

**PERBAIKAN KUALITAS PADA PROSES *PLATING TYPE*
PISTON CALIPER KWBA DENGAN METODE DMAIC DI PT
CHEMCO HARAPAN NUSANTARA**

TUGAS AKHIR

**Untuk Memenuhi Sebagian Syarat-syarat Penyelesaian Program
Studi Diploma IV Teknik Industri Otomotif pada Politeknik
STMI Jakarta**

Oleh :

Adhitya Pratama

1112080

**POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI
JAKARTA
2017**

ABSTRAK

PT Chemco Harapan Nusantara merupakan perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur, khususnya memproduksi komponen *otomotif*. Dalam menjalankan kegiatan produksi, masih terdapat produk cacat terutama pada *Piston Caliper KWBA* sebesar 6,83%. Produk cacat tersebut dapat merugikan perusahaan, sehingga upaya peningkatan kualitas pada proses *plating* perlu dilakukan. Peningkatan kualitas yang baik adalah dengan menerapkan metode perbaikan berkesinambungan dan salah satu metode tersebut adalah DMAIC dengan filosofinya *six sigma* serta FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) pada tahap *analyze*. FMEA merupakan suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (*failure mode*). Nilai *Risk Priority Number* (RPN) yang paling besar menunjukkan prioritas perbaikan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada PT Chemco Harapan Nusantara yang menjadi fokus penelitian yaitu proses *plating* tepatnya di *line piston* dengan banyak ditemukan cacat pada produk *Piston Caliper KWBA*. Kemudian dapat ditentukan jenis cacat yang terjadi yaitu cacat kerut, cacat gompal, cacat *chamfer*, cacat tinggi *piston*, cacat kasar, cacat diameter, cacat bintik, cacat karat. Jenis cacat yang menjadi fokus perbaikan adalah jenis cacat yang dominan yaitu cacat bintik dan cacat gompal. Berdasarkan RPN terbesar maka perbaikan yang dilakukan pada cacat bintik yaitu pada pompa sirkulasi *degreasing* dengan pembuatan *heater control* untuk memaksimalkan pencucian hasil sisa material *piston*, kemudian perbaikan dilakukan pada cacat gompal yaitu dengan melakukan pembuatan alat *centering* material pada *chuck* dari *MC blue*, serta *control* pada kondisi *chuck* dan *loader slide*. Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis, diperoleh nilai DPMO (*defect per million opportunities*) sebesar 34.196 unit dan setelah dilakukan perbaikan nilai DPMO turun menjadi 22.364 unit, sedangkan untuk nilai *level sigma* sebelum perbaikan diperoleh nilai 3,317 dan setelah dilakukan perbaikan *level sigma* naik menjadi 3,501.

Kata Kunci: DMAIC, FMEA, *Six Sigma*, diagram *fishbone*, diagram pareto, peta kendali p, 5W+1H.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan laporan Tugas Akhir (TA) ini dengan judul **"PERBAIKAN KUALITAS PADA PROSES *PLATING TYPE PISTON CALIPER KWBA* DENGAN METODE DMAIC DI PT CHEMCO HARAPAN NUSANTARA"**

Penulisan laporan Tugas Akhir ini merupakan pemenuhan salah satu persyaratan akademis untuk menyelesaikan Program Studi D-IV di Politeknik STMI Jakarta, Jurusan Teknik Industri Otomotif.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian laporan Tugas Akhir ini. Ucapan terima kasih penulis sampaikan terutama pada Keluarga, Ibunda tercinta Parni Sumaini dan Ayahanda tercinta Almarhum Sutaryo penulis yang tak henti-hentinya berdoa dan memotivasi untuk kemudahan dan kelancaran dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini. Semoga segala bantuan yang telah diberikan menjadi amal ibadah yang diterima Allah SWT, Aamiin. Oleh karena itu dalam kesempatan ini Penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

- Bapak Dr. Mustofa, ST. MT. selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta, Kementerian Perindustrian RI.
- Bapak Dr. Ridzky Kramannandita, S.Kom, M.T. selaku Pembantu Direktur 1 Bidang Akademik Polteknik STMI Jakarta.
- Bapak Muhammad Agus, ST. MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Otomotif yang dengan sabar mengemban tugasnya telah memberikan kelancaran proses Praktek Kerja Lapangan.
- Ibu Siti Aisyah, ST. MT. selaku Pembimbing Tugas Akhir dan selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan dan petunjuk bagi penulis sehingga Laporan Tugas Akhir ini dapat terwujud.

- Bapak Khoirul selaku pembimbing di perusahaan yang telah memberikan arahan dan masukan selama Praktek Kerja Lapangan. Seluruh staff serta karyawan di PT Chemco Harapan Nusantara yang telah banyak membantu penulis dalam proses pengumpulan data pada saat penelitian.
- Ibu Rani selaku kepala HRD yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk melakukan Praktek Kerja Lapangan di PT Chemco Harapan Nusantara.
- Bapak Aris dan Bapak Bakhromin selaku staff QC yang telah banyak membantu dalam proses pengumpulan data.
- Bapak Nur Khamid dan Bapak Sujud Abdul Jaelani, Ibu Ani yang telah memberikan dukungan penuh selama perkuliahan dan pelaksanaan melakukan Praktek Kerja Lapangan di PT Chemco Harapan Nusantara.
- Seseorang teman dekat yang telah menjadi penyemangat bagi penulis sehingga penulis dapat segera menyelesaikan laporan ini (Sandra Puspita Sari).
- Sahabat dan teman seperjuangan selama kuliah di STMI, khususnya Lionel Messi, Michael Jackson, Cinema XXI, Aprillia N.A Purcha, Valentino Rossi, Muhammad Apri, Tetra, Yogi T, Sinta.
- Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan Praktik Kerja Lapangan ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa laporan ini jauh dari sempurna. Hal ini dikarenakan keterbatasan pengetahuan yang penulis miliki. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun guna perbaikan dan penyempurnaan laporan ini. Semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya. Akhir kata, semoga laporan ini kiranya dapat memberikan manfaat bagi para pembaca di kemudian hari. Aamiin.

Jakarta, November 2017

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman	
Halaman Judul	i
Lembar Persetujuan Dosen Pembimbing	ii
Lembar Pengesahan	iii
Lembar Bimbingan.....	iv
Lembar Pernyataan Keaslian	v
Abstrak.....	vi
Kata Pengantar	vii
Daftar Isi	ix
Daftar Tabel	xiii
Daftar Gambar	xiv
Daftar Lampiran.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	3

1.6	Sistematika Penulisan.....	4
-----	----------------------------	---

BAB II LANDASAN TEORI

2.1	Konsep Dasar Sistem Industri.....	6
2.2	Kualitas 9	
2.2.1	Pengertian Kualitas.....	9
2.2.2	Dimensi Kualitas	10
2.2.3	Faktor yang Mempengaruhi Kualitas	11
2.2.4	Pengendalian Kualitas Statistik.....	12
2.3	Metodologi DMAIC dalam <i>Level Sigma</i>	14
2.3.1	Konsep Dasar Peningkatan <i>Level Sigma</i>	14
2.3.2	Prinsip Peningkatan <i>Level Sigma</i>	15
2.3.3	Istilah-Istilah dalam Peningkatan <i>Level Sigma</i>	15
2.3.4	Dasar Statistik <i>Six Sigma</i>	17
2.4	Metode DMAIC.....	18
2.5	Tahap <i>Define</i>	19
2.5.1	Pemilihan Proyek <i>Level Sigma</i>	19
2.5.2	Peta Aliran Proses.....	19
2.5.3	Diagram SIPOC.....	20
2.5.4	Lembar Periksa	21
2.5.5	Histogram	22
2.5.6	Diagram Pareto.....	23

2.5.7	Pernyataan Tujuan Proyek Peningkatan <i>Level Sigma</i>	25
2.6	Tahap <i>Meaasure</i>	26
2.6.1	<i>Voice of Customer (VOC)</i>	26
2.6.2	Penentuan Karakteristik Kualitas (CTQ)	27
2.6.3	Peta Kendali (<i>Control Chart</i>)	27
2.6.4	Peta Kendali Atribut.....	28
2.6.5	Peta Kendali P	29
2.6.6	Pengukuran <i>Baseline</i>	31
2.7	Tahap <i>Analyze</i>	32
2.7.1	Digram Sebab Akibat (<i>Cause and Effect Diagram</i>)	33
2.7.2	<i>Failure Mode and Effect Analyze (FMEA)</i>	34
2.7.3	Proses FMEA	37
2.8	Tahap <i>Improve</i>	41
2.7	Tahap <i>Control</i>	43
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Jenis Data dan Sumber Data.....	45
3.1.1	Jenis Data.....	45
3.2	Metode Pengumpulan Data	45
3.3	Teknis Analisis.....	46
3.3.1	Studi Pendahuluan	46
3.3.2	Identifikasi dan Perumusan Masalah.....	47
3.3.3	Tujuan Penelitiain	47

3.3.4 Pengumpulan dan Pengolahan Data.....	47
3.3.5 Kesimpulan dan Saran.....	50
3.3.6 Flowchart Pemecahan Masalah.....	50

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data.....	53
4.1.1 Sejarah Perusahaan.....	53
4.1.2 Profil Perusahaan.....	54
4.1.3 <i>Layout</i> PT Chemco Harapan Nusantara.....	55
4.1.4 Visi dan Misi Perusahaan.....	56
4.1.5 Struktur Organisasi Perusahaan.....	57
4.1.6 Ketenagakerjaan.....	65
4.1.7 <i>Safety</i>	66
4.1.8 Proses Produksi <i>Piston</i>	67
4.1.9 Produk yang dihasilkan.....	76
4.1.10 Bahan Baku Produksi.....	79
4.1.11 Data Jumlah Cacat <i>Piston</i>	80
4.1.12 Data Jumlah Cacat pada <i>Piston type Piston Caliper KWBA</i>	80
4.2 Pengolahan Data.....	81
4.2.2 Tahap <i>Define</i>	81
4.2.2 Tahap <i>Measure</i>	85

BAB V ANALISIS dan PEMBATAAN MASALAH

5.1	Tahap <i>Analyze</i>	96
	5.1.1	
	Analisis Diagram <i>Fishbone</i> Cacat Bintik.....	96
5.1.2	Analisis Diagram <i>Fishbone</i> Cacat Gompal.....	98
5.1.3	Analisis dengan Metode FMEA.....	100
5.1.4	Analisis Nilai <i>Severity</i>	104
5.1.5	Analisis Nilai <i>Occurance</i>	104
5.1.6	Analisis Nilai <i>Detection</i>	105
5.1.7	Analisis Prioritas Penyebab Kegagalan	
	pada Metode FMEA.....	106
5.1.6	Analisis <i>Risk Priority Number</i> (RPN).....	106
5.2	Rencana Perbaikan.....	107
5.3	Tahap <i>Improve</i>	108
5.2.1	Pembuatan <i>Heater Control</i>	108
5.2.2	Pembuatan <i>Centering Material</i>	
	pada <i>Chuck</i> dari <i>MC Blue</i>	109
5.3	Tahap <i>Contol</i>	110
5.3.1	Peta Kendali Sesudah Perbaikan	110
5.4	<i>Process Failure Mode and Effect Analysis</i> (PFMEA)	116

BAB VI KESIMPULAN

6.1	Kesimpulan	119
-----	------------------	-----

6.2 Saran..... 120

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1	Perbedaan <i>True Six Sigma</i> dengan <i>Motorola Six sigma</i> 17
Tabel 2.2	Diagram Atribu Empat Kelas 28
Tabel 2.3	Kriteria Penelitian <i>Severity</i> 38
Tabel 2.4	Kriteria Penilaian <i>Occurance</i> 39
Tabel 2.5	Kriteria Penilaian <i>Detectability</i> 40
Tabel 2.6	<i>Check List</i> FMEA 41
Tabel 2.7	Tabel 5W+1H..... 42
Tabel 4.1	Waktu Tenaga Kerja (<i>Non Shift</i>) PT Chemco Harapan Nusantara..... 65
Tabel 4.2	Waktu Tenaga Kerja (<i>Shift</i>) PT Chemco Harapan Nusantara..... 66
Tabel 4.3	Alat Pelindung Diri (APD)..... 66
Tabel 4.4	Standart kecepatan mesin <i>grinding</i> 72
Tabel 4.5	<i>Flow Proses Nickel Plating</i> 74
Tabel 4.6	Tipe dan Model Produk <i>Piston</i> yang Dihasilkan..... 78
Tabel 4.7	Jenis-Jenis <i>Piston</i> di PT Chemco Harapan Nusantara 78
Tabel 4.8	Jumlah Cacat Berdasarkan Tingkat <i>Output</i> Piston 79
Tabel 4.9	Data Jumlah Cacat Proses <i>Piston type Piston Caliper KWBA</i> 80
Tabel 4.10	Persentase Jumlah Cacat Proses Piston Berdasarkan Frekuensi Tertinggi 82
Tabel 4.11	Jenis Cacat pada <i>Piston Caliper KWBA</i> 86

Tabel 4.12	Jumlah pada Cacat <i>Piston Caliper KWBA</i>	87
Tabel 4.13	Rekapitulasi Perhitungan Batas Kendali dalam Peta Kendali P	90
Tabel 4.14	Data Jumlah Cacat Proses <i>Piston type Piston Caliper KWBA</i> (Revisi).....	91
Tabel 4.15	Rekapitulasi Perhitungan Batas Kendali dalam Peta Kendali P (Revisi).....	93
Tabel 5.1	Identifikasi Jenis dan Efek Kegagalan Potensial.....	100
Tabel 5.2	Penentuan Nilai <i>Severity</i>	101
Tabel 5.3	Identifikasi Penyebab Kegagalan Potensial	101
Tabel 5.4	Penentuan Nilai <i>Occurrence</i>	102
Tabel 5.5	Identifikasi Kendali Saat Ini.....	102
Tabel 5.6	Penentuan Nilai <i>Detection</i>	103
Tabel 5.7	Hasil Perhitungan Nilai RPN.....	104
Tabel 5.8	Prioritas Penyebab Kegagalan Potensial Pada Metode FMEA.....	106
Tabel 5.9	5W+1H Untuk Perbaikan Cacat <i>Bintik</i>	107
Tabel		5.10
	5W+1H Untuk Perbaikan Cacat <i>Gompal</i>	107
Tabel		5.11
	<i>Improve</i> dari Proses Pencucian <i>Piston</i>	109
Tabel		5.12
	<i>Improve Improve</i> pada <i>Loader Slide</i>	110

Tabel 5.13	Data
Jumlah Cacat Proses	
<i>Piston type Piston Cailiper KWBA Bulan Juni 2017</i>	111
Tabel	5.14
Rekapitulas Perhitungan Batas Kendali	
dalam Peta Kendali P Bulan Juni 2017	113
Tabel	5.15
Perbandingan DPMO dan <i>level sigma</i>	
Sebelum dan Sesudah Perbaikan.....	116
Tabel	5.16
PFMEA Cacat Bintik.....	117
Tabel	5.17
PFMEA Cacat Gompal	118

DAFTAR GAMBAR

Halaman	
Gambar 2.1 Skema Sistem Produksi	7
Gambar 2.2 Roda Deming	8
Gambar 2.3 Konsep <i>Six Sigma</i> Motorola	18
Gambar 2.4 Siklus DMAIC	18
Gambar 2.5 Diagram Aliran Proses Produksi	20
Gambar 2.6 Diagram SIPOC.....	21
Gambar 2.7 Lembar Pemeriksaan.....	22
Gambar 2.8 Contoh Histogram	23
Gambar 2.9 Diagram Pareto	25
Gambar 2.10.....	Peta
Kendali P	31
Gambar	2.11
Diagram Sebab-Akibat.....	33
Gambar	2.12
Proses FMEA.....	37
Gambar 3.1 Kerangka Pemecahan Masalah	51
Gambar 4.1 Tampak Depan PT Chemco Harapan Nusantara	55
Gambar 4.2 Tampak Atas PT Chemco Harapan Nusantara.....	55

Gambar 4.3Tata Letak (<i>Layout</i>) PT Chemco Harapan Nusantara	56
Gambar 4.4Struktur Organisasi PT Chemco Harapan Nusantara	58
Gambar 4.6Proses Produksi <i>Piston</i>	67
Gambar 4.7 <i>Metal Forming Machine</i>	68
Gambar 4.8Mesin <i>Cutting</i>	69
Gambar 4.9Mesin <i>Grinding</i>	70
Gambar	4.10
<i>Setting Batu Gerinda</i>	70
Gambar 4.11	Mesin
<i>Setting Batu Gerinda</i>	71
Gambar 4.12	<i>Mist</i>
<i>Coolant</i> 71	
Gambar	4.13
<i>Feeder Grinding</i>	72
Gambar	4.14
<i>Control Setting Kecepatan</i>	72
Gambar 4.15	<i>Bowl</i>
<i>Feeder</i> 73	
Gambar 4.16	<i>Nickel</i>
74	
Gambar 4.17	Mesin
<i>Oven</i> 75	
Gambar 4.18	Mesin
<i>Pholesing</i>	75

Gambar	4.19
<i>Compressor</i>	76
Gambar	4.20
<i>Proses Check Finish</i>	76
Gambar 4.21	Tapak Atas Letak <i>Type</i> Piston Caliper, Tapak Samping Letak
<i>Type Piston Caliper</i> Letak <i>Type Piston Caliper</i>	77
Gambar 4.22	Letak
<i>Type Piston Whell</i>	77
Gambar 4.23	Bahan
Baku Produksi, Slug, Nickel	79
Gambar 4.24	<i>Piston</i>
<i>Caliper KWBA</i>	81
Gambar	4.25
Diagram Alir Proses <i>Piston</i>	83
Gambar	4.26
Diagam SIPOC Proses <i>Piston</i>	85
Gambar	4.27
Diagram Pareto jenis cacat pada <i>Piston Caliper KWBA</i>	88
Gambar 4.28	Peta
Kendali P <i>Piston Caliper KWBA</i>	91
Gambar 4.29	Peta
Kendali p Cacat <i>Piston Caliper KWBA</i> (revisi).....	94
Gambar 5.1	Diagram Sebab-Akibat Cacat <i>Bintik</i>
	97
Gambar 5.2	Diagram Sebab-Akibat Cacat <i>Gompal</i>
	99
Gambar 5.3	Peta Kendali P Setelah Perbaikan.....
	114

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A : *Layout* Perusahaan

Lampiran B : Konversi DPMO ke Nilai Sigma Berdasarkan Konsep Motorola

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT Chemco Harapan Nusantara adalah perusahaan yang bergerak di bidang industri *otomotif*. Dalam kegiatannya, selain menghasilkan suatu produk, perusahaan ini juga menyediakan jasa *finishing* untuk komponen-komponen otomotif, khususnya komponen kendaraan bermotor roda dua. Perusahaan ini melakukan aktifitas produksinya berdasarkan permintaan dari konsumen. Dengan demikian, perusahaan dituntut untuk selalu memberikan yang terbaik bagi konsumennya. Salah satu hal yang harus dipenuhi oleh perusahaan kepada konsumen adalah jaminan kualitas produk yang baik. Jaminan kualitas tersebut guna menjaga kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin dan menjaga kepercayaan konsumen, serta untuk menghadapi persaingan industri yang semakin kompetitif. Adapun produk yang dihasilkan saat ini oleh perusahaan adalah *piston*.

Permasalahan yang dihadapi oleh PT Chemco Harapan Nusantara saat ini yaitu masih ditemukan *piston* tipe *Piston Caliper KWBA* yang cacat pada proses *plating* bulan April 2017 sebesar 13.057 unit dari total produksi *piston* sebesar 190.911 unit. Mengakibatkan besarnya persentase cacat yang timbul pada bulan April sebesar 6,83% dari target yang harus dipenuhi sebesar 4,5%. Adanya cacat yang timbul menyebabkan target tidak tercapai dan produk cacat tersebut harus dibuang, sehingga menimbulkan kerugian bagi perusahaan.

Dengan adanya masalah tersebut, PT Chemco Harapan Nusantara perlu melakukan upaya perbaikan segera agar dapat menghasilkan *piston* yang bebas dari cacat. Metode-metode yang tepat dalam mengatasi masalah meminimalisir terjadinya produk cacat tersebut ialah menggunakan Six Sigma dengan tahapannya yaitu DMAIC. Six Sigma digunakan untuk mengurangi atau mempersempit variasi proses.

Sedangkan, tahapan DMAIC ialah berisikan langkah-langkah yang dilakukan dalam peningkatan kualitas menuju *zero defect*. Dengan demikian, metode *DMAIC* adalah metode yang tepat digunakan guna mengatasi permasalahan yang dihadapi perusahaan dengan tujuan meminimasi cacat dan memaksimalkan nilai tambah dari suatu produk.

1.2 Perumusan Masalah

Seperti yang telah dijelaskan pada latar belakang permasalahan di atas, terdapat beberapa hal yang perlu dirumuskan dalam laporan tugas akhir ini, yaitu:

1. Bagaimana jenis cacat yang terdapat pada *Piston Caliper KWBA*?
2. Faktor-faktor bagaimana yang menjadi penyebab terjadinya produk cacat pada *Piston Caliper KWBA*?
3. Berapakah nilai *DPMO* dan *level sigma* pada *Piston Caliper KWBA* saat ini?
4. Bagaimana peranan metode *DMAIC* untuk meningkatkan kualitas produk?
5. Berapa nilai faktor perbaikan kualitas proses dari nilai usulan perbaikan berdasarkan nilai *DPMO* dan *level sigma*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah yang telah ditentukan, maka dapat disimpulkan beberapa tujuan penelitian, yaitu sebagai berikut:

1. Menghasilkan jenis-jenis cacat pada *Piston Caliper KWBA*.
2. Menghasilkan faktor-faktor penyebab cacat yang terjadi pada *Piston Caliper KWBA*.
3. Mendapatkan nilai *DPMO* dan *level sigma* keadaan perusahaan saat ini.
4. Menghasilkan perbaikan kualitas dengan metode *DMAIC* (*Define, Measure, Analyze, Improve and Control*).
5. Mendapatkan nilai faktor perbaikan kualitas produk dari nilai usulan perbaikan berdasarkan nilai *DPMO* dan *level Sigma*?

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih fokus dan tidak meluas dari pembahasan yang dimaksud, maka permasalahan dibatasi dengan hal-hal sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di PT Chemco Harapan Nusantara bagian *Quality Control* proses *plating*.
2. Produk yang diteliti yaitu *Piston* tipe *Caliper KWBA* sampai menjadi *finish good*.
3. Data yang diambil adalah data atribut dengan rekapitulasi jumlah produksi dan jumlah cacat pada *Piston* tipe *Caliper KWBA* pada bulan April 2017 (sebelum pengaplikasian metode) dan bulan Juni 2017 (setelah pengaplikasian metode).
4. Tidak membahas mengenai biaya.
5. Faktor yang dibahas hanya mengenai faktor kegagalan pada proses *plating*.
6. Penelitian dilakukan dengan metode DMAIC.
7. Penerapan FMEA dalam metode DMAIC adalah sebagai alat/*tools* untuk membantu memprioritaskan akar-akar penyebab pada tahap *Analyze*.

1.5 Manfaat Tugas Akhir

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian Tugas Akhir ini, yaitu sebagai

berikut:

1. Bagi perusahaan
Memberikan masukan berupa bahan evaluasi dan solusi alternatif dalam strategi pengurangan produk cacat yang efisien dan memberikan keuntungan perusahaan.
2. Bagi penulis
Menambah ilmu pengetahuan dan pengalaman tentang proses produksi di Lapangan dan memperdalam materi mengenai metode DMAIC.

3. Bagi pihak lain

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan, serta sebagai bahan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya secara lebih mendalam khususnya mengenai peningkatan kualitas menggunakan metode *DMAIC*.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan Tugas Akhir ini terdiri dari enam (6) bab dengan rinciannya sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisikan laporan tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah, dan manfaat tugas akhir/skripsi, serta sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Bab ini berisikan teori-teori yang berhubungan dengan pokok permasalahan yaitu mengenai kualitas, Six Sigma, metode *DMAIC* dan *tools* yang berkaitan dengan metode tersebut.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan langkah-langkah sistematis yang ditempuh untuk memecahkan masalah agar penelitian yang dilakukan lebih terarah. Langkah-langkah tersebut terdiri dari studi lapangan, studi literatur, identifikasi permasalahan, tujuan penelitian, perumusan masalah, mengumpulkan data yang diperlukan, mengolah data secara terstruktur menggunakan tahapan *DMAIC*, dan langkah terakhir adalah pernyataan kesimpulan dan saran bagi penelitian. serta kerangka pemecahan masalah.

BAB IV : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini menjelaskan mengenai pengumpulan data diantaranya data yang bersangkutan dengan penelitian dan sejarah umum perusahaan (PT Chemco Harapan Nusantara) serta data mengenai kecacatan produk hingga jenis dan penyebab kecacatan produk. Pengolahan data yaitu dengan menggunakan metode *DMAIC* pada tahap *define* dan *measure*. Tahap *Define* merupakan tahap untuk menetapkan permasalahan yang

menjadi fokus penelitian, dan memahami proses-proses yang berkaitan dengan permasalahan tersebut. Tahap *Measure* adalah tahap untuk mendefinisikan *critical to quality (CTQ)* dan melakukan pengukuran kondisi perusahaan berdasarkan nilai *DPMO*, dan *level sigma*.

BAB V : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan pembahasan dan analisis dari hasil pengumpulan dan pengolahan data dengan melanjutkan tahapan dari metode *DMAIC* yaitu pada tahap *Analyze*, *Improve*, dan *Control* untuk perbaikan kualitas. Tahap *analyze* adalah tahap untuk menganalisis faktor-faktor penyebab permasalahan. Tahap *improve* adalah tahap untuk menentukan solusi permasalahan untuk meningkatkan kualitas *piston*. Tahap *control* adalah menggunakan alat pengendalian kualitas berupa peta kendali p untuk mengawasi dan sebagai pedoman dalam melakukan proses produksinya.

BAB VI : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan yang diperoleh dari hasil tujuan penelitian yang ada pada bab 1 yang dilakukan berdasarkan pengolahan data. Selain itu, diberikan pula saran untuk perbaikan.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

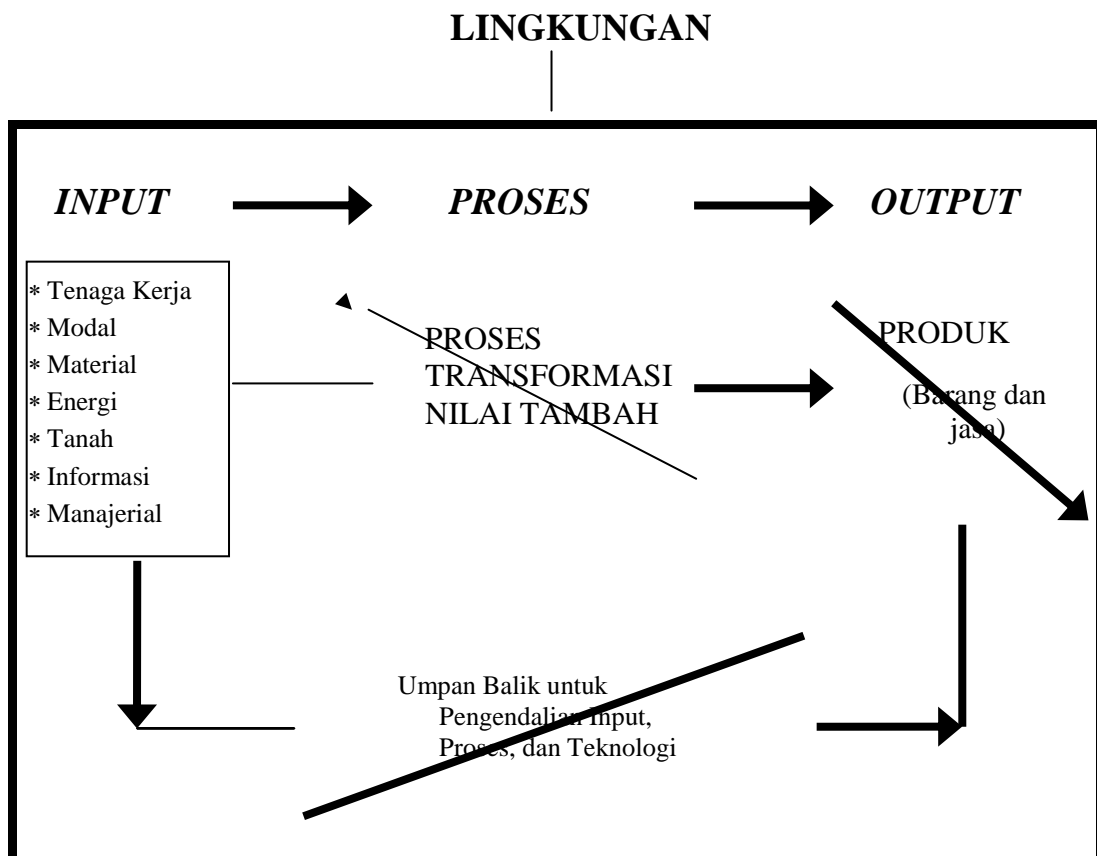
LANDASAN TEORI

2.1 Konsep Dasar Sistem Industri

Dalam dunia industri setiap perusahaan mengalami persaingan dalam bisnis. Persaingan yang semakin besar tersebut menyebabkan setiap perusahaan berusaha untuk menjaga kualitas kepada pelanggannya, untuk itu perlu adanya pemahaman dan keputusan terhadap kebutuhan dan keinginan pelanggan. Proses industri dipandang sebagai suatu perbaikan terus-menerus (*Continuous Improvement*) yang dimulai dari siklus sejak adanya ide untuk menghasilkan suatu produk, proses produksi, sampai pada distribusi kepada konsumen. Berdasarkan informasi sebagai umpan-balik yang dikumpulkan dari konsumen dapat mengembangkan ide-ide untuk menciptakan produk baru atau memperbaiki produk lama beserta proses produksi yang ada saat ini.

Sistem produksi memiliki komponen atau elemen struktural dan fungsional yang berperan penting menunjang kontinuitas operasional sistem produksi. Komponen atau elemen struktural yang membentuk sistem produksi terdiri dari bahan (*material*), mesin dan peralatan, tenaga kerja, modal, energi, informasi, tanah, dan lain-lain. Sedangkan komponen atau elemen fungsional terdiri dari: supervisi, perencanaan, pengendalian, koordinasi, dan kepemimpinan yang kesemuanya berkaitan dengan manajemen dan organisasi. Suatu sistem produksi selalu berada dalam lingkungan, sehingga aspek-aspek lingkungan seperti: perkembangan teknologi, sosial dan ekonomi, serta kebijaksanaan pemerintah akan sangat mempengaruhi keberadaan sistem produksi. Sistem produksi merupakan kumpulan dari sub sistem yang saling berinteraksi dengan tujuan mentransformasi input produksi menjadi output produksi. *Input* produksi dapat berupa bahan baku, mesin, tenaga kerja, modal dan informasi, sedangkan *output* produksi merupakan produk yang dihasilkan berikut

hasil sampingannya, seperti limbah, informasi dan sebagainya. Skema sistem produksi digambarkan seperti pada Gambar 2.1.

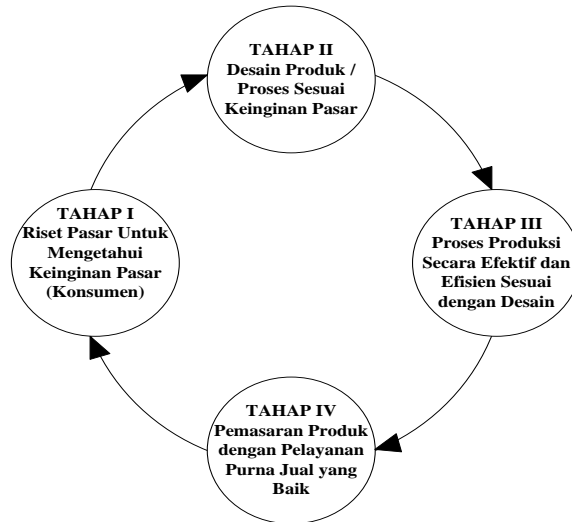


Gambar 2.1. Skema Sistem Produksi
(Sumber : Gaspersz, 1998)

Dari Gambar 2.1. tampak bahwa elemen-elemen utama dalam sistem produksi adalah: input, proses, output, serta adanya suatu mekanisme umpan balik untuk pengendalian sistem produksi itu agar mampu meningkatkan perbaikan terus-menerus/*continuous improvement*.

(Dr. W. Edwards Deming, 1952), seorang ahli fisika dari Amerika Serikat, memperkenalkan suatu diagram yang memandang industri sebagai suatu perbaikan performansi bisnis modern harus mencakup keseluruhan sistem industri dari kedatangan material sampai kepada konsumen dan desain ulang produk (barang dan/atau jasa) untuk masa mendatang.

Konsep sistem industri yang dikemukakan oleh Deming selanjutnya populer dengan nama "Roda Deming" (Deming's Wheel), seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2. dibawah ini:



Gambar 2.2. Roda Deming dalam Industri Modern
(Sumber : Gaspersz, 1998)

Dari Gambar 2.2. tampak bahwa Roda Deming terdiri dari empat komponen utama, yaitu: riset pasar, desain produk, proses produksi dan pemasaran. Deming menekankan pentingnya interaksi tetap antara riset pasar, desain produk, proses produksi, dan pemasaran, agar perusahaan industri mampu menghasilkan produk dengan harga kompetitif dan kualitas yang lebih baik sehingga memuaskan pelanggan. Deming menjelaskan bahwa Roda itu harus dijalankan atas dasar pengertian dan tanggungjawab bersama untuk mengutamakan efisiensi industri dan peningkatan kualitas.

Berdasarkan informasi tentang keinginan konsumen yang diperoleh dari riset pasar yang komperhensif, selanjutnya desain produk sesuai dengan keinginanan pasar. Dalam desain produk telah menetapkan spesifikasi yang harus diikuti oleh bagian produksi. Pada bagian produksi harus meningkatkan efisiensi dari proses dan kualitas produk agar diperoleh produk sesuai keinginan pasar. Dari proses produksi yang efisien dan berkualitas, selanjutnya didistribusikan ke konsumen dengan harga

yang kompetitif. Untuk menghadapi persaingan yang semakin meningkat, perusahaan dituntut untuk selalu melakukan perbaikan secara terus-menerus *Continous Improvement* menggunakan kualitas *Total Quality Manajemen* (TQM).

2.2 Kualitas

2.2.1 Pengertian Kualitas

Dilihat dari kata “kualitas“ dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia, dapat diartikan sebagai suatu tingkatan baik atau buruknya sesuatu. Dalam konteks pengendalian proses secara statistik, kualitas didefinisikan sebagai konsistensi peningkatan atau perbaikan, dan penurunan variasi karakteristik dari suatu produk yaitu barang dan jasa yang dihasilkan, agar memenuhi spesifikasi guna meningkatkan kepuasan pelanggan *eksternal* dan *internal* (Gaspersz, 1998).

