

**PERBAIKAN KUALITAS PROSES PRODUKSI *DISC BRAKE 4 WHEELS* TIPE
NEW IMF R-60 PADA UNIT *ASSEMBLING* DENGAN METODE *FAILURE
MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)* DAN *FAULT TREE ANALYSIS*
(FTA) DI PT AKEBONO BRAKE ASTRA INDONESIA**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Prasyarat Akademik
Program Pendidikan Diploma IV Pada
Politeknik STMI Jakarta**

Disusun Oleh :

CHRISTY DESI DERIA BR. GINTING

NIM : 1112103



**POLITEKNIK STMI JAKARTA
d.h SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INDUSTRI
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI
JAKARTA 2016**

ABSTRAK

PT Akebono Brake Astra Indonesia adalah salah satu perusahaan manufaktur yang menghasilkan produk *brake* (rem) bagi kendaraan roda 4 dan roda 2. Dalam perkembangan saat ini, PT Akebono Brake Astra Indonesia merupakan perusahaan penghasil rem terbesar di Indonesia. Dalam kegiatan produksinya perusahaan masih dihadapkan pada masalah yaitu masih ditemukannya produk cacat. Beberapa masalah yang dihadapi oleh PT Akebono Brake Astra Indonesia adalah masih tingginya cacat pada produk *Disc Brake 4 Wheels Tipe New IMF R-60* yang terjadi pada proses *assembling* dengan jumlah 398 unit dan persentase sebesar 50,70% pada periode produksi Maret 2016. Jenis produk cacat tersebut adalah *boot piston* tidak *fixed*, *boot piston* gelembung, *piston insert* NG, dan cacat pada *area inlet hole*. Untuk mengurangi dan mencegah terjadinya produk cacat tersebut PT Akebono Brake Astra Indonesia perlu menerapkan suatu metode pengendalian kualitas yang mudah diterapkan dan memberikan hasil yang baik. Adapun metode yang tepat untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan menerapkan *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA). FMEA adalah metode yang digunakan untuk mendefinisikan, mengidentifikasi, dan menghilangkan kegagalan baik permasalahan yang telah diketahui maupun yang mempunyai potensi akan terjadi pada sebuah sistem. (FTA) merupakan suatu *tools* yang berguna untuk menggambarkan kejadian yang tidak diinginkan dalam suatu sistem beserta penyebabnya. Adapun hasil dari pembahasan menunjukkan bahwa permasalahan terbesar terjadi pada proses *assembling*. Berdasarkan pengolahan data, nilai DPMO adalah 9.128 turun 41,65 % menjadi 6.444 dan *level Sigma* adalah 3,859 naik 3,28 % menjadi 3,99. Jenis cacat yang memiliki peringkat *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi adalah *boot piston* tidak *fixed* dengan nilai 336 pada faktor penyebab yang berasal dari material dan mengalami penurunan menjadi 84. Oleh karena itu, jenis cacat ini harus diprioritaskan untuk diatasi terlebih dahulu dengan melakukan upaya perbaikan dengan metode 5W + 1H dan tabel pendokumentasian PFMEA.

Kata Kunci: DPMO, FMEA, FTA, *Level Sigma*, PFMEA, dan RPN

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian ini dengan judul **“PERBAIKAN KUALITAS PROSES PRODUKSI *DISC BRAKE 4 WHEELS* TIPE *NEW IMF-R60* PADA UNIT *ASSEMBLING* DENGAN METODE *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)* DAN *FAULT TREE ANALYSIS (FTA)* DI PT AKEBONO BRAKE ASTRA INDONESIA”**

Dalam menyusun laporan ini penulis telah banyak mendapat bimbingan, dorongan dan petunjuk serta informasi dari seluruh pihak yang terkait terutama orang tua saya, Alm. Ayah, Ibunda, Kakak dan Adik tercinta yang selalu mendoakan, mencurahkan seluruh kasih sayangnya dan selalu memberikan dukungan serta doa demi kelancaran dalam menyelesaikan laporan penelitian ini. Untuk itu, pada kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada

- Bapak Dr. Mustofa, ST, MT. selaku Direktur Politeknik STMI Kementerian Perindustrian RI.
- Bapak Dr. Ridzky Kramanandita, S.Kom, MT selaku Pembantu Direktur I Bidang Akademik Politeknik STMI Kementerian Perindustrian RI.
- Bapak Muhamad Agus, ST, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Otomotif, Politeknik STMI yang telah memberikan kesempatan pada penulis untuk menyelesaikan laporan penelitian ini.
- Bapak Dr. Huwae Elias Paulus, MSc, MM. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, dukungan, serta bimbingan.
- Seluruh dosen yang terlibat dalam proses kegiatan belajar mengajar dan secara tidak langsung membantu penyelesaian laporan penelitian ini.
- Bapak Darmawan, selaku Manajer *Quality Control* dan mentor saya yang telah banyak membimbing selama saya mengadakan penelitian di PT Akebono Brake Astra Indonesia.

- Bapak Haizan, selaku *Quality Control Disc Brake 4 Wheels* yang telah banyak membantu dan mengarahkan saya dalam mencari informasi selama saya mengadakan penelitian di PT Akebono Brake Astra Indonesia.
- Ibu Siti Rahma, selaku HRD yang telah memberikan kesempatan untuk melaksanakan penelitian.
- Bapak Robby dan Bapak Muslimin, selaku *Foreman Production P1* yang telah memberikan informasi mengenai proses *assembling*.
- Bapak Dian Adi, selaku *Section Head Engineering Assembly* yang telah memberikan informasi mengenai proses *assembling*.
- Bapak Arif, Bapak Hendriko, Bapak Windanu, Bapak Rusdi, Bapak Edy, Ibu Desi, dan Bapak Yanuar yang telah banyak memberikan bantuan dan informasi selama saya mengadakan penelitian di PT Akebono Brake Astra Indonesia.
- Seluruh karyawan PT Akebono Brake Astra Indonesia. di semua lini produksi yang telah membantu penulis dalam melengkapi data-data dan informasi yang sangat berguna untuk penyusunan laporan penelitian ini.
- Teman saya Dwi Retno Ariyani, Rieska Januarini, Artha Cyntia, dan Nur Emia, yang banyak membantu dalam penyelesaian laporan ini.
- Seluruh teman-teman di STMI, terutama angkatan 2012

Demikianlah semoga laporan ini dapat dijadikan bahan kajian, walaupun dari pemikiran ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran guna perbaikan yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Akhir kata, penulis berharap semoga tulisan ini dapat bermanfaat.

Jakarta, September

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR JUDUL

LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR

ABSTRAK

KATA PENGANTAR i

DAFTAR ISI iii

DAFTAR TABEL vii

DAFTAR GAMBAR..... ix

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah 1

1.2 Perumusan Masalah..... 2

1.3 Tujuan Penelitian..... 3

1.4 Pembatasan Masalah 3

1.5 Manfaat Penelitian..... 3

1.6 Sistematika Penulisan 4

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Konsep Dasar Sistem Industri 7

2.2 Kualitas 10

2.2.1 Pengertian Kualitas 11

2.2.2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kualitas 13

2.2.3 Prinsip Kualitas 14

2.2.4 Manfaat Kualitas 14

2.3 Sistem Kualitas Modern..... 15

2.4	Pengendalian Kualitas	17
2.4.1	Pengertian Pengendalian Kualitas.....	17
2.4.2	Tujuan Pengendalian Kualitas.....	17
2.4.3	Alat - Alat Dalam Pengendalian Kualitas	18
2.4.4	Penetapan DPMO dan <i>Level Sigma</i>	26
2.5	<i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>	29
2.5.1	Sejarah FMEA.....	29
2.5.2	Pengertian <i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>	29
2.5.3	Jenis- Jenis FMEA	30
2.5.4	Tujuan FMEA	31
2.5.5	Manfaat Penerapan FMEA.....	31
2.5.6	Tahapam Pembuatan FMEA	31
2.5.7	Menentukan <i>Severity, Occurrence, Detection</i> , dan RPN	34
2.6	<i>Fault Tree Analysis (FTA)</i>	37
2.6.1	Pengertian <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i>	37
2.6.2	Simbol dan Istilah dalam <i>Fault Tree</i>	38
	1. Simbol Kejadian	38
	2. Simbol Gerbang	39
2.6.3	Langkah-Langkah Membuat <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i> ..	39
2.6.4	Minimal Cut Set	41
2.7	Metode 5W +1H.....	42

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Jenis Data.....	43
3.1.1	Data Primer	43
3.1.2	Data Sekunder	43
3.2	Sumber Data.....	44
3.3	Metode Pengumpulan Data	44
3.4	Teknik Analisis	45
3.4.1	Studi Pendahuluan.....	45
3.4.2	Identifikasi Masalah.....	45

3.4.3 Studi Pustaka.....	45
3.4.4 Tujuan Penelitian	46
3.4.5 Pengumpulan Data	46
3.4.6 Pengolahan Data.....	46
3.4.7 Analisis dan Pembahasan.....	49
3.5 Kesimpulan dan Saran.....	50

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data.....	53
4.1.1 Profil Perusahaan	53
4.1.2 Visi, Misi, dan Nilai-Nilai Inti Perusahaan.....	54
4.1.3 Bisnis Perusahaan.....	55
4.1.4 Deskripsi Produk.....	56
4.1.5 Struktur Organisasi dan <i>Job Description</i>	58
1. Struktur Organisasi	58
2. <i>Job Description</i>	59
4.1.6 Ketenagakerjaan dan Jam Kerja Perusahaan.....	65
1. Tenaga Kerja	65
2. Jam Kerja	65
4.1.7 <i>Layout</i> Perusahaan	66
4.1.8 Penghargaan Perusahaan.....	66
4.1.9 Pelanggan (<i>Customer</i>) Perusahaan.....	67
4.1.10 Keselamatan dan Kesehatan Kerja Perusahaan.....	67
4.1.11 Sistem Perawatan Mesin dan Peralatan.....	68
4.1.12 Proses Produksi <i>Disc Brake 4Wheels</i> Tipe New IMF-R60 ..	69
4.1.13 Data Jumlah Produk Cacat Tingkat Proses	77
4.1.14 Jumlah Sampel dan Jumlah Produk Cacat	79
4.2 Pengolahan Data.....	80
4.2.1 Penentuan Jenis Proses <i>Assembling</i>	80
4.2.2 Peta Kendali Atribut P	81
4.2.3 Perhitungan Nilai DPMO dan <i>Level Sigma</i>	85

4.2.4	<i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>	87
4.2.5	Identifikasi <i>Potetial Failure Mode</i> (Potensial Kegagalan)..	87
4.2.6	Identifikasi <i>Failure Effect</i> (Efek Kegagalan).....	88
4.2.7	Penentuan <i>Severity</i>	89
4.2.8	<i>Fault Tree Analysis</i>	90
4.2.9	Penentuan <i>Occurence</i>	96
4.2.10	Identifikasi Pengendalian Proses.....	97
4.2.11	Penentuan <i>Detection</i>	98
4.2.12	Menghitung Nilai <i>Risk Priority Number (RPN)</i>	99

BAB V ANALISIS MASALAH

5.1	Analisis Diagram Pareto Jenis Cacat Proses <i>Assembling</i>	102
5.2	Analisis Peta Kendali P.....	102
5.3	Perhitungan Nilai DPMO dan <i>Level Sigma</i>	103
5.4	Analisis <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i>	103
5.5	Analisis Nilai <i>Risk Priority Number (RPN)</i>	104
5.6	Tindakan Perbaikan.....	107
5.7	Data Jumlah Sampel dan Jumlah Produk Cacat	111
5.8	Perhitungan RPN Sesudah Perbaikan.....	111
5.9	Pendokumentasian <i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>	119
5.10	Perhitungan Peta Kendali P Sesudah Perbaikan.....	121
5.11	Perhitungan Nilai DPMO dan <i>Level Sigma</i> Sesudah Perbaikan..	122

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1	Kesimpulan	125
6.2	Saran	126

DAFTAR PUSTAKA	127
-----------------------------	-----

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 <i>Check Sheet Vehicle Leasing</i>	19
Tabel 2.2 Lembar Kerja FMEA.....	33
Tabel 2.3 Kriteria Penilaian <i>Severity</i>	34
Tabel 2.4 Kriteria Penilaian <i>Occurence</i>	35
Tabel 2.5 Kriteria Penilaian <i>Detection</i>	36
Tabel 2.6 Simbol dalam FTA.....	38
Tabel 2.7 Gerbang dalam FTA.....	39
Tabel 2.8 Hukum Aljabar Boolean.....	41
Tabel 2.9 Contoh Penggunaan Metode 5W + 1H.....	42
Tabel 4.1 Jumlah Tenaga Kerja.....	65
Tabel 4.2 Jadwal Jam Kerja <i>Shift</i>	66
Tabel 4.3 Peraturan Keselamatan Kerja.....	68
Tabel 4.4 Komponen <i>Assembling</i>	72
Tabel 4.5 Data Cacat Tingkat Proses.....	77
Tabel 4.6 Data Cacat Proses <i>Assembling</i>	78
Tabel 4.7 Jenis Cacat.....	78
Tabel 4.8 Jumlah Sampel dan Jumlah Produk Cacat.....	79
Tabel 4.9 Perhitungan Diagram Pareto.....	80
Tabel 4.10 Pengolahan Data Proporsi Cacat Harian Maret 2016	81
Tabel 4.11 Pengolahan Data Proporsi Cacat Harian Maret 2016 (Revisi).....	84
Tabel 4.12 <i>Potential Failure</i> pada Proses <i>Assembling</i>	88
Tabel 4.13 <i>Failure Effect</i> pada Proses <i>Assembling</i>	88
Tabel 4.14 Penentuan Nilai <i>Severity</i> pada Proses <i>Assembling</i>	89
Tabel 4.15 <i>Basic Event</i> pada Setiap <i>Top Event</i>	94
Tabel 4.16 Penentuan Nilai <i>Occurence</i> pada Proses <i>Assembling</i>	96
Tabel 4.17 Pengendalian Proses pada Proses <i>Assembling</i>	98

Tabel 4.18	Penentuan Nilai <i>Detection pada Proses Assembling</i>	98
Tabel 4.19	Penentuan Nilai RPN	100
Tabel 5.1	<i>Basic Event</i> pada Setiap <i>Top Event</i>	103
Tabel 5.2	Penentuan RPN.....	105
Tabel 5.3	Tindakan Perbaikan.....	108
Tabel 5.4	Jumlah Sampel dan Jumlah Produk Cacat	111
Tabel 5.5	<i>Potential Failure</i> pada Proses <i>Assembling</i>	112
Tabel 5.6	<i>Failure Effect</i> pada Proses <i>Assembling</i>	112
Tabel 5.7	Penentuan Nilai <i>Severity</i> pada Proses <i>Assembling</i>	112
Tabel 5.8	<i>Basic Event</i> pada Setiap <i>Top Event</i>	115
Tabel 5.9	Penentuan Nilai <i>Occurence</i> pada Proses <i>Assembling</i>	115
Tabel 5.10	Pengendalian Proses pada Proses <i>Assembling</i>	116
Tabel 5.11	Penentuan Nilai <i>Detection</i> pada Proses <i>Assembling</i>	117
Tabel 5.12	Penentuan Nilai RPN Sesudah Perbaikan.....	118
Tabel 5.13	Perbandingan Nilai RPN Sebelum dan Sesudah Perbaikan.....	119
Tabel 5.14	Pendokumentasian <i>Failure Mode and Effect Analysis</i>	120
Tabel 5.15	Pengolahan Data Proporsi Cacat Harian April 2016.....	121
Tabel 5.16	Perbandingan DPMO dan <i>Level Sigma</i> Sebelum dan Sesudah	124

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Skema Sistem Produksi.....	8
Gambar 2.2 Roda Deming dalam Industri Modern.....	9
Gambar 2.3 Konsep Sistem Kualitas Modern.....	16
Gambar 2.4 Contoh Diagram Pareto.....	20
Gambar 2.5 Skema Pemilihan Peta Kendali.....	23
Gambar 2.6 Peta Kendali P.....	26
Gambar 2.7 Contoh <i>Fault Tree</i>	40
Gambar 3.1 Proses Pengolahan Data.....	48
Gambar 3.2 Diagram Alir Metodologi Penelitian.....	51
Gambar 4.1 <i>Market Share</i> PT Akebono Brake Astra Indonesia.....	55
Gambar 4.2 Komponen <i>Disc Brake 4 Wheels</i> Tipe New IMF-R60.....	56
Gambar 4.3 Struktur Organisasi PT Akebono Brake Astra Indonesi.....	59
Gambar 4.4 Proses Pemasangan <i>Screw Bleeder</i>	75
Gambar 4.5 Mesin <i>Boot Piston Installation</i>	75
Gambar 4.6 Mesin <i>Low Leak Test</i>	76
Gambar 4.7 Mesin <i>Assy Bold</i>	76
Gambar 4.8 <i>Disc Brake</i> Hasil Proses <i>Assembling</i>	77
Gambar 4.9 Diagram Pareto Cacat Pada Proses <i>Assembling</i>	81
Gambar 4.10 Peta Kendali P.....	82
Gambar 4.11 Peta Kendali P Setelah Revisi.....	85
Gambar 4.12 <i>Fault Tree Boot Piston</i> Tidak <i>Fixed</i>	90
Gambar 4.13 <i>Fault Tree Boot Piston</i> Gelembung.....	91
Gambar 4.14 <i>Fault Tree Piston Insert</i> NG.....	91
Gambar 4.15 <i>Fault Tree</i> Cacat Pada Area <i>Inlet Hole</i>	92
Gambar 5.1 <i>Fault Tree Boot Piston</i> Tidak <i>Fixed</i>	113
Gambar 5.2 Peta Kendali P Sesudah Perbaikan.....	122

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pada era globalisasi saat ini banyak negara yang saling berkompetisi di berbagai bidang seperti bidang teknologi, industri, pendidikan dan bidang lainnya. Setiap negara selalu berupaya untuk menunjukkan hasil terbaiknya. Kemajuan di bidang industri merupakan salah satu faktor yang perlu diperhatikan pada era globalisasi saat ini. Indonesia merupakan salah satu negara berkembang yang juga selalu berupaya untuk meningkatkan kemajuan di bidang industri. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan perekonomian negara Indonesia melalui penyerapan tenaga kerja di bidang industri.

Pada dunia industri, setiap perusahaan dituntut untuk dapat memenuhi kriteria keinginan konsumen dengan menghasilkan produk yang berkualitas tinggi. Untuk dapat mewujudkan hal tersebut perusahaan harus mampu memaksimalkan setiap sumber daya yang ada guna meningkatkan produktivitas yang dimiliki perusahaan. Salah satu cara perusahaan untuk meningkatkan produktivitas perusahaan adalah melalui minimasi produk cacat.

PT Akebono Brake Astra Indonesia adalah salah satu perusahaan manufaktur yang menghasilkan produk *brake* (rem) bagi kendaraan roda 4 dan roda 2. *Brake* adalah suatu komponen kendaraan yang berfungsi untuk mengurangi atau menghentikan kecepatan kendaraan sesuai keinginan dengan memfungsikan *brake* pedal atau *service brake*. *Brake* terpasang pada roda bagian depan dan roda bagian belakang. Dalam perkembangan saat ini, PT Akebono Brake Astra Indonesia merupakan perusahaan penghasil rem terbesar di Indonesia.

Kegiatan produksi pada perusahaan masih dihadapkan pada masalah yaitu masih ditemukannya produk cacat terutama dalam proses *assembling* dengan jumlah 398 unit dan persentase sebesar 50,70% pada periode produksi Maret 2016. Jenis produk cacat tersebut adalah *boot piston* tidak *fixed*, *boot piston* gelembung, *piston insert* NG, dan cacat pada *area inlet hole*. Dampak yang ditimbulkan dari adanya produk cacat ini adalah *rework* produk dari proses

sebelumnya, sehingga akan menimbulkan pemborosan waktu produksi dan biaya produksi yang secara tidak langsung akan menurunkan mutu perusahaan.

Salah satu metode pengendalian kualitas yang dapat digunakan adalah *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA) . FMEA adalah suatu metode yang digunakan untuk mendefinisikan, mengidentifikasi, dan menghilangkan kegagalan dan masalah pada proses produksi, baik permasalahan yang telah diketahui maupun yang mempunyai potensi akan terjadi pada sebuah sistem. FMEA dapat memberikan usulan perbaikan proses produksi yang mempunyai tingkat kegagalan yang tinggi. Sedangkan *Fault Tree Analysis* (FTA) merupakan suatu *tools* yang berguna untuk menggambarkan kejadian yang tidak diinginkan dalam suatu sistem beserta penyebabnya. Kelebihan dari FTA adalah dapat menganalisis kegagalan sistem, mencari aspek-aspek dari sistem yang terlibat dalam kegagalan utama, dan menemukan penyebab terjadinya suatu kegagalan.

Oleh sebab itu, pada penelitian ini akan membahas tentang permasalahan kualitas pada proses *assembling* dan dapat memberikan tindakan perbaikan mutu dari produk yang dihasilkan tersebut, sehingga kesalahan yang terjadi bisa diminimalisir.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang dihadapi, maka beberapa hal yang menjadi fokus permasalahan yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengidentifikasi jenis-jenis produk cacat yang terjadi pada proses *assembling*?
2. Bagaimana mengidentifikasi faktor-faktor penyebab produk cacat pada proses *assembling*?
3. Bagaimana mengidentifikasi tingkat nilai DPMO dan *Level Sigma* pada proses *assembling*?
4. Bagaimana mengidentifikasi tingkat nilai *Risk Priority Number* (RPN) pada proses *assembling*?

5. Bagaimana langkah-langkah perbaikan yang perlu dilakukan untuk mengurangi produk cacat pada proses *assembling*?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun yang menjadi tujuan dalam mengadakan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi jenis cacat yang terjadi pada proses *assembling*.
2. Mengidentifikasi penyebab produk cacat pada proses *assembling*.
3. Menghitung nilai DPMO dan *Level Sigma* sebelum dan sesudah perbaikan kualitas.
4. Menghitung nilai *Risk Priority Number* (RPN) sebelum dan sesudah perbaikan kualitas.
5. Memberikan usulan perbaikan kualitas untuk mengurangi produk cacat pada proses *assembling*.

1.4 Pembatasan Masalah

Agar penelitian yang dilakukan lebih terarah sesuai dengan maksud dan tujuan penelitian, serta memudahkan dalam menganalisis dan menarik kesimpulan, maka dibuat ruang lingkup pembatasan sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di PT Akebono Brake Astra Indonesia.
2. Penelitian dilakukan pada proses produksi produk *Disc Brake 4 Wheels* tipe New IMF-R60.
3. Data yang diambil adalah data produk cacat pada proses *assembling* selama bulan Maret-April 2016.
4. Tidak membahas masalah biaya-biaya akibat produk cacat, tetapi hanya mengenai faktor produk cacat pada proses *assembling*.
5. Alat yang digunakan adalah *Fault Tree Analysis* (FTA). *Fault Tree Analysis* (FTA) digunakan untuk mengidentifikasi penyebab produk cacat.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada pihak-pihak yang terkait. Adapun manfaat yang diharapkan antara lain:

1. Bagi Perusahaan

Manfaat penelitian bagi perusahaan adalah dapat digunakan sebagai masukan dalam pengelolaan kebijakan perusahaan untuk menentukan strategi dan pengendalian kualitas pada masa yang akan datang sebagai upaya peningkatan mutu perusahaan yang dapat memberikan keuntungan bagi perusahaan.

2. Bagi Mahasiswa

Manfaat penelitian ini bagi mahasiswa adalah diharapkan dapat menambah pengetahuan mengenai pentingnya pelaksanaan pengendalian kualitas dalam perusahaan. Selain itu dapat memberikan pengalaman dalam mengumpulkan, menganalisa data, serta menarik kesimpulan berdasarkan teori-teori yang telah diperoleh selama masa perkuliahan.

3. Bagi Pihak lain

Manfaat penelitian bagi pihak lain adalah sebagai tambahan ilmu, bahan pertimbangan dan perbandingan bagi penelitian selanjutnya. Khususnya mengenai pengendalian kualitas dengan metode *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA).

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah penulisan laporan penelitian agar lebih terarah dan sistematis, maka penelitian ini akan disajikan dalam bentuk laporan dengan menggunakan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I :PENDAHULUAN

Pada bab ini berisikan tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Pada bab ini berisikan tentang teori dasar yang erat kaitannya dengan proses pemecahan masalah, yaitu teori mengenai *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA).

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisikan tentang langkah–langkah ilmiah yang akan digunakan untuk memecahkan masalah, yaitu berisikan gambaran mengenai langkah–langkah sistematis untuk pembuatan *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA), dan *Fault Tree Analysis* (FTA), diantaranya: jenis data, sumber data, metode pengumpulan data, dan teknik analisis.

BAB IV : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini berisikan tentang data umum perusahaan yang meliputi profil, visi dan misi, struktur organisasi, *job description*, ketenagakerjaan, proses produksi, dan lain-lain. Selain itu, dikumpulkan mengenai data jenis produk cacat pada proses *assembling Disc Brake 4 Wheels Tipe New IMF-R60* bulan Maret 2016 dan selanjutnya pengolahan data yaitu membuat diagram Pareto, peta kendali p, perhitungan nilai DPMO dan *level Sigma*, menentukan nilai *severity*, menganalisis penyebab kegagalan dengan metode *Fault Tree Analysis* (FTA), menghitung nilai *occurence* dan *detection*. Kemudian terakhir menentukan *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi untuk mengetahui prioritas kegagalan yang akan diselesaikan.

BAB V : ANALISIS MASALAH

Pada bab ini berisikan tentang beberapa analisis permasalahan terhadap hasil pengolahan data yang telah disampaikan pada bab sebelumnya, yaitu berupa analisis diagram Pareto, peta kendali p, perhitungan nilai DPMO dan *level Sigma* sebelum perbaikan, membuat usulan rencana perbaikan menggunakan 5W+1H, menganalisis nilai *Risk Priority Number* (RPN) sebelum dan sesudah implementasi perbaikan kualitas dan perhitungan nilai DPMO dan *level Sigma* sesudah perbaikan.

BAB VI : KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisikan kesimpulan yang diperoleh berdasarkan penelitian yang dilakukan dan memberikan saran yang dianggap perlu bagi perusahaan.

BAB II

LANDASAN TEORI

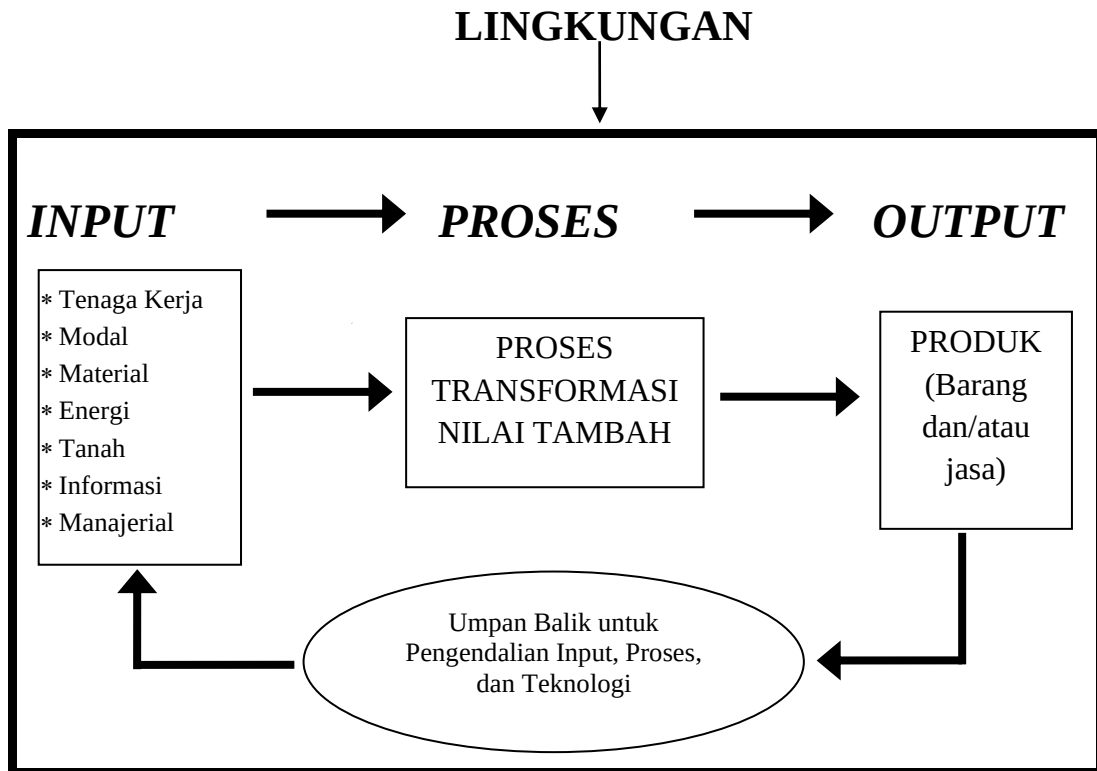
2.1 Konsep Dasar Sistem Industri

Dalam dunia industri setiap perusahaan mengalami persaingan dalam bisnis. Persaingan yang semakin ketattersebut menyebabkan setiap perusahaan berusaha untuk menjaga kualitas produk yang dihasilkan yang kemudian akan diserahkan kepada pelanggannya, untuk itu perlu adanya pemahaman dan pemutusan terhadap kebutuhan dan keinginan pelanggan yang bertujuan untuk meningkatkan kepuasan pelanggan terhadap produk yang dihasilkan oleh suatu perusahaan.

Proses industri dipandang sebagai suatu perbaikan terus-menerus (*Continous 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, dll.

Komponen atau elemen fungsional terdiri dari atas supervisi, perencanaan, pengendalian, koordinasi, dan kepemimpinan yang kesemuannya 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. Suatu skema sistem produksi terdiri atas tiga elemen utama yaitu adanya *input*, proses, dan *output*. Skema sistem produksi dapat dilihat pada Gambar 2.1

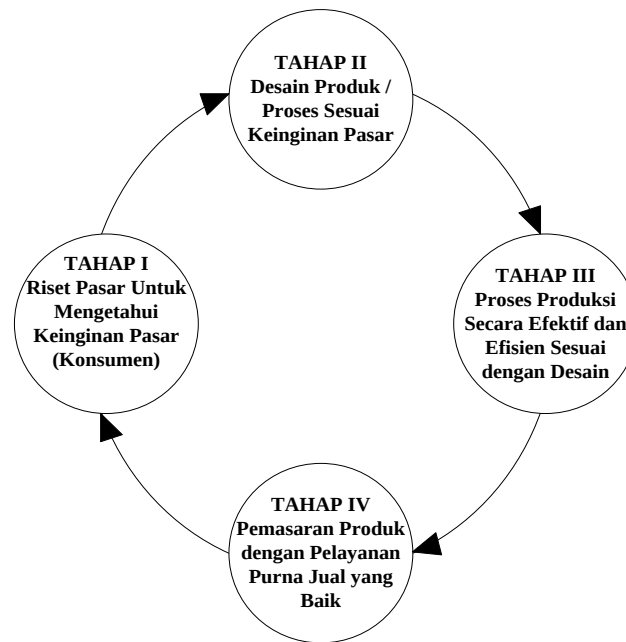


Gambar 2.1. Skema Sistem Produksi
Sumber : (Ginting, 2007)

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 (*continous improvement*).

EdwardsDeming adalah seorang ahli fisika dari Amerika Serikat. EdwardsDeming 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)" terdiri atas empat tahapan utama yaitu tahapan riset pasar, tahapan desain produk, tahapan proses produksi dan tahapan pemasaran. Roda Deming dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Roda Deming dalam Industri Modern
Sumber : (Ginting, 2007)

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.

Deming menekankan pentingnya interaksi tetap antara riset pasar, desain produk, proses produksi dan pemasaran agar perusahaan industri mampu menghasilkan produk dengan harga dan kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan para pesaingnya. 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 (*Continuous Improvement*) menggunakan manajemen kualitas total (*Total Quality management*).

2.2 Kualitas

Kata kualitas memiliki banyak pengertian, tetapi pada dasarnya mengacu kepada suatu pengertian pokok. Pengertian pokok tersebut adalah kualitas terdiri dari sejumlah keistimewaan atau keunggulan produk yang memenuhi keinginan konsumen dan dengan demikian memberikan kepuasan atas penggunaan produk tersebut. Kualitas juga terdiri dari segala sesuatu yang bebas dari kekurangan atau kerusakan (Mutis, 1994).

Adapun delapan dimensi kualitas yang dikembangkan Garvin yang dikutip oleh Tjiptono (2003) dapat digunakan sebagai kerangka penrencanaan strategis dan analisis terutama untuk produk manufaktur, antara lain:

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 yang merupakan karakteristik pelengkap dan mampu menimbulkan kesan yang baik bagi pelanggan.
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 atau ukuran tertentu atau sejauh mana karakteristik desain dan operasi memenuhi standar yang telah ditetapkan.
5. Daya tahan (*durability*), yaitu tingkat ketahanan / awet 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 citra atau reputasi produk itu sendiri.

2.2.1 Pengertian Kualitas

Kualitas memiliki banyak definisi yang dikemukakan oleh para ahli yang dikutip oleh Mutis(1994). Secara garis besar kualitas bertujuan untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Berikut ini merupakan definisi kualitas menurut beberapa ahli, antara lain:

1. Crosby (1979):“kualitas adalah kesesuaian dengan kebutuhan yang ditentukan oleh para konsumen terhadap suatu barang atau jasa.
2. Deming (1982): “kualitas harus bertujuan memenuhi kebutuhan pelanggan sekarang dan masa mendatang”.
3. Juran (1962): “kualitas adalah kesesuaian dengan tujuan atau manfaatnya”.
4. Feigenbaum (1991): “kualitas merupakan keseluruhan karakteristik produk dan jasa yang meliputi *marketing, engineering, manufacture, dan maintenance*. Dimana produk dan jasa tersebut dalam pemakaiannya sesuai dengan kebutuhan dan harapan pelanggan”.
5. Harrington (1960): “kualitas adalah keseluruhan karakteristik produk yang mampu memenuhi bahkan melampaui harapan pelanggan termasuk tingkat harga yang dapat dibayarkan”.

Berdasarkan penjelasan dari para ahli tersebut maka dapat ditarik kesimpulan bahwa kualitas adalah keseluruhan karakteristik yang ada pada produk atau jasa yang mampu memenuhi dan memuaskan kebutuhan dan harapan pelanggan.

Pengertian kualitas juga dapat dibagi menjadi tiga sudut pandang yang dikutip oleh Syukron (2013) yaitu:

1. Pengertian Kualitas dari Sudut Pandang Konsumen

Keinginan konsumen menentukan kualitas. Sebuah produk dapat memenuhi setiap spesifikasi teknis yang telah ditetapkan dan mungkin ditawarkan dengan harga yang sesuai, tetapi jika produk tidak sesuai dengan keinginan konsumen maka produk tersebut tidak akan berguna bagi konsumen. Deming berpendapat

bahwa kualitas merupakan komponen jangka pendek dan panjang. Oleh karena itu, Deming memperkenalkan *Continuous Improvement Helix* yang dikenal dengan *Plan, Do, Study/Check, Act* untuk mengantisipasi kebutuhan masa depan konsumen serta dapat terus memenuhi definisi kualitas menurut konsumen dan mempertahankan keunggulan kompetitif:

- a. Desain produk.
- b. Buat produk (mengujinya di lini produksi dan laboratorium).
- c. Memasarkan produk.
- d. Mengujinya dalam pelayanan (mengetahui respon dari konsumen).

2. Pengertian Kualitas dari Sudut Pandang Produsen

Juran mendefinisikan kualitas dengan kesesuaian untuk digunakan melalui dua kategori berbeda yaitu:

- a. Fitur produk yang memenuhi kebutuhan pelanggan
- b. Kebebasan dari kekurangan

Untuk mencapai tujuan pertama, Juran mengusulkan bahwa produsen harus mengetahui apa yang pelanggan harapkan dari produk. Tujuan kedua dicapai melalui pengukuran hasil produksi dan bagaimana produk dapat diterima dengan baik di pasar. Dengan membandingkan hasil aktual dengan hasil yang diinginkan, bertindak atas kekurangan, dan memberikan umpan balik ke dalam sistem, serta perbaikan yang terus-menerus. Konsep ini sesuai dengan Trilogi Juran dimana terdapat tiga aktivitas yaitu perencanaan mutu, pengendalian mutu, dan perbaikan mutu.

