

**USULAN PERBAIKAN KUALITAS KOMPONEN *PART RUDDER*
PESAWAT CN-235 DENGAN METODE DMAIC
PADA PROSES *BONDING COMPOSITE*
DI PT DIRGANTARA INDONESIA**

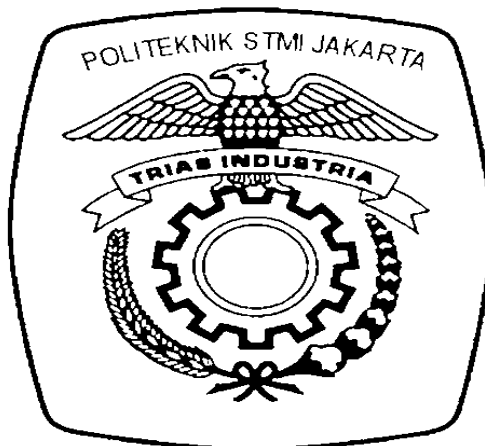
TUGAS AKHIR

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

Disusun Oleh :

NAMA : DEFRI FERDIANSYAH

NIM : 1112017



POLITEKNIK STMI

KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN REPUBLIK INDONESIA

JAKARTA

2016

LEMBAR KONSULTASI

BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama : Defri Ferdiansyah

Nim : 1112017

Judul : **"USULAN PERBAIKAN KUALITAS KOMPONEN PART
RUDDER PESAWAT CN-235 DENGAN METODE DMAIC PADA PROSES BONDING
COMPOSITE DI PT DIRGANTARA INDONESIA"**

Tanggal	Keterangan	Paraf
28/09/2016	Bab I, Revisi, Siapkan Bab II	
29/09/2016	Bab I dan II, Bab I Acc, Bab II Revisi	
30/09/2016	Bab II dan III, Bab II Acc, Siapkan Bab III	
3/10/2016	Bab III dan IV, Bab III Revisi, Siapkan Bab IV	
4/10/2016	Bab III dan IV, Bab III & IV Revisi	
5/10/2016	Bab III dan IV, Bab III Acc, & IV Revisi	
6/10/2016	Bab IV & V, Bab IV Acc, Bab V Revisi	
7/10/2016	Bab V, Bab V Revisi	

10/10/2016	Bab V, Bab V Revisi	
11/10/2016	Bab VI, Bab V Acc	
12/10/2016	Bab VI, Bab VI Revisi	
14/10/2016	Bab VI Acc	

Jakarta, 14 Oktober 2016

Dosen Pembimbing,

Juhari Masudi, SMI, MM

**POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R. I**

TANDA PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING

JUDUL TUGAS AKHIR :

**“USULAN PERBAIKAN KUALITAS KOMPONEN PART *RUDDER*
PESAWAT CN-235 DENGAN METODE DMAIC PADA PROSES
BONDING COMPOSITE DI PT DIRGANTARA INDONESIA”**

DISUSUN OLEH

**NAMA : Defri Ferdiansyah
NIM : 1112017
PROGRAM STUDI : TEKNIK INDUSTRI OTOMOTIF**

**Telah Diperiksa dan Disetujui Untuk Diajukan dan
Dipertahankan Dalam Ujian Tugas Akhir
Politeknik STMI Jakarta**

**Jakarta, Oktober 2016
Dosen Pembimbing**

**Juhari Masudi, SMI, MM
195404101982031001**

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya mahasiswa Program Studi Teknik Industri Otomotif, Politeknik STMI

Nama : Defri Ferdiansyah
NIM : 1112017
Program Studi : Teknik Industri Otomotif

Dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir yang saya buat dengan Judul:

- **“USULAN PERBAIKAN KUALITAS KOMPONEN PART RUDDER PESAWAT CN-235 DENGAN METODE DMAIC PADA PROSES BONDING COMPOSITE DI PT DIRGANTARA INDONESIA”** Dibuat dan diselesaikan sendiri, dengan menggunakan *literature* hasil kuliah, survei lapangan, Dosen Pembimbing dan melalui tanya jawab maupun asistensi serta buku-buku jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada tugas akhir ini.
- Bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar Sarjana di Universitas/Perguruan Tinggi lain, kecuali pada bagian-bagian tertentu digunakan sebagai referensi pendukung untuk melengkapi informasi dan sumber informasi dengan dicantumkan melalui referensi yang semestinya.
- Bukan merupakan karya tulis terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya Tugas Akhir saya.

Jika terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah dinyatakan seperti di atas, maka karya Tugas Akhir saya ini dibatalkan

Jakarta, Oktober 2016

Yang Membuat Pernyataan

Defri Ferdiansyah

ABSTRAK

Perkembangan industri di Indonesia saat ini sudah mengalami transformasi dari berbagai sisi, hal tersebut dibuktikan dengan adanya peremajaan mesin-mesin konvensional menjadi mesin yang kaya akan teknologi serta meminimalkan keterlibatan pekerja dalam kegiatan produksi. Seiring dengan perkembangan dan transformasi tersebut, tentu menyebabkan ketatnya persaingan antar perusahaan. PT Dirgantara Indonesia sebagai satu-satunya perusahaan Badan Usaha Milik Negara (BUMN), perusahaan *job order* yang bergerak di bidang Industri Pesawat Terbang di Indonesia, dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan permintaan pesawat terbang dan hal-hal yang menyangkut kedirgantaraan khususnya kebutuhan dalam negeri. PT DIRGANTARA INDONESIA sering kali dihadapkan pada kondisi adanya produk yang mengalami kegagalan atau produk cacat. Banyaknya produk cacat dari produk *radder* ini menyebabkan kualitas dari proses ini kurang baik. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan faktor penyebab cacat produk dan memperbaikinya, untuk mengatasi hal tersebut digunakan metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) yang kemudian menggunakan diagram sebab akibat untuk menganalisis dari faktor tersebut. Hasil yang diproses penyebab cacat pada *radder* yaitu butsu, spot NG, penyok, dan benjol. Jumlah cacat terbesar yaitu cacat butsu hal ini disebabkan oleh faktor manusia, mesin, material, lingkungan, dan metode. Jenis cacat yang akan dianalisis penyebabnya adalah cacat butsu dan spot NG karena merupakan cacat kumulatif terbesar, dengan mengatasi masalah sebesar 54,2% diharapkan akan mengakomodir 45,8% masalah lainnya. Nilai DPMO yang didapat sebesar 75.022 unit sedangkan nilai *sigma* yang didapat sebesar 2,931. Usulan perbaikan yang didapat yaitu perusahaan hendaknya memberikan pelatihan terhadap operator baru atau lama minimal 6 bulan sekali, melakukan pengawasan terhadap operator yang lalai saat bekerja, ditambahkan tenaga kerja *quality control* agar disetiap proses ada pengecekan, dibuatkan SOP kerja, dan melakukan proses pengovenan sesuai standar yang telah ditetapkan sebelumnya.

Kata Kunci: DMAIC, *Six Sigma*, DPMO, Dirgantara Indonesia, Pesawat CN- 235. *Rudder*.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan. Tugas Akhir ini dengan judul **“USULAN PERBAIKAN KUALITAS PRODUK KOMPONEN PART *RUDDER* PESAWAT CN-235 DENGAN METODE DMAIC PADA PROSES *BONDING COMPOSITE* DI PT DIRGANTARA INDONESIA”**

Penulisan laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu persyaratan akademis untuk menyelesaikan Program Studi D-IV di Politeknik STMI Kementerian Perindustrian RI, Jurusan Teknik dan Manajemen Industri.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada Ayah dan Ibu yang tak henti-hentinya berdoa dan memotivasi untuk kemudahan dan kelancaran dalam penulisan tugas akhir ini, tak lupa untuk kakak serta adik-adik saya yang telah mendukung dan membantu penulis dalam bentuk moril maupun materil. Pada kesempatan ini pula ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

- Bapak Dr. Mustofa, ST, MT. selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta.
- Bapak Dr. Ridzky Kramanandita, S.Kom, MT. selaku Pembantu Direktur I.
- Bapak Muhamad Agus, ST, MT. selaku Ketua Prodi Teknik Industri Otomotif.
- Bapak Juhari Masudi, SMI, MM selaku dosen pembimbing yang telah bersedia membantu memberikan bimbingan serta pengarahan kepada penulis selama penulisan laporan Tugas Akhir ini.
- DR, Huwae Elias Paulus, M.Sc, MM, MBA selaku dosen pembimbing akademik.
- Bapak Imam Suwanto PT Dirgantara Indonesia yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melaksanakan kerja praktik di PT Dirgantara Indonesia.
- Bapak Albertus Darmawan, selaku *Supervisor quality control komponen* dan pembimbing lapangan yang telah banyak membantu penulis selama praktek kerja lapangan.
- Bapak Suherman, Bapak Gunawan Rustandi selaku *Bonding Composite* yang telah bersedia meluangkan waktu dan tenaganya untuk membimbing, memotivasi, dan

mengajarkan penulis banyak hal dalam penyusunan laporan praktek kerja lapangan.

- Bapak Wardana dan Bapak Widi selaku *Leader* produksi yang telah membantu penulis dalam hal pengumpulan data selama praktek kerja lapangan dan berbagi ilmu kepada penulis dalam penyusunan laporan praktek kerja lapangan.
- Seluruh karyawan *Bonding Composite* yang telah membantu penulis dalam melengkapi data-data dan informasi yang sangat berguna untuk penyusunan laporan kerja praktek ini.
- Seluruh teman-teman di kampus Politeknik STMI, terutama TMI angkatan 2012.
- Sahabat-sahabatku yang tercinta Fairul Cahyadi, Muhammad Gozali, Abdul Karim dan Fauzul Azima.
- Dan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Demikianlah penulis berharap 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 mengucapkan terima kasih.

Jakarta, Oktober 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	
.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Pembatasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Pengertian Sistem.....	6
2.1.1 Konsep Dasar Sistem Produksi.....	6
2.1.2 Sistem Industri Modern	8
2.2 <i>Kualitas</i>	
10	
2.2.1 Definisi Kualitas	
.....	10
2.2.2 Demensi Kualitas	
.....	11
2.2.3 Manfaat Kualitas.....	
.....	13

2.2.4 Hambatan Kualitas.....	
.....	13
2.2.5 Pengendali Kualitas Statistik	
.....	13
2.2.6 Definisi Variansi Dalam Konteks Peningkatan Proses...	
.....	18
2.3 Six Sigma	1
2.3.1 Sejarah Perkembangan Six Sigma	
.....	19
2.3.2 Pengertian Six Sigma.....	
.....	20
2.3.3 Dasar Six Sigma dan Pergeserannya	
.....	21
2.4 Metodologi DMAIC.....	
23	
2.4.1 <i>Define</i>	
23	
2.4.2 <i>Measure</i>	
24	
2.4.3 <i>Analize</i>	
25	
2.4.4 <i>Improve</i>	
26	
2.4.5 Tahap Control	
28	
2.5 Alat-alat atau tools yang digunakan pada metode DMAIC	
28	
2.5.1 Diagram Pareto	
28	
2.5.2 Diagram <i>Supplier, Input, Proses, Output, dan Customer</i>	

(SIPOC).....	30
2.5.3 Peta proses operasi.....	32
2.5.4 Histogram.....	32
2.5.5 Metode 5 S	33
2.5.6 Diagram Sebab Akibat.....	33
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	35
3.1 Jenis Data	35
3.2 Studi Pendahuluan	35
3.3 Sudi Literatur	36
3.4 Identifikasi Permasalahan	36
3.5 Perumusan Masalah	36
3.6 Tujuan Penelitian	36
3.7 Pengumpulan Data	36
3.8 Pengolahan Data	37
3.8.1 Tahap <i>Define</i>	37

3.8.2 Tahap <i>Measure</i>	37
3.9 Analisis dan Pembahasan.....	37
3.9.1 Tahap <i>Analyze</i>	37
3.9.2 Tahap <i>Improve</i>	37
3.9.3 Tahap <i>Control</i>	38
3.10 Kesimpulan dan Saran	38
3.11 Kerangka Pemecahan Masalah	38
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....	40
4.1 Gambaran Umum Perusahaan.....	40
4.1.1 Sejarah Perusahaan	40
4.1.2 Visi dan Misi.....	42
4.1.3 Struktur Organisasi	42
4.1.4 <i>Job Description</i> Perusahaan.....	43
4.1.5 Produk Yang Dihasilkan.....	47
4.1.6 Alur Proses <i>Bonding composite</i>	50

4.2 Pengolahan Data	54
4.2.1 Tahap <i>Define</i>	54
4.2.2 Tahap <i>Measure</i>	59
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN	71
5.1 Tahap <i>Analyze</i>	71
5.1.1 Analisis Jenis – Jenis dan Faktor – Faktor Cacat.....	71
5.1.2 Analisis Nilai DPMO dan Level Sigma.....	79
5.2 Tahap <i>Improve</i>	80
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	87
6.1 Kesimpulan	87
6.2 Saran	89
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Skema Sistem Produksi.....	6
Gambar 2.2 Proses Industri Sebagai Suatu Sistem	8
Gambar 2.3 Roda Deming	9
Gambar 2.4 Pergeseran Tingkat Sigma dalam Konsep Six Sigma Motorola	22
Gambar 2.5 Contoh Diagram Pareto	
30	
Gambar 2.6 Diagram SIPOC	
31	
Gambar 2.7 Diagram Sebab Akibat	
34	
Gambar 3.1 Kerangka Pemecahan Masalah.....	
39	
Gambar 4.1 Struktur Organisasi PT.DIRGANTARA INDONESIA.....	
43	
Gambar 4.2 Pesawat NC-212.....	
47	
Gambar 4.3 Pesawat CN-235.....	
48	
Gambar 4.4 Helikopter NBO-105.....	
48	
Gambar 4.5 Helikopter Super Puma Nas-332	
48	
Gambar 4.6 Helikopter NBEL-421.....	
49	

Gambar 4.7 Pesawat N-219	49
Gambar 4.8 <i>Flowchart Bonding composite</i>	51
Gambar 4.9 Komponen <i>Ruder</i> CN-235	55
Gambar 4.10 Diagram Pareto Jenis Cacat Pada Komponen <i>Ruder</i> CN-235	56
Gambar 4.11 Diagram Sipoc Untuk Komponen <i>Ruder</i> CN-235	58
Gambar 4.12 Grafik Uji Keseragaman Data untuk Jumlah Cacat	62
Gambar 4.13 Peta kendali P untuk komponen <i>Ruder</i> CN-235	64
Gambar 4.14 Peta Kendali P Setelah Revisi Pertama untuk komponen <i>Ruder</i> CN-235	66
Gambar 4.15 Peta Kendali P Setelah Revisi Kedua untuk komponen <i>Ruder</i> CN-235	68
Gambar 5.1 Diagram Sebab Akibat Cacat <i>Butsu</i>	72
Gambar 5.2 Diagram Sebab Akibat Cacat <i>Spot</i> NG	74
Gambar 5.3 Diagram Sebab Akibat Cacat Penyok	76
Gambar 5.4 Diagram Sebab Akibat Cacat Benjol	78

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Perbedaan <i>True Six Sigma</i> dengan Motorola Six Sigma.....	
.....	20
Tabel 2.2 Perbandingan hasil 3.8 Sigma dan 6 Sigma.....	
.....	22
Tabel 2.3 Penggunaan Metode 5W + 1H Untuk Pengembangan Rencana	

Tindakan.....	27
Tabel 4.1 Data Jumlah Produksi dan Jumlah Cacat Bulan Maret 2016.....	54
Tabel 4.2 Jenis Cacat dan Jumlah Cacat Pada Bulan Maret 2016	55
Tabel 4.3 Hubungan CTQ dengan Jenis Cacat	60
Tabel 4.4 Data Jenis Cacat dan Jumlah Cacat Bulan Maret 2016	61
Tabel 4.5 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Peta P	65
Tabel 4.6 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Peta P Revisi Pertama	66
Tabel 4.7 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Peta P Revisi Kedua	68
Tabel 5.1 Upaya Perbaikan Cacat <i>Butsu</i> Menggunakan 5W + 1H	81
Tabel 5.2 Upaya Perbaikan Cacat <i>Spot</i> NG Menggunakan 5W + 1H	82
Tabel 5.3 Upaya Perbaikan Cacat Penyok Menggunakan 5W + 1H	83
Tabel 5.4 Upaya Perbaikan Cacat Benjol Menggunakan 5W + 1H.....	84

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan industri di Indonesia saat ini sudah mengalami transformasi dari berbagai sisi, hal tersebut dibuktikan dengan adanya peremajaan mesin-mesin konvensional menjadi mesin yang kaya akan teknologi serta meminimalkan keterlibatan pekerja dalam kegiatan produksi. Seiring dengan perkembangan dan transformasi tersebut, tentu menyebabkan ketatnya persaingan antar perusahaan. Persaingan yang terjadi bukan hanya dari seberapa tinggi tingkat produktivitas perusahaan dan seberapa rendahnya tingkat harga produk maupun jasa, namun lebih kepada kualitas produk atau jasa tersebut, kenyamanan, kemudahan, serta ketepatan dan kecepatan waktu dalam pencapaiannya. Perusahaan yang dapat bersaing dan menguasai pasar dalam negeri dan internasional adalah perusahaan yang dapat memberikan kepuasan pelanggan terutama dari segi kualitas produk.

Tujuan utama dari suatu perusahaan pada dasarnya adalah untuk memperoleh laba yang optimal sesuai dengan pertumbuhan perusahaan dalam jangka panjang. Namun disamping itu, tuntutan konsumen yang senantiasa berubah menuntut perusahaan agar lebih fleksibel dalam memenuhi tuntutan konsumen yang dalam hal ini berhubungan langsung dengan seberapa baiknya kualitas produk yang diterima oleh konsumen. Hal ini menyebabkan perusahaan harus dapat mempertahankan kualitas produk yang dihasilkannya atau bahkan lebih baik lagi. Menghasilkan kualitas yang terbaik diperlukan upaya perbaikan yang berkesinambungan (*continuous improvement*) terhadap kemampuan produk, manusia, proses dan lingkungan.

Kualitas dari produk yang dihasilkan oleh suatu perusahaan ditentukan berdasarkan ukuran-ukuran dan karakteristik tertentu. Suatu produk dikatakan berkualitas baik apabila dapat memenuhi kebutuhan dan keinginan pelanggan atau dapat diterima oleh pelanggan sebagai batas spesifikasi, dan proses yang baik yang diberikan oleh produsen sebagai batas kontrol. Barang yang kualitas atau prosesnya jelek menurut produsen belum tentu ditolak oleh pelanggan, dan sebaliknya barang diluar batas kontrol produsen, karena merupakan barang yang rusak atau cacat tetapi oleh konsumen masih diterima. Sedangkan barang yang dikatakan baik oleh produsen tetapi sudah ditolak oleh konsumen karena di luar batas spesifikasi. Produk yang berkualitas akan memberikan keuntungan bisnis bagi produsen, dan tentunya juga dapat memberikan kepuasan bagi konsumen dan menghindari banyaknya keluhan para pelanggan setelah menggunakan produk yang dihasilkan.