Ada banyak sekali definisi dan pengertian kualitas, yang sebenarnya definisi atau pengertian yang satu hampir sama tersebut telah diuraikan oleh beberapa ahli yang dikutip oleh Ariani (2004):

- 1.Juran, (1962) “Kualitas adalah kesesuaian dengan tujuan atau manfaatnya”.
- 2.Crosby, (1979) “Kualitas adalah kesesuaian dengan kebutuhan yang meliputi *availability, delivery, reability, maintainability, dan cost effectiveness*”.
- 3.Deming, (1982) “Kualitas harus bertujuan memenuhi kebutuhan pelanggan sekarang dan di masa mendatang”.
- 4.Taguchi, (1987) “Kualitas dapat ditingkatkan oleh tiga konsep yaitu ketangguhan (*robustness*), fungsi kerugian kualitas (*quality loss function*) dan kualitas berdasarkan target (*target-oriented quality*)”.
- 5.Feigenbaum, (1991) “Kualitas yaitu keseluruhan karakteristik produk dan jasa yang meliputi: *marketing, engineering, manufacture dan maintenance*, dimana produk dan jasa tersebut akan sesuai harapan pelanggan”.
- 6.Kualitas menurut Goetsh dan Davis, (1940) “Kualitas merupakan suatu kondisi dinamis yang berhubungan dengan produk, jasa, manusi, proses dan lingkungan yang memenuhi atau melebihi harapan”.
- 7.Perbendaharaan istilah ISO 8402 dan dari Standar Nasional Indonesia (SNI19-

8402-1991), kualitas adalah keseluruhan ciri dan karakteristik produk atau jasa yang kemampuannya dapat memuaskan kebutuhan, baik yang dinyatakan secara tegas maupun tersamar. Istilah kebutuhan diartikan sebagai spesifikasi yang tercantum dalam kontrak maupun kriteria-kriteria yang harus didefinisikan terlebih dahulu.

Meskipun tidak ada definisi mengenai kualitas yang disetujui secara *universal*, tetapi definisi-definisi tersebut memiliki maksud dan tujuan yang sama yaitu:

1. Kualitas merupakan usaha untuk memenuhi kebutuhan dan harapan pelanggan.
2. Kualitas mencakup produk, jasa, manusia, proses dan lingkungan.
3. Kualitas merupakan kondisi yang selalu berubah, sehingga membutuhkan suatu usaha untuk meningkatkan kondisi tersebut agar dianggap berkualitas.

2.2.2 Dimensi Kualitas

Banyak ahli yang mendefinisikan kualitas yang secara garis besar orientasinya adalah kepuasan pelanggan yang merupakan tujuan perusahaan atau organisasi yang berorientasi pada kualitas. Dari beberapa definisi terdahulu dapat dikatakan bahwa secara garis besar kualitas adalah keseluruhan ciri atau karakteristik produk atau jasa. Pelanggan yang dimaksud disini bukanlah pelanggan atau konsumen yang hanya datang sekali untuk mencoba dan tidak pernah datang kembali, melainkan mereka yang datang berulang-ulang untuk membeli. Meskipun demikian pembeli yang pertama kali datang juga harus dilayani dengan baik, karena kepuasan pertamalah yang membuat pembeli datang lagi untuk membeli kembali. Suatu produk dikatakan berkualitas mempunyai nilai subyektif yang tinggi antara satu konsumen dengan konsumen lainnya. Hal ini yang sering didengar sebagai dimensi kualitas yang berbeda satu dengan yang lain.

Selanjutnya, ada beberapa dimensi kualitas untuk industri manufaktur dan jasa. Dimensi ini digunakan untuk melihat dari sisi manakah kualitas dinilai. Tentu saja perusahaan ada yang menggunakan salah satu dari sekian banyak dimensi kualitas yang ada, namun ada kalanya yang membatasi hanya pada salah

satu dimensi tertentu. Yang dimaksud dimensi kualitas tersebut telah diuraikan oleh Garvin (1996) yang dikutip oleh Ariani (2004), untuk industri manufaktur, meliputi:

1. Kinerja (*Performance*), yaitu karakteristik operasi pokok dari produk inti.
2. Ciri-ciri atau keistimewaan tambahan (*Features*), yaitu ciri khas produk yang membedakan dari produk lain.
3. Keandalan (*Reliability*), yaitu kepercayaan pelanggan terhadap produk karena keandalannya atau karena kemungkinan kerusakan yang rendah.
4. Kesesuaian dengan spesifikasi (*Conformance*), yaitu kesesuaian produk dengan syarat tertentu yang memenuhi standar yang telah ditetapkan.
5. Daya tahan (*Durability*), yaitu tingkat ketahanan produk atau lama umur produk.
6. *Serviceability*, yaitu kemudahan produk itu bila akan diperbaiki atau kemudahan memperoleh komponen produk tersebut.
7. Estetika (*Aesthetic*), yaitu keindahan atau daya tarik produk.
8. Kualitas yang dipersepsikan (*Perceived Quality*), yaitu fanatisme konsumen akan merk suatu produk tertentu karena reputasi produk.

2.2.3 Faktor yang Mempengaruhi Kualitas

Dalam setiap bidang, pada masa sekarang ini industri tergantung pada sejumlah besar kondisi yang membebani produk-produk melalui suatu cara yang tidak pernah dialami pada periode sebelumnya. Menurut Nasution (2001) kualitas produk secara langsung dipengaruhi tujuh bidang dasar:

1. Money (Uang)

Meningkatnya didalam banyak bidang, mendorong perusahaan untuk lebih meningkatkan kualitas dan memperbanyak produk, bersamaan dengan kebutuhan dan keinginan konsumen yang tidak mungkin tidak akan mengeluarkan biaya yang lebih besar. Hasil dari penambahan di dalam investasi perusahaan, yang harus dibayar melalui naiknya produktifitas telah menimbulkan keinginan yang besar dalam memproduksi.

2. Man (Manusia)

Pertumbuhan yang cepat dalam pengetahuan teknis dan penciptaan produk baru seperti elektronika komputer telah menciptakan suatu permintaan yang besar akan pekerja atau operator dengan pengetahuan khusus. Spesialisasi telah menjadi penting karena bidang-bidang pengetahuan bertambah tidak hanya dalam jumlah tetap, bahkan dalam luasnya.

3. *Machine* (Mesin)

Permintaan perusahaan untuk mencapai penurunan biaya telah mendorong penggunaan perlengkapan pabrik. Kualitas yang baik menjadi sebuah faktor yang kritis dalam memelihara waktu kerja mesin agar fasilitasnya dapat dimanfaatkan sepenuhnya.

4. *Material* (Bahan)

Disebabkan oleh biaya produksi dan persyaratan kualitas, para ahli teknik memiliki pengetahuan bahan yang lebih mendalam sehingga adanya batasan yang lebih ketat dari pada sebelumnya. Akibatnya spesifikasi bahan menjadi lebih ketat dan keanekaragaman bahan menjadi lebih besar.

5. *Management* (Manajemen)

Tanggung jawab kualitas telah didistribusikan antara beberapa kelompok khusus dimana bagian *quality assurance* mempunyai tanggung jawab atas kualitas suatu produk. Agar kualitas suatu produk bagus maka harus ada koordinasi yang jelas antara seluruh *level* manajemen perusahaan.

6. *Market* (Pasar)

Jumlah produk yang ditawarkan di pasar terus bertambah pesat, hal ini mengakibatkan konsumen akan lebih hati-hati dalam menggunakan dan membeli suatu produk. Menjadi tantangan perusahaan untuk meningkatkan kualitas dan kualitas produk agar barang yang ditawarkan diterima oleh pasar.

7. *Information* (Informasi)

Teknologi informasi ini telah menyediakan cara untuk mengendalikan mesin dan proses selama pembuatan produk dan mengembalikan produk hingga sampai ke tangan pelanggan. Revolusi teknologi komputer yang cepat telah membuka kemungkinan untuk dapat menyimpan, mengumpulkan dan mengambil serta memanipulasi informasi pada suatu skala yang tidak terbayangkan sebelumnya.

Dengan demikian dapat memberikan kemampuan untuk mengatur informasi yang lebih cepat, akurat, tepat waktu dan bersifat ramalan untuk masa yang akan datang.

2.2.4 Pengendalian Kualitas Statistik

Merupakan teknik penyelesaian masalah yang digunakan untuk memonitor, mengendalikan, menganalisis, mengelola dan memperbaiki, produk dan proses menggunakan metode-metode statistik. Pengendalian kualitas statistik sering disebut sebagai Pengendalian Proses Statistik atau *Statistic Process Control* (Ariani, 2004).

Pengendalian kualitas statistik secara garis besar digolongkan menjadi dua, yaitu pengendalian proses statistik atau yang sering disebut *control chart* dan rencana penerimaan sampel produk atau yang sering dikenal dengan *acceptance sampling* (Ariani, 2004).

Pengendalian kualitas proses dan produk juga dapat dibagi menjadi dua golongan menurut jenisnya, yaitu data *variable* dan data atribut. Data variabel memberikan informasi lebih banyak dibandingkan data atribut. Namun, data variabel tidak dapat digunakan untuk mengetahui karakteristik kualitas seperti banyaknya kesalahan atau persentase kesalahan dalam suatu proses. Data variabel dapat menunjukkan seberapa jauh penyimpangan dari standar proses sementara data atribut tidak dapat menunjukkan informasi tersebut. Manfaat dari pengendalian kualitas adalah (Evan, 2007):

1. Suatu struktur sistem pengendalian kualitas yang dapat menyelesaikan hasil produksi yang ada, dengan perbaikan hasil produk dan pelayanan yang diberikan.
2. Suatu sistem yang terus-menerus mengevaluasi dan memodifikasi kebutuhan pelanggan.
3. Dapat memperbaiki produktivitas dan dapat mengurangi scrap dan pengerjaan ulang (*rework*).

4. Adanya pengurangan produk cacat dan meningkatnya produktivitas mengakibatkan menurunnya biaya produksi. Peningkatan produktivitas menyebabkan menurunnya *lead time* sehingga terjadi perbaikan waktu.

Dalam menjalankan aktivitas, pengendalian kualitas merupakan salah satu teknik yang perlu dilakukan mulai dari sebelum proses produksi berjalan, pada saat proses produksi, hingga proses produksi berakhir dengan menghasilkan produk akhir. Pengendalian kualitas dilakukan agar dapat menghasilkan produk berupa barang atau jasa yang sesuai dengan standar yang diinginkan dan direncanakan, serta memperbaiki kualitas produk yang belum sesuai dengan standar yang telah ditetapkan dan sedapat mungkin mempertahankan kualitas yang telah sesuai.

2.3 Metode DMAIC dalam *Level Sigma*

2.3.1 Konsep Dasar Peningkatan *Level Sigma*

Pada dasarnya pelanggan akan puas apabila mereka menerima nilai yang mereka harapkan. Apabila produk (barang/jasa) diproses pada tingkat kinerja kualitas *level sigma*, perusahaan boleh mengharapkan 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan (DPMO) atau bahwa 99,99966 persen dari apa yang diharapkan pelanggan akan ada dalam produk (barang/jasa). Dengan demikian, peningkatan *level sigma* dapat dijadikan ukuran target kinerja ukuran proses industri tentang bagaimana baiknya suatu proses transaksi suatu produk antara pemasok (industri) dan pelanggan (pasar). Semakin tinggi target *sigma* yang dicapai, semakin baik kinerja proses industri. Sehingga 6-*sigma* otomatis lebih baik dari 4-*sigma* dan 3-*sigma*. Peningkatan *level sigma* juga dapat dianggap sebagai strategi terobosan bawah dan sebagai pengendali proses industri yang berfokus pada pelanggan dengan memperhatikan kemampuan proses.

Six Sigma Motorola merupakan suatu metode atau teknik pengendalian dan peningkatan kualitas dramatik yang diterapkan oleh perusahaan Motorola sejak tahun 1986, yang merupakan terobosan baru dalam manajemen kualitas. Banyak ahli manajemen kualitas menyatakan

bahawa metode *Six Sigma* Motorola dikembangkan dan diterima secara luas oleh dunia industri, karena manajemen industri frustrasi terhadap manajemen kualitas yang ada, yang tidak mampu meningkatkan kualitas secara dramatik menuju tingkat kegagalan nol (*zero defect*). Prinsip-prinsip pengendalian dan peningkatan kualitas *Six Sigma* Motorola mampu menjawab tantangan ini, dan terbukti perusahaan Motorola telah mampu mencapai tingkat kualitas 3,4 DPMO (3,4 kegagalan per sejuta kesempatan).

Menurut (Gaspersz, 2002) apabila konsep peningkatan *level sigma* akan ditetapkan dalam bidang manufaktur, terdapat enam aspek yang perlu diperhatikan diantaranya.

1. Identifikasi karakteristik produk yang memuaskan pelanggan (sesuai kebutuhan dan ekspektasi pelanggan).
2. Mengklasifikasikan semua karakteristik kualitas itu sebagai CTQ (*Critical-To-Quality*) individual.
3. Menentukan apakah setiap CTQ tersebut dapat dikendalikan melalui pengendalian material, mesin proses kerja dan lain-lain.
4. Menentukan batas maksimum toleransi untuk setiap CTQ sesuai yang diinginkan pelanggan (menentukan nilai UCL dan LCL dari setiap CTQ).
5. Menentukan maksimum variasi proses untuk setiap CTQ (menentukan nilai maksimum standar deviasi untuk setiap CTQ).
6. Mengubah desain produk dan/proses sedemikian rupa agar mampu mencapai nilai target *level sigma*.

2.3.2 Prinsip Peningkatan *Level Sigma*

Peningkatan *level sigma* merupakan sebuah konsep strategi pengembangan dan peningkatan proses, peningkatan produk (barang/jasa) menggunakan pendekatan berbagai prinsip dan model statistika. Pendekatan prinsip dan model statistik tersebut diterapkan untuk mendukung aktivitas pendefinisian subjek-objek, pemetaan matriks kerja atau proses, perhitungan *level sigma*, dan pengukuran tingkat kinerja.

2.3.3 Istilah-Istilah dalam Peningkatan *Level Sigma*

Berikut ini beberapa istilah ada dalam konsep peningkatan *level sigma* antara lain (Gasperz, 2002):

1. *Black Belt*, merupakan pimpinan tim yang bertanggungjawab untuk pengukuran, analisis, peningkatan dan pengendalian proses-proses kunci yang mempengaruhi kepuasan pelanggan dan/atau pertumbuhan produktifitas.
2. *Green Belt*, serupa dengan *black belt*, kecuali posisinya tidak penuh waktu (*not full-time position*).
3. *Master Black Belt*. guru yang melatih *black belt*, sekaligus menjadi mentor dan/atau konsultan proyek peningkatan *level sigma* yang sedang ditangani oleh *Black Belt*.
4. *Champion*, merupakan individu yang berada pada manajemen atas yang memahami peningkatan *level sigma* dan bertanggung jawab atas keberhasilan proyek peningkatan *level sigma*.
5. *Critical-to-Quality* (CTQ), merupakan aribut-atribut yang sangat penting diperhatikan karena berkaitan langsung dengan kebutuhan dan kepuasan pelanggan.
6. *Scrap*, merupakan kegagalan untuk memberikan apa yang diinginkan oleh pelanggan.
7. *Scrap Per Opportunities* (DPO), merupakan ukuran kegagalan yang dihitung dalam program peningkatan kualitas *level sigma*, yang menunjukkan banyaknya cacat atau kegagalan per satu kesempatan.
8. *Scrap Per Millian Opportunities* (DPMO), merupakan ukuran kegagalan yang dihitung dalam program peningkatan kualitas *level sigma*, yang menunjukkan banyaknya cacat atau kegagalan per sejuta kesempatan.
9. *Process Capability*, merupakan suatu ukuran kinerja kritis, yang menunjukkan proses mampu menghasilkan sesuai dengan spesifikasi produk yang diterapkan oleh manajemen, berdasarkan kebutuhan dan ekspektasi pelanggan.
10. *Variation*, merupakan apa yang pelanggan lihat dan rasakan dalam proses transaksi antara pemasok dan pelanggan itu.

11. *Stable Operation*, merupakan jaminan konsistensi, proses-proses yang dapat diperkirakan dan dikendalikan guna meningkatkan apa yang pelanggan lihat dan rasakan—meningkatkan ekspektasi dan kebutuhan pelanggan.
12. *Design for Six Sigma* (DFSS), merupakan suatu desain untuk memenuhi kebutuhan pelanggan dan kemampuan proses.
13. *Define, Measure, Analyze, Improve, and Control* (DMAIC), merupakan proses untuk peningkatan terus menerus menuju target *Six Sigma*.
14. *Level Sigma*. Suatu visi peningkatan kualitas menuju target 3,4 kegagalan per sejuta kemungkinan (DPMO) untuk setiap transaksi produk. Upaya giat menuju kesempurnaan (*zero scrap*—kegagalan nol).

2.3.4 Dasar Statistik Six Sigma

Six Sigma merupakan filosofi dari bisnis dimana kesalahan paling banyak berjumlah 3,4 cacat per satu juta kemungkinan. Sekumpulan data yang sangat besar atau dapat dikatakan sebagai populasi, rata-rata dan standar deviasinya dikenal sebagai σ (Sigma). Sebuah distribusi berbentuk kurva lonceng dari parameter atau karakteristik kualitas menunjukkan luas area dibawah kurva normal yang berada diantara atau diluar nilai batas dari rata-rata terhadap sigma.

Konsep *Six sigma* Motorola berbeda dari konsep *level sigma* dalam distribusi normal yang umum dipahami selama ini, dimana pendekatan pengendalian proses 6-Sigma Motorola (*Motorola's Six Sigma process control*) mengizinkan adanya pergeseran nilai rata-rata (*mean*) setiap CTQ individual dari proses industri terhadap nilai spesifikasi target sebesar $\pm 1,5$ -sigma. Perbedaan ini ditunjukkan pada Tabel 2.1.

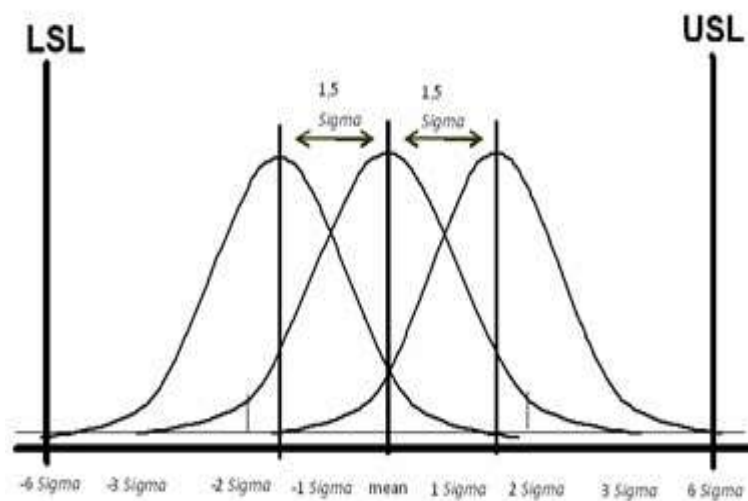
Tabel 2.1. Perbedaan *True Six Sigma* dengan *Motorola Six Sigma*.

<i>True Level Sigma process (Normal Distribution Centered)</i>			<i>Motorola's Six Sigma process (Normal Distribution Shifted 1,5 Sigma)</i>		
Batas Spesifikasi (LSL-USL)	Presentase yang memenuhi spesifikasi (LSL-USL)	DPMO (Kegagalan per sejuta kesempatan)	Batas Spesifikasi (LSL-USL)	Presentase yang memenuhi spesifikasi (LSL-USL)	DPMO (Kegagalan per sejuta kesempatan)

± 1 Sigma	68,27%	317.300	± 1 Sigma	30,8538%	691.462
± 2 Sigma	95,45%	45.500	± 2 Sigma	69,1462%	308.538
± 3 Sigma	99,73%	2.700	± 3 Sigma	93,3193%	66.807
± 4 Sigma	99,9937%	63	± 4 Sigma	93,3790%	6.210
± 5 Sigma	99,99943%	0,57	± 5 Sigma	99,9767%	233
± 6 Sigma	99,999998%	0,002	± 6 Sigma	99,99966%	3.4

(Sumber: Gaspersz, 2002)

Nilai pergeseran 1,5-sigma diperoleh dari hasil penelitian Motorola atas proses dan sistem industri. Menurut hasil penelitian sebaik-baiknya suatu proses industri tidak akan 100% berada pada satu titik nilai target, tetapi akan ada pergeseran sebesar rata-rata 1,5-sigma dari nilai tersebut. Konsep *level sigma* dengan pergeseran distribusi normal 1,5-sigma, gambar Konsep *six sigma* dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Konsep *Six Sigma* Motorola

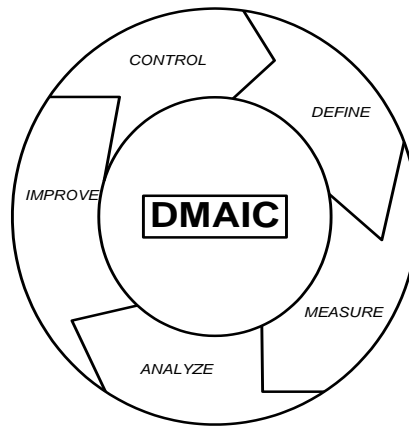
(Sumber: Gaspersz, 2002)

2.4 Metode DMAIC

Strategi penerapan *Six Sigma* yang diciptakan oleh DR. Mikel Harry dan Richard Schroeger disebut sebagai The Six Sigma Breakthrough Strategy. Strategi ini merupakan metode sistematis untuk menentukan sumber-sumber variasi dan cara-cara untuk menghilangkannya (Pande et al, 2000).

Ada lima langkah atau tahap dasar dalam menerapkan strategi *Six Sigma* ini yaitu *Define-Measure-Analyze-Improve-Control* (DMAIC),

tahap tersebut berulang atau membentuk siklus peningkatan dengan Six Sigma. Siklus DMAIC dapat dilihat pada Gambar 2.4 berikut:



Gambar 2.4. Siklus DMAIC
(Sumber: Pande, 2002)

2.5 Tahap *Define*

Tahap *define* merupakan langkah operasional pertama dalam program peningkatan kualitas *level sigma*. Program peningkatan kualitas *level sigma* digunakan untuk lingkup keseluruhan organisasi yang dilaksanakan secara terus menerus, sedangkan proyek peningkatan yang ingin ditingkatkan kinerjanya serta pelaksanaannya tergantung pada kebutuhan dari organisasi itu.

2.5.1 Pemilihan Proyek *Level Sigma*

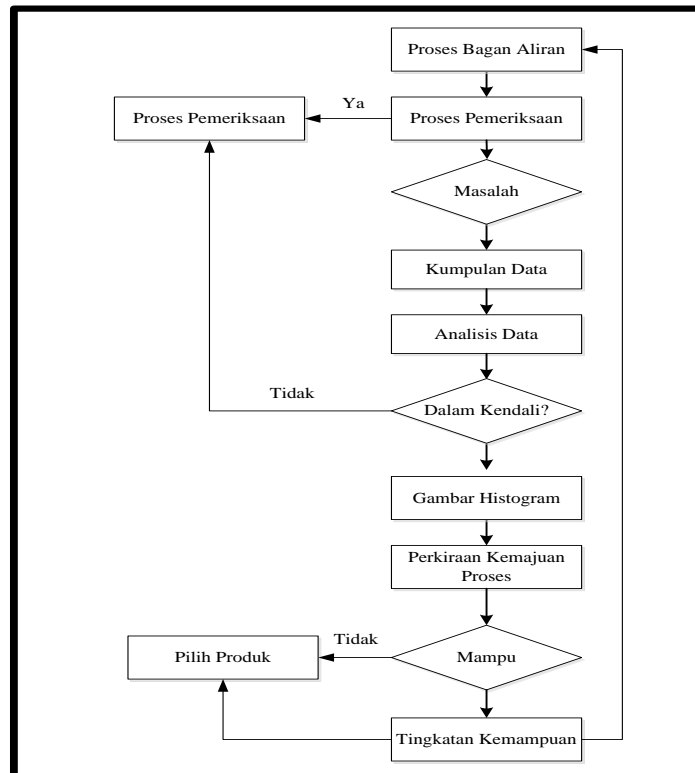
Satu tantangan utama yang akan dihadapi dalam program peningkatan kualitas adalah mendefinisikan kriteria pemilihan proyek *level sigma*, di mana dalam banyak keputusan bisnis dikenal pula ungkapan “kita perlu setuju untuk tidak hanya pada apa yang dikerjakan, tetapi juga pada apa yang seharusnya tidak dikerjakan”. Ungkapan ini berarti bahwa suatu proyek peningkatan *level sigma* bukan asal-asalan atau sekedar melaksanakan proyek tanpa mengetahui manfaat dan kriteria apa yang harus dijadikan pedoman untuk memilih proyek itu. Kata kunci dalam hal ini adalah prioritas, artinya kita harus menetapkan prioritas utama tentang masalah-masalah dan/atau kesempatan-kesempatan peningkatan kualitas mana yang akan ditangani terlebih dahulu (Gasperz, 2002).

Pemilihan proyek terbaik adalah berdasarkan pada identifikasi proyek yang terbaik sepadan (*match*) dengan kebutuhan, kapabilitas dan tujuan organisasi yang sekarang. Secara umum setiap proyek peningkatan *level sigma* yang terpilih harus mampu memenuhi kategori sebagai berikut (Gasperz, 2002):

1. Memberikan hasil-hasil dan manfaat bisnis.
2. Kriteria kelayakan.
3. Memberikan dampak positif kepada organisasi/perusahaan.

2.5.2 Peta Aliran Proses

Diagram aliran proses (*flow process diagram*) adalah suatu peta yang akan menggambarkan semua aktivitas, baik produktif maupun tidak produktif yang terlibat dalam proses pelaksanaan kerja (Pyzdek, 2002). Tujuan pokok dalam pembuatan *flow process diagram* adalah untuk mengevaluasi langkah-langkah proses dalam situasi yang jelas, disamping tentunya bisa dimanfaatkan untuk melakukan perbaikan-perbaikan dalam desain *layout* fasilitas produk yang ada. Diagram ini bisa memberi solusi selangkah demi selangkah untuk penyelesaian masalah yang ada di dalam proses. Tujuan utama penggunaan *flowchart* adalah untuk menyederhanakan rangkaian proses atau prosedur untuk memudahkan pemahaman pengguna terhadap informasi tersebut. Oleh karena itu, desain sebuah *flowchart* harus ringkas, jelas, dan logis. Contoh diagram aliran proses dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Diagram Aliran Proses Produksi
(Sumber: Pyzdek, 2002)

2.5.3 Diagram SIPOC

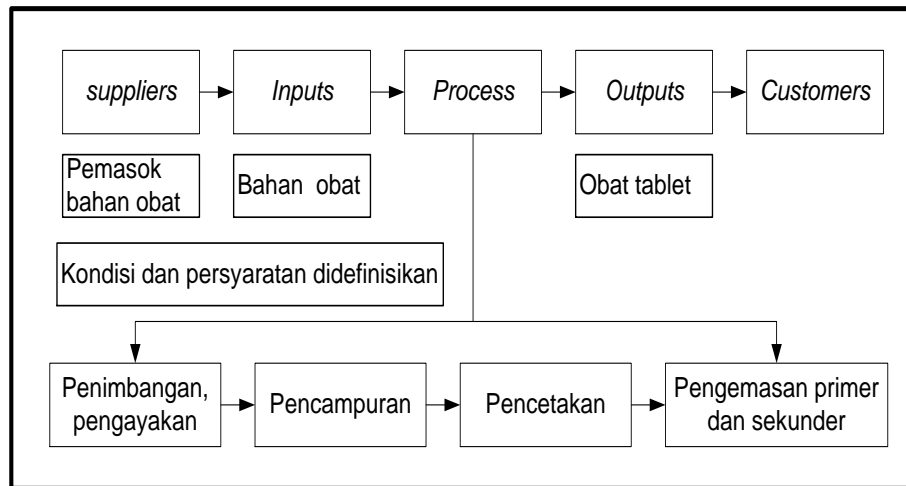
Diagram SIPOC (*supplier, input, proses, output, customer*) adalah suatu diagram model yang sangat penting dalam fungsi-fungsi operasional bisnis.

Diagram SIPOC adalah perangkat yang digunakan oleh tim *six sigma* dalam suatu proses *improvement* sebelum proses tersebut dilakukan. Diagram SIPOC memberikan garis besar elemen-elemen penting di dalam suatu proses serta membantu menjelaskan siapa pelaku utama proses tersebut. Nama *SIPOC* adalah akronim dari lima elemen utama dalam sistem kualitas yaitu (Gaspersz, 2002):

- a. *Suppliers*, merupakan orang/kelompok orang yang memberikan informasi kunci, material, atau sumber daya lain kepada proses.
- b. *Inputs*, merupakan segala sesuatu yang diberikan oleh pemasok kepada proses.
- c. *Processes*, merupakan sekumpulan langkah yang mentransformasi dan secara ideal, menambah nilai kepada input.

d. *Outputs*, adalah produk (barang/jasa) dari suatu proses. Dapat berupa barang jadi ataupun setengah jadi.

e. *Customers*, adalah orang atau kelompok orang, atau sub proses yang menerima *outputs*. Contoh diagram SIPOC dari proses pembuatan obat tablet dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6. Diagram SIPOC
(Sumber: Gaspersz, 2002)

2.5.4 Lembar Periksa

Menurut Wignjosoebroto (2003), alat ini berupa lembar pencatatan data secara mudah dan sederhana, sehingga menghindari kesalahan-kesalahan yang mungkin terjadi, dalam pengumpulan data tersebut. Menurut Evans (2007), lembar pemeriksaan (*check sheet*) adalah sejenis formulir pengumpulan data khusus yang hasilnya dapat diinterpretasikan pada formulir tersebut secara langsung tanpa membutuhkan pemrosesan lebih lanjut. Lembar pemeriksaan menggunakan formulir berbentuk kolom atau tabel untuk merekam data.

Umumnya Lembar periksa (*Check Sheet*) ini berisi pertanyaan-pertanyaan yang dibuat sedemikian rupa, sehingga pencatat cukup memberikan tanda kolom yang telah tersedia, dan memberikan keterangan seperlunya.

Check Sheet mempunyai kegunaan yang cukup banyak di dalam pengumpulan data, sehingga data yang dikumpulkan akan sangat mudah

digunakan dan diolah lebih lanjut. Oleh karena itu, *Check Sheet* sering digunakan di dalam pengendalian kualitas.

Check Sheet mempunyai banyak tujuan, tetapi yang terutama adalah mempermudah proses pengumpulan data dan dalam bentuk yang dapat dengan mudah digunakan dan dianalisis secara otomatis. Contoh *check sheet* dapat dilihat pada Gambar 2.7.

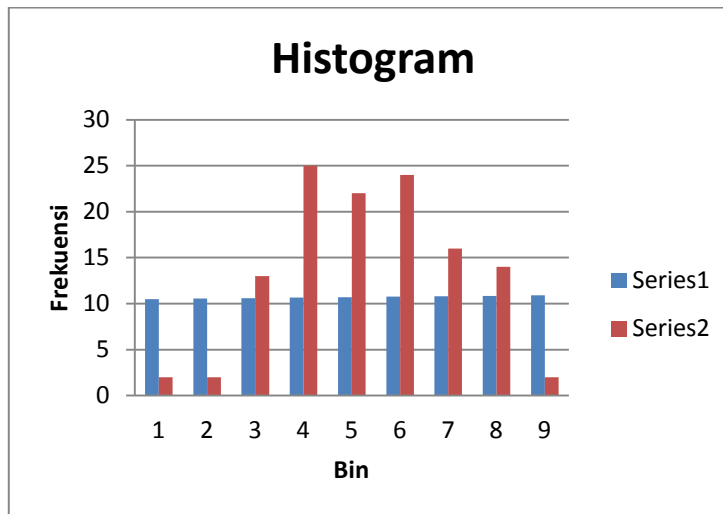
Jenis	Pemeriksaan	Subtotal
Goresan	### ### ### ### ### ###	32
dipermukaan	#	23
Retak	### ### ### ### ///	48
Tidak selesai	### ### ### ### ### ###	4
Kecelakaan	### ### ### ///	8
Lain-lain	//// ### #	
	Total	115
Total barang yang ditolak	### ### ### ### ### ### ### ### ### ### ### ### ### ### ### ### ### #	86

Gambar 2.7. Lembar pemeriksaan produk cacat
(Sumber : Evans and Lindsay, 2007)

2.5.5 Histogram

Histogram adalah perangkat statistik dasar yang secara grafis menggambarkan frekuensi atau jumlah observasi suatu nilai atau dalam kelompok tertentu. Histogram memberikan petunjuk mengenai karakteristik populasi asal dari mana sampel tersebut diambil.

Beberapa hal harus diperhatikan saat menginterpretasikan histogram. Pertama, data tersebut harus merupakan representasi dari kondisi yang umum. Kedua, ukuran sampel harus cukup besar untuk menghasikan kesimpulan yang baik. Semakin besar sampel, semakin baik (Evans. And Lindsay, 2007). Contoh histogram dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8. Contoh Histogram
(Sumber: Evans and Lindsay, 2007)

2.5.6 Diagram Pareto

Diagram pareto pertama kali diperkenalkan oleh seorang ahli ekonomi dari Italia bernama Vilfredo Pareto (1848-1923). Diagram pareto dibuat untuk menemukan masalah atau penyebab yang merupakan kunci dalam penyelesaian masalah dan perbandingan terhadap keseluruhan. Dengan mengetahui penyebab-penyebab yang dominan (yang seharusnya pertama kali diatasi) maka kita akan bisa menetapkan prioritas perbaikan. Perbaikan atau tindakan korelasi pada faktor penyebab yang dominan ini akan membawa akibat atau pengaruh yang lebih besar dibandingkan dengan penyelesaian penyebab yang tidak berarti.

Dikutip oleh Tjiptono dan Diana, (2003) Diagram pareto diperkenalkan oleh Joseph M. Juran, yang menggunakan prinsip pareto “*the critical few the trivial many*”. Pareto adalah nama seorang ekonom italia yang menemukan bukti empiris bahwa secara tipikal 80% dari kemakmuran suatu daerah hanya dikuasai oleh 20% dari populasi. Jika diaplikasikan dalam pengendalian mutu, prinsip ini dapat berarti hanya sedikit faktor (20%) sebagai penyebab timbulnya mayoritas (80%) masalah. Misalkan, hanya 20% dari peralatan yang menyebabkan 80% terjadinya *downtime* (waktu mengganggu karena kerusakan mesin).