3. Pengertian Kualitas dari Sudut Pandang Manajemen

Dalam pandangan Crosby, jika persyaratan kualitas jelas dikomunikasikan kepada semua tingkatan organisasi, maka sikap “tidak ada alasan untuk tidak melakukan dengan benar” dapat dibangun di seluruh perusahaan. Crosby membuat penilaian *Complete Transaction Rating* (CTR) untuk mengetahui jumlah waktu yang diperlukan untuk mengulang atau memperbaiki kesalahan dalam produksi dan layanan serta jumlah uang yang dihabiskan dalam proses. Pengukuran yang efektif merupakan suatu cara untuk mengukur kualitas dalam proses.

2.2.2 Faktor- faktor yang Mempengaruhi Kualitas

Kualitas dipengaruhi oleh faktor yang akan menentukan bahwa suatu barang dapat memenuhi tujuannya. Oleh karena itu, kualitas merupakan tingkatan pemuasan suatu barang. Dari uraian tersebut terlihat bahwa tingkat kualitas ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain adalah fungsi, wujud luar, dan biaya dari barang tersebut (Atmadi, 2011):

1. Fungsi Suatu Barang

Suatu barang yang dihasilkan hendaknya memperhatikan fungsi untuk apa barang tersebut digunakan atau dimaksudkan, sehingga barang-barang yang dihasilkan harus dapat benar-benar memenuhi fungsi tersebut. Kualitas yang hendak dicapai sesuai dengan fungsi untuk apa barang tersebut digunakan atau dibutuhkan, tercermin pada spesifikasi dari barang tersebut seperti kecepatan, tahan lamanya, kegunaannya, berat, bunyi, dan mudah tidaknya perawatan.

2. Wujud Luar

Salah satu faktor yang penting dan sering dipergunakan oleh konsumen dalam melihat suatu barang pertama kalinya, untuk menentukan kualitas barang tersebut adalah wujud luar barang tersebut. Walaupun barang yang dihasilkan secara teknis atau mekanis telah maju, tetapi bila wujud luarnya kuno atau kurang dapat diterima, maka hal ini dapat menyebabkan barang tersebut tidak disenangi oleh konsumen, karena dianggap kualitasnya kurang memenuhi syarat.

3. Biaya Barang Tersebut

Umumnya biaya dan harga suatu barang akan dapat menentukan kualitas barang tersebut. Hal ini terlihat dari barang-barang yang mempunyai biaya atau harga yang mahal, dapat menunjukkan bahwakualitas barang tersebut relatif lebih baik. Demikian pula sebaliknya, bahwa barang-barang yang mempunyai biaya atau harga yang murah dapat menunjukkan bahwa kualitas barang tersebut relatif lebih rendah. Ini terjadi karena biasanya untuk mendapatkan kualitas yang baik dibutuhkan biaya yang lebih mahal.

2.2.3 Prinsip Kualitas

Manajemen kualitas modern didasari oleh tiga prinsip dasar yang dikutip dari Lindsay (2007) adalah sebagai berikut:

1. Fokus pada pelanggan

Pelanggan adalah penilai utama kualitas. Untuk memenuhi serta melebihi harapan pelanggan, perusahaan harus memahami secara penuh semua sifat produk dan jasa yang berkontribusi terhadap nilai bagi pelanggan serta menghasilkan kepuasan dan kesetiaan pelanggan.

2. Partisipasi dan Kerja Sama

Kerja tim memfokuskan perhatian terhadap keterlibatan seluruh tenaga kerja dalam memecahkan masalah. Peningkatan kualitas bergantung pada partisipasi dan kerja sama karyawan pada setiap tingkatan terbawah hingga manajemen tingkat atas untuk memahami masalah-masalah bisnis yang terjadi, menemukan sumber-sumber permasalahan tersebut, menghasilkan solusi perbaikan, dan mengimplementasikannya.

3. Fokus Proses dan Perbaikan

Proses adalah serangkaian aktivitas yang ditujukan untuk mencapai beberapa hasil. Proses dalam konteks produksi adalah sekumpulan aktivitas dan operasi yang terlibat dalam perubahan *input* menjadi *output* (produk dan jasa). Perbaikan adalah sebuah perubahan yang bertahap dan bersifat terobosan. Fokus pada proses mendukung upaya perbaikan secara terus-menerus dengan cara memahami sumber masalah yang sebenarnya.

2.2.4 Manfaat Kualitas

Perusahaan perlu melakukan tindakan agar dapat menjaga konsistensi kualitas agar dapat berkembang dan bertahan hidup. Salah satu cara yaitu dengan melakukan pengendalian kualitas. Manfaat dari pengendalian kualitas tersebut yaitu :

1. Suatu struktur dari sistem 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, mengurangi *scrap*, dan pengerjaan ulang.
4. Adanya pengurangan produk cacat sehingga mengakibatkan turunnya biaya produksi.

2.3 Sistem Kualitas Modern

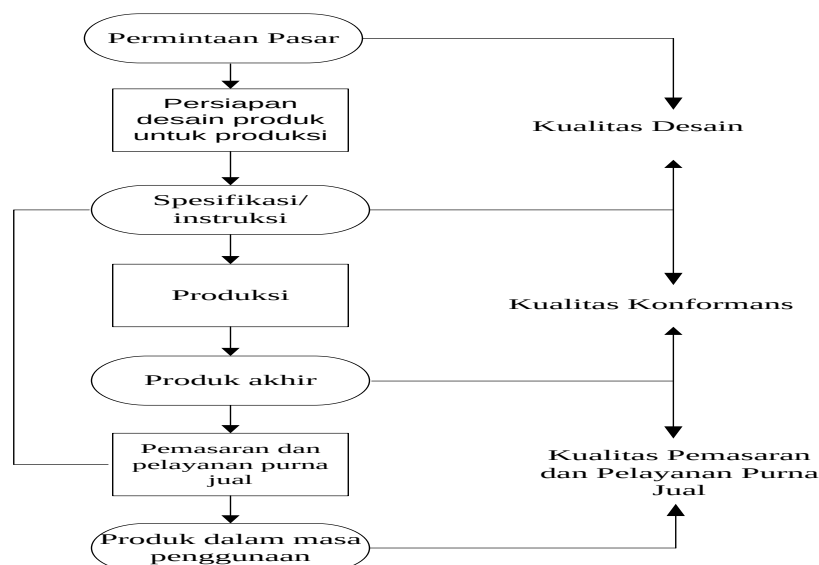
Secara tradisional, para pembuat produk (*manufactures*) biasanya melakukan inspeksi terhadap produk setelah produk tersebut selesai dibuat dengan memilih produk yang baik dari produk yang jelek, kemudian mengerjakan ulang bagian-bagian produk yang cacat tersebut. Dengan demikian pengertian tradisional tentang jaminan kualitas hanya berfokus kepada aktivitas inspeksi untuk mencegah lolosnya produk-produk cacat ke tangan konsumen. Pada masa sekarang, pengertian dari jaminan kualitas lebih luas daripada sekedar aktivitas inspeksi. Pengertian modern dari jaminan kualitas adalah membangun sistem kualitas modern. Pada dasarnya, sistem kualitas modern dapat dicirikan oleh lima karakteristik yang akan diuraikan berikut ini (Mutis, 1994):

1. Sistem kualitas modern berorientasi kepada konsumen. Produk-produk didesain sesuai dengan keinginan konsumen melalui suatu riset pasar, kemudian diproduksi dengan cara-cara yang baik dan benar sehingga produk yang dihasilkan memenuhi spesifikasi desain serta pada akhirnya memberikan pelayanan purna jual kepada konsumen.
2. Sistem kualitas modern dicirikan oleh adanya partisipasi aktif yang dipimpin oleh manajemen puncak (*top management*) dalam proses peningkatan kualitas secara terus-menerus. Jika tanggung jawab untuk kualitas didelegasikan kepada departemen pengendalian kualitas saja, maka setiap orang dalam perusahaan akan memiliki persepsi bahwa kualitas bukan merupakan perhatian kunci.
3. Sistem kualitas modern dicirikan oleh adanya pemahaman dari setiap orang terhadap jawaban yang spesifik untuk kualitas. Meskipun benar adanya pernyataan bahwa kualitas seharusnya merupakan tanggung jawab setiap orang, namun patut pula diketahui bahwa setiap orang memiliki tanggung jawab yang berbeda tergantung pada posisi kerja dalam perusahaan, dengan

demikian tanggung jawab spesifik terhadap kualitas perlu diketahui oleh setiap orang dalam posisi kerjanya.

4. Sistem kualitas modern dicirikan oleh adanya aktivitas yang berorientasi kepada tindakan pencegahan kerusakan , bukan berfokus pada upaya untuk mendeteksi kerusakan saja. Kualitas melalui inspeksi saja tidak cukup dan hal itu terlalu mahal. Meskipun tetap menjadi persyaratan untuk melakukan beberapa inspeksi singkat atau audit terhadap produksi akhir, tetapi usaha kualitas dari perusahaan seharusnya lebih difokuskan pada tindakan pencegahan sebelum terjadinya kerusakan.
5. Sistem kualitas modern dicirikan oleh adanya suatu filosofi yang menganggap bahwa kualitas merupakan jalan hidup (*way of life*). Isu-isu kualitas selalu didiskusikan dalam pertemuan manajemen (*managemnt meeting*). Semua karyawan diberikan pelatihan tentang konsep-konsep kualitas beserta metodenya.

Konsep sistem kualitas modern terdiri dari tiga bagian utama, dapat dilihat dengan jelas pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3.Konsep Sistem Kualitas Modern
Sumber : (Mutis, 1994)

2.4 Pengendalian Kualitas

2.4.1 Pengertian Pengendalian Kualitas

Secara umum, pengendalian kualitas adalah suatu sistem verifikasi dan penjagaan/perawatan dari suatu tingkatan/derajat kualitas produk atau proses yang dikehendaki dengan perencanaan yang seksama, pemakaian peralatan yang sesuai, inspeksi terus menerus serta tindakan korektif bilamana diperlukan. Ada beberapa pendapat ahli yang dikutip dari Gaspersz(2006) mendefinisikan pengertian pengendalian kualitas adalah :

1. Pengendalian kualitas adalah suatu sistem yang terdiri dari pengujian, analisis, dan tindakan yang harus diambil dengan mengkombinasikan seluruh peralatan dengan teknik-teknik yang berguna untuk mengendalikan kualitas suatu produk dengan biaya minimum sesuai keinginan konsumen (Fegeinbaum, 1996).
2. Pengendalian kualitas sebagai suatu proses yang teratur terhadap kegiatan untuk mengukur performansi standar usaha melakukan tindakan perbaikan (Scherkenbach, 1991).
3. Pengendalian kualitas adalah aktivitas teknik dan manajemen, dimana kita mengukur karakteristik dari produk, kemudian membandingkan hasil pengukuran itu dengan spesifikasi produk yang diinginkan pelanggan, serta mengambil tindakan perbaikan yang tepat apabila ditemukan perbedaan antar performansi aktual dengan standar (Deming, 1982).

Aktivitas pengendalian kualitas umumnya akan meliputi kegiatan-kegiatan (Gaspersz,2006):

1. Mengevaluasi kinerja aktual (*actual performance*)
2. Membandingkan aktual dengan target
3. Mengambil tindakan atas perbedaan antara aktual dan target

2.4.2 Tujuan Pengendalian Kualitas

Tujuan pengendalian kualitas yaitu menjamin bahwa produk yang dihasilkan memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan. Kegiatan pengendalian mutu dilakukan pada saat penerimaan bahan baku, selama proses dan pengujian produk akhir. Tujuan pengendalian kualitas adalah :

1. Mengurangi kehilangan (*looses*) dalam proses kerja yang dilakukan seperti mengurangi *waste product* atau menghilangkan waktu yang tidak produktif.
2. Memperoleh produk yang mencapai standar kualitas yang ditentukan.
3. Mengusahakan agar biaya produksi dapat ditekan sekecil mungkin.
4. Mengusahakan biaya design dari produk dan proses menggunakan kualitas produksi tertentu dapat menjadi sekecil mungkin.
5. Menjaga agar penjualan tetap meningkat sehingga meningkatkan potensi daya saing.

2.4.3 Alat-alat dalam Pengendalian Kualitas

Pada pengendalian kualitas terdapat tujuh alat pengendalian kualitas statistikal yang disebut *Seven Tools*(Atmadi, 2011). Dari ketujuh *tools* tersebut yang digunakan pada laporan ini adalah:

1. *Check Sheet* (Lembar Periksa)

Check sheet adalah suatu lembar atau *sheet* atau format, yang dirancang untuk mengumpulkan data sehingga mudah dalam pembacaan, mudah dalam perhitungan, dan mudah untuk ditindak lanjuti. Adapun tujuan membuat lembar pengumpul data adalah untuk membantu mempermudah dan menyeragamkan proses pengambilan data. Fungsi lembar pengumpul data (*check sheet*) diantaranya (Atmadi, 2011):

- a. Untuk memeriksa kerusakan/cacat barang.
- b. Untuk memeriksa penyebab kerusakan/cacat.
- c. Untuk memeriksa lokasi kerusakan/cacat.
- d. Untuk memilah kondisinya.
- e. Untuk keperluan pemeriksaan.

Manfaat dari adanya *check sheet* adalah sebagai berikut:

- a. Memudahkan dalam pemeriksaan
- b. Memudahkan pembuatan rekapitulasi
- c. Memudahkan dalam menganalisa.

Check sheet berupa tabel pemeriksaan yang berisi sejumlah keterangan. Contoh tabel *check sheet* dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. *Check Sheet Vehicle Leasing*

Perusahaan: PT Garuda		Pengguna: Ruslan		Pengemudi: Rudi	
Kendaraan : Volvo 750 S		No Pol : B.1850 SA		Periode : 1998	
No	Check Point	Terpasang	Kondisi		
			Baik	Ganti Baru	
1	Power steering	unit	OK	-	
2	Illimination	unit	OK	-	
3	Cabin accesories	unit	OK	-	
4	Engine	unit	OK	-	
5	Suspensi system	unit	OK	-	
6	Service period	unit	-	Maret 1998	

Sumber: (Atmadi, 2011)

2. Diagram Pareto

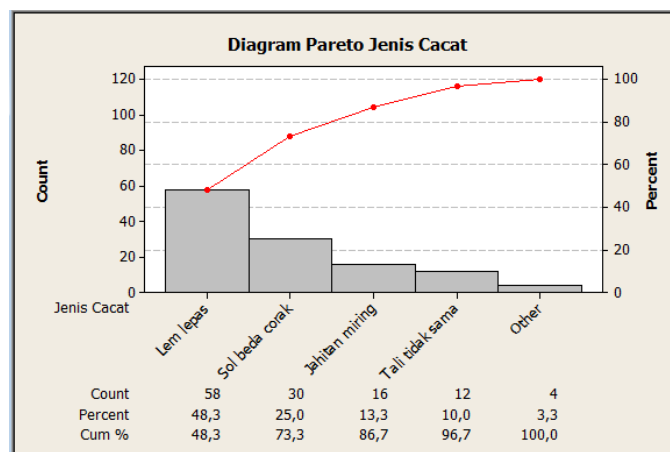
Diagram ini dikenalkan oleh seorang ahli ekonomi Italia pada tahun 1897 yaitu Vilfredo Pareto sehingga diagram ini disebut diagram pareto karena bersal dari nama penemunya. Diagram Pareto adalah grafik batang yang menunjukkan masalah berdasarkan urutan banyaknya kejadian. Masalah yang paling banyak terjadi ditunjukkan oleh grafik batang pertama yang tertinggi serta ditempatkan pada sisi paling kiri, dan seterusnya sampai masalah yang paling sedikit terjadi ditunjukkan oleh grafik batang terakhir yang terendah serta ditempatkan pada sisi paling kanan.

Diagram ini berbentuk diagram batang yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi kejadian atau penyebab masalah yang paling umum. Analisis pada diagram ini didasarkan pada “Hukum 80/20” yang artinya bahwa 80% kerugian timbul dari 20% masalah. Kegunaan dari diagram Pareto adalah :

- Menyaring data masalah menurut wilayah dan menemukan wilayah manayang memiliki paling banyak masalah.
- Membandingkan data *defect* menurut tipe dan mengetahui *defect* mana yang paling umum.
- Membandingkan masalah menurut hari dalam minggu (atau bulan atau waktu dalam hari) untuk mengetahui selama periode mana masalah paling sering terjadi.
- Menyaring *complain* pelanggan menurut tipe *complain* untuk mengetahui *complain*apa yang paling umum.

Tahapan-tahapan dalam menganalisis diagram Pareto yaitu :

- Tentukan klasifikasi (kategori Pareto) untuk grafik.
- Pilih suatu interval waktu untuk analisis.
- Tentukan kejadian total (misalnya biaya, jumlah kerusakan, dll) untuk setiap kategori.
- Hitung persentase dari setiap kategori dengan membagi kategori total dengan keseluruhan dan kalikan dengan 100.
- Urutkan peringkat dari kejadian total terbesar sampai terkecil.
- Hitung persentase kumulatif dengan menambah persentase untuk setiap kategori pada beberapa kategori yang terdahulu.
- Buat bagan dengan sumbu vertikal kiri berskala dari 0 sampai sedikitnya 100%, dengan 100% pada sisi kanan sama tingginya dengan total keseluruhan pada sisi kiri.
- Beri label sumbu horizontal dengan nama kategori. Kategori paling kiri harus terbesar, kedua terbesar berikutnya, dan seterusnya.
- Gambar dalam batang yang mewakili jumlah setiap kategori. Tinggi batang ditentukan oleh sumbu vertikal kiri.
- Gambar satu garis yang menunjukkan kolom persentase kumulatif dari tabel analisis Pareto. Garis persentase kumulatif ditentukan dengan sumbu vertikal kanan. Contoh diagram Pareto dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Contoh Diagram Pareto
Sumber : (Atmadi, 2011)

3. Peta Kendali

Peta Kendali pertama diperkenalkan oleh Dr. Walter Andrew Shewhart dari Bell Telephone Laboratories, Amerika Serikat, pada tahun 1924 dengan maksud untuk menghilangkan variasi tidak normal melalui pemisahan variasi yang disebabkan oleh penyebab khusus (*special causes variation*), dari variasi yang disebabkan oleh penyebab umum (*common causes variation*). Peta Kendali adalah suatu grafik dengan garis kendali, batas kontrol atas atau *upper control level* (BKA/UCL) dan batas kontrol bawah atau *lower control level* (BKB/LCL), serta garis tengah atau *centre level* (CL). Daerah antara BKA dan BKB adalah daerah pengendalian.

Pengelompokan jenis-jenis peta kendali tergantung pada tipe datanya.

Atmadi (2011) menjelaskan bahwa dalam konteks pengendalian proses statistikan dikenal dua jenis data, yaitu:

- a. Data Variabel (*Variabel data*), yaitu data kuantitatif yang diukur untuk keperluan analisis. Contoh dari data variabel adalah: -ukuran berat, panjang, lebar, tinggi, diameter, volume biasanya data variabel.
- b. Data Atribut (*Attributes data*), yaitu data kualitatif yang dapat dihitung untuk pencatatan dan analisis. Contoh dari data atribut adalah ketiadaan label pada kemasan produk, kesalahan proses administrasi, banyaknya jenis cacat pada produk. Data atribut biasanya diperoleh dalam bentuk ketidaksesuaian dengan spesifikasi atribut yang ditetapkan.

Data yang dipakai pada laporan ini adalah berupa data atribut sehingga Peta kendali yang digunakan adalah peta kendali atribut. Berikut ini adalah penjelasan mengenai peta kendali atribut. Peta kendali atribut digunakan untuk mengendalikan kualitas produk selama proses produksi yang tidak dapat diukur tetapi dapat dihitung sehingga kualitas produk dapat dibedakan dalam karakteristik baik atau buruk, berhasil atau gagal. Peta kendali atribut dibagi menjadi 4 :

a. Peta kendali cacat (*p chart*)

Digunakan untuk menganalisis banyaknya barang yang ditolak yang ditemukan dalam pemeriksaan atau sederetan pemeriksaan terhadap total barang yang diperiksa. Peta kendali P digunakan untuk mengukur proporsi ketidaksesuaian (penyimpangan atau sering disebut cacat) dari item-item dalam kelompok yang di inspeksi. Dengan demikian peta kendali p digunakan untuk mengendalikan proporsi dari item-item yang tidak memenuhi syarat spesifikasi mutu atau proporsi dari produk yang cacat yang dihasilkan dalam suatu proses. Bila sampel yang diambil untuk setiap kali melakukan observasi berubah-ubah jumlahnya atau memang perusahaan akan melakukan 100% inspeksi maka kita harus menggunakan peta kendali p.

b. Peta kendali cacat per unit (*np chart*)

Digunakan untuk menganalisis banyaknya butir yang ditolak per unit. Pada dasarnya peta kendali np serupa dengan peta kontrol p, kecuali dalam peta kendali np terjadi perubahan skala pengukuran. Peta kendali np digunakan jika data banyaknya item yang tidak sesuai adalah lebih bermanfaat dan mudah untuk menginterpretasikan dalam pembuatan laporan dibandingkan dengan data proporsi, dan ukuran sampel bersifat konstan dari waktu ke waktu.

c. Peta kendali kecacatan (*c chart*)

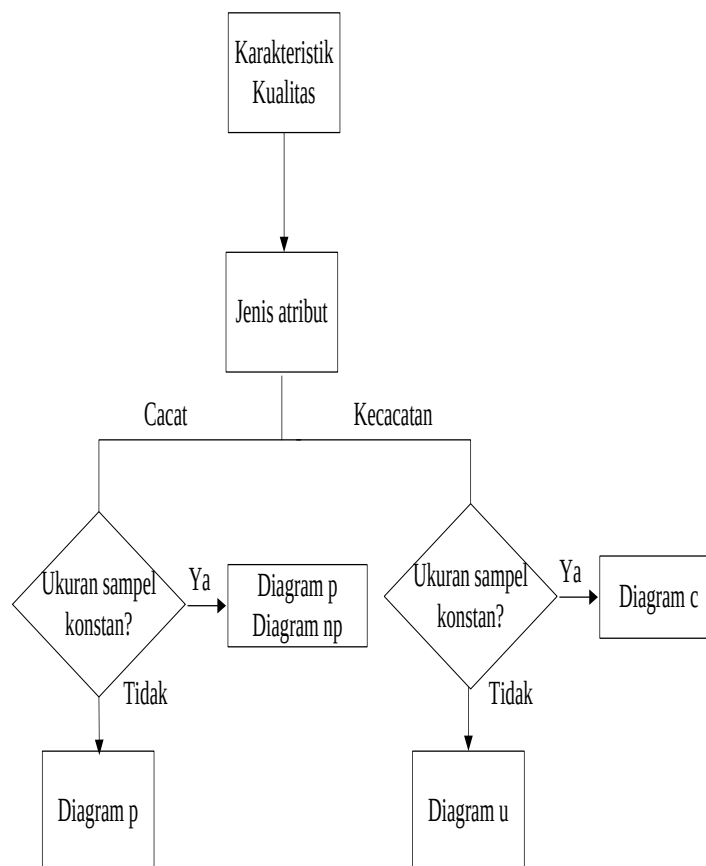
Digunakan untuk menganalisis dengan cara menghitung jumlah produk yang mengalami ketidaksesuaian dengan cara spesifikasi. Peta kendali ini digunakan untuk mengadakan pengujian terhadap jumlah kesalahan pada satu produk. Peta kendali c membutuhkan ukuran contoh konstan atau banyak item yang diperiksa bersifat konstan untuk setiap periode pengamatan.

d. Peta kendali kecacatan per unit (*u chart*)

Digunakan untuk menganalisa dengan cara menghitung jumlah produk yang mengalami ketidaksesuaian per unit. Peta kendali u mengukur banyaknya ketidaksesuaian (titik spesifik) per unit laporan inspeksi

dalam kelompok (periode) pengamatan, yang mungkin memiliki ukuran contoh (banyaknya item yang diperiksa).

Meskipun terdapat banyak peta kendali yang berbeda, perbedaannya hanya terletak pada jenis pengukuran yang digunakan pada diagram tersebut. Jenis-jenis dasar peta kendali yang dapat digunakan untuk data atribut dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Skema Pemilihan Peta Kendali

Sumber : (Lindsay, 2007)

Dalam peta kendali terdapat dua jenis variasi. Variasi merupakan ketidakseragaman dalam sistem produksi atau operasional. Ada dua penyebab terjadinya variasi yang dikutip dari Gaspersz (1998) yaitu:

a. Variasi Penyebab Umum (*Common Causes of Variation*)

Merupakan faktor-faktor di dalam yang menyebabkan timbulnya variasi dalam sistem. Penyebab umum sering disebut juga penyebab acak (*random causes*) atau penyebab sistem (*system causes*). Karena penyebab umum ini selalu melekat pada sistem, untuk

menghilangkannya harus menelusuri elemen-elemen dalam sistem itu dan hanya pihak manajemen yang dapat memperbaikinya. Dalam pengendalian proses statistik dengan menggunakan peta-peta kendali, jenis variasi ini sering ditandai dengan titik-titik pengamatan yang berada dalam batas-batas pengendalian yang didefinisikan.

b. Variasi Penyebab Khusus (*Special Causes of Variation*)

Merupakan kejadian di luar sistem yang mempengaruhi variasi dalam sistem. Penyebab khusus dapat bersumber dari manusia, peralatan, material, lingkungan, metode kerja dan lain-lain. Penyebab khusus ini mengambil pola-pola non acak sehingga dapat diidentifikasi, sebab mereka tidak selalu aktif dalam proses tetapi memiliki pengaruh yang lebih kuat pada proses sehingga menimbulkan variasi. Dalam konteks pengendalian proses statistik menggunakan peta kendali, jenis variasi ini sering ditandai dengan titik-titik pengamatan yang melewati atau keluar dari batas-batas pengendalian yang didefinisikan (*defined control limits*).

Pada laporan ini peta kendali yang digunakan adalah peta p. Peta kendali p adalah peta bagian yang ditolak karena tidak memenuhi spesifikasi yang diinginkan. Bagian yang ditolak (p) didefinisikan sebagai rasio dari banyaknya barang yang tidak sesuai yang ditemukan dalam pemeriksaan terhadap total barang yang diperiksa. Langkah-langkah dalam pembuatan peta kendali p yaitu:

- a. Kumpulkan data-data yang menggambarkan jumlah yang diperiksa dan jumlah produk cacat.
- b. Bagi data ke dalam subgroup(k), yaitu 20-25 subgroup.
- c. Menghitung proporsi unit yang cacat pada setiap subgroup dengan cara:

$$p = \frac{\text{jumlah unit cacat}}{\text{ukuran subgroup}} \dots \dots \dots (2.1)$$

- d. Menghitung rata-rata bagian yang cacat/ditolak dengan cara:

$$\bar{p} = \frac{\text{total cacat}}{\text{total yang diperiksa}} \dots \dots \dots (2.2)$$

e. Menghitung batas kendali

- Batas Kendali Atas (BKA)

$$\text{Rumus : } BKA = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \dots\dots\dots(2.3)$$

- Batas Kendali Bawah (BKB)

$$\text{Rumus : } BKB = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \dots\dots\dots (2.4)$$

f. Plot data proporsi unit cacat dan amati apakah data itu berada dalam pengendalian statistikal atau tidak berada dalam pengendalian statistikal. Apabila ada data yang berada diluar pengendalian statistikal (batas kontrol), maka selidiki penyebabnya dan ambillah tindakan.

Manfaat peta kendali p menurut Grant dan Leavenworth (1996) yaitu:

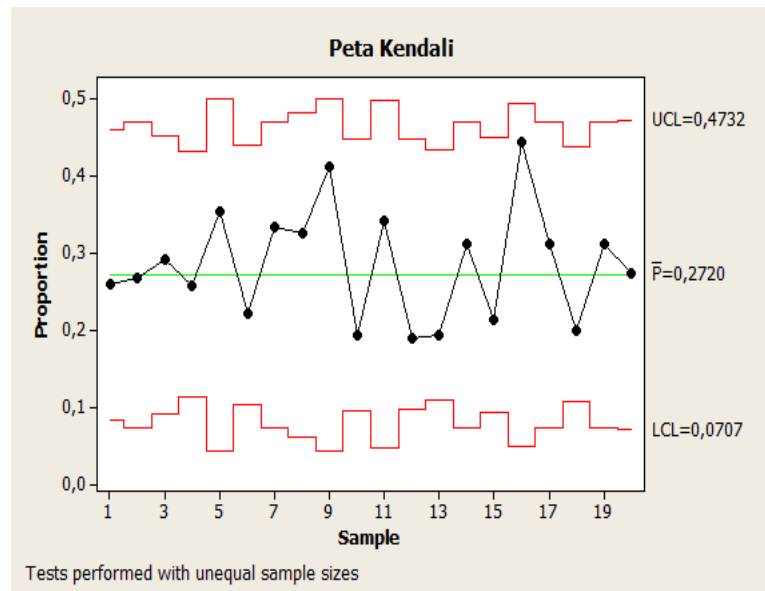
- Untuk menemukan proporsi rata-rata barang yang tak sesuai atau komponen yang diserahkan untuk pemeriksaan selama satu periode.
- Untuk meminta perhatian manajemen bagi setiap perubahan dalam rata-rata tingkatan mutu ini.
- Untuk menemukan titik-titik tinggi yang berada di luar kendali yang memerlukan tindakan untuk mengidentifikasi dan mengoreksi penyebab mutu yang buruk.
- Untuk menemukan titik-titik rendah di luar kendali yang menunjukkan standar pemeriksaan yang longgar atau sebab-sebab peningkatan mutu yang tak menentu yang dapat dikonversikan menjadi sebab-sebab peningkatan mutu yang konsisten.
- Untuk mengusahakan suatu dasar penilaian apakah lot-lot yang berurutan mungkin dipertimbangkan sebagai penggambaran dari suatu proses. Penilaian ini dapat dengan tepat mempengaruhi keketatan kriteria penerimaan.

Adapun langkah–langkah pembuatan peta kendali p dengan menggunakan MINITAB adalah sebagai berikut:

- Buka *worksheet* pada kolom C1 isi dengan jumlah yang diperiksa dan pada kolom C2 diisi dengan jumlah cacat.

- b. Klik stat *control chart p chart*, pada kolom *variable* diisi jumlah cacat, dan pada *subgroups in* diisi jumlah diperiksa.
- c. Klik OK.

Contoh gambar peta kendali p dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6. Peta Kendali P
Sumber: (Atmadi, 2011)

2.4.4 Penetapan DPMO dan Level Sigma

Baseline kinerja adalah tingkat kinerja saat sekarang (*current performance*) yang diukur sebelum tindakan perbaikan kualitas dilakukan. Setelah mengetahui *baseline* kinerja, maka kemajuan peningkatan-peningkatan yang dicapai dengan tindakan perbaikan kualitas yang telah diterapkan dapat diukur. *Baseline* kinerja ditetapkan menggunakan satuan pengukuran DPMO (*Defects Per Milion Opportunities*) dan tingkat kapabilitas sigma (*sigma level*). Terdapat 3 jenis pengukuran *baseline* kinerja yang dikutip dari Gaspersz (2002) yaitu:

1. Pengukuran pada tingkat proses adalah mengukur setiap langkah atau aktivitas dalam proses dan karakteristik kualitas input yang diserahkan oleh pemasok (*supplier*) yang mengendalikan dan mempengaruhi karakteristik kualitas output yang diinginkan. Beberapa contoh pengukuran pada tingkat proses adalah lama waktu menjawab panggilan telepon, lama waktu belajar mahasiswa untuk persiapan menghadapi ujian, dan lain-lain.

2. Pengukuran pada tingkat output adalah mengukur karakteristik kualitas output yang dihasilkan dari suatu proses untuk dapat memenuhi kebutuhan spesifik pelanggan, sebelum produk tersebut diserahkan kepada pelanggan. Beberapa contoh pengukuran pada tingkat output adalah banyaknya unit produk yang cacat, nilai mahasiswa ketika menempuh suatu ujian, dan lain-lain.
3. Pengukuran pada tingkat *outcome* adalah mengukur bagaimana baiknya suatu produk (barang dan/atau jasa) dalam memenuhi kebutuhan spesifik dan ekspektasi dari pelanggan, jadi mengukur tingkat kepuasan pelanggan dalam menggunakan suatu produk (barang dan/atau jasa) yang diserahkan. Beberapa contoh pengukuran pada tingkat *outcome* adalah banyaknya keluhan pelanggan yang diterima, banyaknya produk yang dikembalikan oleh pelanggan, dan lain-lain.

Dalam menghitung *level Sigma*, terdapat langkah-langkah yang harus dilakukan, yaitu:

1. Unit (U)

Unit merupakan jumlah *part*, *sub assembly* atau sistem yang diukur atau diperiksa, sebuah item yang sedang diproses, dan produk/jasa akhir yang sedang dikirim kepada pelanggan.

2. *Opportunity* (OP)

Opportunity adalah karakteristik yang diperiksa atau diukur, dalam hal ini yang digunakan adalah *Critical To Quality* (CTQ). CTQ ditetapkan berdasarkan keterkaitannya langsung terhadap kebutuhan spesifik dari pelanggan. Sebagian besar produk atau jasa memiliki banyak persyaratan pelanggan sehingga terdapat beberapa peluang untuk terjadinya produk yang cacat.

3. *Defect*

Defect merupakan sesuatu yang diupayakan untuk dikurangi melalui tindakan perbaikan kualitas. Beberapa contoh suatu kegagalan dalam memenuhi persyaratan pelanggan atau kinerja standar adalah *parts* yang hilang, kurang solder, dan sebagainya.

4. *Defect Per Unit (DPU)*

Ukuran ini menunjukkan jumlah rata-rata dari *defect* terhadap jumlah total unit dari unit yang dijadikan sampel. Besarnya *defect per unit* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$DPU = \frac{D}{U} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan:

D = Rata-rata *defect*

U = Unit yang diperiksa

5. *Total Opportunity (TOP)*

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

$$TOP = U \times OP \dots\dots\dots(2.6)$$

6. *Defect Per Opportunity (DPO)*

Defect Per Opportunity menunjukkan proporsi *defect* atas jumlah total peluang dalam sebuah kelompok. Besarnya *Defect Per Opportunity* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$DPO = \frac{D}{TOP} \dots\dots\dots(2.7)$$

7. *Defect Per Milion Opportunity (DPMO)*

Defect Per Milion Opportunity mengindikasikan berapa banyak *defect* akan muncul jika terdapat satu juta peluang. Besarnya *Defect Per Milion Opportunity* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini;

$$DPMO = DPO \times 10^6 \dots\dots\dots(2.8)$$

8. *Level Sigma*

Nilai *Sigma* diperoleh dengan cara mengkonversikan nilai DPMO ke dalam tabel *Sigma* (terlampir).

2.5 *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

2.5.1 Sejarah FMEA

Disiplin ilmu FMEA pada awalnya dikembangkan di Militer Amerika Serikat. Prosedur Militer MIL-P-1629, prosedur berjudul untuk melakukan modus kegagalan, efek dan analisis kekritisitas bertanggal 9 November 1949. Metode ini digunakan sebagai teknik evaluasi keandalan untuk mencegah pengaruh sistem dan kegagalan peralatan.

Di luar militer aplikasi formal FMEA pertama kali diadopsi untuk industri kedirgantaraan, dimana FMEA sudah digunakan selama Apollo misi di tahun 1960. Pada awal 1980-an, Amerika Negara perusahaan otomotif mulai resmi menggabungkan FMEA dalam pengembangan produk mereka proses. Sebuah satuan tugas yang mewakili Chrysler Corporation, Ford Motor Company dan General Motors.

2.5.2 Pengertian *Failure Mode And Effect Analysis*(FMEA)

Failure Mode And Effect Analysis(FMEA) merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis suatu mode kegagalan dan akibatnya untuk menghindari kegagalan tersebut. Suatu mode kegagalan adalah apa saja yang termasuk dalam kecacatan/kegagalan dalam desain, kondisi diluar batas spesifikasi yang telah ditetapkan, atau perubahan dalam produk yang menyebabkan terganggunya fungsi dari produk itu (Syukron, 2013).