PT Dirgantara Indonesia sebagai satu-satunya perusahaan Badan Usaha Milik Negara (BUMN), perusahaan *job order* yang bergerak di bidang Industri Pesawat Terbang di Indonesia, dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan permintaan pesawat terbang dan hal-hal yang menyangkut kedirgantaraan khususnya kebutuhan dalam negeri.

PT Dirgantara Indonesia menggunakan proses *bonding composite* untuk memproduksi *RUDDER 35-34011-0005A01-009.00 CN-235*. *Bonding composite* merupakan suatu proses penggabungan antara dua buah *part* atau lebih dengan menggunakan *adhesive* sebagai perekatnya. Rudder merupakan bidang kendali pada saat pesawat melakukan yaw. Bergerak pada sumbu vertikal (sumbu memanjang tegak lurus terhadap *Center of gravity* dari pesawat) untuk menjaga kestabilan pesawat. Jenis kestabilan yang dilakukan *aileron* adalah menyetabilkan pesawat dalam arah direksional. Pergerakan rudder berdefleksi ke kiri atau kanan.

Untuk meningkatkan kualitas *bonding composite* pada komponen *RUDDER 35-34011-0005A01-009.00 CN-235* diperlukan suatu metode perbaikan kualitas. *Six Sigma* merupakan sebuah metodologi terstruktur untuk memperbaiki proses sekaligus mengurangi cacat (produk/jasa yang diluar spesifikasi) dengan menggunakan statistik dan *problem solving tools* secara intensif. Pemilihan *Six Sigma* pada penelitian ini dikarenakan keberhasilan *Six Sigma* dapat terukur dengan level *sigma*.

Metode DMAIC digunakan untuk meningkatkan proses yang sudah ada sebelumnya, Pemilihan metode DMAIC pada penelitian ini karena perbaikan dilakukan pada proses yang telah ada dan ingin ditingkatkan lagi kinerjanya. Penggunaan pendekatan *Six Sigma* dengan metode DMAIC diharapkan adanya perbaikan kualitas proses *bonding composite* sehingga mampu menurunkan jumlah cacat untuk komponen *RUDDER 35-34011-0005A01-009.00 CN-235*.

1.2 Perumusan masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dibuat, maka dapat ditetapkan perumusan masalah sebagai berikut:

1. Apa saja jenis – jenis cacat pada komponen *RUDDER 35-34011-0005A01-009.00 CN-235* dan faktor penyebabnya?
2. Bagaimana kinerja proses *bonding composite* dari segi nilai DPMO dan nilai *sigma*?
3. Bagaimana usulan perbaikan kualitas proses *bonding composite* dengan menggunakan metode DMAIC?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat, maka penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Menentukan jenis - jenis dan faktor – faktor cacat pada komponen *RUDDER 35-34011-0005A01-009.00 CN-235*
2. Menentukan kinerja proses *bonding composite* dari segi nilai DPMO dan nilai *sigma*.
3. Memberikan usulan perbaikan kualitas proses *bonding composite* menggunakan DMAIC.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan-batasan yang berkaitan dengan permasalahan ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan pada proses *bonding composite* terutama dari segi visualisasi di PT DIRGANTARA INDONESIA dan di bagian *Process Control Department* selama satu bulan.
2. Penelitian tidak membahas biaya dan hanya difokuskan pada produksi komponen *part Rudder* yang cacat di proses *bonding composite*.
3. Metode yang digunakan untuk mengidentifikasi penyebab kecacatan serta meminimalisasi kecacatan dengan menggunakan DMAIC (*define, measure, analyze, improve control*).

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

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai masukan dalam pengelolaan kebijakan perusahaan, dalam menentukan tindakan-tindakan dalam rangka meningkatkan efisiensi dan efektivitas perusahaan dengan cara mengurangi *scrap* pada komponen yang menyebabkan pengerjaan ulang (*rework*).

2. Bagi mahasiswa

Dapat menambah pengetahuan, wawasan mengenai pengendalian kualitas dalam hubungannya yang erat dengan ilmu-ilmu lain yang penulis pelajari selama berkuliah di teknik dan manajemen industri yang berguna khususnya dalam menempuh prosedur pengamatan.

3. Bagi pihak lain

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah informasi, sebagai tambahan ilmu, bahan pertimbangan dan perbandingan bagi penelitian selanjutnya secara

lebih mendalam.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah pemahaman, maka penulisan dalam tugas akhir ini berdasarkan pada sistematika penulisan sebagai berikut

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini merupakan pengantar terhadap masalah yang dibahas pada perusahaan. Melalui latar belakang masalah yang ada, dilakukan perumusan masalah untuk mempermudah penelitian. Penelitian dilakukan menggunakan metode penelitian yang dapat membantu mencapai tujuan penelitian

BAB II : LANDASAN TEORI

Pada bab ini memuat teori dasar yang menunjang pokok permasalahan serta teori-teori yang erat kaitannya dengan langkah-langkah yang diambil dalam proses pemecahan masalah

yaitu mengenai kualitas, pengendalian kualitas, alat pengendalian kualitas, *Six Sigma* dengan menggunakan metode pendekatan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*).

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini memuat jenis dan sumber data yang digunakan dalam penelitian, metode pengumpulan data, dan teknis analisis data. Bab ini ditampilkan kerangka pemikiran yang memuat langkah-langkah dari awal sampai akhir.

BAB IV : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini diuraikan mengenai pengumpulan data diantaranya data yang bersangkutan dengan penelitian dan sejarah perusahaan. Data perusahaan berisi tentang profil perusahaan, struktur organisasi perusahaan, dan uraian pekerjaan, serta data mengenai kecacatan produk hingga jenis kecacatan produk, dan pengolahan data yaitu dengan menggunakan metode DMAIC pada tahap *define* dan *measure*.

BAB V : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini diuraikan analisis terhadap data yang diolah melalui perhitungan secara manual pada bab sebelumnya. Analisis dan pembahasan dari hasil pengumpulan dan pengolahan data dengan melanjutkan tahapan dari metode DMAIC yaitu pada tahap *analyze, improve, dan control*.

BAB VI : KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini dijelaskan kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian yang dilakukan berdasarkan pengolahan dan analisis

masalah. Serta memberikan saran-saran yang membangun sebagai perbaikan bagi perusahaan dimasa yang akan datang.

BAB II

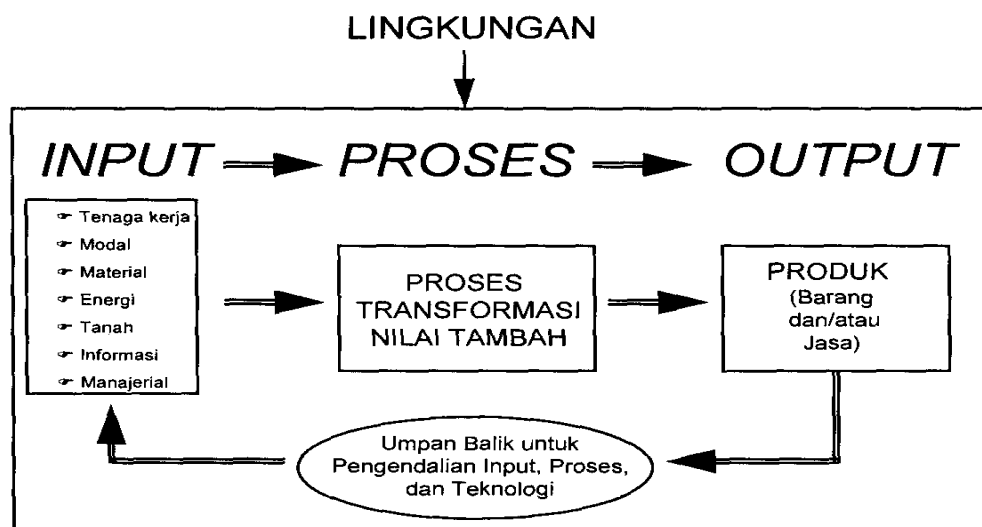
LANDASAN TEORI

2.1. Pengertian Sistem

2.1.1. Konsep Dasar Sistem Produksi

Produksi merupakan fungsi pokok dalam setiap organisasi, yang mencakup aktivitas yang bertanggungjawab untuk menciptakan nilai tambah produk yang merupakan output dari setiap organisasi industri. Sistem produksi merupakan sistem integral yang mempunyai komponen struktural dan fungsional. Dalam sistem produksi terjadi proses transformasi nilai tambah yang mengubah input menjadi output yang dapat dijual dengan harga yang kompetitif di pasar.

Berikut ini salah satu contoh gambar Skema Sistem Produksi.



Gambar 2.1 Skema Sistem Produksi
Sumber: Deming (1986)

Elemen-elemen utama dalam sistem produksi adalah input, proses, dan output, serta adanya suatu mekanisme *feedback* untuk pengendalian sistem produksi tersebut agar mampu melakukan *continuous improvement* (perbaikan terus menerus).

Proses dalam sistem produksi dapat didefinisikan sebagai integrasi sekuensial dari sumberdaya: *Man* (manusia), *Machine* (mesin dan peralatan), *Material*, *Money* (modal), *Methods* (metoda kerja), dan *Information* (information) dalam suatu lingkungan, untuk menghasilkan nilai tambah bagi produk, agar dapat dijual dengan harga kompetitif di pasar. Proses dapat juga dilihat sebagai kumpulan *tasks* (tugas) yang dikaitkan melalui suatu *material flow* (aliran material) dan *information flow* (aliran informasi) yang mentransformasikan berbagai *input* menjadi *output* dengan *benefit* dan *high value-add* (yang bermanfaat dan bernilai tambah tinggi). ➔ **Contoh** - Pabrik *automotive assembly* (perakitan mobil) yang menggunakan *raw material* (bahan baku) dalam bentuk *parts* dan *component* (komponen). *Material* ini secara bersama-sama dengan *Man* (manusia / tenaga kerja), *Machine* (mesin, termasuk peralatan), *Material* (termasuk energi), *Money* (modal), *Methods* (termasuk managerial), *Information*, dan lain-lain ditransformasikan menjadi mobil. Transformasi ini disebut *final assembly* (perakitan akhir) dan outputnya berupa mobil.

Cara yang umum digunakan untuk menggambarkan proses dari sistem produksi adalah *process flow diagram* (diagram alir proses). Proses dari setiap sistem produksi mempunyai spesifikasi yang berbeda. ➔ **Contoh** - Proses produksi *steel* (besi baja) berbeda dengan proses produksi *automotive*. Secara umum terdapat tiga kategori untuk setiap aktivitas pada proses:

1. *tasks* (tugas, aktivitas, pekerjaan)
2. *flows* (aliran)
3. *storage* (penyimpanan)

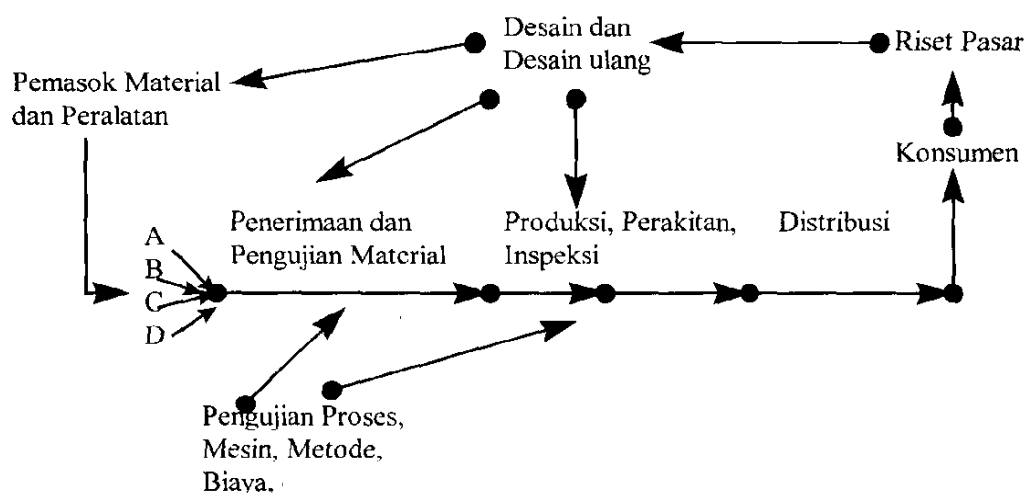
Suatu *task* dikatakan mempunyai *value-add* apabila penambahan beberapa input pada tugas itu akan memberikan *value-add* (nilai tambah produk) yaitu *goods* (barang) dan/atau *service* (jasa) sesuai dengan keinginan konsumen. ➔ **Contoh** - pengoperasian bor untuk mengubah sepotong logam tanpa cacat. Untuk menjalankan suatu task sering dibutuhkan penambahan tenaga kerja pada produk dengan atau tanpa penggunaan modal.

Flow terdiri atas dua jenis, yaitu: *material flow* (aliran material, termasuk barang setengah jadi) dan *information flow* (aliran informasi). *Flow* berbeda dengan *task*, di mana *flow* mengubah posisi dari produk tetapi tidak memberikan *value-add*. *Material flow* → **Contoh** - instruksi yang diberikan dalam proses produksi. *Storage* terjadi apabila tidak ada *task* ataupun *flow*. Mudah-mudahan *storage* adalah segala sesuatu selain *task* atau *flow*.

Dalam JIT, pergerakan atau perpindahan produk dalam proses produksi suatu diklasifikasikan sebagai *waste* (pemborosan). Secara khusus *lay-out* (tata-letak mesin menjadi pertimbangan utama untuk meminimalkan *waste* karena pemindahan produk tersebut. Demikian pula *storage* juga dianggap sebagai *waste* karena tidak memberikan *value-add* pada produk. Karena itu, dalam JIT aktivitas *flow* dan *storage* dalam proses diusahakan untuk dihilangkan atau diminimalkan melalui *continuous improvement* (perbaikan terus menerus) pada proses produksi tersebut.

2.1.2. Sistem Industri Modern

Deming (1986) memperkenalkan suatu diagram yang memandang industri sebagai suatu sistem. Berikut ini salah satu contoh gambar Proses Industri Sebagai Suatu Sistem.

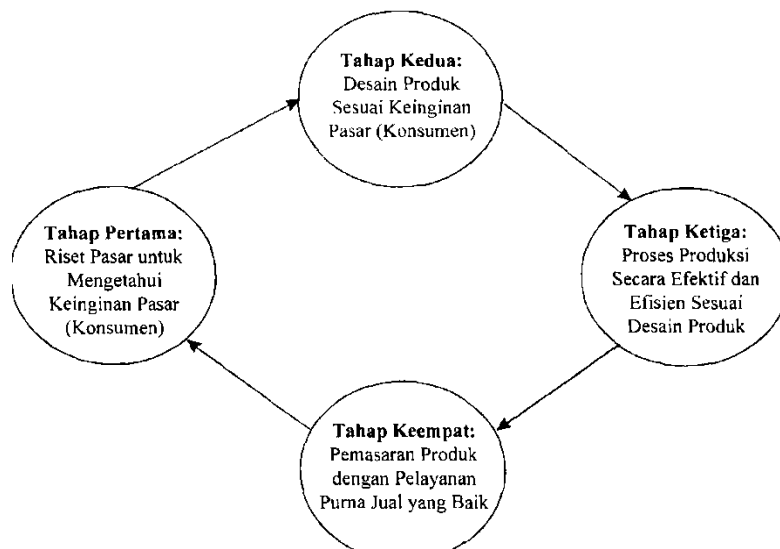


Gambar 2.2 Proses Industri Sebagai Suatu Sistem

Sumber: Deming (1986)

Perbaikan performansi bisnis modern harus mencakup keseluruhan sistem industri dari kedatangan material sampai distribusi kepada konsumen dan desain ulang produk (barang dan/atau jasa) untuk masa mendatang. Konsep tersebut selanjutnya populer dengan nama *Deming's Wheel* (Roda Deming).

Berikut ini merupakan salah satu contoh gambar *Deming's Wheel* pada Sistem Industri Modern.



Gambar 2.3 Roda Deming

Sumber: Deming (1986)

Deming's Wheel terdiri atas 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. Hal ini bertujuan agar perusahaan industri mampu menghasilkan produk dengan harga kompetitif dan kualitas yang lebih baik, sehingga dapat memberikan *customer satisfaction* (kepuasan pelanggan). Berdasarkan informasi tentang keinginan pasar yang diperoleh dari riset pasar yang komprehensif, selanjutnya didesain produk sesuai dengan keinginan pasar itu. Desain produk telah menetapkan model dan spesifikasi yang harus diikuti oleh bagian produksi. Bagian produksi harus meningkatkan efisiensi dari proses dan kualitas produk agar diperoleh produk berkualitas sesuai dengan desain yang telah ditetapkan

berdasarkan keinginan pasar, dengan biaya serendah mungkin. Hal ini dapat dicapai dengan menghilangkan *waste* (pemborosan) yang terjadi dalam proses produksi tersebut melalui perencanaan dan pengendalian proses produksi. Selanjutnya hasil dari proses produksi yang efisien dan berkualitas tersebut didistribusikan ke konsumen (distributor atau pengguna akhir produk) melalui bagian pemasaran, dengan harga jual yang kompetitif. Bagian pemasaran bertanggungjawab kepada konsumen karena berhubungan langsung dengan konsumen.

2.2. Kualitas

2.2.1. Definisi Kualitas

Kualitas memang merupakan topik yang hangat di dunia bisnis dan akademik. Namun demikian istilah tersebut memerlukan tanggapan secara hati-hati dan perlu mendapat penafsiran secara cermat. Faktor utama yang menentukan kinerja suatu perusahaan adalah kualitas barang dan jasa yang dihasilkan. Produk dan jasa yang berkualitas adalah produk dan jasa yang sesuai dengan apa yang diinginkan konsumennya. Oleh karena itu organisasi/perusahaan perlu mengenal konsumen atau pelanggannya dan mengetahui kebutuhan dan keinginannya.

Ada banyak sekali definisi dan pengertian kualitas yang sebenarnya definisi atau pengertian yang satu hampir sama dengan definisi atau pengertian yang lain. Pengertian kualitas menurut beberapa ahli yang dikutip oleh Ariani (2004), antara lain :

1. Menurut Juran (1962), "kualitas adalah kesesuaian dengan tujuan atau manfaatnya".
2. Menurut Crosby (1979), "kualitas adalah kesesuaian dengan kebutuhan yang meliputi *availability*, *delivery*, *reliability*, *maintainability*, dan *cost effectiveness*".
3. Menurut Deming (1982), "kualitas harus bertujuan memenuhi kebutuhan pelanggan sekarang dan di masa mendatang".