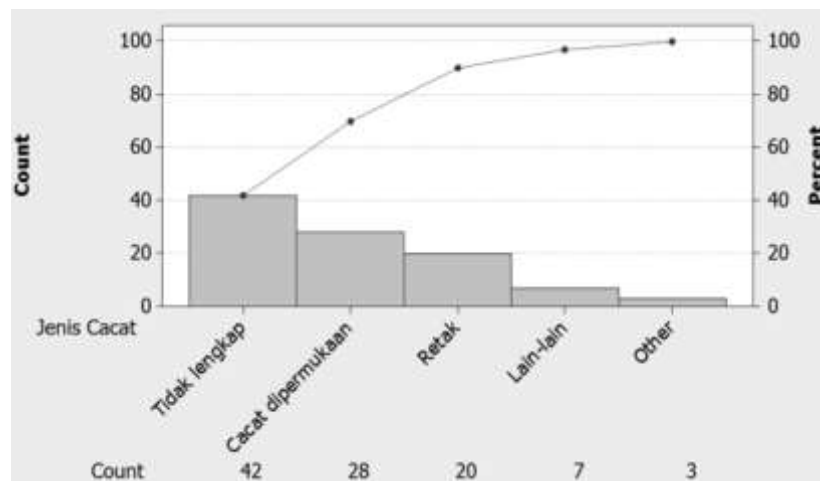
Pada sistem pengendalian kualitas, setelah dilakukan langkah-langkah pengendalian proses, maka langkah selanjutnya adalah melakukan tindakan perbaikan pada faktor-faktor yang masih mempunyai kekurangan walaupun proses telah dikendalikan. Akan tetapi tindakan perbaikan pada faktor-faktor tersebut tidak dapat dilakukan pada saat yang bersamaan karena tidak efisien dari segi ekonomis. Menurut Wignjosoebroto (2003), Kegunaan dari diagram pareto antara lain:

1. Menunjukkan persoalan utama yang dominan dan perlu segera diatasi.
2. Menyatakan perbandingan masing-masing persoalan yang ada dan kumulatif secara keseluruhan.
3. Menunjukkan tingkat perbaikan setelah tindakan korelasi dilakukan pada daerah yang terbatas.
4. Menunjukkan perbandingan masing-masing persoalan sebelum dan sesudah perbaikan.

Tahapan-tahapan dalam pembuatan diagram pareto (Pyzdek, 2002) adalah:

1. Tentukan klasifikasi untuk grafik. Kategori ini misalnya berdasarkan jenis kesalahan, biaya, jenis cacat atau jenis produk.
2. Tetapkan interval atau lamanya waktu untuk analisis yang akan dicantumkan dalam grafik.
3. Tentukan jumlah kejadian untuk setiap kategori. Tentukan juga total keseluruhan. Jika ada beberapa kategori penyebab hanya sebagian kecil dari total, kategori ini dapat dikelompokkan kedalam kategori "lain-lain".
4. Hitung persentase untuk setiap kategori dengan membagi kategori total dengan total keseluruhan, kemudian dikalikan dengan 100%.
5. Urutkan peringkat kejadian mulai dari kejadian dengan persentase terbesar hingga terkecil.
6. Hitung persentase kumulatif dengan menambah persentase untuk setiap kategori dengan kategori-kategori sebelumnya.
7. Buat bagan dengan menggambarkan sumbu horizontal dan vertikal (kiri dan kanan) pada kertas grafik.

8. Batasi sumbu vertical dalam satuan yang tepat dan beri label satuan yang sesuai pada sumbu tersebut. Sumbu vertikal kiri berskala 0 sampai sedikitnya total keseluruhan. Sementara sumbu vertikal kanan dibuat dengan skala 0 sampai dengan 100 (dalam %), dimana 100% pada sisi kanan sama dengan total keseluruhan pada sisi kiri.
9. Beri label pada sumbu horizontal dengan nama kategori, dimulai dari kategori dengan peringkat terbesar sampai dengan terkecil.
10. Gambarkan balok/batang yang tingginya mewakili jumlah setiap kategori.
11. Gambarkan satu garis yang menunjukkan persentase kumulatif dari kategori, garis ini ditentukan oleh sumbu vertikal kanan.
12. Beri judul pada grafik dan tulis secara singkat sumber data yang menjadi dasar grafik tersebut. Contoh diagram Pareto dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Diagram Pareto
(Sumber: Evans dan Lindsay, 2007)

2.5.7 Pernyataan Tujuan Proyek Peningkatan *Level Sigma*

Pernyataan tujuan proyek harus ditetapkan untuk setiap proyek *six sigma* yang terpilih. Pernyataan tujuan yang benar adalah apabila telah mengikuti konsep SMART sebagai berikut (Gaspersz, 2002):

1. *Specific*

Tujuan proyek peningkatan kualitas *six sigma* harus bersifat spesifik yang dinyatakan secara tegas. Tim peningkatan kualitas *six sigma* harus menghindari pernyataan-pernyataan tujuan yang bersifat umum dan tidak spesifik.

2.Measurable

Tujuan proyek peningkatan kualitas *six sigma* harus dapat diukur menggunakan indikator pengukuran yang tepat guna mengevaluasi keberhasilan, peninjauan ulang, dan tindakan perbaikan di waktu mendatang.

3.Achievable

Tujuan program peningkatan kualitas *six sigma* harus dapat dicapai melalui usaha-usaha yang menantang.

4.Result-oriented

Tujuan program peningkatan kualitas *six sigma* harus berfokus pada hasil-hasil berupa pencapaian target-target kualitas yang ditetapkan, yang ditunjukkan melalui penurunan *DPMO (Defect Per Million Opportunities)*, peningkatan kapabilitas proses dan lain-lain.

5.Time-bound

Tujuan program peningkatan kualitas *six sigma* harus menetapkan batas waktu pencapaian tujuan itu dan harus dicapai secara tepat waktu.

2.6 Tahap Measure

Measure adalah langkah operasional kedua dalam program peningkatan kualitas *level sigma*. Hal-hal pokok yang harus dilakukan adalah menentukan karakteristik kualitas (CTQ) dan mengukur kinerja sekarang (*baseline*).

2.6.1 Voice of Customer (VOC)

“Suara pelanggan” (*Customer’s Voices*) merupakan kebutuhan dan espektasi dari pelanggan, baik pelanggan internal maupun pelanggan eksternal. Untuk dapat mengetahui kebutuhan spesifik dari pelanggan maka seluruh persyaratan *output* perlu didefinisikan. Persyaratan *output* berkaitan dengan karakteristik dari produk akhir yang diserahkan kepada pelanggan pada akhir proses. Persyaratan *output* didefinisikan secara spesifik apa yang diinginkan pelanggan. Dalam situasi dimana pelanggan tidak mengetahui secara spesifik apa yang diinginkannya, maka tim harus mampu mendaftarkan semua persyaratan *output* yang akan memenuhi

kebutuhan pelanggan yang harus diterjemahkan terlebih dahulu ke dalam bahasa spesifik proses.

Dengan demikian, semua persyaratan *output* yang telah terdaftar kemudian didefinisikan melalui karakteristik kualitas, dan selanjutnya akan menjadi CTQ (*Critical-to-Quality*) dalam proyek.

2.6.2 Penentuan Karakteristik Kualitas (CTQ)

Pernyataan masalah yang baik juga harus mengidentifikasi pelanggan dan CTQ yang memiliki pengaruh terbesar pada kinerja produk atau jasa, menggambarkan tingkat kinerja saat itu atau sifat kesalahan atau keluhan pelanggan, mengidentifikasi metric kerja yang bersangkutan, menentukan tolak ukur standar kualitas terbaik, menghitung implikasi biaya atau pendapatan proyek tersebut, serta mengukur tingkat kinerja yang diharapkan dari usaha *Six Sigma* yang berhasil. Adapun proses identifikasi proyek CTQ antara lain adalah sebagai berikut: Mendapatkan dan menginterpretasikan data dari key customers (*Customer Feedback*) untuk proses dan produk, Mengidentifikasi *stakeholders* yang relevan dan perencanaan bisnis, Menentukan hal-hal (isu) penting dari permasalahan. Contoh *customer feedback/translation methods: complaints, scorecards, dashboards, survey, quality assurance data, business goals, market strategies, benchmarking, output from other projects* (Amin Syukron, 2012).

2.6.3 Peta Kendali (*Control Chart*)

Peta kontrol merupakan salah satu metode pengawasan kualitas, dikembangkan oleh Shewhart, yang dapat mengukur kinerja kualitas. Diagram kontrol dipergunakan untuk mengukur rata-rata, variable dan atribut. Menurut Nasution (2005), variabel berhubungan dengan rata-rata dan besarnya deviasi serta untuk mengetahui sumbu terjadinya variasi proses. Pada dasarnya peta kontrol/ kendali dipergunakan untuk:

1. Menentukan apakah suatu proses berada dalam pengendalian statistikal. Dengan demikian peta kontrol/kendali digunakan untuk mencapai suatu keadaan terkendali secara statistikal, dimana semua nilai rata-rata atau *range* dari subgroup

contoh berada dalam batas-batas pengendalian (*control limits*), oleh karena itu variasi penyebab khusus menjadi tidak ada lagi di dalam proses.

2. Memantau proses terus-menerus sepanjang waktu agar proses tetap stabil secara statistik dan hanya mengandung variasi penyebab umum.
3. Menentukan kemampuan proses (*process capability*). Setelah proses berada dalam batas pengendalian statistik, batas-batas dari variasi proses dapat ditentukan.

Menurut Gasperz, yang dikutip oleh (Ariani, 2003) pada prinsipnya setiap peta kontrol/kendali mempunyai:

1. Garis tengah (*Central Line*), yang biasanya dinotasikan dengan CL.
2. Sepasang batas kendali (*Control Limits*), dimana suatu batas kendali ditempatkan di atas garis tengah yang dikenal sebagai batas kendali atas (*Upper Control Limit*) yang biasanya dinotasikan sebagai UCL, dan yang satu lagi ditempatkan di bawah garis tengah yang dikenal sebagai batas kendali bawah (*Lower Control Limit*) yang biasanya dinotasikan sebagai LCL.
3. Tebaran nilai-nilai karakteristik kualitas yang menggambarkan keadaan dari proses. Jika semua nilai yang ditebarkan (diplot) pada peta itu berada di dalam batas kendali tanpa memperlihatkan kecenderungan tertentu, maka proses yang berlangsung dianggap berada dalam kendali atau terkendali secara statistik. Namun jika nilai-nilai yang ditebarkan pada peta itu jatuh atau berada di luar batas-batas kendali atau memperlihatkan kecenderungan tertentu atau memiliki bentuk-bentuk yang aneh, maka proses yang berlangsung dianggap berada di luar kendali atau tidak terkendali sehingga perlu diambil tindakan korektif untuk memperbaiki proses yang ada.

2.6.4 Peta Kontrol Atribut

Peta kontrol Atribut mutu adalah karakteristik mutu yang tidak bisa dinyatakan dalam angka, tetapi dinyatakan sebagai memenuhi/tidak memenuhi spesifikasi. Diagram kontrol yang terdiri atas empat kualifikasi dapat digunakan bergantung pada situasi kekonstanan ukuran sampel atau variabel ukuran yang digunakan (Hidayat, 2007). Ilustrasi tentang atribut diagram kontrol tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Diagram Atribut Empat Kelas

Diagram Kontrol Atribut	<i>Non-conformities</i>	<i>Unit Non-conforming</i>
Ukuran sampel Konstan	Peta kendali np	Peta kendali c
Ukuran sampel bervariasi	Peta kendali p	Peta kendali u

(Sumber : Hidayat, 2007)

Secara terminologi data atribut dalam pengendalian kualitas dibagi menjadi dua, yaitu:

1. *Non-conformities* adalah suatu item/unit/satuan produk barang/jasa yang mengandung cacat.

Contoh: Buah Mangga, Kaleng, *Invoice*.

2. *Unit Non-conforming*, adalah cacat atau ketidak sesuaian yg terjadi

Contoh: Belang, Kasar, Penyok, Bintik hitam pada buah.

Secara jenis ukuran sampel data atribut dibagi menjadi dua, yaitu:

1. Ukuran sampel konstan

Menentukan pengendalian persen (%) unit cacat (defective), menentukan apakah suatu proses dalam kendali selama periode (hari/ minggu/ bulan).

Contoh: Peta kendali np, Peta kendali c.

2. Ukuran sampel bervariasi

Untuk mengendalikan persen (%) unit cacat dimana jumlah unit bervariasi pada masing-masing sampel.

Contoh: Peta kendali p, Peta kendali u.

2.6.5 Peta Kendali P

Peta kendali p (*p-chart*) menurut *Douglas* (1990) yaitu kendali untuk bagian

yang ditolak karena tidak sesuai dengan spesifikasi (*function defective or fraction non conforming*). Bagian yang ditolak (*pi*) adalah rasio dari banyak item tidak sempurna yang ditemukan dalam pemeriksaan atau sederetan pemeriksaan terhadap total jumlah *item* yang benar-benar diperiksa. Bagian yang ditolak atau tidak sesuai selalu dinyatakan dalam bentuk pecahan.

Peta kendali p digunakan jika ingin memonitor proporsi item yang memiliki karakteristik tertentu. Peta kendali p biasanya digunakan untuk

menggambarkan proporsi produk atau transaksi yang tidak memenuhi syarat. Jika menggunakan sampel yang berbeda ukuran, batas kontrol atas dan bawah *p-chart* tidak akan rata. Peta kendali *p* digunakan baik untuk subgrup sampel yang sama ataupun tidak.

Peta kontrol/kendali *p* (*p-chart*) digunakan untuk mengendalikan proporsi dari item-item yang tidak memenuhi syarat spesifikasi yang ditetapkan yang berarti dikategorikan cacat. Untuk itu definisi operasional secara tepat tentang apa yang dimaksud ketidaksesuaian atau apa yang dimaksud cacat sangatlah penting dan harus dipahami oleh setiap pengguna peta kontrol/ kendali *p*. Langkah-langkah pembuatan peta kendali *p* menurut '*Break The Frame, Hand Book Quality Control*' (2002) (proporsi unit yang cacat) adalah sebagai berikut:

1. Tentukan ukuran contoh atau subgrup yang cukup besar ($n > 30$)
2. Kumpulkan banyaknya subgrup (k), yaitu 20 – 25 subgrup
3. Hitung untuk setiap subgrup nilai proporsi unit yang cacat, yaitu

$$P = \frac{\text{Jumlah Ukuran cacat}}{\text{Ukuran sub grup}} \dots\dots\dots(1)$$

4. Hitung rata-rata dari p , yaitu:

$$\bar{p} = \frac{\text{Total cacat}}{\text{Total inspeksi}} \dots\dots\dots(2)$$

5. Hitung batas kendali untuk peta kontrol/ kendali p :

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

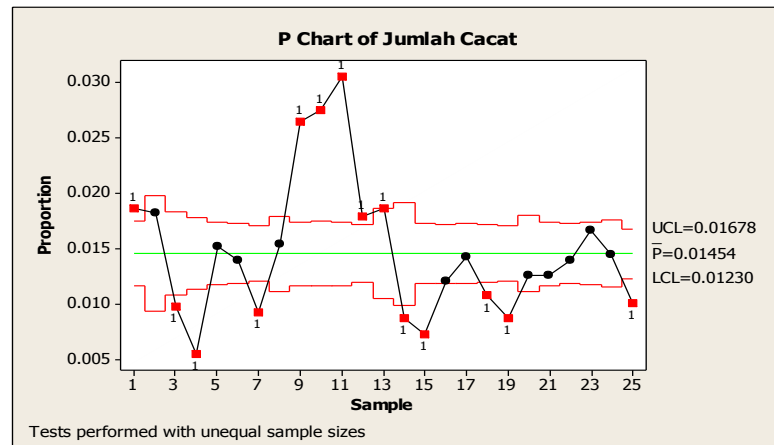
$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \dots\dots\dots(4)$$

Adapun langkah–langkah Pengolahan data dengan menggunakan MINITAB 16 adalah sebagai berikut:

1. Buka *worksheet* Exh_qc.MTW pada MINITAB.
2. Pilih **Stat** pada *menu bar*, lalu pilih **Control Chart**, dan pilih **Attributes Charts**, lalu pilih **p**.
3. Masukkan *rejects* atau kolom C1 pada kotak dialog **Variables**.
4. Masukkan *sampled* atau C2 pada kotak dialog **Subgroup sizes**.

5. Klik **p Chart Option**, lalu pada *tab Storage* tandai *items Poin plotted, Center line value, Control limit values, Test results* yang terdapat pada kotak dialog *Store these values for each point*. Setelah selesai klik **OK**.

6. Lalu klik **Ok**, ilustrasi tentang Peta Kendali p dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10. Peta Kendali p
(Sumber: *Quality Control by Minitab Inc.*, 2003)

2.6.6 Pengukuran *Baseline*

Pengukuran *baseline* kinerja pada tingkat *output* dilakukan secara langsung pada produk akhir (barang dan/atau jasa) yang akan diserahkan kepada pelanggan. Pengukuran dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana *output* dari proses itu dapat memenuhi kebutuhan spesifik pelanggan, sebelum produk itu diserahkan kepada pelanggan. Informasi yang diperoleh dapat dijadikan pedoman dasar untuk melakukan pengendalian dan peningkatan kualitas dari karakteristik *output* yang diukur (Gasperz, 2002).

Dalam menghitung *level sigma*, ada langkah-langkah yang harus dilakukan sebelum menentukan *level sigma* adalah:

1. Unit (U)

Merupakan jumlah *part, sub assembly* atau sistem yang diukur atau diperiksa, atau produk akhir yang dikirim ke pelanggan.

2. *Opportunity* (OP)

Karakteristik yang diperiksa atau diukur yang digunakan adalah *Critical To Quality* (CTQ). Karena sebagian besar produk atau jasa memiliki banyak persyaratan pelanggan, maka ada beberapa peluang untuk memiliki cacat.

3. Scrap

Merupakan sesuatu yang diupayakan untuk dikurangi melalui program *level sigma*. Suatu kegagalan untuk memenuhi persyaratan pelanggan atau kinerja standar seperti kurang solder, PCB pecah, *parts* hilang dan sebagainya.

4. Scrap per unit (DPU)

Besarnya *scrap per unit* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$DPU = \frac{D}{U} \dots \dots \dots (5)$$

5. Total Opportunity (TOP)

Besarnya *Total Opportunity* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$TOP = U \times OP \dots \dots \dots (6)$$

6. Scrap per Opportunity (DPO)

Besarnya *Scrap per Opportunity* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$DPO = \frac{DPU}{O} = \frac{D}{TOP} \dots \dots \dots (7)$$

7. Scrap Per Million Opportunity (DPMO)

Besarnya *Scrap Per Million Opportunity* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$DPMO = DPO \times 10^6 \dots \dots \dots (8)$$

8. Sigma level

Nilai *Sigma* didapat dengan cara mengkonversikan nilai DPMO ke dalam tabel *Sigma* ataupun dengan menghitung manual berdasarkan DPMO diperoleh ukuran-ukuran berbasis peluang (Pande, 2002) ataupun Konversi DPMO dan Level *Sigma* Motorola. Rumus perhitungan *level sigma*, sebagai berikut :

$$Level\ Sigma = 0,8406 + \sqrt{29,32 - (2,221(\ln(DPMO)))} \dots \dots \dots (9)$$

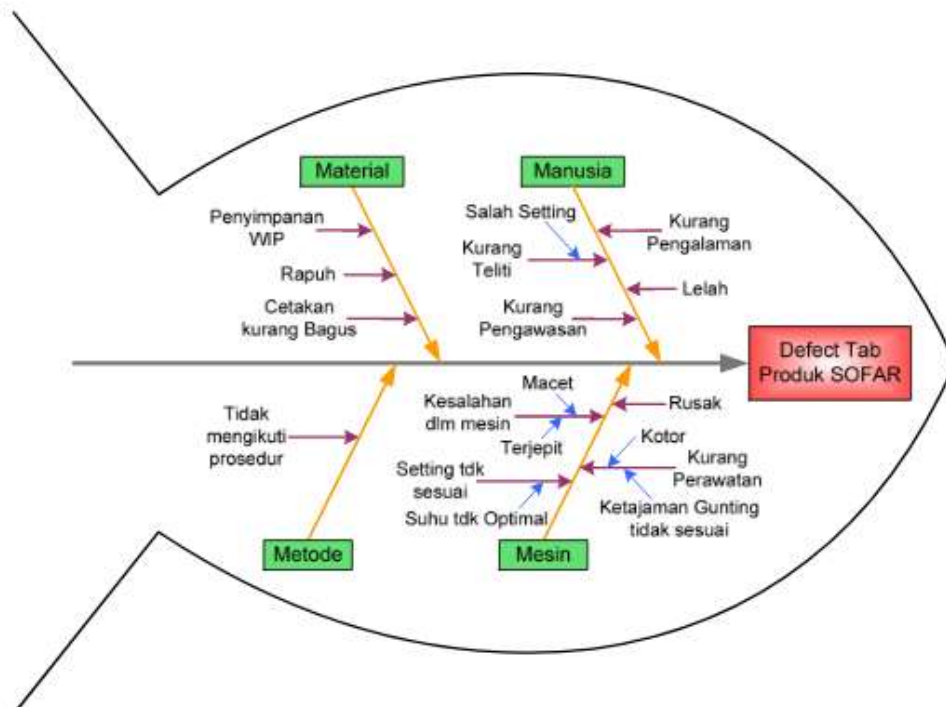
2.7 Tahap Analyze

Analyze merupakan langkah ketiga dalam operasional ketiga dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Kekurangan utama yang sering ditemui pada kebanyakan pemecahan masalah adalah kurangnya penekanan pada analisis yang tajam. Yang amat sering terjadi adalah kita melompat langsung kepada suatu solusi tertentu tanpa sepenuhnya memahami suatu masalah serta mengidentifikasi sumbernya atau akar permasalahan dari suatu masalah (Evans and Lindsay, 2007). Langkah-langkah yang ditempuh pada tahap *analyze* meliputi pembuatan diagram sebab-akibat (*fishbone diagram*) dan *Failure Mode and Effect Analyze* (FMEA).

2.7.1 Digram Sebab Akibat (*Cause and Effect Diagram*)

Kaoru Ishikawa memperkenalkan diagram sebab akibat di Jepang, sehingga diagram ini di sebut juga diagram Ishikawa. Karena strukturnya, diagram ini disebut diagram tulang ikan. Diagram sebab-akibat yang sering disebut dengan diagram Tulang Ikan (*Fishbone*) atau diagram *Ishikawa* yang bertujuan untuk memperlihatkan faktor-faktor yang berpengaruh pada kualitas hasil atau dengan kata lain diagram ini dipergunakan untuk menunjukkan faktor-faktor penyebab (sebab) dan karakteristik kualitas (akibat) yang disebabkan oleh faktor-faktor penyebab itu. Prinsip yang dipakai untuk membuat diagram sebab-akibat ini adalah sumbang saran (*Brainstorming*) (Evans and Lindsay, 2007).

Diagram sebab-akibat ini menunjukkan 5 faktor yang disebut sebagai sebab dari suatu akibat. Kelima faktor itu adalah manusia atau tenaga kerja (*Man*), metode (*Method*), bahan (*Material*), mesin (*Machine*), Lingkungan (*Environment*) (Sritomo, 2003). Contoh diagram sebab-akibat dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11. Contoh Bentuk Diagram Tulang Ikan (*Fishbone*)
(Sumber : Wignjosoebroto, 2003)

Pembuatan diagram sebab akibat diuraikan sebagai berikut
(Wignjosoebroto, 2003):

1. Tentukan karakteristik mutu. Seperti telah diuraikan diatas karakteristik mutu adalah suatu akibat yang terjadi, yang perlu diperbaiki dan dikendalikan. Untuk melakukan hal tersebut, maka perlu diketahui penyebabnya.
2. Tulislah karakteristik mutu pada sisi kanan. Gambarlah panah besar dari sisi kiri ke sisi kanan.
3. Tulislah faktor utama yang mungkin menyebabkan cacat, dengan mengarahkan panah cabang ke panah utama. Faktor penyebab yang mempunyai kemungkinan besar terhadap dispersi sebaiknya dikelompokkan kedalam item-item seperti bahan, peralatan (mesin), metode kerja dan metode pengukuran. Setiap grup individu akan membentuk sebuah cabang.
4. Selanjutnya pada setiap cabang, tulislah kedalamnya faktor rinci yang dapat dianggap sebagai penyebab, yang menyerupai ranting. Dan pada setiap ranting tulislah faktor yang lebih rinci, membuat cabang yang lebih kecil.

5. Akhirnya, periksalah apakah semua item yang menjadi penyebab dispersi telah masuk ke dalam diagram. Bila semuanya telah tercantum dan hubungan sebab akibat telah digambarkan dengan tepat, maka diagram tersebut telah lengkap.

2.7.2 Failure Mode and Effect Analyze (FMEA)

FMEA adalah metode sistematis untuk mengidentifikasi dan mencegah terjadinya masalah pada produk dan proses. FMEA fokus pada pencegahan masalah (*defects*), peningkatan keselamatan dan kesehatan kerja (*safety*) dan meningkatkan kepuasan pelanggan (*customer satisfaction*) (McDermott, 2009). Ada beberapa tipe dari FMEA. Berikut ini dijelaskan beberapa tipe dari FMEA, yaitu:

1. Design FMEA

Design FMEA digunakan untuk menganalisa produk sebelum dimasukkan ke dalam proses produksi. *Design* FMEA fokus pada modus kegagalan yang diakibatkan oleh desain (Stamatis, 2003),

2. Proses FMEA

Proses FMEA digunakan untuk menganalisa proses produksi dan perakitan. *Process* FMEA ini fokus pada modus kegagalan yang disebabkan oleh proses produksi dan perakitan (Stamatis, 2003),

3. System FMEA

System FMEA digunakan untuk menganalisa sistem dan subsistem dalam proses desain dan konsep. *System* FMEA ini fokus pada modus kegagalan antara fungsi dari sistem yang disebabkan oleh defisiensi sistem (Stamatis, 2003),

4. *Service* FMEA ke konsumen. *Service* FMEA fokus pada kegagalan yang disebabkan oleh sistem atau proses (Stamatis, 2003),

5. Product FMEA

Product FMEA fokus pada modus kegagalan yang terjadi pada produk atau proyek (Gygri, DeCarlo, Williams, 2005),

6. Software FMEA

Software FMEA digunakan untuk menganalisa modus kegagalan pada sebuah *software* (Gygri, DeCarlo, Williams, 2005).

Menurut (McDermott, 2009) manfaat yang dapat diperoleh dari penerapan FMEA adalah:

1. Secara substansi mengurangi biaya dengan mengidentifikasi desain dan perbaikan proses sedini mungkin.
2. Meningkatkan kualitas produk/proses dan keandalan proses yang lebih kuat, dan mengurangi atau menghilangkan kecenderungan untuk tindakan setelah fakta korektif/tindakan perbaikan.
3. Secara signifikan mengurangi potensi biaya yang tinggi ketika produk atau proses tidak bekerja seperti yang ditetapkan.
4. Memberikan ide-ide baru untuk perbaikan dalam desain yang sama atau proses.

Menurut (*Ford Motor Company*, 1992) manfaat *Process* FMEA bagi perusahaan antara lain:

- a. Membantu menganalisis proses *manufactur* baru.
- b. Meningkatkan pemahaman bahwa kegagalan potensial pada proses *manufactur* harus dipertimbangkan.
- c. Mengidentifikasi definisi proses, sehingga para *engginer* dapat berfokus pada pengendalian untuk mengurangi munculnya produksi yang menghasilkan produk yang tidak sesuai dengan yang diinginkan atau pada metode untuk meningkatkan deteksi pada produk yang tidak sesuai tersebut.
- d. Menetapkan prioritas untuk tindakan perbaikan pada proses.
- e. Menyediakan dokumen yang lengkap tentang perubahan proses untuk memandu pengembangan proses manufaktur atau perakitan di masa datang.

Output dari *Process* FMEA (*Ford Motor Company*, 1992) antara lain:

- 1) Daftar kode kegagalan yang potensial pada proses.
- 2) Daftar *critical characteristic* dan *significant characteristic*.
- 3) Daftar tindakan yang direkomendasikan untuk menghilangkan penyebab munculnya mode kegagalan atau untuk mengurangi tingkat kejadiannya dan

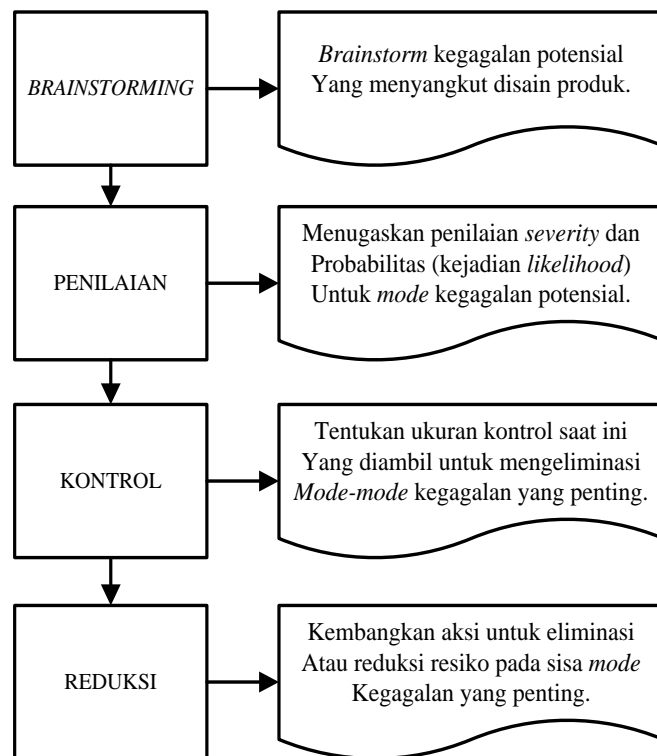
untuk meningkatkan deteksi terhadap produk cacat bila kapabilitas proses tidak dapat ditingkatkan.

Menurut (McDermott, 2009) langkah-langkah dasar pengerjaan FMEA yaitu:

1. Mengidentifikasi proses atau produk. Tim yang akan mengidentifikasi proses yang akan dianalisa, dapat mempertimbangkan diagram proses (*flowchart*) untuk memudahkan identifikasi proses FMEA. .
2. Menganalisis kemungkinan setiap potensi mode kegagalan (*potential failure mode*) yang berpotensi dapat terjadi.
3. Menganalisis efek yang ditimbulkan dari terjadinya setiap potensi kegagalan (*potential failure mode*).
4. Menentukan peringkat atau *ranking* dari *severity*, *occurrence*, dan *detection* dengan skala penilaian dari 1 sampai 10.
5. Menghitung nilai *Risk Priority Number* atau RPN pada setiap potensi mode kegagalan (*potential failure mode*).
6. Membuat daftar prioritas perbaikan untuk memperbaiki atau mencegah terjadinya potensi mode kegagalan (*potential failure mode*).
7. Membuat analisis usulan perbaikan (*recommended action*).

2.7.3 Proses FMEA

Untuk dapat mengetahui jenis kegagalan dan bagaimana cara untuk melakukan perbaikan dengan metode FMEA. Maka di bawah ini adalah proses-proses FMEA:



Gambar 2.12. Proses FMEA
(Sumber: Amin Syukron, 2012)

Menurut (Besterfield, 2003) hal-hal yang diidentifikasi dalam proses FMEA yaitu:

1. *Process function*

- a. Gambaran singkat dari proses yang sedang dianalisis
- b. Apabila fungsi dari produk lebih dari satu, pertimbangkan untuk dipisah, karena mempunyai kegagalan yang berbeda.
- c. Bila proses terdiri dari beberapa operasi dengan potensi kegagalan yang berbeda, maka pertimbangkan untuk proses tersebut kedalam beberapa bagian terpisah.

2. *Potential failure mode*

Potensi kegagalan dari proses kegagalan dalam memenuhi *requirement* dari proses. Dalam pembuatan FMEA diasumsikan bahwa *incoming* material sudah baik.

3. *Potential effect of failure*

Pengaruh potensial dari kegagalan terhadap konsumen baik internal maupun eksternal, apa yang dirasakan oleh pelanggan bila terjadi kegagalan. Konsekuensi dari kegagalan pada proses selanjutnya pada produk, pada *customer* atau terhadap peraturan pemerintah.

4. *Severity*

Severity adalah peringkat yang menunjukkan tingkat keseriusan efek dari suatu kegagalan. *Severity* untuk proses FMEA yaitu berupa angka dari 1 sampai 10. Pengaruh keparahan pada angka 1 sampai 10 menunjukkan tingkat keseriusan dari efek kegagalan dari yang terendah sampai tingkat keseriusan tertinggi. Peringkat *severity* pada proses FMEA ditunjukkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Kriteria Penilaian *Severity*

Akibat	Kriteria	Ranking
Berbahaya tanpa ada peringatan	Tingkat keparahan sangat tinggi, sehingga dapat membahayakan operator serta tidak adanya peringatan	10
Berbahaya dan ada peringatan	Tingkat keparahan sangat tinggi, sehingga dapat membahayakan operator serta adanya peringatan	9
Sangat tinggi	Produk yang cacat menyebabkan 100% harus di buang	8
Tinggi	Produk yang cacat menyebabkan sebagian produk harus di buang dan sisanya dapat disortir (apakah sudah baik/bisa di rework) pelanggan tidak puas	7
Sedang	Sebagian kecil menjadi scrap, sisanya tidak perlu disortir (sudah baik) dan pelanggan tidak puas dengan produk yang dihasilkan	6
Rendah	Sedikit mengganggu produksi, 100% produk dapat di rework	5
Sangat rendah	Agak mengganggu produksi, sebagian produk kurang dari 100% harus diperbaiki	4

Tabel 2.3 Kriteria Penilaian *Severity* (Lanjutan)

Kecil	Hanya sebagian kecil dapat di rework dan sisanya sudah baik	3
Sangat kecil	Sedikit mengganggu produksi, kurang dari 100% harus diperbaiki langsung di tempat kerja, pelanggan sangat tidak puas	2
Tidak ada	Tidak ada akibat apa-apa	1

(Sumber: Besterfield, 2003)

5. *Potential cause of failure*

Adalah penyebab potensial yang dapat mengakibatkan terjadinya kegagalan. Penyebab potensial hanya mencantumkan kesalahan yang spesifik.

6. *Occurrence*

Occurrence adalah seberapa sering penyebab kegagalan tersebut diproyeksikan akan terjadi. Nilai *occurrence* berupa angka 1 sampai 10. Angka 1 menunjukkan tingkat kejadian sering. Nilai *occurrence* hanya dapat diturunkan dengan mencegah atau mengontrol penyebab melalui desain proses. Nilai *occurrence* ditentukan untuk setiap penyebab potensial. Bila nilai *occurrence* tidak dapat ditentukan, gunakan *defect* dari produk/proses yang sama. Peringkat nilai *occurrence* ditunjukkan pada tabel 2.4.