Para ahli memiliki beberapa definisi mengenai FMEA, definisi tersebut memiliki arti yang cukup luas dan apabila dievaluasi lebih dalam memiliki arti yang serupa. Definisi FMEA tersebut disampaikan oleh :

1. FMEA adalah sekumpulan petunjuk, sebuah proses, dan *form* untuk mengidentifikasi dan mendahulukan masalah-masalah potensial kegagalan (Pande, 2002).
2. FMEA adalah suatu alat yang secara sistematis mengidentifikasi akibat atau konsekuensi dari kegagalan sistem atau proses, serta mengurangi atau mengeliminasi peluang terjadinya kegagalan (Purdinata, 2003).
3. FMEA adalah suatu metode yang digunakan dengan tujuan meminimalkan peluang terjadinya kegagalan atau efek dari kegagalan tersebut (Juran, 1970).

Berdasarkan penjelasan dari para ahli tersebut maka dapat ditarik kesimpulan bahwa FMEA adalah suatu metode yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menghilangkan terjadinya kegagalan pada produk maupun proses, baik permasalahan yang sudah diketahui maupun yang memiliki potensi akan terjadi.

2.5.3 Jenis-jenis FMEA

Ada beberapa jenis dari FMEA dikutip dari Syukron (2013). Berikut ini dijelaskan beberapa jenis dari FMEA, yaitu:

1. *Design* FMEA

Design FMEA digunakan untuk menganalisis produk sebelum dimasukkan ke dalam proses produksi. *Design* FMEA fokus pada modus kegagalan yang diakibatkan oleh desain.

2. *Process* FMEA

Process FMEA digunakan untuk menganalisis proses produksi dan perakitan. *Process* FMEA ini fokus pada modus kegagalan yang disebabkan oleh proses produksi atau perakitan.

3. *System* FMEA

System FMEA digunakan untuk menganalisis sistem dan subsistem dalam proses desain dan konsep. *System* FMEA ini fokus pada modus kegagalan antara fungsi dari sistem yang disebabkan oleh defisiensi sistem.

4. *Service* FMEA

Service FMEA digunakan untuk menganalisis servis sebelum mencapai ke konsumen. *Service* FMEA fokus pada kegagalan yang disebabkan oleh sistem atau proses.

5. *Product* FMEA

Product FMEA fokus pada modus kegagalan yang terjadi pada produk atau proyek.

6. *Software* FMEA

Software FMEA digunakan untuk menganalisis modus kegagalan pada yang terjadi pada sebuah *software*.

2.5.4 Tujuan FMEA

Tujuan dari penerapan FMEA adalah mencegah masalah terjadi pada proses dan produk. Jika digunakan dalam desain dan proses manufaktur, FMEA dapat mengurangi atau menekan biaya dengan mengidentifikasi dan memperbaiki produk dan proses secara cepat pada saat proses pengembangan. Pembuatannya relatif mudah serta tidak membutuhkan biaya yang banyak. Hasilnya adalah proses menjadi lebih baik karena telah dilakukan tindakan koreksi dan mengurangi serta menghilangkan kegagalan. Berikut adalah beberapa tujuan dari penerapan FMEA (Syukron, 2013):

1. Mengidentifikasi mode kegagalan dan tingkat keparahan efeknya.
2. Mengidentifikasi karakteristik kritis dan karakteristik signifikan
3. Membantu *engineer* fokus dalam mencegah timbulnya permasalahan.
4. Mengevaluasi rencana pengendalian untuk mencegah kegagalan.
5. Melaksanakan prosedur yang diperlukan untuk memperoleh suatu proses bebas dari kesalahan.

2.5.5 Manfaat Penerapan FMEA

Penerapan FMEA pada perusahaan mempunyai beberapa manfaat. Beberapa manfaat tersebut antara lain (Syukron, 2013):

1. Meningkatkan kualitas dan keandalan produk.
2. Membantu meningkatkan kepuasan pelanggan.
3. Meningkatkan citra baik dan daya saing perusahaan.
4. Mengurangi waktu dan biaya pengembangan sebuah produk.
5. Memperkirakan tindakan yang dapat mengurangi risiko.

2.5.6 Tahapan Pembuatan FMEA

Prosedur dalam pembuatan FMEA mengikuti sepuluh tahapan berikut ini (Pyzdek, 2003):

1. Melakukan peninjauan terhadap proses.
2. Mengidentifikasi *potential failure mode* (mode kegagalan potensial). *potential failure mode* (mode kegagalan potensial) adalah suatu mode kegagalan yang berpeluang untuk menimbulkan suatu kegagalan.

3. Membuat daftar *potential effect* dari masing-masing mode kegagalan pada suatu proses. *Potential effect* adalah akibat potensial yang ditimbulkan oleh suatu mode kegagalan.
4. Menentukan peringkat *severity* untuk masing-masing cacat yang terjadi. Tingkat *severity* menunjukkan seberapa besar dampak yang ditimbulkan.
5. Menentukan peringkat *occurrence* untuk masing-masing mode kegagalan. Tingkat *occurrence* menunjukkan seberapa sering suatu penyebab kegagalan dapat terjadi dari suatu mode kegagalan
6. Menentukan peringkat *detection* untuk masing-masing mode kegagalan dan/atau akibat yang terjadi. Tingkat *detection* menunjukkan seberapa jauh penyebab kegagalan dapat dideteksi berdasarkan *current control* dari suatu mode kegagalan.
7. Menghitung nilai *Risk Priority Number* (RPN) untuk masing-masing cacat. Nilai *Risk Priority Number* (RPN) diperoleh dari hasil perkalian antara nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection*.
8. Membuat prioritas mode kegagalan berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi. Nilai RPN tertinggi akan menjadi prioritas untuk dilakukan suatu tindakan perbaikan.
9. Melakukan tindakan perbaikan untuk mengeliminasi atau mengurangi kegagalan yang paling banyak terjadi sehingga nilai *Risk Priority Number* (RPN) yang telah diperoleh sebelumnya dapat berkurang atau mengalami penurunan.
10. Mengkalkulasi hasil *Risk Priority Number* (RPN) sebelum dan sesudah tindakan perbaikan dilakukan untuk mengurangi mode kegagalan yang dapat terjadi.

Kesepuluh tahapan pembuatan *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA) tersebut dituangkan ke dalam lembar kerja yang disebut lembar kerja *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA) yang dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2.Lembar KerjaFMEA

Failure Mode and Effect Analysis Worksheet																	
Processor Product: FMEA Team: Team Leader:												FMEA Number: FMEA Date:					
FMEA Process													Action Results				
Line	Component and Function	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Severity	Potential Cause(s) of Failure	Occurrence	Current Controls, Prevention	Current Controls, Detection	Detection	RPN	Recommended Action	Responsibility and Target Completion Date	Action Taken	Severity	Occurrence	Detection	RPN
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	

Sumber: (Gaspersz, 2002)

2.5.7 Menentukan *Severity*, *Occurrence*, *Detection* dan RPN

Untuk menentukan prioritas dari suatu bentuk kegagalan maka tim FMEA harus mendefinisikan terlebih dahulu tentang *Severity*, *Occurrence*, *Detection*, serta hasil akhirnya yang berupa *Risk Priority Number*.

1. *Severity*

Severity adalah langkah pertama untuk menganalisis resiko yaitu menghitung seberapa besar dampak/intensitas kejadian mempengaruhi *output* proses. Dampak tersebut diranking mulai skala 1 sampai 10, dimana 10 merupakan dampak terburuk. Ranking *severity* dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Kriteria Penilaian *Severity*

Severity (S)		
Efek	Kriteria	Rangking
Berbahaya tanpa ada peringatan	Dapat membahayakan operator serta tidak adanya peringatan.	10
Berbahaya dan ada peringatan	Dapat membahayakan operator serta adanya peringatan.	9
Sangat Tinggi	100% produk harus dibuang.	8
Tinggi	Produk yang cacat menyebabkan sebagian produk harus dibuang dan sisanya dapat <i>dirework</i> , dan pelanggan tidak puas.	7
Sedang	Sebagian kecil menjadi <i>scrap</i> , sisanya tidak perlu disortir (sudah baik) dan pelanggan tidak puas dengan produk yang dihasilkan.	6
Rendah	Sedikit mengganggu produksi, 100% produk dapat <i>dirework</i> .	5
Sangat Rendah	Sebagian produk kurang dari 100% harus diperbaiki.	4
Kecil	Hanya sebagian kecil yang <i>dirework</i> dan sisanya sudah baik	3
Sangat kecil	Sedikit pada proses, kurang dari 100% harus diperbaiki langsung di tempat kerja, dan pelanggan sangat tidak puas.	2
Tidak ada	Tidak ada efek apapun buat konsumen	1

Sumber : (PT Akebono Brake Astra Indonesia)

2. Occurrence

Nilai *occurrence* merupakan nilai yang menyatakan seberapa sering kemungkinan penyebab kegagalan terjadi. Nilai *occurrence* ini diberikan untuk setiap penyebab kegagalan dengan *ranking* antara 1–10. Dalam melakukan penilaian *occurrence* ini yang harus dipahami adalah kenyataan apabila semakin sering penyebab kegagalan terjadi, maka akan semakin tinggi nilai *ranking* yang diberikan. Kriteria dari setiap nilai *ranking occurrence* diperlihatkan pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Kriteria Penilaian Occurrence

Probabilitas Kegagalan	Tingkat Kegagalan	Ranking
Sangat Tinggi: Kegagalan hampir tidak dapat dihindarkan	$\geq 100/1000$ komponen	10
	50/1000 komponen	9
Tinggi: ada hubungannya dengan proses yang sama dengan proses sebelumnya dimana kegagalan sering terjadi	20/1000 komponen	8
	10/1000 komponen	7
Moderate: Ada hubungannya dengan proses yang sama dengan proses sebelumnya dimana sering terjadi kegagalan, kadang-kadang terjadi, tetapi tidak dalam proporsi besar. (Kegagalan jarang terjadi)	5/1000 komponen	6
	2/1000 komponen	5
	1/1000 komponen	4
Rendah : Hanya kegagalan tertentu yang terjadi pada proses yang sama.	0.5/1000 komponen	3
	0.1/1000 komponen	2
Sangat Rendah	Kegagalan dieliminasi melalui pengendalian preventif	1

Sumber : (PT Akebono Brake Astra Indonesia)

3. Detection

Peringkat *detection* merupakan nilai yang menunjukkan seberapa jauh penyebab kegagalan dapat dideteksi. Nilai *detection* ini pun berbentuk *ranking* dari 1-10. Semakin sulit mendeteksi penyebab kegagalan yang terjadi, maka semakin tinggi pula nilai *ranking* yang diberikan. Nilai *ranking detection* dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5. Kriteria Penilaian *Detection*

<i>Detection</i>	Kriteria Kemungkinan Cacat Bisa Dideteksi Oleh Proses Kontrol yang Ada	Ranking
Hampir Tidak Mungkin	Tidak ada pengendalian proses, tidak dapat dideteksi	10
Sangat sedikit	<i>Failure mode</i> tidak mudah dideteksi	9
Sedikit	<i>Failure mode</i> mempunyai peluang yang kecil untuk mendeteksi kegagalan	8
Sangat Lemah	<i>Failure mode</i> sangat rendah kemungkinan kontrol untuk mendeteksi kegagalan	7
Lemah	<i>Failure mode</i> rendah kemungkinan kontrol untuk mendeteksi kegagalan	6
Moderate	Inspeksi yang sangat hati-hati dengan indera manusia untuk mengetahui cacat yang terjadi	5
Menengah-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 dan mencegah untuk diproses lebih lanjut	2
Hampir Pasti	Hampir pasti kontrol yang ada dapat mendeteksi kegagalan dengan pengendalian proses.	1

Sumber : (PT Akebono Brake Astra Indonesia)

4. Risk Priority Number (Angka Prioritas Resiko)

Risk Priority Number (RPN) merupakan produk matematis dari keseriusan *effects* (nilai *Severity*), kemungkinan terjadinya *cause* (penyebab kegagalan) yang akan menimbulkan kegagalan yang berhubungan dengan *effects* (nilai *Occurrence*), dan kemampuan pengendalian proses yang dilakukan untuk mendeteksi penyebab kegagalan sebelum terjadi pada pelanggan (nilai *Detection*). *Risk Priority Number* (RPN) dapat ditunjukkan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{RPN} = \text{S} * \text{O} * \text{D} \dots \dots \dots (2.9)$$

Angka *Risk Priority Number* (RPN) ini digunakan untuk mengidentifikasi resiko yang serius dan dapat dijadikan sebagai petunjuk ke arah tindakan perbaikan kualitas.

2.6 *Fault Tree Analysis (FTA)*

2.6.1 *Pengertian Fault Tree Analysis (FTA)*

Teknik untuk mengidentifikasi kegagalan (*failure*) dari suatu sistem dengan memakai FT (*fault tree*) diperkenalkan pertama kali pada tahun 1962 oleh Bell Telephone Laboratories dalam kaitannya dengan studi tentang evaluasi keselamatan sistem peluncuran *minuteman missile* antar benua. Boeing company memperbaiki teknik yang dipakai oleh Bell Telephone Laboratories dan memperkenalkan program komputer untuk melakukan analisa dengan memanfaatkan FT baik secara kualitatif maupun secara kuantitatif.

Fault Tree Analysis (FTA) adalah suatu *tools* untuk menganalisis kegagalan dari gabungan beberapa sub sistem dan level yang dibawahnya. *Fault Tree* mengilustrasikan hubungan antara *basic event* (akar kejadian yang menyebabkan *top event/undesired event* terjadi) dan *top event* (kejadian yang terjadi). Simbol yang menghubungkan disebut *logic gate* (gerbang logika).

Metode *Fault Tree Analysis (FTA)* sering digunakan untuk menganalisis kegagalan sistem. *Fault Tree Analysis (FTA)* adalah suatu *tools* dimana terdapat suatu kejadian yang tidak diinginkan disebut *undesired event* terjadi pada suatu sistem dan sistem tersebut kemudian dianalisis dengan kondisi lingkungan dan operasional yang ada untuk menemukan semua cara yang mungkin terjadi yang mengarah pada terjadinya *undesired event* tersebut (Vesley, 1981).

Melalui *Fault Tree Analysis (FTA)*, akan dapat diketahui kegagalan-kegagalan yang menjadi penyebab terjadinya *undesired event* tersebut. Untuk menganalisis kegagalan sistem dengan FTA, perlu dibuat pohon kegagalan atau *fault tree* dari sistem yang dianalisis terlebih dahulu. *Fault tree* adalah model grafis dari kegagalan-kegagalan pada sistem dan kombinasinya yang menghasilkan terjadinya *undesired event* (Vesley, 1981). Kegagalan yang ada pada sistem bisa dikarenakan kegagalan komponennya, kegagalan pada manusia yang mengoperasikannya atau disebut juga *human error*, dan kejadian-kejadian di luar sistem yang dapat mengarah pada terjadinya *undesired event*.

Fault tree dibangun berdasarkan pada salah satu *undesired event* yang dapat terjadi pada sistem. Hanya bagian-bagian tertentu dari sistem yang

berhubungan beserta kegagalan-kegagalan yang ada, yang dipakai untuk membangun *fault tree*.

Pada satu sistem bisa terdapat lebih dari satu *undesired event* dan masing-masing *undesired event* mempunyai representasi *fault tree* yang berbeda-beda yang disebabkan faktor-faktor atau bagian-bagian sistem dan kegagalan yang mengarah pada satu kejadian berbeda dengan lainnya. Pada *fault tree*, *undesired event* disebut juga dengan *top event*.

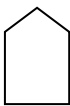
2.6.2 Simbol dan Istilah dalam *Fault Tree*

Simbol-simbol dan istilah yang digunakan dalam *fault tree* adalah simbol kejadian dan simbol gerbang.

1. Simbol Kejadian

Simbol kejadian adalah simbol yang berisikan keterangan kejadian pada sistem dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6. Simbol dalam FTA

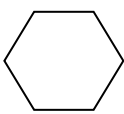
No	Nama Simbol	Simbol	Keterangan
1	<i>Basic event</i>		Digunakan untuk menyatakan <i>basic event</i> atau <i>primary event</i> atau kegagalan mendasar yang tidak perlu dicari penyebabnya. Artinya, simbol lingkaran ini merupakan batas akhir penyebab suatu kejadian.
2	<i>Undevelopment event</i>		Simbol wajik atau <i>diamond</i> ini untuk menyatakan <i>undevelopment event</i> atau kejadian tidak berkembang, yaitu suatu kejadian kegagalan tertentu yang tidak dicari penyebabnya baik karena kejadiannya tidak cukup berhubungan atau karena tidak tersedia informasi yang terkait dengannya.
3	<i>Conditioning event</i>		Simbol oval ini untuk menyatakan <i>conditioning event</i> , yaitu suatu kondisi atau batasan khusus yang diterapkan pada suatu gerbang (biasanya pada gerbang INHIBIT). Jadi kejadian <i>output</i> terjadi jika kejadian <i>input</i> terjadi memenuhi suatu kondisi tertentu.
4	<i>External event</i>		Simbol rumah digunakan untuk menyatakan <i>external event</i> yaitu kejadian yang diharapkan muncul secara normal dan tidak termasuk dalam kejadian gagal.
5	<i>Intermediate event</i>		Simbol persegi panjang ini berisi kejadian yang muncul dari kombinasi kejadian-kejadian <i>input</i> gagal yang masuk ke gerbang.

Sumber: (Vesley, 1981)

2. Simbol Gerbang

Simbol gerbang dipakai untuk menunjukkan hubungan diantara kejadian *input* yang mengarah pada kejadian *output* dengan kata lain, kejadian *output* disebabkan oleh kejadian *input* yang berhubungan dengan cara tertentu. Simbol gerbang dapat dilihat pada Tabel 2.7

Tabel 2.7. Gerbang dalam FTA

No	Nama Simbol	Simbol	Keterangan
1	Gerbang OR		Gerbang OR dipakai untuk menunjukkan bahwa kejadian yang akan muncul terjadi jika satu atau lebih kejadian gagal yang merupakan <i>input</i> -nyaterjadi.
2	Gerbang AND		Gerbang AND digunakan untuk menunjukkan kejadian <i>output</i> muncul hanya jika semua <i>input</i> terjadi
3	Gerbang INHIBIT		Gerbang INHIBIT, dilambangkan dengan segi enam, merupakan kasus khusus dari gerbang AND. <i>Output</i> disebabkan oleh satu <i>input</i> , tetapi juga harus memenuhi kondisi tertentu sebelum <i>input</i> dapat menghasilkan <i>output</i> .

Sumber: (Vesley, 1981)

2.6.3 Langkah-Langkah Membuat *Failure Tree Analysis* (FTA)

FTA menggunakan langkah-langkah terstruktur dalam melakukan analisis pada sistem. Adapun langkah-langkah FTA, yaitu:

1. Mengidentifikasi kejadian/peristiwa terpenting dalam sistem (*top level event*).

Langkah pertama dalam FTA ini merupakan langkah penting karena akan mempengaruhi hasil analisis sistem. Pada tahap ini, dibutuhkan pemahaman tentang sistem dan pengetahuan tentang jenis-jenis kerusakan (*undesired event*) untuk mengidentifikasi akar permasalahan sistem. Pemahaman tentang sistem dilakukan dengan mempelajari semua informasi tentang sistem dan ruang lingkupnya.

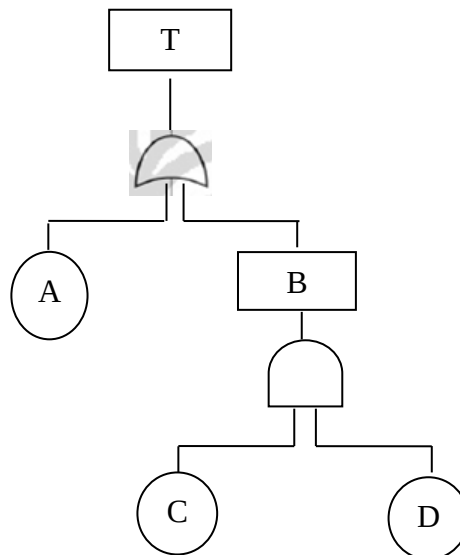
2. Membuat pohon kesalahan

Setelah permasalahan terpenting teridentifikasi, langkah berikutnya adalah menyusun urutan sebab akibat pohon kesalahan. Pada tahap ini, pembuatan pohon kesalahan dilakukan dengan menggunakan simbol-simbol.

3. Menganalisis pohon kesalahan

Analisis pohon kesalahan diperlukan untuk memperoleh informasi yang jelas dari suatu sistem dan perbaikan-perbaikan apa yang harus dilakukan pada sistem. Salah satu cara yang digunakan adalah dengan menganalisis secara kualitatif. Analisis kualitatif adalah analisis dengan melakukan pembentukan serangkaian *logic gate*. Dimana *top event* dirangkai dengan penyebabnya yaitu *basic event*. Dari rangkaian *logic gate* yang terbentuk didapatkan *minimal cut set* sebagai output dari analisis kualitatif. *Minimal cut set* ini memperlihatkan *basic event* apa saja yang dapat menyebabkan *top event* terjadi.

Contoh *Fault Tree*:



Gambar 2.7. Contoh *Fault Tree*

Sumber: (Vesley, 1981)

Gambar 2.7 menyatakan bahwa kejadian *top event* (T) terjadi jika kejadian A terjadi atau kejadian B terjadi. Kejadian A merupakan *basic event* yang tidak diselidiki lagi penyebabnya, sedangkan kejadian B merupakan *intermediate event* dan terjadi jika kejadian C dan kejadian D terjadi. Kejadian C dan D merupakan *basic event*.

2.6.4 Minimal Cut Set

Cut set adalah himpunan dari *basic event* dimana jika semua *basic event* tersebut muncul, akan terjadi *top event*. *Minimal cut set* adalah himpunan kombinasi terkecil *basic event* dimana jika *basic event* terjadi akan menyebabkan *top event* terjadi. (Vesley, 1981).

Minimal cut set ditentukan dengan menggunakan metode aljabar Boolean. Gerbang OR adalah gerbang yang menyatakan gabungan dari kejadian yang ada dan bersesuaian dengan operasi penjumlahan dalam aljabar Boolean, sedangkan gerbang AND adalah gerbang yang menyatakan operasi perkalian. Melalui *minimal cut set* dapat diketahui berapa banyak kejadian yang dapat langsung menyebabkan *top event* terjadi. Hukum aljabar Boolean dapat dilihat pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8. Hukum Aljabar Boolean

Jenis	Formula
Hukum Komutatif	$AB = BA$
	$A + B = B + A$
Hukum Asosiatif	$A(BC) = (AB)C$
	$A+(B+C)= (A+B)+C$
Hukum Distributif	$A(B+C)= AB + AC$
	$A + BC = (A+B) (A+C)$

Sumber: (Priyanta, 2000)

2.7 Metode 5W + 1H

Metode 5W + 1H adalah *what* (apa), *why* (mengapa), *where* (dimana), *when* (kapan/bilamana), *who* (siapa), *how* (bagaimana). Pengembangan rencana tindakan perbaikan peningkatan kualitas dapat menggunakan metode 5W + 1H. Melalui metode ini suatu permasalahan kualitas dapat diselesaikan secara lebih rinci dan lengkap sehingga dapat dijadikan suatu solusi dalam hal peningkatan kualitas.

Penemu metode 5W + 1H ini adalah seorang sastrawan Inggris bernama Rudyard Kipling. Rudyard Kipling lahir di India pada 30 Desember 1865. Contoh penggunaannya dapat dilihat pada Tabel 2.9.

Tabel 2.9. Contoh Penggunaan Metode 5W+1H

Jenis	5W = 1H	Deskripsi	Tindakan
Tujuan Utama	<i>What</i> (Apa)	Apa yang menjadi target utama perbaikan/peningkatan kualitas?	Menurunkan target sesuai dengan kebutuhan pelanggan
Alasan	<i>Why</i> (Mengapa)	Mengapa rencana tindakan ini diperlukan? Penjelasan tentang kegunaan dari rencana tindakan yang dilakukan	
Lokasi	<i>Where</i> (Dimana)	Dimana rencana tindakan itu dilakukan? Apakah aktifitas itu dapat dikerjakan kemudian?	
Sekuens (urutan)	<i>When</i> (Bilamana)	Bilamana aktifitas rencana tindakan itu akan terbaik untuk dilaksanakan? Apakah aktifitas itu dapat dikerjakan kemudian?	Mengubah seku ens (urutan) aktifitas atau mengkombinasikan aktifitas-aktifitas yang dapat dilaksanakan bersama
Orang	<i>Who</i> (Siapa)	Siapa yang akan melaksanakan aktifitas rencana tindakan ini? Mengapa harus orang tersebut yang ditunjuk untuk mengerjakan aktifitas itu?	
Metode	<i>How</i> (Bagaimana)	Bagaimana mengerjakan aktifitas rencana bersama itu? Apakah metode yang digunakan sekarang merupakan metode terbaik? Apakah ada cara yang lebih mudah?	Menyederhanakan aktifitas-aktifitas rencana tindakan yang ada

Sumber: (Gaspersz, 2002)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini akan diuraikan langkah-langkah metodologi pemecahan masalah untuk mendapatkan suatu analisis yang baik. Metodologi pemecahan masalah merupakan uraian tahapan-tahapan pemecahan masalah yang digunakan dalam pengolahan data dan analisis masalah berdasarkan data yang didapat dari hasil penelitian di perusahaan. Metodologi disusun sebagai upaya agar penelitian yang dilakukan tidak menyimpang dari tujuan, sehingga pembahasan dapat lebih terstruktur dan terarah.

3.1 Jenis Data

Pengelompokkan jenis data di bagi menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder.

3.1.1 Data Primer

Data Primer adalah data yang diambil secara langsung dari objek penelitian atau berasal dari PT Akebono Brake Astra Indonesia. Data primer yang dibutuhkan adalah data produk cacat pada bulan Maret-April 2016 dan proses produksi produk.

3.1.2 Data Sekunder

Data Sekunder adalah data yang tidak berhubungan langsung dengan objek penelitian tetapi ikut mendukung kelancaran produksi. Data yang dimaksud adalah data umum perusahaan, yang meliputi:

1. Profil perusahaan.
2. Visi dan Misi perusahaan
3. Bisnis Perusahaan
4. Struktur organisasi dan *job description* perusahaan.
5. Ketenagakerjaan dan jam kerja
6. *Lay out* perusahaan

7. Penghargaan perusahaan
8. Proses produksi *Disc Brake 4Wheels Tipe New IMF-R60*
9. Pelanggan perusahaan
10. Keselamatan dan kesehatan kerja perusahaan
11. Sistem perawatan mesin dan peralatan

3.2 Sumber Data

Data yang diperoleh dalam melakukan penelitian berasal dari:

1. Bagian *Industrial Engineering* (IE) yang memberikan pemahaman dan penjelasan mengenai proses produksi untuk membuat *disc brake 4 wheels*.
2. Bagian *Quality Control* (QC) yang memberikan pemahaman mengenai standar kualitas produk *disc brake 4 wheels*.
3. Buku-buku, literatur, jurnal, dan referensi lainnya mengenai pengertian kualitas, dimensi kualitas, pengendalian kualitas, metode FMEA, dan FTA.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Sumber data dalam penyusunan tugas akhir ini diperoleh dengan metode-metode antara lain:

1. Studi Kepustakaan

Metode ini dilakukan dengan membaca buku-buku atau literatur yang berhubungan dengan tema penelitian. Dalam tahap ini, landasan teori yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan adalah teori mengenai FMEA dan FTA. Selain itu dilakukan pula pengumpulan data tertulis yang berhubungan dengan kegiatan produksi di PT Akebono Brake Astra Indonesia melalui dokumen/data yang ada di perusahaan.

2. Riset Lapangan

Metode ini dilakukan dengan cara melakukan pengamatan di lapangan untuk mempelajari dan mencari data serta informasi yang berkaitan dengan masalah yang diambil melalui:

a. Wawancara

Dalam hal ini dilakukan *interview* dengan *supervisor*, karyawan maupun operator di PT Akebono Brake Astra Indonesia yang berhubungan dengan masalah yang dibahas dalam laporan tugas akhir.

b. Pengamatan

Dalam hal ini dilakukan dengan cara mengadakan pengamatan secara langsung untuk mengetahui jalannya proses produksi pada produk *disc brake 4 wheels* yang berhubungan dengan penelitian.

3.4 Teknik Analisis

Langkah-langkah dalam metodologi pemecahan masalah ini dimulai dari suatu studi pendahuluan pada perusahaan, seperti terlihat pada gambar 3.1 dan dapat dijelaskan sebagai berikut:

3.4.1 Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan merupakan langkah awal yang dilakukan dengan tujuan mendapatkan informasi mengenai kondisi aktual perusahaan, proses produksi yang berlangsung dan dapat mengetahui masalah-masalah yang dihadapi oleh perusahaan. Studi pendahuluan dilakukan dengan melakukan wawancara langsung dengan *supervisor* dan bagian kualitas mengenai keadaan dan masalah pada Departemen Produksi khususnya bagian *assembling*, serta melakukan pengamatan langsung di rantai produksi.

3.4.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dilakukan untuk mengetahui apa permasalahan yang sedang dihadapi oleh perusahaan, dimana masalah yang sedang dihadapi adalah masih banyaknya kegagalan produk pada bagian *assembling* produk *disc brake 4 wheels* tipe new IMF-R60. Melihat hal ini, perusahaan merasa perlu mengevaluasi kembali proses produksi dan menetapkan metode pengendalian kualitas yang tepat, guna mempertahankan kualitas dari produk.

3.4.3 Studi Pustaka

Setelah melakukan studi pendahuluan, tahap selanjutnya adalah melakukan studi pustaka untuk menunjang penelitian. Studi pustaka

memberikan pedoman dalam pengumpulan data, dan memberikan gambaran serta konsep-konsep yang akan digunakan dalam pengolahan data. Dalam penelitian ini, studi pustaka dilakukan dengan cara mencari sumber-sumber *literatur* yang relevan dengan tujuan penelitian, serta memiliki informasi yang berkaitan dengan pengendalian kualitas, metode FMEA, dan FTA. Diharapkan pada tahapan ini diperoleh teori yang dapat diterapkan dalam proses penelitian untuk menyelesaikan permasalahan yang ada.

3.4.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini secara garis besarnya adalah peningkatan kualitas produk *disc brake 4 wheels* tipe *new IMF-R60* dengan metode *Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)* dan *Fault Tree Analysis (FTA)* dengan tahapan sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi jenis-jenis produk cacat pada proses *assembling*.
2. Mengidentifikasi faktor penyebab produk cacat pada proses *assembling*.
3. Menghitung nilai DPMO dan *Level Sigma* sebelum dan sesudah perbaikan kualitas.
4. Menghitung dan menentukan nilai *Risk Priority Number (RPN)* sebelum dan sesudah perbaikan kualitas.
5. Memberikan tindakan perbaikan kualitas yang perlu dilakukan dalam mengurangi produk cacat pada proses *assembling*.

3.4.5 Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperlukan sebagai informasi yang akan menjadi dasar dalam melakukan analisis dan pemecahan masalah. Adapun data yang dibutuhkan dapat dilihat pada sub bab bagian pertama bab ini (sub bab 3.1).

3.4.6 Pengolahan Data

Berdasarkan data yang telah dikumpulkan, maka selanjutnya dilakukan langkah-langkah pengolahan data guna memecahkan permasalahan secara baik dan terencana, yaitu sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data produk cacat pada bulan Maret-April 2016 dan mengidentifikasikan produk cacat yang dominan.

2. Pembuatan diagram Pareto

Diagram Pareto adalah diagram batang yang disusun secara menurun atau dari besar ke kecil (*descending*). Biasa digunakan untuk melihat atau mendefinisikan masalah, tipe cacat atau penyebab yang paling dominan sehingga kita dapat memprioritaskan penyelesaian masalah.

3. Pembuatan Peta Kendali P

Peta kendali p adalah peta bagian yang ditolak karena tidak memenuhi spesifikasi yang diinginkan. Bagian yang ditolak (p) didefinisikan sebagai rasio dari banyaknya barang yang tidak sesuai yang ditemukan dalam pemeriksaan terhadap total barang yang diperiksa.

4. Penentuan Nilai DPMO dan *Level Sigma*

Baseline kinerja adalah tingkat kinerja saat sekarang (*current performance*) yang diukur sebelum tindakan perbaikan kualitas dilakukan. *Baseline* kinerja ditetapkan menggunakan satuan pengukuran DPMO (*Defects Per Milion Opportunities*) dan tingkat kapabilitas sigma (*level Sigma*).

5. Identifikasi *potensial failure mode*

Mengidentifikasi proses yang berpotensi gagal memenuhi persyaratan proses atau desain.

6. Identifikasi *failure effect*

Mengidentifikasi efek kegagalan (*failure effect*) terhadap pelanggan baik *internal* maupun *eksternal*. Mengidentifikasi efek-efek yang terjadi dari setiap proses dan dampaknya bagi proses berikutnya.

7. Menentukan nilai *severity*

Menentukan nilai *severity* berdasarkan dari akibat/efek yang ditimbulkan dari kegagalan.

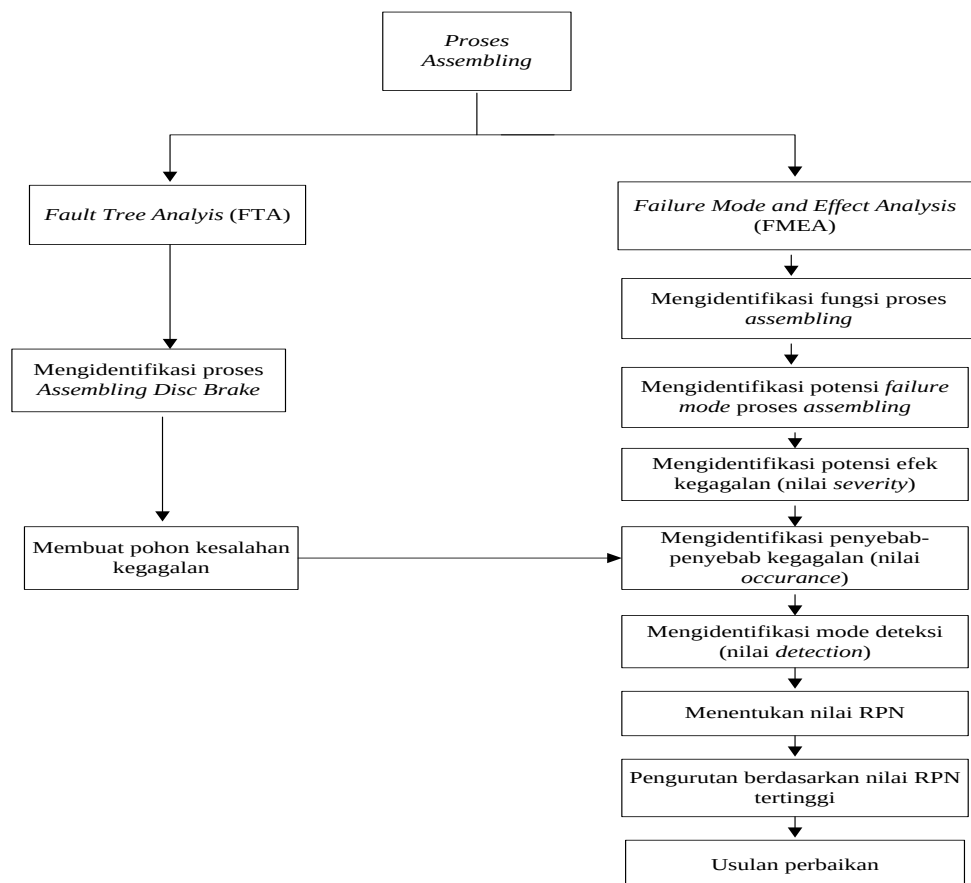
8. Identifikasi penyebab-penyebab dari kegagalan

Mengidentifikasi penyebab-penyebab potensial untuk setiap kegagalan proses dengan menggunakan *Fault Tree Analysis* (FTA). *Fault Tree Analysis* (FTA) adalah suatu model grafis dimana terdapat suatu kejadian yang tidak diinginkan disebut *undesired event* terjadi pada suatu sistem yang kemudian dianalisis untuk dapat mengetahui penyebab terjadinya *undesired event*

tersebut.