4. Menurut Feigenbaum (1991), “kualitas merupakan keseluruhan karakteristik produk dan jasa yang meliputi *marketing, engineering, manufacture*, dan *maintenance* dimana produk dan jasa tersebut dalam pemakaiannya akan sesuai dengan kebutuhan dan harapan pelanggan”.
5. Menurut Scherkenbach (1991), “kualitas ditentukan oleh pelanggan; pelanggan menginginkan produk dan jasa yang sesuai dengan kebutuhan dan harapannya pada suatu tingkat harga tertentu yang menunjukkan nilai produk tersebut”.
6. Menurut Elliot (1993), “kualitas adalah sesuatu yang berbeda untuk orang yang berbeda dan tergantung pada waktu dan tempat atau dikatakan sesuai dengan tujuan”.
7. Menurut Goetech dan Davis (1995), “kualitas adalah suatu kondisi dinamik yang berkaitan dengan produk, pelayanan, orang, proses, dan lingkungan yang memenuhi atau melebihi apa yang diharapkan”.
8. Menurut Perbendaharaan istilah ISO 8402 dan Standar Nasional Indonesia (SNI 19-8402-1991), “kualitas adalah keseluruhan ciri dan karakteristik produk atau jasa yang kemampuannya dapat memuaskan kebutuhan, baik yang dinyatakan secara tegas maupun tersamar. Istilah kebutuhan diartikan sebagai spesifikasi yang tercantum dalam kontrak maupun kriteria-kriteria yang harus didefinisikan terlebih dahulu”.
9. Menurut Diktat QC 7 Tools-LDEDI, “kualitas adalah kebutuhan, keinginan, dan harapan dari pelanggan untuk beberapa karakteristik mutu yang pelanggan minta pada produk ataupun pelayanannya”.

2.2.2. Dimensi Kualitas

Banyak ahli yang mendefinisikan kualitas yang secara garis besar orientasinya adalah kepuasan pelanggan yang merupakan tujuan perusahaan atau organisasi yang berorientasi pada kualitas. Dari beberapa definisi terdahulu dapat dikatakan bahwa secara garis besar kualitas adalah keseluruhan ciri atau karakteristik produk atau jasa dalam tujuannya untuk memenuhi kebutuhan dan harapan pelanggan. Pelanggan yang dimaksud disini bukan pelanggan atau konsumen yang hanya datang sekali untuk mencoba dan tidak pernah kembali lagi

melainkan mereka yang datang berulang-ulang untuk membeli dan membeli. Meskipun demikian, konsumen yang baru pertama kali datang juga harus dilayani sebaik-baiknya karena kepuasan yang pertama inilah yang akan membuat pelanggan datang yang kedua, ketiga kali, dan seterusnya. Suatu produk dikatakan berkualitas mempunyai nilai subjektifitas yang tinggi antara satu konsumen dengan konsumen lain. Hal inilah yang sering didengar sebagai dimensi kualitas yang berbeda satu dari yang lain.

Selanjutnya, ada beberapa dimensi kualitas untuk industri manufaktur dan jasa. Dimensi ini digunakan untuk melihat dari sisi manakah kualitas dinilai. Tentu saja perusahaan ada yang menggunakan salah satu dari sekian banyak dimensi kualitas yang ada, namun ada kalanya yang membatasi hanya pada salah satu dimensi tertentu. Yang dimaksud dimensi kualitas tersebut telah diuraikan oleh Garvin (1996) yang dikutip oleh Ariani (2004), untuk industri manufaktur, meliputi:

1. *Performance*, yaitu kesesuaian produk dengan fungsi utama produk itu sendiri atau karakteristik operasi dari suatu produk.
2. *Feature*, yaitu ciri khas produk yang membedakan dari produk lain yang merupakan karakteristik pelengkap dan mampu menimbulkan kesan yang baik bagi pelanggan.
3. *Reliability*, yaitu kepercayaan pelanggan terhadap produk karena keandalannya atau karena kemungkinan kerusakan yang rendah.
4. *Conformance*, yaitu kesesuaian produk dengan syarat atau dengan ukuran tertentu atau sejauh mana karakteristik desain dan operasi memenuhi standar yang telah ditetapkan.
5. *Durability*, yaitu tingkat ketahanan/awet produk atau lama umur produk.
6. *Serviceability*, yaitu kemudahan bila produk itu akan diperbaiki atau kemudahan memperoleh komponen produk tersebut.
7. *Aesthetic*, yaitu keindahan atau daya tarik produk tersebut.

8. *Perception*, yaitu fanatisme konsumen akan merek suatu produk tertentu karena citra atau reputasi produk itu sendiri.

Kualitas pada industri manufaktur selain menekankan pada produk yang dihasilkan, juga perlu diperhatikan kualitas pada proses produksi. Bahkan, yang terbaik adalah apabila perhatian pada kualitas bukan pada produk akhir, melainkan pada proses produksinya atau produk yang masih ada dalam proses (*Work in Process*), sehingga bila diketahui ada cacat atau kesalahan masih dapat diperbaiki. Dengan demikian, produk akhir yang dihasilkan adalah produk yang bebas cacat dan tidak ada lagi pemborosan yang harus dibayar mahal karena produk tersebut harus dibuang atau dilakukan pengerjaan ulang.

2.2.3. Manfaat Kualitas

Adanya penerapan dan perbaikan yang dilakukan oleh perusahaan akan memperoleh manfaat kualitas atau mutu antara lain :

1. Peningkatan produk atau jasa secara pesat.
2. Pengurangan besar-besaran kebocoran sumber daya.
3. Lompatan jauh dalam produktifitas.
4. Peluang terbaik untuk meningkatkan keuntungan.
5. Peningkatan pangsa pasar jangka panjang.
6. Keuntungan kompetitif yang berkelanjutan.
7. Penyaluran potensi orang secara nyata.
8. Peningkatan motivasi kerja karyawan.
9. Penghapusan kekacauan dan frustrasi yang terlibat dalam manajemen.

2.2.4. Hambatan Kualitas

Kita melihat bahwa prinsip-prinsip kualitas sesungguhnya aplikasi akal sehat. Tetapi energi dan kekuatan hambatan yang datang dari tradisi tidak mudah untuk diatasi. Alasan kekecewaan terhadap kualitas adalah sebagai berikut :

1. Kurangnya komitmen manajemen.
2. Puas dengan perbaikan yang cepat.
3. Kurangnya wawasan dan perencanaan.
4. Proses perubahan menjadi membelenggu.

5. Kata mutu atau kualitas menjadi batasan.
6. Manajemen mutu menjadi birokratis.
7. Manajemen tidak merubah perilakunya.
8. Kurangnya satuan ukuran bisnis untuk mengukur kualitas.

2.2.5. Pengendalian Kualitas Statistik

Pengendalian kualitas statistik merupakan teknik penyelesaian masalah yang digunakan untuk memonitor, mengendalikan, menganalisis, mengelola, dan memperbaiki produk dan proses menggunakan metode-metode statistik. Pengendalian kualitas statistik (*statistical quality control*) sering disebut sebagai pengendalian proses statistik (*statistical process control*). Selanjutnya penyelesaian masalah dengan statistik mencakup dua hal seperti melebihi batas pengendalian bila proses dalam kondisi terkendali atau tidak melebihi batas pengendalian bila proses dalam kondisi di luar kendali. Karena itu menurut Ariani (2004), peta pengendalian (*control chart*) mengasumsikan bahwa proses berada dalam batas pengendalian dan *acceptance sampling* mengasumsikan bahwa produk dapat menerima tanpa kontradiksi dengan tingkat kapasitas yang tinggi.

Pengendalian kualitas proses dan produk juga dapat dibagi menjadi dua golongan menurut jenis datanya, yaitu data variabel dan data atribut. Data variabel memberikan lebih banyak informasi daripada atribut. Namun, data variabel tidak dapat digunakan untuk mengetahui karakteristik kualitas seperti banyaknya kesalahan atau persentase kesalahan suatu proses. Data variabel dapat menunjukkan seberapa jauh penyimpangan dari standar proses sementara data atribut tidak dapat menunjukkan informasi tersebut.

Sementara itu, menurut Gryna (2001) yang dikutip oleh Ariani (2004), terdapat langkah dalam menyusun peta pengendali proses atau *control chart*, yaitu:

1. Memilih karakteristik yang akan direncanakan, meliputi :
 - a. Memberikan prioritas yang tinggi pada karakteristik yang dijalankan saat ini dengan tingkat kesalahan yang paling tinggi. Untuk itu dapat digunakan analisis pareto.

- b. Mengidentifikasi variabel-variabel proses dan kondisi-kondisi yang dapat memberikan kontribusi dalam karakteristik produk akhir.
 - c. Memeriksa dan memastikan proses pengukuran telah memenuhi syarat ketepatan dan keakuratan pemberian data yang tidak mengaburkan variasi dalam proses manufaktur maupun pelayanan. Variasi atau penyimpangan dalam proses tersebut menunjukkan tidak hanya penyimpangan proses manufaktur tetapi juga kombinasi penyimpangan dan pengukuran proses.
 - d. Penentuan titik paling awal dalam proses produksi yang dapat dilakukan untuk mendapatkan informasi tentang penyebab khusus bahwa peta pengendali digunakan sebagai peringatan awal untuk mencegah kesalahan.
2. Memilih jenis peta kendali.
 3. Menentukan garis pusat (*control line*) yang merupakan rata-rata data masa lalu atau rata-rata yang dikehendaki.
 4. Pemilihan sub kelompok. Tiap titik pada peta pengendali menunjukkan sub kelompok yang berasal dari beberapa unit produk. Untuk tujuan pengendalian proses, sub kelompok yang dipilih, sehingga unit-unit yang ada dalam sub kelompok memiliki kemungkinan besar menjadi berbeda.
 5. Penyediaan sistem pengumpulan data. Jika peta pengendali untuk alat pengendali diwajibkan maka harus dibuat sederhana dan memenuhi pemakaian.
 6. Perhitungan batas pengendali dan penyediaan instruksi-instruksi khusus dalam interpretasi terhadap hasil dan tindakan para karyawan produksi tersebut.
 7. Penempatan data dan membuat interpretasi terhadap hasilnya.

Peta kontrol adalah suatu alat statistik yang dapat digunakan untuk mempertahankan variasi-variasi di dalam kualitas keluaran yang disebabkan karena ketidaksesuaian spesifikasi yang diinginkan. Manfaat dari peta kontrol adalah memberitahukan kapan harus membiarkan suatu proses berjalan seadanya atau kapan harus mengambil tindakan untuk mengatasi gangguan. Penghapusan sebab-sebab yang menimbulkan fluktuasi yang menyimpang ini disebut sebagai

pengaturan sebuah proses menjadi terkendali dan hal ini merupakan sebab utama bagi terjadinya penurunan biaya akibat pengendalian mutu statistik.

Peta kontrol menurut Douglas (2001) dapat dibagi sebagai berikut :

1. Peta Kendali Variabel

Peta kendali variabel digunakan untuk mengendalikan kualitas produk selama proses produksi yang bersifat variabel dan dapat diukur. Seperti: berat, ketebalan, panjang, diameter. Peta kendali variabel biasanya digunakan untuk pengendalian proses yang didominasi oleh mesin. Peta kendali variabel dibagi menjadi 2, yaitu:

- a. Peta Kendali Rata-rata
(*x chart*), digunakan untuk mengetahui rata-rata pengukuran antar sub grup yang diperiksa.
- b. Peta Kendali Rentang
(*R chart*), digunakan untuk mengetahui besarnya rentang atau selisih antara nilai pengukuran yang terbesar dengan nilai pengukuran terkecil di dalam sub grup yang diperiksa.

2. 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, yaitu:

- a. Peta Kendali Kerusakan (*p chart*)
Peta kendali p 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 harus menggunakan peta kendali p.

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan peta kendali p adalah sebagai berikut:

- 1) Mengumpulkan data yang akan diamati. Data tersebut menggambarkan jumlah produk yang diperiksa (n) dan jumlah produk cacat (np).
- 2) Membagi data kedalam subgroup, biasanya data dikelompokkan berdasarkan tanggal atau lot.
- 3) Hitung nilai proporsi unit yang cacat untuk setiap subgroup, dengan menggunakan rumus berikut:
- 4) Menghitung rata-rata dari bagian yang cacat.

- 5) Menentukan batas-batas kendali

- Garis tengah

$$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n}$$

- Batas Kendali Atas

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

- Batas Kendali Bawah

$$BKB = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

- b. Peta Kendali Kerusakan per Unit (*np chart*)

Peta kendali np digunakan untuk menganalisis banyaknya butir yang ditolak per unit. Pada dasarnya peta kendali np serupa dengan peta kendali p, kecuali dalam peta kendali np terjadi perubahan skala pengukuran. Peta kendali np digunakan jika banyaknya data 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 Ketidaksesuaian (*c chart*)

Peta kendali c 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 Ketidaksesuaian per Unit (*u chart*)

Peta kendali u digunakan untuk menganalisis dengan cara menghitung jumlah produk yang mengalami ketidaksesuaian per unit. Peta kendali untuk jenis atribut ini memiliki perbedaan dalam penggunaannya. 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). Peta kendali u serupa dengan peta kendali c,

2.2.6. Definisi Variasi dalam Konteks Peningkatan Proses

Variasi adalah ketidakseragaman dalam proses operasional sehingga menimbulkan perbedaan dalam kualitas produk (barang dan/atau jasa) yang dihasilkan. Pada dasarnya dikenal dua sumber atau penyebab timbulnya variasi, yang diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Variasi Penyebab Khusus (*Special-Causes Variation*) adalah kejadian-kejadian di luar sistem manajemen kualitas yang mempengaruhi variasi dalam sistem itu. Penyebab khusus dapat bersumber dari faktor-faktor : manusia, mesin dan peralatan, material, lingkungan, metode kerja, dan lain-lain. Penyebab khusus ini mengambil pola-pola non acak (*nonrandom patters*) sehingga dapat diidentifikasi/ditemukan, sebab mereka tidak selalu aktif dalam proses tetapi memiliki pengaruh yang lebih kuat pada proses, sehingga menimbulkan variasi. Dalam konteks analisis data menggunakan peta-peta kendali atau kontrol (*Control Chart*), jenis variasi sering ditandai dengan

titik-titik pengamatan yang melewati atau keluar dari batas-batas pengendalian yang didefinisikan (*Defined Control Limits*).

2. Variasi Penyebab Umum (*Common - Causes Variation*) adalah faktor-faktor di dalam sistem manajemen kualitas atau yang melekat pada proses yang menyebabkan timbulnya variasi dalam sistem itu beserta hasil-hasilnya. Penyebab umum sering disebut juga disebut sebagai penyebab acak (*Random Causes*) atau penyebab sistem (*System Causes*). Karena penyebab umum ini selalau melekat pada sistem manajemen kualitas, untuk menghilangkannya harus menelusuri elemen-elemen dalam sistem itu dan hanya pihak manajemen yang dapat memperbaikinya, karena pihak manajemen yang mengendalikan sistem manajemen kualitas itu. Dalam konteks analisis data dengan menggunakan peta-peta kendali atau kontrol (*Control Chart*), jenis variasi ini sering ditandai dengan titik-titik pengamatan yang berada dalam batas-batas pengendalian yang didefinisikan (*Defined Control Limits*). Suatu proses hanya mempunyai variasi penyebab umum (*Common-Causes Variation*) yang mempengaruhi produk atau *Out-Comes* merupakan proses yang stabil karena penyebab sistem yang mempengaruhi variasi biasanya relatif stabil sepanjang waktu. Variasi penyebab umum dapat diperkirakan dalam batas-batas pengendalian yang ditetapkan dengan menggunakan peta-peta kontrol. Sedangkan apabila variasi penyebab khusus terjadi dalam proses, proses itu akan menjadi tidak stabil. Upaya-upaya menghilangkan variasi penyebab khusus akan membawa proses ke dalam pengendalian proses menggunakan peta-peta kontrol statistik (*Statistical Control Charts*).

2.3. Six Sigma

2.3.1. Sejarah Perkembangan Six Sigma.

Wacana *six sigma* dalam dunia bisnis telah dikemukakan secara gamblang lebih seratus tahun yang lalu. Pada bulan oktober 1887, William Cooper Protector, berpesan kepada karyawannya. “Tugas kita yang utama adalah menghasilkan

produk yang akan dibeli dan terus dibeli”. Pertanyaan Protector menyentuh empat masalah penting meliputi, produktivitas, biaya dan keuntungan (Evan, 2007).

Motorola merupakan salah satu dari banyak korporat AS dan Eropa dimana produk yang mereka luncurkan dimakan oleh para pesaing Jepang. Motorola adalah perusahaan pertama yang menggunakan konsep *six sigma* sebagai metode untuk mengukur kualitas produk dan jasa. Pada akhir tahun 1980 *six sigma* dikembangkan di Motorola sebagai suatu cara untuk memberikan suatu fokus yang jelas pada perbaikan dan membantu mengakeselerasikan tingkat perubahan dalam lingkungan kompetitif yang sangat berat. Konsep, alat dan sistem *six sigma* yang telah dikembangkan dan diperluas sepanjang tahun, yang paling baru melalui contoh yang dibuat oleh GE dan *Allied Signal*. Hal ini membantu membangkitkan kembali minat dan melipatduakan usaha pada proses dan perbaikan kualitas.

Dan sepuluh tahun terakhir konsep ini semakin dipercaya dikarenakan penerimaannya di berbagai perusahaan ternama seperti *Allied Signal* dan *General Electric*. Istilah *six sigma* (*sigma* enam) berasal dari ukuran statistik yang berarti tingkat kesalahan atau cacat sejumlah 3,4 atau lebih kecil persatu juta kejadian. Setelah meluncurkan *six sigma*, Motorola meraih keuntungan miliaran dolar dalam waktu kurang empat tahun seperti pada GE dan *Allied Signal* dan diharapkan menopang serta memperluas manfaat ke dalam abad baru. Hal ini merupakan perubahan Motorola dalam jangka panjang dengan hasil pencapaian yang sama luar biasanya dengan GE dalam beberapa tahun (Pande, dkk, 2002).

Tabel 2.1. Perbedaan True Six Sigma dengan Motorola Six Sigma

<i>True Six Sigma process</i> (Normal Distribution Centered)			<i>Motorola's Six Sigma process</i> (Normal Distribution Shifted 1,5 Sigma)		
Batas spesifikasi (LSL-USL)	<i>Presentation</i> Yang Memenuhi Spesifikasi (LSL-USL)	DPMO (kegagalan/Sejuta Kesempatan	Batas spesifikasi (LSL-USL)	<i>Presentation</i> Yang Memenuhi Spesifikasi (LSL-USL)	DPMO (kegagalan/Sejuta kesempatan

$\pm 1 \text{ Sigma}$	68,27%	317.300	$\pm 1 \text{ Sigma}$	30,8538%	691.462
$\pm 2 \text{ Sigma}$	95,45%	45.500	$\pm 2 \text{ Sigma}$	69,1462%	308.538
$\pm 3 \text{ Sigma}$	99,73%	2.700	$\pm 3 \text{ Sigma}$	93,3193%	66.807
$\pm 4 \text{ Sigma}$	99,9937%	63	$\pm 4 \text{ Sigma}$	93,3790%	6.210
$\pm 5 \text{ Sigma}$	99,999943%	0,57	$\pm 5 \text{ Sigma}$	99,9767%	233
$\pm 6 \text{ Sigma}$	99,9999998%	0,002	$\pm 6 \text{ Sigma}$	99,99966%	3.4

Sumber: Gaspersz (2002)

2.3.2. Pengertian Six Sigma

Menurut Evan dan Lindsay (2007), *six sigma* merupakan suatu metode peningkatan proses bisnis yang bertujuan untuk menemukan dan mengurangi faktor-faktor penyebab kecacatan dan kesalahan, mengurangi waktu siklus, mengurangi biaya operasi, meningkatkan produktivitas memenuhi kebutuhan pelanggan, mencapai tingkat pendayagunaan aset yang lebih tinggi, serta mendapatkan hasil investasi yang lebih baik dari segi produksi ataupun pelayanan.