Tabel 2.4 Kriteria Penilaian *Occurrence*

Probabilitas kegagalan	Tingkat Kegagalan	Ranking
Sangat Tinggi: Kegagalan hampir tidak dapat dielakkan lagi	$\geq 100/1.000$ unit	10
	50/1.000 unit	9
Tinggi: ada hubungannya dengan proses yang sama dengan proses sebelumnya dimana kegagalan sering terjadi	20/1.000 unit	8
	10/1.000 unit	7
Sedang: ada hubungannya dengan proses yang sama dengan proses sebelumnya dimana sering terjadi kegagalan, kadang-kadang terjadi, tetapi tidak dalam proporsi besar. (kegagalan jarang terjadi)	5/1.000 unit	6
	2/1.000 unit	5
	1/1.000 unit	4
Rendah: kegagalan sangat jarang	0,5/1.000 unit	3
Sangat rendah: hanya kegagalan tertentu yang terjadi pada proses yang sama	0,1/1.000 unit	2
Hampir tidak ada	$\leq 0,01/1.000$ unit	1

(Sumber: Besterfield, 2003)

7. *Current process control*

Adalah metode kontrol yang dapat mencegah terjadinya penyebab kegagalan potensial atau mendeteksi terjadinya *failure/cause*. Gambaran pada sistem, kontrol yang dilakukan pada saat ini, sistem kontrol dapat berupa pencegahan terhadap kegagalan, maupun deteksi kegagalan pada saat kegagalan tersebut terjadi.

8. *Detection*

Detection adalah seberapa besar kemungkinan modus kegagalan terdeteksi dan diantisipasi dengan proses pengawasan yang ada. *Detection* berupa angka dari 1 sampai 10, dimana 1 menunjukkan sistem deteksi dengan kemampuan tinggi atau hampir dipastikan suatu *failure mode* dapat terdeteksi. Sedangkan angka 10 menunjukkan sistem deteksi dengan kemampuan rendah, dimana sistem deteksi tidak efektif atau tidak dapat mendeteksi sama sekali. Peringkat dari nilai *detection* ditunjukkan pada tabel 2.5.

Tabel 2.5 Kriteria Penilaian *Detection*

<i>Detection</i>	Kriteria kemungkinan cacat bisa di deteksi oleh proses kontrol yang ada	Ranking
Hampir tidak dapat di deteksi	Penyebab cacat tidak dapat dideteksi	10
Sangat kecil	Penyebab cacat kemungkinan besar tidak dapat di deteksi	9
Kecil	Kontrol mempunyai peluang yang kecil untuk mendeteksi kegagalan	8
Sangat rendah	Sangat rendah kemungkinan kontrol untuk mendeteksi kegagalan	7
Rendah	Rendah kemungkinan kontrol untuk mendeteksi kegagalan	6
Sedang	Inspeksi yang sangat hati-hati dengan indera manusia untuk mengetahui cacat yang terjadi	5
Agak tinggi	Inspeksi yang hati-hati dengan indera manusia untuk mengetahui cacat yang terjadi	4
Tinggi	Kontrol mempunyai peluang yang besar untuk mendeteksi kegagalan	3
Sangat tinggi	Kontrol hampir pasti mendeteksi kegagalan	2
Hampir pasti	Hampir pasti kemungkinan kontrol yang ada, dapat mendeteksi kegagalan	1

(Sumber: Besterfield, 2003)

9. Risk Priority Number (RPN)

Risk Priority Number adalah angka yang menyatakan skala prioritas terhadap risiko kualitas yang digunakan untuk panduan dalam melakukan *action plan*. RPN merupakan hasil perkalian dari *severity x occurrence x detection*.

$$RPN = \text{rating severity} \times \text{rating occurrence} \times \text{rating detection} \dots\dots(10)$$

Angka RPN berkisar dari 1 sampai 1000, dimana semakin tinggi angka RPN, maka proses semakin berisiko tidak dapat menghasilkan produk dengan spesifikasi yang diinginkan.

10. Recommended action

Adalah membuat rencana tindakan yang akan direkomendasikan baik berupa preventif atau detektif untuk mengurangi atau mengeliminasi kegagalan. Pada prinsipnya ada standar yang baku kapan *recommended action* harus dilakukan berdasarkan nilai RPN tertinggi. Contoh Tabel *check list* FMEA ditunjukkan pada tabel 2.6.

Tabel 2.6 Check List FMEA

Item:		Process Responsibility:				Prepared by:									
Model Number/year:		Key Date:				FMEA date:									
Core team:															
Process Function	Potential Failure Mode	Potential Effect of Failure	Severity	Class	Potential Cause Mechanism Of failure	Occurrence	Current Process Control	Detection	RPN	Recommended Action	Respons Target	Action result			
												Action Taken	Severity	Occurrence	Detection

(Sumber: Besterfield, 2003)

2.8 Tahap Improve

Pada tahap ini merupakan langkah operasional keempat dalam program peningkatan kualitas *six sigma*. (Gasperz, 2002) menyatakan bahwa setelah sumber-sumber dan akar penyebab dari masalah kualitas teridentifikasi, maka perlu dilakukan penerapan rencana tindakan (*action*

(Sumber: Gaspersz, 2002)

2.9 Tahap *Control*

Tahap *control* merupakan tahap operasional yang terakhir dari program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini hasil-hasil peningkatan kualitas didokumentasikan, distandarisasikan dan disebarluaskan. Prosedur-prosedur didokumentasikan dan dijadikan pedoman kerja standar, serta tanggung jawab ditransfer dari tim *Six Sigma* kepada penanggung jawab proses, yang berarti proyek *Six Sigma* berhenti pada tahap ini. Pada tahap ini perubahan-perubahan yang dibuat dijaga untuk mempertahankan perbaikan-perbaikan dalam menghasilkan *output* yang diharapkan, (Gaspersz, 2002). Alat yang bisa digunakan antara lain:

1. Peta Kontrol
2. *Control Plan*
3. *Check Sheet*

Selanjutnya perbaikan *six sigma* pada area lain dalam proses atau operasi bisnis ditetapkan sebagai perbaikan baru yang harus mengikuti siklus D-M-A-I-C (*Define, Measure, Analyze, Improve, and Control*). Melalui cara ini, maka akan terjadi peningkatan integrasi, institusionalisasi, pembelajaran, dan *sharing* atau transfer pengetahuan-pengetahuan baru dalam organisasi *six sigma*.

Tujuan institusionalisasi adalah mentransformasi bagaimana praktek bisnis itu dilakukan mengikuti prinsip-prinsip *six sigma*. Dengan kata lain tujuan institusionalisasi adalah mengintegrasikan *six sigma* ke dalam cara-cara praktek bisnis itu yang dikelola sehari-hari. *Six sigma* tidak hanya berfokus pada penyelesaian perbaikan, tetapi juga menawarkan bagaimana kumpulan dari hasil-hasil perbaikan itu mempengaruhi tingkat kinerja yang lebih besar, proses tingkat tinggi yang berlangsung dari hari ke hari.

Tujuan dari standarisasi adalah menstandarisasikan sistem kualitas *six sigma* yang telah terbukti menjadi terbaik dalam bisnis kelas dunia. Hasil-hasil yang memuaskan dari perbaikan peningkatan kualitas *six sigma*

harus distandarisasikan, dan selanjutnya dilakukan peningkatan kualitas terus-menerus pada jenis masalah yang lain melalui perbaikan *six sigma* yang lain mengikuti *D-M-A-I-C*. Dengan demikian sasaran perbaikan *six sigma* yang telah tercapai harus dipromosikan ke seluruh organisasi melalui manajemen dan operator yang kemudian menstandarisasikan metode-metode *six sigma* yang telah memberikan hasil-hasil optimum tersebut.

Standarisasi dimaksudkan untuk mencegah masalah yang sama atau praktek-praktek lama terulang kembali. Terdapat dua alasan melakukan standarisasi, yaitu:

1. Apabila tindakan peningkatan kualitas atau solusi masalah itu tidak distandarisasi, terdapat kemungkinan bahwa setelah periode waktu tertentu, manajemen dan karyawan akan menggunakan kembali cara kerja yang lama sehingga memunculkan kembali masalah yang sudah pernah terselesaikan itu.
2. Apabila tindakan peningkatan kualitas atau solusi masalah itu tidak distandarisasikan dan di dokumentasikan, maka terjadi kemungkinan setelah periode waktu tertentu apabila terjadi pergantian manajemen dan karyawan, orang baru akan menggunakan cara kerja yang akan memunculkan kembali masalah yang sudah pernah terselesaikan oleh manajemen dan karyawan terdahulu itu.

Pengendalian merupakan tahap operasional terakhir dalam *six sigma*. Pada tahap ini ketika sebuah proses dapat ditingkatkan atau perlu diperbaiki maka langkah-langkah perbaikan yang telah didapat perlu didokumentasikan dan disebarluaskan serta praktik-praktik terbaik yang sukses dalam meningkatkan kualitas perlu distandarisasikan dan disebarluaskan. Ukuran-ukuran baru yang telah diperoleh dapat dijadikan dasar dalam peningkatan kualitas secara terus-menerus.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan garis besar tahapan penelitian yang harus diterapkan terlebih dahulu sebelum melakukan pemecahan masalah yang akan dibahas, sehingga penelitian dapat dilakukan dengan terarah dan memudahkan dalam menganalisis permasalahan yang ada. Langkah-langkah yang dilakukan dalam upaya memecahkan permasalahan yang diteliti adalah sebagai berikut:

3.1 Jenis Data dan Sumber Data

Jenis data dan sumber data yang digunakan dalam penelitian ini:

3.1.1 Jenis Data

Jenis-jenis data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan jenis data primer dan sekunder.

1. Data primer merupakan data yang diperoleh dari pengamatan langsung.
2. Data sekunder merupakan data yang diperoleh melalui media perantara atau secara tidak langsung. Penelitian ini dilakukan terhadap produk *piston* pada *line piston* di PT Chemco Harapan Nusantara, dimana data yang diperoleh hanya menggunakan data sekunder. Di dalam penelitian ini data sekunder didapatkan dari hasil wawancara, buku pedoman, dan lembar *check* harian. Adapun jenis data sekunder yang diperoleh dari penelitian ini, yaitu:
 - a. Data umum perusahaan.
 - b. Data jumlah produksi April 2017.
 - c. Data jumlah produk cacat April 2017.
 - d. Data jumlah jenis cacat April 2017.
 - e. Data hasil *brainstorming*, wawancara dan kuesioner.

3.2 Metode Pengumpulan Data

Metode yang digunakan dalam pengumpulan data untuk penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian Lapangan

Penelitian lapangan ini dilakukan guna mencari data, mengumpulkan data serta mengolahnya dengan cara melakukan pengamatan secara langsung di lapangan, melakukan diskusi dengan *foreman*, *staff* produksi, *staff quality control*, dan operator pada proses *plating* di *line piston*. Maksud dari penelitian lapangan yang dilakukan adalah untuk mengetahui kondisi aktual dan permasalahan yang terjadi secara akurat mengenai penyebab kegagalan pada proses produksi *piston* di PT Chemco Harapan Nusantara.

2. Penelitian Kepustakaan (*Library Research*)

Dalam penyusunan tugas akhir ini, dilakukan pada penelitian kepustakaan (*library research*) guna memenuhi dasar teori dalam menyusun tugas akhir ini. Penelitian kepustakaan ini dilakukan dengan cara mengumpulkan dan mempelajari data-data kepustakaan baik yang diperoleh melalui buku-buku, maupun jurnal yang berhubungan dengan permasalahan yang dihadapi sehingga dapat menunjang penulis dalam menyusun tugas akhir ini.

3.3 Teknis Analisis

Langkah-langkah yang dilakukan dalam metodologi penelitian ini dimulaidari studi pendahuluan sampai kesimpulan dan saran. Langkah-langkah metodologi secara rinci dijelaskan sebagai berikut:

3.3.1 Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan ini terbagi menjadi dua, yakni studi lapangan dan studi pustaka.

1. Studi Lapangan

Studi lapangan adalah kegiatan mengamati aktivitas yang terjadi di dalam PT Chemco Harapan Nusantara, dilakukan dengan cara terjun langsung ke lapangan. Kegiatan ini bertujuan untuk memahami proses produksi *Piston* yang berlangsung dan mengetahui permasalahan yang terjadi.

2. Studi Pustaka

Studi pustaka adalah kegiatan yang menunjang penelitian. Pada tahap ini dilakukan kegiatan menelaah sumber-sumber yang berasal dari buku maupun jurnal yang berkaitan dengan permasalahan yang terjadi di lapangan.

3.3.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah

Identifikasi dan perumusan masalah merupakan suatu pengamatan yang dilakukan untuk menemukan masalah dengan meninjau proses produksi *piston* dan melakukan wawancara dengan pihak yang berkepentingan. Permasalahan yang terjadi pada proses produksi *piston* di *line piston* adalah masih banyaknya produk yang mengalami kecacatan saat proses produksi berlangsung, sehingga mengakibatkan produk yang dihasilkan tidak memenuhi spesifikasi yang ditetapkan. Oleh karena itu, diperlukan analisis untuk mengendalikan dan meningkatkan kualitas yang diharapkan dapat membantu meminimalisir kegagalan yang terjadi pada saat proses produksi berlangsung, sehingga jumlah produk yang cacat akan berkurang.

3.3.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ditetapkan sebagai pedoman, langkah-langkah apa yang akan dilakukan dan data apa saja yang diperlukan agar tujuan akhir pada penelitian yang dilakukan dapat tercapai. Maksud dan tujuan yang hendak dicapai dari penelitian ini harus diuraikan secara spesifik dan jelas. Adapun tujuan pada penelitian ini telah diuraikan pada Bab I dimana penelitian dilakukan di PT Chemco Harapan Nusantara.

3.3.4 Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian. Hasil dari data yang sudah dikumpulkan dan diolah akan digunakan untuk memberikan informasi dalam melakukan analisis dan pemecahan masalah.

Pengolahan data Berdasarkan data yang telah didapat pada tahap pengumpulan data, selanjutnya dilakukan beberapa tahap pengolahan data dengan metode DMAIC dan analisis dengan FMEA.

1. Tahap *Define*

Pada tahap ini melakukan pendefinisian secara jelas yang merupakan fase awal penerapan metode DMAIC untuk meningkatkan kualitas. Aktivitas yang dilakukan pada tahap ini adalah:

a. Pemilihan lini produksi

Pemilihan dan penentuan proyek dilakukan dengan memprioritaskan masalah-masalah peningkatan kualitas mana yang harus ditangani terlebih dahulu. Hal tersebut ditentukan berdasarkan jumlah *defect* terbesar pada lini produksi. Setelah mendapatkan lini produksi yang akan diteliti, selanjutnya menentukan model produk yang akan diteliti, dan kemudian menentukan jenis komponen yang akan diteliti berdasarkan jumlah *defect* terbesar.

b. Pembuatan diagram aliran proses

Diagram ini dibuat untuk menggambarkan semua aktivitas, baik produktif maupun tidak produktif yang terlibat dalam proses pelaksanaan kerja.

c. Membuat diagram SIPOC (*Supplier-Input-Process-Output -Customer*)

Diagram ini dibuat untuk mengetahui gambaran secara representatif aliran material dari *supplier* sampai ke *customer*. Diagram SIPOC juga dibuat untuk proses yang menjadi target perbaikan sehingga dapat menggambarkan hubungan atau keterkaitan dari *customer* sampai ke proses.

2 Tahap *Measure*

Measure adalah tahap pengukuran yang merupakan langkah operasional kedua dalam program peningkatan kualitas *six sigma*. Aktivitas yang dilakukan pada tahap ini adalah:

a. Mendefinisikan *Critical To Quality* (CTQ)

Setelah proyek *six sigma* didefinisikan, kemudian karakteristik kunci dari produk yang diteliti juga harus didefinisikan. CTQ merupakan poin-poin kritis dalam kualitas suatu produk. CTQ dalam penelitian ini dipilih berdasarkan jenis *defect* terbesar yang terjadi.

b. Pembuatan Diagram Pareto

Untuk menunjukkan persoalan utama yang dominan dan perlu segera diatasi, serta menyatakan perbandingan masing-masing persoalan yang ada dan kumulatif secara keseluruhan.

c. Pembuatan Peta Kendali P

Proses kerja akan dikatakan terkendali apabila data yang diplotkan berada dalam batas-batas kontrol. Jika data yang diplotkan berada diluar batas kontrol yang telah ditetapkan pada salah satu peta maka proses kerja yang berlangsung perlu segera dianalisa dan dikoreksi.

d. Perhitungan *Defect per Million Opportunities* (DPMO) dan *Level Sigma*
Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai DPMO untuk mengetahui seberapa besar *defect* yang terjadi dari satu juta kemungkinan yang ada, dan dilakukan pengkonversian nilai DPMO ke nilai *level sigma* untuk mengetahui pada tingkat berapa proses tersebut berada.

3 Tahap *Analyze*

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap proses yang bermasalah untuk menjadi prioritas perbaikan. Hal tersebut dilakukan dengan mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab masalah. Adapun aktivitas yang dilakukan pada tahap ini yaitu:

a. Pembuatan diagram sebab-akibat (*fishbone diagram*).

Diagram sebab-akibat berguna untuk menganalisis dan menemukan faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan dalam menentukan karakteristik kualitas *output* kerja.

b. Pembuatan *Failure Mode effect Analysis* (FMEA)

Pembuatan FMEA berdasarkan diagram *Fishbone*. FMEA digunakan untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan. Pada FMEA meratingkan nilai *severity*, *occurance* dan *detection* serta akan didapatkan nilai RPN (*Risk Priority Number*).

4 Tahap *Improve*

Tahap *improve* merupakan tahap perbaikan terhadap masalah yang paling berpengaruh dalam proses. Pada tahap perbaikan ini diusulkan solusi seleksi perbaikan dalam usaha untuk memenuhi target perbaikan kualitas. Adapun

tindakan korektif yang akan diambil, untuk mengurangi perbedaan antara performansi yang ada dalam proses, dan target yang ingin dicapai dalam rangka perbaikan kualitas adalah dengan menggunakan metode 5W+1H.

5 Tahap *Control*

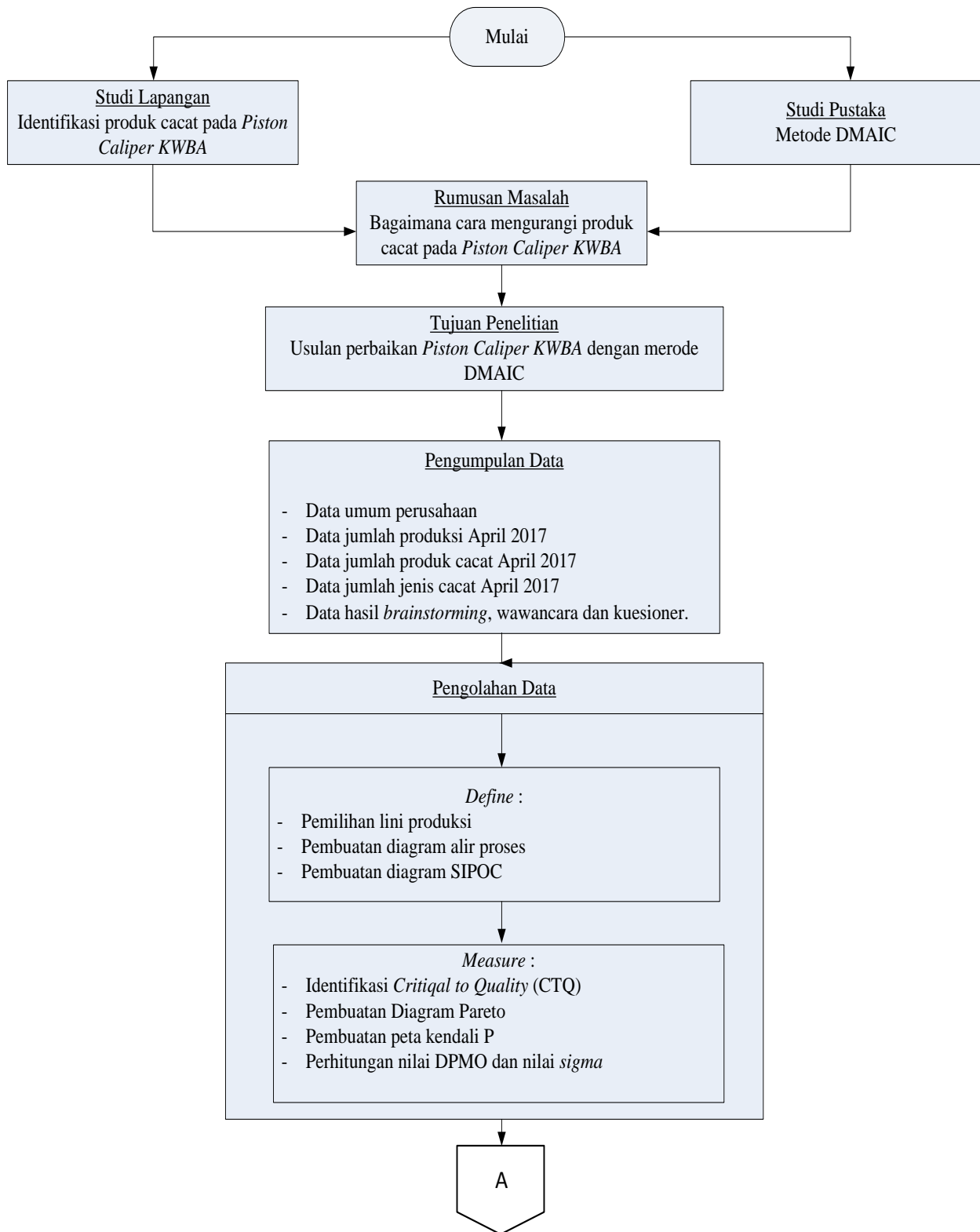
Control merupakan tahap terakhir dalam program peningkatan kualitas *six sigma*. Pada tahap ini akan dilakukan pengontrolan terhadap hasil implementasi. Pengontrolan dilakukan dengan cara membuat peta kendali untuk melihat apakah proses produksi dengan menggunakan usulan perbaikan terkendali secara statistik atau tidak. Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai DPMO dan *level sigma* setelah perbaikan. Nilai-nilai tersebut dibandingkan sebagai indikator berhasil atau tidaknya usulan perbaikan dari proyek *six sigma*.

3.3.5 Kesimpulan dan Saran

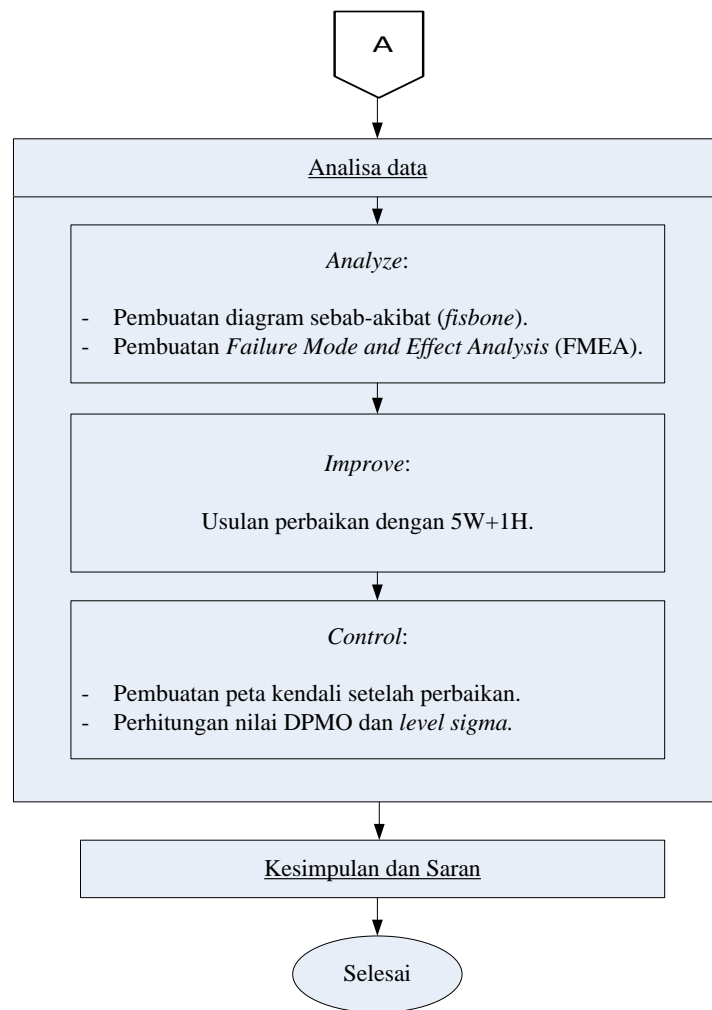
Kesimpulan diperoleh setelah memperoleh hasil pengolahan data dan analisa yang dilakukan terhadap data hasil penelitian yang telah diperoleh. Kesimpulan yang diambil sedapat mungkin harus dapat menjawab semua tujuan penelitian yang telah ditentukan sebelumnya. Kemudian atas dasar kesimpulan tersebut, penulis memberikan saran kepada perusahaan yang diharapkan dapat memberikan kontribusi kepada kemajuan perusahaan.

3.3.6 *Flowchart* Pemecahan Masalah

Flowchart pemecahan masalah menggambarkan langkah-langkah yang dilakukan dalam pemecahan masalah. *Flowchart* pemecahana masalah tersebut dapat dilihat pada gambar 3.1 di bawah ini:



Gambar 3.1 Kerangka Pemecahan Masalah (Lanjut..)
(sumber: pengumpulan data)



Gambar 3.1 Kerangka Pemecahan Masalah (Lanjutan)
(sumber: pengumpulan data)

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara melakukan pengamatan langsung di rantai produksi. Pengumpulan data meliputi data umum perusahaan, deskripsi produk, data jumlah produksi, data jumlah cacat yang diperoleh dari divisi *quality control* selama bulan April 2017.

4.1.1 Sejarah Perusahaan

Perkembangan teknologi yang semakin pesat mendorong manusia untuk selalu mempelajari ilmu pengetahuan dan teknologi. Dalam dunia otomotif dikenal "*Brake System*" atau yang biasa disebut dengan "*Rem*" yang berguna untuk perlambatan suatu kecepatan. PT Chemco Harapan Nusantara merupakan singkatan dari *Chemical Corporation* salah satu industri *manufacture* yang memproduksi *brake system* sejak tahun 1985.

PT Chemco Harapan Nusantara berdiri pada tahun 1985 di daerah Kapuk dan menjadi salah satu perusahaan yang menjalankan usahanya khususnya *brake system*. Karena kebutuhan akan *brake system* meningkat maka PT Chemco Harapan Nusantara membangun di kawasan Industri Jababeka, Cikarang, Bekasi, Jawa Barat. Dahulu PT Chemco Harapan Nusantara hanya berdiri satu pabrik, namun sejalan dengan perkembangan dan kemajuan khususnya di bidang *otomotif*, maka PT Chemco Harapan Nusantara mengembangkan menjadi empat pabrik. Adapun empat pabrik dan prosesnya tersebut adalah sebagai berikut:

Pabrik I : Beroperasi proses *Cold press, Hot press, Bonding*.

Pabrik II : Beroperasi Proses *Moulding, Die Casting, GravityDie Casting, Finishing, Painting Black*.

Pabrik III : Beroperasi proses *Assembling, Receiving* dan *Delivery*.

Pabrik IV : Beroperasi proses *Machining, Painting dan Plating.*

PT Chemco Harapan Nusantara menerapkan *line and flow process* di *Machining department*. *line and flow process* berfungsi memberikan gambaran awal bagaimana cara memaksimalkan peran mesin dalam dunia industri. Secara umum didalam department memiliki dua jenis mesin CNC yaitu *milling* mesin dan *lathe* mesin. Kedua jenis mesin tersebut di pakai untuk memproduksi 39 part-part *machining*. Mesin tersebut terbagi dalam 3 kelompok yaitu, *Machining 1*, *Machining II* dan *Piston*. Di dalam *Machining 1* terdapat 3 *type part* yaitu: *caliper*, *crown handle*, *engine part*. Selanjutnya di *Machining II* terdapat 3 *type part* yaitu: *master cylinder*, *cover crank case*, *panel & level*. Dan yang terakhir di *piston* yaitu *type eksport*.

Salah satu part *brake system* yang diproduksi PT Chemco Harapan Nusantara adalah *piston caliper KWBA* yang berguna menyalurkan kekuatan *hidrolik* dari *front master cylinder* untuk mencengkram *disc brake*. *Caliper rear* yang diproduksi oleh PT Chemco Harapan Nusantara dimulai dari proses *gravity die casting (Aluminium Casting)* dan *painting* yang ada di pabrik II, berlanjut ke pabrik IV untuk pemrosesan di line *machining* dan pengecekan di *Line final inspection* hingga proses *packing* dan *delivery* yang ada di pabrik III ke produsen kendaraan bermotor.

4.1.2 Profil Perusahaan

PT Chemco Harapan Nusantara adalah perusahaan yang memproduksi *spare part* kendaraan bermotor, ada dua cabang yaitu di Karawang dan Cikarang. beralamat di Kawasan Industri Jababeka Raya Blok F. No, 19-28 Cikarang, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat 17530. Karawang beralamat di Kawasan Industri Karawang Mitra Raya II Kav.Blok E No 7-12 Karawang Timur, Kabupaten Karawang Jawa Barat 41371. PT Chemco Harapan Nusantara memiliki jumlah pekerja 5248 orang dengan luas keseluruhan pabrik 80.000 m² untuk Cikarang dan 150.000 m² untuk Karawang.

Saat ini kepengurusan dipimpin oleh Takayoshi Shinohara sebagai presiden direktur dan Yohannes Lawalata sebagai direktur. Gambar tampak depan PT

Chemco Harapan Nusantara dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Gambar tampak atas PT Chemco Harapan Nusantara dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.1. Tampak Depan PT Chemco Harapan Nusantara
(Sumber: PT Chemco Harapan Nusantara)



Gambar 4.2. Tampak Atas PT Chemco Harapan Nusantara

(Sumber: PT Chemco Harapan Nusantara)

4.1.3 Layout PT Chemco Harapan Nusantara

Layout pabrik adalah rencana penggunaan lantai atau ruangan sehingga dapat diadakan pengaturan tata letak tempat mesin dan perlengkapan suatu pabrik yang diinginkan, ditetapkan dan diperkirakan dengan sebaik-baiknya. Dengan adanya *layout* pabrik akan tercapainya aliran proses yang lancar untuk dapat menekan biaya yang serendah mungkin dengan pelayanan material yang

minim pula selama proses suatu produk sejak awal. Adapun unsur-unsur yang dapat mempengaruhi *layout* di dalam pabrik adalah:

1. Unsur bahan baku atau bahan mentah.
2. Unsur mesin dan alat produksi.
3. Unsur bangunan.
4. Unsur angkut mengangkut dan pemindahan
5. Unsur menunggu dan menimbun.
6. Unsur manusia.

Layout produksi yang ada di perusahaan ini sudah dapat dikatakan baik karena memenuhi kriteria-kriteria sebagai berikut:

1. Pola aliran material terencana dengan baik.
2. *Layout* mempunyai aliran yang langsung.
3. Minimum *back tracking*.
4. Waktu produksi dapat diprediksi dengan baik.
5. Pergerakan material dari suatu proses ke proses lain mempunyai efisiensi yang baik.
6. Tata letak mesin disesuaikan dengan konstruksi bangunan.



Gambar 4.3. Tata Letak (*Layout*) PT Chemco Harapan Nusantara

(Sumber: PT Chemco Harapan Nusantara)

4.1.4 Visi dan Misi Perusahaan

Dalam menjalani bisnisnya, PT Chemco Harapan Nusantara tentu memiliki tujuan ataupun visi, dan untuk mencapai visi tersebut diperlukanlah misi. Berikut ini adalah visi dan misi dari PT Chemco Harapan Nusantara:

1. Visi Perusahaan

Meraih kepercayaan *customer* dalam menggunakan produk perusahaan.

2. Misi Perusahaan

Menjadi yang terbaik diantara perusahaan *automotive* di Kawasan Asia

4.1.5 Struktur Organisasi Perusahaan

Seperti hal umumnya pada PT Chemco Harapan Nusantara dalam rangka melancarkan kegiatan mekanisme kerja yang dilakukan dalam tubuh perusahaan, maka PT Chemco Harapan Nusantara memperlihatkan satu organisasi yang tumbuh dan berkembang dengan mengadakan perubahan-perubahan dari struktur organisasi yang dinilai kurang efisien dalam pencapaian dan tujuan.

Dalam perubahan maupun organisasi pemerintahan, struktur organisasi mempunyai arti yang penting antara lain:

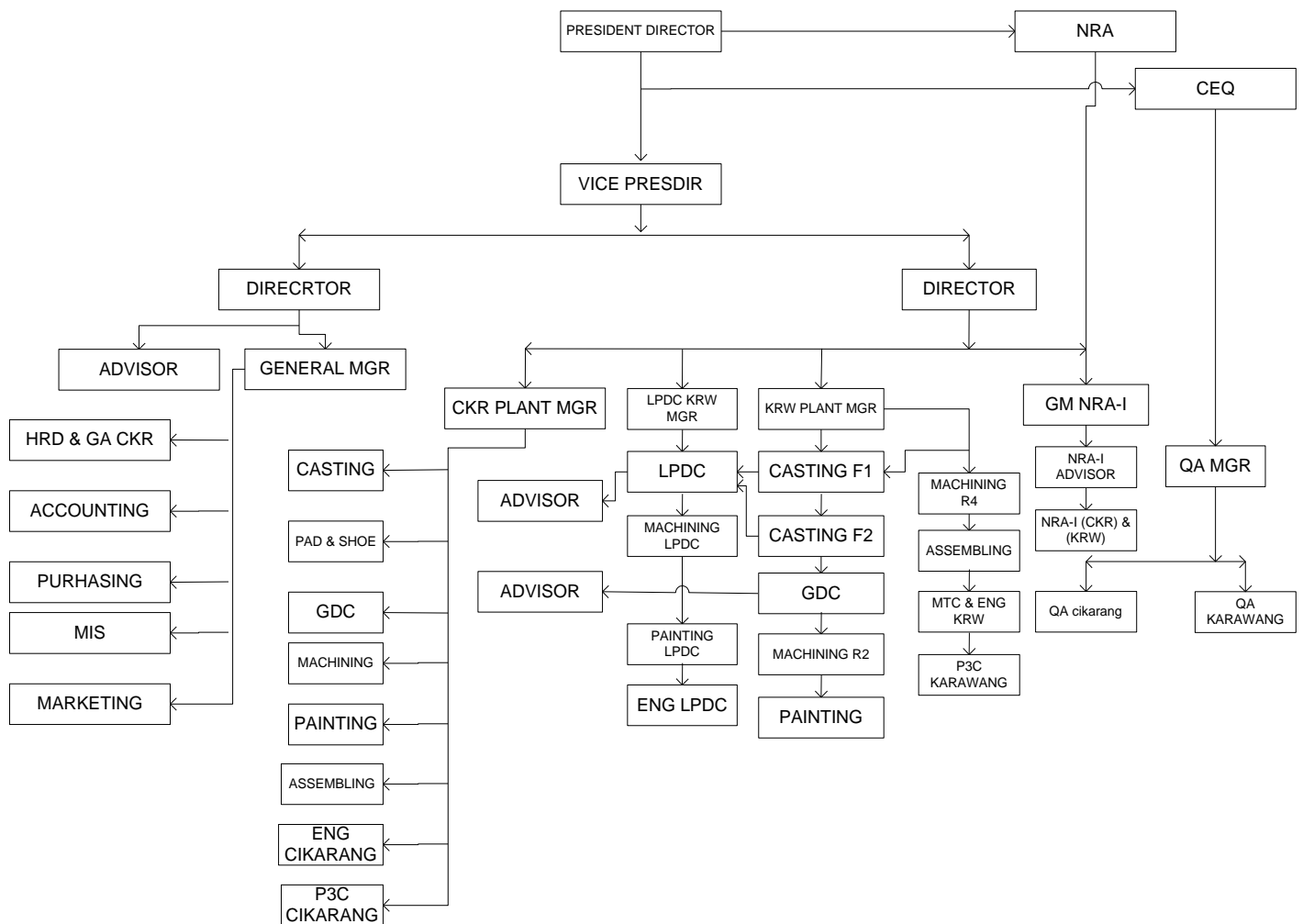
1. Memberikan gambaran tentang organisasi.
2. Menunjukkan penetapan masing-masing kekuasaan dan tanggung jawab yang tentu.
3. Menggambarkan pembagian tugas karyawan secara teratur.
4. Menggambarkan kekuasaan garis-garis kekuasaan dan hubungannya.

