
 - b. Mesin yaitu unit *autospray* tidak bagus, tekanan injeksi labil, *dies overheat*.
 - c. Manusia yaitu keahlian operator yang kurang dan operator tidak teliti saat pemeriksaan part.
 - d. Metode yaitu belum ada metode pemeriksaan tepat untuk mengetahui gejala terjadinya cacat bocor.
- *Undercut* dan keropos pada produk komponen silinder teridentifikasi sebagai gejala awal terjadinya cacat bocor pada komponen silinder.
- Aktivitas tindakan perbaikan dan pencegahan berdasarkan ISO 9001:2008 dengan metode PDCA dan *seven tools* sebagai alat bantu mutu pada penelitian ini cukup efektif menurunkan tingkat cacat produk komponen silinder di PT. A dari 4,47% menjadi 3,17% setelah dilakukan perbaikan.

5.2 Saran

Dengan melihat bahwa perbaikan yang saat ini dilakukan belum mampu menghilangkan cacat komponen silinder. Berdasarkan hasil analisis faktor penyebab yang ada masih ada beberapa faktor yang belum dilakukan analisis lebih lanjut. Saran pengembangan untuk PT. A dalam hal cacat komponen silinder adalah untuk menganalisis lebih lanjut mengenai pengaruh faktor-faktor seperti konsistensi operator (manusia), kestabilan mesin, desain *dies* serta faktor lain dalam diagram sebab akibat maupun yang belum tertulis dalam analisis penelitian ini terhadap semua potensi terjadinya cacat pada komponen silinder.

DAFTAR PUSTAKA

- AHM. (2004). *Section Manual Book Die Casting*. Jakarta : Author.
- Baldwin, R.M. *Corrective / Preventive Action (CAPA) Guidelines*.
<http://www.rmbimedical.com/RegulatoryAffairs/CAPAMain.aspx>
- Dahlgaard, Jens J. , Kanji, Gopal K, & Kristensen, Kai. (2002). *Fundamentals of Total Quality Management*. London & New York : Taylor & Francis Group.
- ISO (2008). *Quality Management System Requirement* (4th edition). Switzerland : Author.
- Montgomery, Douglas (2005). *Introduction to Statistical Quality Control* .
Hoboken, New Jersey : John Wiley & Sons , Inc.
- Pipan, K. Kern., Pavletic, D., & Sokovic, M.(2010). Quality Improvement Methodologies – PDCA Cycle, RADAR Matrix, DMAIC and DFSS. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, Vol. 1, 476-483.
- Schneiderman, Arthur M. (1998). Are There Limits to Total Quality Management. *Journal of Strategy Management Competition*, Issue 11, 35-45.