Menurut Gaspersz (2003), *six sigma* merupakan suatu metodologi yang menyediakan alat-alat untuk peningkatan proses bisnis dengan tujuan menurunkan varian proses dan meningkatkan kualitas produk secara terus-menerus. Elemen yang paling penting dalam *six sigma* adalah memproduksi hanya 3,4 cacat untuk setiap satu juta kesempatan atau operasi.

Beberapa konsep penting yang perlu diperhatikan dari filosofi *six sigma*, yaitu (Evan, 2007).

1. Selalu berpikir dalam kerangka proses bisnis utama serta kebutuhan pelanggan dan tetap berfokus kepada tujuan strategis perusahaan.
2. Memusatkan perhatian pada para pendukung perusahaan yang bertanggung jawab menyukseskan proyek-proyek penting, mendukung kerja kelompok, membantu mengatasi kegagalan, serta menggalang sumber daya.
3. Menekankan sistem pengukuran yang bisa dikualifikasi, seperti cacat persatu juta kemungkinan (DPMO).
4. Memastikan teridentifikasinya sistem pengukuran awal setiap proses serta memastikan sistem tersebut terfokus pada pencapaian bisnis.

5. Menyediakan pelatihan menyeluruh yang diikuti dengan penugasan tim proyek untuk mengurangi profitabilitas, mengurangi aktivitas yang tidak bernilai tambah, serta pengurangan waktu siklus.
6. Menciptakan ahli-ahli peningkatan proses berkualifikasi tinggi yang dapat menerapkan alat untuk meningkatkan kerja.
7. Mencanangkan tujuan jangka panjang untuk perbaikan.

2.3.3. Dasar Six Sigma dan pergesarannya

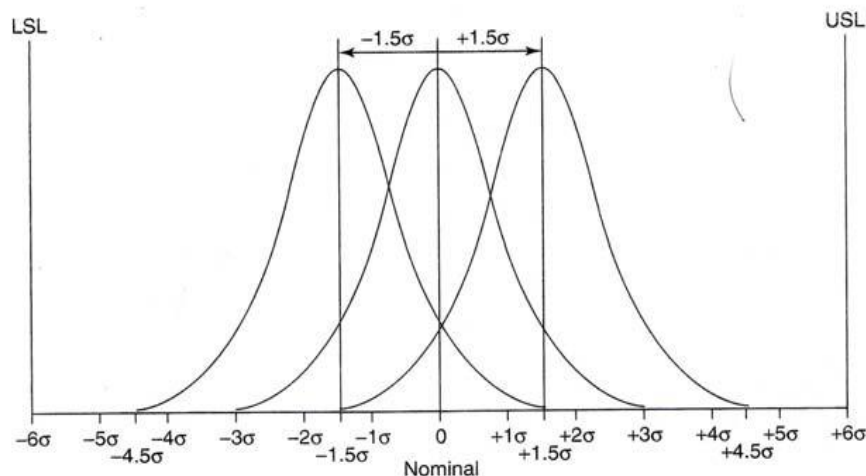
Sigma adalah sebuah unit pengukuran statistik yang mencerminkan kapabilitas proses. Sigma adalah cara untuk menentukan atau bahkan memprediksikan kesalahan atau cacat dalam proses, baik untuk proses manufaktur atau pengiriman sebuah pelayanan. Jika perusahaan sudah mencapai level 6 sigma berarti dalam proses mempunyai peluang untuk defect atau melakukan kesalahan sebanyak 3,4 kali dari satu juta kemungkinan (*opportunity*). Dari hasil perhitungan yang dilakukan dengan membandingkan nilai sigma, didapatkan perbandingan sebagai berikut :

Tabel 2.2 Perbandingan Hasil 3,8 Sigma dan 6 Sigma

Pencapaian Tujuan-Apa yang telah anda dapatkan		
Sampel	3,8 Sigma	6 Sigma
Untuk setiap 300.000 surat yang diantar	3.000 salah kirim	1 salah kirim
Melakukan 500.000 kali <i>restart</i> komputer	4.100 berbenturan	< 2 berbenturan
Untuk 500 tahun dari tutup buku akhir tahun	60 bulan tidak seimbang	0.018 bulan tidak seimbang
Untuk setiap minggu penyiaran TV (<i>per channel</i>)	1.68 jam gagal mengudara	1.8 detik gagal mengudara

Sumber : Ariani (2003)

Proses *Six Sigma* Motorola berdasarkan pada distribusi normal yang mengizinkan pergeseran 1,5 *Sigma* dari nilai target. Konsep *Six Sigma* menurut Motorola ini berbeda dengan konsep distribusi normal yang tidak memberikan kelonggaran akan pergeseran. Nilai pergeseran 1,5 sigma ini diperoleh dari hasil penelitian Motorola atau proses atau sistem industri., dimana menurut hasil penelitian bahwa sebagus-bagusnya suatu proses industri (khususnya *mass production*) tidak akan 100% berada pada suatu titik nilai target tapi akan ada pergeseran sebesar rata-rata 1,5 sigma dari nilai tersebut.



Gambar 2.4 Pergeseran Tingkat *sigma* dalam Konsep *Six Sigma* Motorola
Sumber : Ariani (2003)

Pada rata-rata proses umumnya dapat menyimpang sebesar 1,5 σ dalam asumsi normalitas. Apabila rata-rata proses menyimpang sejauh 1,5 σ ke kanan, maka level sigma dari proses akan sebesar 4,5 σ dan arah yang berlawanan akan menghasilkan 7,5 σ . Secara umum apabila proyek *Six Sigma* dijalankan dengan baik dan konsisten dalam jangka panjang, maka pergeseran 1,5 σ adalah satu ketentuan yang dapat dimaklumi. Jadi, dalam implementasi jangka panjang yang dimaksud dengan '*Six Sigma*' adalah asumsi pergeseran 1,5 σ pada rata-rata proses dari target yang telah ditetapkan. Adapun *DPMO* yang dihasilkan untuk tingkat pengelolaan *Six Sigma* ini adalah sebesar 3,4 *PPM* dan 99,99966 % dari data akan berada dalam batas toleransi 6 σ atau *yield* sebesar 99,99966%.

2.4. Metodologi DMAIC

Dalam *six sigma*, model perbaikan yang digunakan merujuk lima fase yang makin umum dalam organisasi-organisasi *six sigma*, yaitu DMAIC yang terdiri dari tahap *define* (tentukan), *measure* (ukur), *analyze* (analisa), *improve* (tingkatkan), dan *control* (kendalikan). Model DMAIC ditetapkan pada usaha perbaikan proses maupun pada perancangan atau perencanaan ulang proses (Pande, dkk, 2002).

2.4.1. Define (tentukan)

Tahap *define* merupakan langkah pertama dari metode DMAIC, setelah proyek *six sigma* dipilih, langkah pertama yang dilakukan adalah mendefinisikan masalah yang akan diperbaiki, menetapkan tujuan, dan menemukan kesempatan untuk melakukan perbaikan. *Tool* yang dapat digunakan dalam tahap ini ialah :

1. Diagram Pareto.
2. Diagram SIPOC (*Suppliers, Input, Proses, Output, dan Customers*).
3. Diagram Alir Proses.
4. VOC (*Voice Of Customer*).
5. CTQ (*Critical To Quality*).

Langkah-langkah yang dapat dilakukan dalam tahap *define* (Pande, dkk, 2002) :

- a. Melakukan identifikasi permasalahan dalam proses dengan pemetaan proses yang sangat membantu dalam memahami dan menemukan masalahnya. Didalamnya tercakup pembuatan diagram untuk menunjukan langkah proses dan permasalahannya.
- b. Menentukan faktor-faktor untuk diukur, dianalisis, diperbaiki, dan dikontrol. Pada tahap ini biasanya sering ditanyakan mengenai fokus permasalahan dari proses yang diamati, tujuan dalam melakukan proyek, pelanggan yang dilayani atau dipengaruhi oleh proses dan proses yang diamati (Evan, 2007).

2.4.2. Measure (ukur)

Fase DMAIC ini dilakukan setelah menemukan permasalahan yang akan diselesaikan. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data-data yang mendukung

proses yang menjadi fokus permasalahan. *Tool* yang dapat digunakan dalam tahap ini ialah :

1. MSA (*Measuremet System Analyze*).
2. CTQ (*Critical To Quality*) Keys.
3. *Control Chart* (Peta Kendali).
4. Kemampuan Proses (*Process Capability*).

Selanjutnya beberapa tindakan yang dilakukan pada tahap *measure* adalah sebagai berikut (Pande, dkk, 2002) :

- a. Menetapkan karakteristik *critical-to-quality* (CTQ) yang berhubungan dengan produk dan proses.
- b. Mengidentifikasi proses internal yang mempengaruhi pengukuran CTQ dan hasil proses.
- c. Menetapkan kapabilitas proses yang merupakan ukuran statistik dari variasi untuk kejadian pada proses yang stabil.

2. Perhitungan Level Sigma

Perhitungan level sigma pada tingkat *output* dilakukan secara langsung pada produk akhir yang akan diserahkan kepada pelanggan. Pengukuran dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana *output* akhir dari proses itu dapat memenuhi kebutuhan spesifik pelanggan sebelum produk itu diserahkan kepada pelanggan. Berikut ini adalah langkah-langkah yang dapat digunakan dalam perhitungan level sigma untuk data variabel :

1. Menentukan proses apa yang ingin diukur.
2. Menentukan nilai batas spesifikasi atas (UCL).
3. Menentukan nilai batas spesifikasi bawah (UCL).
4. Menentukan nilai spesifikasi target (T).
5. Menentukan nilai rata-rata ($\bar{\bar{X}}$)

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{X}}{n}$$

6. Menentukan nilai standar deviasi (σ_0)

$$\sigma_0 = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

7. Menghitung kemungkinan cacat yang berada diatas nilai USL per satu juta kesempatan (DPMO)

$$\text{DPMO USL} = P [z \geq (\text{USL} - \bar{X}) / \sigma_0] \times 1.000.000$$

8. Menghitung kemungkinan cacat yang berada dibawah nilai LSL per satu juta kesempatan (DPMO)

$$\text{DPMO LSL} = P [z \geq (\text{LSL} - \bar{X}) / \sigma_0] \times 1.000.000$$

9. Menghitung cacat per satu juta kesempatan (DPMO)

$$\text{DPMO Total} = \text{DPMO USL} + \text{DPMO LSL}$$

10. Mengkonversikan nilai DPMO kedalam nilai sigma dengan menggunakan tabel sigma.

2.4.3. Analyze (Analisis)

Analyze merupakan langkah operasional ketiga dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini yang perlu dilakukan adalah mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab dari kecacatan atau kegagalan kemudian melakukan serangkaian pengujian. Kekurangan yang ditemui pada kebanyakan pendekatan pemecahan masalah adalah kurangnya penekanan pada analisis yang tajam. Yang amat sering terjadi adalah kita melompat langsung kepada suatu solusi tertentu tanpa sepenuhnya memahami suatu masalah serta mengidentifikasi sumbernya, atau “akar permasalahan,” dari masalah. Fase analisis dari DMAIC berfokus pada pernyataan mengapa cacat, kesalahan, atau variasi yang berlebihan terjadi. *Tool* yang dapat digunakan dalam tahap ini ialah :

1. Diagram Pareto.
2. Diagram Sebab-Akibat.

2.4.4. Improve (tingkatan)

Tahap *Improve* merupakan tahap keempat di dalam DMAIC. Setelah sumber-sumber dan akar penyebab dari masalah-masalah kualitas teridentifikasi maka langkah selanjutnya adalah mencari solusi atas permasalahan tersebut. Berdasarkan hasil analisis dapat diketahui permasalahan mana yang perlu

mendapatkan prioritas perbaikan. Untuk mendapatkan langkah-langkah perbaikan dapat diperoleh melalui pengumpulan ide-ide. Berikutnya adalah *improve* atau peningkatan. Setelah sumber-sumber dan akar penyebab dari masalah kualitas teridentifikasi, maka perlu dilakukan penerapan rencana tindakan (*action Plan*) untuk melaksanakan peningkatan kualitas *Six Sigma*. Hasil analisis harus dikumpulkan untuk mendapatkan ide untuk menghilangkan atau memecahkan masalah serta memperbaiki kinerja pengukuran variabel sehingga memperbaiki CTQ. *Tool* yang dapat digunakan dalam tahap ini ialah :

1. FMEA (*Failure Mode Effect Analyze*).
2. DOE (*Desing Of Experiment*).
3. *Kaizen*.
4. *Taguchi*.
5. Metode 5W+1H

Langkah-langkah yang ditempuh dalam tahap *Improve* adalah memberikan usulan perbaikan dengan metode metode 5W-1H. Menurut Gasperz (2002), pengembangan rencana tindakan merupakan salah satu aktivitas yang penting dalam program peningkatan kualitas. Harus diputuskan apa yang harus dicapai (berkaitan dengan target yang harus ditetapkan), alasan kegunaan (mengapa) rencana tindakan itu harus dilakukan, di mana rencana itu ditetapkan atau dilakukan, siapa yang akan menjadi penanggung jawab dari rencana tindakan itu. Analisis menggunakan metode 5W+1H dapat digunakan pada tahap pengembangan rencana tindakan ini. 5W+1H adalah *what* (apa), *why* (mengapa), *where* (dimana), *when* (bilamana), *who* (siapa), dan *how* (bagaimana). Penggunaan metode 5W+1H dijelaskan dalam tabel 2.3. berikut ini.

Tabel 2.3. Penggunaan Metode 5W+1H untuk Pengembangan Rencana Tindakan

Jenis	5W+1H	Deskripsi	Tindakan
-------	-------	-----------	----------

Tujuan utama	<i>What</i> (apa)?	Apa yang menjadi target utama dari perbaikan/peningkatan kualitas?	Merumuskan target sesuai dengan kebutuhan pelanggan.
Metode	<i>How</i> (bagaimana)?	Bagaimana mengerjakan aktivitas rencana tindakan itu?	Menyederhanakan aktivitas-aktivitas rencana tindakan yang ada.
		Apakah metode yang digunakan sekarang, merupakan metode terbaik?	
		Apakah ada cara lain yang lebih mudah?	
Alasan kegunaan	<i>Why</i> (mengapa)?	Mengapa rencana tindakan itu diperlukan?	Merumuskan target sesuai dengan kebutuhan pelanggan.
		Penjelasan tentang kegunaan dari rencana tindakan yang dilakukan	
Lokasi	<i>Where</i> (dimana)?	Dimana rencana tindakan itu akan dilaksanakan?	Mengubah sekuens (urutan) aktivitas atau mengkombinasikan aktivitas-aktivitas yang dapat dilakukan bersama.
		Apakah aktivitas itu harus dikerjakan disana?	
Sekuens (urutan)	<i>When</i> (bilamana)?	Bila mana aktivitas rencana tindakan itu akan terbaik untuk dilaksanakan?	
		Apakah aktivitas itu dapat dikerjakan kemudian?	
Orang	<i>Who</i> (siapa)?	Siapa yang mengerjakan aktivitas rencana tindakan itu?	
		Apakah ada orang lain yang dapat aktivitas rencana tindakan itu?	
		Mengapa orang itu yang ditunjuk untuk mengerjakan aktivitas itu?	

Sumber: Gaspersz (2002)

2.4.5. Tahap *Control* (kendali)

Control (kendali) merupakan tahap terakhir dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada Tahap ini dilakukan pengendalian terhadap implementasi. Pengendalian merupakan tahap operasional terkahir dalam *six sigma*. Pada tahap ini ketika sebuah proses dapat ditingkatkan atau perlu diperbaiki maka langkah-langkah perbaikan yang telah didapat perlu didokumentasikan dan disebarluaskan serta praktik-praktik terbaik yang sukses dalam meningkatkan kualitas perlu distandarisasikan dan disebarluaskan. Ukuran-ukuran baru yang telah diperoleh dapat dijadikan dasar dalam peningkatan kualitas secara terus-menerus. *Tool* yang dapat digunakan dalam tahap ini ialah :

1. *Control Chart* (Peta Kendali).
2. Kemampuan Proses (*Process Capability*).
3. Perhitungan Level Sigma dan DPMO (*Defect Per Milion Oportunity*).

2.5. Alat-alat atau *Tools* yang Digunakan Pada Metode DMAIC

2.5.1. Diagram Pareto

Joseph Juran pernah menyebutkan bahwa sebagian besar permasalahan kualitas hanya berasal dari bebrapa penyebab. Ia menyebut teknik ini Analisis Pareto (Pareto Analysis) yang berasal dari nama Vilfredo Pareto (1848-1923), seorang ekonom Italia. Sebagai contoh, dalam sebuah analisis mengenai 200 jenis kegagalan mesin mobil di lapangan, hanya lima yang menjadi penyebab sepertiga semua kegagalan, sementara 25 menjadi penyebab dari dua pertiga kegagalan. Analisis Pareto membantu untuk memisahkan “beberapa faktor yang penting” dengan “banyak yang tidak penting” dan memberikan arahan untuk pemilihan proyek perbaikan.

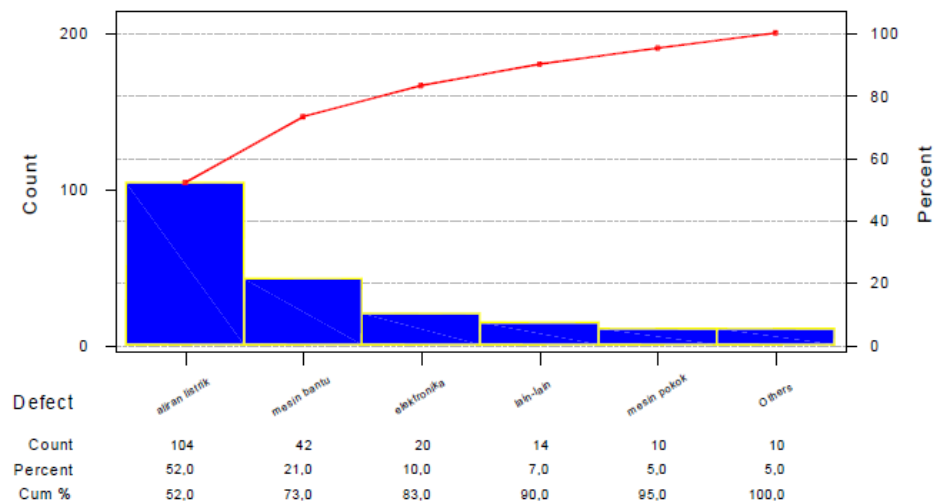
Distribusi Pareto adalah salah satu jenis distribusi dimana sifat-sifat yang diobservasi diurutkan dari yang frekuensinya terbesar hingga terkecil. Pareto Diagram adalah histogram data yang mengurutkan data dari yang frekuensinya terbesar hingga terkecil. Masalah yang paling banyak terjadi ditunjukkan 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. Analisis pareto sering kali digunakan untuk menganalisis data yang dikumpulkan di lembar pemeriksaan. Diagram Pareto membantu analis untuk secara progresif berfokus pada masalah yang lebih spesifik. Pada tiap tingkatan, diagram pareto membagi data ke dalam beberapa tingkat yang lebih detail. Sehingga akhirnya kita dapat mengisolasi masalah-masalah yang paling signifikan.