Dengan demikian, struktur organisasi dapat pula dijadikan satu pedoman bagi penyusunan kerja yang memberikan manfaat yang besar bagi pimpinan dan karyawannya. Oleh sebab itu, dalam penyusunan atau membuat struktur organisasi haruslah dibuat sederhana mungkin, jelas dalam membedakan unsur-unsur pokok dan tanggung jawab. Organisasi yang dibuat untuk menunjang kebijakan tersebut, mengetahui bagan struktur kepengurusan, menggambarkan

aliran perintah dari atasan, memberikan wawasan tentang kepengurusan jenis dan pekerjaan yang dilakukan, 3. Struktur Organisasi dan *Job Description*.

Dalam setiap organisasi dengan segala aktifitasnya akan terjalin hubungan diantara individu. Makin besar organisasi, makin kompleks hubungan yang terjadi diantara individu. Oleh karena itu diperlukan struktur organisasi yang merupakan suatu gambaran yang menyatakan pembagian, tanggung jawab masing-masing individu tersebut dan menunjukan tingkat spesifikasi dalam kegiatan kerja.

Berikut skema struktur organisasi PT Chemco Harapan Nusantara dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4. Struktur Organisasi PT Chemco Harapan Nusantara (Sumber: PT Chemco Harapan Nusantara)

Secara umum uraian tugas, tanggung jawab dan wewenang dari masing-masing pekerjaan tersebut adalah sebagai berikut:

1. *President Director*

Pimpinan puncak PT Chemco Harapan Nusantara yang memiliki tugas dan wewenang sebagai berikut:

- a. Memimpin dan menjalankan perusahaan secara menyeluruh dalam artimenentukan kebijaksanaan dari semua kegiatan perusahaan.
- b. Menyusun rencana dan membahasnya dengan para direktur tentang kelangsungan hidup perusahaan.
- c. Bertanggung jawab untuk mengarahkan, serta mengawasi agar tujuan perusahaan dapat dicapai baik untuk jangka pendek maupun jangka panjang.
- d. Mengkoordinir, mengarahkan, serta mengawasi kegiatan yang dilakukan para manajer agar sesuai dengan tujuan yang digariskan oleh perusahaan.
- e. Melaporkan hasil kegiatan perusahaan kepada pimpinan perusahaan yang ada di PT Chemco Harapan Nusantara.

2. *Vice President Director*

Bertugas dan bertanggung jawab bersama-sama presiden direktur memimpin perusahaan ke jajaran depan industri, mengembangkan perencanaan strategis untuk mencapai misi sesuai dengan filosofi perusahaan, menetapkan kebijakan, mengawasi jalannya operasi, melakukan koordinasi antar direksi dan apabila diperlukan atau presiden direktur berhalangan, mengambil keputusan penting untuk seluruh departemen demi kelancaran operasional.

3. *Director*

Bertugas dan bertanggung jawab mengawasi terhadap seluruh aspek manajemen keuangan perusahaan, memimpin dan mengkoordinasikan kegiatan administratif, menentukan kebijakan keuangan, rencana bisnis dan anggaran perusahaan serta mengembangkan sisttem pengendalian intern, serta mengkoordinasikan dan mengevaluasi masalah operasional umum, membina hubungan baik kepada pihak intern maupun eksternal yang terkait dengan membuat perencanaan untuk meningkatkan efektivitas dan produktivitas karyawan, menyetujui dan mengkoordinasikan perubahan dan perbaikan pada sistem dan prosedur semua

bagian umum yang terkait, membentuk dan meningkatkan kepribadian yang baik loyalitas karyawan terhadap perusahaan serta menciptakan suasana kerja yang kondusif, melakukan tugas-tugas lain yang berkaitan dengan masalah umum lainnya.

4. *General Manager*

Pemimpin perusahaan yang membawahi sejumlah operasional masing-masing departemen. Tugas dan tanggung jawabnya *General Manager Finance* dan Administrasi antara lain:

- a. Memimpin dan mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan
- b. dengan operasional perusahaan meliputi departemen HRD&GA
- c. (General Affair) dan departemen accounting.
- d. Membuat perjanjian kepada beberapa bank.
- e. Menandatangani PKB (Perjanjian Kerja Bersama) tahunan.
- f. Mengontrol setiap pemasukan dan pengeluaran kas.
- g. Tegas dalam mengambil keputusan yang berhubungan dengan
- h. pengeluaran uang.
- i. Membuat laporan keuangan untuk keperluan direksi.
- j. Memelihara hubungan yang baik secara internal maupun eksternal.
- k. Mengawasi dan mengambil keputusan serta tindakan-tindakan yang
- l. diperlukan oleh manager HRD&GA, serta manager accounting.

5. *General Manager* Produksi

Pimpinan perusahaan yang membawahi sejumlah operasional masing-masing departemen yaitu departemen *maintenance* dan departemen produksi. Tugas dan tanggung jawabnya antara lain:

- a. Mengawasi dan mengambil keputusan serta tindakan-tindakan yang diperlukan oleh manager produksi.
- b. Membuat rencana produktivitas.
- c. Menjaga produktivitas dan mutu produk.

6. *General Manager Purchasing, Warehouse, dan SCM (Supply Chain Management)*

Pemimpin yang membawahi sejumlah operasional masing-masing departemen yaitu departemen SCM, *purchasing*, dan *warehouse*. Tugas dan tanggung jawabnya antara lain:

- a. Memimpin dan mengawasi setiap departemen.

- b. Menentukan mutu vendor yang baik untuk perusahaan.
- c. Mengontrol kegiatan penyediaan bahan-bahan yang diperlukan untuk kegiatan produksi.
- d. Mengotorisasikan setiap pengeluaran *Purchase Order*.
- e. Mengawasi setiap kegiatan ekspor dan impor.
- f. Membuat laporan untuk keperluan divisi.

7. Manajer Keuangan

Tugas dan tanggung jawab manajer keuangan antara lain:

- a. Mencatat setiap penerimaan uang dari pelanggan dan membuat laporan pembayaran piutang.
- b. Mengawasi dan memeriksa setiap pengeluaran kas.
- c. Mengawasi dan memeriksa piutang yang telah jatuh tempo.
- d. Membuat dan merencanakan penagihan ke pelanggan yang belum membayar.

8. Manajer HRD &GA

Tugas dan tanggung jawab manajer HRD &GA antara lain:

- a. Bertanggungjawab terhadap perencanaan, pengawasan dan melaksanakan evaluasi terhadap jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan oleh perusahaan.
- b. Melaksanakan seleksi, promosi, transferring, demosi terhadap karyawan dianggap perlu.
- c. Melaksanakan kegiatan-kegiatan pembinaan dan pelatihan.
- d. *Building Management* atau penanganan perawatan bangunan gedung.
- e. *Inventory* bekerja bersama-sama dengan accounting.
- f. Komunikasi internal dengan departemen di lingkungan perusahaan dan direksi.
- g. Komunikasi eksternal dengan lingkungan sekitar tempat usaha.
- h. Menyusun, merencanakan, mengawasi dan mengevaluasi anggaran biaya kegiatan secara efektif dan efisien.

9. Manajer Produksi Machining, Piston

Tugas dan tanggung jawab manajer produksi adalah merencanakan penentuan kualitas dan kuantitas barang yang akan di produksi, merancang sistem transformasi, menjadwalkan berbagai aktivitas serta menetapkan berbagai ukuran dan kriteria yang sangat diperlukan untuk kepentingan produksi.

10. Manajer *Maintenance*

Bertanggung jawab terhadap perawatan dan pemeliharaan peralatan, serta atas peraturan seluruh kegiatan yang berhubungan dengan perawatan instansi listrik dan mesin-mesin pabrik.

11. Manajer SCM (Supply Chain Management)

Tugas dan tanggung jawab Manajer SCM antara lain:

- a. Memastikan bahwa prosedur pengadaan barang dan jasa yang sudah ditetapkan dan diterapkan.
- b. Mengkoordinir pelaksanaan prosedur kepada semua karyawannya.
- c. Mengawasi dan melakukan persetujuan untuk proses pengadaan barang dan jasa.
- d. Melakukan *approval request for quotation*.
- e. Melakukan otorisasi setiap penerimaan tagihan atas biaya angkut impor.
- f. Melakukan evaluasi, pengecekan dan memberikan keputusan kepada bawahannya.

12. Manajer *Purchasing*

Tugas dan tanggung jawab Manajer *Purchasing* antara lain:

- a. Membuat perencanaan pembelian barang sesuai dengan permintaan pembelian yang diterima.
- b. Mengatur pembelian barang.
- c. Mencari dan membandingkan beberapa supplier untuk mendapatkan harga dan kualitas yang baik.
- d. Mengotorisasikan *Purchase Order*.

13. Manajer *Warehouse*

Tugas dan tanggungjawab manajer *warehouse* antara lain:

- a. Bertanggung jawab atas peraturan persediaan bahan baku produk jadi dan bahan penolong di gudang.
- b. Membuat laporan penerimaan persediaan dan pengeluaran bahan baku di gudang.
- c. Mengkoordinir dan mengawasi pengelolaan persediaan bahan baku di gudang.

14. Asisten Manajer *Accounting*

Bertanggung jawab atas pelaksanaan kegiatan keuangan perusahaan meliputi arus kas masuk dan keluar, pengendalian intern perusahaan, serta pengontrolan atas anggaran keuangan (*cash flow*) perusahaan.

15. *Supervisor HRD &GA*

Bertanggung jawab dalam membantu kegiatan manajer HRD &GA, membuat surat perjanjian kerja, memonitoring dan mengevaluasi hasil kerja karyawan.

16. *Foreman Produksi*

Bertanggung jawab terhadap pencapaian target jangka pendek yang ditentukan manajer produksi seperti jumlah barang yang diproduksi, kualitas, *safety*, dan *over cost*.

17. *Foreman Maintenance*

Bertanggung jawab atas kelangsungan mesin-mesin yang dioperasikan dan atas pemeliharaan mesin dan peralatan.

18. *Supervisor SCM (Supply Chain Management)*

Tugas dan tanggung jawab *Supervisor SCM* antara lain:

- a. Membantu kegiatan manajer SCM.
- b. Bertanggung jawab atas pelaksanaan kegiatan ekspor impor.
- c. Menyiapkan kelengkapan barang yang akan diekspor.
- d. Membuat rencana *stuffing*.

19. *Supervisor Purchasing*

Bertanggung jawab untuk memastikan semua aktivitas pelaksanaan pembelian dapat dijalankan sesuai dengan prosedur, standar mutu, dan ketentuan yang berlaku.

20. *Supervisor Warehouse*

Bertanggung jawab langsung kepada divisi pemasaran dan permintaan barang sehubungan dengan kegiatan gudang.

21. Staf Pajak

Bertanggung jawab membuat SSP (Surat Setoran Pajak) dan bukti potong pajak, laporan pajak (PPN, PPh) dan melaporkan ke kantor pajak, agar kewajiban perusahaan dapat terpenuhi dengan baik sesuai aturan yang berlaku.

22. Staf *Accounting*

Tugas dan tanggung jawab Staf *Accounting* antara lain:

- a. Menerima *invoice* tagihan dari masing-masing bagian.
- b. Mencatat setiap transaksi, mengidentifikasi dan menjurnal.
- c. Membuat *account payable invoice listing*.
- d. Membuat *voucher payment*.
- e. Membuat laporan untuk keperluan manajer accounting.

23. Staf Kasir

Tugas dan tanggung jawab Staf Kasir antara lain:

- a. Menerima *account payable invoice listing* dan *voucher payment*.
- b. Mencatat dan membuat jadwal pembayaran.
- c. Membuat bukti transfer ke bank.

24. Staf HRD &GA

Bertanggung jawab atas pengelolaan sumber daya manusia dalam sebuah perusahaan dimulai dari proses rekrutmen, *training*, *benefit*, penilaian kinerja, perencanaan jenjang karier seluruh karyawan.

25. Staf Impor

Tugas dan tanggung jawab Staf impor antara lain:

- a. Komunikasi dengan pelayaran mengenai kedatangan barang.
- b. Menerima dokumen impor dari bagian *purchasing*.
- c. Membuat perencanaan pembayaran PIB.

26. Staf Ekspor

Tugas dan tanggung jawab Staf Ekspor antara lain:

- a. Menentukan penomoran *invoice* dan membuat *invoice*.
- b. Membuat dokumen-dokumen ekspor.
- c. Komunikasi dengan pelayaran mengenai *schedule* keberangkatan kapal.

27. Staf Order Handling

Bertugas dalam melakukan penginputan pada ESO, dan *monitoring* kesiapan barang yang akan diekspor.

28. Staf CFC (*Custom Facility Control*)

Bertanggung jawab untuk membuat PEB / PIB, dan mengurus proses *Custom clearance* di bea cukai.

29. Staf Purchasing

Bertanggung jawab agar mampu memenuhi permintaan terkait kebutuhan barang dari setiap departemen secara cepat, tepat, dan benar. Serta mampu memaksimalkan efisiensi harga barang dari berbagai vendor demi kebaikan perusahaan.

30. Staf *Warehouse*

Bertugas untuk menerima pengiriman barang masuk, memberi kode barang, dan memeriksa stok barang.

31. Karyawan *Maintenance*

Bertanggung jawab untuk melaksanakan tugas yang diberikan oleh koordinator operasional, menjaga kelayakan mesin-mesin, dan instansi listrik pabrik.

32. Karyawan *Produksi*

Tugas dan tanggung jawabnya adalah merakit dan memproses barang mentah menjadi barang jadi. Serta, merakit part-part piston sehingga menjadi piston yang siap dijual.

4.1.6 Ketenagakerjaan

Tenaga kerja pada PT Chemco Harapan Nusantara ini secara keseluruhan adalah 5.248. Namun jumlah ini sewaktu-waktu akan berubah baik bertambah maupun berkurang tenaga kerja yang dibutuhkan. Tergantung bagaimana keputusan dari Direktur untuk memutuskan jam kerja karyawan, Untuk Jam kerja karyawan *non shift* dimulai dari pukul 08.00 – 17.00 (8 jam kerja/hari) dengan waktu istirahat pukul 10.10 – 10.20 dan 12.20 – 13.10 (total waktu istirahat 1 jam/shift) terkecuali untuk hari jum'at jam istirahat dimulai pukul 10.10 – 10.20 dan 11.50 – 12.50 (total 70 menit/hari jum'at, khusus shift 1). Sedangkan jam kerja untuk karyawan shift dimulai dari jam 07.30 – 15.30 (7 jam kerja/shift) dengan waktu istirahat sama seperti karyawan *non shift*. Semua karyawan di PT Chemco Harapan Nusantara diwajibkan untuk melakukan senam untuk pemanasan *human power* kurang lebih 5 menit sebelum mulai bekerja dan 5 menit untuk *breafing*. Adapun jam kerja pada PT Chemco Harapan Nusantara dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2.

Tabel 4.1. Waktu Tenaga Kerja (*Non Shift*) PT Chemco Harapan Nusantara

No.	Keterangan	Jam Kerja Kantor (<i>Non Shift</i>)		
		Waktu Kerja	Waktu Break	Waktu Istirahat
1	Senin s/d Kamis	08.00 – 17.00 WIB	10.10 – 10.20 WIB	12.20 – 13.10 WIB
2	Jumat	08.00 – 17.00 WIB	10.10 – 10.20 WIB	11.50 – 12.50 WIB

(Sumber: HRD Dept. PT Chemco Harapan Nusantara)

Tabel 4.2. Waktu Tenaga Kerja (*Shift*) PT Chemco Harapan Nusantara

No.	Keterangan	Jam Kerja (<i>Shift</i>)			
		Shift	Waktu Kerja	Waktu Break	Waktu Istirahat
1	Senin s/d Sabtu	I	07.30 – 15.30 WIB	10.10 – 10.20 WIB	12.20 – 13.10 WIB
		II	15.30 – 23.30 WIB	18.10 – 18.20 WIB	20.20 – 21.10 WIB
		III	23.30 – 07.30 WIB	02.10 – 02.20 WIB	04.20 – 05.10 WIB
2	Jumat	I	07.30 – 15.30 WIB	10.10 – 10.20 WIB	11.50 – 12.50 WIB
		II	15.30 – 23.30 WIB	18.10 – 18.20 WIB	20.20 – 21.10 WIB
		III	23.30 – 07.30 WIB	02.10 – 02.20 WIB	04.20 – 05.10 WIB

(Sumber: HRD Dept. PT Chemco Harapan Nusantara).

4.1.7 Safety

PT Chemco Harapan Nusantara sangat menjunjung tinggi *Safety* agar tidak terjadi kecelakaan yang tidak diinginkan baik oleh PT Chemco ataupun oleh operator itu sendiri. Setiap karyawan diwajibkan untuk memakai APD (Alat Pelindung Diri) berupa sepatu *safety* dan memakai topi untuk melindungi kepala dari debu atau kotoran. Sedangkan untuk operator saat bekerja diwajibkan memakai APD sesuai ketentuan dan jenis pekerjaan yang dilakukan. Fungsi dari APD adalah untuk meminimalisir cacat yang terjadi pada proses produksi PT Chemco juga mewajibkan seluruh karyawan yang berjalan kaki untuk berjalan di jalan hitam-putih (mirip *zebra cross*) yang dibuat khusus untuk pejalan kaki, sedangkan jalan utama digunakan khusus untuk kendaraan. APD yang terdapat di PT Chemco Harapan Nusantara dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Alat Pelindung Diri (APD)

NO	NAMA LINE	FOTO	APD	FUNGSI
1	MACHINING		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">TUTUP KEPALA</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">MASKER</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">OTTO /</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">SEPATU</div>	<p>MELINDUNGI KEPALA DARI KOTORAN DAN BENTURAN BENDALAIN</p> <p>MELINDUNGI ALAT PERNAFASAN</p> <p>MELINDUNGI TUBUH ATAU BADAN DARI KOTORAN CUTTING OIL DAN GERAM</p> <p>MELINDUNGI KAKI DARI GERAM DAN MATERIAL JATUH</p>

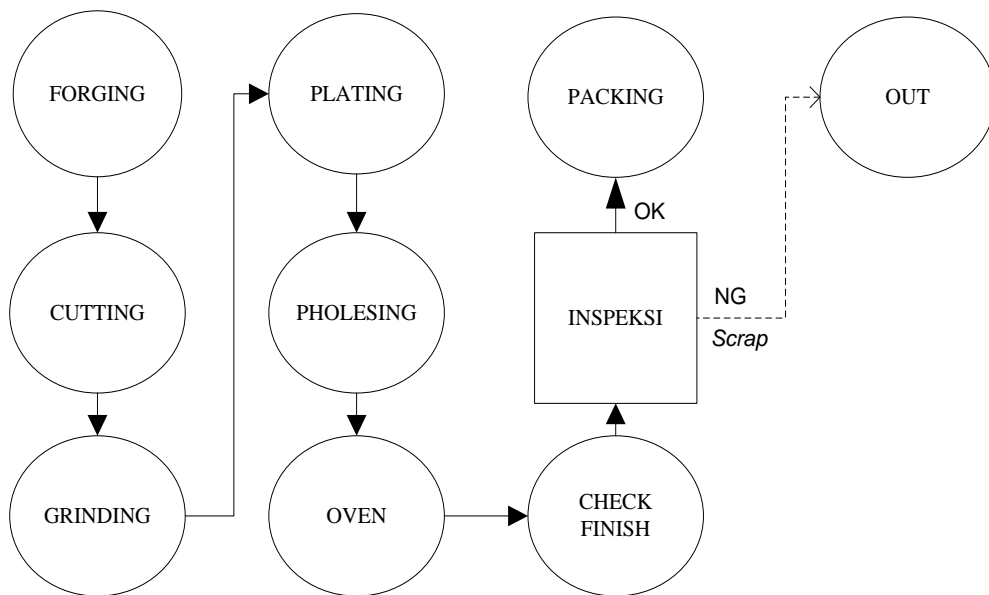
Tabel 4.3 Alat Pelindung Diri (APD) (Lanjutan)

2	PLATING		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">TUTUP KEPALA</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">MASKER</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">OTTO /</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">SARUNG TANGAN</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">SEPATU</div>	<p>MELINDUNGI KEPALA DARI KOTORAN DAN BENTURAN BENDALAIN</p> <p>MELINDUNGI ALAT PERNAFASAN DARI CHEMICAL BERBAHAYA (NITRID ACID DAN NIKEL)</p> <p>MELINDUNGI TUBUH ATAU BADAN DARI KOTORAN</p> <p>MELINDUNGI TANGAN ATAU LENGAN DARI CHEMICAL BERBAHAYA</p> <p>MELINDUNGI KAKI DARI KONTAMINASI CHEMICAL</p>
---	---------	---	---	--

(Sumber: PT Chemco Harapan Nusantara, 2017)

4.1.8 Proses Produksi *Piston*

Proses produksi *Piston* oleh PT Chemco Harapan Nusantara dapat dilihat pada Gambar 4.6 sebagai berikut:



Gambar 4.6. Proses Produksi *Piston*

(Sumber: *Quality Control*. PT Chemco Harapan Nusantara 2017)

1. Forging

Adalah suatu proses pembentukan benda kerja/material dimana benda kerja yang akan dibentuk dipanaskan pada suhu tertentu sehingga mudah dalam pembentukan sesuai yang kita inginkan. *Metal forming machine* yaitu mesin perkakas yang berfungsi untuk membentuk, mencetak, memotong, menarik bahan material tertentu sehingga menjadi bentuk sesuai yang kita inginkan. Ada dua jenis proses *forging* berikut penjelasannya.

a. Hot Forming Metal

Adalah suatu proses pembentukan benda kerja/material dimana benda kerja yang akan dibentuk dipanaskan pada suhu tertentu sehingga mudah dalam pembentukan sesuai yang kita inginkan, biasanya *hot metal forming* ini digunakan pada material/benda kerja yang mempunyai ketebalan tertentu (tebal) bongkahan.

b. Cold Forming Metal

Adalah suatu proses pembentukan benda kerja/material dimana benda kerja yang akan dibentuk masih pada suhu kamar atau suhu ruang dan biasanya untuk material yang ketebalannya tertentu (tipis)/plat.

Di Pabrik IV khususnya menggunakan proses *cold forming metal* dengan jenis *extruding* atau tekan tarik dimana benda kerja dalam pembentukannya diextrude menjadi bentuk tabung yang berfungsi sebagai piston dari *hidroulic brake system*. Gambar mesin *Metal forming machine* dapat dilihat pada Gambar 4.7.



(Sumber: PT Chemco Harapan Nusantara, 2017)

2. *Cutting*

Proses *cutting* di *line piston* menggunakan *special purpose machine*.

Special purpose machine adalah mesin perkakas yang dibuat hanya sesuai pesanan dari perusahaan atau instansi tertentu yang disesuaikan sesuai keinginan dan kegunaan. Kebutuhan dari perusahaan atau instansi biasanya dibuat hanya untuk proses tertentu juga. Dibawah ini ialah penjabaran proses *cutting*.

a. *Proses Cutting Piston*

Loading (Automation Loading System) adalah system proses peletakkan benda kerja/material part yang dilakukan oleh sistem mesin itu sendiri. Dalam proses ini operatornya hanya berfungsi untuk menata atau meletakkan benda kerja/material pada feeder loading saja. Sistem ini dilakukan untuk menghemat waktu kerja atau meminimalisasi *cycle time* dari proses kerja mesin tersebut.

b. *Cutting*

Cutting adalah proses pemotongan yang dilakukan oleh mesin perkakas yang ukuran, bentuk dan dimensi disesuaikan dengan standar dan fungsi benda kerja.

Untuk proses *cutting* di piston hanya digunakan untuk membentuk panjang dan *champer* luar dan dalam dari permukaan tabung benda kerja.

c. *Unloading (Automation Unloading System)*

Automation Unloading System adalah proses pengambilan atau pelepasan benda kerja dari *jig* atau cekaman yang dilakukan secara *automatic* oleh mesin itu sendiri kemudian diletakkan pada *feeder unloading*. Gambar *cutting* mesin dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8. Mesin *Cutting*
(Sumber: PT Chemco Harapan Nusantara, 2017)

3. *Grinding*

Mesin *grinding* adalah mesin perkakas yang berguna untuk membantu proses *cutting* dengan bantuan batu gerinda dan menghasilkan permukaan halus sesuai *standart*. Mesin *grinding* yang digunakan pabrik IV adalah jenis mesin *centerles grinding type outer* (permukaan luar). Prinsip kerja *centerles grinding* adalah suatu proses pemotongan diameter/material yang berbentuk tabung yang berfungsi membentuk permukaan luar benda kerja sesuai yang distandartkan. Gambar *cutting* mesin dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9. Mesin *Grinding*
(Sumber: PT Chemco Harapan Nusantara, 2017)

a. *Draiser grinding*

Draiser adalah alat yang digunakan dalam proses perataan dan pentajaman batu gerinda untuk menghasilkan pemotongan *surface* dan *cylindricity* sesuai dengan standart. *Draiser* untuk *setting* kehalusan batu gerinda adalah untuk menyetting kehalusan batu gerinda sebelum proses produksi dijalankan. Gambar *setting* batu gerinda dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10. *Setting* Batu Gerinda
(Sumber: PT Chemco Harapan Nusantara, 2017)

b. *Draiser* untuk *setting* kehalusan karet

Adalah untuk menyetting kehalusan karet sebelum proses produksi dijalankan.

Gambar *setting* batu karet dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11. Mesin *Setting* Batu Gerinda
(Sumber: PT Chemco Harapan Nusantara, 2017)

Bagian-bagian dalam draiser:

a. *Mist Coolant*

Mist coolant berfungsi untuk untuk menghisap uap dan mengembalikan lagi dalam bentuk cairan. Gambar *mist coolant* dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12. *Mist Coolant*
(Sumber: PT Chemco Harapan Nusantara, 2017)

b. *Feeder Grinding*

Feeder Grinding berfungsi untuk memindahkan material yang sudah proses *grinding* ke area pembilasan. Gambar *feeder grinding* dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13. *Feeder Grinding*
(Sumber: PT Chemco Harapan Nusantara, 2017)

c. *Control Setting* Kecepatan

Control setting kecepatan berfungsi untuk menyetting kecepatan putaran karet pada motor mesin grinding. Gambar *control setting* kecepatan dapat dilihat pada Gambar 4.14. dan Tabel 4.4 *standart* kecepatan mesin *grinding*.



Gambar 4.14. *Control Setting* Kecepatan
(Sumber: PT Chemco Harapan Nusantara, 2017)

Tabel 4.4. *Standart* kecepatan mesin *grinding*

Lever	R.P.M	Lever	R.P.M
1 – A	13	1 – A	63
2 – A	20	2 – A	89
3 – A	35	3 – A	109
1 – B	40	1 – B	153
1 – C	55	1 – C	308

(Sumber: PT Chemco Harapan Nusantara, 2017)

d. *Bowl feeder* (Bagian mesin yang membantu proses *grinding*)

Bowl feeder adalah mesin perkakas yang berfungsi untuk mengatur material ke mesin *grinding* (sebagai pengganti manusia). Gambar *Bowl feeder* dapat dilihat pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15. *Bowl Feeder*

(Sumber: PT Chemco Harapan Nusantara, 2017)

4 *Plating (Nickel Plating)*

Nickel plating adalah suatu proses pelapisan film pada sebuah benda yang menggunakan *nickel* yang berfungsi untuk memberi lapisan (film) yang berguna untuk melindungi logam dari korosif, jamur dan zat-zat yang bersifat merusak daya tahan benda (logam) sehingga akan menyebabkan tidak berfungsinya part yang dikarenakan menurunnya bentuk dan dimensi dari benda tersebut. Selain itu *nickel plating* juga

sebagai pelapis *decorative* untuk memberikan warna dan visualisasi sesuai standar yang diharapkan agar benda atau part kelihatan menarik dan memiliki nilai tambah. Menurut jenisnya *nickel plating* dibagi menjadi dua, yaitu: *Elektroless nickel plating* dan *Non elektroless nickel plating*.

a. *Elektroless Nickel Plating*

Adalah proses pelapisan yang menggunakan bantuan arus listrik yang memanfaatkan gaya tarik menarik antara kation dan anion (katode dan anode). Proses ini dapat dijalankan dengan manual atau otomatis biasanya digunakan untuk benda kerja yang tidak berbentuk tabung atau cekung, karena daerah atau tabung tidak akan terjadi proses pelapisan dikarenakan terjadi proses gaya tolak akibat muatan arus listrik yang sama dan berdekatan.

b. *Non Elektroless Nickel Plating*

Adalah proses pelapisan *nickel* tanpa arus listrik dan hanya menggunakan aksi reaksi dari *chemical* yang digunakan. Pada proses ini sangat mengandalkan pada keadaan optimal proses yaitu pH, temperatur, konsentrasi dan tekanan operasi. Proses *Nickel plating* yang digunakan oleh PT Chemco Harapan Nusantara adalah *Non elektroless nickel plating*. Tabel 4.5 *Flow proses nickel plating* dan gambar *nickel* dapat dilihat pada Gambar 4.16:

Tabel 4.5. *Flow Proses Nickel Plating*

1. <i>Loading</i>	10. <i>Rinse 6</i>
2. <i>Degreasing</i>	11. <i>Rinse 7</i>
3. <i>Rinse 1</i>	12. <i>Rinse 8</i>
4. <i>Rinse 2</i>	13. <i>Nickel Plating</i>
5. <i>Rinse 3</i>	14. <i>Rinse 9</i>
6. <i>Desmuting</i>	15. <i>Rinse 10</i>
7. <i>Rinse 4</i>	16. <i>Hot Rinse</i>

8. <i>Rinse 5</i>	17. <i>Drying</i>
9. <i>Acid Cleaning</i>	18. <i>Unloading</i>

(Sumber PT.Chemco Harapan Nusantara, 2017)



Gambar 4.16. *Nickel*

(Sumber: PT Chemco Harapan Nusantara, 2017)

5 *Oven*

Adalah proses yang berguna untuk memperkeras piston untuk merubah struktur material *piston* sehingga lebih keras dengan *hardness* 800-1200 dan berguna untuk memperkeras proses *pletting*. Prosesnya yaitu material dimasukan ke *oven* dengan suhu di bawah 60°C sampai naik perlahan 1 menit sekitar 4 sampai 5°C sampai suhu konstan 380°C+ (-20°C) dengan waktu kipng 20 menit, dengan toleransi waktu sekitar +- 2,20 menit. Gambar *oven* pada Gambar 4.17.



Gambar 4.17. *Mesin Oven*

(Sumber: PT Chemco Harapan Nusantara, 2017)

6 *Pholesing*

Adalah proses yang bertujuan untuk membersihkan permukaan *piston* dengan cairan *coolant* dibantu dengan kain yang berputar secara konstan. Prosesnya sama seperti *grinding* namun yang membedakan jika proses *grinding* menggunakan batu gerinda maka pada proses *pholesing* menggunakan kain untuk membersihkan, setelah di bersihkan lalu *piston* di keringkan dengan bantuan *compressor*, Gambar mesin *pholesing* dapat dilihat pada Gambar 4.18 dan gambar *compressor* dapat dilihat pada Gambar 4.19.



Gambar 4.18. Mesin *pholesing*
(Sumber: PT Chemco Harapan Nusantara, 2017)



Gambar 4.19. *Compressor*

(Sumber: PT Chemco Harapan Nusantara, 2017)

7 *Check Finish*

Adalah proses menetapkan pemeriksaan akhir pada setiap *piston* yang menentukan *piston* tersebut layak untuk dipasarkan, Gambar proses *check finish* pada Gambar 4.20.



Gambar 4.20. Proses *Check Finish*

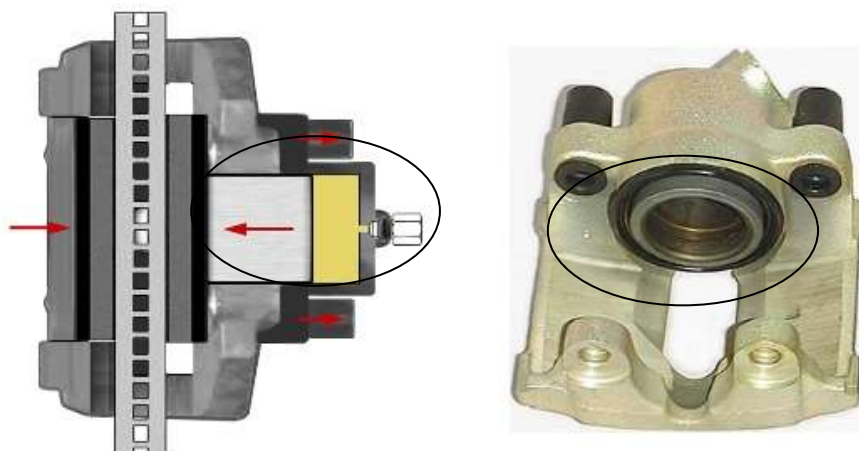
(Sumber: PT Chemco Harapan Nusantara, 2017)

4.1.9 Produk yang dihasilkan

PT Chemco Harapan Nusantara memproduksi berbagai macam *spare part* kendaraan khususnya *brake system*, salah satunya ialah *piston*. Ada dua tipe *piston* yang di produksi yaitu:

1. *Piston Caliper*

Tipe *caliper* adalah *piston* yang digunakan khusus dalam *brake system*, letaknya yaitu dekat dengan piringan cakram. Berfungsi sebagai pendorong antara cakram dengan kampas rem agar saat rem berfungsi motor tetap stabil dan tidak terjadi *loss* atau *strong*. Terdapat dua jenis *Piston Caliper* yaitu: *Piston Caliper KWBA* dan *Piston Caliper FR KEHR*. Gambar letak dari tipe *caliper* dapat dilihat pada Gambar 4.21.