Berikut merupakan gambar proses penggabungan antara metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA). Hubungan keterkaitan antara FMEA dan FMEA terdapat pada analisis yang telah dibuat berdasarkan pohon kesalahan pada FTA dimasukkan ke dalam tabel FMEA yang berupa penyebab produk cacat. Analisis berdasarkan FTA tersebut digunakan pada tabel penyebab produk cacat untuk memberikan bobot nilai *occurrence*.

Dibawah ini merupakan *flowchart* proses pengolahan data dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Proses Pengolahan Data

9. Menentukan nilai *occurrence*

Menentukan nilai seberapa sering penyebab kegagalan terjadi.

10. Identifikasi pengendalian proses.

Mengidentifikasi metode kontrol yang dapat mencegah terjadinya *potential failure/cause* atau mendeteksi terjadinya *failure/cause*.

11. Menentukan nilai *detection*.

Menentukan nilai kemampuan sistem dalam mendeteksi terjadinya kegagalan.

12. Menentukan peringkat atau ranking prioritas dan kategori berdasarkan nilai RPN. Tujuannya ialah untuk mengetahui area mana yang menjadi prioritas perhatian agar dapat dibuat suatu rencana perbaikan.

3.4.7 Analisis dan Pembahasan

Analisis masalah dilakukan berdasarkan hasil pengolahan data yang sudah dilakukan untuk memberikan gambaran yang jelas terhadap penyebab terjadinya produk cacat dan akibat yang ditimbulkannya. Setelah melakukan pengolahan data maka hasil yang diperoleh dapat dianalisis sehingga dapat dilihat apakah tujuan penelitian tersebut telah tercapai. Ini dilakukan guna mendapatkan solusi yang tepat dalam usaha perbaikan. Dalam analisis masalah terdapat beberapa tahap yaitu:

1. Analisis Diagram Pareto

Diagram ini merupakan suatu gambar yang mengurutkan klasifikasi data dari kiri kekanan menurut urutan ranking tertinggi hingga terendah. Hal ini dapat membantu menemukan permasalahan yang paling penting untuk segera diselesaikan (ranking tertinggi). Melalui diagram Pareto juga dapat mengidentifikasi masalah yang paling penting yang mempengaruhi usaha perbaikan kualitas.

2. Analisis Peta Kendali P

Peta kendali P digunakan untuk mengukur proporsi ketidaksesuaian (penyimpangan atau sering disebut cacat) dari item-item dalam kelompok yang di inspeksi. Melalui peta kendali p dapat diketahui banyaknya barang yang ditolak yang ditemukan dalam pemeriksaan atau sederetan pemeriksaan terhadap total barang yang diperiksa.

3. Analisis *Fault Tree Analysis* (FTA)

Fault Tree Analysis (FTA) adalah suatu model grafis dimana terdapat suatu kejadian yang tidak diinginkan disebut *undesired event* terjadi pada suatu sistem yang kemudian dianalisis untuk dapat mengetahui penyebab terjadinya *undesired event* tersebut. FTA digunakan untuk mengetahui faktor-faktor penyebab terjadinya suatu kegagalan produk.

4. Analisis Nilai RPN

Pada tahap ini diperoleh nilai RPN tertinggi berdasarkan peringkat yang paling tinggi. Hal ini bertujuan untuk mengetahui prioritas dalam membuat usulan rencana perbaikan.

5. Membuat Usulan Rencana Perbaikan

Yaitu membuat usulan rencana perbaikan yang dilakukan dengan memprioritaskan proses melalui bobot kegagalan (RPN) yang tertinggi menggunakan metode 5W+1H agar potensial kegagalan proses yang muncul tidak akan terjadi dikemudian hari. Solusi tersebut merupakan hasil *brainstroming* yang dilakukan oleh departemen-departemen terkait.

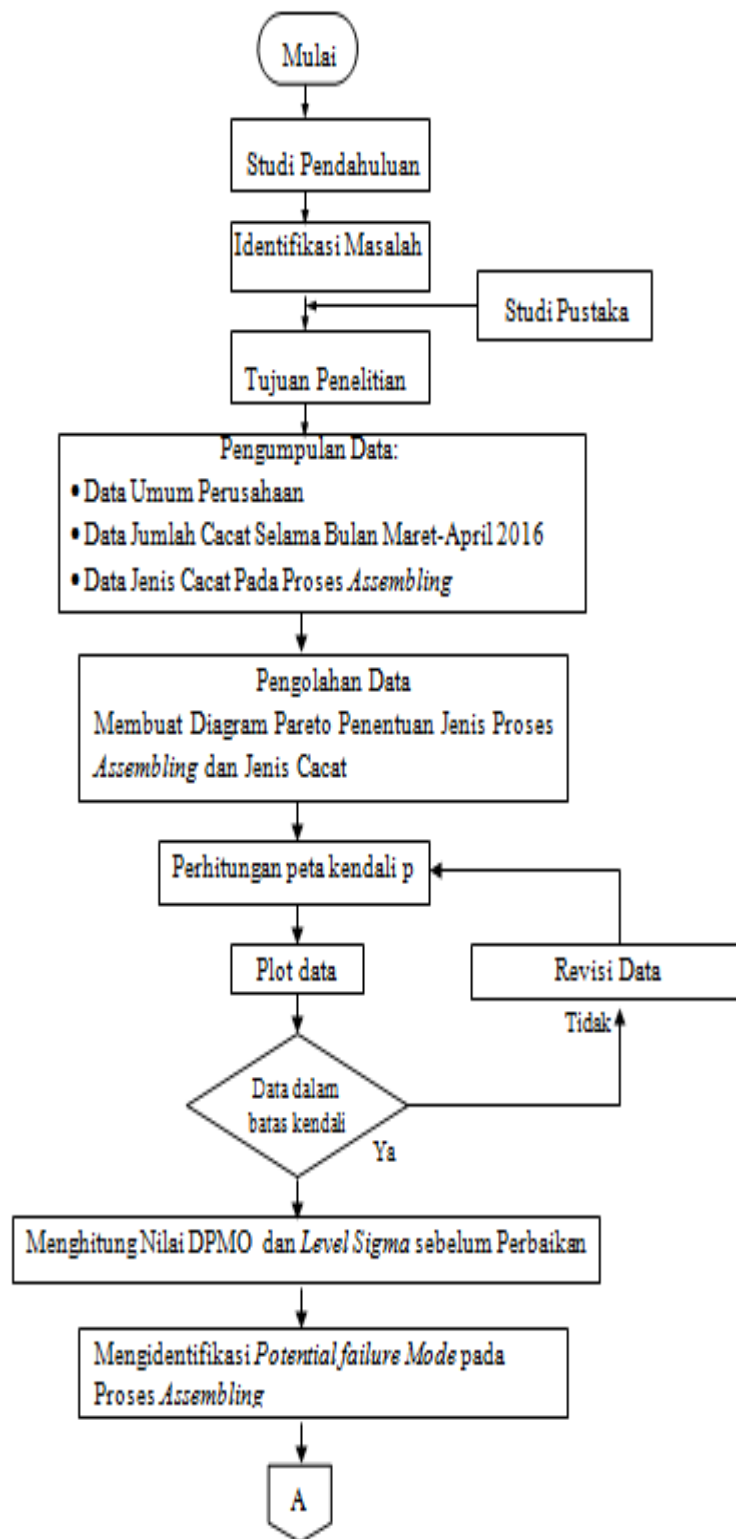
6. Mengitung nilai RPN, Peta Kendali P, DPMO, *Level Sigma* Setelah Perbaikan

Langkah selanjutnya yaitu menghitung RPN, peta kendali p, DPMO, *level Sigma* setelah terjadinya perbaikan dan kemudian membandingkannya dengan sebelum perbaikan, apakah mengalami kemajuan atau tidak.

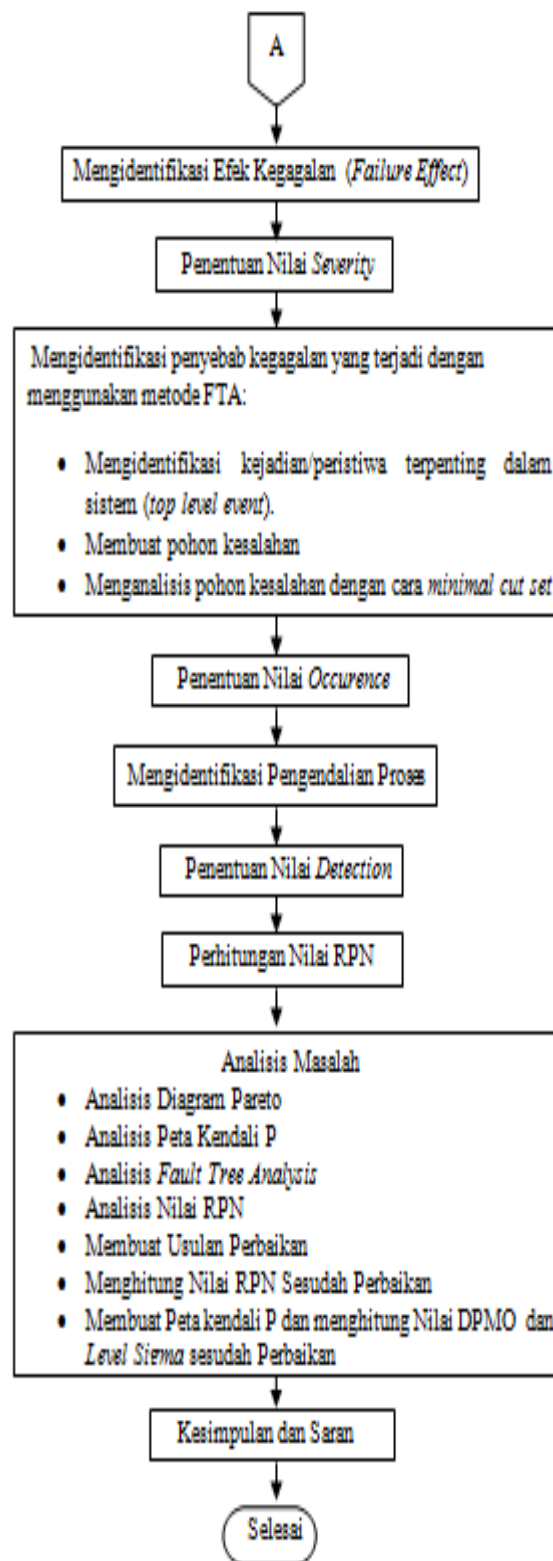
3.5 Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil analisis terhadap hasil penelitian yang dilakukan pada PT Akebono Brake Astra Indonesia, maka dapat ditarik kesimpulan yang akan menjawab tujuan dari penelitian ini serta memberikan saran-saran yang akan bermanfaat dan akan dijadikan suatu pertimbangan bagi perusahaan dalam usahanya untuk memecahkan masalah yang sedang dihadapi, khususnya terhadap masalah yang berkaitan dengan kualitas.

Diagram alir metodologi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Diagram Alir Metodologi Penelitian



Gambar 3.2. Diagram Alir Metodologi Penelitian (Lanjutan)

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan pada PT Akebono Brake Astra Indonesia meliputi data umum perusahaan, data jumlah produk cacat selama bulan Maret 2016 dan data jenis produk cacat pada proses *assembling*.

4.1.1 Profil Perusahaan

PT Akebono Brake Astra Indonesia didirikan tanggal 3 Desember 1981. Awalnya perusahaan ini didirikan dengan nama PT Tri Dharma Wisesa. PT Tri Dharma Wisesa bergerak dalam bidang manufaktur rem. Pada awalnya PT Tri Dharma Wisesa hanya memproduksi rem dengan jenis *drum brake*, namun pada Juli 1986 perusahaan ini juga mulai memproduksi rem dengan jenis *disc brake*. Lalu bulan Juli 1987 perusahaan ini mulai memproduksi *disc brake components machining* dan pada tahun yang sama bulan September perusahaan ini juga memproduksi *backing plate manufacturing*. Pada Agustus 1988 perusahaan ini memproduksi *body caliper & support mounting machining*. Pada September 1989 perusahaan ini memproduksi *shoe lining & disc pad manufacturing*. Pada Juni 1992 perusahaan ini memproduksi *shoe lining for motorcycle* yang dijual *after market*. Pada September 1995 perusahaan ini memproduksi *aluminum brake shoe die casting*.

Pada tahun 1996, PT Tri Dharma Wisesa melakukan *joint venture* dengan perusahaan Akebono Brake Industry Co. Ltd Japan dengan saham sebesar 30%. Pada tahun 2006 saham perusahaan ini dipegang oleh Akebono Brake Industry Co. Ltd dengan PT Astra Otoparts, Tbk dengan kedudukan sama yaitu kepemilikan saham masing masing sebesar 50%.

Mulai tanggal 1 Januari 2011, PT Tri Dharma Wisesa resmi berubah nama menjadi PT Akebono Brake Astra Indonesia yang juga sering disebut PT AAIJ. Nama ini mencerminkan kerjasama *joint venture* dari Akebono Brake Industry Co. Ltd dengan PT Astra Otoparts, Tbk. Selain itu pada tahun yang

sama, perusahaan ini juga melakukan ekspansi dengan membuka cabang baru di luar negeri yaitu di Vietnam yaitu Akebono Brake Astra Vietnam.

4.1.2 Visi, Misi, dan Nilai-nilai Inti Perusahaan

PT Akebono Brake Astra Indonesia adalah salah satu perusahaan manufaktur yang menghasilkan produk *brake* (rem) bagi kendaraan roda 4 dan roda 2. *Brake* adalah suatu komponen kendaraan yang berfungsi untuk mengurangi atau menghentikan kecepatan kendaraan sesuai keinginan dengan memfungsikan *brake* pedal atau *service brake*. Adapun visi dan misi PT Akebono Brake Astra Indonesia adalah:

1. Visi Perusahaan

Visi dari PT Akebono Brake Astra Indonesia adalah *Global Supplier-Global No. 1 Low Cost Company*.

2. Misi Perusahaan

Misi dari PT Akebono Brake Astra Indonesia adalah berkontribusi kepada bangsa Indonesia dan industri otomotif melalui pembuatan komponen yang aman, berkualitas pada biaya yang optimal.

PT Akebono Brake Astra Indonesia juga mempunyai nilai-nilai inti (*Core Values*) yang harus dipatuhi. Nilai-nilai inti tersebut adalah:

“Aku Prima”.

- Terpercaya dan handal
- FoKUs pada *customer*
- Semangat kePRImaan
- KerjasaMA

Penjelasan dari nilai-nilai inti PT Akebono Brake Astra Indonesia tersebut adalah sebagai berikut.

1. Terpercaya dan Handal

Makna dari terpercaya dan handal yaitu bertekad dan mampu membuktikan apa yang diucapkan dan diamanatkan sesuai dengan tugas-tugasnya di PT Akebono Brake Astra Indonesia serta prinsip-prinsip *Good Corporate Governance*.

2. Fokus pada *Customer*

Fokus pada *customer* mempunyai makna yaitu selalu mencari peluang untuk memberikan lebih dari yang diharapkan pelanggan melalui usaha-usaha terbaik dan inovasi yang tiada henti dalam segala bidang.

3. Semangat Keprimaan

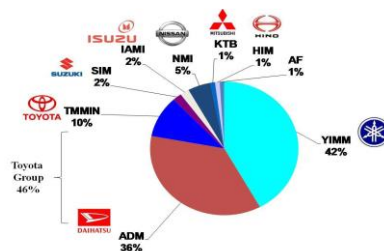
Semangat keprimaan mempunyai makna yaitu selalu mempunyai hasrat yang menggebu-gebu untuk mencapai hasil yang lebih baik dari tuntutan kerja.

4. Kerjasama

Kerjasama mempunyai makna yaitu bangga sebagai bagian dari Akebono dan AOP Group dan berkomitmen untuk tukar pikiran serta saling membantu dalam usaha untuk mencapai keberhasilan bersama demi keunggulan Akebono dan AOP Group.

4.1.3 Bisnis Perusahaan

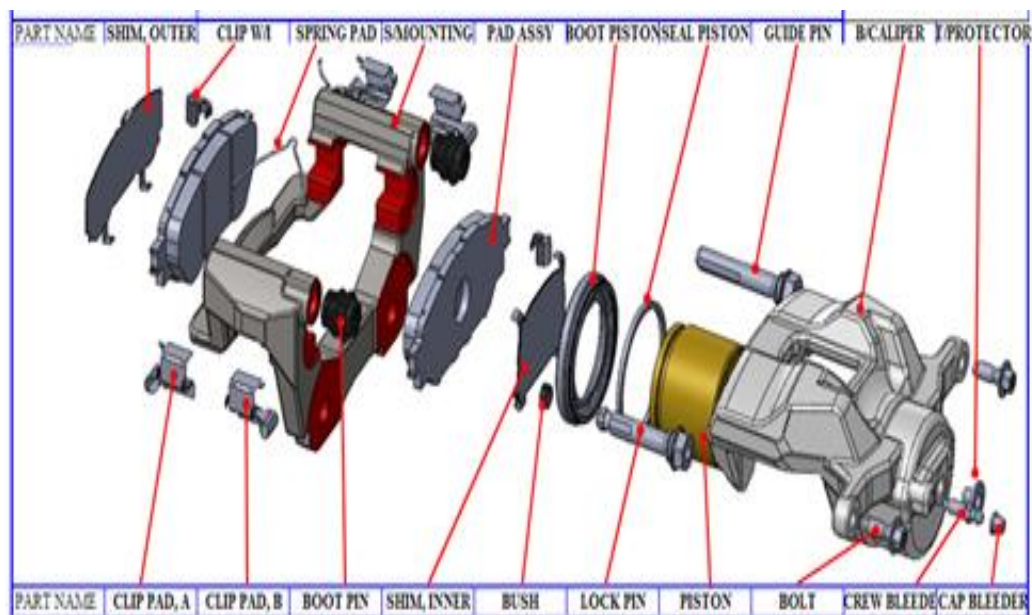
PT Akebono Brake Astra Indonesia memproduksi beberapa produk diantaranya yaitu *Original Equipment Manufacturer (OEM) brake business* dan *After Market (AM) brake business*. *Original Equipment Manufacturer (OEM) brake business* terdiri dari *disc brake*, *drum brake*, dan *motorcycle disc brake*. *After Market (AM) brake business* terdiri dari *disc pad*, *lining*, dan *brake shoe*. Dalam perkembangan saat ini, PT Akebono Brake Astra Indonesia merupakan perusahaan penghasil rem terbesar di Indonesia dengan pangsa pasar komponen asli *Original Equipment Manufacturer (OEM)* dan pangsa pasar suku cadang *After Market (AM)*. *Market share* PT Akebono Brake Astra Indonesia dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. *Market Share* PT Akebono Brake Astra Indonesia
Sumber: (Departemen HRD PT Akebono Brake Astra Indonesia)

4.1.4 Deskripsi Produk

Brake adalah suatu komponen kendaraan yang berfungsi untuk mengurangi atau menghentikan kecepatan kendaraan sesuai keinginan dengan memfungsikan *brake* pedal atau *service brake*. *Barke* terpasang pada roda bagian depan dan roda bagian belakang. *Disc brake* lebih banyak digunakan pada roda depan kendaraan dimana sebagian besar distribusi gaya akibat pengereman akan diterima Gambar bentuk *Disc Brake 4 Wheels* tipe New IMF-R60 beserta komponennya dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2. Komponen *Disc Brake 4 Wheels* tipe NewIMF-R60

Sumber: (PT Akebono Brake Astra Indonesia)

Penjelasan dari beberapa komponen produk *Disc Brake 4 Wheels* tipe NewIMF-R60 adalah sebagai berikut.

1. *Body Caliper*

Body Caliper berfungsi sebagai penerima dan penahan fluida bertekanan tinggi serta meneruskan gaya yang dihasilkan fluida bertekanan tinggi ke *disc pad*.

2. *Support Mounting*

Support Mounting berfungsi untuk menurunkan atau menghentikan kecepatan kendaraan hingga kendaraan berhenti.

3. *Piston*

Piston berfungsi sebagai penerima fluida bertekanan tinggi dan meneruskan gaya tekan ke *disc pad*. *Piston* akan bekerja menahan gerakan *disc pad*.

4. *Seal Piston*

Seal Piston terpasang pada *body caliper* yang berfungsi untuk menahan *brake fluid* antara *body caliper* dan *piston*.

5. *Screw Bleeder*

Screw Bleeder terpasang pada *body caliper* dan berfungsi untuk mengeluarkan udara dari dalam *body caliper* pada waktu pengisian *brake fluid*. *Screw bleeder* juga mempunyai fungsi lain yaitu untuk melindungi kebocoran *brake fluid* pada *body caliper*.

6. *Boot Piston*

Boot Piston terpasang diantara *body caliper* dan *piston* untuk mencegah masuknya air dari luar ke dalam *body caliper* sehingga area pemasangan *boot piston* harus steril dari benda-benda asing agar tidak mengganjal *disc pad* pada saat proses pengereman sedang berlangsung.

7. *Guide Pin*

Guide Pin terpasang pada *body caliper* untuk menahan *guide pin bolt*.

8. *Boot Pin*

Boot Pin digunakan untuk mencegah masuknya air ke dalam *guide pin* yang terpasang pada *support mounting*.

9. *Lock Pin*

Lock pin terpasang pada bagian *body caliper*.

10. *Boot Lock*

Boot Lock berfungsi untuk melindungi bagian *lock pin* yang terpasang pada *body caliper*.

11. *Bush*

Bush berfungsi sebagai penahan *lock pin* pada *body caliper*.

12. *Disc Pad*

Disc Pad berfungsi sebagai penahan gaya tekan yang diterima dari *piston* yang diteruskan dari arah putaran *rotor*.

13. *Spring Pad*

Spring Pad terpasang pada *disc pad* yang berfungsi untuk memaksimalkan gaya pengereman pada proses pengereman.

14. *Clip Pad*

Clip pad terpasang pada *support mounting*. *Clip pad* berfungsi untuk meredam suara antara *disc pad* dan *support mounting*.

15. *Shim*

Shim terpasang pada *disc pad* yang memiliki fungsi sebagai peredam suara *disc pad* dan panas yang dihasilkan akibat gaya pengereman pada proses pengereman.

16. *Cap Bleeder*

Cap Bleeder terpasang pada *body caliper* yang berfungsi untuk melindungi *screwbleeder* sehingga *screw bleeder* dapat terhindar dari kebocoran *brake fluid* pada *bodycaliper*.

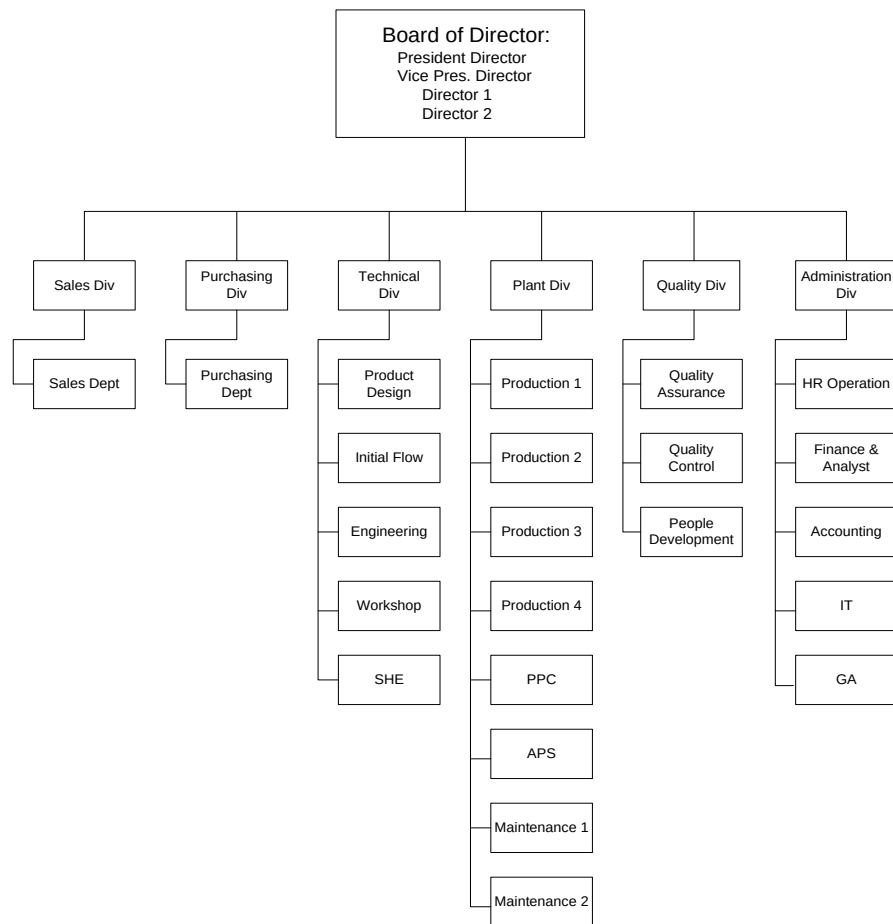
17. *Thread Protector*

Thread Protector terpasang pada *body caliper* yang berfungsi untuk melindungi *inlethole* yang merupakan jalur minyak rem (*brake fluid*).

4.1.5 Struktur Organisasi dan Job Description

1. Struktur Organisasi

PT Akebono Brake Astra Indonesia dipimpin oleh presiden direktur yang disebut sebagai *Board of Director* (BOD). *Board of Director* terdiri atas *president director*, *vice president director*, *director 1*, dan *director 2*. Struktur organisasi PT Akebono Brake Astra Indonesiaterdapat 6 divisi yaitu *sales division*, *quality division*, *plant division*, *technical division*, *purchasing division*, dan *administration divison*. Pada setiap divisi terbagi menjadi beberapa bagian. Untuk lebih jelasnya struktur organisasi PT Akebono Brake Astra Indonesia dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3. Struktur Organisasi PT Akebono Brake Astra Indonesia

Sumber: (Departemen HRD PT Akebono Brake Astra Indonesia)

2. Job Description

Job Description dari *Board of Director* selaku pimpinan perusahaan di PT Akebono Brake Astra Indonesia adalah:

- a. Memimpin seluruh dewan atau komite eksekutif.
- b. Memimpin rapat umum, dalam hal: untuk memastikan pelaksanaan tata-tertib, keadilan dan kesempatan bagi semua untuk berkontribusi secara tepat, menentukan urutan agenda, mengarahkan diskusi ke arah konsensus, dan menjelaskan tindakan dan kebijakan.
- c. Mengambil keputusan sebagaimana didelegasikan oleh BOD atau pada situasi tertentu yang dianggap perlu.

Pembagian tugas dan wewenang pada PT Akebono Brake Astra Indonesia di masing-masing divisi dan dalam divisi terbagi menjadi beberapa departemen, antara lain:

1) *Sales department:*

- Mengatur penjualan produk baik untuk *original equipment manufactured* dan *after market*.
- Mengatur produk-produk yang akan dikirim atau diekspor ke luar negeri dan produk-produk yang akan dijual di dalam negeri.
- Menyusun target penjualan perusahaan
- Menganalisis dan mengembangkan strategi *marketing* untuk meningkatkan jumlah pelanggan sesuai dengan target yang telah ditentukan

2) *Purchasing department:*

- Mencari dan memilih *supplier* untuk memasok bahan baku yang memiliki kualitas yang tinggi dengan harga yang seminimum mungkin.
- Melakukan negosiasi dengan *supplier* dalam pemesanan material.
- Berkoordinasi dengan *Initial Flow* dalam menentukan harga penjualan produk.
- Melakukan negosiasi harga penjualan produk dengan *customer*.
- Melakukan pengecekan terhadap pembayaran produk oleh *customer*.
- Melakukan pengecekan terhadap produk yang sudah dibayar sampai kepada *customer* tepat waktu.

3) *Product Design:*

- Menggambarkan desain produk yang diinginkan oleh *customer*.
- Berkoordinasi dengan bagian produksi dan *engineering* dalam pembuatan produk dengan desain yang baru.

4) *Initial Flow:*

- Berkoordinasi dengan bagian *purchasing* dalam menentukan harga penjualan produk.

- Membuat rancangan produk bila terdapat proyek baru.
 - Membuat *prototype* produk dan melakukan pengujian.
 - Setelah *prototype* produk selesai diuji maka selanjutnya membuat produk yang akan dijual kepada *customer*.
- 5) *Engineering* (ENG):
- Berkoordinasi dengan bagian *maintenance* dalam memeriksa kerusakan mesin–mesin sehingga dapat diketahui permasalahan pada mesin tersebut.
 - Mengatur *tool* yang digunakan pada mesin.
 - Memperbaiki *tool* pada mesin yang rusak.
 - Melakukan pengujian pada mesin–mesin baru.
- 6) *Workshop* (WKS):
- Menganalisis kebutuhan mesin yang diperlukan untuk mendukung proses produksi.
 - Membuat desain *dies* yang digunakan untuk membuat produk baru
- 7) *Safety, Health and Environment* (SHE):
- Melaksanakan program kesehatan dan keselamatan kerja di perusahaan dan pabrik.
 - Melakukan pengawasan ke pabrik setiap harinya untuk mengontrol keadaan aktual pada jalannya produksi.
 - Menganalisis apabila terjadi kecelakaan kerja.
 - Merancang dan memperbaiki sistem kerja yang dapat menimbulkan kecelakaan kerja.
 - Memberikan *training* keselamatan dan kesehatan kerja kepada karyawan baru dan karyawan tetap dalam perusahaan.
- 8) *Production 1 department*:
- Mengatur produksi *disc brake* untuk kendaraan roda empat.
 - Menjaga kualitas produk *disc brake*.
 - Memproduksi *disc brake* sesuai dengan target dan kualitas yang baik.
 - Mengatur kapasitas mesin yang digunakan agar efektif dan efisien

- Mengatur penggunaan material yang digunakan.
- 9) *Production 2 department:*
- Mengatur produksi *disc brake* untuk kendaraan roda dua.
 - Menjaga kualitas produk *disc brake*.
 - Memproduksi *disc brake* sesuai dengan target dan kualitas yang baik.
 - Mengatur kapasitas mesin yang digunakan agar efektif dan efisien
 - Mengatur penggunaan material yang digunakan.
- 10) *Production 3 department:*
- Mengatur produksi *disc pad* untuk kendaraan roda dua.
 - Menjaga kualitas produk *disc pad*.
 - Memproduksi *disc pad* sesuai dengan target dan kualitas yang baik.
 - Mengatur kapasitas mesin yang digunakan agar efektif dan efisien
 - Mengatur penggunaan material yang digunakan.
- 11) *Production 4 department:*
- Mengatur produksi *drum brake* untuk kendaraan roda empat.
 - Menjaga kualitas produk *drum brake*.
 - Memproduksi *drum brake* sesuai dengan target dan kualitas yang baik.
 - Mengatur kapasitas mesin yang digunakan agar efektif dan efisien
 - Mengatur penggunaan material yang digunakan.
- 12) *Production Planning Control (PPC):*
- Melakukan kontrol terhadap pekerjaan yang dilakukan oleh operator agar dapat berjalan dengan lancar.
 - Menjalankan 5S dan kegiatan *safety* pada area produksi.
 - Mengontrol stok material dan mengatur kedatangan material.
 - Menyusun strategi dan *improvement* dan melaksanakannya.
- 13) *Maintenance 1 dan Maintenance 2:*
- Berkoordinasi dengan bagian *maintenance* dalam memeriksa kerusakan mesin-mesin sehingga dapat diketahui permasalahan pada mesin tersebut.

- Menganalisis kerusakan mesin dan membuat laporan 5W untuk menentukan akar permasalahan.
- Memperbaiki mesin jika terjadi kerusakan mesin dan melakukan *improvement*.
- Menyusun jadwal untuk perawatan mesin.
- Melakukan pengecekan dan perawatan mesin sesuai jadwal yang telah ditentukan.

14) *Akebono Production System (APS)*:

- Mengatur sistem produksi pada PT Akebono Brake Astra Indonesia.
- Menerapkan sistem kanban dan *just in time* pada PT Akebono Brake Astra Indonesia.
- Mengatur tata letak pabrik pada PT Akebono Brake Astra Indonesia agar lebih efektif dan efisien.
- Mengawasi jalannya produksi pada PT Akebono Brake Astra Indonesia.
- Bertanggung jawab atas seluruh rangkaian produksi yang dilakukan.
- Menganalisa dan melakukan perbaikan terhadap sistem produksi pada PT Akebono Brake Astra Indonesia.

15) *Quality Assurance (QA)*:

- Mengembangkan dan menetapkan langkah–langkah untuk menjamin kualitas produk yang dihasilkan.
- Melakukan pengecekan untuk menjamin kepatuhan terhadap standar kualitas produk yang dihasilkan.
- Memastikan bahan–bahan yang masuk sesuai dengan spesifikasi yang diminta oleh perusahaan.
- Memastikan produk–produk yang dikirim ke *customer* tidak ada yang cacat.

16) *Quality Control (QC)*:

- Melakukan pengecekan kualitas produk yang telah selesai diproduksi.
- Menganalisis penyebab kecacatan produk.

- Menjamin kualitas produk sesuai dengan standar.
- Berkoordinasi dengan bagian produksi dan bagian APS untuk merancang penanggulangan kecacatan dengan memperbaiki sistem produksi.

17) *People Development*:

- Melakukan proses seleksi dan rekrutmen terhadap karyawan baru.
- Mengadakan *training* pada karyawan baru.
- Menyiapkan kebutuhan *training* kepada karyawan.

18) *Human Resource Operation*:

- Melakukan pembayaran upah tenaga kerja.
- Mengatur sistem absensi karyawan.
- Memberikan semangat setiap hari kepada karyawan.

19) *Finance & Analyst*:

- Mengatur keuangan di PT Akebono Brake Astra Indonesia.
- Menerima dan melakukan pembayaran transaksi.
- Mengumpulkan anggaran setiap departemen menjadi anggaran perusahaan.

20) *Accounting*:

- Membuat laporan keuangan di PT Akebono Brake Astra Indonesia sebagai laporan pertanggungjawaban.

21) *Information Technology (IT)*:

- Mengembangkan teknologi yang sudah digunakan di PT Akebono Brake Astra Indonesia.
- Menyediakan peralatan yang dibutuhkan oleh karyawan.
- Memperbaiki jika ada kerusakan pada perangkat komputer karyawan.
- Berkoordinasi dengan bagian *maintenance* dan *engineering* untuk mencari solusi pada permasalahan yang terjadi pada produksi.

22) *General Affair (GA)*:

- Menyediakan fasilitas–fasilitas pendukung kepada karyawan seperti tempat beribadah, toilet, klinik dan sebagainya.

- Melakukan pengecekan terhadap fasilitas–fasilitas yang ada.
- Menampung kebutuhan fasilitas yang dibutuhkan oleh karyawan.
- Mengatur jadwal *shift* untuk klinik di PT Akebono Brake Astra Indonesia.

4.1.6 Ketenagakerjaan dan Jam Kerja Perusahaan

1. Tenaga Kerja

Tenaga kerja yang bekerja di PT Akebono Brake Astra Indonesia berjumlah 1.283 orang. PT Akebono Brake Astra Indonesia memiliki beberapa jenis tenaga kerja, yaitu tenaga kerja tetap, tenaga kerja kontrak, dan tenaga kerja asing. Rincian jumlah tenaga kerja di PT Akebono Brake Astra Indonesia dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Jumlah Tenaga Kerja

Jenis Tenaga Kerja	Jumlah
Tenaga Kerja Tetap	1.023 orang
Tenaga Kerja Kontrak	253 orang
Tenaga Kerja Asing	7 orang

Sumber: (Departemen HRD PT Akebono Brake Astra Indonesia)

Tenaga kerja tetap adalah tenaga kerja yang bekerja di perusahaan tanpa jangka waktu tertentu. Tenaga kerja kontrak adalah tenaga kerja yang bekerja dengan batas waktu yang telah ditetapkan bersama. Tenaga kerja kontrak terdiri dari peserta OJT (*On Job Training*), PSG (siswa atau siswi Sekolah Menengah Kejuruan) dan magang (mahasiswa yang masih aktif kuliah). Tenaga kerja asing adalah tenaga kerja yang bukan warga Negara Indonesia yang terikat hubungan kerja dengan perusahaan. Tenaga kerja asing yang bekerja di PT Akebono Brake Astra Indonesia adalah warga Negara Jepang.