Diagram Pareto juga dapat mengidentifikasi masalah yang paling penting yang mempengaruhi usaha perbaikan kualitas dan memberikan petunjuk dalam mengalokasikan sumber daya yang terbatas untuk menyelesaikan masalah (Ariani, 2004).

Diagram Pareto digunakan untuk mengklasifikasikan masalah menurut sebab dan gejalanya. Masalah didiagramkan menurut prioritas atau tingkat kepentingannya, dengan menggunakan formal grafik batang, dimana 100% menunjukkan kerugian total. Prinsip yang mendasari diagram ini adalah aturan '80-20' yang menyatakan bahwa *'80% of the trouble comes from 20% of the problem'* (bahwa sekitar 80% dari masalah disebabkan oleh 20% dari penyebab), (Tjiptono, 2001). Pada dasarnya diagram Pareto dipergunakan sebagai alat interpretasi untuk menentukan frekuensi relatif dan urutan pentingnya masalah-masalah atau penyebab-penyebab dari masalah yang ada serta memfokuskan perhatian pada isu-isu kritis dan penting melalui membuat ranking terhadap masalah-masalah atau penyebab-penyebab dari masalah itu dalam bentuk yang signifikan.

Misalkan sebuah perusahaan memproduksi sepeda motor dan berharap dapat mengurangi biaya kualitas yang timbul dari *defect* yang dihasilkan oleh speedometer. Selama inspeksi, sejumlah speedometer ditolak (*reject*) dan jenis *defect* dicatat. Nama dari tiap *defect* dimasukkan ke dalam lembar kerja pada kolom *defects* dan jumlah yang sesuai dimasukkan ke dalam kolom *counts*. Perusahaan mengetahui bahwa dengan berfokus pada *defect* yang menyebabkan sebagian besar penolakan, maka mayoritas uang dapat disimpan. Diagram Pareto akan membantu mengidentifikasi jenis *defect* yang menyebabkan sebagian besar masalah ini. Berikut ini salah satu contoh gambar diagram Pareto.



Gambar 2.5 Contoh Diagram Pareto
Sumber: Pyzdek (2002)

2.5.2. Diagram SIPOC

Setiap proyek *Six Sigma* yang dipilih, harus didefinisikan proses–proses kunci, sekuens proses beserta interaksinya, serta pelanggan yang terlibat dalam setiap proses itu. Pelanggan disini dapat menjadi pelanggan internal, ataupun eksternal.

Peta tingkat tinggi menentukan batasan proyek *Six Sigma* dengan cara mengidenifikasi proses yang sedang dipelajari, input dan output proses tersebut, serta pemasok dan pelanggannya. Salah satu peta proses SIPOC-diagram kotak atau alur kerja–yang merupakan singkatan dari “*Suppliers, Input, Proses, Output, dan Customers.*”

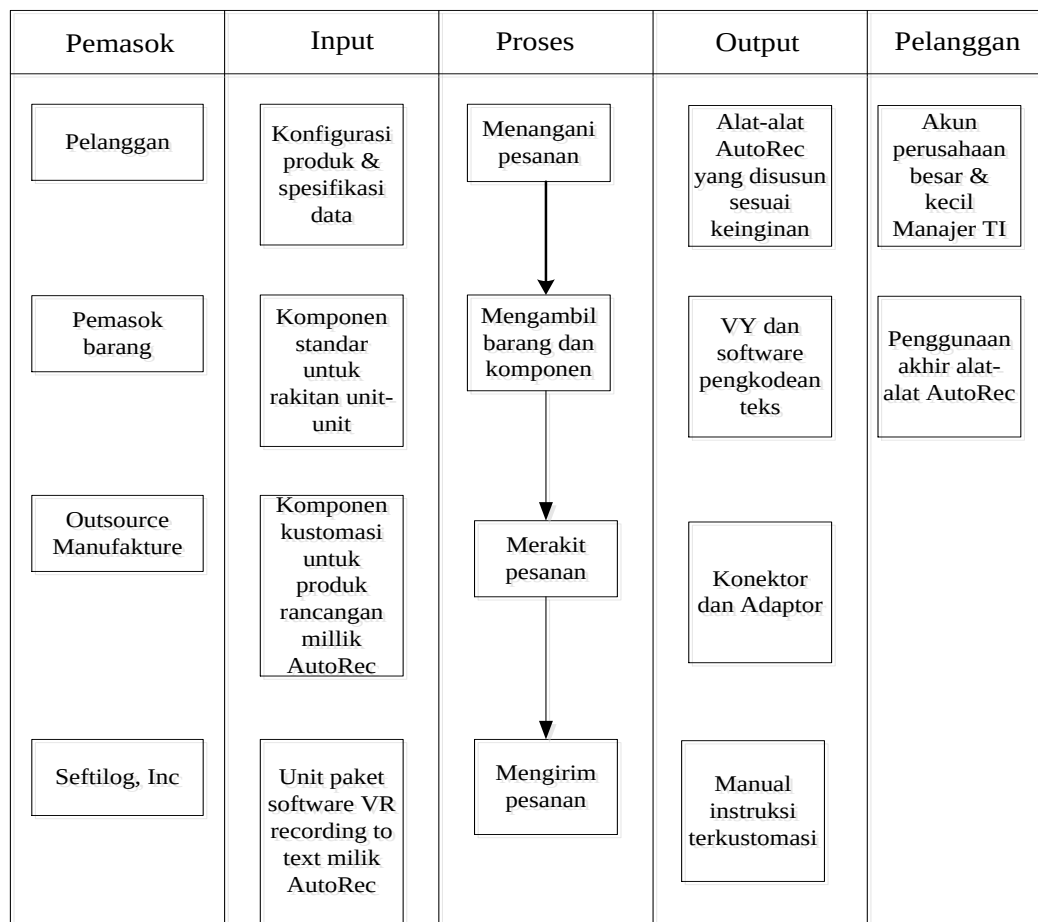
Peta SIPOC memberikan garis besar elemen-elemen penting di dalam suatu proses serta membantu menjelaskan siapa pelaku utama proses tersebut, bagaimana cara mendapatkan input, siapa yang dilayani oleh proses tersebut, serta bagaimana cara proses tersebut meningkatkan nilai. Sebelum mendefinisikan proses kunci beserta pelanggan dalam proyek *Six Sigma*, perlu diketahui model proses SIPOC (*suppliers-input–processes–output–customers*).

1. *Suppliers*, merupakan orang/kelompok orang yang memberikan informasi kunci, material, atau sumber daya lain kepada proses. Jika suatu proses terdiri

dari beberapa sub proses, maka sub proses sebelumnya dapat dianggap sebagai pemasok internal (*internal suppliers*).

2. *Inputs*, merupakan segala sesuatu yang diberikan oleh pemasok kepada proses.
3. *Processes*, merupakan sekumpulan langkah yang mentransformasi dan secara ideal, menambah nilai kepada input.
4. *Outputs*, adalah produk (barang/jasa) dari suatu proses. Dapat berupa barang jadi ataupun setengah jadi.
5. *Customers*, adalah orang atau kelompok orang, atau sub proses yang menerima *outputs*.

Salah satu contoh dari diagram SIPOC dari proses pembuatan komputer adalah sebagaiberikut:



Gambar 2.6 Diagram SIPOC

Sumber: Gaspersz (2002)

2.5.3. Peta Proses Operasi

Peta Proses Operasi seringkali disingkat dengan peta operasi atau (*operation chart*) adalah peta kerja yang mencoba menggambarkan urutan kerja dengan jalan membagi pekerjaan tersebut menjadi elemen-elemen operasi secara detail. Di sini tahapan proses operasi kerja harus diuraikan secara logis dan sistematis. Dengan demikian keseluruhan operasi kerja dapat digambarkan dari awal (*raw material*) sampai menjadi produk akhir (*finished good product*) sehingga analisa perbaikan dari masing-masing operasi kerja secara individual maupun urut-urutannya secara keseluruhan akan dapat dilakukan. Peta proses operasi ini akan memberikan daftar elemen-elemen operasi suatu pekerjaan secara berurutan. Elemen-elemen ini harus mudah didefinisikan saat mulai dan akhir. Untuk pembuatan peta operasi ini maka simbo-simbol ASME yang dipakai adalah simbol operasi, inspeksi dan gabungan antara operasi dengan inspeksi.

2.5.4. Histogram

Histogram adalah alat yang digunakan untuk menunjukkan variasi data pengukuran dan variasi setiap proses. Histogram merupakan suatu potret dari proses yang menunjukkan yaitu :

- a. Distribusi dari pengukuran
- b. Frekuensi dari setiap pengukuran itu

Histogram ini juga menunjukkan kemampuan proses dan apabila memungkinkan histogram dapat menunjukkan hubungan dengan spesifikasi proses dan angka-angka nominal misalnya rata-rata. Dalam histogram, garis vertical menunjukkan banyaknya observasi tiap-tiap kelas, diagram ini sangat cocok untuk data yang dikelompokkan. Histogram dapat dianalisis lebih lanjut sehingga dapat diperoleh antara lain tendensi sentral, frekuensi terbesar (*modus*), titik tengah (*median*), nilai rata-rata (*mean*) dan simpangan baku (*standar deviasi*). Dengan demikian histogram dapat dipergunakan sebagai suatu alat untuk:

1. Mengomunikasikan informasi tentang informasi dalam proses

2. Membantu manajemen dalam membuat keputusan-keputusan yang berfokus kepada usaha perbaikan terus menerus (*continuous improvement efforts*).

Tujuan menggunakan histogram yaitu :

- a. Mengetahui dengan mudah penyebaran data yang ada
- b. Mempermudah melihat dan menginterpretasikan data
- c. Sebagai alat pengendalian proses sehingga dapat mencegah timbulnya masalah.

2.5.5. Metode 5S

Metode 5S adalah program yang merangkum serangkaian aktivitas untuk menghilangkan pemborosan yang menyebabkan kesalahan, cacat dan kecelakaan di tempat kerja. 5S merupakan pendekatan sistematis untuk meningkatkan lingkungan kerja, proses-proses, dan produk dengan melibatkan karyawan di lantai pabrik atau lini produksi maupun di kantor. Adapun kelima S tersebut adalah sebagai berikut:

1. *Seiri (Sort)*: secara tegas memisahkan item yang dibutuhkan dari item yang tidak dibutuhkan, kemudian menghilangkan item yang tidak diperlukan dari tempat kerja.
2. *Seiton (Stabilize)*: menyimpan item yang diperlukan di tempat yang tepat agar mudah diambil jika akan digunakan.
3. *Seiso (Shine)*: mempertahankan area kerja agar tetap bersih dan rapih.
4. *Seiketsu (Standardize)*: melakukan standarisasi terhadap praktek 3S (*Seiri*, *Seiton*, dan *Seiso*) di atas.
5. *Shitsuke (Sustain)*: membuat agar kedisiplinan menjadi suatu kebiasaan melalui mengikuti prosedur-prosedur yang telah ditetapkan.

2.5.6. Diagram Sebab Akibat (Fishbone)

Diagram ini dikenalkan oleh Prof. Kaoru Ishikawa pada tahun 1951 sehingga diagram ini biasa disebut Diagram Ishikawa. Diagram ini digunakan untuk mencari sebab-sebab dari suatu penyimpangan yang terjadi. Penyusunan Diagram ini dilakukan dengan sumbang saran, dengan diagram ini dapat diketahui hubungan antara berbagai faktor yang mungkin terjadi sebab suatu penyimpangan

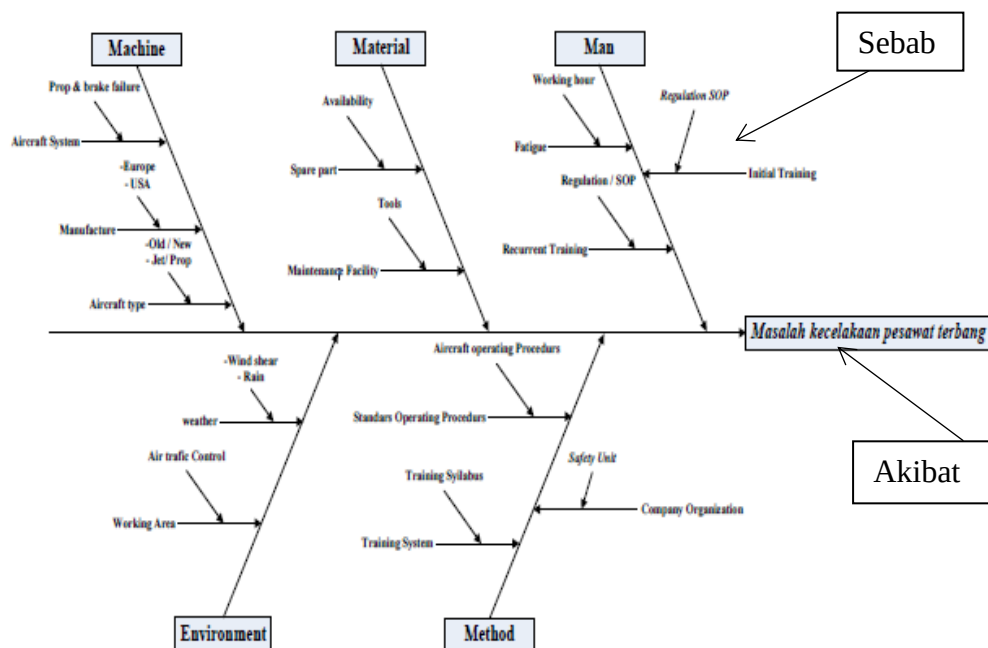
atau sebuah akibat. Faktor tersebut ialah manusia, mesin, material, metode dan lingkungan.

Diagram sebab akibat ini sering juga disebut sebagai diagram tulang ikan (*fishbone diagram*), atau diagram Ishikawa karena pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Kaoro Ishikawa pada tahun 1943. Pada dasarnya diagram sebab akibat dapat dipergunakan untuk kebutuhan sebagai berikut :

1. Membantu mengidentifikasi akar penyebab dari suatu masalah.
2. Membantu membangkitkan ide-ide untuk solusi suatu masalah.
3. Membantu dalam penyelidikan atau pencarian fakta lebih lanjut.

Untuk mengetahui faktor-faktor penyebab dari suatu masalah yang sedang dikaji, dapat mengembangkan pertanyaan-pertanyaan sebagai berikut :

1. Apa penyebab itu ?
2. Mengapa kondisi atau penyebab itu terjadi ?
3. Bertanya “mengapa” beberapa kali (konsep *five whys*) sampai ditemukan penyebab yang cukup spesifik untuk diambil tindakan perbaikan. Penyebab-penyebab spesifik tersebut dimasukkan atau dicatat dalam diagram sebab akibat.



Gambar 2.7 Diagram Sebab-Akibat
Sumber : Ishikawa (1988)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan sarana utama untuk mencari jawaban atas permasalahan yang ada atau kerangka pikir yang akan dijalankan pada penelitian ini. Tujuan dari pembuatan metodologi penelitian ini adalah agar proses dalam penelitian ini terstruktur dengan baik dan dapat mencapai sasarannya. Metodologi penelitian ini terdiri dari tahapan-tahapan proses sebagai berikut:

3.1. Jenis Data

Ada dua jenis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Data primer adalah data utama yang diperlukan dalam melakukan penelitian. Data ini dikumpulkan secara langsung dari lapangan, yang diperoleh dengan cara melakukan pengamatan, survey serta wawancara atau memberi daftar pertanyaan. Pada penelitian ini data primer yang digunakan adalah data identifikasi penyebab cacat komponen *part rudder* pesawat CN-235 yang diperoleh dari hasil wawancara.
2. Data sekunder adalah data yang erhubungn langsung dengan objek penelitian dan ikut mendukung kelancaraan produksi:
 - a. Proses produksi komponen *part rudder* pesawat CN-235 pada proses *bonding composite*.
 - b. Data produk cacat dalam proses produksi selama bulan maret 2016.
 - c. Definisi jenis cacat pada produk *part rudder* pesawat CN-235.
 - d. Sejarah umum perusahaan.
 - e. Ketenagakerjaan.
 - f. Struktur dan *lay out* pabrik.
 - g. Sistem produksi.

3.2. Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan dilakukan di perusahaan yaitu dengan cara mempelajari permasalahan yang berhubungan dengan proses produksi pembuatan *rudder* pesawat CN-235. Dengan mempelajari kejadian pada proses produksi maka dapat

mengetahui produk rusak (*reject*) atau produk memerlukan pengerjaan ulang atau perbaikan (*repair*). Informasi kegagalan proses diperoleh berdasarkan data laporan kualitas proses produksi. Berdasarkan data tersebut maka dapat dibuat suatu dokumen yang akan menjadi acuan untuk menghilangkan atau mengurangi kejadian kegagalan proses pada saat proses produksi akan berlangsung.

3.3. Studi Literatur

Studi literatur ini ditujukan untuk menunjang karya ilmiah ataupun untuk dapat mencapai tujuan karya ilmiah yang telah ditetapkan sebelumnya. Studi pustaka diperlukan sebagai dasar mengenai teori-teori yang dapat dipakai baik sebagai referensi atau rujukan permasalahan yang dihadapi maupun untuk memecahkan permasalahan. Untuk itulah sangat penting untuk melakukan studi pustaka terlebih dahulu sebelum memulai pengolahan dan analisis data.

3.4. Identifikasi Permasalahan

Identifikasi masalah dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan yang ada di perusahaan dengan melakukan wawancara kepada pihak perusahaan dan melakukan pengamatan langsung ke lokasi produksi. Permasalahan yang terjadi dalam pengerjaan *rudder* pesawat CN-235 yaitu adanya kecacatan yang disebabkan oleh kesalahan proses produksi sehingga pada proses barang jadi produk tidak sempurna. Kecacatan produk ini tidak bisa ditoleril karna produk harus mendekati sempurna atau mencapai batas kriteria yang telah ditetapkan oleh perusahaan.

3.5. Perumusan Masalah

Dari identifikasi masalah yang telah diuraikan maka langkah selanjutnya yaitu merumuskan masalah. Perumusan masalah telah diuraikan pada bab pendahuluan.

3.6. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian merupakan jawaban dari permasalahan yang dihadapi. Tujuan tersebut telah dilakukan seperti yang diuraikan pada bab pendahuluan.