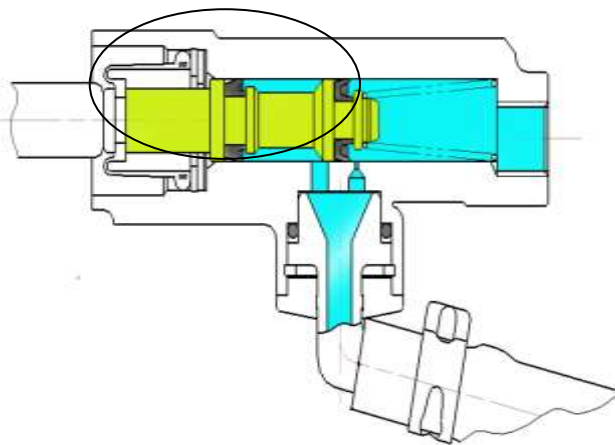
Gambar 4.21. a. Tapak Atas Letak *Type* Piston Caliper,

b. Tapak Samping Letak Tipe *Piston Caliper*

(Sumber: PT Chemco Harapan Nusantara 2017)

2. *Piston Whell*

Tipe whell adalah piston yang digunakan khusus *brake system*, letaknya yaitu dekat dengan tuas rem. Berfungsi sebagai pengatur tekanan pengereman kendaraan bermotor. Gambar *piston whell* dapat dilihat pada Gambar 4.22. Terdapat tiga jenis *Piston Whell* yaitu: *Piston Whell Cylinder 2MD*, *Piston Whell Cylinder 2CF*, *Piston Whell Cylinder 2WF*. Gambar letak dari tipe *Whell* dapat dilihat pada Gambar 4.22.



Gambar 4.22. Letak Tipe *Piston Whell*

(Sumber: PT Chemco Harapan Nusantara 2017)

Pada PT Chemco Harapan Nusantara diperoleh data produk yang dihasilkan, data tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.6.


Tabel 4.6 Tipe dan Model Produk *Piston* yang Dihasilkan

No.	Tipe	Model
1	<i>Caliper</i>	<i>KWBA</i>
		<i>FR KEHR</i>
2	<i>Whell</i>	<i>CYLINDER 2CF</i>
		<i>CYLINDER 2MD</i>
		<i>CYLINDER 2WF</i>

(Sumber: PT Chemco Harapan Nusantara,2017)

Tabel jenis piston yang di produksi oleh PT Chemco Harapan Nusantara dapat dilihat pada tabel 4.7:

Tabel 4.7 Jenis-Jenis Piston di PT Chemco Harapan Nusantara

No.	Gambar	Keterangan
1.		<i>PISTON CALIPER FR KEHR</i>
2.		<i>PISTON CALIPER KWBA</i>
3.		<i>PISTON WHELL CYL 2CF</i>
4.		<i>PISTON WHELL CYL 2CF</i>
5.		<i>PISTON WHELL CYL 2WF</i>

(Sumber:

PT Chemco Harapan Nusantara, 2017)

4.1.10 Bahan Baku Produksi

Bahan baku utama yang digunakan di PT Chemco Harapan Nusantara dalam proses produksi *piston* sampai barang jadi atau produk yaitu 93% logam besi (Fe) dan 7% campuran karbon, *alumunium*, *silicon*, tembaga. Besi dan campuran karbon, *alumunium*, *silicon*, tembaga ini selanjutnya akan dilebur

didalam proses produksi yang kemudian menjadi slug. Bahan baku ini didapatkan dari *supplier* yang sudah lama menjadi partner PT Chemco Harapan Nusantara, *supplier* bahan baku *besi* didapatkan dari dalam negeri yaitu PT Toucu Silika Indonesia dan *supplier* nickel dari luar negeri tepatnya negara Thailand yaitu PT Yamanaka. Gambar bahan baku yang digunakan dalam proses produksi dapat dilihat dari paling kiri yaitu bahan baku produksi, tengah yaitu slug dan sebelah kanan yaitu nickel, dapat dilihat pada Gambar 4.23.



Gambar 4.23. a. Bahan Baku Besi, b. Slug, c. Nickel
(Sumber: PT Chemco Harapan Nusantara, 2017)

4.1.11 Data Jumlah Cacat *Piston*

Data jumlah cacat piston merupakan jumlah cacat berdasarkan tingkat *output* pada proses *piston* yang memproduksi berbagai model *piston* pada bulan April 2017 dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8. Jumlah Cacat Berdasarkan Tingkat *Output Piston*.

<i>Piston All Type</i>	Produksi (<i>part</i>)	Jumlah Caca (<i>part</i>)
<i>Caliper KWBA</i>	190.911	13.057
<i>Caliper FR KEHR</i>	190.566	522
<i>CYLINDER 2CF</i>	9.322	401
<i>CYLINDER 2MD</i>	9.260	399
<i>CYLINDER 2WF</i>	9.440	391
TOTAL	409.499	14.770

(Sumber: PT Chemco Harapan Nusantara, 2017)

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat bahwa *Piston type Caliper KWBA* memiliki jumlah cacat terbanyak dibandingkan dengan *type* lainnya. Maka dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui penyebabnya.

4.1.12 Data Jumlah Cacat pada *Piston type Piston Caliper KWBA*

Data jumlah cacat pada *Piston type Piston Caliper KWBA* adalah data jumlah produksi yang dikumpulkan dari departemen *quality control* beserta jenis cacat yang terjadi di bulan April 2017 dapat dilihat pada Tabel 4.9 di bawah ini.

Tabel 4.9 Data Jumlah Cacat Proses *Piston type Piston Caliper KWBA*

	Hari Pengamatan	Jumlah Produk (Piston)	Jenis Cacat (Piston)								Tot
			K	Go	Ch	Ti	Ka	Diameter	Bin	K	
	1-Apr-17	8.232	3	52	1	1	11	14	350	1	557
	3-Apr-17	7.634	3	95	1	1	10	13	285	1	524
	4-Apr-17	7.995	3	91	1	1	12	13	299	1	551
	5-Apr-17	8.342	8	10	3	1	10	14	290	1	554
	6-Apr-17	8.22	4	91	3	1	76	18	325	1	540

	7	2									
	7-Apr-17	7.544	7	10	42	1	85	18	304	3	607
	8-Apr-17	7.011	3	65	1	1	65	13	302	1	473
	10-Apr-17	8.122	5	89	5	1	56	15	315	1	515
	11-Apr-17	8.475	3	11	1	1	77	17	293	1	529
	12-Apr-17	8.245	9	11	1	1	11	18	281	2	572
	13-Apr-17	8.243	1	95	1	1	11	16	281	1	552
	14-Apr-17	7.700	3	10	7	1	70	17	284	1	514
	15-Apr-17	7.812	3	80	1	1	69	15	337	1	529
	17-	7.39	5	65	1	1	67	17	326	1	505

	A p r- 1 7	9										
	18- A p r- 1 7	8.90 0	4	90	2	1	92	13	358	1	583	
	19- A p r- 1 7	7.00 0	5	75	2	1	70	14	304	1	497	
	20- A p r- 1 7	8.72 2	4	91	33	2	69	16	314	3	584	
	21- A p r- 1 7	7.72 0	5	11	1	1	80	13	293	1	524	
	22- A p r- 1 7	6.01 2	1	68	1	1	68	15	240	1	430	
	24- A p r- 1 7	6.01 1	5	78	3	1	83	17	247	1	461	
	25- A p r- 1	6.88 0	4	66	1	1	73	15	303	1	493	

	7										
	26- A p r- 1 7	6.78 8	6	79	2	1	64	14	283	1	475
	27- A p r- 1 7	6.99 1	6	77	5	1	68	17	293	1	496
	28- A p r- 1 7	7.70 0	3	91	1	1	79	23	289	1	518
	29- A p r- 1 7	7.21 1	3	12	1	1	90	14	218	1	474
	Total	190. 9 1 1	1	2.2	121	3	2.	389	7.4	3	13.

(Sumber: PT Chemco Harapan Nusantara, 2017)

Penelitian difokuskan pada *Piston Caliper KWBA* karena memiliki *cacat* paling banyak dibandingkan dengan *piston* lainnya. Gambar *Piston Caliper KWBA* dapat dilihat pada Gambar 4.24.



Gambar 4.24. *Piston Caliper KWBA*

(Sumber: PT Chemco Harapan Nusantara, 2017)

4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan untuk menghasilkan informasi yang nantinya akan dijadikan bahan untuk melakukan analisis sesuai dengan metode DMAIC.

4.2.1 Tahap *Define*

Tahap *Define* merupakan tahap pertama dalam program peningkatan kualitas *level sigma*, Tujuan dilakukan tahap *Define* adalah untuk menentukan permasalahan yang ada dalam perusahaan. Pada tahap ini dilakukan mendefinisikan kriteria pemilihan perbaikan *level sigma*, mendefinisikan kebutuhan pelanggan, pembuatan diagram alir produksi, serta menentukan *input* dan *output* dari proses melalui pembuatan diagram *SIPOC*.

1. Mendefinisikan Kriteria Pemilihan Pebaikan *Level Sigma*.

Untuk menentukan permasalahan yang ada dalam perusahaan adalah dengan terlebih dahulu memprioritaskan cacat terbanyak yang harus ditangani sebagai perbaikan *level sigma*. Berdasarkan Tabel 4.8 jumlah cacat berdasarkan tingkat output *piston*, maka dilakukan perhitungan persentasenya. Contoh perhitungan persentase dihitung dengan rumus seperti berikut:

Untuk *type Piston Caliper KWBA*

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Jumlah Cacat } \textit{Piston Caliper KWBA}}{\text{Jumlah Cacat}} \times 100\%$$

$$\text{Persentase} = \frac{13.057}{10.445} \times 100\% = 88,4\%$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk *type Piston Caliper FR KEHR, Piston WHELL CYLINDER 2CF, Piston WHELL CYLINDER 2MD* dan *Piston WHELL CYLINDER 2WF*. Hasil perhitungan diurutkan berdasarkan frekuensi tertinggi ke terendah. Rekapitulasi hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Persentase Jumlah Cacat Proses *Piston* Berdasarkan Frekuensi Tertinggi

<i>Piston all Type</i>	Produksi (Unit)	Jumlah Cacat (Unit)	Persentas e	Kumulatif Perse ntase
<i>KWBA</i>	190.911	13.057	88,4%	88,4%
<i>FR KEHR</i>	190.566	522	3,5%	91,9%
<i>CYLINDER 2CF</i>	9.322	401	2,7%	94,6%
<i>CYLINDER 2MD</i>	9.260	399	2,7%	97,4%
<i>CYLINDER 2WF</i>	9.440	391	2,6%	100%
TOTAL	409.499	14.770		

(Sumber : Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat bahwa yang menghasilkan jumlah cacat tertinggi pada bulan April 2017 adalah *Piston Caliper KWBA* sebesar 13.057 *piston* (88,4%) yaitu terbesar dibandingkan *piston type* lain sehingga diprioritaskan untuk dilakukan perbaikan.

2. Pendefinisian Kebutuhan Pelanggan

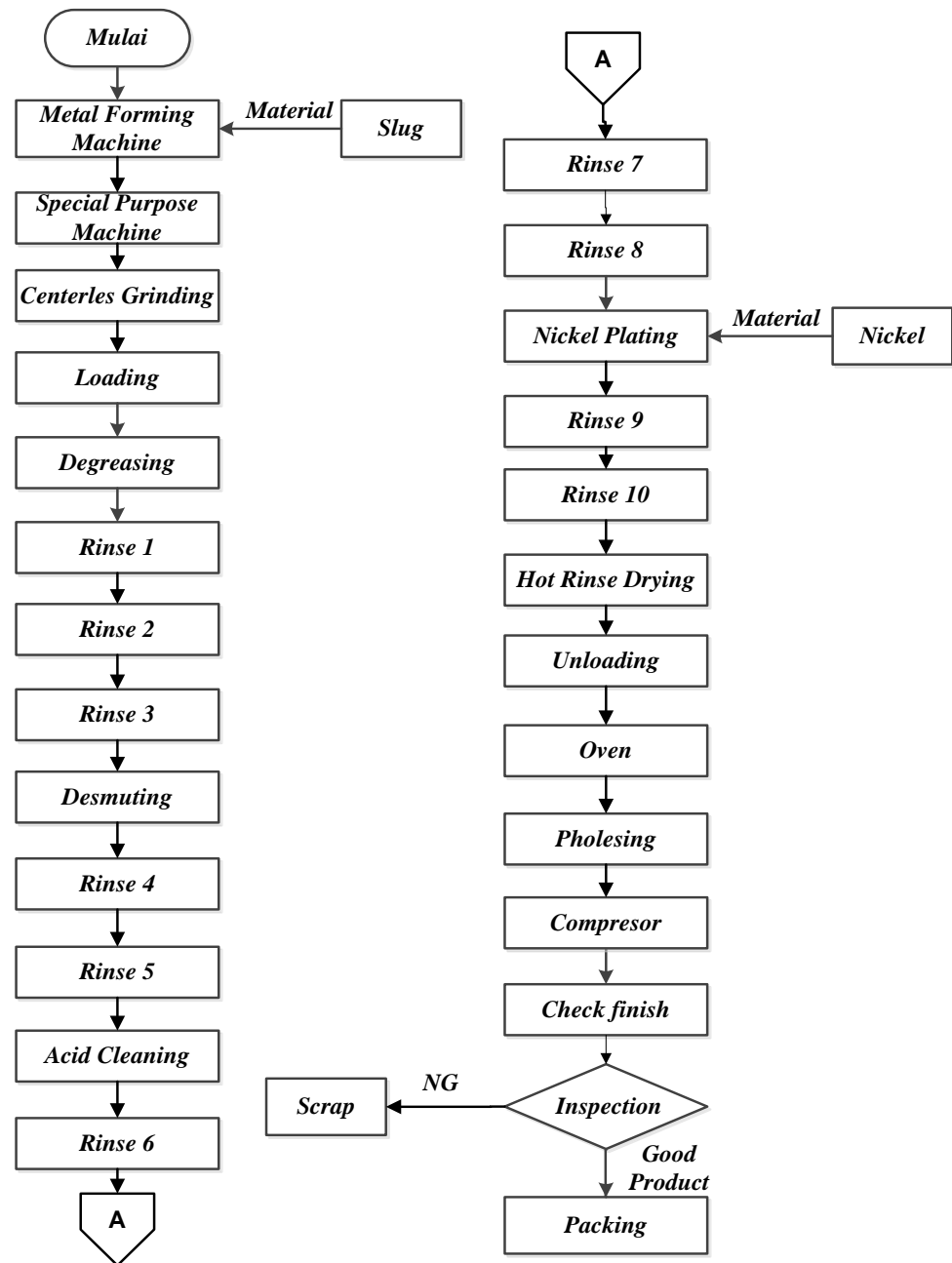
Setelah mengetahui cacat terbanyak dalam produksi *piston*, selanjutnya adalah pendefinisian kebutuhan pelanggan untuk memenuhi spesifikasi produk *Piston Caliper KWBA*. Untuk itu PT Chemco Harapan Nusantara membentuk sebuah tim dari seluruh jajaran staf *quality control* dan assembly PT Chemco Harapan Nusantara dengan melakukan *brainstorming*. Maka diputuskan untuk memenuhi kebutuhan pelanggan, hal yang harus dilakukan perusahaan adalah:

- a. Tidak terdapat cacat permukaan bercak hitam yg terdapat pada permukaan cat pada *piston*.

- b. Permukaan *piston* harus halus.
- c. Kedalaman *piston* harus sesuai ukuran standar yang diterapkan.
- d. Tinggi *piston* harus sesuai dengan standar yang diterapkan.
- e. Kualitas warna *piston* tidak boleh pudar.
- f. Permukaan *piston* tidak boleh gosong.
- g. Bagian atas permukaan *piston* harus rata dan halus sesuai standar.
- h. *Piston* tidak boleh berkarat

3 Diagram Alir Proses

Setelah mengetahui apa yang diinginkan pelanggan, selanjutnya adalah membuat diagram aliran proses untuk menggambarkan semua aktivitas, baik produktif maupun tidak produktif yang terlibat dalam proses pelaksanaan kerja. Diagram alir proses *Piston Caliper KWBA* dapat dilihat pada Gambar 4.25.



Gambar 4.25 Diagram Alir Proses Piston

(sumber: pengolahan data)

4 Diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Costumer*)

Setelah mengetahui proses produksi dalam bentuk diagram alir, selanjutnya adalah membuat diagram SIPOC untuk mengidentifikasi seluruh elemen yang relevan dalam suatu process *improvement* sebelum proses tersebut dilakukan dan membantu dalam menjelaskan suatu proyek yang kompleks dan ruang lingkupnya belum jelas.

Pembuatan diagram SIPOC untuk proses *piston type Piston Caliper KWBA* sebagai berikut:

a. *Supplier*

PT Chemco Harapan Nusantara memiliki beberapa *supplier* yang memasok bahan baku untuk memproduksi *Piston Caliper KWBA*. *supplier* bahan baku besi didapatkan dari dalam negeri yaitu PT Toucu Silika Indonesia dan *supplier Nickel* dari luar negeri tepatnya negara Thailand yaitu PT Yamanaka.

b. *Input*

Bahan baku yang digunakan untuk *Piston Caliper KWBA* adalah 93% Fe (Besi) dan 7% campuran karbon, *aluminium*, *silicon*, tembaga.

c. *Process*

Proses pembuatan *Piston Caliper KWBA* dimulai dengan proses *forging* dengan *metal forming machine* material masuk untuk membentuk, mencetak, memotong dan menarik bahan material menjadi bentuk piston. Selanjutnya yaitu proses *cutting* dengan *special purpose machine* untuk membentuk panjang dan *chamfer* luar dan dalam dari permukaan piston. Selanjutnya proses *grinding* dengan mesin *centerles grinding type outer* untuk menghasilkan permukaan halus dengan batu gerinda. Selanjutnya proses *plating (nickel plating)* dengan mesin *non electroless nickel plating* dimulai dari *Loading-Degreasing-Rinse 1-Rinse 2-Rinse 3-Desmuting-Rinse 4-Rinse 5-Acid Cleaning-Rinse 6-Rinse 7-Rinse 8-Nickel Plating-Rinse 9-Rinse 10-Hot Rinse-Drying-Unloading*. Proses ini untuk memberi lapisan (*film*) yang berguna untuk melindungi logam dari *korosift*, jamur dan zat-zat yang bersifat mengrusak daya tahan *piston*. Selanjutnya proses *oven*, piston dimasukkan ke mesin *oven* dengan suhu dibawah 60°C sampai naik suhu konstan 380°C dengan waktu 20 menit. proses ini untuk memperkeras piston dengan *hardness* 800-1200. Selanjutnya proses *pholesing* dengan cairan *coolant* dibantu dengan kain yang berputar seperti mesin *grinding* secara konstan, lalu piston di keringkan dengan alat *compressor*. Proses ini bertujuan untuk membersihkan permukaan *piston* dari sisa cairan yang menempel dari proses *pholesing*. Selanjutnya proses *check finish* adalah proses pemeriksaan akhir pada setiap piston yang menentukan piston apakah tersebut layak untuk dipasarkan. *Check finish* dilakukan hanya di tahap akhir. *Check finish* yang dilakukan di PT Chemco yaitu 100% inspeksi dari total

produksi. Setelah di *check finish* lalu di *Packing* kedalam dus dan di kirim ke *Assembly* untuk dirakit pada bagian *brake system*

d. *Output*

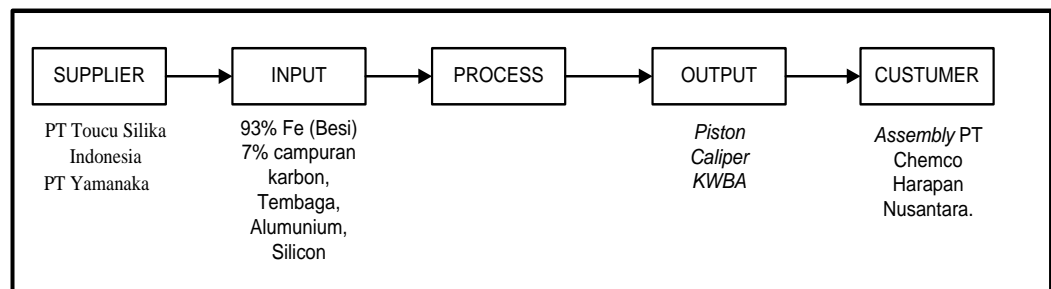
Output yang dihasilkan pada proses *piston* yaitu *Piston Caliper KWBA*.

e. *Costumer*

Costumer dari *Piston Caliper KWBA* pada proses *piston* yaitu *Assembly PT Chemco Harapan Nusantara*. *Assembly* ialah customer dari piston, karena piston akan dirakit hingga menjadi *brake system*.

Berdasarkan uraian diatas maka dapat dilihat Diagram SIPOC dari proses produksi *piston* pada Gambar 4.26.

Gambar 4.26. Diagram SIPOC



SIPOC Proses *Piston*

(sumber: pengolahan data)

4.2.2 Tahap *Measure*

Tahap ini merupakan tahap kedua dari DMAIC yaitu melakukan pengukuran yang diperlukan sebagai landasan perbaikan yang akan dijalankan. Pada tahap ini dilakukan penetapan karakteristik kualitas (*CTQ*), pembuatan peta kendali *p*, perhitungan *DPMO*, dan perhitungan *level sigma*. Data yang dibutuhkan pada tahap ini berupa data produksi dan data cacat pada proses *piston type Piston Caliper KWBA* selama bulan April 2017.

1. Penentuan *Critical to Quality (CTQ)*.

Dalam penentuan karakteristik kualitas kunci, perlu diidentifikasi terlebih dahulu jenis cacat apa saja yang terjadi pada *Piston Caliper KWBA* di proses *piston*. Dari hasil penelitian diketahui bahwa jenis cacat yang terjadi pada proses ini berjumlah

delapan cacat. Jenis cacat pada *piston caliper KWBA* dapat dilihat pada Tabel 4.11 sebagai berikut:

Tabel 4.11 Jenis Cacat pada *Piston Caliper KWBA*

No.	Jenis Cacat	Gambar Cacat	Keterangan
1	<i>Bintik</i>		adalah jenis cacat yang terjadi di luar permukaan <i>piston</i> yang di tandai dengan bintik hitam. Bintik disebabkan <i>treatmen</i> proses sebelum <i>plating</i> kurang maksimal, dikarenakan kotoran masih menempel dipermukaan piston.
2	<i>Kasar</i>		adalah jenis cacat yang terjadi apabila proses <i>grinding</i> tidak sempurna maka akan timbul permukaan yang kasar.
3	<i>Diameter</i>		adalah jenis cacat yang disebabkan apabila kedalaman piston tidak sesuai dengan spesifikasi.
4	Tinggi piston		adalah jenis cacat yang terjadi apabila tinggi piston tidak sesuai dengan spesifikasi.
5	<i>Kerut</i>		adalah jenis cacat yang terjadi pada proses <i>pholesing</i> , cirinya permukaan piston akan pudar.

Tabel 4.11 Jenis Cacat pada *Piston Caliper KWBA* (Lanjutan)

6	<i>Gompal</i>		adalah jenis cacat yang disebabkan oleh material terbentur dengan dinding <i>chuck</i> .
---	---------------	---	--

7	<i>Chamfer</i>		adalah jenis cacat yang terjadi apabila bagian atas permukaan piston tidak rata.
8	Karat		adalah jenis cacat yang terjadi di dalam piston, disebabkan proses <i>oven</i> yang tidak sempurna.

(Sumber: Hasil Pengumpulan Data)

Penentuan *CTQ* yang digunakan merupakan karakteristik kualitas cacat dari produk.

Maka untuk mengetahui jenis cacat terbesar/sering terjadi yang akan dijadikan *CTQ* adalah dengan menganalisis jenis cacat produk menggunakan diagram pareto. Dari hasil pengumpulan data, jenis cacat yang diidentifikasi ada delapan jenis cacat. Rekapitulasi jumlah cacat berdasarkan jenisnya untuk bulan April 2017 dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12. Jumlah pada Cacat *Piston Caliper KWBA*

No	Jenis Cacat	Jumlah Cacat
1	Kerut	129 unit
2	Gompal	2.213 unit
3	<i>Chamfer</i>	171 unit
4	Tinggi piston	337 unit
5	Kasar	2.076 unit
6	Diameter	339 unit

7	Bintik	7.414 unit
8	Karat	378 unit
Jumlah		13.057 unit

(Sumber: Pengolahan data)

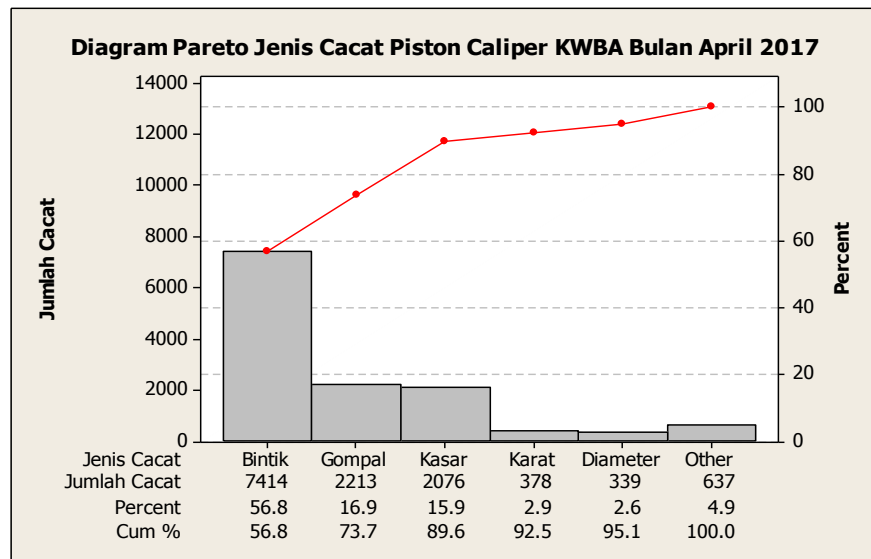
Berdasarkan Tabel 4.13, maka dilakukan perhitungan persentase dengan membuat diagram pareto. Contoh perhitungan persentase dihitung dengan rumus seperti berikut:

Untuk cacat bintik

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Jumlah Cacat Piston Caliper KWBA}}{\text{Jenis Cacat}} \times 100\%$$

$$\text{Persentase} = \frac{7.414}{13.057} \times 100\% = 56,8 \%$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk cacat gompal, *chamfer*, tinggi piston, kasar, diameter, kerut dan karat. Hasil perhitungan diurutkan berdasarkan frekuensi tertinggi ke terendah untuk menemukan cacat yang sering terjadi/terbesar. Rekapitulasi hasil perhitungan digunakan untuk menetapkan jenis cacat yang menjadi CTQ yang akan diperbaiki. Diagram *pareto* dapat dilihat pada Gambar 4.27.



Gambar 4.27 Diagram Pareto jenis cacat pada *Piston Caliper KWBA*

(sumber: hasil pengolahan data)

Berdasarkan gambar diagram pareto, dapat diketahui bahwa jenis cacat yang mempunyai jumlah persentase terbesar adalah cacat *bintik* dan *gompal*. Dengan demikian, *CTQ* yang dipilih untuk penelitian lebih dalam dan dilakukan perbaikan adalah jenis cacat *bintik* dan cacat *gompal*.

2. Peta Kendali P

Peta kendali berguna dalam memonitor kinerja proses, yaitu apakah proses yang berjalan berada dalam keadaan terkendali atau tidak. Variasi spesifikasi yang timbul dalam proses *piston type Piston Caliper KWBA* menyebabkan masih timbulnya spesifikasi yang tidak sesuai. Pengamatan dilakukan terhadap tingkat kualitas proses *piston type Piston Caliper KWBA*. Ada 8 *point* cacat dari jenis *Piston Caliper KWBA*. Oleh sebab itu, peta kendali yang sesuai untuk digunakan pada penelitian ini adalah peta kendali untuk data atribut yaitu peta p yang diketahui dari data total produksi terhadap jenis *Piston Caliper KWBA* pada bulan April 2017. Peta kendali p merupakan peta *control* atribut yang digunakan untuk mengamati proporsi atau jumlah kerusakan/kecacatan, atau menghitung item yang tidak sesuai yang dihasilkan sebuah proses. Dari tabel data jumlah cacat, maka dapat dihitung proporsi, \bar{p} (CL), batas kendali bawah (BKB) dan batas kendali atas (BKA). Apabila terdapat titik diluar batas kontrol peta kendali harus direvisi kembali dengan mengeliminasi data yang

masih berada diluar batas kontrol sampai semua dalam batas kontrol. Perhitungan di bawah ini merupakan perhitungan untuk menentukan proporsi dan \bar{p} pada produksi hari pertama.

a. Menentukan proporsi jumlah cacat.

$$P = \frac{\text{Jumlah Ukuran cacat produksi ke } - n}{\text{Ukuran sub grup } n}$$

$$P = \frac{557}{8232} = 0,0677$$

b. Menentukan rata-rata jumlah cacat (\bar{p}) atau *control limit* (CL):

$$\bar{p} = \frac{\sum n}{\sum k} = \frac{13057}{190911} = 0,0684$$

Dimana:

$\sum n$ = Jumlah cacat yang diamati selama 25 hari

$\sum k$ = Jumlah produksi yang diamati selama 25 hari

c. Menentukan batas 3σ dengan jumlah produksi sebanyak 8.232 unit dan jumlah kabinet yang ditolak (cacat) sebanyak 557 unit pada hari ke-1 di bulan April 2017.

$$3\sigma = 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{k}} = 3 \sqrt{\frac{0,0684(1-0,0684)}{8232}} = 0,0083$$

Dimana:

k = Jumlah produksi yang diperiksa pada hari pertama.

d. Menentukan BKA dan BKB

$$BKA = \bar{p} + 3\sigma = 0,0684 + 0,0083 = 0,0767$$

$$BKB = \bar{p} - 3\sigma = 0,0684 - 0,0083 = 0,0600$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk hari ke-2 sampai dengan hari ke-25. dimana diketahui masing-masing jumlah unit yang diperiksa dan jumlah unit yang ditolak (cacat). Rekapitulasi hasil perhitungan proporsi dan CL untuk 25 hari dapat dilihat pada Tabel 4.13.

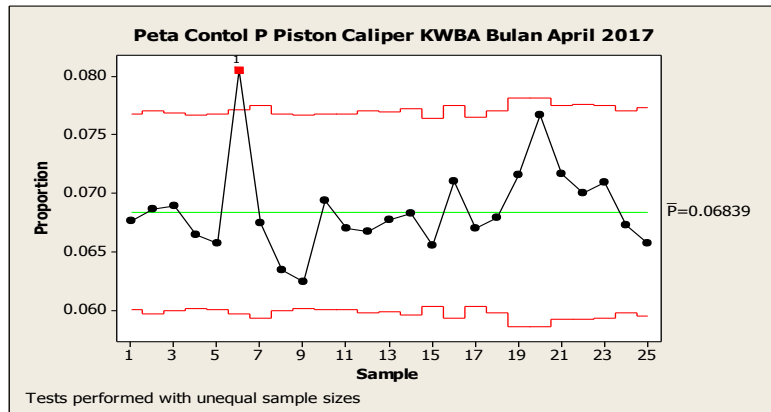
Tabel 4.13 Rekapitulas Perhitungan Batas Kendali dalam Peta Kendali p

No	Hari Pengamatan	Jumlah Produksi	Jumlah cacat piston	Proporsi Cacat (p)	CL	3 α	BKA	BKB
1	1-Apr-17	8.232	557	0,0677	0,0684	0,0083	0,0767	0,0600
2	3-Apr-17	7.634	524	0,0686	0,0684	0,0087	0,0771	0,0597
3	4-Apr-17	7.995	551	0,0689	0,0684	0,0085	0,0769	0,0599
4	5-Apr-17	8.342	554	0,0664	0,0684	0,0083	0,0767	0,0601
5	6-Apr-17	8.222	540	0,0657	0,0684	0,0084	0,0767	0,0600
6	7-Apr-17	7.544	607	0,0805	0,0684	0,0087	0,0771	0,0597
7	8-Apr-17	7.011	473	0,0675	0,0684	0,0090	0,0774	0,0593
8	10-Apr-17	8.122	515	0,0634	0,0684	0,0084	0,0768	0,0600
9	11-Apr-17	8.475	529	0,0624	0,0684	0,0082	0,0766	0,0602
10	12-Apr-17	8.245	572	0,0694	0,0684	0,0083	0,0767	0,0601
11	13-Apr-17	8.243	552	0,0670	0,0684	0,0083	0,0767	0,0601
12	14-Apr-17	7.700	514	0,0668	0,0684	0,0086	0,0770	0,0598
13	15-Apr-17	7.812	529	0,0677	0,0684	0,0086	0,0770	0,0598
14	17-Apr-17	7.399	505	0,0683	0,0684	0,0088	0,0772	0,0596
15	18-Apr-17	8.900	583	0,0655	0,0684	0,0080	0,0764	0,0604
16	19-Apr-17	7.000	497	0,0710	0,0684	0,0091	0,0774	0,0593
17	20-Apr-17	8.722	584	0,0670	0,0684	0,0081	0,0765	0,0603
18	21-Apr-17	7.720	524	0,0679	0,0684	0,0086	0,0770	0,0598
19	22-Apr-17	6.012	430	0,0715	0,0684	0,0098	0,0782	0,0586
20	24-Apr-17	6.011	461	0,0767	0,0684	0,0098	0,0782	0,0586
21	25-Apr-17	6.880	493	0,0717	0,0684	0,0091	0,0775	0,0593
22	26-Apr-17	6.788	475	0,0700	0,0684	0,0092	0,0776	0,0592
23	27-Apr-17	6.991	496	0.0709	0,0684	0,0091	0,0774	0,0593
24	28-Apr-17	7.700	518	0,0673	0,0684	0,0086	0,0770	0,0598
25	29-Apr-17	7.211	474	0,0657	0,0684	0,0089	0,0773	0,0595
Total		190.911	13.057	1,7153	1,7098	0,2175	1,9273	1,4924

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, maka dapat dipetakan ke dalam peta kendali p.