2. Jam Kerja

Jam kerja yang diterapkan pada PT Akebono Brake Astra Indonesia memiliki waktu kerja 8 jam dalam satu hari atau 40 jam/minggu. Hari kerja di PT Akebono Brake Astra Indonesia adalah 5 (lima) hari seminggu yaitu hari Senin sampai dengan hari Jumat dengan hari Sabtu dan hari Minggu sebagai hari libur. Rincian pembagian jam kerja di PT Akebono Brake Astra Indonesia dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Jadwal Jam Kerja Shift

Shift	Jam Kerja	Jam Istirahat	Kyuke	Keterangan
1	07.30 - 16.15	12.00-12.45	1) 10.00-10.10 2) 15.30-15.45	-
1	07.30 - 16.30	11.45-12.45	1) 10.00-10.10 2) 15.30-15.45	Hari Jumat
3	21.00-05.15	02.30-03.00	15 menit disesuaikan dengan waktu Sholat Subuh	-

Sumber: (Departemen HRD PT Akebono Brake Astra Indonesia)

4.1.7 Penghargaan Perusahaan

PT Akebono Brake Astra Indonesia memiliki beberapa penghargaan dari beberapa perusahaan diantaranya sebagai berikut:

1. *Supplier Award "The Best Time Delivery Performance 2012"* from PT Nissan Motor Indonesia
2. *Zero Delay Delivery Achievement 2015* from PT Kramayudha Ratu Motor
3. *Quality and delivery Performance 2010-2012* from PT Daihatsu
4. *Award of Excellence Spare Part Delivery Performance* in 2014 from PT Yamaha Indonesia
5. *Implementation in Environment, Health and Safety* Base on Astra Green Company Standard
6. *Best AOP core Value Implementation* from PT Astra Otoparts TBK 2013
7. *Award of Excellence Spare Part Delivery Performance* in 2014 from PT Yamaha Indonesia Motor
8. *The Best Vendor Performance 2014* from PT Suzuki Indomobil Motor

4.1.8 Pelanggan (Customer) Perusahaan

PT Akebono Brake Astra Indonesia memiliki beberapa pelanggan (*customer*) dari beberapa perusahaan diantaranya sebagai berikut:

1. PT. Advics Indonesia
2. PT. Hino Motors Sales Indonesia
3. PT. Astra Daihatsu Motor
4. PT. Suzuki Indomobil Motor
5. PT. Isuzu Astra Motor Indonesia

6. PT. Krama Yudha Tiga Berlian Motor
7. PT. Nissan Motor Indonesia
8. PT. Yamaha Indonesia Motor MFG.
9. PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia
10. Akebono Brake (Thailand) CO., LTD.
11. PT. Toyota-Astra Motor

4.1.9 Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Perusahaan

PT Akebono Brake Astra Indonesia meyakini akan pentingnya keselamatan dan kesehatan kerja pada lingkungan kerja. Peraturan keselamatan dan kesehatan kerja pada perusahaan dapat meningkatkan produktivitas perusahaan sehingga akan meningkatkan keuntungan bagi perusahaan. Peraturan keselamatan kerja di PT Akebono Brake Astra Indonesia dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Peraturan Keselamatan Kerja

No	Deskripsi	Gambar
1	Saat berjalan tidak memasukkan tangan disaku karena : dapat mengurangi keseimbangan tubuh saat jatuh dan tidak dapat mengantisipasi	

2	Tidak merokok sambil berjalan	
3	Sebelum menyebrang jalan lakukan: Stop / berhenti (lihat kanan/kiri lakukan dengan menunjuk) & pastikan tidak ada yang menyebrang.	

Sumber: (Departemen SHE PT Akebono Brake Astra Indonesia)

4.1.10 Sistem Perawatan Mesin Dan Peralatan

Sistem perawatan mesin adalah salah satu kegiatan yang penting mendukung jalannya proses produksi pada sebuah perusahaan manufaktur. Perawatan mesin dilakukan untuk mencegah terjadi *breakdown* atau kerusakan mesin yang dapat merugikan perusahaan karena jalannya proses produksi terhambat. Kerusakan mesin yang membuat jalannya proses produksi terhenti dapat menyebabkan kerugian yang besar bagi perusahaan, karena produksi menurun dan keterlambatan pengiriman produk kepada *customer* dan membutuhkan *overtime* untuk mencapai target produksi yang telah ditetapkan.

Ada beberapa macam perawatan yang dilakukan oleh PT Akebono Brake Astra Indonesia, antara lain:

1. Sistem Perawatan Sesudah Rusak (*Breakdown Maintenance*)

Tujuan memakai metode ini adalah untuk mendapatkan penghematan waktu dan biaya dan perbaikan dilakukan pada keadaan yang benar-benar diperlukan. Pada sistem perawatan ini, divisi *maintenance* akan bekerja setelah terjadi kerusakan pada mesin atau peralatan. Jika menggunakan metode ini, kerusakan mesin dan peralatan akan terjadi berkali-kali dan artinya beberapa mesin dan peralatan di perusahaan ada yang sering terjadi kerusakan.

2. Sistem Perawatan Rutin (*Preventive Maintenance*)

Sistem perawatan mesin meliputi rencana inspeksi dan perbaikan secara periodik. Biaya pembuatan dan modal awal dapat dikurangi bila divisi *maintenance* dapat memberikan informasi-informasi yang baik tentang masalah-masalah yang terjadi pada mesin atau peralatan. Selanjutnya dilakukan standarisasi jenis mesin dan *supplier* dan juga meningkatkan kualitas tanpa menambah biaya.

3. Sistem Perawatan Ulang (*Corrective Maintenance*)

Hal yang dilakukan dalam kegiatan perawatan ulang umumnya terjadi pada peralatan atau mesin yang telah lama beroperasi, misalnya setelah beberapa tahun perawatan rutin dilakukan di perusahaan, dari data inspeksi yang telah dilakukan dapat diketahui umur mesin serta biaya yang dikeluarkan dari masing-masing peralatan, kemudian dapat ditentukan prioritas unit yang segera diperbaiki. Metode ini dapat menjadi prosedur perbaikan yang baik untuk dapat meminimalkan waktu yang dibutuhkan untuk perawatan rutin.

4.1.11 Proses Produksi *Disc Brake 4 Wheels Tipe New IMF-R60*

Proses produksi *Disc Brake 4 Wheels* tipe *New IMF-R60* terdiri dari tiga proses utama yaitu proses *machining*, proses *plating*, dan proses *assembling*. Berikut penjelasan masing-masing proses.

1. Proses *Machining*

Proses *machining* dilakukan untuk memproses *casting body caliper* dan *support mounting* dari *supplier* agar sesuai spesifikasi yang telah ditentukan.

Tahapan proses *machining body caliper*, yaitu:

- a. *Rotor width*, tempat rotor pada castingan *body caliper* dihaluskan.
- b. *Guide and lock pin* (melubangi).

- c. *Back face*, menghaluskan permukaan belakang *lock pin*.
- d. *Cylinder bore*, terdapat lima tahapan yaitu:
 - 1) Pembuatan diameter pengawal proses pada *cylinder bore*.
 - 2) Pembuatan diameter pengawal untuk tempat *boot*.
 - 3) *Profil boot* (dihaluskan sampai diameter OK).
 - 4) *Finishing* diameter *cylinder bore* (dihaluskan).
 - 5) *Processing seal* (membuat diameter *seal*).
- e. Pembuatan lubang *bleeder*, pembuatan *inlet hole* dan penghalusan permukaan *inlet*

Tahapan proses *machining support mounting*, yaitu:

- a. *Rotor width*, tempat rotor pada *casting support mounting* dihaluskan.
- b. Penghalusan area *pad* (tempat pemasangan *disc pad*).
- c. Pelubangan dan penghalusan *mounting hole* dan *guide pin hole*.
- d. *Long drill*.

2. Proses *Plating*

Proses *plating* merupakan proses pelapisan atau pewarnaan *body caliper* dan *support mounting* hasil proses *machining* untuk menghindari korosi. Pada proses *plating* terdapat 11 tahapan proses. Berikut penjelasan masing-masing proses.

a. *Degreasing*

Tangki *degreasing* berisi campuran air dan bubuk pakuna 171-N. *Body caliper* dan *support mounting* hasil dari *machining* digantung pada *hanger* untuk kemudian dicelupkan pada tangki *degreasing*. Proses ini berguna untuk menghilangkan kotoran pada permukaan logam (minyak, wax, metal, dan debu).

b. *Rinsing*

Dari tangki *degreasing*, *body caliper* dan *support mounting* kemudian dicelupkan ke tangki *rinsing*. *Rinsing* merupakan proses pembilasan dengan air.

c. *Pickling*

Tangki *pickling* berisi larutan HCl. *Body caliper* dan *support mounting* dicelupkan ke tangki *pickling* untuk proses penghilangan oksida karat dari permukaan logam. 36

d. *Ultrasonic Rinsing*

Dari tangki *pickling* *body caliper* dan *support mounting* kemudian dicelupkan ke tangki *ultrasonic rinsing*. Gelombang *ultrasonic* yang ada akan menghasilkan gelembung-gelembung kecil yang mampu menghilangkan kontaminan tanpa merusak *base material*.

e. *Plating*

Tangki *plating* berisi *chemical plating* yang mengandung beberapa jenis larutan kima yaitu:

- 1) Zinc chloride (ZnCl_2)
- 2) Ammonium chloride (NH_4Cl)
- 3) Metasu FZ-77M2, metasu ZB-627 G
- 4) *Sealer*.

Part-part dari produk *Disc Brake 4 Wheels* tipe NewIMF-R60 tangki *ultrasonic rinsing* kemudian dicelupkan ke dalam tangki *plating* selama 640 detik.

f. *Rinsing*

Tahap selanjutnya adalah tahap *rinsing*. Pada tahap ini, *body caliper* dan *support mounting* yang sudah di-*plating* kemudian dicelupkan ke tangki *rinsing*. Tangki ini berfungsi untuk pembilasan *body caliper* dan *support mounting*.

g. *Ultrasonic Rinsing*

Setelah melewati tahap *rinsing*, tahap selanjutnya ialah tahap *ultrasonic rinsing*. *Body caliper* dan *support mounting* dari tangki *rinsing* kemudian dibawa ke tangki *ultrasonic rinsing* untuk proses pembilasan. Pada tahap *ultrasonic rinsing* pembilasan *body caliper* dan *support mounting* dibilas dengan tegangan listrik.

h. *Chromating*

Chemical chromating pada tangki *chromating*2 jenis larutan kimia yaitu;

- 1) Cr (III)
- 2) Silikon

Part-part produk *disc brake 4 wheels* tipe *NewIMF-R60* dicelupkan ke tangki *chromating* selama 30 detik.

i. *Hot Water Rinse*

j. *Chemical* untuk tangki *hot water rinse* adalah GX-237. Pembilasan *hot water rinse* adalah pembilasan pada tangki menggunakan air dengan suhu 60°C.

k. *Drying*

Proses pengeringan ini menggunakan suhu 90°C. Proses ini dilakukan selama 7 menit.

l. *Cooling*

Proses *cooling* adalah proses pendinginan *body caliper* dan *support mounting*. Proses *cooling* ini menggunakan *blower*.

3. Proses *Assembling*

Setelah melewati proses *machining* dan *plating*, maka proses yang terakhir adalah proses *assembling*. Proses *assembling* merupakan proses perakitan *body caliper* dan *support mounting* hasil dari lini *plating* dengan menggunakan beberapa komponen pendukung yaitu *screwbleeder*, *seal*, *booth piston*, *piston*, *guide pin*, *boot pin*, *lock pin*, *boot lock*, *bush*, *clip pad*, *disc pad*, *spring pad*, *cap bleeder*, *thread protector*, dan *bolt pin*. Gambar komponen *Disc Brake 4 Wheels* tipe *New IMF-R60* dan komponen-komponen pendukungnya dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Komponen *Assembling*

No	Gambar Komponen	Nama Komponen
----	-----------------	---------------

1		<i>Body caliper</i>
2		<i>Support Mounting</i>
3		<i>Screw Bleeder</i>
4		<i>Seal</i>

Tabel 4.4. Komponen *Assembling* (Lanjutan)

Lanjutan...

No	Gambar Komponen	Nama Komponen
5		<i>Boot Piston</i>

6		<i>Piston</i>
7		<i>Boot Pin dan Guide Pin</i>
8		<i>Lock Pin, Boot Lock, dan Bush</i>
9		<i>Disc Pad</i>

Tabel 4.4. Komponen *Assembling* (Lanjutan) Lanjutan...

No	Gambar Komponen	Nama Komponen
10		<i>Spring Pad</i>

11		<i>Clip Pad</i>
12		<i>Cap Bleeder</i>
13		<i>Thread Protector</i>

Sumber: (PT Akebono Brake Astra Indonesia)

Berikut ini adalah tahapan proses pada lini *assembling* produk *Disc Brake 4 Wheels* tipe *New IMF-R60*.

1. Proses pemasangan *screw bleeder* pada *bodycaliper* dengan menggunakan alat *air torque* dengan *setting* kekencangan 90 kg.



Gambar 4.5. Proses Pemasangan *Screw Bleeder*

Sumber: (PT Akebono Brake Astra Indonesia)

2. Pencetakan kode produksi pada *body caliper* dengan menggunakan mesin *test lock number*.
3. Pembersihan sisa *chip* (potongan) pada area pemasangan *seal* dengan mesin *chip cleaning*.
4. Pemasangan *seal* secara manual oleh operator dengan tujuan untuk mencegah kebocoran pada *body caliper*.
5. Pemasangan *boot piston* dengan mesin *boot piston installation* dengan tujuan untuk mencegah kotoran masuk pada *body caliper*.



Gambar 4.6. Mesin *Boot Piston Installation*
Sumber: (PT Akebono Brake Astra Indonesia)

6. Pemasangan *piston* dengan menggunakan *piston installation*. Fungsi *piston* adalah untuk mendorong *disc pad* pada saat pengereman.
7. Pengecekan pemasangan *boot piston* dengan menggunakan mesin *boot test*. Tujuannya adalah untuk mengecek kebocoran pada area *boot*.
8. Pengecekan kebocoran pada *seal piston* dengan menggunakan mesin *low leak test*.



Gambar 4.7. Mesin *Low Leak Test*
Sumber: (PT Akebono Brake Astra Indonesia)

9. Pemasangan *guide pin* dan *boot pin* secara manual oleh operator. Tujuannya ialah sebagai pengikat antara *body caliper* dengan *support mounting*.
10. Pembersihan *support mounting* dan pemberian pelumas berupa *greace* dengan mesin *brusshing*.
11. Pemasangan *boot lock* dengan menggunakan mesin *boot lock installation*.
12. Pemasangan *clip pad* secara manual oleh operator.
13. Pemasangan *lock pin* dan *bush* secara manual oleh operator dengan tujuan untuk meredam getaran pada saat pengereman.
14. Pemasangan *disc pad* dan *spring pad* secara manual oleh operator.
15. Penyatuan *body caliper* dengan *support mounting* dengan menggunakan mesin *assy bold* menjadi produk *disc brake*.



Gambar 4.8. Mesin *Assy Bold*
Sumber: (PT Akebono Brake Astra Indonesia)

16. Pengecekan kebocoran pada *disc brake* menggunakan mesin *rotor test*.
17. Pemasangan *cap bleeder* secara manual oleh operator. Tujuannya adalah untuk melindungi *bleeder*.
18. Pemasangan *thread protector* secara manual oleh operator. Fungsi *theradprotector* adalah untuk melindungi *inlet hole* yang merupakan jalur masuknya minyak rem.
19. Pemberian *marking* oleh operator secara manual yang menandakan bahwa



produk *disc brake* telah selesai dirakit. Berikut ini adalah gambar produk *disc brake* yang telah selesai dirakit.

Gambar 4.9. *Disc Brake* Hasil Proses *Assembling*

Sumber: (PT Akebono Brake Astra Indonesia)

4.1.12 Data Jumlah Produk Cacat Tingkat Proses

Dalam pengawasan kualitas *disc brake* yang dihasilkan, PT Akebono Brake Astra Indonesia melakukan pemeriksaan kualitas pada setiap bagian proses produksi yaitu bagian *machining*, *plating*, dan *assembling* terhadap hasil produk yang diproduksi pada setiap bagian. Hasil pemeriksaan kualitas tersebut akan diperiksa berdasarkan standar yang sudah ditetapkan pada masing-masing bagian, yang kemudian akan dianalisis dan hasilnya dapat dijadikan sumber untuk melakukan perbaikan pada proses selanjutnya. Adapun data cacat tingkat proses yang dikumpulkan terdapat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Data Cacat Tingkat Proses

Proses	Jumlah <i>Defect</i> (Maret 2016)
<i>Machining</i>	254
<i>Plating</i>	133
<i>Assembling</i>	398
Total	785

Sumber : (PTAkebono Brake Astra Indonesia)

Pada Tabel 4.5. diperoleh bahwa jumlah cacat terbesar terdapat pada proses *assembling* dengan total cacat sebesar 398 unit. Pada proses *assembling* diketahui terdapat beberapa jenis cacat yang sering terjadi. Adapun jenis cacat yang terdapat pada proses *assembling* tersebut terdapat pada Tabel 4.6.

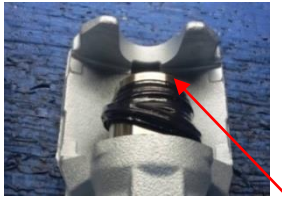
Tabel 4.6. Data Cacat Proses *Assembling*

Jenis Cacat	Jumlah
<i>Bootpiston tidak fixed</i>	256
<i>Area inlet body caliper cacat</i>	52
<i>Piston insert Not Good (NG)</i>	46
<i>Bootpiston gelembung</i>	44
Total	398

Sumber : (PT Akebono Brake Astra Indonesia)

Berdasarkan data cacat proses *assembling* diatas, gambar jenis-jenis cacat pada proses *assembling* dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7. Jenis Cacat

No	Gambar	Jenis Cacat	Keterangan
1		<i>Boot piston tidak fixed</i>	<i>Boot piston tidak fix adalah jenis cacat boot piston tidak masuk dengan sempurna pada areagroove body caliper</i>
2		<i>Boot piston gelembung</i>	<i>Boot piston gelembung adalah jenis cacat boot piston menggelembung sehingga klem piston tidak berfungsi dengan baik</i>
3		<i>Piston insert NG</i>	<i>Piston insert NG adalah jenis cacat piston tidak terpasang dengan baik pada body caliper</i>

Tabel 4.7. Jenis Cacat (Lanjutan)

No	Gambar	Jenis Cacat	Lanjutan... Keterangan
4		Cacat pada area inlet	Cacat pada area inlet adalah jenis cacat yang ditandai dengan adanya goresan pada area inlet body caliper

Sumber: (PT Akebono Brake Astra Indonesia)

4.1.13 Data Jumlah Sampel dan Jumlah Produk Cacat

Dalam pengamatannya, jumlah sampel yang diambil setiap kali observasi adalah berbeda-beda. Data jumlah sampel dan jumlah produk cacat yang dikumpulkan selama bulan Maret 2016 dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8. Jumlah Sampel dan Jumlah Produk Cacat

Pengamatan ke	Jumlah Sampel	Jenis Cacat				Total Jumlah
		<i>Boot piston</i>	<i>Boot piston</i>	<i>Piston insert</i>	Cacat	

		<i>tidak fixed</i>	gelembung	NG	pada area inlet	Cacat
1	400	14	1	2	2	19
2	500	10				10
3	500	9		2		11
4	400	11	1		3	15
5	500	14	1	4	4	23
6	500	12				12
7	500	14	3	3	5	21
8	400	15		1		13
9	500	11	5	2	5	26
11	500	11	1	3		15
12	500	14	2	3	3	22
13	500	9	5	2	2	18
14	500	13	1			14
15	400	9		3	5	17
16	500	15		1		16
17	500	9		1	3	13
18	500	11	3	2	4	20
19	400	8	8	7	4	27
20	500	10		2	4	16
21	500	11	3		3	17
22	500	7	1	4		12

Lanjutan...

Tabel 4.7. Jumlah Sampel dan Jumlah Produk Cacat (Lanjutan)

Pengamatan ke	Jumlah Sampel	Jenis Cacat				Total Jumlah Cacat
		<i>Boot piston tidak fixed</i>	<i>Boot piston gelembung</i>	<i>Piston insert NG</i>	<i>Cacat pada area inlet</i>	
23	400	9	5	3		17
Jumlah	10.900	256	44	46	52	398

Sumber: (Pengumpulan Data)

4.2 Pengolahan Data

Setelah data yang dibutuhkan terkumpul, langkah selanjutnya adalah mengolah data yang ada menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA).

4.2.1 Penentuan Jenis Cacat pada Proses *Assembling*

Untuk mengetahui jenis cacat yang mendominasi dalam proses *assembling* pembuatan produk *Disc Brake 4 Wheels* tipe New IMF-R60 digunakan diagram

Pareto. Perhitungan dan hasil pengolahan data dengan menggunakan diagram Pareto dapat dilihat pada Tabel 4.9 dan Gambar 4.11.

Tabel 4.9 Perhitungan Diagram Pareto

Jenis Cacat	Jumlah Cacat	Persentase Cacat	Persentase Kumulatif
<i>Bootpiston tidak fixed</i>	256	64,30%	64,30%
<i>Area inlet body caliper cacat</i>	52	13,10%	77,40%
<i>Piston insert Not Good (NG)</i>	46	11,60%	88,90%
<i>Bootpiston gelembung</i>	44	11,10%	100,0%
Total	398	100%	100,0%

Sumber : (Pengolahan Data)

Perhitungan Pareto persentase cacat dan persentase kumulatif untuk jenis cacat *boot piston tidak fixed* adalah sebagai berikut:

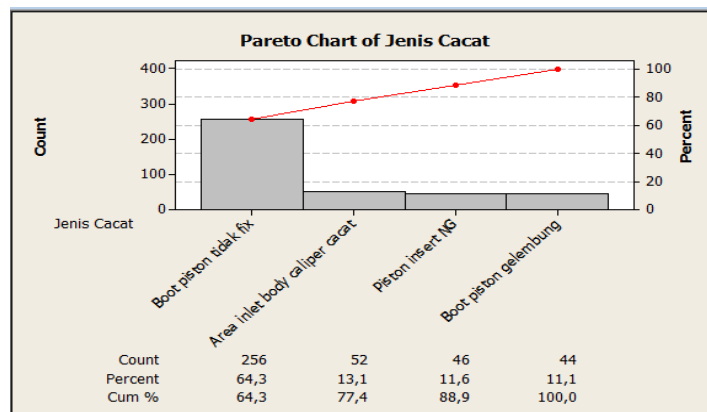
$$a. \text{ Persentase Cacat} = \frac{\text{Cacat Boot Piston Tidak Fixed}}{\text{Total Cacat}} \times 100\%$$

$$= \frac{256}{398} \times 100 = 64,30 \%$$

$$b. \text{ Persentase Kumulatif} = \text{Persentase Kumulatif}_{n-1} + \text{Persentase Cacat}_n \\ = 0 + 64,30 \%$$

Perhitungan persentase cacat dan persentase kumulatif untuk jenis cacat *area inlet body caliper cacat*, *piston insert Not Good (NG)*, *boot piston gelembung* sama seperti perhitungan pada jenis cacat *boot piston tidak fixed* dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Berdasarkan perhitungan persentase cacat dan persentase kumulatif di atas, diagram Pareto jenis cacat pada proses *assembling* dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10. Diagram Pareto Cacat Pada Proses Assembling
Sumber : (PengolahanData)

Dari Gambar 4.10 terlihat bahwa jenis cacat yang mendominasi adalah *boot piston* tidak *fixed* dengan jumlah 256 unit dan persentase 64,30%.

4.2.2 Peta Kendali Atribut P

Peta kendali p digunakan untuk mengukur proporsi ketidaksesuaian (penyimpangan atau sering disebut cacat) saat inspeksi dan untuk mengendalikan proporsi dari item-item yang tidak memenuhi syarat spesifikasi yang telah ditentukan. Untuk mengetahui apakah penyimpangan pada data cacat bulan Maret 2016 masih dalam batas kendali atau tidak, maka perlu dibuat peta kendali p. Maka dapat dilihat pada Tabel 4.10 dan petakontrol pada Gambar 4.11.

Tabel 4.10. Pengolahan Data Proporsi Cacat Harian Maret 2016

No	Tanggal	Banyaknya Sampel	Jumlah Cacat	Proporsi (P)	CL	UCL	LCL
1	01/03/2016	400	19	0,047	0,03651	0,06465	0,00838
2	02/03/2016	500	10	0,020	0,03651	0,06171	0,01131
3	03/03/2016	500	11	0,022	0,03651	0,06171	0,01131
4	04/03/2016	400	15	0,037	0,03651	0,06465	0,00838
5	07/03/2016	500	23	0,046	0,03651	0,06171	0,01131

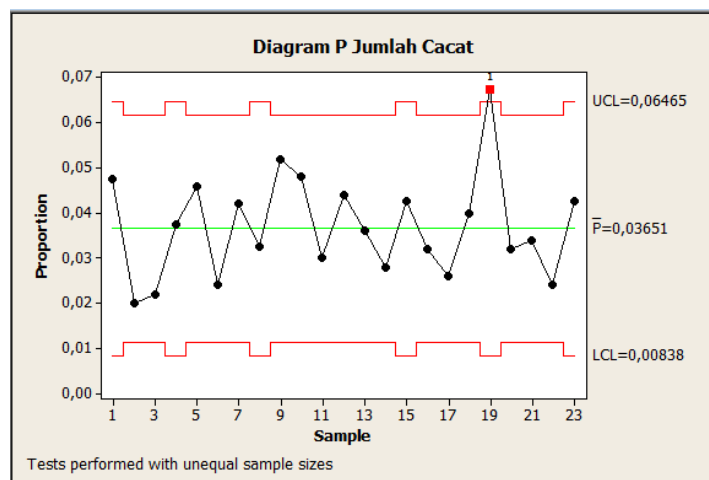
Tabel 4.10. Pengolahan Data Proporsi Cacat Harian Maret 2016 (Lanjutan...)

No	Tanggal	Banyaknya Sampel	Jumlah Cacat	Proporsi (P)	CL	UCL	LCL
6	08/03/2016	500	12	0,024	0,03651	0,06171	0,01131
7	09/03/2016	500	21	0,042	0,03651	0,06171	0,01131
8	10/03/2016	400	13	0,032	0,03651	0,06465	0,00838
9	11/03/2016	500	26	0,052	0,03651	0,06171	0,01131
10	14/03/2016	500	24	0,048	0,03651	0,06171	0,01131
11	15/03/2016	500	15	0,030	0,03651	0,06171	0,01131

12	16/03/2016	500	22	0,044	0,03651	0,06171	0,01131
13	17/03/2016	500	18	0,036	0,03651	0,06171	0,01131
14	18/03/2016	500	14	0,028	0,03651	0,06171	0,01131
15	21/03/2016	400	17	0,042	0,03651	0,06465	0,00838
16	22/03/2016	500	16	0,032	0,03651	0,06171	0,01131
17	23/03/2016	500	13	0,026	0,03651	0,06171	0,01131
18	24/03/2016	500	20	0,040	0,03651	0,06171	0,01131
19	25/03/2016	400	27	0,067	0,03651	0,06465	0,00838
20	28/03/2016	500	16	0,032	0,03651	0,06171	0,01131
21	29/03/2016	500	17	0,034	0,03651	0,06171	0,01131
22	30/03/2016	500	12	0,024	0,03651	0,06171	0,01131
23	31/03/2016	400	17	0,042	0,03651	0,06465	0,00838
Total		10.900	398	0,850			

Sumber : (Pengolahan Data)

Untuk dapat mengetahui dengan jelas mengenai produk cacat yang masih dalam kontrol ataupun yang *out of control*, maka digambarkan peta kendali p. Adapun peta kendali p dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11. Peta Kendali P

Sumber : (Pengolahan Data)

Berdasarkan gambar peta kendali p diatas diketahui bahwa terdapat satu data yang keluar dari batas kendali atas yaitu pada tanggal 25 Maret 2016, pengamatan ke-19. Oleh karena itu dibutuhkan revisi data (membuang data yang keluar dari batas kendal atas dan batas kendali bawah). Tujuan dilakukannya revisi ini adalah agar semua data menjadi terkendali dan berada dalam batas kendali ats dan batas kendali bawah.

Tabel 4.11. Pengolahan Data Proporsi Cacat Harian Maret 2016 (Revisi)

No	Tanggal	Banyaknya Sampel	Jumlah Cacat	Proporsi (P)	CL	UCL	LCL
1	01/03/2016	400	19	0,047	0,03533	0,06303	0,00764
2	02/03/2016	500	10	0,020	0,03533	0,0601	0,01056
3	03/03/2016	500	11	0,022	0,03533	0,0601	0,01056
4	04/03/2016	400	15	0,037	0,03533	0,06303	0,00764
5	07/03/2016	500	23	0,046	0,03533	0,0601	0,01056
6	08/03/2016	500	12	0,024	0,03533	0,0601	0,01056
7	09/03/2016	500	21	0,042	0,03533	0,0601	0,01056
8	10/03/2016	400	13	0,032	0,03533	0,06303	0,00764
9	11/03/2016	500	26	0,052	0,03533	0,0601	0,01056
10	14/03/2016	500	24	0,048	0,03533	0,0601	0,01056
11	15/03/2016	500	15	0,030	0,03533	0,0601	0,01056
12	16/03/2016	500	22	0,044	0,03533	0,0601	0,01056
13	17/03/2016	500	18	0,036	0,03533	0,0601	0,01056
14	18/03/2016	500	14	0,028	0,03533	0,0601	0,01056
15	21/03/2016	400	17	0,042	0,03533	0,06303	0,00764
16	22/03/2016	500	16	0,032	0,03533	0,0601	0,01056
17	23/03/2016	500	13	0,026	0,03533	0,0601	0,01056
18	24/03/2016	500	20	0,040	0,03533	0,0601	0,01056
19	28/03/2016	500	16	0,067	0,03533	0,0601	0,01056
20	29/03/2016	500	17	0,032	0,03533	0,0601	0,01056
21	30/03/2016	500	12	0,034	0,03533	0,0601	0,01056
22	31/03/2016	400	17	0,024	0,03533	0,06303	0,00764
Total	10.500	371	0,783				

Sumber : (Pengolahan Data)

Lanjutan...

Berdasarkan gambar peta kendali p diatas diketahui bahwa terdapat satu data yang keluar dari batas kendali atas yaitu pada tanggal 25 Maret 2016, pengamatan ke-19. Oleh karena itu dibutuhkan revisi data (membuang data yang keluar dari batas kendal atas dan batas kendali bawah). Tujuan dilakukannya revisi ini adalah agar semua data menjadi terkendali dan berada dalam batas kendali ats dan batas kendali bawah.

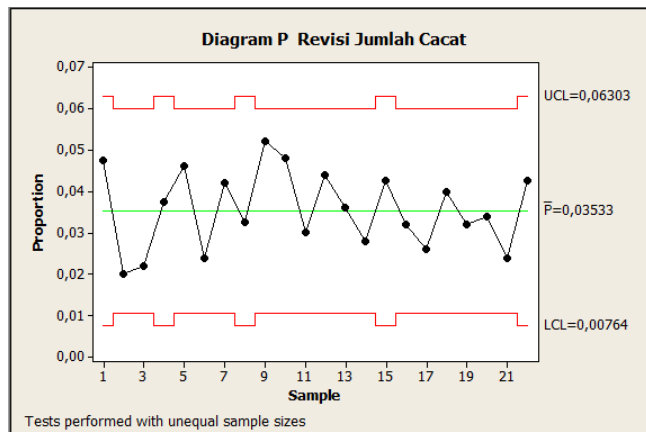
Tabel 4.11. Pengolahan Data Proporsi Cacat Harian Maret 2016 (Revisi)

No	Tanggal	Banyaknya Sampel	Jumlah Cacat	Proporsi (P)	CL	UCL	LCL
1	01/03/2016	400	19	0,047	0,03533	0,06303	0,00764
2	02/03/2016	500	10	0,020	0,03533	0,0601	0,01056
3	03/03/2016	500	11	0,022	0,03533	0,0601	0,01056
4	04/03/2016	400	15	0,037	0,03533	0,06303	0,00764
5	07/03/2016	500	23	0,046	0,03533	0,0601	0,01056
6	08/03/2016	500	12	0,024	0,03533	0,0601	0,01056
7	09/03/2016	500	21	0,042	0,03533	0,0601	0,01056
8	10/03/2016	400	13	0,032	0,03533	0,06303	0,00764
9	11/03/2016	500	26	0,052	0,03533	0,0601	0,01056
10	14/03/2016	500	24	0,048	0,03533	0,0601	0,01056
11	15/03/2016	500	15	0,030	0,03533	0,0601	0,01056
12	16/03/2016	500	22	0,044	0,03533	0,0601	0,01056
13	17/03/2016	500	18	0,036	0,03533	0,0601	0,01056
14	18/03/2016	500	14	0,028	0,03533	0,0601	0,01056
15	21/03/2016	400	17	0,042	0,03533	0,06303	0,00764
16	22/03/2016	500	16	0,032	0,03533	0,0601	0,01056
17	23/03/2016	500	13	0,026	0,03533	0,0601	0,01056
18	24/03/2016	500	20	0,040	0,03533	0,0601	0,01056
19	28/03/2016	500	16	0,067	0,03533	0,0601	0,01056
20	29/03/2016	500	17	0,032	0,03533	0,0601	0,01056
21	30/03/2016	500	12	0,034	0,03533	0,0601	0,01056
22	31/03/2016	400	17	0,024	0,03533	0,06303	0,00764
Total	10.500	371	0,783				

Sumber : (Pengolahan Data)

Lanjutan...

Gambar peta kendali p sesudah revisi dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12. Peta Kendali P Setelah Revisi
Sumber : (Pengolahan Data)

Dari Gambar 4.12 di atas, terlihat bahwa semua data proporsicacatberada dalam batas pengendalian (*in control*), yang berarti produk cacat yang dihasilkan pada masing-masing observasi tersebut masih dalam batas yang diisyaratkan atau diperbolehkan. Karena semua data berada dalam batas pengendalian, maka peta pengendali inilah yang akan digunakan sebagai perencanaan pengendali periode mendatang.

4.2.3 Perhitungan Nilai DPMO dan Level Sigma

Perhitungan besarnya nilai *sigma* produk dilakukan dengan menggunakan rumus-rumus perhitungan *sigma* yang sudah baku dan juga dengan menggunakan tabel nilai *sigma* yang tersedia. *Level Sigma* merupakan hasil konversi dari nilai *Defect Per Milion Opportunities* (DPMO) perusahaan ke dalam tabel *sigma*. Oleh karena itu, sebelum menghitung nilai *sigma*, harus diketahui nilai DPMO perusahaan terlebih dahulu. Metode perhitungan DPMO perusahaan dan nilai *sigma* ini dipakai untuk data yang bersifat atribut. Perhitungan DPMO sebelum dilakukan perbaikan adalah sebagai berikut:

1. Defect Per Milion Opportunities (DPMO)

Perhitungan niali DPMO adalah sebagai berikut:

a. Unit (U)

Jumlah yang diperiksa pada Maret 2016 sebanyak 10.900 unit.

b. Opportunities (OP)

Berdasarkan persyaratan karakteristik kebutuhan pelanggan, maka dapat diketahui terdapat 4 kesempatan terjadinya *defect* yaitu *boot piston* tidak *fixed*, *boot piston* gelembung, *piston insert* NG, cacat pada area *inlet hole*. Oleh karena itu, terdapat 4 kesempatan terjadinya *defect* pada setiap unit produk yang dihasilkan.

c. *Defect* (D)

Jumlah *defect* produksi pada Maret 2016 sebesar 398 unit.

d. *Defect Per Unit* (DPU)

$$\begin{aligned} \text{DPU} &= \frac{D}{U} \\ &= \frac{398}{10.900} = 0,0365 \end{aligned}$$

e. *Total Opportunities* (TOP)

$$\begin{aligned} \text{TOP} &= U \times \text{OP} \\ &= 10.900 \times 4 \\ &= 43.600 \end{aligned}$$

f. *Defect Per Opportunities* (DPO)

$$\begin{aligned} \text{DPO} &= \frac{D}{\text{TOP}} \\ &= \frac{398}{43.600} = 0,009128 \end{aligned}$$

g. *Defect Per Million Opportunities* (DPMO)

$$\begin{aligned} \text{DPMO} &= \text{DPO} \times 10^6 \\ &= 0,009128 \times 1.000.000 \\ &= 9.128 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa jumlah *defect* per satu juta kesempatan (DPMO) pada Maret 2016 adalah 9.128 unit.