3.7. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mengetahui data apa saja yang diperlukan dalam tugas akhir ini. Data tersebut terbagi menjadi:

1. Data umum perusahaan
2. Data jumlah produksi perhari
3. Data jenis cacat
4. Data jumlah cacat pada *rudder* pesawat CN-235 selama 20 hari.

3.8 Pengolahan Data

Berdasarkan data yang telah didapat pada tahap pengumpulan data, selanjutnya dilakukan beberapa tahap pengolahan data dengan metode DMAIC sebagai berikut:

3.8.1. Tahap *Define*

Pada tahap ini dilakukan dengan pemilihan perbaikan proses yang bertujuan untuk mengetahui proses apa yang memiliki hasil (*output*) dengan jumlah cacat terbesar, penentuan *Critical to Quality* (CTQ), diagram SIPOC (*Supplier-Input-Process-Output-Customer*), pembuatan alur proses, pernyataan tujuan proyek.

3.8.2. Tahap *Measure*

Dalam tahap ini, hal pokok yang harus dilakukan adalah uji kenormalan data, perhitungan peta kendali $\bar{X} - R$, perhitungan kapabilitas proses, dan perhitungan DPMO serta *level sigma*.

3.9. Analisis dan Pembahasan

Analisis berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan meliputi analisis pada tahap *analyze*, *improve*, dan *control*.

3.9.1. Tahap *Analyze*

Pada tahap ini proses yang dilakukan adalah dengan membuat *fishbone diagram* dari *rudder* pesawat CN-235, dalam hal ini dilakukan dengan teknik tanya jawab dengan para staff ahli dari pihak perusahaan dimana bertujuan untuk mengidentifikasi akar-akar dari penyebab masalah yang terjadi.

3.9.2. Tahap *Improve*

Pada tahap ini dilakukan perbaikan terhadap permasalahan yang terjadi dengan menggunakan metode 5W+1H.

3.9.3. Tahap *Control*

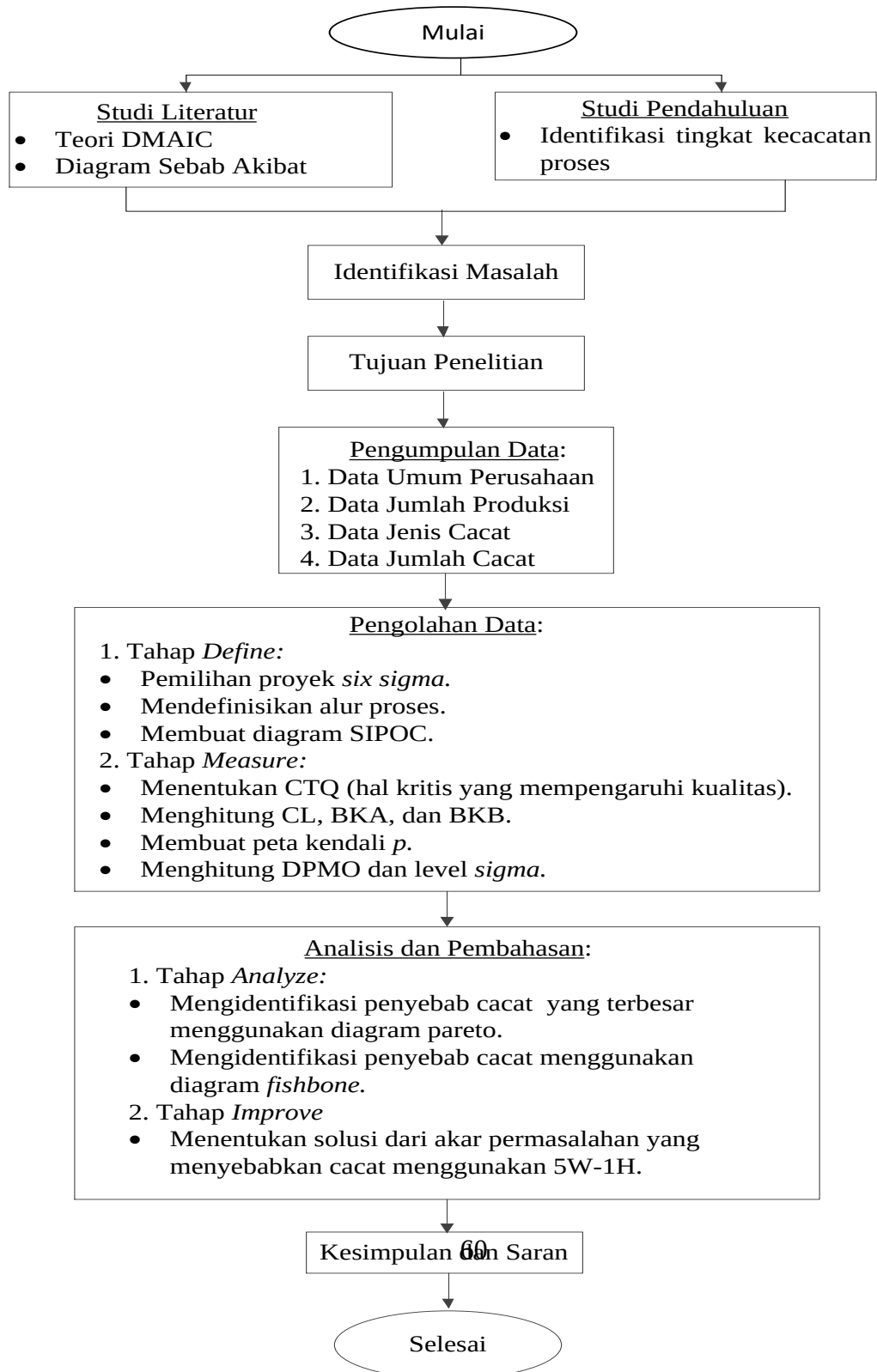
Pada tahap ini, dilakukan pengendalian terhadap hasil perbaikan. Namun pada tahap ini tidak dilakukannya pengendalian.

3.10. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dibuat untuk memberikan solusi terhadap permasalahan dengan menjawab tujuan-tujuan penelitian. Kesimpulan diperoleh berdasarkan analisis yang dilakukan terhadap hasil pengolahan data. Selain kesimpulan, pada tahap ini juga diberikan saran-saran yang mungkin dapat bermanfaat bagi perusahaan maupun bagi penelitian selanjutnya.

3.11. Kerangka Pemecahan Masalah

Kerangka pemecahan masalah menggambarkan langkah-langkah dalam pemecahan masalah. Kerangka pemecahan masalah tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Kerangka Pemecahan Masalah
(Sumber: Pengolahan Data)

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Gambaran Umum Perusahaan

4.1.1 Sejarah Perusahaan

Awal mula berdirinya PT Dirgantara Indonesia sebenarnya telah muncul sejak awal kemerdekaan Indonesia. Saat itu upaya perintisan dilakukan dengan peralatan dan material yang sederhana. Tercatat dalam sejarah, pesawat pertama yang diterbangkan tahun 1948 di lapangan udara Maospati adalah pesawat dengan nama RI-X WEL-1 hasil rancangan Wiweko Soepono. Disusul tahun 1954, Nurtanio Pringgoadisuryo pun berhasil merancang sebuah pesawat dengan nama NU-200. Tidak hanya itu, badan yang diprakarsai Nurtanio bernama Depot Penyelidikan, Percobaan, dan Pembuatan Pesawat Terbang (DPPPT) yang didirikan Agustus 1961 telah mampu membuat pesawat terbang eksperimental seperti Belalang (Pesawat Latih), Si Kumbang (Pesawat Olahraga), Kolintang, dan Gelatik.

Pada tahun 1962, nama DPPPT diubah menjadi Lembaga Persiapan Industri Penerbangan (LAPIP) sesuai dengan misi dan sasaran yang ingin dicapainya. Lalu pada tahun 1966, LAPIP diubah menjadi Lembaga Industri Penerbangan Nurtanio (LIPNUR) sebagai penghormatan jasa-jasa Nurtanio yang meninggal saat uji terbang pada tanggal 21 Maret 1966. Fasa pendahuluan perkembangan Industri Penerbangan Nasional kemudian memasuki tonggak pertama ketika aset LIPNUR (TNI AU) dengan ATTP (Pertamina) dilebur menjadi Industri Pesawat Terbang Nurtanio pada tanggal 23 Agustus 1976. Industri ini menjadi salah satu kekuatan dirgantara nasional karena dari situlah sejarah Industri Pesawat Terbang modern selanjutnya dibangun untuk menghadapi tantangan zaman.

Pada tanggal 11 Oktober 1985 PT Industri Pesawat Terbang Nurtanio diubah menjadi PT Industri Pesawat Terbang Nusantara (IPTN). Berpegang pada filosofi transformasi teknologi “*Begin at The End and End at The Beginning*” IPTN berhasil mentransfer teknologi penerbangan yang rumit dan terbaru. IPTN bekerja sama dengan pihak pabrikan melaksanakan pembuatan berbagai jenis pesawat terbang seperti C212 Aviocar, CN235, NBO105, NBK117, SA330 Puma, NAS332 Super Puma, dan Nbell 412. Hal ini kemudian berlanjut pada keberhasilan membuat pesawat N250 dan N2130, di mana rancang bangunnya murni karya putra putri Indonesia.

Selama tiga windu PT Dirgantara Indonesia telah menunjukkan kiprahnya dalam penguasaan teknologi dan Industri Kedirgantaraan. Penguasaan teknologi yang diterapkan dalam bidang *desain, manufacturing, quality assurance, product support, maintenance* ,dan *overhaul* yang telah mendapat pengakuan dari otoritas nasional maupun internasional.

Dengan visi akan menjadi perusahaan teknologi tinggi dan bisa bersaing dalam pasar global dengan mengandalkan keunggulan biaya. Dan dengan misi menjalankan usaha dengan selalu berorientasi pada aspek bisnis dan komersil dan dapat juga menghasilkan produk dan jasa yang memiliki keunggulan biaya. Sebagai pusat keunggulan pada bidang Industri Dirgantara, terutama dalam rekayasa, rancang, bangun, manufaktur, produksi, serta pemeliharaan untuk kepentingan komersil, dan militer dan juga untuk aplikasi di luar Industri Dirgantara. Menjadikan perusahaan sebagai pemain kelas dunia pada industri global yang mampu bersaing dan melakukan aliansi strategis dengan Industri Dirgantara kelas dunia lainnya.

Saat ini, PT Dirgantara Indonesia masih tetap terus memproduksi untuk berusaha memenuhi kontrak kerja yang telah disepakatinya. Bagaimana pun langkah-langkah yang telah diambil diharapkan cukup memadai memperbaiki kinerja, efisiensi, dan efektifitas perusahaan sehingga bukan hal yang mustahil PT Dirgantara Indonesia nantinya bangkit kembali sebagaimana yang diharapkan seluruh bangsa dan negara ini.

4.1.2. Visi dan Misi Perusahaan

PT Dirgantara Indonesia mempunyai visi dan misi yang harus dijalankan seluruh karyawannya guna tercapainya visi dan misi tersebut. Visi dan misi tersebut adalah sebagai berikut:

1. Visi: Menjadi perusahaan industri kelas dunia dalam Industri Dirgantara yang berbasis pada penguasaan teknologi tinggi dan mampu bersaing dalam pasar global dengan mengandalkan keunggulan biaya

2. Misi

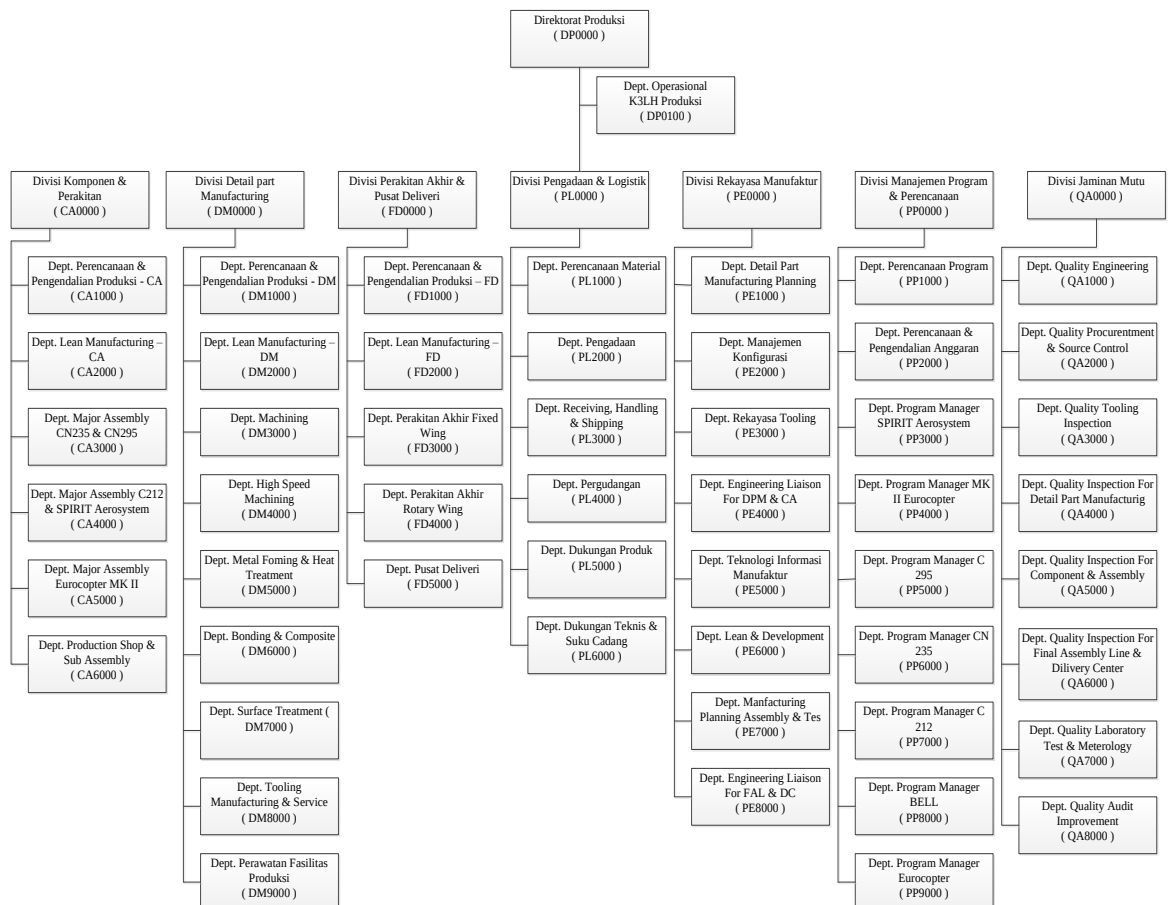
Misi perusahaan adalah sebagai berikut:

- a. Menjalankan usaha dengan selalu berorientasi pada aspek bisnis dankomersial serta dapat menghasilkan produk dan jasa yang memiliki keunggulan biaya.
- b. Sebagai pusat keuntungan bidang Industri Dirgantara terutama dalam rekayasa, rancang bangun manufaktur, produksi, dan pemeliharaan untukkepentingan komersial dan militer, serta untuk aplikasi di luar IndustriDirgantara.
- c. Menjadikan perusahaan sebagai kelas dunia di industri global yangmampu bersaing dan mampu melakukan aliansi strategi dengan industridirgantara lainnya.

4.1.3 Struktur Organisasi dan *Job Description*

Dalam rangka pengembangan PT Dirgantara Indonesia, diperlukan adanya pembagian tugas baik dari segi wewenang maupun segi tanggung jawab yang jelas dalam struktur organisasi di PT Dirgantara Indonesia.

PT Dirgantara Indonesia dipimpin oleh seorang direktur utama dengan wewenang penuh untuk mengambil keputusan ke luar maupun dalam. Selain itu, untuk memperlancar kerja sama antara departemen, maka setiap departemen dipimpin oleh seorang direktur utama dengan tanggung jawab membawahi beberapa direktorat. Adapun struktur organisasi dari PT Dirgantara Indonesia ialah seperti di bawah ini:



Gambar 4.1 Struktur Organisasi PT Dirgantara Indonesia

(Sumber : PT Dirgantara Indonesia)

4.1.4 Job Description Perusahaan

Dalam suatu organisasi terdapat pembagian kerja untuk masing-masing bagian sehingga adanya pertanggung jawaban dari bagian tersebut agar perusahaan dapat berjalan secara terstruktur dan memiliki susunan birokrasi yang jelas. Hal ini dilakukan supaya tidak adanya kesalah pahaman antara bagian satu dengan bagian lainnya dalam menjalankan suatu tugas sehingga perusahaan dapat terus berjalan dengan baik. Maka secara ringkas dapat disebutkan tugas dan wewenang dari setiap susunan struktur organisasi sebagai berikut:

1. Unit Organisasi Pusat.

Badan-badan yang membantu direktur utama dalam memberikan pelayanan dan untuk mendukung tugas utama perusahaan, antara lain mencakup badan:

a. Pusat Komputasi.

Pusat komputasi merupakan satu-satunya badan dalam PT Dirgantara Indonesia yang memberikan jasa komputasi kepada para pengguna di luar perusahaan. Badan ini juga bertanggung jawab untuk mengembangkan sistem komputerisasi dan penerapannya, serta melayani unit organisasi PT Dirgantara Indonesia dalam hal komputerisasi dan sistemnya.

b. Asisten Direktur Pengamanan.

Bidang pengamanan merupakan salah satu organisasi yang berada di lingkungan PT Dirgantara Indonesia yang memiliki fungsi dan tugas pokok melaksanakan kegiatan pengamanan di kawasan perusahaan, baik itu berupa pengamanan informasi dan dokumen yang dilakukan dengan cara tindakan preventif maupun represif.

c. Asisten Direktur Manajemen Program

Tugas dari badan ini, pertama adalah untuk menyiapkan PT Dirgantara Indonesia dalam memasuki tahap ke empat transformasi industri yaitu penelitian dan pengembangan dalam skala besar agar memiliki daya saing yang tinggi.

d. Asisten Direktur Fasilitas

Badan ini dibentuk dengan tujuan, pertama adalah untuk menyusun perencanaan dan melaksanakan pembangunan fasilitas produksi serta fasilitas penunjang lainnya dalam rangka menunjang produksi perusahaan yang telah digariskan oleh direktur utama.

2. Unit Organisasi Fungsional Asisten Direktur Utama

Unit ini bertugas untuk membantu direktur utama dalam merumuskan dan menetapkan kebijakan perencanaan dan pengawasan pada batas tertentu.

a. Sekretaris Direktur Utama

Badan ini bertugas untuk mengamankan perusahaan, baik dalam bentuk materi, personil, maupun rahasia perusahaan, pelayanan staff, dan tujuan-tujuan tertentu.

b. Satuan Pengawasan Intern

Badan ini bertugas untuk membantu direktur utama dalam mengadakan penilaian atas sistem pengendalian manajemen, serta pelaksanaannya dalam perusahaan adalah memberikan saran-saran perbaikan.