Peta kendali p dapat dilihat pada Gambar 4.28.



Gambar 4.28 Peta Kendali P *Piston Caliper KWBA*

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Dari gambar 4.28 dapat dilihat bahwa pada peta kendali p masih terdapat data yang berada di luar batas kendali yaitu pada produksi hari ke-6. Data tersebut kemudian dieliminasi dan dilakukan perhitungan ulang (*revisi*). Data jumlah cacat setelah mengeliminasi data di luar batas kendali dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Data Jumlah Cacat Proses *Piston type Piston Caliper KWBA* (Revisi)

	Hari Pengamatan	Jumlah Produk (Piston)	Jenis Cacat (Piston)								
			K	Go	Ch	Ti	Ka	Diameter	Bin	K	Tot
	1-Apr-17	8.232	3	52	1	1	11	14	350	1	557
	3-Apr-1	7.63	3	95	1	1	10	13	285	1	524

	7	4									
	4-Apr-17	7.995	3	91	1	1	12	13	299	1	551
	5-Apr-17	8.342	8	10	3	1	10	14	290	1	554
	6-Apr-17	8.222	4	91	3	1	76	18	325	1	540
	9-Apr-17	7.011	3	65	1	1	65	13	302	1	473
	10-Apr-17	8.122	5	89	5	1	56	15	315	1	515
	11-Apr-17	8.475	3	11	1	1	77	17	293	1	529
	12-Apr-17	8.245	9	11	1	1	11	18	281	2	572
	13-Apr-17	8.243	1	95	1	1	11	16	281	1	552
	14-Apr-17	7.700	3	10	7	1	70	17	284	1	514

	15- A p r- 1 7	7.81 2	3	80	1	1	69	15	337	1	529
	17- A p r- 1 7	7.39 9	5	65	1	1	67	17	326	1	505
	18- A p r- 1 7	8.90 0	4	90	2	1	92	13	358	1	583
	19- A p r- 1 7	7.00 0	5	75	2	1	70	14	304	1	497
	20- A p r- 1 7	8.72 2	4	91	33	2	69	16	314	3	584
	21- A p r- 1 7	7.72 0	5	11	1	1	80	13	293	1	524

l 4.15 Data Jumlah Cacat Proses *Piston type Piston Cailiper KWBA* (Lanjutan)

	22- A p r- 1 7	6.01 2	1	68	1	1	68	15	240	1	430
	24- A	6.01 1	5	78	3	1	83	17	247	1	461

	p r- 1 7										
	25- A p r- 1 7	6.88 0	4	66	1	1	73	15	303	1	493
	26- A p r- 1 7	6.78 8	6	79	2	1	64	14	283	1	475
	27- A p r- 1 7	6.99 1	6	77	5	1	68	17	293	1	496
	28- A p r- 1 7	7.70 0	3	91	1	1	79	23	289	1	518
	29- A p r- 1 7	7.21 1	3	12	1	1	90	14	218	1	474
	Total	183. 3 6 7	1	2.1	79	3	1.	371	7.1	3	12.

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Dari tabel jumlah cacat revisi di atas, maka dapat dihitung kembali proporsi, \bar{p} (CL), BKA dan BKB Apabila masih terdapat titik diluar batas kontrol peta kendali harus direvisi dengan mengeliminasi data yang berada diluar batas kontrol sampai semua dalam batas kontrol kemudian dapat dilanjutkan dengan perhitungan indeks kapabilitasnya.

Perhitungan di bawah ini merupakan perhitungan untuk menentukan proporsi dan \bar{p} pada hari pertama.

- a. Menentukan proporsi jumlah cacat.

$$P = \frac{\text{Jumlah Ukuran cacat produksi ke } - n}{\text{Ukuran sub grup } n}$$

$$P = \frac{557}{8232} = 0,0677$$

- b. Menentukan rata-rata jumlah cacat (\bar{p}) atau *control limit (CL)*:

$$\bar{p} = \frac{\sum n}{\sum k} = \frac{13057}{183367} = 0,0679$$

Dimana:

$\sum n$ = Jumlah cacat yang diamati selama 24 hari

$\sum k$ = Jumlah produksi yang diamati selama 24 hari

- c. Menentukan batas 3σ dengan jumlah produksi sebanyak 8.232 unit dan jumlah kabinet yang ditolak (cacat) sebanyak 557 unit pada hari ke-1 di bulan April 2017.

$$3\sigma = 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{k}} = 3 \sqrt{\frac{0,0679(1-0,0679)}{8232}} = 0,0083$$

Dimana:

k = Jumlah produksi yang diperiksa pada hari pertama.

- d. Menentukan BKA dan BKB

$$\text{BKA} = \bar{p} + 3\sigma = 0,0679 + 0,0083 = 0,0762$$

$$\text{BKB} = \bar{p} - 3\sigma = 0,0679 - 0,0083 = 0,0596$$

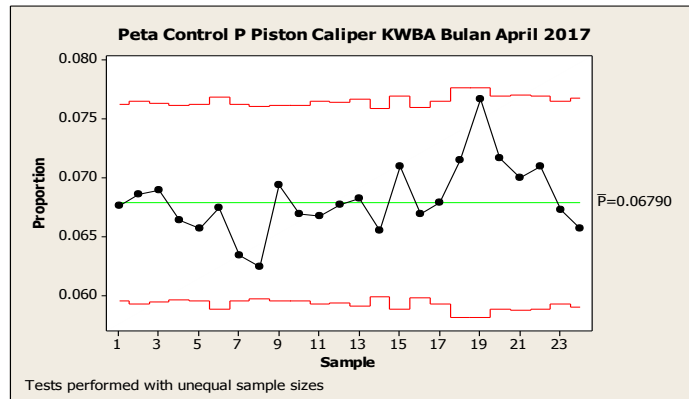
Perhitungan yang sama dilakukan untuk hari ke-2 sampai dengan hari ke-24., dimana diketahui masing-masing jumlah unit yang diperiksa dan jumlah unit yang ditolak (cacat). Rekapitulasi hasil perhitungan proporsi dan CL untuk 24 hari dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Rekapitulas Perhitungan Batas Kendali dalam Peta Kendali p (revisi)

No	Hari Pengamatan	Jumlah Produksi	Jumlah cacat piston	Proporsi Cacat (p)	CL	3 α	BKA	BKB
1	1-Apr-17	8.232	557	0,0677	0,0684	0,0083	0,0767	0,0600
2	3-Apr-17	7.634	524	0,0686	0,0684	0,0087	0,0771	0,0597
3	4-Apr-17	7.995	551	0,0689	0,0684	0,0085	0,0769	0,0599
4	5-Apr-17	8.342	554	0,0664	0,0684	0,0083	0,0767	0,0601
5	6-Apr-17	8.222	540	0,0657	0,0684	0,0084	0,0767	0,0600
7	9-Apr-17	7.011	473	0,0675	0,0684	0,0090	0,0774	0,0593
8	10-Apr-17	8.122	515	0,0634	0,0684	0,0084	0,0768	0,0600
9	11-Apr-17	8.475	529	0,0624	0,0684	0,0082	0,0766	0,0602
10	12-Apr-17	8.245	572	0,0694	0,0684	0,0083	0,0767	0,0601
11	13-Apr-17	8.243	552	0,0670	0,0684	0,0083	0,0767	0,0601
12	14-Apr-17	7.700	514	0,0668	0,0684	0,0086	0,0770	0,0598
13	15-Apr-17	7.812	529	0,0677	0,0684	0,0086	0,0770	0,0598
14	17-Apr-17	7.399	505	0,0683	0,0684	0,0088	0,0772	0,0596
15	18-Apr-17	8.900	583	0,0655	0,0684	0,0080	0,0764	0,0604
16	19-Apr-17	7.000	497	0,0710	0,0684	0,0091	0,0774	0,0593
17	20-Apr-17	8.722	584	0,0670	0,0684	0,0081	0,0765	0,0603
18	21-Apr-17	7.720	524	0,0679	0,0684	0,0086	0,0770	0,0598
19	22-Apr-17	6.012	430	0,0715	0,0684	0,0098	0,0782	0,0586
20	24-Apr-17	6.011	461	0,0767	0,0684	0,0098	0,0782	0,0586
21	25-Apr-17	6.880	493	0,0717	0,0684	0,0091	0,0775	0,0593
22	26-Apr-17	6.788	475	0,0700	0,0684	0,0092	0,0776	0,0592
23	27-Apr-17	6.991	496	0,0709	0,0684	0,0091	0,0774	0,0593
24	28-Apr-17	7.700	518	0,0673	0,0684	0,0086	0,0770	0,0598
25	29-Apr-17	7.211	474	0,0657	0,0684	0,0089	0,0773	0,0595
Total		183.367	12.450	1,7153	1,7098	0,2175	1,9273	1,4924

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, maka dapat dipetakan. Peta kendali p untuk jumlah cacat revisi dapat dilihat pada Gambar 4.29.



Gambar 4.29 Peta Kendali p Cacat *Piston Caliper KWBA* (revisi)

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

3. Baseline Kinerja Sebelum Perbaikan

Pengukuran baseline kinerja menggunakan satuan pengukuran DPMO (*Defect per Million Opportunities*) dan *level sigma*. Untuk melakukan pengukuran *level sigma* sebelum perbaikan digunakan langkah-langkah berikut:

a. Perhitungan DPMO

1) *Unit (U)*

Jumlah produksi *Piston Caliper KWBA* pada periode April 2017 sebanyak 190.911 unit.

2) *Opportunities (OP)*

Berdasarkan persyaratan karakteristik kebutuhan pelanggan, maka dapat diketahui terdapat delapan jenis karakteristik terjadinya cacat atau CTQ potensial yaitu *Gompal* dan *Bintik*. Berdasarkan cacat yang dihasilkan itu berarti ada 2 kesempatan terjadinya cacat pada setiap unit produk yang dihasilkan.

3) *Defect (D)*

Jumlah cacat produksi *Piston Caliper KWBA* bulan April 2017 adalah sebesar 13.057 unit.

4) *Defect per Unit*

$$DPU = \frac{D}{U}$$

$$DPU = \frac{13.057}{190.911} = 0,0684$$

5) *Total Opportunities* (TOP)

$$\begin{aligned} \text{TOP} &= U \times \text{OP} \\ &= 190.911 \times 2 \\ &= 381.822 \end{aligned}$$

6) *Defect per Opportunities* (DPO)

$$DPO = \frac{D}{TOP}$$

$$DPO = \frac{13.057}{381.822} = 0,034197$$

7) *Defect per Million opportunities* (DPMO)

$$\begin{aligned} \text{DPMO} &= \text{DPO} \times 10^6 \\ &= 0,034197 \times 1.000.000 \\ &= 34.197 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa jumlah cacat per satu juta kesempatan (DPMO) pada *Piston Caliper KWBA* adalah 34.197 unit.

b. Nilai *Sigma*

Setelah diketahui DPMO, selanjutnya menghitung *level sigma* perusahaan saat ini. *level sigma* didapat dengan mengkonversikan nilai DPMO ke dalam tabel *level sigma* atau menggunakan kalkulator *Sigma*. Dari perhitungan sebelumnya telah diketahui bahwa DPMO perusahaan saat ini untuk pembuatan *Piston Caliper KWBA* adalah 34.197 unit. Berdasarkan DPMO diperoleh ukuran-ukuran berbasis peluang (Pande, 2000) atau dikonversikan dengan melihat Tabel konversi DPMO dan *Level Sigma Motorola*, dapat dilihat pada Lampiran.

$$\text{Level Sigma} = 0,8406 + \sqrt{29,32 - (2,221(\ln(\text{DPMO}))}$$

$$\text{Level Sigma} = 0,8406 + \sqrt{29,32 - (2,221(\ln(34.197)))}$$

$$\text{Level Sigma} = 0,8406 + \sqrt{29,32 - (23,187002)}$$

$$\text{Level Sigma} = 0,8406 + 2,476489047$$

$$\text{Level Sigma} = 3,317$$

Dari hasil perhitungan didapat *level sigma* perusahaan untuk *Piston Caliper KWBA* pada saat ini berada pada *level 3,317*.

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN MASALAH

Pada bab ini akan diuraikan dan dilakukan analisis dan pembahasan dari hasil pengukuran dan pengolahan data pada bab sebelumnya. Analisis pengolahan data dilakukan dalam tiga tahapan, yaitu tahap *analyze* (analisis), tahap *improve* (perbaikan) dan tahap *control* (pengendalian).

5.1 Tahap *Analyze* (Menganalisis)

Analisis merupakan langkah operasional ketiga dalam peningkatan *level sigma* pada pengendalian kualitas dengan metode DMAIC dengan mencari dan menentukan akar permasalahannya. Pada tahap ini dilakukan analisis mengenai sebab timbulnya masalah sehingga dapat dilakukan penanggulangan terhadap sebab-sebab yang ada. Hasil akhir yang ingin diperoleh dari tahap ini adalah berupa informasi atau pernyataan mengenai sumber dan akar penyebab cacat pada *Piston Caliper KWBA* yang tidak sesuai dengan CTQ yang ditetapkan perusahaan. Alat pengendalian kualitas yang digunakan dalam tahap ini adalah diagram sebab akibat (*fishbone*) yang didasarkan pada hasil *brainstorming* dengan dengan *staff* produksi dan operator, *FMEA* dan *5W+1H*.

Hasil pengolahan data dengan menggunakan diagram pareto pada gambar 4.28 dibab 4 menunjukkan bahwa cacat *bintik* dan cacat *gompal* menyumbang persentase terbesar yaitu 56,8% dan 16,9%. Dengan demikian, penyelesaian masalah dilakukan terhadap cacat *bintik* dan *gompal* karena merupakan cacat terbanyak di dalam diagram pareto.

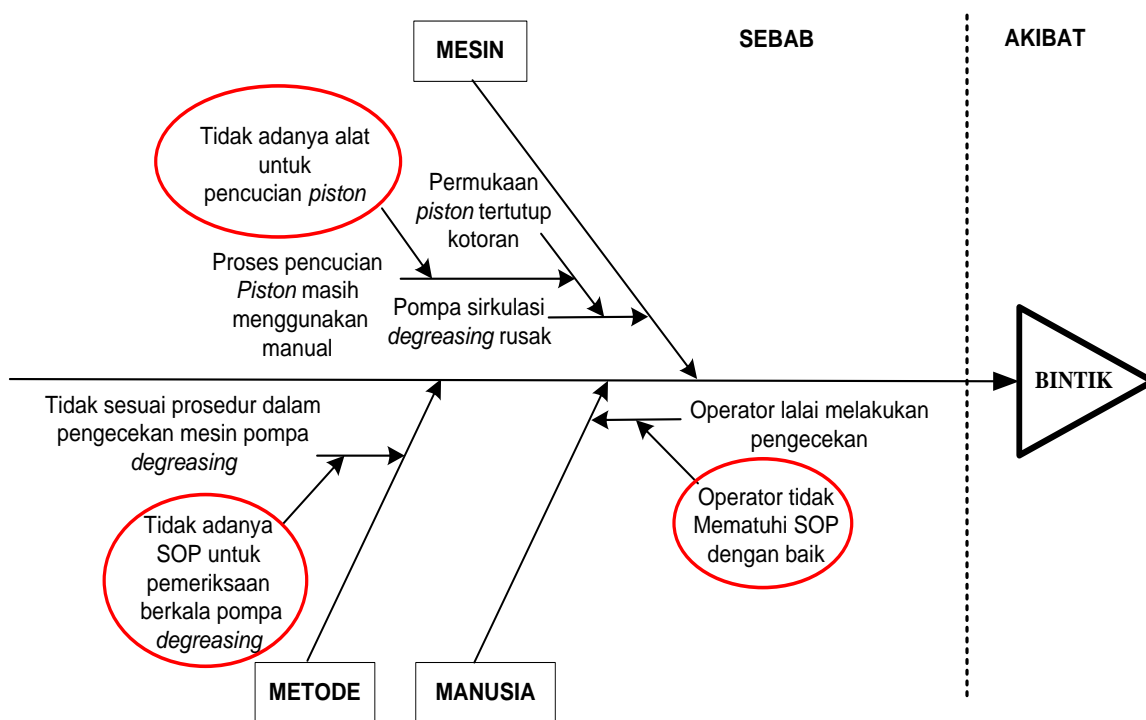
5.1.1 Analisis Diagram *Fishbone* Cacat *Bintik*

Cacat *bintik* adalah jenis cacat yang terjadi diluar permukaan *piston* yang di tandai dengan bintik hitam dikarenakan kotoran masih menempel dipermukaan *piston*. Langkah yang ditempuh dalam tahap *analyze* cacat *bintik* adalah pembuatan diagram sebab akibat (*fishbone diagram*) dan

menentukan prioritas penanganan masalah dengan menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

1. Diagram *Fishbone* cacat *Bintik*.

Jenis cacat *bintik* merupakan cacat terbesar yang terjadi selama proses produksi dan akan dilakukan analisis pada diagram sebab-akibat. Diagram sebab-akibat cacat *bintik* disebabkan oleh beberapa faktor-faktor penyebab yang kemudian secara garis besar dikelompokkan ke dalam berbagai kategori, yaitu metode (*method*), manusia (*man*), mesin (*machine*). Pembuatan diagram sebab-akibat ini didasarkan pada hasil *brainstorming* dengan *staff* produksi dan operator. Adapun *brainstorming* yang dilakukan menggunakan diagram sebab akibat untuk jenis cacat *bintik* dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1. Diagram sebab-akibat cacat *bintik*
(sumber: pengolahan data)

Diagram *fishbone* tersebut menunjukkan bahwa terdapat beberapa faktor potensial yang dapat menyebabkan cacat *bintik*, yaitu:

a. Mesin

Pada proses *grinding* berlangsung terjadi perubahan fisik dari permukaan *piston* kasar menjadi halus, setelah dihaluskan dengan mesin *grinding piston* akan

dicuci dengan merendam ke dalam bak air *washing* (pompa sirkulasi *degreasing*) setelah itu dijemur dirak *piston*, permasalahannya adalah pompa sirkulasi *degreasing* rusak kerana tertutup kotoran sehingga proses pencucian tidak maksimal dan sisa material *piston* masih menempel pada permukaan *piston*, jika dibiarkan maka saat proses selanjutnya pada proses *plating* kotoran menutupi permukaan *piston* ikut terlapis bersama dengan nikel dan akan menimbulkan bintik hitam yang disebut cacat *bintik*. Oleh sebab itu untuk memaksimalkan proses pencucian *piston* dan mengurangi cacat *bintik* diperlukan perbaikan pompa sirkulasi *degreasing* dengan alat untuk memaksimalkan pencucian *piston*.

b. Manusia

Terjadinya cacat *bintik* ini disebabkan oleh operator yang tidak disiplin dalam melakukan pengecekan standar kebersihan *piston*, akibatnya piston masih kotor karena endapan sisa-sisa material *piston* setelah proses *grinding* masih menempel, sehingga menyebabkan cacat *bintik*.

c. Metode

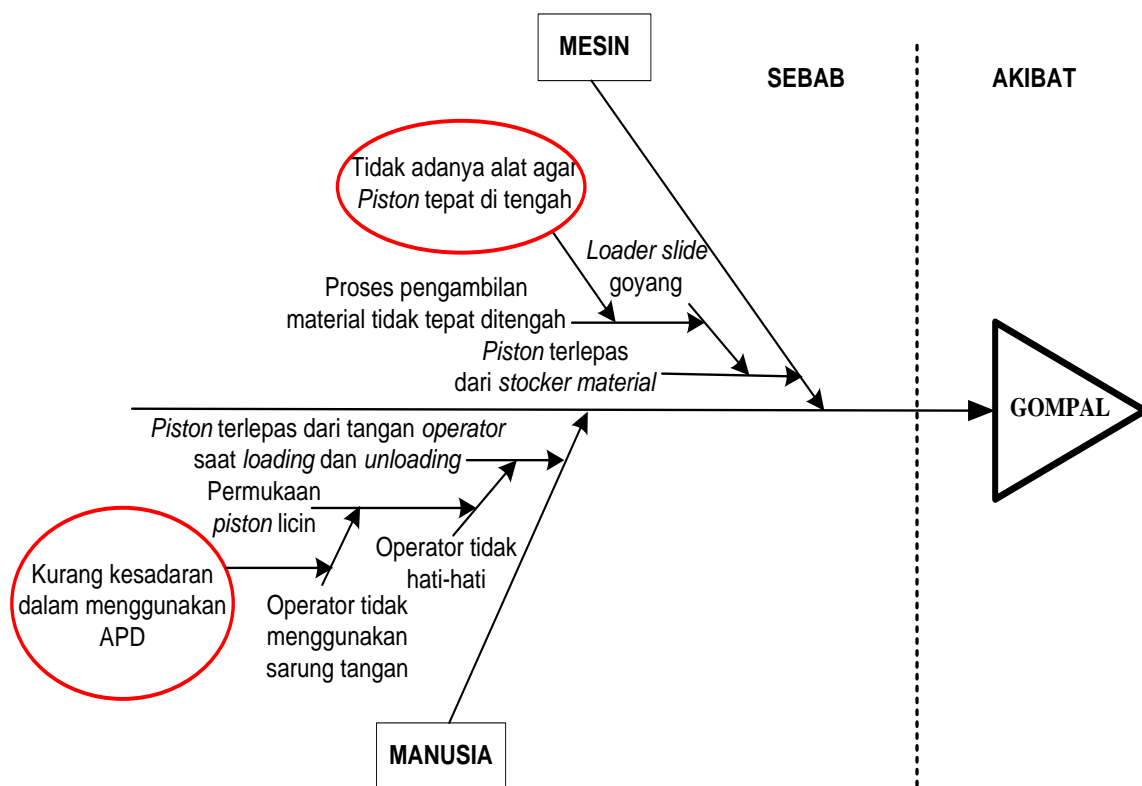
Kurang maksimal dalam pengecekan mesin pompa *degreasing* disebabkan tidak adanya pemeriksaan berkala pompa *degreasing*. Akibatnya kotoran menempel dan saat diproses *plating* hasilnya akan menimbulkan cacat *bintik*, oleh sebab itu penting sekali pengecekan berkala dilakukan agar mesin pompa *degreasing* selalu terkerkendali.

5.1.2 Analisis Diagram *Fishbone* Cacat *Gompal*

Cacat *gompal* adalah jenis cacat yang disebabkan oleh material terbentur dengan dinding *chuck* saat proses *cutting* atau *piston* jatuh dari ketinggian ditandai dengan permukaan yang nampak dempul dibagian ujung *piston*. Langkah yang ditempuh dalam tahap *analyze* cacat *gompal* adalah pembuatan diagram sebab akibat (*fishbone diagram*) dan menentukan prioritas penanganan masalah dengan menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

1. Diagram *Fishbone* cacat *gompal*

Jenis cacat *gompal* merupakan cacat terbesar kedua yang terjadi selama proses produksi dan akan dilakukan analisis pada diagram sebab-akibat. Diagram sebab-akibat cacat *gompal* disebabkan oleh beberapa faktor-faktor penyebab yang kemudian secara garis besar dikelompokkan ke dalam berbagai kategori, yaitu bahan baku (*material*) dan mesin (*machine*). Pembuatan diagram sebab-akibat ini didasarkan pada hasil *brainstorming* dengan *staff* produksi dan operator. Adapun *brainstorming* yang dilakukan menggunakan diagram sebab-akibat untuk jenis cacat *gompal* dapat dilihat pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Diagram sebab-akibat cacat *gompal*
(Sumber: pengolahan data)

a. Mesin

Pada proses *cutting*, *piston* satu persatu dimasukkan dan ditumpuk ke dalam *stocker material* yang sudah standar dengan ukuran diameter *piston*, kemudian *loader slide* akan mengambil satu persatu *piston* dari *stocker material*. Permasalahannya adalah *loader slide* yang goyang karena proses *cutting* di mesin amada berpotensi *touching part* antara *chuck* dengan *stocker material* efeknya saat *chuck* mengambil *piston* dari *stocker material*,

piston akan terjatuh saat *chuck* tidak tepat ditengah dari *stocker material* dan akan menimbulkan cacat *gompal*. Untuk meminimalisir *piston* terjatuh dari *chuck*, maka diperlukan perbaikan agar saat proses pengambilan *piston* tidak jatuh ke lantai produksi.

b. Manusia

penyebab yang dapat menimbulkan *piston* terlepas dari tangan saat *loading* dan *unloading* adalah kecerobohan dari operator yang tidak hati-hati karena permukaan *piston* itu licin, maka diperlukan sarung tangan dan pengawasan dari *foreman* untuk mengurangi cacat *gompal*.

5.1.3 Analisis dengan Metode FMEA

Metode FMEA digunakan untuk mengidentifikasi kegagalan potensial yang mengakibatkan kedua jenis cacat dominan dari hasil diagram pareto, termasuk menelusuri penyebab kegagalan potensial dan kendali yang dilakukan saat ini. Pengolahan data dilakukan melalui *brainstorming*. Langkah-langkah pengolahan data dengan metode FMEA diuraikan sebagai berikut:

1. Identifikasi Jenis Kegagalan Potensial dan Efek Kegagalan Potensial

Jenis kegagalan potensial adalah suatu keadaan dimana proses dapat berpotensi gagal memenuhi persyaratan proses atau desain, sedangkan Efek kegagalan potensial adalah efek dari jenis kegagalan yang dapat berpengaruh terhadap proses berikutnya atau pelanggan. Jenis kegagalan potensial yang terjadi, mengakibatkan ada dua jenis cacat dominan pada proses *piston* dengan diagram pareto. Melalui *brainstorming* diidentifikasi jenis kegagalan potensial dan efek kegagalan potensial dapat dilihat pada Tabel 5.1 sebagai berikut:

Tabel 5.1 Identifikasi Jenis dan Efek Kegagalan Potensial

No.	Jenis Kegagalan Potensial	Efek Kegagalan Potensial
1.	Pompa sirkulasi <i>degreasing</i> rusak	Terdapat bercak hitam pada <i>Piston Caliper KWBA</i>
2.	Operator lalai melakukan pengecekan	
3.	Tidak sesuai prosedur dalam pengecekan mesin pompa <i>degreasing</i>	
4.	<i>Piston</i> terlepas dari <i>stocker material</i>	Terdapat penyok pada ujung <i>Piston Caliper KWBA</i>
5.	<i>Piston</i> terlepas dari tangan <i>operator</i> saat <i>loading</i> dan <i>unloading</i>	

(Sumber: Hasil *Brainstorming*, 2017)

2. Menentukan Nilai *Severity*

Nilai *severity* ditentukan setelah mengidentifikasi efek kegagalan potensial pada proses *piston*. *Severity* adalah pernyataan mengenai keseriusan efek dengan tingkat keparahan dari skala 1 sampai 10. Untuk menentukan nilai *severity* pada setiap efek kegagalan yang telah teridentifikasi digunakan tabel 2.3 yang merupakan tabel kriteria *severity* yang diadopsi perusahaan dalam melakukan proses FMEA. Hasil *brainstorming* untuk nilai *severity* setiap efek kegagalan dapat dilihat pada Tabel 5.2 sebagai berikut:

Tabel 5.2 Penentuan Nilai *Severity*

No.	Efek Kegagalan Potensial	<i>Severity</i> (S)	Alasan
1.	Terdapat bercak hitam pada <i>Piston Caliper KWBA</i>	8	Mengganggu kelancaran lini produksi dan 100% menjadi <i>scrap</i>
2.	Terdapat penyok pada ujung <i>Piston Caliper KWBA</i>	8	Mengganggu kelancaran lini produksi dan 100% menjadi <i>scrap</i>

(Sumber: Hasil *Brainstorming*, 2017)

3. Identifikasi Penyebab Kegagalan Potensial

Penyebab kegagalan akan menentukan nilai *occurrence*. Penyebab dari setiap kegagalan potensial ditelusuri dengan menggunakan diagram sebab-akibat. Dengan demikian, diharapkan akan diperoleh akar penyebab masalah yang sesungguhnya. Hasil *brainstorming* mengenai penyebab kegagalan potensial untuk setiap jenis kegagalan potensial yang diidentifikasi dapat dilihat pada Tabel 5.3 sebagai berikut:

Tabel 5.3 Identifikasi Penyebab Kegagalan Potensial

No.	Jenis Cacat	Jenis Kegagalan Potensial	Penyebab Kegagalan Potensial
1.	<i>Bintik</i>	Pompa sirkulasi <i>degreasing</i> rusak	Tidak adanya alat untuk pencucian <i>piston</i>
2.		Operator lalai melakukan pengecekan	Operator tidak mematuhi SOP dengan baik
3.		Tidak sesuai prosedur dalam pengecekan mesin pompa <i>degreasing</i>	Tidak adanya SOP untuk pemeriksaan berkala pompa <i>degreasing</i>
4.	<i>Gompal</i>	<i>Piston</i> terlepas dari <i>stocker material</i>	Tidak adanya alat agar <i>piston</i> tepat ditengah
5.		<i>Piston</i> terlepas dari tangan operator saat <i>loading</i> dan <i>unloading</i>	Kurang kesadaran dalam menggunakan APD

(Sumber: Hasil *Brainstorming*, 2017)

4. Menentukan Nilai *Occurrence*

Occurrence adalah tingkat keseringan terjadinya penyebab kegagalan potensial yang dimulai dari skala 1 sampai 10. Skala 1 menunjukkan tingkat kemungkinan penyebab kegagalan terjadi sangat kecil, sedangkan skala 10 menunjukkan tingkat kemungkinan penyebab kegagalan terjadi sangat tinggi. Untuk menentukan nilai *occurrence* pada setiap penyebab kegagalan digunakan tabel 2.4 dibab 2 yang merupakan tabel kriteria penilaian *occurrence* yang diadopsi perusahaan dalam melakukan proses FMEA. Melalui *brainstorming* dengan staf produksi, staf PPIC, dan staf QC maka diperoleh nilai *occurrence* untuk setiap penyebab kegagalan potensial dapat dilihat pada Tabel 5.4 sebagai berikut:

Tabel 5.4 Penentuan Nilai *Occurrence*

No.	Efek Kegagalan Potensial	Tingkat Kegagalan	<i>Occurrence</i> (O)	Alasan
1.	Terdapat bercak hitam pada <i>Piston Caliper KWBA</i>	7.414/13.057 unit = 0,57	10	$\geq 100/1.000$ unit = 0,1
2.	Terdapat penyok pada ujung <i>Piston Caliper KWBA</i>	2.213/13.057 unit = 0,17	10	$\geq 100/1.000$ unit = 0,1

(Sumber: Hasil *Brainstorming*, 2017)

5. Identifikasi Kendali Saat Ini

Langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi kendali yang dilakukan saat ini dalam mencegah atau mendeteksi terjadinya kegagalan ataupun penyebab kegagalan. Hasil identifikasi ini memudahkan dalam pemberian nilai *detection*. Hasil *brainstorming* dapat dilihat pada Tabel 5.5 sebagai berikut:

Tabel 5.5 Identifikasi Kendali Saat Ini

No.	Jenis Cacat	Penyebab Kegagalan Potensial	Kendali Saat Ini
1.	<i>Bintik</i>	Tidak adanya alat untuk memaksimalkan pencucian <i>piston</i>	Melakukan analisa terhadap pompa sirkulasi <i>degreasing</i>
2.		Operator tidak mematuhi SOP dengan baik	Memberikan teguran tegas dan tingkatkan kedisiplinan
3.		Tidak adanya SOP untuk pemeriksaan berkala pompa <i>degreasing</i>	Pemberian SOP untuk pemeriksaan berkala pompa sirkulasi <i>degreasing</i>
4.	<i>Gompal</i>	Tidak adanya alat agar <i>piston</i> tepat ditengah	Melakukan analisa terhadap mesin <i>cutting</i>
5.		Kurangnya pengawasan	Memberikan teguran tegas pentingnya K3

(Sumber: Hasil *Brainstorming*, 2017)

6. Menentukan Nilai *Detection*

Detection adalah penilaian terhadap kemungkinan kendali dapat mendeteksi kegagalan yang dimulai dari skala 1 sampai 10. Skala 1 menunjukkan bahwa kendali yang tersedia *control* pasti dapat mendeteksi kegagalan, sementara skala 10 menunjukkan bahwa kendali yang tersedia *control* tidak dapat mendeteksi kegagalan. Untuk menentukan nilai *detection* pada setiap kendali yang ada saat ini digunakan tabel 2.5 dibab 2 yang merupakan tabel *control* penilaian *detection* yang dipakai perusahaan dalam melakukan proses FMEA. Melalui *brainstorming* dengan staf Produksi, staf PPIC, dan staf QC maka diketahui nilai *detection* untuk setiap kendali saat ini pada Tabel 5.6 sebagai berikut:

Tabel 5.6 Penentuan Nilai *Detection*

No.	Jenis Cacat	Penyebab Kegagalan Potensial	Kendali Saat Ini	<i>Detection</i> (D)	Alasan
1.	<i>Bintik</i>	Tidak adanya alat untuk pencucian <i>piston</i>	Melakukan analisa terhadap pompa sirkulasi <i>degreasing</i>	7	Sangat rendah kemungkinan kontrol untuk mendeteksi kegagalan
2.		Operator tidak mematuhi SOP dengan baik	Memberikan teguran tegas dan tingkatkan kedisiplinan	3	Kontrol mempunyai peluang yang besar untuk mendeteksi kegagalan
3.		Tidak adanya SOP untuk pemeriksaan berkala pompa <i>degreasing</i>	Pemberian SOP untuk pemeriksaan berkala pompa sirkulasi <i>degreasing</i>	4	Inspeksi yang hati-hati dengan indera manusia untuk mengetahui cacat yang terjadi
4.	<i>Gompal</i>	Tidak adanya alat agar <i>piston</i> tepat ditengah	Melakukan analisa terhadap mesin <i>cutting</i>	7	Sangat rendah kemungkinan kontrol untuk mendeteksi kegagalan
5.		Kurang kesadaran dalam menggunakan APD	Memberikan teguran tegas pentingnya K3	3	Kontrol mempunyai peluang yang besar untuk mendeteksi kegagalan

(Sumber: Hasil *Brainstorming*, 2017)

7. Menghitung Nilai *Risk Priority Number* (RPN)

Setelah diperoleh nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* maka langkah selanjutnya adalah menghitung nilai RPN. Nilai RPN berkisar dari 1 sampai 1.000. Nilai 1 untuk menyatakan risiko kegagalan sangat rendah dan nilai

1.000 untuk menyatakan risiko kegagalan sangat tinggi. Untuk menghitung nilai RPN digunakan persamaan (1). Misalnya pada efek kegagalan potensial yaitu cacat *bintik* yang memiliki nilai *severity* 8, dengan tingkat kegagalan 7.414/13.057 unit maka nilai *occurrence* 10 karena lebih dari perbandingan 100/1.000 unit, dan kendali saat ini berupa melakukan analisa terhadap pompa sirkulasi *degresing* yang memiliki nilai *detection* 7, maka dengan mengikuti persamaan (1) akan diperoleh nilai RPN sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{RPN} &= (\text{S}) \times (\text{O}) \times (\text{D}) \\ &= 8 \times 10 \times 7 = 560 \end{aligned}$$

Lakukan cara yang sama pada penyebab kegagalan potensial lainnya. Hasil perhitungan nilai RPN dapat dilihat pada Tabel 5.7

Tabel 5.7 Hasil Perhitungan Nilai RPN

Efek Kegagalan Potensial	(S)	Penyebab Kegagalan Potensial	(O)	Kendali Saat Ini	(D)	RPN
Terdapat bercak hitam pada <i>Piston Caliper KWBA</i>	8	Tidak adanya alat untuk pencucian <i>piston</i>	10	Melakukan analisa terhadap pompa sirkulasi <i>degreasing</i>	7	560
		Operator tidak mematuhi SOP dengan baik		Memberikan teguran tegas dan tingkatkan kedisiplinan	3	240
		Tidak adanya SOP untuk pemeriksaan berkala pompa <i>degreasing</i>		Pemberian SOP untuk pemeriksaan berkala pompa sirkulasi <i>degreasing</i>	4	320
Terdapat penyok pada ujung <i>Piston Caliper KWBA</i>	8	Tidak adanya alat agar <i>piston</i> tepat ditengah	10	Melakukan analisa terhadap mesin <i>cutting</i>	7	560
		Kurang kesadaran dalam menggunakan APD		Memberikan teguran tegas pentingnya K3	3	240

(Sumber: Pengolahan Data, 2017)

5.1.4 Analisis Nilai Severity

Berdasarkan tabel 5.4 yang menunjukkan bahwa efek kegagalan potensial berupa *bintik* dan *gompal* pada proses *piston* memiliki nilai *severity* masing-masing 8, karena mengganggu kelancaran lini produksi dan 100% menjadi *scrap*. Kedua jenis cacat tersebut tidak bisa dimanfaatkan kembali karena bahan dasar pembuatan *piston* yaitu 93% Fe (Besi) dan 7% campuran karbon, *aluminium*, *silicon*, tembaga jika

meleburnya kembali ke proses awal akan menurunkan kekuatan kualitas *piston* dan akan membahayakan konsumen saat berkendara.