2. Nilai *Sigma*

Setelah mengetahui nilai DPMO perusahaan, selanjutnya adalah menghitung *level sigma* perusahaan sebelum dilakukannya perbaikan kualitas. *Level sigma* diperoleh dengan mengkonversikan nilai DPMO perusahaan dengan tabel *level sigma*. Dari perhitungan sebelumnya

diketahui bahwa DPMO perusahaan pada bulan Maret 2016 adalah 9.128 DPMO.

Pada tabel *level sigma* nilai 9.128 DPMO berada pada *level sigma* 3,85 – 3,86 maka untuk mengetahui *level sigma* perusahaan dilakukan dengan interpolasi, untuk nilai DPMO 3,85 = 9.387 dan 3,86 = 9.137 sehingga *level sigma* perusahaan adalah sebagai berikut:

$$\frac{9.387-9.137}{9.137-9.128} = \frac{3,85-x}{x-3,86}$$

$$\frac{250}{9} = \frac{3,85-x}{x-3,86}$$

$$250(x - 3,86) = 9(3,85 - x)$$

$$\begin{aligned} 250x - 965 &= 34,65 - 9x \\ 259x + 9x &= 34,65 + 965 \\ 259x &= 999,65 \\ x &= 3,859 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan interpolasi diatas, maka dapat diketahui bahwa nilai *level sigma* PT Akebono Brake Astra Indonesia pada bulan Maret 2016 sebelum dilakukan tindakan perbaikan adalah sebesar 3,859. Hal ini menandakan bahwa perusahaan masih perlu melakukan tindakan perbaikan kualitas untuk meningkatkan *level sigma* perusahaan.

4.2.4 Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)

Sesuai dengan perhitungan nilai DPMO dan *level sigma* yang diperoleh perusahaan pada bulan Maret 2016 yaitu senilai 3,859. Hal ini menunjukkan bahwa nilai *levelsigma* yang diperoleh perusahaan masih perlu dilakukan perbaikan kualitas untuk meningkatkan nilai *level sigma* perusahaan. Oleh karena itu, perlu dilakukan suatu tindakan perbaikan kualitas dengan menggunakan metode *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA).

4.2.5 Identifikasi Potential Failure Mode (Potensial Kegagalan)

Setelah dilakukan pengolahan data dengan diagram Pareto, langkah selanjutnya untuk penyelesaian masalah tersebut adalah dengan mengidentifikasi *potential failure mode* (potensial kegagalan). Tujuan dilakukannya identifikasi *potetential failure mode* adalah untuk mengidentifikasi proses yang berpotensi gagal memenuhi persyaratan proses atau desain. Adapun proses yang berpotensi

gagal dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12. *Potential Failure* pada Proses Assembling

No	Proses	Potential Failure Mode
1	Boot Piston Installation	Boot piston tidak fixed
2		Boot piston gelembung
3	Piston Insert	Piston Insert Not Good (NG)
4	Handling Pemasangan Screw Bleeder	Cacat pada area inlet hole

Sumber: (Hasil Brainstorming, 2016)

4.2.6 Identifikasi Failure Effect (Efek Kegagalan)

Setelah diketahui *potential failure mode* (kegagalan potensial) yang dapat berpengaruh pada terjadinya produk cacat, maka langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi *failure effect* (efek kegagalan) dari setiap kegagalan proses. Hal ini bertujuan agar dapat menentukan nilai *severity*. *Failure effect* (efek kegagalan) yaitu efek-efek dari kegagalan yang dapat berpengaruh terhadap proses berikutnya atau pelanggan. Dengan mengidentifikasi *failure effect* (efek kegagalan) maka diketahui efek dari setiap kegagalan proses. *Failure effect* (efek kegagalan) untuk setiap kegagalan yang terjadi dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13. *Failure Effect* pada Proses Assembling

No	Proses	Potential Failure M	Failure Efecct
1	Boot Piston Installation	Boot piston tidak fixed	Tidak dapat dilanjutkan ke proses <i>boot check</i> dan <i>disc pad</i> tidak terpasang dengan baik sebab <i>boot piston</i> mengganjal <i>disc pad</i> dan perlu dilakukan <i>rework</i> area <i>groove</i> dan sebagian menjadi <i>scrap</i> .
2	Boot Piston Installation	Boot piston gelembung	Dapat mengganjal <i>disc pad</i> dan tidak bisa dilanjutkan pada proses <i>low leak test</i> dan sebagian besar proses dapat dilakukan <i>rework</i> dari proses <i>boot piston installations</i> .
3	Piston Insert	Piston Insert Not Good (NG)	Piston tidak dapat berfungsi dengan baik dan dapat dilakukan <i>rework</i> dari awal proses.
4	Handling Pemasangan Screw Bleeder	Cacat pada area inlet hole	Tidak dapat dilanjutkan ke proses <i>assembling</i> selanjutnya dan perlu dilakukan <i>rework</i> .

Sumber: (Hasil Brainstorming, 2016)

4.2.7 Penentuan Severity

Severity adalah tingkat keparahan yang ditimbulkan terhadap konsumen maupun pengaruhnya terhadap kelangsungan proses selanjutnya yang juga merugikan. Pemberian nilai *severity* terdiri dari *ranking* 1 sampai 10. Semakin parah efek yang ditimbulkan dari kegagalan yang terjadi, maka semakin tinggi *ranking* yang diberikan. Nilai *severity* untuk efek kegagalan pada proses *assembling* dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14. Penentuan Nilai *Severity* pada Proses *Assembling*

No	<i>Failure Effect</i>	<i>Ranking</i>
1	Tidak dapat dilanjutkan ke proses <i>boot check</i> dan <i>disc pad</i> tidak terpasang dengan baik sebab <i>boot piston</i> mengganjal <i>disc pad</i> dan perlu dilakukan <i>rework area groove</i> dan	7
2	Dapat mengganjal <i>disc pad</i> dan tidak bisa dilanjutkan pada proses <i>low leak test</i> dan sebagian besar proses dapat dilakukan <i>rework</i> dari proses <i>boot piston installations</i> .	5
3	Piston tidak dapat berfungsi dengan baik dan dapat dilakukan <i>rework</i> dari awal proses.	5
4	Tidak dapat dilanjutkan ke proses <i>assembling</i> selanjutnya dan perlu dilakukan <i>rework</i> .	6

Sumber: (Hasil *Brainstorming*, 2016)

1. Untuk potensi kegagalan *boot piston* tidak *fixed*, nilainya adalah 7 karena *body caliper* tidak dapat dilanjutkan ke proses *boot check* dan *disc pad* tidak terpasang dengan baik sebab *boot piston* mengganjal *disc pad* dan perlu dilakukan *rework area groove* dan sebagian besar *body caliper* yang tidak dapat dilakukan proses *rework* akan menjadi *scrap*.
2. Untuk potensi kegagalan *boot piston* gelembung, nilainya adalah 5 karena 100% *boot piston* pada area *groove body caliper* dapat dipakai kembali melalui proses *rework*.
3. Untuk potensi kegagalan *piston insert Not Good (NG)*, nilainya adalah 5 karena 100% *seal* yang terpasang pada area *groove body caliper* dapat dipakai kembali dengan mealui proses *rework*.
4. Untuk efek kegagalan cacat pada area *inlet hole*, nilainya adalah 6 sebagian *body caliper* dapat dipakai kembali melalui proses *rework* namun sebagian kecil *body caliper* yang tidak dapat dilakukan proses *rework* akan menjadi *scrap*.

4.2.8 Fault Tree Analysis

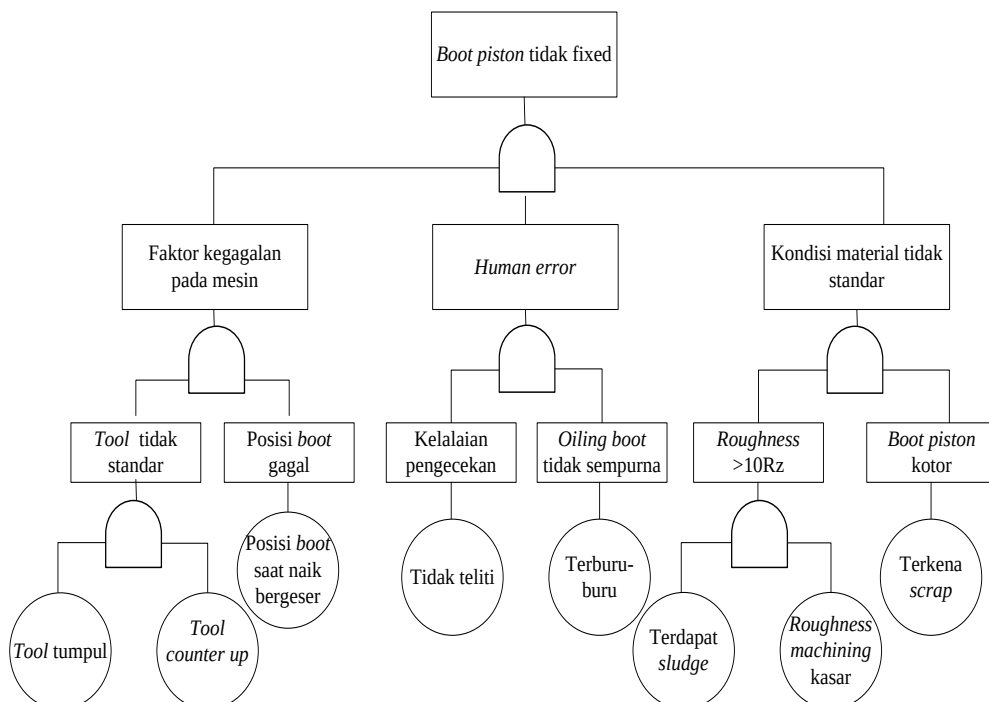
1. Identifikasi Kejadian yang Tidak Diinginkan (*Undesired Event/Top Event*)

Kejadian yang tidak diinginkan (*undesired event/top event*) adalah kejadian yang tidak diharapkan terjadi dan memberikan dampak berupa kerugian pada suatu proses/sistem. Pada proses *assembling* produk *Disc Brake 4 Wheels* tipe *New IMF R-60* diperoleh kejadian yang tidak diinginkan (*undesired event/top event*) yang terdiri dari 4 kejadian yaitu:

- Boot piston* tidak *fixed* adalah jenis cacat *boot piston* tidak masuk dengan sempurna pada area *groove body caliper*
- Boot piston* gelembung adalah jenis cacat *boot piston* menggelembung sehingga *klem piston* tidak berfungsi dengan baik
- Piston Insert Not Good (NG)* adalah jenis cacat *piston* tidak terpasang dengan baik pada *body caliper*
- Cacat pada area *inlet hole* adalah jenis cacat yang ditandai dengan adanya goresan pada area *inlet body cali*

2. Fault Tree

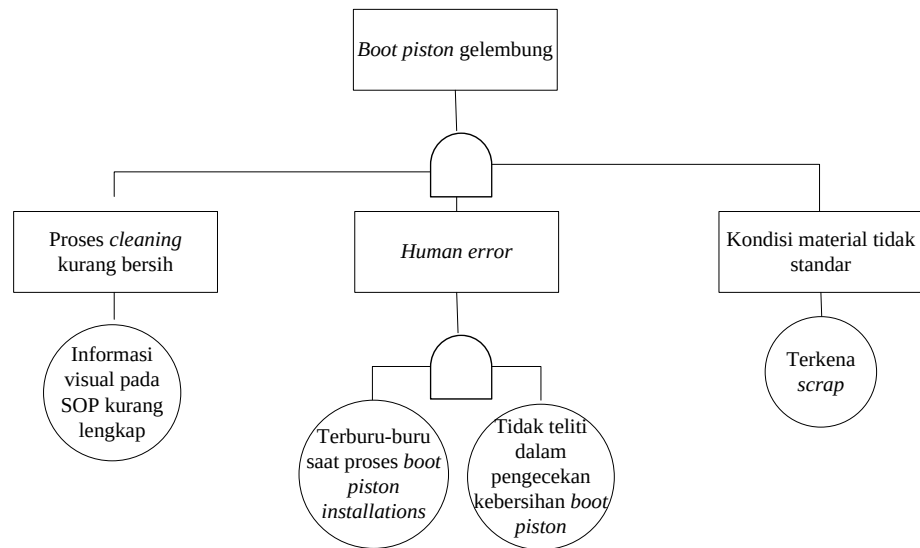
a. Fault tree *boot piston* tidak *fixed*



Gambar 4.13. Fault Tree Boot Piston Tidak Fixed

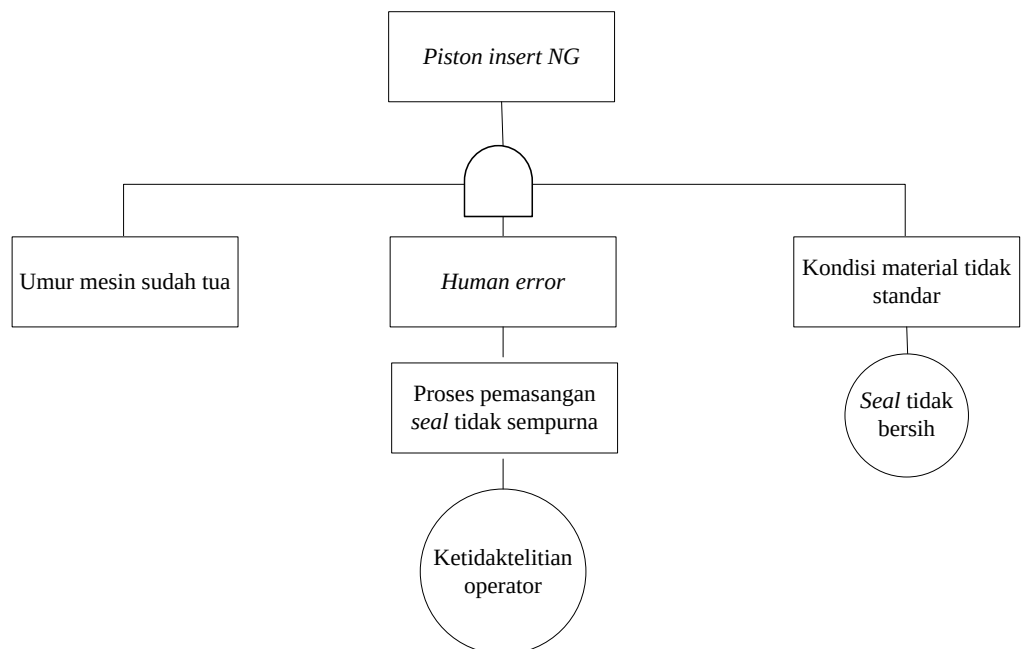
Sumber: (Hasil Brainstorming, 2016)

b. *Fault tree boot piston gelembung*



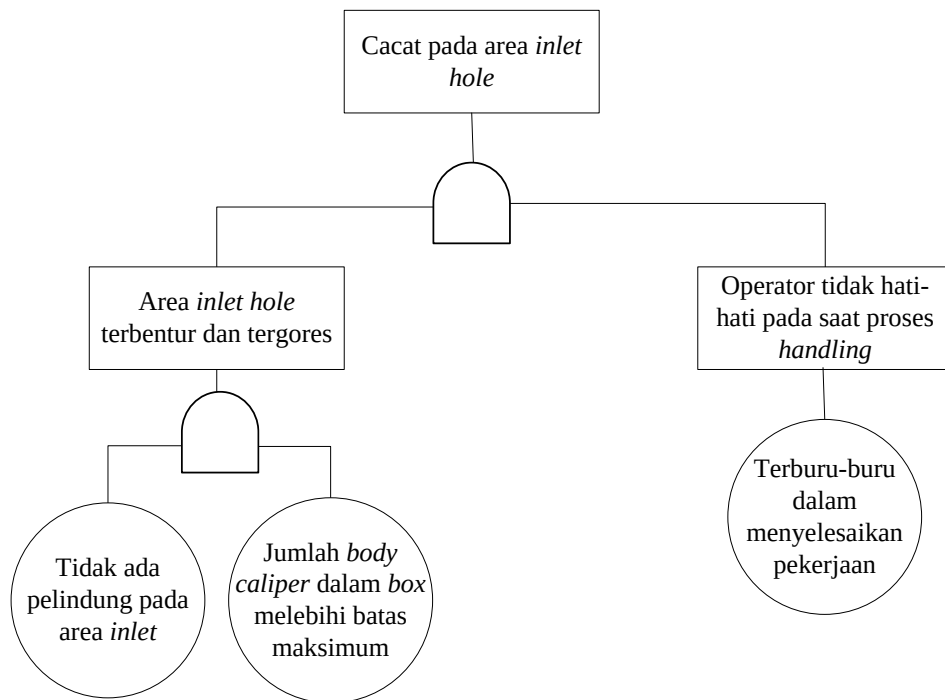
Gambar 4.14. *Fault Tree Boot Piston Gelembung*
Sumber: (Hasil Brainstorming, 2016)

c. *Fault tree piston insert not good (NG)*



Gambar 4.15. *Fault Tree Piston Insert Not Good (NG)*
Sumber: (Hasil Brainstorming, 2016)

d. *Fault tree* cacat pada area inlet hole



Gambar 4.16. *Fault Tree* Cacat pada Area Inlet Hole

Sumber: (Hasil *Brainstorming*, 2016)

3. *Minimal Cut Set*

Minimal cut set adalah himpunan kombinasi terkecil *basic event* dimana jika *basic event* terjadi akan menyebabkan *top event* terjadi. Pada *minimal cut set* digunakan permisalan:

T adalah *Top event/undesired event*

P adalah *Primary event/basic event*

G adalah *Intermediate event*

a. *Minimal cut set fault tree boot piston tidak fixed*

Pada *fault tree analysis boot piston tidak fixed* diketahui bahwa:

T = *boot piston tidak fixed*

G1 = kegagalan pada mesin

G2 = *human error*

G3 = kondisi material tidak standar

G4 = *tool* tidak standar

G5 = *positioning boot piston* gagal

G6 = kelalaian pengecekan

G7 = *oiling boot piston* tidak sempurna

G8 = *roughness* >10 Hz

G9 = *boot piston* kotor

P1 = *tool* tumpul

P2 = *tool counter up*

P3 = posisi *boot piston* saat naik bergeser

P4 = operator tidak teliti

P5 = operator terburu-buru

P6 = terdapat *sludge*

P7 = *roughness machining* kasar

P8 = terkena sisa *scrap*

Dari *fault tree boot piston* tidak *fixed* diperoleh persamaan Boolean:

$$T = G1 \times G2 \times G3$$

$$G1 = G4 \times G5$$

$$G2 = G6 \times G7$$

$$G3 = G8 \times G9$$

$$G4 = P1 \times P2$$

$$G5 = P3$$

$$G6 = P4$$

$$G7 = P5$$

$$G8 = P6 \times P7$$

$$G9 = P8$$

Melalui persamaan diatas diperoleh:

$$T = G1 \text{ (karena } G1 = G4 \times G5) \times G2 \text{ (karena } G2 = G6 \times G7) \times G3$$

$$\text{(karena } G3 = G8 \times G9)$$

$$= G4 \text{ (karena } G4 = P1 \times P2) \times G5 \text{ (karena } G5 = P3) \times G6 \text{ (karena$$

$$G6 = P4) \times G7 \text{ (karena } G7 = P5) \times G8 \text{ (karena } G8 = P6 \times P7) \times G9$$

$$\text{(karena } G9 = P8)$$

$$= P1 \times P2 \times P3 \times P4 \times P5 \times P6 \times P7 \times P8$$

Maka *minimal cut set* dari *fault tree boot piston* tidak *fixed* adalah P1,P2,P3,P4,P5,P6,P7, dan P8

b. *Minimal cut set fault tree analysis boot piston* gelembung

Pada *fault tree boot piston* gelembung diketahui bahwa:

T = *boot piston* gelembung

G1 = proses *cleaning* kurang bersih

G2 = *human error*

G3 = kondisi material tidak standar

P1 = informasi visual pada SOP kurang lengkap

P2 = terburu-buru saat proses *boot piston installations*

P3 = tidak teliti dalam pengecekan kebersihan *boot piston*

P4 = terkena *scrap*

Dari *fault tree boot piston* tidak *fixed* diperoleh persamaan Boolean:

$$T = G1 \times G2 \times G3$$

$$G1 = P1$$

$$G2 = P2 \times P3$$

$$G3 = P4$$

Melalui persamaan diatas diperoleh:

$$\begin{aligned} T &= G1(\text{karena } G1=P1) \times G2(\text{karena } G2=P2 \times P3) \times G3(\text{karena } G3=P4) \\ &= P1 \times P2 \times P3 \times P4 \end{aligned}$$

Maka *minimal cut set* dari *fault tree boot piston* gelembung adalah P1, P2, P3, dan P4

c. *Minimal cut set fault tree piston insert not good (NG)*

Pada *fault tree piston insert not good (NG)* diketahui bahwa:

T = *piston insert not good (NG)*

G1 = umur mesin sudah tua

G2 = *human error*

G3 = kondisi material tidak standar

G4 = proses pemasangan *seal* tidak sempurna

P1 = ketidaktelitian operator

P2 = *seal* tidak bersih

Dari *fault tree boot piston* tidak *fixed* diperoleh persamaan Boolean:

$$T = G1 \times G2 \times G3$$

$$G2 = G4$$

$$G3 = P2$$

$$G4 = P1$$

Melalui persamaan diatas diperoleh:

$$\begin{aligned} T &= G1 \times G2(\text{karena } G2=G4) \times G3(\text{karena } G3=P2) \\ &= G1 \times G4(\text{karena } G4=P1) \times P2 \\ &= G1 \times P1 \times P2 \end{aligned}$$

Maka *minimal cut set* dari *fault tree boot piston* gelembung adalah G1, P1, dan P2

d. *Minimal cut set fault tree* cacat pada area *inlet hole*

Pada *fault tree* cacat pada area *inlet hole* diketahui bahwa:

$$T = \text{cacat pada area inlet hole}$$

$$G1 = \text{area inlet hole terbentur dan tergores}$$

$$G2 = \text{operator tidak hati-hati pada saat proses handling}$$

$$P1 = \text{tidak ada pelindung pada area inlet}$$

$$P2 = \text{jumlah body caliper dalam box melebihi batas maksimum}$$

$$P3 = \text{terburu-buru dalam menyelesaikan pekerjaan}$$

Dari *fault tree* cacat pada area *inlet hole* diperoleh persamaan Boolean:

$$T = G1 \times G2$$

$$G1 = P1 \times P2$$

$$G2 = P3$$

Melalui persamaan diatas diperoleh:

$$\begin{aligned} T &= G1(\text{karena } G1=P1 \times P2) \times G2(\text{karena } G2 = P3) \\ &= P1 \times P2 \times P3 \end{aligned}$$

Maka *minimal cut set* dari *fault tree boot piston* gelembung adalah P1, P2, dan P3

Berdasarkan *minimal cut set* dari keempat *fault tree* diperoleh *basic event* yang merupakan penyebab terjadinya *top event* yang akan digunakan untuk melakukan penilaian *occurence*.

Basic event dari masing-masing *fault tree* dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15. Basic Event Pada Setiap Top Event

No	Top Event(Kejadian Kegagalan)	Basic Event(Penyebab Kegagalan)
1	<i>Boot piston tidak fixed</i>	<i>tool tumpul</i>
		<i>tool counter up</i>
		posisi <i>boot piston</i> saat naik bergeser
		operator tidak teliti
		operator terburu-buru
		terdapat <i>sludge</i>
		<i>roughness machining</i> kasar
		terkena sisa <i>scrap</i>
2	<i>Boot piston gelembung</i>	informasi visual pada SOP kurang lengkap
		terburu-buru saat proses <i>boot piston installations</i>
		tidak teliti dalam pengecekan kebersihan <i>boot piston</i>
		terkena sisa <i>scrap</i>
3	<i>Piston insert not good (NG)</i>	umur mesin sudah tua
		ketidaktelitian operator
		<i>seal</i> tidak bersih
4	Cacat pada area <i>inlet hole</i>	tidak ada pelindung pada area <i>inlet</i>
		jumlah <i>body caliper</i> dalam <i>box</i> melebihi batas maksimum
		terburu-buru dalam menyelesaikan pekerjaan

Sumber: (Hasil *Brainstroming*, 2016)

4.2.9 Penentuan Occurence

Occurence adalah ukuran yang menunjukkan seberapa sering kemungkinan penyebab kegagalan yang terjadi. Nilai *occurence* ditentukan berdasarkan *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk mengetahui penyebab masing-masing cacat. Besar nilai *occurence* terdiri dari ranking 1-10 yang mengacu pada Tabel 2.4. Nilai *occurence* diperoleh berdasarkan tingkat kegagalan atau jumlah produk cacat per total jumlah produk. Nilai *occurrence* untuk masing-masing kegagalan yang terjadi dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16. Penentuan Nilai Occurence pada Proses Assembling

No	Jenis kegagalan	Penyebab Kegagalan	Tingkat Kegagalan	Occurence
1	<i>Boot piston tidak fixed</i>	<i>tool tumpul</i>	$256/10900=0,02$	8
		<i>tool counter up</i>	$256/10900=0,02$	8
		posisi <i>boot piston</i> saat naik bergeser	$256/10900=0,02$	8

Lanjutan...

Tabel 4.16. Penentuan Nilai Occurrence pada Proses Assembling (Lanjutan)

No	Jenis kegagalan	Penyebab Kegagalan	Tingkat Kegagalan	Occurrence
1	<i>Boot piston</i> tidak <i>fixed</i>	<i>tool</i> tumpul	$256/10900=0,02$	8
		<i>tool counter up</i>	$256/10900=0,02$	8
		posisi <i>boot piston</i> saat naik bergeser	$256/10900=0,02$	8
		operator tidak teliti	$256/10900=0,02$	8
		operator terburu-buru	$256/10900=0,02$	8
		terdapat <i>sludge</i>	$256/10900=0,02$	8
		<i>roughness machining</i> kasar	$256/10900=0,02$	8
		terkena sisa <i>scrap</i>	$256/10900=0,02$	8
2	<i>Boot piston</i> gelembung	informasi visual pada SOP kurang lengkap	$44/10900=0,0040$	5
		terburu-buru saat proses <i>boot piston installations</i>	$44/10900=0,0040$	5
		tidak teliti dalam pengecekan kebersihan <i>boot piston</i>	$44/10900=0,0040$	5
		terkena sisa <i>scrap</i>	$44/10900=0,0040$	5
3	<i>Piston insert not good</i> (NG)	umur mesin sudah tua	$46/10900=0,0042$	5
		ketidaktelitian operator	$46/10900=0,0042$	5
		<i>seal</i> tidak bersih	$46/10900=0,0042$	5
4	Cacat pada area <i>inlet hole</i>	tidak ada pelindung pada area <i>inlet</i>	$52/10900=0,0047$	5
		jumlah <i>body caliper</i> dalam <i>box</i> melebihi batas maksimum	$52/10900=0,0047$	5
		Terburu-buru menyelesaikan pekerjaan.	$52/10900=0,0047$	5

Sumber: (Hasil Brainstroming, 2016)

4.2.10 Identifikasi Pengendalian Proses

Setelah mengetahui nilai *occurrence*, langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi pengendalian proses. Pengendalian proses merupakan kontrol yang dapat mencegah terjadinya kegagalan potensial atau mendeteksi terjadinya penyebab kegagalan yang terjadi. Pengendalian proses untuk masing-masing penyebab kegagalan dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.17. Pengendalian Proses pada Proses Assembling

No	Jenis Kegagalan	Current Control	Penyebab Kegagalan
1	<i>boot piston</i> tidak <i>fixed</i>	Pengawasan dilakukan secara visual	<i>tool</i> tumpul
		Pengawasan dilakukan secara visual	<i>tool counter up</i>
		Alarm dari mesin <i>boot check</i>	posisi <i>boot piston</i> saat naik bergeser
		Memberikan penjelasan saat <i>briefing</i> singkat.	operator tidak teliti
		Memberikan penjelasan saat <i>briefing</i> singkat.	operator terburu-buru
		Pengecekan dengan alat <i>test roughness</i> secara <i>sampling</i>	terdapat <i>sludge</i>
		Pengecekan dengan alat <i>test roughness</i> secara <i>sampling</i>	<i>roughness machining</i> kasar
		Pengawasan dilakukan secara visual	terkena sisa <i>scrap</i>
2	<i>boot piston</i> gelembung	Memberikan penjelasan saat <i>briefing</i> singkat.	informasi visual pada SOP kurang lengkap
		Alarm dari mesin <i>boot check</i>	terburu-buru saat proses <i>boot piston installations</i>
		Memberikan penjelasan saat <i>briefing</i> singkat.	tidak teliti dalam pengecekan kebersihan <i>boot piston</i>
		Pengawasan dilakukan secara visual	terkena <i>scrap</i>
3	<i>piston insert not good (NG)</i>	<i>Total preventive maintenance.</i>	umur mesin sudah tua
		Memberikan penjelasan saat <i>briefing</i> singkat.	ketidaktelitian operator
		Pengawasan dilakukan secara visual	<i>seal</i> tidak bersih
4	cacat pada area <i>inlet hole</i>	Pengawasan dilakukan secara visual	tidak ada pelindung pada area <i>inlet</i>
		Pengawasan dilakukan secara visual	jumlah <i>body caliper</i> dalam <i>box</i> melebihi batas maksimum

Sumber: (Hasil *Brainstroming*, 2016)

4.2.11 Penentuan *Detection*

Detection adalah peringkat yang menunjukkan seberapa telitinya sistem deteksi yang digunakan. Penentuan nilai *detection* mengacu pada Tabel 2.5. Penentuan nilai *detection* untuk masing-masing penyebab kegagalan dapat dilihat pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18. Penentuan Nilai *Detection* pada Proses Assembling

No	Jenis Kegagalan	Current Control	Penyebab Kegagalan	<i>Detection</i>
1	<i>boot piston</i> tidak <i>fixed</i>	Pengawasan dilakukan secara visual	<i>tool</i> tumpul	4

Lanjutan...

Tabel 4.18. Penentuan Nilai *Detection* pada Proses *Assembling* (Lanjutan)

No	Jenis Kegagalan	Current Control	Penyebab Kegagalan	Detection
1	<i>boot piston</i> tidak <i>fixed</i>	Pengawasan dilakukan secara visual	<i>tool counter up</i>	4
		Alarm dari mesin <i>boot check</i>	posisi <i>boot piston</i> saat naik bergeser	3
		Memberikan penjelasan saat <i>briefing</i> singkat.	operator tidak teliti	4
		Memberikan penjelasan saat <i>briefing</i> singkat.	operator terburu-buru	4
		Pengecekan dengan alat <i>test roughness</i> secara <i>sampling</i>	terdapat <i>sludge</i>	6
		Pengecekan dengan alat <i>test roughness</i> secara <i>sampling</i>	<i>roughness machining</i> kasar	6
		Pengawasan dilakukan secara visual	terkena sisa <i>scrap</i>	4
2	<i>boot piston</i> gelembung	Memberikan penjelasan saat <i>briefing</i> singkat.	informasi visual pada SOP kurang lengkap	4
		Alarm dari mesin <i>boot check</i>	terburu-buru saat proses <i>boot piston installations</i>	3
		Memberikan penjelasan saat <i>briefing</i> singkat.	tidak teliti dalam pengecekan kebersihan <i>boot piston</i>	4
3	<i>piston insert not good</i> (NG)	Pengawasan dilakukan secara visual	terkena <i>scrap</i>	4
		Memberikan penjelasan saat <i>briefing</i> singkat.	ketidaktelitian operator	4
		Pengawasan dilakukan secara visual	<i>seal</i> tidak bersih	4
4	cacat pada area <i>inlet hole</i>	Pengawasan dilakukan secara visual	tidak ada pelindung pada area <i>inlet</i>	4
		Pengawasan dilakukan secara visual	jumlah <i>body caliper</i> dalam <i>box</i> melebihi batas maksimum	4
		Memberikan penjelasan saat <i>briefing</i> singkat	Terburu-buru menyelesaikan pekerjaan	4

Sumber: (Hasil *Brainstroming*, 2016)

4.2.12 Menghitung Nilai *Risk Priority Number* (RPN)

RPN merupakan produk matematis dari keseriusan *effects* (*Severity*), kemungkinan terjadinya *cause* akan menimbulkan kegagalan yang berhubungan dengan *effects* (*Occurence*), dan kemampuan untuk mendeteksi kegagalan sebelum terjadi pada pelanggan (*Detection*). Adapun tabel penilaian RPN untuk kegagalan proses pada proses *assembling* terdapat pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19. Penentuan Nilai RPN

Proses	Potensi Kegagalan	Efek Kegagalan	Severity	Penyebab Kegagalan	Occurence	Current Control	Detection	RPN
Boot Piston Installations	Boot piston tidak fixed	Tidak dapat dilanjutkan ke proses <i>boot check</i> dan <i>disc pad</i> tidak terpasang dengan baik sebab <i>boot piston</i> mengganjal <i>disc pad</i> dan perlu dilakukan <i>rework area groove</i> dan sebagian menjadi <i>scrap</i> .	7	<i>tool</i> tumpul	8	Pengawasan dilakukan secara visual	4	224
				<i>tool counter up</i>	8	Pengawasan dilakukan secara visual	4	224
				posisi <i>boot piston</i> saat naik bergeser	8	Alarm dari mesin <i>boot check</i>	3	168
				operator tidak teliti	8	Memberikan penjelasan saat <i>briefing</i> singkat.	4	224
				operator terburu-buru	8	Memberikan penjelasan saat <i>briefing</i> singkat.	4	224
				terdapat <i>sludge</i>	8	Pengecekan dengan alat <i>test roughness</i> secara <i>sampling</i>	6	336
				<i>roughness machining</i> kasar	8	Pengecekan dengan alat <i>test roughness</i> secara <i>sampling</i>	6	336
				terkena sisa <i>scrap</i>	8	Pengawasan dilakukan secara visual	4	224
Boot Piston Installations	Boot piston gelembung	Dapat mengganjal <i>disc pad</i> dan tidak bisa dilanjutkan pada proses <i>low leak test</i> dan sebagian besar proses dapat dilakukan <i>rework</i> dari proses <i>boot piston installations</i> .	5	informasi visual pada SOP kurang lengkap	5	Memberikan penjelasan saat <i>briefing</i> singkat.	4	100
				terburu-buru saat proses <i>boot piston installations</i>	5	Alarm dari mesin <i>boot check</i>	3	75

Sumber: (Pengolahan Data, 2016)

Tabel 4.19. Penentuan Nilai RPN (Lanjutan)

Proses	Potensi Kegagalan	Efek Kegagalan	Severity	Penyebab Kegagalan	Occurence	Current Control	Detection	RPN
Boot Piston Installations	Boot piston gelembung	Dapat mengganjal <i>disc pad</i> dan tidak bisa dilanjutkan pada proses <i>low leak test</i> dan sebagian besar proses dapat dilakukan <i>rework</i> dari proses <i>boot piston installations</i> .	5	tidak teliti dalam pengecekan kebersihan <i>boot piston</i>	5	Memberikan penjelasan saat <i>briefing</i> singkat.	4	100
				terkena <i>scrap</i>	5	Pengawasan dilakukan secara visual	4	100
Piston Insert	Piston insert not good (NG)	Piston tidak dapat berfungsi dengan baik dan dapat dilakukan <i>rework</i> dari awal proses.	5	umur mesin sudah tua	5	Total preventive maintenance.	5	125
				ketidaktelitian operator	5	Memberikan penjelasan saat <i>briefing</i> singkat.	4	100
				seal tidak bersih	5	Pengawasan dilakukan secara visual	4	100
Handling Pemasangan Screw Bleeder	Cacat pada area <i>inlet hole</i>	Tidak dapat dilanjutkan ke proses <i>assembling</i> selanjutnya dan perlu dilakukan <i>rework</i> .	6	tidak ada pelindung pada area <i>inlet</i>	5	Pengawasan dilakukan secara visual	4	120
				jumlah <i>body caliper</i> dalam <i>box</i> melebihi batas maksimum	5	Pengawasan dilakukan secara visual	4	120
				operator tidak hati-hati pada saat proses <i>handling</i>	5	Memberikan penjelasan saat <i>briefing</i> singkat	4	120

Sumber: (Pengolahan Data, 2016)

BAB V

ANALISIS MASALAH

5.1 Analisis Diagram Pareto Jenis Cacat Proses Assembling

Dalam penelitian ini, diagram Pareto digunakan untuk menentukan produk cacat pada proses mana yang akan dilakukan perbaikan kualitas terlebih dahulu. Untuk mengetahui jenis cacat yang mendominasi dalam proses *assembling* pembuatan produk *Disc Brake 4 Wheels* tipe *New IMF-R60* digunakan diagram Pareto. Berdasarkan hasil perhitungan diagram Pareto dari bab sebelumnya, persentase jenis cacat pada proses *assembling* adalah sebagai berikut:

1. *Boot piston* tidak *fixed* sebesar 64,30 %
2. *Area inlet body caliper* cacat sebesar 13,10 %
3. *Piston insert Not Good* sebesar 11,60 %
4. *Boot piston* gelembung sebesar 11,10 %

Dari data di atas, dapat diketahui bahwa jenis cacat *boot piston* tidak *fixed* merupakan jenis cacat yang mendominasi yaitu sebesar 64,30%.