3. Unit Organisasi Pembantu Direktur Utama

Unit ini bertugas untuk membantu direktur utama dalam merumuskan dan menetapkan kebijakan perencanaan dan pengawasan pada batas tertentu.

a. Pusat Jaminan Kualitas Produk

Badan ini bertugas, pertama adalah untuk memberikan jaminan kualitas terhadap produk yang dihasilkan oleh perusahaan. Di mulai dari tahap perencanaan, produksi hingga pengiriman produk kepada pelanggan. Kedua adalah untuk memenuhi semua persyaratan keselamatan penerbangan.

4. Unit Organisasi Direktorat

Badan ini bertugas sebagai penyelenggara atau pelaksana dalam merumuskan kebijakan perencanaan dan pengelolaan dalam batas tertentu.

a. Direktorat Mesin dan Teknologi

Bertugas dalam merumuskan kebijaksanaan perencanaan dan pelaksanaan teknologi produk baru serta desainnya.

b. Direktorat Manufaktur

Bertugas untuk membuat peralatan sesuai pemrograman yang berjalan dengan kualitas yang baik, tepat waktu, dan biaya yang efektif.

c. Direktorat Produksi

Bertugas untuk melaksanakan dan mengkoordinasi kegiatan dan pembuatan sesuai dengan program yang telah ditetapkan.

d. Direktorat Sistem Senjata

Bertugas untuk melaksanakan pembuatan peralatan dalam memproduksi senjata sesuai dengan perencanaan produk perusahaan.

e. Direktorat Material

Bertugas untuk melaksanakan perencanaan, pembelian, penyediaan, penerimaan, penyimpanan distribusi material yang diperlukan oleh perusahaan.

f. Direktorat Koordinasi Program

Bertugas untuk mengembangkan sistem perencanaan dan pengendalian strategi perusahaan dalam rangka pencapaian sasaran kualitas dan dukungan terhadap pembangunan nasional.

g. Direktorat Umum

Bertugas untuk menyusun kebijakan dan peraturan dalam bidang administrasi, organisasi, keselamatan industri, kesehatan, perakitan, dan percetakan.

h. Direktorat Keuangan

Bertugas untuk mengelola dana dengan efektif dan bertanggung jawab atas pelaksanaannya sesuai dengan kebijaksanaan perusahaan berdasarkan kepada peraturan pemerintah yang berlaku.

5. Unit Organisasi Departemen

a. Departemen Produksi

Departemen ini bertugas merencanakan dan mengkoordinasi pelaksanaan program-program produksi PT Dirgantara Indonesia mulai dari pembuatan sampai dengan proses dalam rangka tercapainya target produksi melalui fungsi-fungsi program produksi dengan berbagai departemen lainnya.

Departemen Teknologi

Departemen ini bertugas untuk mengembangkan dan mengkoordinir teknologi, membuat rancangan konfigurasi pesawat terbang yang bertaraf internasional, merancang konfigurasi pesawat terbang yang dapat beroperasi dengan aman, ekonomis dan memenuhi persyaratan layak terbang, menyerap alih teknologi tinggi dalam perancangan konfigurasi pesawat terbang, mengembangkan dan menerapkan keterampilan perencanaan pesawat terbang dan teknologi tinggi, serta menghasilkan pesawat terbang yang mampu bersaing di pasaran internasional.

b. Departemen Pusat Fasilitas

Tugas yang pertama adalah berusaha memanfaatkan kemampuan dan fasilitas yang tersedia secara maksimal untuk mencapai produktivitas dan pendapatan yang dapat diberikan kepada perusahaan. Kedua adalah untuk mengembangkan kemampuan yang dimiliki sesuai dengan kemajuan teknologi

dan memenuhi standar keselamatan penerbangan regional atau internasional serta standar teknis nasional atau internasional.

c. Departemen Pusat Pemeliharaan

Bertugas untuk mengembangkan kemampuan untuk menjadi pusat perbaikan, pemeliharaan, dan modifikasi pesawat terbang dan helikopter di kawasan Indonesia dan regional.

4.1.5 Produk Yang Dihasilkan

PT Dirgantara Indonesia kini memfokuskan bisnisnya dari 18 menjadi 5 satuan usaha, yakni :

1. *Aircraft.*

Satuan usaha *Aircraft* memproduksi beragam pesawat untuk memenuhi berbagai misi sipil, militer, dan juga misi khusus.

a. NC-212.

Pesawat berkapasitas 19-24 penumpang dengan beragam versi yang dapat lepas landas dan mendarat dalam jarak pendek, serta beroperasi pada landasan rumput atau tanah.



Gambar 4.2 Pesawat NC-212
(Sumber : PT Dirgantara Indonesia)

b. CN-235.

Pesawat angkut komuter serbaguna dengan kapasitas 35-40 penumpang ini, dapat digunakan dalam berbagai misi yang dapat lepas landas dan mendarat dalam jarak pendek dan mampu beroperasi pada landasan rumput atau tanah atau es, dan lain-lain.



Gambar 4.3 Pesawat CN-235

(Sumber : PT Dirgantara Indonesia)

c. NBO-105.

Helikopter multiguna ini mampu membawa empat penumpang sangat baik untuk berbagai macam misi, mempunyai kemampuan hovering, dan manuver dalam situasi penerbangan apapun.



Gambar 4.4 Helikopter NBO-105

(Sumber : PT Dirgantara Indonesia)

d. Super Puma NAS-332.

Helikopter modern ini mampu membawa 17 penumpang, dilengkapi dengan aplikasi multi misi yang aman dan nyaman.



Gambar 4.5 Helikopter Super Puma NAS- 332

(Sumber : PT Dirgantara Indonesia)

e. Nbell-412.

Helikopter yang mampu membawa 13 penumpang ini, memiliki prioritas rancangan yang rendah resiko, keamanan tinggi, biaya perawatan, dan biaya operasi yang rendah.



Gambar 4.6 Helikopter NBELL-412

(Sumber : PT Dirgantara Indonesia)

f. N- 219

Pesawat ini untuk mengangkut penumpang maupun kargo. Pesawat yang dibuat dengan memenuhi persyaratan FAR 23 ini di rancang memiliki volume kabin terbesar di kelasnya dan pintu fleksibel yang memastikan pesawat ini bisa di pakai penumpang maupun kargo.



Gambar 4.7 Pesawat N-219

(Sumber : PT Dirgantara Indonesia)

2. *Aerostruktur*

Aerostruktur ini telah didukung oleh tenaga ahli yang berpengalaman dan mempunyai kemampuan tinggi dalam manufaktur dan dilengkapi pula fasilitas manufaktur dengan ketepatan tinggi (*high precision*), seperti: mesin-mesin

canggih, bengkel *sheet metal*, dan *welding* atau pengelasan, *bonding & composite center*, *jig* dan *tool shop*, *calibration*, *testing equipment* dan *quality inspection* (peralatan test dan uji kualitas), pemeliharaan, dan sebagainya. Bisnis satuan usaha *Aerostructure* meliputi:

- a. Pembuatan komponen *Aerostructure* (*Machined Parts*, *Sub-Assembly*, *Assembly*).
- b. Pengembangan rekayasa (*Engineering Packaged*), pengembangan komponen *Aerostructure* yang baru.
- c. Perancangan dan pembuatan alat-alat (*Tool Design* dan *Manufacturing*).

3. *Aircraft Service*

Aircraft Service menyediakan *service* pemeliharaan pesawat dan helikopter berbagai jenis yang meliputi: penyediaan suku cadang, pembaharuan dan modifikasi struktur pesawat, pembaharuan *interior maintenance* dan *overhaul*. Menyediakan pemeliharaan, perbaikan, perubahan, dan perbaikan :

- a. Produk PT Dirgantara Indonesia: CN235, NC-212-100/200, NBELL-412, NBO-105, NSA-330, and NAS-332.
- b. Non-produk PT Dirgantara Indonesia: B737-200/300/400/500, Cesna172, Enstrom 480B, BK-117, dan Bell-212.

4. *Engineering Service*

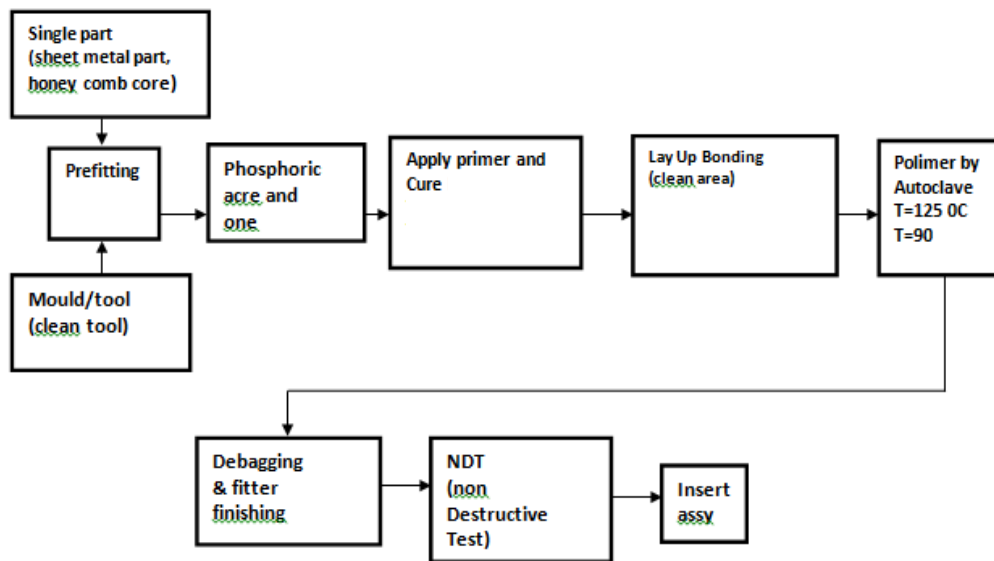
Engineering service dilengkapi dengan peralatan perancangan dan analisis yang canggih, fasilitas uji berteknologi tinggi, tenaga ahli berlisensi, dan berpengalaman standar internasional. Satuan usaha *Engineering Services* siap memenuhi kebutuhan produk dan jasa bidang teknik.

5. *Defence*

Bisnis utama satuan usaha *Defence* terdiri dari: produk-produk militer, perawatan, perbaikan, pengujian, dan kalibrasi baik secara mekanik maupun elektrik dengan tingkat akurasi yang tinggi, integrasi alat-alat penyerang. Produksi berbagai ragam sistem senjata antara lain: FFAR 2,75” rocket, SUT Torpedo, dan lain-lain.

4.1.6 Alur Proses *Bonding Composite*

Proses pembuatan komponen pesawat (*Rudder*) melewati proses *Bonding Composite* pada proses ini bahan baku diberikan perlakuan khusus sesuai proses produksinya. Adapun proses dari alur *bonding composite* dan penjelasannya adalah sebagai berikut:



Gambar 4.8 Flow Chart Bonding Composite

(Sumber : PT Dirgantara Indonesia)

1. Persiapan *Single Part*

Sebelum dipakai dalam proses *bonding*, maka *single part* harus disiapkan terlebih dahulu sesuai dengan prosedur yang ditentukan, permukaan logam dibersihkan menggunakan majun yang telah dibasahi MEK, samapi benar-benar

bersih dan kering. Kemudian untuk proses selanjutnya jika ingin memegangnya harus menggunakan sarung tangan sebagai pelindung.

2. Prefitting

Proses ini dimaksudkan untuk menyesuaikan antara material, tool, dan drawing. Material sebelum digunakan, dicek terlebih dahulu geometri dan dimensinya dengan menggunakan depth gauges dan micrometer, dengan ketebalan harus sama dengan ketebalan yang digunakan.

3. PAA (Phosphoric Acid Anodizing)

Part yang melalui proses ini adalah part yang terbuat dari metal. Karena semua part pada pesawat terbang dikondisikan untuk tidak dapat mengalami korosi. Agar part yang dipakai bisa tahan terhadap korosi maka pada material tersebut dilakukan proses *anodizing*, selain itu proses ini juga dapat menambah daya rekat *adhesive* ketika proses *bonding*.

4. Penggunaan Primer dan Curing Primer

Primer merupakan layer dasar yang melindungi permukaan yang telah di *surface treatment* dan membentuk ikatan fisika dengan adhesive selama *curing*. Fungsi utama dari pemberian lapisan primer ini adalah:

- Mencegah korosi pada permukaan part
- Menambah daya rekat adhesive pada permukaan sebelum proses *bonding*.

5. Clean Tool

Tool adalah peralatan yang digunakan untuk membantu proses manufaktur pada part. Jenis part yang digunakan dalam proses manufaktur adalah tool dengan kode PEAU, yang digunakan sebagai *mould*/cetakan dalam proses *lay up bonding* untuk membentuk part dengan bentuk dan dimensi yang sesuai dengan *drawing*.

6. Lay Up Bonding

Proses *lay up* merupakan proses inti dalam manufaktur *part*, proses ini dilakukan di dalam ruangan khusus yaitu ruangan CCA (*Clean Control Area*) dan para pekerja diharuskan memakai pelindung, seperti : sarung tangan yang bersih dan kering, jas laboratorin (berwarna putih) dan *rubber shoe*. Hal ini dilakukan karena proses *lay up* sangat *sensitive*. Jika terdapat kotoran yang menempel, maka akan menyebabkan terjadinya *unbounded* dimana bisa mengakibatkan *part* yang dibuat akan cacat.

7. *Bagging*

Tujuan dari penggunaan vacuum bag adalah untuk memisahkan tekanan dengan udara dari autoclave dan panel serta menahan perbedaan tekanan yang terjadi pada keduanya. Tekanan (P) yang terjadi pada permukaan panel yang disambung ditentukan sebagai perbedaan tekanan aktual dalam *autoclave* (P_1) dengan tekanan actual vacuum bag (P_0).

8. *Polymerized by autoclave*

Pada proses polimerisasi ini terdiri dari 3 tahap, tahapan pemanasan, tahapan stabilisasi, dan tahap pendinginan. Berikut adalah penjabaran tiga tahapan tersebut:

i. Tahap Pemanasan (*Heat Up*)

Temperatur dinaikkan dari temperatur ruang hingga temperatur polimerisasi dengan kelajuan $0,5 - 5^{\circ}\text{C} / \text{menit}$.

ii. Tahap Stabilisasi (*Heating*)

Mempertahankan temperatur kering selama selang waktu tertentu (± 90 menit). Pada tahap ini dikehendaki proses polimerisasi berlangsung sempurna.

iii. Tahap Pendinginan (*Cooling*)

Menurunkan temperatur hingga mencapai 50°C , sehingga panel dapat dikeluarkan dari *autoclave*. Laju pendinginan tidak boleh melebihi

3⁰C per menit dan dianjurkan laju pendinginan sama dengan laju pemanasan untuk menghindari efek *deformasi* pada panel atau *adhesive*.

9. *Debagging*

Setelah melewati proses *curing* pada *autoclave*, kemudian *vacuum bag* dilepaskan dari *tool* dan *part* yang sudah jadi dikeluarkan dari *tool* untuk diproses selanjutnya.

10. *Fitter Finishing*

Pada tahap ini part dilakukan *fitter* untuk membersihkan sisa *adhesive* dan pemotongan bagian luar dan pemotongan sesuai *drawing*, setelah itu menghaluskan sebagian sisi hasil pemotongan.

11. *Inspection*

Tahapan akhir adalah inspeksi untuk produk agar bisa diterima yaitu TTU (*Through Transonic Ultrasonic*). Inspeksi ini merupakan pengujian tidak merusak material atau disebut juga NDT (*Non Destructive Test*) menggunakan gelombang ultrasonic. Dari hasil inilah bisa diketahui keberhasilan proses *bonding*. Dari uji ini bisa diketahui cacat part yang tidak bisa dilihat dengan visual dari luar.

Dari hasil uji ini *part* dapat diketahui jika terdapat cacat masih dapat diperbaiki atau tidak bisa lagi diperbaiki. Produk yang telah melewati inspeksi TTU ini barulah dikatakan berhasil dalam menjalani semua proses. Dari sini produk bisa langsung dilapisi dengan *painting* sesuai pesanan pesawat.

4.2 Pengolahan Data

Setelah dilakukan pengumpulan data, maka langkah selanjutnya adalah melakukan pengolahan data dengan menggunakan konsep DMAIC pada metode *six sigma*, yaitu mengidentifikasi permasalahan yang akan diperbaiki (Tahap *Define*) dan mengukur kinerja perusahaan saat ini (Tahap *Measure*).

4.2.1 Tahap *Define*

Tahap *define* (pendefinisian) merupakan langkah operasional yang pertama kali dilakukan dalam metode peningkatan kualitas *six sigma*. Pada tahap ini dilakukan identifikasi komponen dan bagian produksi yang menjadi fokus penanganan masalah

dengan menyatukan pendapat dengan pihak perusahaan yang terkait, membuat diagram SIPOC (*Supplier-Input-Process-Output-Customer*) untuk menggambarkan proses produksi, dan menggambarkan diagram aliran proses pembuatan komponen pesawat tipe CN-235.

1. Pemilihan Komponen

Data hasil produksi dan jumlah cacat untuk komponen CN-235 yang dihasilkan pada bulan Maret 2016 dari proses *bounding composite* dapat dilihat pada lampiran A berikut adalah data jumlah produksi dan cacat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Data jumlah produksi dan jumlah cacat bulan Maret 2016

No	Nama Komponen	Jumlah Produksi (unit)	Jumlah Cacat (unit)	Jumlah Cacat (%)
1	RUDDER 35-34011-0005A01-009.00 CN-235	1.113	334	30,01 %
2	TRAILING EDGE : 35-32212-0003A05	1.320	273	20,68 %
3	WING TIP ASSY 35-11021-0006C02	1.250	303	24,24 %
4	Leading Edge - 35-34001-0003A01	1.235	250	20,24%

Sumber: PT Dirgantara Indonesia)

Dalam kriteria pemilihan produk, dipilih komponen *RUDDER 35-34011-0005A01-009.00 CN-235* karena komponen *RUDDER 35-34011-0005A01-009.00 CN-235* memiliki cacat terbesar sebanyak 334 unit pada bulan Maret 2016. Adapun gambar dari komponen *RUDDER 35-34011-0005A01-009.00 CN-235* dapat dilihat sebagai berikut.