5.1.5 Analisis Nilai Occurrence

Berdasarkan tabel 5.4 yang menunjukkan bahwa efek kegagalan potensial cacat *belang* memiliki nilai *occurrence* 10, karena efek kegagalan tersebut memiliki probabilitas kegagalan sangat tinggi dengan tingkat kegagalan 7.414/13.057 unit, yang didapat dengan cara membagi jumlah jenis cacat *bintik* dengan total produksi, efek kegagalan tersebut melebihi peringkat 10 pada tabel 2.4 yaitu tabel kriteria penilaian *occurrence* dengan tingkat kegagalan 100/1.000 unit yang dihasilkan. Efek kegagalan potensial cacat *gompal* memiliki nilai *occurrence* 10, karena efek kegagalan tersebut memiliki probabilitas kegagalan sangat tinggi dengan tingkat kegagalan 2.213/13.057 unit yang didapat dengan cara membagi jumlah jenis cacat *gompal* dengan total produksi, efek kegagalan tersebut mendekati peringkat 10 pada tabel 2.4 yaitu tabel kriteria penilaian *occurrence* dengan tingkat kegagalan 100/1.000 unit yang dihasilkan.

5.1.6 Analisis Nilai Detection

Berdasarkan pada hasil *brainstorming* dengan *staff* produksi dan operator maka nilai tertinggi *detection* pada tabel 5.6 terjadi pada cacat *bintik* dan cacat *gompal* dengan penyebab kegagalan potensial tidak ada alat untuk memaksimalkan pencucian *piston* dan belum ada alat agar *piston* tepat ditengah mempunyai nilai *detection* masing-masing diberi nilai 7. Kemudian pada cacat *bintik* untuk penyebab kegagalan potensial tidak adanya pemeriksaan berkala pompa *degreasing* mempunyai nilai *detection* diberi nilai 4. Kemudian pada cacat *bintik* dan cacat *gompal* untuk penyebab kegagalan potensial operator tidak mematuhi SOP dengan baik dan kurangnya pengawasan mempunyai nilai *detection* masing-masing diberi nilai 3. Dasar penilaian *detection* yaitu pada tabel 2.5 yaitu tabel kriteria penilaian *detection*. Arti dari nilai 7 yaitu sangat rendah kemungkinan kontrol untuk mendeteksi kegagalan, karena kedua

penyebab cacat *bintik* dan cacat *gompal* tersebut butuh analisa terlebih dahulu. Untuk mendeteksi tidak ada alat untuk penghisap kotoran pada penyebab cacat *bintik* maka kendali saat ini berupa melakukan analisa terhadap pompa sirkulasi *degreasing*. Untuk mendeteksi belum ada alat agar *piston* tepat ditengah pada penyebab cacat *gompal* maka kendali saat ini berupa melakukan analisa terhadap mesin *cutting*. Sedangkan nilai 4 pada cacat *gompal* yaitu kontrol mempunyai peluang yang besar untuk mendeteksi kegagalan. Untuk mendeteksi tidak adanya pemeriksaan berkala pompa sirkulasi *degreasing* maka kendali saat ini adalah pemeriksaan berkala untuk pompa sirkulasi *degreasing* dan nilai 3 yaitu kontrol mempunyai peluang yang besar untuk mendeteksi kegagalan. Untuk mendeteksi operator tidak mematuhi SOP dengan baik pada penyebab cacat *bintik* maka kendali saat ini berupa memberikan teguran keras dan tingkatkan kedisiplinan, untuk mendeteksi kurangnya pengawasan pada penyebab cacat *gompal* maka kendali saat ini berupa memberikan teguran keras pentingnya K3.

5.1.7 Analisis Prioritas Penyebab Kegagalan Pada Metode FMEA

Prioritas penyebab kegagalan pada metode FMEA ditentukan berdasarkan perhitungan nilai RPN yang tersaji pada tabel 5.7. Prioritas penyebab kegagalan pada metode FMEA dapat dilihat pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Prioritas Penyebab Kegagalan Potensial Pada Metode FMEA

Jenis cacat	Penyebab Kegagalan Potensial	Nilai RPN	Urutan Prioritas
<i>Bintik</i>	Tidak adanya alat untuk pencucian <i>piston</i>	560	1
	Operator tidak mematuhi SOP dengan baik	240	3
	Tidak adanya SOP untuk pemeriksaan berkala pompa <i>degreasing</i>	320	2
<i>Gompal</i>	Tidak adanya alat agar <i>piston</i> tepat ditengah	560	1
	Kurangnya pengawasan	240	2

(Sumber: Pengolahan Data, 2017)

Berdasarkan perhitungan pada tabel nilai *Risk Priority Number* (RPN), nilai terbesar pada jenis cacat *bintik* adalah tidak ada alat untuk

pencucian *piston*. Kemudian nilai terbesar pada jenis cacat gompal adalah belum ada alat agar *piston* tepat ditengah.

5.1.8 Analisis *Risk Priority Number* (RPN)

Berdasarkan hasil perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) yang diperoleh dari hasil pengolahan data yang dapat dilihat pada tabel 5.8, untuk nilai RPN tertinggi terdapat pada jenis cacat bintik dan cacat gompal dengan nilai RPN masing-masing sama yaitu 560.

Penyebab kegagalan cacat bintik berdasarkan nilai RPN yang tertinggi adalah pada kegagalan yang diakibatkan oleh faktor mesin/alat yaitu tidak adanya alat untuk pencucian piston dengan nilai RPN sebesar 560.

Penyebab kegagalan cacat gompal berdasarkan nilai RPN yang tertinggi adalah pada kegagalan yang diakibatkan oleh faktor mesin/alat yaitu tidak adanya alat agar piston tepat ditengah dengan nilai RPN sebesar 560.

Nilai RPN tertinggi ini menjadi prioritas utama dalam pemecahan masalah terlebih dahulu.

5.2 Rencana Perbaikan

Setelah melakukan perhitungan nilai RPN, langkah selanjutnya adalah melakukan rencana perbaikan untuk mengatasi penyebab timbulnya cacat berdasarkan nilai RPN tertinggi.

Rencana perbaikan dilihat faktor yang menjadi penyebab timbulnya bintik dan gompal yaitu mesin/alat yang ada pada diagram sebab-akibat (*fishbone*). Oleh karena itu, akan dilakukan upaya perbaikan terhadap faktor tersebut guna meningkatkan perbaikan kualitas dengan membuat rencana perbaikan menggunakan metode 5W+1H.

Metode 5W+1H terdiri dari: *What* (apa), *How* (bagaimana), *Why* (mengapa), *Who* (siapa), *Where* (dimana), dan *When* (kapan). Usulan rencana perbaikan yang akan dilakukan dengan metode 5W+1H dapat di lihat pada Tabel 5.9 dan Tabel 5.10.

Tabel 5.9 Rencana Perbaikan Cacat *Bintik*

Faktor	<i>What</i>	<i>Why</i>	<i>Where</i>	<i>When</i>	<i>Who</i>	<i>How</i>
	Masalah yang terjadi	Alasan	Tempat	Kapan	Penanggung jawab	Tindakan yang dilakukan
<i>Cacat Bintik</i>						
Mesin	Tidak ada alat untuk pencucian <i>piston</i>	Agar mengoptimalkan proses pencucian <i>piston</i>	Dibagian <i>washing</i>	Setelah proses pencucian dibak <i>rinse</i> menuju bak <i>nickel plating</i>	<i>Foreman</i> dan <i>operator</i>	Pembuatan <i>heater control</i>

(sumber: pengolahan data)

Tabel 5.10 Rencana Perbaikan Cacat *Gompal*

Faktor	<i>What</i>	<i>Why</i>	<i>Where</i>	<i>When</i>	<i>Who</i>	<i>How</i>
	Masalah yang terjadi	Alasan	Tempat	Kapan	Penanggung jawab	Tindakan yang dilakukan
<i>Cacat Gompal</i>						
Mesin	Tidak adanya alat agar <i>piston</i> tepat ditengah	Untuk mengurangi <i>touching part</i>	Mesin <i>Amada cutting piston</i>	Saat <i>loader slide</i> tidak tepat ditengah	<i>Foreman</i>	Pembuatan <i>centering material</i> pada <i>chuck</i> dari <i>MC blue</i>

(sumber: pengolahan data)

5.3 Tahap *Improve*

Tahap berikutnya adalah *improve* atau perubahan. Setelah sumber-sumber dan akar penyebab dari masalah kualitas teridentifikasi, maka perlu dilakukan penerapan rencana tindakan (*action plan*) untuk melaksanakan peningkatan kualitas *Six Sigma*. Tindakan yang dilakukan untuk mengatasi cacat bintik adalah dengan membuat *improve* pada pompa proses pencucian *piston* yaitu pembuatan *heater control*, dan untuk cacat *gompal* adalah melakukan *improve* pada *loader slide* yaitu pembuatan *centering material* pada *chuck* dari *MC blue*.

5.2.1 Pembuatan *Heater Control*

Cacat bintik adalah cacat yang disebabkan oleh sisa *gram* yang menempal pada permukaan *piston* dan ikut terproses diplating, sehingga *plating* menjadi tidak sempurna menutupi seluruh permukaan *piston* disebabkan tertutup sisa *gram* yang menempel dan timbulah bintik di permukaan *piston*. Oleh sebab itu dibutuhkan penambahan alat agar memaksimalkan proses pencucian *piston*.

Heater control adalah alat yang digunakan untuk menaikkan suhu material menggunakan energi sebagai sumber pemanas. Pemanas ini

sangat diperlukan dalam memaksimalkan proses pencucian *piston*. Energi panas yang dipakai untuk pencucian *piston* berguna untuk memisahkan sisa gram yang menempel pada permukaan *piston* setelah proses ginding. Energi panas berasal dari hasil pembakaran sehingga disebut juga dengan *fire heater*. Energi panas berfungsi menaikkan suhu bak *rinse* akan membantu memisahkan kotoran dengan material *piston* dengan mudah.

Secara garis besar *heater control* ini terbuat dari metal yang dilapisi *refractory* pada bagian dalamnya sebagai isolasi panas sehingga panas tidak terbang keluar. Cara kerja *heater control* yaitu saat piston disusun ke dalam rak dan dimasukkan ke dalam bak *washing* oleh operator maka secara otomatis *heater control* akan bekerja selama 3,4 detik setelah itu diangkat dan masuk ke proses plating. Material yang dipanaskan/*charge* bisa berbentuk padat, cair atau gas. Cairan yang dipanaskan yaitu *coolant* dengan suhu titik didih air 20-40°C.

Usulan Perbaikan Pemasangan *Heater Control* untuk memaksimalkan proses pencucian *piston* dapat dilihat pada Tabel 5.11.

Tabel 5.11 *Improve* dari Proses Pencucian *Piston*

Cacat <i>Bintik</i>	Proses pencucian <i>Piston</i>
Sebelum Perbaikan	



(sumber: pengolahan data)

5.2.2 Pembuatan *Centering Material* pada *Chuck* dari *MC Blue*

Kondisi ketepatan saat *chuck* akan mengambil *piston* dari *stocker* material disebabkan oleh getaran yang dihasilkan mesin *amada cutting*. *Chuck* harus tepat ditengah saat mengambil *piston*, agar mendukung kinerja mesin *amada cutting* maka dibuatlah penambahan alat dengan memasang *centering* yang terbuat dari plastik yang elastis, dengan adanya *centering material* pada *chuck* diharapkan *piston* akan selalu terarah ke *center chuck* dan mengurangi cacat *gompal* pada pembentukan *piston*. Berikut adalah gambar pembuatan *centering material* pada *chuck* dari *Material Centring (MC) blue* dapat dilihat pada Tabel 5.12.

Tabel 5.12 *Improve* pada *Loader Slide*

Cacat <i>Gompal</i>	Sebelum Perbaikan	Sesudah Perbaikan
---------------------	-------------------	-------------------



(sumber: pengolahan data)

5.3 Tahap *Control*

Tahap *control* merupakan tahap operasional kelima dalam program peningkatan *level sigma*. Tujuannya adalah untuk mengetahui apakah proses produksi sesudah perbaikan diimplementasikan terkendali secara *statistical* atau tidak. Selain itu, tahap *control* ini dilakukan untuk mengetahui besarnya nilai DPMO dan *level sigma* sesudah perbaikan terhadap proses *piston*. Langkah-langkah yang dilakukan pada tahap ini adalah membuat peta kendali sesudah perbaikan.

5.3.1 Peta Kendali Sesudah Perbaikan

Pengumpulan data jumlah produksi dan jumlah cacat *Piston Caliper KWBA* pada departemen *machining* selama dua bulan. Data jumlah cacat *Piston Caliper KWBA* bulan Juni 2017 dapat dilihat pada Tabel 5.13.

Tabel 5.13 Data Jumlah Cacat Proses *Piston type Piston Caliper KWBA* Bulan Juni 2017

N	Hari	Jum	Jenis Cacat (Piston)
---	------	-----	----------------------

	P e n g a m a t - a n	l a h F r o d u k s i (F i s t o n)	K	Go	Ch	T	K	Dia m e t e r	Bin	K	Tot
1	1- J u n - 1 7	7.99 5	1	17	1	2	79	2	280	1	383
2	2- J u n - 1 7	7.71 1	1	60	1	1	70	1	215	1	350
3	3- J u n - 1 7	8.23 2	1	56	1	1	87	1	229	1	377
4	5- J u n - 1 7	8.03 1	6	68	3	9	70	2	220	2	380
5	6- J u n - 1 7	8.47 5	2	56	3	2	41	6	255	1	366
6	7- J u n -	7.54 4	5	70	55	1	50	6	100	2	312

	1 7											
7	8- J u n - 1 7	7.43 3	1	30	1	1	30	1	234	3	301	
8	9- J u n - 1 7	7.99 1	3	54	5	6	21	3	245	4	341	
9	10- J u n - 1 7	7.81 1	1	79	1	3	42	5	223	1	355	
1	12- J u n - 1 7	8.10 0	7	77	1	7	79	6	211	1	398	
1	13- J u n - 1 7	7.88 0	8	60	1	5	80	4	211	9	378	
1	14- J u n - 1 7	7.70 0	1	72	7	5	35	5	214	1	340	
1	15- J u n - 1 7	7.81 2	1	45	1	3	34	3	267	1	355	
1	16- J u n - 1 7	7.39 9	3	30	1	2	32	5	256	2	331	
1	17- J u	7.21 1	2	55	2	2	57	1	220	2	341	

	n - 1 7											
1	19- J u n - 1 7	7.80 2	3	40	2	4	35	2	234	3	323	
1	20- J u n - 1 7	7.34 1	2	30	1	1	34	4	244	1	328	
1	21- J u n - 1 7	7.72 0	3	75	1	1	45	1	223	1	350	
1	22- J u n - 1 7	7.61 2	1	33	1	2	33	3	280	1	366	
2	23- J u n - 1 7	6.92 1	3	43	3	2	48	5	177	6	287	
2	24- J u n - 1 7	6.88 0	2	31	1	3	38	3	233	8	319	
2	26- J u n - 1 7	7.66 1	4	44	2	1	29	2	245	6	333	
2	27- J u n - 1 7	7.21 1	4	42	5	4	33	5	223	6	322	
2	28-	7.70	1	56	1	5	44	11	219	7	344	

	J u n - 1 7	0									
2	29- J u n - 1 7	7.11 0	1	89	1	3	55	2	148	1	300
Total		191. 8 2 3	7	1.3	102	8	1.	89	5.6	1	8.5

(Sumber: PT Chemco Harapan Nusantara, 2017)

Dari tabel jumlah cacat revisi di atas, maka dapat dihitung kembali proporsi, \bar{p} (CL), BKA dan BKB Apabila masih terdapat titik diluar batas kontrol peta kendali harus direvisi dengan mengeliminasi data yang berada diluar batas kontrol sampai semua dalam batas kontrol kemudian dapat dilanjutkan dengan perhitungan indeks kapabilitasnya. Perhitungan di bawah ini merupakan perhitungan untuk menentukan proporsi dan \bar{p} pada hari pertama.

1. Perhitungan Peta Kendali

Dalam pembuatan peta kendali p ini, data yang digunakan adalah data *cacat* harian *Piston Caliper KWBA* setelah perbaikan. Dengan data tersebut kemudian dilakukan perhitungan proporsi cacat dan batas-batas kendali. Perhitungan di bawah ini merupakan perhitungan nilai rata-rata proporsi *cacat* serta batas kendali atas dan bawah untuk perhitungan hari pertama sebagai berikut:

a. Menentukan proporsi jumlah cacat.

$$P = \frac{\text{Jumlah Ukuran cacat produksi ke-n}}{\text{Ukuran sub grup n}}$$

$$P = \frac{383}{7.995} = 0,047$$

b. Menentukan rata-rata jumlah cacat (\bar{p}) atau *control limit (CL)*:

$$\bar{p} = \frac{\sum n}{\sum k} = \frac{8.580}{191.823} = 0,0449$$

Dimana:

$\sum n$ = Jumlah cacat yang diamati selama 25 hari

$\sum k$ = Jumlah produksi yang diamati selama 25 hari

- c. Menentukan batas 3σ dengan jumlah produksi sebanyak 7.995 unit dan jumlah *piston* yang ditolak (cacat) 383 unit pada hari ke-1 di bulan Juni 2017.

$$3\sigma = 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{k}} = 3 \sqrt{\frac{(1-0,0447)}{7.995}} = 0,1776$$

Dimana:

k = Jumlah produksi yang diperiksa pada hari pertama.

- d. Menentukan BKA dan BKB

$$BKA = \bar{p} + 3\sigma = 0,449 + 0,1776 = 1,2990$$

$$BKB = \bar{p} - 3\sigma = 0,449 - 0,1776 = 0,9437$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk hari ke-2 sampai dengan hari ke-25. dimana diketahui masing-masing jumlah unit yang diperiksa dan jumlah unit yang ditolak (cacat). Rekapitulasi hasil perhitungan proporsi dan CL untuk 25 hari dapat dilihat pada Tabel 5.14.

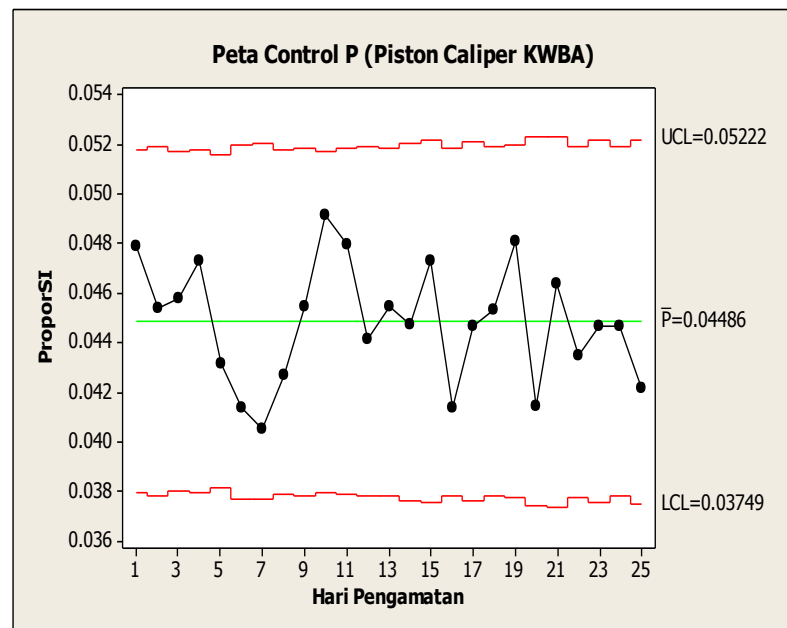
Tabel 5.14 Rekapitulas Perhitungan Batas Kendali dalam Peta P Bulan Juni 2017

No	Hari Pengamatan	Jumlah Pro.duksi	Jumlah cacat piston	Proporsi Cacat (p)	CL	3σ	BKA	BKB
1	1-Jun-17	7.995	383	0,0479	0,0449	0,0069	0,0518	0,0379
2	2-Jun-17	7.711	350	0,0454	0,0449	0,0071	0,0519	0,0378
3	3-Jun-17	8.232	377	0,0458	0,0449	0,0068	0,0517	0,0380
4	5-Jun-17	8.031	380	0,0473	0,0449	0,0069	0,0518	0,0379
5	6-Jun-17	8.475	366	0,0432	0,0449	0,0067	0,0516	0,0381
6	7-Jun-17	7.544	312	0,0414	0,0449	0,0071	0,0520	0,0377
7	8-Jun-17	7.433	301	0,0405	0,0449	0,0072	0,0521	0,0377
8	9-Jun-17	7.991	341	0,0427	0,0449	0,0069	0,0518	0,0379
9	10-Jun-17	7.811	355	0,0454	0,0449	0,0070	0,0519	0,0378
10	12-Jun-17	8.100	398	0,0491	0,0449	0,0069	0,0518	0,0380
11	13-Jun-17	7.880	378	0,0480	0,0449	0,0070	0,0519	0,0379
12	14-Jun-17	7.700	340	0,0442	0,0449	0,0071	0,0519	0,0378
13	15-Jun-17	7.812	355	0,0454	0,0449	0,0070	0,0519	0,0378
14	16-Jun-17	7.399	331	0,0447	0,0449	0,0072	0,0521	0,0376

15	17-Jun-17	7.211	341	0,0473	0,0449	0,0073	0,0522	0,0375
16	19-Jun-17	7.802	323	0,0414	0,0449	0,0070	0,0519	0,0378
17	20-Jun-17	7.341	328	0,0447	0,0449	0,0072	0,0521	0,0376
18	21-Jun-17	7.720	350	0,0453	0,0449	0,0071	0,0519	0,0378
19	22-Jun-17	7.612	366	0,0481	0,0449	0,0071	0,0520	0,0377
20	23-Jun-17	6.921	287	0,0415	0,0449	0,0075	0,0523	0,0374
21	24-Jun-17	6.880	319	0,0464	0,0449	0,0075	0,0523	0,0374
22	26-Jun-17	7.661	333	0,0435	0,0449	0,0071	0,0519	0,0378
23	27-Jun-17	7.211	322	0,0447	0,0449	0,0073	0,0522	0,0375
24	28-Jun-17	7.700	344	0,0447	0,0449	0,0071	0,0519	0,0378
25	29-Jun-17	7.110	300	0,0422	0,0449	0,0074	0,0522	0,0375
Total		191.283	8.580	1,1206	1,1214	0,1776	1,2990	0,9437

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, untuk mempermudah dalam menganalisa dapat dipetakan menggunakan aplikasi minitab. Peta kendali p untuk jumlah cacat setelah perbaikan dapat dilihat pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5. Peta Kendali P setelah perbaikan
(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

2. Baseline Kinerja Setelah Perbaikan

Pengukuran baseline kinerja menggunakan satuan pengukuran DPMO (*Defect per Million Opportunities*) dan *level sigma*. Untuk melakukan pengukuran *level sigma* sebelum perbaikan digunakan langkah-langkah berikut:

a. Perhitungan DPMO

1) *Unit (U)*

Jumlah produksi *Piston Caliper KWBA* pada periode Juni 2017 sebanyak 191.283 unit.

2) *Opportunities (OP)*

Berdasarkan persyaratan karakteristik kebutuhan pelanggan, maka dapat diketahui terdapat delapan jenis karakteristik terjadinya cacat atau CTQ potensial yaitu *Gompal* dan *Bintik*. Berdasarkan cacat yang dihasilkan itu berarti ada 2 kesempatan terjadinya cacat pada setiap unit produk yang dihasilkan.

3) *Defect (D)*

Jumlah cacat produksi *Piston Caliper KWBA* bulan Juni 2017 adalah sebesar 8.580 unit.

4) *Defect per Unit*

$$DPU = \frac{D}{U}$$

$$DPU = \frac{8.580}{191.283} = 0.0449$$

5) *Total Opportunities (TOP)*

$$\begin{aligned} TOP &= U \times OP \\ &= 191.283 \times 2 \\ &= 383.646 \end{aligned}$$

6) *Defect per Opportunities (DPO)*

$$DPO = \frac{D}{TOP}$$

$$DPO = \frac{8.580}{383.646} = 0.022364$$

7) *Defect per Million opportunities (DPMO)*

$$\begin{aligned} DPMO &= DPO \times 10^6 \\ &= 0,022364 \times 1.000.000 \\ &= 22.364 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa jumlah cacat per satu juta kesempatan (DPMO) pada *Piston Caliper KWBA* adalah 22.364 unit.

b. Nilai *Sigma*

Setelah diketahui DPMO, selanjutnya menghitung *level sigma* perusahaan saat ini. *level sigma* didapat dengan mengkonversikan nilai DPMO ke dalam tabel *level sigma* atau menggunakan kalkulator *Sigma*. Dari perhitungan tersebut telah diketahui bahwa DPMO perusahaan setelah perbaikan pembuatan *Piston Caliper KWBA* adalah 22.364 unit. Berdasarkan DPMO diperoleh ukuran-ukuran berbasis peluang (Pande, 2000) atau dikonversikan dengan melihat Tabel konversi DPMO dan *Level Sigma Motorola*, dapat dilihat pada Lampiran.

$$\text{Level Sigma} = 0,8406 + \sqrt{29,32 - (2,221(\ln(DPMO)))}$$

$$\text{Level Sigma} = 0,8406 + \sqrt{29,32 - (2,221(\ln(22.364)))}$$

$$\text{Level Sigma} = 0,8406 + \sqrt{29,32 - (22,2437)}$$

$$\text{Level Sigma} = 0,8406 + \sqrt{7.0763}$$

$$\text{Level Sigma} = 0,8406 + 2,66013$$

$$\text{Level Sigma} = 3,501$$

Dari hasil perhitungan didapat *level sigma* perusahaan untuk *Piston Caliper KWBA* setelah perbaikan berada pada **level 3,501**.

- Perbandingan jumlah DPMO dan *level sigma* sebelum dan sesudah perbaikan. Perbandingan DPMO dan *level sigma* dilakukan untuk mengetahui apakah DPMO sesudah perbaikan mengalami perubahan dari DPMO sebelum perbaikan, sedangkan untuk *level sigma* apakah mengalami perubahan sesudah implementasi perbaikan terhadap proses. Besarnya DPMO dan *level sigma* sebelum dan sesudah perbaikan diperlihatkan pada Tabel 5.15.

Tabel 5.15 Perbandingan DPMO dan *level sigma* Sebelum dan Sesudah Perbaikan

No	Baseline Kinerja	Nilai		Selisih	Keterangan
		Sebelum Perbaikan	Sesudah Perbaikan		

1	DPMO	34.196 unit	22.364 unit	11.832 unit	Terjadi peningkatan kualitas pada proses <i>piston</i>
2	<i>Level sigma</i>	3,317	3,501	0.184	

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

5.4 Process Failure Mode and Effect Analysis (PFMEA)

Setelah dibuat rencana perbaikan, langkah terakhir adalah membuat tabel *Process Failure Mode and Effect Analysis* (PFMEA) yang berdasarkan pada hasil pengolahan data menggunakan metode PFMEA dan rencana perbaikan untuk nilai RPN tertinggi. Fungsi tabel ini adalah sebagai dokumentasi dari hasil pengolahan data untuk kegagalan yang paling berpengaruh dan usaha yang dilakukan untuk memperbaikinya agar dapat meminimalisir bahkan mengeliminasi kegagalan yang terjadi. Sehingga perusahaan dapat mengambil langkah awal perbaikan sesuai *ranking* prioritas. Penyelesaian masalah pada jenis cacat bintik dan cacat gompal, pendokumentasian PFMEA tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.16 dan Tabel 5.17.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan data-data yang telah dikumpulkan, diolah dan dianalisis pada bab-bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil analisis dengan menggunakan diagram *pareto* menunjukkan bahwa terdapat 8 jenis cacat yang ditemukan pada proses produksi *Piston Caliper KWBA*, yaitu cacat *kerut*, cacat *gompal*, cacat *chamfer*, cacat *tinggi piston*, cacat *kasar*, cacat *diameter*, cacat *bintik* dan cacat *karat*. Cacat-cacat tersebut menyebabkan produk tidak sesuai dengan spesifikasi.
2. Hasil analisis diagram *pareto* menunjukkan terdapat dua jenis cacat yang memiliki pengaruh besar terhadap cacat yang lain. Kedua jenis cacat tersebut adalah cacat *bintik* dan cacat *gompal*. Kemudian dengan diagram sebab-akibat, diketahui bahwa penyebab cacat *bintik* adalah pompa sirkulasi *degreasing* rusak karena tertutup kotoran sehingga proses pencucian tidak maksimal dan sisa material *piston* masih menempel pada permukaan *piston*, operator tidak mematuhi SOP dengan baik, tidak adanya pemeriksaan berkala pompa sirkulasi *degreasing*. Untuk penyebab cacat *gompal* diketahui bahwa penyebab adalah *loader slide* yang goyang karena proses *cutting* di mesin *amada* berpotensi *touching part* antara *chuck* dengan *stocker material*, *chuck* tidak tepat ditengah dari *stocker material*, kecerobohan dari operator yang tidak hati-hati karena permukaan *piston* itu licin.
3. Dari hasil analisis terhadap nilai kemampuan proses *plating*, didapatkan bahwa nilai *DPMO* dan nilai *sigma* sebelum perbaikan adalah nilai $DPMO = 34.196$ unit, nilai $sigma = 3,317$
4. Berdasarkan *RPN* terbesar maka diprioritaskan tindakan perbaikan yang dilakukan untuk mengurangi jumlah cacat *bintik* pada *Piston Caliper KWBA* yaitu melakukan perbaikan pompa sirkulasi *degreasing* dengan pembuatan *heater control* untuk memaksimalkan pencucian hasil sisa material *piston*,

selanjutnya tindakan perbaikan untuk cacat *gompal* yaitu dengan melakukan *control* pada kondisi *chuck* dan *loader slide*, pembuatan alat *centering material* pada *chuck* dari *MC blue*.

5. Dari perbaikan yang dilakukan, kemudian dilakukan pengumpulan data untuk dapat menilai kembali kinerja dari proses *plating*. Berdasarkan pengolahan data yang dilakukan, dapat diketahui bahwa kinerja proses menjadi lebih baik dari keadaan semula (sebelum perbaikan) yaitu ditandai dengan nilai *DPMO* mengalami penurunan menjadi 22.364 unit, dan peningkatan nilai *sigma* menjadi 3,501. Artinya, program peningkatan kualitas dengan menggunakan *six sigma* DMAIC dikatakan cukup berhasil walaupun peningkatan kualitas tidak signifikan, tetapi mampu meminimalisir jumlah cacat produk yang dihasilkan proses *plating*.

6.2 Saran

Dari hasil pengolahan data, analisis dan kesimpulan penelitian, dapat dikemukakan beberapa saran yang dapat dipertimbangkan oleh perusahaan sebagai berikut:

1. Alat pengendalian kualitas yang dapat diterapkan untuk mengidentifikasi cacat produk dapat berupa peta kendali, dan untuk mendapatkan penyebab-penyebab masalah hingga ke akar masalah bisa menggunakan diagram sebab-akibat dalam menganalisa cacat produk yang terjadi. Dan untuk memprioritaskan cacat terbesar untuk dilakukan perbaikan bisa menggunakan FMEA.
2. Perusahaan harus melakukan tindakan perbaikan produk guna menurunkan tingkat kecacatan produk, dengan cara menjaga kebersihan *piston* terjaga dari kotoran yang menempel dan melakukan tindakan perbaikan yaitu melakukan *control* pada kondisi *chuck* dan *loader slide*. Tindakan penambahan yaitu melakukan penambahan alat *heater piston* dan pembuatan *centering material* pada *chuck* dari *MC blue*.
3. Perusahaan harus melakukan tindakan perbaikan produk guna menurunkan atau meminimalkan tingkat kecacatan produk, dengan cara melakukan *improve* untuk akar penyebab suatu masalah yang terjadi pada produk yang mempunyai

tingkat kecacatan melebihi toleransi yang ditetapkan oleh perusahaan, sehingga target kesesuaian produk terhadap spesifikasi dapat dicapai dengan baik.

4. Bila perusahaan sudah mendapatkan perbaikan kualitas yang tepat, maka harus dipertahankan sebaik mungkin sehingga mengurangi atau menurunkan nilai DPMO serta *level sigma* meningkat dan harus selalu dilakukan aktifitas *continuous improvement* agar nilai DPMO terus menurun serta mendapatkan nilai *sigma* yang terus naik. Hal ini guna untuk dapat meningkatkan kualitas sehingga perusahaan dapat terus-menerus meningkatkan kualitas secara total hingga menuju *level enam sigma* (6σ).

LAMPIRAN A
***Lay Out* Perusahaan**