5.2 Analisis Peta Kendali P

Peta kendali p digunakan untuk mengukur proporsi ketidaksesuaian (penyimpangan atau sering disebut cacat) saat inspeksi dan untuk mengendalikan proporsi dari item-item yang tidak memenuhi syarat spesifikasi yang telah ditentukan. Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan peta kendali p, diketahui bahwa terdapat data yang melebihi batas kendali (*out of control*) yaitu pada pengamatan ke-19 yang menunjukkan bahwa proses tidak stabil dengan nilai $CL = 0,03651$; $LCL = 0,00838$; $UCL = 0,06465$. Keadaan ini bisa terjadi karena kemungkinan adanya penyebab khusus yang tidak dapat dikendalikan oleh pihak perusahaan khususnya bagian produksi.

Oleh karena itu, penyebab umum tersebut harus diidentifikasi untuk mendapatkan perbaikan. Karena terdapat proses yang berada di luar batas pengendali maka dilakukan revisi terhadap data sampel pengamatan tersebut yakni dengan menghilangkan sampel pengamatan ke 19 dan diperoleh hasil akhir

yaitu, nilai CL= 0,03533; LCL = 0,00764; UCL = 0,06303. Setelah dilakukan revisi, semua data berada dalam batas pengendali atas dan bawah yang menunjukkan bahwa proses telah stabil.

5.3 Perhitungan Nilai DPMO dan *Level Sigma*

Perhitungan nilai DPMO dan *level Sigma* digunakan untuk mengetahui nilai DPMO dan *level Sigma* yang dapat diperoleh perusahaan sebelum dilakukan perbaikan kualitas. Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah setelah dilakukan perbaikan kualitas nilai DPMO dan *level Sigma* perusahaan mengalami kemajuan atau tidak. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan pada bab sebelumnya diperoleh bahwa nilai DPMO yang dicapai oleh perusahaan sebesar 9.128 dengan *level Sigma* 3,859. Hal ini menandakan bahwa perusahaan masih memerlukan adanya tindakan perbaikan kualitas untuk meningkatkan *level Sigma* perusahaan.

5.4 Analisis *Fault Tree Analysis* (FTA)

Fault Tree Analysis (FTA) digunakan untuk mengetahui faktor-faktor penyebab terjadinya suatu kegagalan/ produk cacat (*top event*). Berdasarkan *minimal cut sets* dari *fault tree* diperoleh *basic event* yang merupakan penyebab terjadinya *top event*. *Basic event* dari *fault tree* dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1. *Basic Event* Pada Setiap *Top Event*

No	Jenis Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Faktor
1	<i>Boot piston</i> tidak <i>fixed</i>	<i>tool</i> tumpul	Mesin
		<i>tool counter up</i>	
		posisi <i>boot piston</i> saat naik bergeser	
		operator tidak teliti	Manusia
		operator terburu-buru	
		terdapat <i>sludge</i>	Material
		<i>roughness machining</i> kasar	
		terkena sisa <i>scrap</i>	
2	<i>Boot piston</i> gelembung	informasi visual pada SOP kurang lengkap	Metode
		terburu-buru saat proses <i>boot piston installations</i>	Manusia
		tidak teliti dalam pengecekan kebersihan <i>boot piston</i>	
		terkena sisa <i>scrap</i>	Material

Lanjutan...

Tabel 5.1. *Basic Event* Pada Setiap *Top Event* (Lanjutan)

No.	JenisKegagalan	PenyebabKegagalan	Faktor
3	<i>Piston insert not good</i> (NG)	umur mesin sudah tua	Mesin
		ketidaktelitian operator	Manusia
		<i>seal</i> tidak bersih	Material
4	Cacat pada area <i>inlet hole</i>	tidak ada pelindung pada area <i>inlet</i>	Material
		jumlah <i>body caliper</i> dalam <i>box</i> melebihi batas	Metode
		operator tidak hati-hati pada saat proses <i>handling</i>	Manusia

Sumber: (Hasil *Brainstroming*, 2016)

5.5 Analisis Nilai *Risk Priority Number* (RPN)

Pada perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) sebelum perbaikan didapat nilai untuk masing-masing akibat potensi kegagalan. Perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) pada Bab IV diketahui bahwa nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi yaitu:

a. 336

Nilai *Risk Priority Number* (RPN) ini berasal dari faktor material.

b. 224

Nilai *Risk Priority Number* (RPN) ini berasal dari faktor manusia dan mesin.

c. 168

Nilai *Risk Priority Number* (RPN) ini berasal dari faktor mesin.

Nilai *Risk Priority Number* (RPN) pada proses *assembling* produk *disc brake 4 wheels* tipe New IMF R-60 tertinggi berasal dari jenis cacat *boot piston* tidak *fixed*. Hal ini akan menjadi dasar untuk dilakukannya suatu tindakan perbaikan agar nilai *Risk Priority Number* (RPN) dapat menurun sehingga dapat mengurangi terjadinya suatu mode kegagalan pada proses *assembling* produk *disc brake 4 wheels* tipe New IMF R-60 yaitu tidak ditemukannya produk cacat pada proses *assembling*. Nilai *Risk Priority Number* (RPN) pada proses *assembling* produk *disc brake 4 wheels* tipe New IMF R-60 sebelum dilakukannya tindakan perbaikan kualitas dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2. Penentuan Nilai RPN

Proses	Potensi Kegagalan	Efek Kegagalan	Severity	Penyebab Kegagalan	Occurence	Current Control	Detection	RPN
Boot Piston Installations	Boot piston tidak fixed	Tidak dapat dilanjutkan ke proses <i>boot check</i> dan <i>disc pad</i> tidak terpasang dengan baik sebab <i>boot piston</i> mengganjal <i>disc pad</i> dan perlu dilakukan <i>rework</i> area <i>groove</i> dan sebagian menjadi <i>scrap</i> .	7	<i>tool</i> tumpul	8	Pengawasan dilakukan secara visual	4	224
				<i>tool counter up</i>	8	Pengawasan dilakukan secara visual	4	224
				posisi <i>boot piston</i> saat naik bergeser	8	Alarm dari mesin <i>boot check</i>	3	168
				operator tidak teliti	8	Memberikan penjelasan saat <i>briefing</i> singkat.	4	224
				operator terburu-buru	8	Memberikan penjelasan saat <i>briefing</i> singkat.	4	224
				terdapat <i>sludge</i>	8	Pengecekan dengan alat <i>test roughness</i> secara <i>sampling</i>	6	336
				<i>roughness machining</i> kasar	8	Pengecekan dengan alat <i>test roughness</i> secara <i>sampling</i>	6	336
				terkena sisa <i>scrap</i>	8	Pengawasan dilakukan secara visual	4	224
Boot Piston Installations	Boot piston gelembung	Dapat mengganjal <i>disc pad</i> dan tidak bisa dilanjutkan pada proses <i>low leak test</i> dan sebagian besar proses dapat dilakukan <i>rework</i> dari proses <i>boot piston installations</i> .	5	informasi visual pada SOP kurang lengkap	5	Memberikan penjelasan saat <i>briefing</i> singkat.	4	100
				terburu-buru saat proses <i>boot piston installations</i>	5	Alarm dari mesin <i>boot check</i>	3	75

Tabel 5.2. Penentuan Nilai RPN (Lanjutan)

Proses	Potensi Kegagalan	Efek Kegagalan	Severity	Penyebab Kegagalan	Occurence	Current Control	Detection	RPN
Boot Piston Installations	Boot piston gelembung	Dapat mengganjal <i>disc pad</i> dan tidak bisa dilanjutkan pada proses <i>low leak test</i> dan sebagian besar proses dapat dilakukan <i>rework</i> dari proses <i>boot piston installations</i> .	5	tidak teliti dalam pengecekan kebersihan <i>boot piston</i>	5	Memberikan penjelasan saat <i>briefing</i> singkat.	4	100
				terkena <i>scrap</i>	5	Pengawasan dilakukan secara visual	4	100
Piston Insert	Piston insert not good (NG)	Piston tidak dapat berfungsi dengan baik dan dapat dilakukan <i>rework</i> dari awal proses.	5	umur mesin sudah tua	5	<i>Total preventive maintenance</i> .	5	125
				ketidaktelitian operator	5	Memberikan penjelasan saat <i>briefing</i> singkat.	4	100
				<i>seal</i> tidak bersih	5	Pengawasan dilakukan secara visual	4	100
Handling Pemasangan Screw Bleeder	Cacat pada area <i>inlet hole</i>	Tidak dapat dilanjutkan ke proses <i>assembling</i> selanjutnya dan perlu dilakukan <i>rework</i> .	6	tidak ada pelindung pada area <i>inlet</i>	5	Pengawasan dilakukan secara visual	4	120
				jumlah <i>body caliper</i> dalam <i>box</i> melebihi batas maksimum	5	Pengawasan dilakukan secara visual	4	120
				operator tidak hati-hati pada saat proses <i>handling</i>	5	Memberikan penjelasan saat <i>briefing</i> singkat	4	120

Sumber: (Pengolahan Data, 2016)

Dari Tabel 5.2 diatas diketahui bahwa nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi sebesar 336 yang merupakan peringkat 1 yang berasal dari jenis cacat *boot piston* tidak *fixed*. Hal ini menjadi pertimbangan untuk melakukan prioritas perbaikan kualitas pada jenis cacat *boot piston* tidak *fixed* terutama penyebab kegagalan dari faktor kondisi material yaitu terdapat *sludge* dan *roughness machining* yang masih kasar. Peringkat kedua dengan nilai *Risk Priority Number*(RPN) sebesar 224 berasal dari faktor mesin dan manusia yaitu *tool* yang *conter up* dan *tool* yang tumpul serta operator yang tidak teliti dan terburu-buru. Peringkat ketiga dengan nilai *Risk Priority Number*(RPN) sebesar 168 berasal dari faktor mesin yaitu kesalahan *positioning boot piston*.

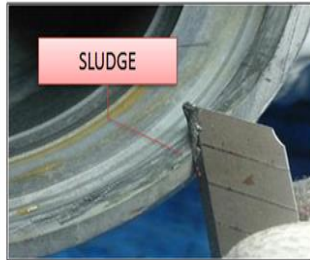
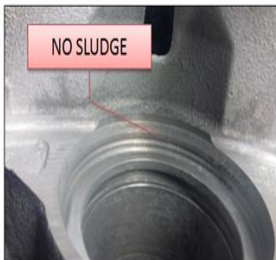
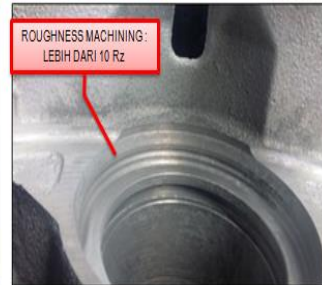
5.6 Tindakan Perbaikan

Setelah mengetahui penyebab dari jenis cacat *boot piston* tidak *fixed*, langkah selanjutnya adalah memberikan tindakan perbaikan untuk mengatasi penyebab timbulnya produk cacat. Melalui metode ini suatu permasalahan kualitas dapat diselesaikan secara lebih rinci dan lengkap sehingga dapat dijadikan suatu solusi dalam hal peningkatan kualitas. Tindakan perbaikan dilihat dari tiga faktor penyebab terjadinya jenis cacat *boot piston* tidak *fixed* yaitu material, manusia, dan mesin. Ketiga faktor tersebut yang menyebabkan timbulnya cacat *boot piston* tidak *fixed*. Tindakan perbaikan dapat dilakukan dengan metode 5W + 1H yang diperoleh dari hasil *basic event* (akar penyebab) suatu *top event/undesired event* (kejadian yang tidak diinginkan) pada *Fault Tree Analysis* (FTA). Metode 5W+1H terdiri dari atas:

1. *What* (apa)
2. *How* (bagaimana)
3. *Why* (mengapa)
4. *Who* (siapa)
5. *Where* (dimana)
6. *When* (kapan)

Tindakan perbaikan kualitas untuk mengatasi jenis cacat *boot piston* tidak *fixed* pada proses *assembling* produk *Disc Brake 4 Wheels Tipe New IMF R-60* dengan menggunakan metode 5W + 1H dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3. Tindakan Perbaikan

Proses	Jenis Cacat	What	Why	Where	How	When	Who	Keterangan	
		Faktor Penyebab	Alasan	Tempat	Tindakan	Waktu	Penanggung Jawab		
Assembling line	Boot piston tidak fixed	Material	a. Terdapat <i>sludge</i> pada area <i>groove body caliper</i>	Padaproses <i>plating</i>	a.Mengontrol pelapisan <i>sealer</i> pada <i>body caliper</i> dengan cara pemberian <i>voltase</i> yang sesuai dengan luas area material saat proses <i>plating</i>	05- 31 April 2016	Arif (Staff Enginering Plating)	BEFORE 	AFTER 
			b. <i>Roughness machining</i> kasar	Pada proses penghalusan <i>cylinder bore</i>	b.Penambahan waktu proses penghalusan <i>cylinder bore</i>	05- 31 April 2016	Budi (Staff Enginering Machining)	BEFORE 	AFTER 
			c. <i>Boot piston</i> terkena <i>scrap</i>	Pada proses <i>boot instalations</i>	Menyediakan alat penutup pada wadah <i>boot piston</i> dan kain pembersih pada mesinagar <i>boot</i> terhindar dari sisa <i>scrap</i> .	05- 31 April 2016	Robby (Foreman Assembling)		

Tabel 5.3. Tindakan Perbaikan (Lanjutan)

Proses	Jenis Cacat	What	Why	Where	How	When	Who
		Faktor Penyebab	Alasan	Tempat	Tindakan	Waktu	Penanggung Jawab
Assembling line	Boot piston tidak fix	Manusia	a. Tidak teliti dalam melakukan pengecekan pada area <i>groove body caliper</i>	Sebelum proses <i>boot instalations</i>	Melakukan pengawasan pada operator dan penambahan alat pengecekan <i>roughness</i> agar hasil pengecekan lebih akurat	05- 31 April 2016	Robby (<i>Foreman Assembling</i>)
			b. Terburu-buru pada saat <i>oiling boot piston</i>	Sebelum proses <i>boot instalations</i>	Melakukan pengawasan dan pengarahan pada operator agar operator lebih mematuhi SOP yang berlaku	05- 31 April 2016	Robby (<i>Foreman Assembling</i>)
		Mesin	a. <i>Tool</i> tumpul dan <i>counter up</i>	Sebelum proses <i>cylinder bore</i> dilakukan	a. Melakukan pembersihan selang <i>water coolant</i> terutama sebelum proses <i>machining</i> dilakukan	05- 31 April 2016	Operator
				Sebelum proses <i>cylinder bore</i> dilakukan	b. Melakukan pengecekan secara teratur pada <i>tool boot bit life</i> proses <i>cylinder bore</i> agar <i>tool</i> tidak sampai <i>counter up</i>	05- 31 April 2016	Tan Dedy (<i>Engineering Machining</i>)
			b. <i>Positioning boot piston</i> gagal	Pada proses <i>boot piston insert</i>	Penggunaan <i>guide jig</i> pada mesin <i>boot piston instalations</i>	05- 31 April 2016	Robby (<i>Foreman Assembling</i>)

Berdasarkan Tabel 5.3, tindakan perbaikan yang perlu diupayakan perusahaan adalah sebagai berikut:

1. Untuk factor material yang disebabkan oleh terdapat *sludge* pada *area groove* dilakukan dengan cara mengontrol pelapisan *sealer* pada *body caliper* dengan cara pemberian *voltase* yang sesuai dengan luas area

material pada saat proses *plating*. Perubahan *voltase* yang dilakukan adalah 3,8 volt yang semula adalah 3,7 volt. Hal ini dilakukan agar pada *area groove body caliper* tidak terdapat *sludge* sisa pelapisan *seal*. Selain melalui pemberian *voltase* yang sesuai, dilakukan pula penambahan waktu proses *cylinder bore* penghalusan semula 3 menit menjadi 5 menit agar *area groove body caliper* menjadi lebih halus. Penyebab kedua faktor material adalah *boot piston* terkena *scrap* dilakukan dengan cara menyediakan alat penutup pada wadah *boot piston* dan menyediakan kain pada mesin *boot piston installations*. Hal ini dilakukan agar *boot piston* terhindar dari sisa *scrap* sehingga *boot piston* tetap terjaga kebersihannya.

2. Untuk factor manusia yang disebabkan oleh operator yang tidak teliti dalam melakukan pengecekan pada *area groove body caliper* saat proses *assembling* terjadi dilakukan dengan cara *foreman assembling* melakukan pengawasan pada operator dan menambah alat pengecekan *roughness* sehingga hasil pengecekan akan menjadi lebih akurat. Penyebab kedua faktor manusia adalah operator terburu-buru dalam melakukan proses *oiling boot piston* dilakukan dengan cara *foreman assembling* melakukan pengawasan dan pengarahan pada operator agar lebih mematuhi SOP yang berlaku.
3. Untuk factor mesin yang disebabkan oleh *tool* tumpul dilakukan dengan cara melakukan pembersihan selang *water coolant* terutama sebelum proses *machining* dimulai. Hal ini bertujuan untuk mencegah terjadinya penyumbatan pada selang *water coolant* yang dapat menyebabkan *tool* menjadi tumpul. Rencana perbaikan lain yang dapat dilakukan untuk mengatasi penyebab *tool counter up* adalah melakukan pengecekan secara teratur pada *setting* mesin proses *cylinder bore* yaitu penentuan *tool life boot bit* sebanyak 500 *pieces*. Penyebab kedua faktor mesin adalah *positioning boot piston* gagal dilakukan dengan cara menggunakan *guide jig* pada mesin *boot piston installations* sehingga *boot piston* tidak bergeser.

5.7 Data Jumlah Sampel dan Jumlah Produk Cacat

Setelah melakukan tindakan perbaikan, diperlukan pengumpulan data jumlah sampel dan jumlah cacat kembali yaitu selama bulan April 2016. Data jumlah sampel dan jumlah cacat dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4. Jumlah Sampel dan Jumlah Produk Cacat

Tanggal	Jumlah Sampel	Jenis Cacat				Total Jumlah Cacat
		<i>Boot piston tidak fixed</i>	<i>Boot piston gelembung</i>	<i>Piston insert NG</i>	<i>Cacat pada area inlet</i>	
06/04/2016	500	7		3	2	12
07/04/2016	400	5	1		3	9
08/04/2016	500	9	2	4		15
11/04/2016	400	10			3	13
12/04/2016	400	7	2	3	4	16
13/04/2016	500	8	3			11
14/04/2016	400	9		4	2	15
15/04/2016	400	6	4		4	14
16/04/2016	500	9		5		14
18/04/2016	400	5	3	2	5	15
19/04/2016	500	10		3		13
20/04/2016	500	8	4		4	16
21/04/2016	400	6		2		8
22/04/2016	500	8				8
23/04/2016	400	5	3		4	12
25/04/2016	500	7				7
26/04/2016	400	7	2		3	12
27/04/2016	400	8		1		9
28/04/2016	500	4	2		1	7
29/04/2016	500	5			1	6
Total	9.000	143	26	27	36	232

Sumber: (Pengumpulan Data, 2016)

5.8 Perhitungan RPN Sesudah Perbaikan

1. Identifikasi *Potential Failure Mode* (Potensial Kegagalan)

Setelah dilakukan tindakan perbaikan kualitas, langkah selanjutnya adalah dengan mengidentifikasi *potential failure mode*. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi proses yang berpotensi gagal memenuhi persyaratan proses atau desain. Adapun proses yang berpotensi gagal

dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5. *Potential Failure* pada Proses *Assembling*

No	Proses	<i>PotentialFailureMode</i>
1	<i>Boot Piston Installation</i>	<i>Boot piston tidak fixed</i>

Sumber: (Hasil *Brainstorming*, 2016)

2. Identifikasi *Failure Effect* (Efek Kegagalan)

Setelah diketahui kegagalan potensial yang dapat berpengaruh pada terjadinya produk cacat, maka langkah selanjutnya mengidentifikasi *failure effect* agar dapat menentukan nilai *severity*. *Failure effect* yaitu efek-efek dari kegagalan yang dapat berpengaruh terhadap proses berikutnya atau pelanggan. *Failure effect* untuk setiap kegagalan yang terjadi dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6. *Failure Efecct* pada Proses *Assembling*

No	Proses	<i>PotentialFailure</i>	<i>Failure Efecct</i>
1	<i>Boot Piston Installation</i>	<i>Boot piston tidak fixed</i>	Tidak dapat dilanjutkan ke proses <i>boot check</i> dan <i>disc pad</i> tidak terpasang dengan baik sebab <i>boot piston</i> mengganjal <i>disc pad</i> dan perlu dilakukan <i>rework area groove</i> dan

Sumber: (Hasil *Brainstorming*, 2016)

3. Penentuan *Severity*

Severity adalah tingkat keparahan yang ditimbulkan terhadap konsumen maupun pengaruhnya terhadap kelangsungan proses selanjutnya yang juga merugikan. Pemberian nilai *severity* terdiri dari *ranking* 1 sampai 10. Semakin parah efek yang ditimbulkan dari kegagalan yang terjadi maka semakin tinggi *ranking* yang diberikan. Nilai *severity* untuk efek kegagalan pada proses *assembling* dapat dilihat pada Tabel 5.7

Tabel 5.7. Penentuan Nilai *Severity* pada Proses *Assembling*

No	<i>Failure Efecct</i>	<i>Rangking</i>
1	Tidak dapat dilanjutkan ke proses <i>boot check</i> dan <i>disc pad</i> tidak terpasang dengan baik sebab <i>boot piston</i> mengganjal <i>disc pad</i> dan perlu dilakukan <i>rework area groove</i> dan sebagian	7

Sumber: (Hasil *Brainstorming*, 2016)

Untuk potensi kegagalan *boot piston* tidak *fixed*, nilainya adalah 7 karena *body caliper* tidak dapat dilanjutkan ke proses *boot check* dan *disc pad* tidak terpasang dengan baik sebab *boot piston* mengganjal *disc pad* dan perlu dilakukan *rework area groove* dan sebagian besar *body caliper* yang tidak dapat dilakukan proses *rework* akan menjadi *scrap*.

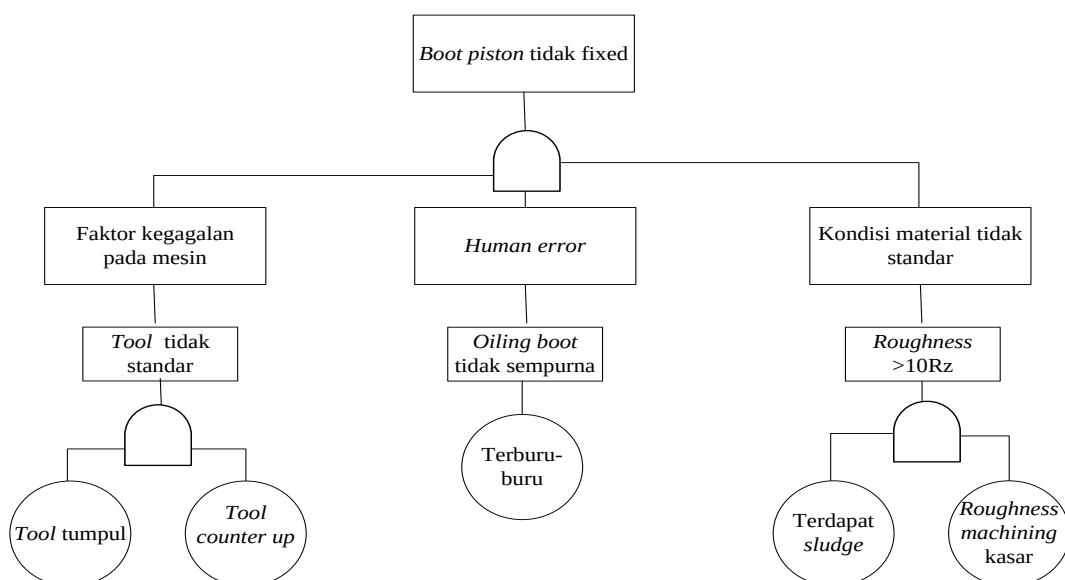
4. Fault Tree Analysis

2. Identifikasi Kejadian yang Tidak Diinginkan (*Undesired Event/Top Event*)

- a. Kejadian yang tidak diinginkan (*undesired event/top event*) adalah kejadian yang tidak diharapkan terjadi dan memberikan dampak berupa kerugian pada suatu proses/sistem. Kejadian yang tidak diinginkan (*undesired event/top event*) pada proses *assembling* adalah *boot piston* tidak *fixed*. *Boot piston* tidak *fixed* adalah jenis cacat *boot piston* tidak masuk dengan sempurna pada area *groove body caliper*.

b. Fault Tree

Fault Tree adalah model grafis dari kegagalan-kegagalan pada sistem dan kombinasinya yang menghasilkan terjadinya *undesired event*. *Fault tree boot piston* tidak *fixed*:



Gambar 5.1. *Fault Tree Boot Piston Tidak Fixed*

Sumber: (Hasil *Brainstorming*, 2016)

c. *Minimal Cut Set*

Minimal cut set adalah himpunan kombinasi terkecil *basic event* dimana jika *basic event* terjadi akan menyebabkan *top event* terjadi. Pada *minimal cut sets* digunakan permissalan:

T adalah *Top event/undesired event*

P adalah *Primary event/basic event*

G adalah *Intermediate event*

Minimal cut set fault tree boot piston tidak fixed

Pada *fault tree boot piston tidak fixed* diketahui bahwa:

T = *boot piston tidak fixed*

G1 = kegagalan pada mesin

G2 = *human error*

G3 = kondisi material tidak standar

G4 = *tool* tidak standar

G5 = *oiling boot* tidak sempurna

G6 = *roughness* > 10 Hz

P1 = *tool* tumpul

P2 = *tool counter up*

P3 = operator terburu-buru

P4 = terdapat *sludge*

P5 = *roughness machining* kasar

Dari *fault tree boot piston tidak fixed* diperoleh persamaan Boolean:

$$T = G1 \times G2 \times G3$$

$$G1 = G4$$

$$G2 = G5$$

$$G3 = G6$$

$$G4 = P1 \times P2$$

$$G5 = P3$$

$$G6 = P4 \times P5$$

Melalui persamaan diatas diperoleh:

$$\begin{aligned}
T &= G1 \text{ (karena } G1= G4) \times G2 \text{ (karena } G2= G5) \times G3 \text{ (karena } G3= G6) \\
&= G4 \text{ (karena } G4= P1 \times P2) \times G5 \text{ (karena } G5= P3) \times G6 \text{ (karena } \\
&\quad G6= P4 \times P5) \\
&= P1 \times P2 \times P3 \times P4 \times P5
\end{aligned}$$

Maka *minimal cut sets* dari *fault tree* *boot piston tidak fixed* adalah P1, P2, P3, P4, dan P5. Berdasarkan *minimal cut set* dari *fault tree* diperoleh *basic event* yang merupakan penyebab terjadinya *top event* yang akan digunakan untuk melakukan penilaian *occurence*. *Basic event* dari *fault tree* dapat dilihat pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8. *Basic Event* Pada Setiap *Top Event*

No	Top Event (Kejadian Kegagalan)	Basic Event (Penyebab Kegagalan)
1	<i>Boot piston tidak fixed</i>	<i>tool tumpul</i>
		<i>tool counter up</i>
		operator terburu-buru
		terdapat <i>sludge</i>
		<i>roughness machining</i> kasar

Sumber: (HasilBrainstroming, 2016)

5. Penentuan *Occurence*

Occurence adalah ukuran yang menunjukkan seberapa sering kemungkinan penyebab kegagalan yang terjadi. Nilai *occurrence* ditentukan berdasarkan *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk mengetahui akar penyebab masing-masing cacat. Semakin sering penyebab kegagalan terjadi, semakin tinggi nilai yang diberikan. Nilai *occurrence* diperoleh berdasarkan tingkat kegagalan atau jumlah produk cacat per total jumlah produk. Nilai *occurrence* untuk masing-masing kegagalan yang terjadi dapat dilihat pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9. Penentuan Nilai *Occurence* pada Proses *Assembling*

No	Top Event (Kejadian Kegagalan)	Basic Event (Penyebab Kegagalan)	Tingkat Kegagalan	Occurence
1	<i>Boot piston tidak fixed</i>	<i>tool tumpul</i>	$143/9000 = 0,016$	4
		<i>tool counter up</i>	$143/9000 = 0,016$	4
		operator terburu-buru	$143/9000 = 0,016$	4
		terdapat <i>sludge</i>	$143/9000 = 0,016$	4
		<i>roughness machining</i> kasar	$143/9000 = 0,016$	4

Sumber: (Hasil Brainstroming, 2016)

6. Identifikasi Pengendalian Proses

Setelah mengetahui nilai *occurence*, langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi pengendalian proses. Pengendalian proses merupakan kontrol yang dapat mencegah terjadinya kegagalan potensial atau mendeteksi terjadinya *basic event/ undesired event* (penyebab kegagalan) yang terjadi. Pengendalian proses untuk masing-masing penyebab kegagalan dapat dilihat pada Tabel 5.10.

Tabel 5.10. Pengendalian Proses pada Proses *Assembling*

No	Top Event (Kejadian Kegagalan)	Current Control	Basic Event (Penyebab Kegagalan)
1	<i>Boot piston tidak fixed</i>	Pembersihan selang <i>water coolant</i>	<i>tool tumpul</i>
		Pengecekan secara rutin <i>tool life boot bit</i>	<i>tool counter up</i>
		Melakukan pengawasan pada operator	operator terburu-buru
		Pengaturan <i>voltase</i> pada pelapisan <i>sealer</i>	terdapat <i>sludge</i>
		Penambahan waktu proses <i>cylinder bore</i>	<i>roughness machining</i> kasar

Sumber: (Hasil *Brainstroming*, 2016)

7. Penentuan *Detection*

Detection adalah peringkat yang menunjukkan seberapa telitinya pengendalian proses yang digunakan. *Detection* berupa angka dari 1 sampai 10, dimana 1 menunjukkan pengendalian proses yang digunakan mempunyai kemampuan tinggi atau hampir dipastikan suatu *basic event/ undesired event* (penyebab kegagalan) dapat terdeteksi. Sedangkan 10 menunjukkan pengendalian proses yang digunakan mempunyai kemampuan rendah untuk mendeteksi suatu *basic event/ undesired event* (penyebab kegagalan) yang terjadi, dimana deteksi tidak efektif atau tidak dapat mendeteksi sama sekali. Penentuan nilai *detection* mengacu pada Tabel 2.5 yang terdapat pada bab IV. Penentuan nilai *detection* untuk masing-masing *basic event/ undesired event* (penyebab kegagalan) dapat dilihat pada Tabel 5.11.

Tabel 5.11. Penentuan Nilai *Detection* pada Proses *Assembling*

No	Jenis Kegagalan	<i>Current Control</i>	Penyebab Kegagalan	<i>Detection</i>
1	<i>boot piston</i> tidak <i>fixed</i>	Pembersihan selang <i>water coolant</i>	<i>tool</i> tumpul	3
		Pengecekan secara rutin <i>tool life boot bit</i>	<i>tool counter up</i>	4
		Melakukan pengawasan pada operator	operator terburu-buru	4
		Pengaturan <i>voltase</i> pada pelapisan <i>sealer</i>	terdapat <i>sludge</i>	3
		Penambahan waktu proses <i>cylinder bore</i>	<i>roughness machining</i> kasar	3

Sumber: (Hasil *Brainstroming*, 2016)

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

Risk Priority Number (RPN) merupakan produk matematis dari tingkat keparahan dampak yang ditimbulkan dari suatu *effects* (*Severity*), kemungkinan terjadinya *basic event/ undesired event* (penyebab kegagalan) atau *cause* yang akan menimbulkan kegagalan yang berhubungan dengan (*Occurence*), dan kemampuan pengendalian proses yang digunakan untuk mendeteksi suatu *basic event/ undesired event* (penyebab kegagalan) atau *cause* kegagalan sebelum terjadi pada pelanggan (*Detection*). *Risk Priority Number* (RPN) diperoleh dari hasil perkalian antara nilai *Severity* (S), *Occurence* (O), dan *Detection* (D) secara matematis ditunjukkan dengan persamaan $RPN = S \times O \times D$.

Angka ini digunakan untuk mengidentifikasi risiko yang serius sebagai petunjuk untuk melakukan suatu tindakan perbaikan kualitas sehingga nilai *Risk Priority Number* (RPN) yang diperoleh sebelum perbaikan mengalami penurunan jika dibandingkan dengan perhitungan nilai *Risk Priority Number* (RPN) yang diperoleh sesudah perbaikan. Adapun tabel penilaian *Risk Priority Number* (RPN) untuk kegagalan proses sesudah perbaikan pada proses *assembling* produk *Disc Brake 4 Wheels Tipe New IMF R-60* dapat dilihat pada Tabel 5.12.

Tabel 5.12. Penentuan Nilai RPN Sesudah Perbaikan

Proses	Potensi Kegagalan	Efek Kegagalan	Severity	Penyebab Kegagalan	Occurence	Current Control	Detection	RPN
<i>Boot Piston Installations</i>	<i>Boot piston tidak fixed</i>	Tidak dapat dilanjutkan ke proses <i>boot check</i> dan <i>disc pad</i> tidak terpasang dengan baik sebab <i>boot piston</i> mengganjal <i>disc pad</i> dan perlu dilakukan <i>rework</i> area <i>groove</i> dan sebagian menjadi <i>scrap</i> .	7	<i>tool tumpul</i>	4	Pembersihan selang <i>water coolant</i>	3	84
				<i>tool counter up</i>	4	Pengecekan secara rutin <i>tool lifeboot bit</i>	4	112
				operator terburu-buru	4	Melakukan pengawasan pada operator	4	112
				terdapat <i>sludge</i>	4	Pengaturan voltase pada pelapisan <i>sealer</i>	3	84
				<i>roughness machining</i> kasar	4	Penambahan waktu proses <i>cylinder bore</i>	3	84

Sumber: (Pengolahan Data, 2016)

Tabel 5.13. Perbandingan Nilai RPN Sebelum dan Sesudah Perbaikan Kualitas

Proses	Potensi Kegagalan	Efek Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Current Control	RPN (Sebelum Perbaikan)	RPN (Sesudah Perbaikan)
Boot Piston Installation	Boot piston tidak fixed	Tidak dapat dilanjutkan ke proses <i>boot check</i> dan <i>disc pad</i> tidak terpasang dengan baik sebab <i>boot piston</i> mengganjal <i>disc pad</i> dan perlu dilakukan <i>rework area groove</i> dan sebagian menjadi <i>scrap</i> .	<i>tool</i> tumpul	Pembersihan selang <i>water coolant</i>	224	84
			<i>tool counter up</i>	Pengecekan secara rutin <i>tool lifeboot bit</i>	224	112
			operator terburu-buru	Melakukan pengawasan pada operator	168	112
			terdapat <i>sludge</i>	Pengaturan <i>voltase</i> pada pelapisan <i>sealer</i>	336	84
			<i>roughness machining</i> kasar	Penambahan waktu proses <i>cylinder bore</i>	336	84

Dari hasil perhitungan nilai RPN sebelum dan sesudah perbaikan kualitas dilakukan, diketahui bahwa terjadi penurunan nilai RPN terutama pada faktor utama penyebab terjadinya jenis cacat *boot piston* tidak *fixed* yaitu nilai RPN sebelum perbaikan senilai 336 dan sesudah perbaikan nilai RPN mengalami penurunan senilai 84.

5.9 Tabel Pendokumentasian *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Setelah dilakukan tindakan perbaikan dan perhitungan nilai RPN sesudah perbaikan diperoleh maka langkah selanjutnya adalah membuat tabel pendokumentasian FMEA. Pendokumentasian FMEA didasarkan pada hasil pengolahan data dengan menggunakan metode FMEA dan rencana perbaikan untuk RPN tertinggi. Fungsi tabel ini adalah sebagai pendokumentasian dari hasil pengolahan data untuk kegagalan yang paling berpengaruh. Pendokumentasian *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dapat dilihat pada Tabel 5.14.

Tabel 5.14. Pendokumentasian FMEA Sesudah Perbaikan

	Produksi	FMEA Worksheet					Team Leader : Robby			
							Date : 31 April 2016			
Product	Disc Brake 4Wheels									
Type	Tipe New IMF R-60									
Tujuan	Mengurangi jenis cacat <i>boot piston</i> tidak <i>fixed</i>									
Metode	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>									
Hasil yang diharapkan	Peningkatan jumlah produk yang baik									
Batasan-batasan	Metode yang efektif dengan tujuan mengidentifikasi dan mendahulukan masalah-masalah potensial (kegagalan) dengan peringkat tertinggi. Nilai RPN tertinggi pada faktor penyebab <i>body caliper</i> terdapat <i>sludge</i> dan <i>roughness machining</i> yang kasar									
Team	Arif, Budi, Robby, Tan Deddy, dan Christy									
	<i>Boot piston</i> tidak <i>fixed</i> adalah jenis cacat <i>boot piston</i> tidak masuk dengan sempurna pada <i>area groove body caliper</i>		Nilai RPN sebelum perbaikan:							
			, 224, 168, 224, 224, 336, 336,							
					Total RPN = 1960					
					Nilai RPN sesudah perbaikan:					
			84, 112, 112, 84, 84							
			Total RPN = 476							
<i>Process</i>	<i>Failure Mode</i>	<i>Failure Effect</i>	<i>S</i>	<i>Cause of Failure</i>	<i>O</i>	<i>Current Control</i>	<i>D</i>	<i>RPN</i>		
<i>Boot</i>	<i>Boot piston</i>	Tidak dapat	7	<i>tool tumpul</i>	4	Pembersihan selang <i>water coolant</i>	3	84		
<i>Piston</i>	<i>tidak fixed</i>	dilanjutkan ke		<i>tool counter up</i>	4	Pengecekan secara rutin <i>tool life boot</i>	4	112		
<i>Installations</i>		proses <i>boot check</i>		operator terburu-buru	4	Pengawasan pada operator	4	112		
		<i>boot piston</i>		terdapat <i>sludge</i>	4	Pengaturan voltase pada pelapisan <i>seal</i>	3	84		
		mengganjal <i>disc pad</i>		<i>roughness machining kasar</i>	4	Penambahan waktu <i>cylinder bore</i>	3	84		
Catatan										
Tindakan yang dilakukan:										
Mengontrol pelapisan <i>sealer</i> pada <i>body caliper</i> dengan cara pemberian voltase 3,8 V saat proses <i>plating</i>							Disetujui : Darmawan			
Penambahan waktu proses <i>cylinder bore</i> penghalusan semula 3 menit menjadi 5 menit agar <i>area groove body caliper</i> menjadi lebih halus.							Divisi : Quality			
Tujuan	<i>Roughness</i> < 6Rz sehingga <i>boot piston</i> terpasang dengan sempurna pada <i>area groove body caliper</i>							Jabatan: Manager QC		
Sumber: (Pengolahan Data, 2016)										

Sesuai dengan hasil dokumentasi hasil perhitungan RPN sesudah perbaikan dengan menggunakan metode FMEA diketahui bahwa tindakan perbaikan kualitas dilakukan pada jenis cacat *boot piston* tidak *fixed*. Hal ini dilakukan berdasarkan tingkat nilai RPN tertinggi yang diperoleh sebelum perbaikan. Perolehan nilai RPN untuk jenis cacat lainnya yaitu *boot piston* gelembung, *piston insert NG*, dan cacat pada *area inlet hole* dapat dijadikan pertimbangan untuk melakukan tindakan perbaikan kualitas selanjutnya sehingga hal ini akan memberikan manfaat bagi perusahaan untuk melakukan perbaikan terus-menerus terutama terhadap permasalahan yang menyangkut dengan terjadinya produk cacat pada perusahaan.

5.10 Perhitungan Peta Kendali P Sesudah Perbaikan

Untuk mengetahui apakah penyimpangan pada data cacat bulan April 2016 masih dalam batas kendali atau tidak, maka perlu dibuat peta kendali p. Maka dapat dilihat pada tabel 5.15 dan peta kendali p pada Gambar 5.2.

Tabel 5.15. Pengolahan Data Proporsi Cacat Harian April 2016

No	Tanggal	Banyaknya Sampel	Jumlah Cacat	Proporsi (P)	CL	UCL	LCL
1	06/04/2016	500	12	0,024	0,02578	0,04704	0,00452
2	07/04/2016	400	9	0,023	0,02578	0,04955	0,00201
3	08/04/2016	500	15	0,030	0,02578	0,04704	0,00452
4	11/04/2016	400	13	0,033	0,02578	0,04955	0,00201
5	12/04/2016	400	16	0,040	0,02578	0,04955	0,00201
6	13/04/2016	500	11	0,022	0,02578	0,04704	0,00452
7	14/04/2016	400	15	0,038	0,02578	0,04955	0,00201
8	15/04/2016	400	14	0,035	0,02578	0,04955	0,00201
9	16/04/2016	500	14	0,028	0,02578	0,04704	0,00452
10	18/04/2016	400	15	0,038	0,02578	0,04955	0,00201
11	19/04/2016	500	13	0,026	0,02578	0,04704	0,00452
12	20/04/2016	500	16	0,032	0,02578	0,04704	0,00452
13	21/04/2016	400	8	0,020	0,02578	0,04955	0,00201
14	22/04/2016	500	8	0,016	0,02578	0,04704	0,00452
15	23/04/2016	400	12	0,030	0,02578	0,04955	0,00201
16	25/04/2016	500	7	0,014	0,02578	0,04704	0,00452
17	26/04/2016	400	12	0,030	0,02578	0,04955	0,00201
18	27/04/2016	400	9	0,023	0,02578	0,04955	0,00201

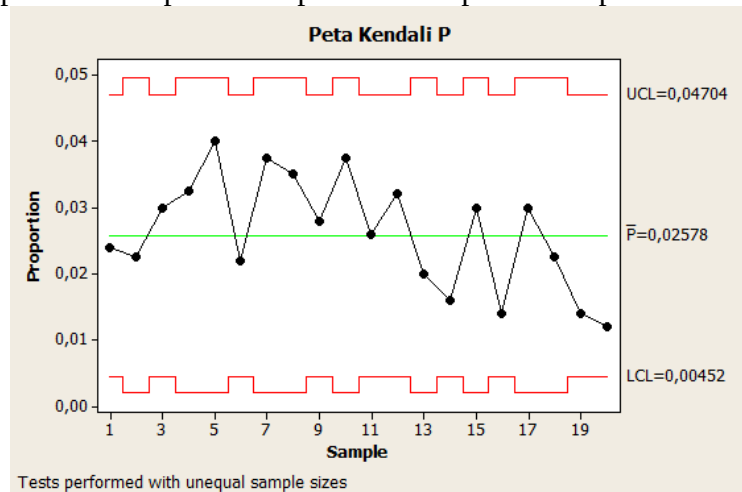
Lanjutan...

Tabel 5.15. Pengolahan Data Proporsi Cacat Harian April 2016 (Lanjutan)

No	Tanggal	Banyaknya Sampel	Jumlah Cacat	Proporsi (P)	CL	UCL	LCL
19	28/04/2016	500	7	0,014	0,02578	0,04704	0,00452
20	29/04/2016	500	6	0,012	0,02578	0,04704	0,00452
Total		9.000	232	0,526			

Sumber : (Pengolahan Data)

Gambar peta kendali p sesudah perbaikan dapat dilihat pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2. Peta Kendali P Sesudah Perbaikan

Sumber : (Pengolahan Data)

Gambar 5.2 diatas, terlihat bahwa semua data proporsi cacat berada dalam batas pengendalian (*in control*), yang berarti produk cacat yang dihasilkan pada masing-masing observasi tersebut masih dalam batas yang diisyaratkan atau diperbolehkan.

5.11 Perhitungan Nilai DPMO dan Level Sigma Sesudah Perbaikan

Setelah melakukan tindakan perbaikan kualitas, maka langkah selanjutnya yang perlu dilakukan adalah menghitung nilai DPMO dan *level sigma* perusahaan. Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah tindakan perbaikan kualitas yang telah dilakukan dapat meningkatkan *level sigma* yang dimiliki oleh perusahaan. Perhitungan DPMO sesudah dilakukan perbaikan adalah sebagai berikut:

1. Defect Per Milion Opportunities (DPMO)

Perhitungan nilai DPMO adalah sebagai berikut:

a. Unit (U)

Jumlah yang diperiksa pada April 2016 sebanyak 9.000 unit.

b. *Opportunities* (OP)

Berdasarkan persyaratan karakteristik kebutuhan pelanggan, maka dapat diketahui terdapat 4 kesempatan terjadinya *defect* yaitu *boot piston* tidak *fixed*, *boot piston* gelembung, *piston insert* NG, cacat pada area *inlet hole*. Oleh karena itu, terdapat 4 kesempatan terjadinya *defect* pada setiap unit produk yang dihasilkan.

c. *Defect* (D)

Jumlah *defect* produksi pada April 2016 sebesar 232 unit.

d. *Defect Per Unit* (DPU)

$$\begin{aligned} \text{DPU} &= \frac{D}{U} \\ &= \frac{232}{9.000} = 0,0257 \end{aligned}$$

e. *Total Opportunities* (TOP)

$$\begin{aligned} \text{TOP} &= U \times \text{OP} \\ &= 9.000 \times 4 \\ &= 36.000 \end{aligned}$$

f. *Defect Per Opportunities* (DPO)

$$\begin{aligned} \text{DPO} &= \frac{D}{\text{TOP}} \\ &= \frac{232}{36.000} = 0,006444 \end{aligned}$$

g. *Defect Per Milion Opportunities* (DPMO)

$$\begin{aligned} \text{DPMO} &= \text{DPO} \times 10^6 \\ &= 0,006444 \times 1.000.000 \\ &= 6.444 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa jumlah *defect* per satu juta kesempatan (DPMO) sesudah perbaikan adalah 6.444 unit.

3. Nilai *Sigma*

Setelah mengetahui nilai DPMO perusahaan, selanjutnya adalah menghitung *level Sigma*. *Level Sigma* diperoleh dengan mengkonversikan nilai DPMO perusahaan dengan tabel *level Sigma*. Dari perhitungan

sebelumnya diketahui bahwa DPMO perusahaan sesudah perbaikan adalah 6.444 DPMO.

Pada tabel *level Sigma* nilai 6.444 DPMO berada pada *level sigma* 3,98 – 3,99 maka untuk mengetahui *level Sigma* perusahaan dilakukan dengan interpolasi, untuk nilai DPMO 3,98 = 6.569 dan 3,99 = 6.387 sehingga *level Sigma* perusahaan adalah sebagai berikut:

$$\frac{6.569-6.387}{6.569-6.444} = \frac{3,98-x}{x-3,99}$$

$$\frac{182}{125} = \frac{3,98-x}{x-3,99}$$

$$182 (x - 3,99) = 125(3,99 - x)$$

$$182 x - 726,18 = 498,75 - 125 x$$

$$182x + 125x = 498,75 + 726,18$$

$$307x = 1224,93$$

$$x = 3,99$$

Sesuai dengan hasil perhitungan interpolasi diatas, maka dapat diketahui bahwa nilai *level Sigma* PT Akebono Brake Astra Indonesia sesudah dilakukan tindakan perbaikan kualitas adalah sebesar 3,99. Nilai perbandingan DPMO dan *level Sigma* sebelum dan sesudah perbaikan dapat dilihat pada Tabel 5.16.

Tabel 5.16. Perbandingan DPMO Dan *Level Sigma*

Tindakan Perbaikan Kualitas	Nilai DPMO	Keterangan	<i>Level Sigma</i>	Keterangan
Sebelum Perbaikan	9.128 unit	Turun 41,65%	3,859	Naik 3,28%
Sesudah Perbaikan	6.444 unit		3,99	

Berdasarkan tabel diatas, nilai DPMO dan *level Sigma* yang diperoleh perusahaan sesudah perbaikan kualitas mengalami kemajuan yaitu perusahaan mengalami penurunan DPMO sebesar 41,65 % dan mengalami kenaikan *level Sigma* sebesar 3,28%.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis masalah yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh bahwa jenis-jenis produk cacat pada proses *assembling* adalah *boot piston* tidak *fixed*, *boot piston* gelembung, *piston insert Not Good (NG)*, dan *area inlet body caliper* cacat.
2. Faktor penyebab produk cacat pada proses *assembling* adalah berasal dari faktor material yaitu *roughness machining* kasar, terdapat *sludge*, terkena *scrap*, *seal* yang tidak bersih, tidak adanya pelindung pada *area inlet* dan jumlah *body caliper* dalam *box* melebihi batas maksimum. Faktor manusia yaitu operator yang tidak teliti, terburu-buru, dan tidak hati-hati. Faktor mesin yaitu *tool* tumpul, *tool counter up*, *positioning boot piston* gagal, dan umur mesin yang sudah tua. Faktor metode yaitu informasi visual pada SOP kurang lengkap.
3. Perhitungan nilai DPMO sebelum perbaikan adalah 9.128 dan setelah dilakukan perbaikan nilai DPMO turun 41,65 % menjadi 6.444. Perhitungan *level Sigma* sebelum perbaikan adalah 3,859 dan setelah dilakukan perbaikan *level Sigma* naik 3,28 % menjadi 3,99.
4. Perhitungan nilai *Risk Priority Number (RPN)* tertinggi sebelum perbaikan adalah 336 dan setelah dilakukan perbaikan menjadi 84.
5. Tindakan perbaikan kualitas untuk meminimasi jenis cacat *boot piston* tidak *fixed* adalah mengontrol pelapisan *seal* pada *body caliper*, penambahan waktu proses penghalusan *cylinder bore*, menyediakan alat penutup pada wadah *boot piston* serta kain pembersih pada mesin *boot piston installations*, melakukan pengecekan pada *area groove body caliper*, melakukan pengawasan pada operator serta menambah alat pengecekan *roughness*, melakukan pembersihan selang *water coolant*, melakukan

pengecekan secara teratur pada *tool life boot bit* proses *cylinder bore*, dan menggunakan *guide jig* pada mesin *boot piston installations*.

6.2 Saran

Dari hasil penelitian yang dilakukan di PT Akebono Brake Astra Indonesia, maka ada beberapa saran yang dapat dijadikan sebagai bahan masukan yang dapat dipertimbangkan oleh manajemen yang menangani produk cacat khususnya pada proses *assembling* dalam mengambil tindakan yang tepat guna. Adapun saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Perusahaan sebaiknya lebih memperhatikan masalah kualitas produknya khususnya jenis produk cacat pada proses *assembling*.
2. Departemen yang menangani kualitas ,sebaiknya sering mengadakan tukar pikiran ataupun membuka forum diskusi untuk membicarakan dan menganalisis masalah kualitas mengenai faktor-faktor penyebab produk cacat.
3. Perusahaan sebaiknya melakukan perbaikan terus-menerus terhadap kualitas produk agar dapat meningkatkan *level Sigma* perusahaan.
4. Perusahaan sebaiknya melakukan perbaikan terus-menerus untuk mencari solusi mengenai kualitas. Solusi dapat dilakukan dengan menggunakan metode FMEA dan FTA agar dapat membantu mengidentifikasi produk cacat dan memilih prioritas pemecahan masalah berdasarkan nilai *Risk Priority Number (RPN)* tertinggi.
5. Perusahaan dapat menggunakan metode 5W + 1H untuk menjadi solusi mengenai permasalahan kualitas sehingga dapat menyelesaikan permasalahannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Atmadi, Sutrisno. 2011. *Tujuh Alat Bantu Analisa Gugus Mutu*. Jakarta: Nuansa Graphis.
- Atmadi, Sutrisno. 2011. *Panduan Membangun Gugus Mutu*. Jakarta: Bernam.
- Gaspersz, Vincent. 2002. *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi Dengan ISO 9001:2000, MBNQA, dan HACCP*. Jakarta: PT Gramedia Pusaka Utama.
- Gaspersz, Vincent. 2006. *Total Quality Management (Untuk Praktisi Bisnis dan Industri)*. Jakarta: PT Gramedia.
- Gasperz, Vincent. 1998. *Statistical Process Control*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama
- Ginting, Rosnani. 2007. *Sistem Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Juran, J.M. 1970. *Quality Planning and Analysis*. New Delhi: McGraw-Hill.
- Juran, J.M. 1980. *Quality Planning and Analysis (Second Edition)*. New York: McGraw-Hill.
- Lindsay, Evans. 2007. *Pengantar Six Sigma*. Jakarta: Salemba Empat.
- Mutis, Thoby, Vincent Gaspersz. 1994. *Nuansa Menuju Perbaikan Kualitas dan Produktivitas*. Jakarta: Universitas Trisakti.
- Peter S, Pande, Robert P Neuman., Roland R Cavanagh. 2002. *The Six Sigma Way*. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.
- Priyanta, Dwi. 2002. *Keandalan dan Perawatan: Modul 1 Probabilitas*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Pyzdek, Thomas. 2003. *The Six Sigma Project Planning*. New York: McGraw-Hill.
- Sofyan, Iban. 2005. *Manajemen Risiko*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Syukron, Amin, Muhammad Kholil. 2013. *Six Sigma Quality for Business Improvment*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Tjiptono, Fandy, Anastasia Diana. 2003. *Total Quality Management*. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.

Vesley, W.E. 1981. *Fault Tree Handbook*. Washington, D.C: U.S. Nuclear Regulatory Commission.

LAMPIRAN

LAMPIRAN A



Gambar 1: *Disc Brake 4 Wheels Tipe New IMF-R60* (Tampak Depan)



Gambar 2: *Disc Brake 4 Wheels Tipe New IMF-R60* (Tampak Samping)

LAMPIRAN B

Konversi DPMO ke Nilai Sigma Berdasarkan Konsep Motorola

Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO
0,00	933.193	0,51	838.913	1,02	684.386	1,53	488.033
0,01	931.888	0,52	836.457	1,03	680.822	1,54	484.047
0,02	930.563	0,53	833.977	1,04	677.242	1,55	480.061
0,03	929.219	0,54	831.472	1,05	673.645	1,56	476.078
0,04	927.855	0,55	828.944	1,06	670.031	1,57	472.097
0,05	926.471	0,56	826.391	1,07	666.402	1,58	468.119
0,06	925.066	0,57	823.814	1,08	662.757	1,59	464.144
0,07	923.641	0,58	821.214	1,09	659.097	1,60	460.172
0,08	922.196	0,59	818.589	1,10	655.422	1,61	456.205
0,09	920.730	0,60	815.940	1,11	651.732	1,62	452.242
0,10	919.243	0,61	813.267	1,12	648.027	1,63	448.283
0,11	917.736	0,62	810.570	1,13	644.309	1,64	444.330
0,12	916.207	0,63	807.850	1,14	640.576	1,65	440.382
0,13	914.656	0,64	805.106	1,15	636.831	1,66	436.441
0,14	913.085	0,65	802.338	1,16	633.072	1,67	432.505
0,15	911.492	0,66	799.546	1,17	629.300	1,68	428.576
0,16	909.877	0,67	796.731	1,18	625.516	1,69	424.655
0,17	908.241	0,68	793.892	1,19	621.719	1,70	420.740
0,18	906.582	0,69	791.030	1,20	617.911	1,71	416.834
0,19	904.902	0,70	788.145	1,21	614.092	1,72	412.936
0,20	903.199	0,71	785.236	1,22	610.261	1,73	409.046
0,21	901.475	0,72	782.305	1,23	606.420	1,74	405.165
0,22	899.727	0,73	779.350	1,24	602.568	1,75	401.294
0,23	897.958	0,74	776.373	1,25	598.706	1,76	397.432
0,24	896.165	0,75	773.373	1,26	594.835	1,77	393.580
0,25	894.350	0,76	770.350	1,27	590.954	1,78	389.739
0,26	892.512	0,77	767.305	1,28	587.064	1,79	385.908
0,27	890.651	0,78	764.238	1,29	583.166	1,80	382.089
0,28	888.767	0,79	761.148	1,30	579.260	1,81	378.281
0,29	886.860	0,80	758.036	1,31	575.345	1,82	374.484
0,30	884.930	0,81	754.903	1,32	571.424	1,83	370.700
0,31	882.977	0,82	751.748	1,33	567.495	1,84	366.928
0,32	881.000	0,83	748.571	1,34	563.559	1,85	363.169
0,33	878.999	0,84	745.373	1,35	559.618	1,86	359.424
0,34	876.976	0,85	742.154	1,36	555.670	1,87	355.691
0,35	874.928	0,86	738.914	1,37	551.717	1,88	351.973
0,36	872.857	0,87	735.653	1,38	547.758	1,89	348.268
0,37	870.762	0,88	732.371	1,39	543.795	1,90	344.578
0,38	868.643	0,89	729.069	1,40	539.828	1,91	340.903
0,39	866.500	0,90	725.747	1,41	535.856	1,92	337.243
0,40	864.334	0,91	722.405	1,42	531.881	1,93	333.598
0,41	862.143	0,92	719.043	1,43	527.903	1,94	329.969
0,42	859.929	0,93	715.661	1,44	523.922	1,95	326.355
0,43	857.690	0,94	712.260	1,45	519.939	1,96	322.758
0,44	855.428	0,95	708.840	1,46	515.953	1,97	319.178
0,45	853.141	0,96	705.402	1,47	511.967	1,98	315.614
0,46	850.830	0,97	701.944	1,48	507.978	1,99	312.067
0,47	848.495	0,98	698.468	1,49	503.989	2,00	308.538
0,48	846.136	0,99	694.974	1,50	500.000	2,01	305.026
0,49	843.752	1,00	691.462	1,51	496.011	2,02	301.532
0,50	841.345	1,01	687.933	1,52	492.022	2,03	298.056

Sumber: nilai-nilai dibangkitkan menggunakan program oleh: Vincent Gaspersz (2002)

Konversi DPMO ke Nilai Sigma Berdasarkan Konsep Motorola (Lanjutan)

Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO
2,04	294.598	2,55	146.859	3,06	59.380	3,57	19.226
2,05	291.160	2,56	144.572	3,07	58.208	3,58	18.763
2,06	287.740	2,57	142.310	3,08	57.053	3,59	18.309
2,07	284.339	2,58	140.071	3,09	55.917	3,60	17.864
2,08	280.957	2,59	137.857	3,10	54.799	3,61	17.429
2,09	277.595	2,60	135.666	3,11	53.699	3,62	17.003
2,10	274.253	2,61	133.500	3,12	52.616	3,63	16.586
2,11	270.931	2,62	131.357	3,13	51.551	3,64	16.177
2,12	267.629	2,63	129.238	3,14	50.503	3,65	15.778
2,13	264.347	2,64	127.143	3,15	49.471	3,66	15.386
2,14	261.086	2,65	125.072	3,16	48.457	3,67	15.003
2,15	257.846	2,66	123.024	3,17	47.460	3,68	14.629
2,16	254.627	2,67	121.001	3,18	46.479	3,69	14.262
2,17	251.429	2,68	119.000	3,19	45.514	3,70	13.903
2,18	248.252	2,69	117.023	3,20	44.565	3,71	13.553
2,19	245.097	2,70	115.070	3,21	43.633	3,72	13.209
2,20	241.964	2,71	113.140	3,22	42.716	3,73	12.874
2,21	238.852	2,72	111.233	3,23	41.815	3,74	12.545
2,22	235.762	2,73	109.349	3,24	40.929	3,75	12.224
2,23	232.695	2,74	107.488	3,25	40.059	3,76	11.911
2,24	229.650	2,75	105.650	3,26	39.204	3,77	11.604
2,25	226.627	2,76	103.835	3,27	38.364	3,78	11.304
2,26	223.627	2,77	102.042	3,28	37.538	3,79	11.011
2,27	220.650	2,78	100.273	3,29	36.727	3,80	10.724
2,28	217.695	2,79	98.525	3,30	35.930	3,81	10.444
2,29	214.764	2,80	96.801	3,31	35.148	3,82	10.170
2,30	211.855	2,81	95.098	3,32	34.379	3,83	9.903
2,31	208.970	2,82	93.418	3,33	33.625	3,84	9.642
2,32	206.108	2,83	91.759	3,34	32.884	3,85	9.387
2,33	203.269	2,84	90.123	3,35	32.157	3,86	9.137
2,34	200.454	2,85	88.508	3,36	31.443	3,87	8.894
2,35	197.662	2,86	86.915	3,37	30.742	3,88	8.656
2,36	194.894	2,87	85.344	3,38	30.054	3,89	8.424
2,37	192.150	2,88	83.793	3,39	29.379	3,90	8.198
2,38	189.430	2,89	82.264	3,40	28.716	3,91	7.976
2,39	186.733	2,90	80.757	3,41	28.067	3,92	7.760
2,40	184.060	2,91	79.270	3,42	27.429	3,93	7.549
2,41	181.411	2,92	77.804	3,43	26.803	3,94	7.344
2,42	178.786	2,93	76.359	3,44	26.190	3,95	7.143
2,43	176.186	2,94	74.934	3,45	25.588	3,96	6.947
2,44	173.609	2,95	73.529	3,46	24.998	3,97	6.756
2,45	171.056	2,96	72.145	3,47	24.419	3,98	6.569
2,46	168.528	2,97	70.781	3,48	23.852	3,99	6.387
2,47	166.023	2,98	69.437	3,49	23.295	4,00	6.210
2,48	163.543	2,99	68.112	3,50	22.750	4,01	6.037
2,49	161.087	3,00	66.807	3,51	22.215	4,02	5.868
2,50	158.655	3,01	65.522	3,52	21.692	4,03	5.703
2,51	156.248	3,02	64.256	3,53	21.178	4,04	5.543
2,52	153.864	3,03	63.008	3,54	20.675	4,05	5.386
2,53	151.505	3,04	61.780	3,55	20.182	4,06	5.234
2,54	149.170	3,05	60.571	3,56	19.699	4,07	5.085

Sumber: nilai-nilai dibangkitkan menggunakan program oleh: Vincent Gaspersz (2002)

Konversi DPMO ke Nilai Sigma Berdasarkan Konsep Motorola (Lanjutan)

Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO
4,08	4.940	4,59	1.001	5,10	159	5,61	20
4,09	4.799	4,60	968	5,11	153	5,62	19
4,10	4.661	4,61	936	5,12	147	5,63	18
4,11	4.527	4,62	904	5,13	142	5,64	17
4,12	4.397	4,63	874	5,14	136	5,65	17
4,13	4.269	4,64	845	5,15	131	5,66	16
4,14	4.145	4,65	816	5,16	126	5,67	15
4,15	4.025	4,66	789	5,17	121	5,68	15
4,16	3.907	4,67	762	5,18	117	5,69	14
4,17	3.793	4,68	736	5,19	112	5,70	13
4,18	3.681	4,69	711	5,20	108	5,71	13
4,19	3.573	4,70	687	5,21	104	5,72	12
4,20	3.467	4,71	664	5,22	100	5,73	12
4,21	3.364	4,72	641	5,23	96	5,74	11
4,22	3.264	4,73	619	5,24	92	5,75	11
4,23	3.167	4,74	598	5,25	88	5,76	10
4,24	3.072	4,75	577	5,26	85	5,77	10
4,25	2.980	4,76	557	5,27	82	5,78	9
4,26	2.890	4,77	538	5,28	78	5,79	9
4,27	2.803	4,78	519	5,29	75	5,80	9
4,28	2.718	4,79	501	5,30	72	5,81	8
4,29	2.635	4,80	483	5,31	70	5,82	8
4,30	2.555	4,81	467	5,32	67	5,83	7
4,31	2.477	4,82	450	5,33	64	5,84	7
4,32	2.401	4,83	434	5,34	62	5,85	7
4,33	2.327	4,84	419	5,35	59	5,86	7
4,34	2.256	4,85	404	5,36	57	5,87	6
4,35	2.186	4,86	390	5,37	54	5,88	6
4,36	2.118	4,87	376	5,38	52	5,89	6
4,37	2.052	4,88	362	5,39	50	5,90	5
4,38	1.988	4,89	350	5,40	48	5,91	5
4,39	1.926	4,90	337	5,41	46	5,92	5
4,40	1.866	4,91	325	5,42	44	5,93	5
4,41	1.807	4,92	313	5,43	42	5,94	5
4,42	1.750	4,93	302	5,44	41	5,95	4
4,43	1.695	4,94	291	5,45	39	5,96	4
4,44	1.641	4,95	280	5,46	37	5,97	4
4,45	1.589	4,96	270	5,47	36	5,98	4
4,46	1.538	4,97	260	5,48	34	5,99	4
4,47	1.489	4,98	251	5,49	33	6,00	3
4,48	1.441	4,99	242	5,50	32	Catatan: Tabel konversi ini Mencakup penggeseran 1,5- sigma untuk semua nilai Z	
4,49	1.395	5,00	233	5,51	30		
4,50	1.350	5,01	224	5,52	29		
4,51	1.306	5,02	216	5,53	28		
4,52	1.264	5,03	208	5,54	27		
4,53	1.223	5,04	200	5,55	26		
4,54	1.183	5,05	193	5,56	25		
4,55	1.144	5,06	185	5,57	24		
4,56	1.107	5,07	179	5,58	23		
4,57	1.070	5,08	172	5,59	22		
4,58	1.035	5,09	165	5,60	21		

Sumber: nilai-nilai dibangkitkan menggunakan program oleh: Vincent Gaspersz (2002)

Lampiran C

<i>Check Sheet</i>					
Produksi: <i>Disc Brake 4 Wheels Tipe New IMF R-60</i>				Bulan Maret 2016	
Tanggal	Jenis Cacat				Jumlah
Pemeriksaan	<i>Boot piston</i>	<i>Boot piston</i>	<i>Piston</i>	<i>Cacat pad</i>	
	<i>tidak fixed</i>	<i>gelembung</i>	<i>insert NG</i>	<i>area inlet</i>	
01-Mar-16	IIIIIIIIII	I	II	II	19
02-Mar-16	IIIIIIII				10
03-Mar-16	IIIIIIII		II		11
04-Mar-16	IIIIIIII I	I		III	15
07-Mar-16	IIIIIIIIII	I	IIII	IIII	23
08-Mar-16	IIIIIIII II				12
09-Mar-16	IIIIIIIIII	III	IIII	IIII	21
10-Mar-16	IIIIIIIIII		I		13
11-Mar-16	IIIIIIII I	IIII	II	IIII	26
14-Mar-16	IIIIIIIIII	III	I	IIII	24
15-Mar-16	IIIIIIII I	I	III		15
16-Mar-16	IIIIIIIIII	II	III	III	22
17-Mar-16	IIIIIIII	IIII	II	II	18
18-Mar-16	IIIIIIII III	I			14
21-Mar-16	IIIIIIII		III	IIII	17
22-Mar-16	IIIIIIIIII		I		16
23-Mar-16	IIIIIIII		I	III	13
24-Mar-16	IIIIIIII I	III	II	IIII	20
25-Mar-16	IIII III	IIII III	IIII II	IIII	27
28-Mar-16	IIIIIIII		II	IIII	16
29-Mar-16	IIIIIIII I	III		III	17
30-Mar-16	IIII II	I	IIII		12
31-Mar-16	IIIIIIII	IIII	III		17
Jumlah	256	44	46	52	398

Check Sheet

Produksi: Disc Brake 4 Wheels Tipe New IMF R-60

Bulan April 2016

Tanggal	Jenis Cacat				Jumlah
Pemeriksaan	<i>Boot piston</i>	<i>Boot piston</i>	<i>Piston</i>	<i>Cacat pada</i>	
	<i>tidak fixed</i>	<i>gelembung</i>	<i>insert NG</i>	<i>area inlet</i>	
06-Apr-16	III II		III	II	12
07-Apr-16	III	I		III	9
08-Apr-16	III IIII	II	IIII		15
11-Apr-16	III III			III	13
12-Apr-16	III II	II	III	IIII	16
13-Apr-16	III III	III			11
14-Apr-16	III IIII		IIII		15
15-Apr-16	III I	IIII		IIII	14
16-Apr-16	III IIII		III		14
18-Apr-16	III	III	II	III	15
19-Apr-16	III III		III		13
20-Apr-16	III III	IIII		IIII	16
21-Apr-16	III I		II		8
22-Apr-16	III III				8
23-Apr-16	III	III		IIII	12
25-Apr-16	III II				7
26-Apr-16	III II	II		III	12
27-Apr-16	III III		I		9
28-Apr-16	IIII	II		I	7
29-Apr-16	III			I	6
Jumlah	143	26	27	36	232

LAMPIRAN D

	Produksi	FMEA Worksheet					Team Leader : Robby	
								Date : 01 April 2016
Product	Disc Brake 4Wheels							
Type	Tipe New IMF R-60							
Tujuan	Mengurangi jenis cacat <i>boot piston</i> tidak <i>fixed</i>							
Metode	Failure Mode and Effect Analysis							
Hasil yang diharapkan	Peningkatan jumlah produk yang baik							
Batasan-batasan	Metode yang efektif dengan tujuan mengidentifikasi dan mendahulukan masalah-masalah potensial (kegagalan) dengan peringkat tertinggi.							
Team	Arif, Budi, Robby, Tan Deddy, dan Christy							
	<i>Boot piston</i> tidak <i>fixed</i> adalah jenis cacat <i>boot piston</i> tidak masuk dengan sempurna pada <i>area groove body caliper</i>							
<i>Process</i>	<i>Failure Mode</i>	<i>Failure Effect</i>	<i>S</i>	<i>Cause of Failure</i>	<i>O</i>	<i>Current Control</i>	<i>D</i>	<i>RPN</i>
<i>Boot Piston Installations</i>	<i>Boot piston tidak fixed</i>	Tidak dapat dilanjutkan ke proses <i>boot check boot piston</i> mengganjal <i>disc pad</i>	7	<i>tool</i> tumpul	8	Pengawasan dilakukan secara visual	4	224
				<i>tool counter up</i>	8	Pengawasan dilakukan secara visual	4	224
				<i>boot piston</i> saat naik bergeser	8	Alarm dari mesin <i>boot check</i>	3	168
				operator tidak teliti	8	Memberikan penjelasan saat <i>briefing</i>	4	224
				operator terburu-buru	8	Memberikan penjelasan saat <i>briefing</i>	4	224
				terdapat <i>sludge</i>	8	Alat <i>test roughness</i> secara <i>sampling</i>	6	336
				<i>roughness machining</i> kasar	8	Alat <i>test roughness</i> secara <i>sampling</i>	6	336
				terkena sisa <i>scrap</i>	8	Pengawasan dilakukan secara visual	4	224
								Disetujui : Darmawan
								Divisi : Quality
								Jabatan: Manager QC

LAMPIRAN E



Gambar 3: Layout PT Akebono Brake Astra Indonesia