Gambar 4.9 Komponen *RUDDER 35-34011-0005A01-009.00 CN-235*

(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)

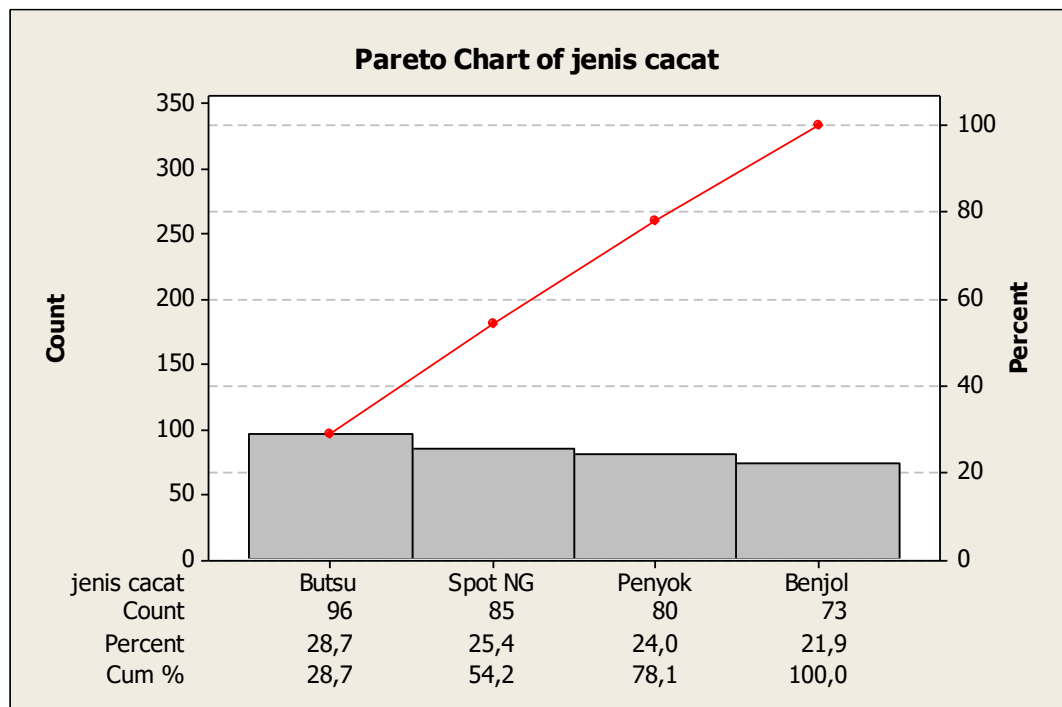
Dari 334 unit produk yang cacat pada komponen *RUDDER 35-34011-0005A01-009.00 CN-235*, dipengaruhi dari proses produksinya yang bersumber dari proses *bounding composite*, oleh karena itu penelitian ini hanya fokus pada proses *bounding composite*. Ada empat jenis cacat yang terjadi pada proses *bounding composite* dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.2 Jenis cacat dan jumlah cacat pada bulan Maret 2016

No	Jenis Cacat	Jumlah Cacat (unit)	Jumlah Cacat (%)
1	Butsu	96	28,7%
2	Benjol	73	21,9%
3	Penyok	80	24,0%
4	Spot NG	85	25,4%
Total Cacat		334	100%
Total Produksi		1.113	

(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)

Dari tabel di atas dapat di lihat cacat butsu yang merupakan cacat terbesar sebanyak 96 unit. Dengan bantuan *software* minitab maka didapatkan diagram pareto untuk jenis cacat pada komponen *RUDDER 35-34011-0005A01-009.00 CN-235*, yaitu sebagai berikut:



Gambar 4.10 Diagram pareto jenis cacat pada komponen *RUDDER 35-34011-0005A01-009.00 CN-235*

(Sumber: Pengolahan Data Menggunakan Minitab)

Dari gambar diatas, terlihat bahwa jenis cacat yang sering terjadi adalah butsu pada komponen *RUDDER 35-34011-0005A01-009.00 CN-235*.

2. Diagram SIPOC (*Supplier-Input-Process-Output-Customer*)

Diagram SIPOC adalah suatu peta tingkat tinggi yang paling sering digunakan dalam perbaikan proses. Diagram ini digunakan untuk menyajikan tampilan sekilas dari aliran kerja dan memberikan informasi mengenai komponen untuk *RUDDER 35-34011-0005A01-009.00 CN-235* mulai dari awal penerimaan bahan baku dari *supplier*, proses produksi, hingga produk jadi. SIPOC berasal dari lima elemen, yaitu:

- a. *Supplier* adalah orang atau kelompok yang memberikan informasi kunci, bahan-bahan, atau sumber daya lainnya kepada proses.
- b. *Input* adalah sesuatu yang diberikan kepada proses. Input ini dapat berupa material, bahan baku, ataupun informasi yang akan diolah lebih lanjut didalam proses.
- c. *Process* adalah sekumpulan langkah yang mengubah dan memberikan nilai tambah kepada input.
- d. *Output* adalah produk dari suatu proses. *Output* ini dapat berupa barang setengah jadi ataupun produk jadi siap pakai.
- e. *Customer* adalah orang atau kelompok orang, atau proses yang menerima *output*.

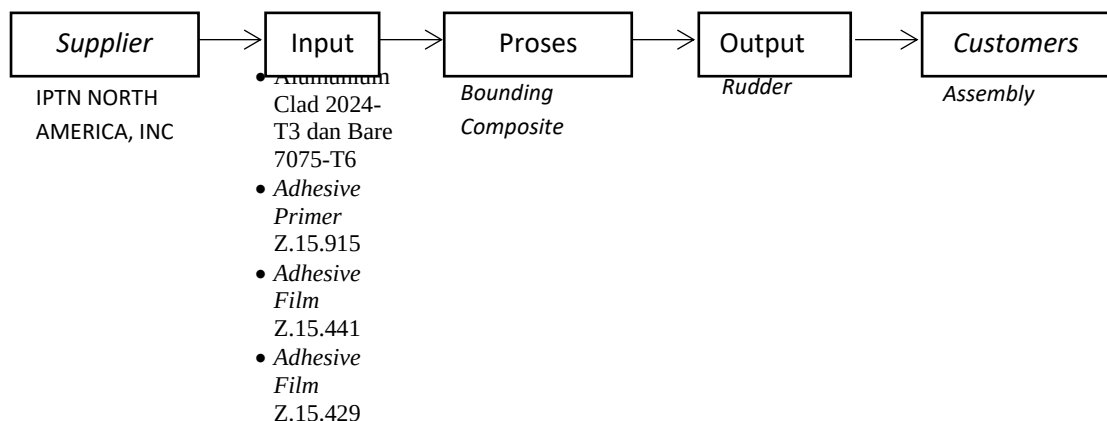
Diagram SIPOC untuk komponen *RUDDER 35-34011-0005A01-009.00 CN-235* dapat dilihat pada Gambar 4.11.

- a. *Supplier* : IPTN NORTH AMERICA, INC
- b. *Input* : Logam Alumunium Clad 2024-T3 dan Bare 7075-T6,
Adhesive Primer Z.15.915, *Adhesive Film* Z.15.441,
Adhesive Film Z.15.429, dan *Adhesive Foam* Z.15.415
- c. *Process* : IPTN NORTH AMERICA, INC mengirim bahan baku plat kepada PT Dirgantara Indonesia dalam berbentuk lembaran, sebelum diproduksi dalam proses *bounding composite* komponen tersebut harus disiapkan terlebih dahulu sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan sebelumnya. Bahan baku yang telah ada sebelumnya dicek dimensi dan geometrinya apakah sudah sesuai dengan spesifikasi yang ada. Bahan baku

yang ada harus dikondisikan agar tidak mengalami korosi dan kemudian dilakukan proses pemotongan. Bahan baku selanjutnya memasuki proses *autoclave* dan dilakukan beberapa tahap yaitu; tahap pemanasan, tahap stabilisasi, dan tahap pendinginan. Keluar dari proses *autoclave* part tersebut kemudian dibersihkan dari sisa adhesive dan sisa pemotongan yang telah dilakukan pada proses sebelumnya. Setelah part bersih dari sisa adhesine dan sisa pemotongan kemudian dilakukan proses *inspection* (pemeriksaan). Proses ini dilakukan untuk mengetahui part yang keluar dari proses *bounding composite* apakah sudah sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan sebelumnya oleh perusahaan, kegagalan proses ini dapat dilihat secara visualisasi. Dari hasil uji visualisasi ini part dapat diketahui jika terdapat kegagalan proses apakah bisa diperbaiki atau tidak bisa diperbaiki.

- d. *Output* : Komponen *RUDDER 35-34011-0005A01-009.00 CN-235* yang sudah di periksa dan dinyatakan OK oleh bagian *Quality Control*.
- e. *Customer* : Proses *Assembly*.

Adapun gambar dari diagram SIPOC PT Dirgantara Indonesia dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.11 Diagram SIPOC untuk komponen *RUDDER 35-34011-0005A01-009.00 CN-235*

(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)

3. Pernyataan Tujuan Proyek *Six Sigma*

Rencana dan tujuan proyek peningkatan kualitas *six sigma* yang dibuat untuk komponen *RUDDER 35-34011-0005A01-009.00 CN-235* adalah sebagai berikut:

a. Pernyataan masalah

Adanya kegagalan-kegagalan yang terjadi selama proses produksi pada proses *Bounding Composite* dalam menghasilkan komponen *RUDDER 35-34011-0005A01-009.00 CN-235* akan menimbulkan kerugian bagi pihak perusahaan. Apabila hal ini dibiarkan tentunya akan banyak penumpukan komponen *RUDDER 35-34011-0005A01-009.00 CN-235* yang harus di perbaiki. Hal ini mengakibatkan kelambatan untuk proses selanjutnya yaitu proses *assembly*, proses dimana penyatuan antar komponen menjadi satu buah unit pesawat CN-235.

b. Pernyataan tujuan

Tujuan yang hendak dicapai adalah mengidentifikasi permasalahan atau kegagalan-kegagalan yang timbul selama proses produksi pada proses *Bounding Composite* sehingga dapat meminimalisasi jumlah cacat yang terjadi. Program *six sigma* difokuskan untuk dapat menaikkan level *sigma* dan penurunan DPMO (*Defect Per Million Oppurtinities*). Selain itu diharapkan perusahaan terus menerus melakukan perbaikan-perbaikan demi mencapai *zero defect* dalam program *six sigma*.

4.2.2 Tahap Measure

Tahap *measure* merupakan tahap kedua dalam peningkatan kualitas yang merupakan tindak lanjut pengolahan data dari tahap *define* yang telah dilakukan sebelumnya. Pada tahap ini dilakukan pengukuran kinerja perusahaan yang sedang terjadi sebelumnya dilakukan perbaikan, dan pengukuran kualitas produk.

Untuk pengukuran kualitas produk dimulai dengan menentukan *Critical To Quality* (CTQ) atau suatu hal yang kritis mempengaruhi kualitas. Pengukuran ini dilakukan terhadap kategori cacat yang dapat menyebabkan produk cacat. Membuat peta kendali untuk mengetahui apakah proses sekarang berada dalam batas kendali atau tidak yang dalam hal ini hanya melibatkan cacat atribut saja sesuai dengan data yang ada. Apabila proses berada dalam batas kendali, maka dapat dilanjutkan kembali dengan menghitung nilai DPMO (*Defect Per Million Opportunities*) dan mengkonversi nilai DPMO untuk mengetahui level *sigma*.

1. Pengukuran Kualitas Produksi

Pengukuran kualitas produksi terdiri dari beberapa proses yaitu proses identifikasi CTQ (*Critical To Quality*), menghitung batas kendali atas (BKA), batas kendali bawah (BKB) membuat peta kendali untuk data atribut, perhitungan DPMO dan level sigma perusahaan.

a. Identifikasi CTQ (*Critical To Quality*)

CTQ (*Critical To Quality*) suatu hal kritis yang mempengaruhi kualitas, merupakan kategori cacat yang berpotensi menyebabkan produk yang dihasilkan cacat, sehingga mempengaruhi kualitas produk yang ingin dicapai untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. Berikut beberapa CTQ yang ada pada proses *Bounding Composite* produksi komponen *RUDDER 35-34011-0005A01-009.00 CN-235*, dapat dilihat paada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Hubungan CTQ dengan Jenis Cacat

No	CTQ	Jenis Cacat	Deskripsi Jenis Cacat
1	Kebersihan <i>rudder</i>	Butsu	Jenis cacat yang berupa tittik kekotoran pada <i>rudder</i> / titik ketebalan kotor pada <i>rudder</i>
2	Kesempurnaan	Benjol	Berupa cacat keluar pada <i>body</i> akibat dari

	permukaan <i>rudder</i>		proses <i>welding</i> yang tidak sempurna.
3	Kesempurnaan permukaan <i>rudder</i>	Penyok	Cacat pada <i>body</i> karena mengalami hantaman dengan suatu benda tertentu yang mengakibatkan <i>body rudder</i> penyok
4	Kehalusan permukaan <i>rudder</i>	Spot NG	Pada saat pengecekan <i>body</i> ada ketajaman di <i>body rudder</i> dari proses <i>assembly</i>

(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)

b. Peta kendali atribut

Peta kendali yang digunakan untuk cacat yang ada pada produksi komponen *RUDDER 35-34011-0005A01-009.00 CN-235* adalah peta kendali *p*, karena untuk jumlah yang diproduksi tidak sama dengan hasil produksi setiap periode. Pengamatan ini dilakukan pada bulan Maret 2016 selama 1 shift. Data hasil pengamatan terhadap jumlah produksi dan jumlah cacat untuk komponen *RUDDER 35-34011-0005A01-009.00 CN-235* diuraikan pada Tabel 4.4 dibawah ini.

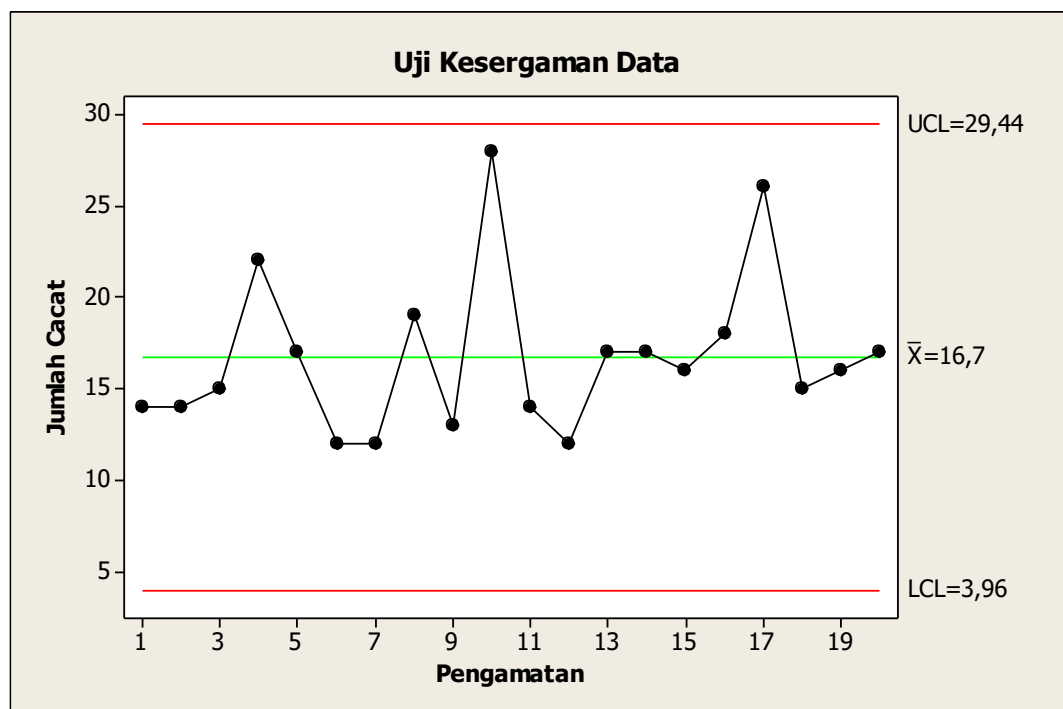
Tabel 4.4 Data jenis cacat dan jumlah cacat bulan Maret 2016

Tanggal Produksi	Jumlah Produksi (unit)	Defect Item				Jumlah Cacat (unit)	Proporsi Cacat
		Butsu	Benjol	Penyok	Spot NG		

		(unit)	(unit)	(unit)	(unit)		(%)
02-Mar	50	5	0	6	3	14	0,280
03-Mar	53	4	3	3	4	14	0,264
04-Mar	58	3	5	0	7	15	0,259
05-Mar	60	9	5	6	2	22	0,367
06-Mar	59	2	6	5	4	17	0,288
09-Mar	51	1	0	3	8	12	0,235
10-Mar	56	5	1	2	4	12	0,214
11-Mar	59	3	6	3	7	19	0,322
12-Mar	58	4	4	5	0	13	0,224
13-Mar	53	9	7	7	5	28	0,528
16-Mar	58	4	5	4	1	14	0,241
17-Mar	52	2	6	2	2	12	0,231
18-Mar	54	3	0	8	6	17	0,315
19-Mar	54	5	6	1	5	17	0,315
20-Mar	59	7	4	0	5	16	0,271
23-Mar	60	0	5	7	6	18	0,300
24-Mar	54	9	6	6	5	26	0,481
25-Mar	57	5	0	4	6	15	0,263
26-Mar	54	6	2	3	5	16	0,296
27-Mar	54	5	2	5	5	17	0,315
Total	1113	96	73	80	90	334	

(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)

Dari data diatas kemudian dilakukan perhitungan uji keseragaman data yang bertujuan untuk mengidentifikasi apakah ada data yang menyimpang dari rata – rata sebenarnya dikarenakan adanya data yang terlalu besar atau terlalu kecil. Uji keseragaman data ini menggunakan minitab dengan tingkat keyakinan 95% dan ketelitian 5%. Hasil uji keseragaman data jumlah cacat adalah sebagai berikut:



Gambar 4.12. Grafik Uji Keseragaman Data untuk Jumlah Cacat
 (Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Perhitungan selanjutnya adalah perhitungan proporsi cacat dan batas-batas kendali. Perhitungan dibawah ini merupakan contoh dari perhitungan nilai proporsi

cacat, BKA, dan BKB yang diambil pada tanggal produksi 02-27 Maret 2016. Dibawah ini merupakan langkah-langkah untuk membuat peta kendali p sebagai berikut. Diketahui :

- Dalam 1 bulan, total jumlah produksi yang diperiksa sebanyak 1.113 unit komponen *RUDDER 35-34011-0005A01-009.00 CN-235*.
- Dalam 1 bulan, total jumlah produk cacat sebanyak 334 komponen *RUDDER 35-34011-0005A01-009.00 CN-235*.

1. Menghitung Presentase Kerusakan Produk / Proporsi Cacat

$$p = \frac{np}{n}$$

Keterangan: np = jumlah komponen cacat per hari

n = jumlah produksi per hari

Maka perhitungan datanya adalah sebagai berikut:

$$\text{Tanggal 02 Maret 2016: } p = \frac{np}{n} = \frac{14}{50} = 0,28$$

2. Menghitung *Central Line* (CL) / Garis Tengah

Garis pusat yang merupakan rata-rata kerusakan produk ($\bar{p}$)

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n}$$

Keterangan: $\sum np$ = total jumlah komponen cacat

$\sum n$ = total jumlah produksi

Maka perhitungan datanya adalah sebagai berikut:

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} = \frac{334}{1.113} = 0,300$$

3. Menghitung Batas Kendali Atas (BKA)

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

Keterangan : $\bar{p}$ = rata-rata kerusakan produk

n = jumlah produksi

Maka perhitungan datanya adalah sebagai berikut:

- Tanggal 02 Maret 2016

$$BKA = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0,028 + 3\sqrt{\frac{0,28(1-0,28)}{50}} = 0,470$$

4. Menghitung Batas Kendali Bawah (BKB)

$$BKB = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

Keterangan : $\bar{p}$ = rata-rata kerusakan produk

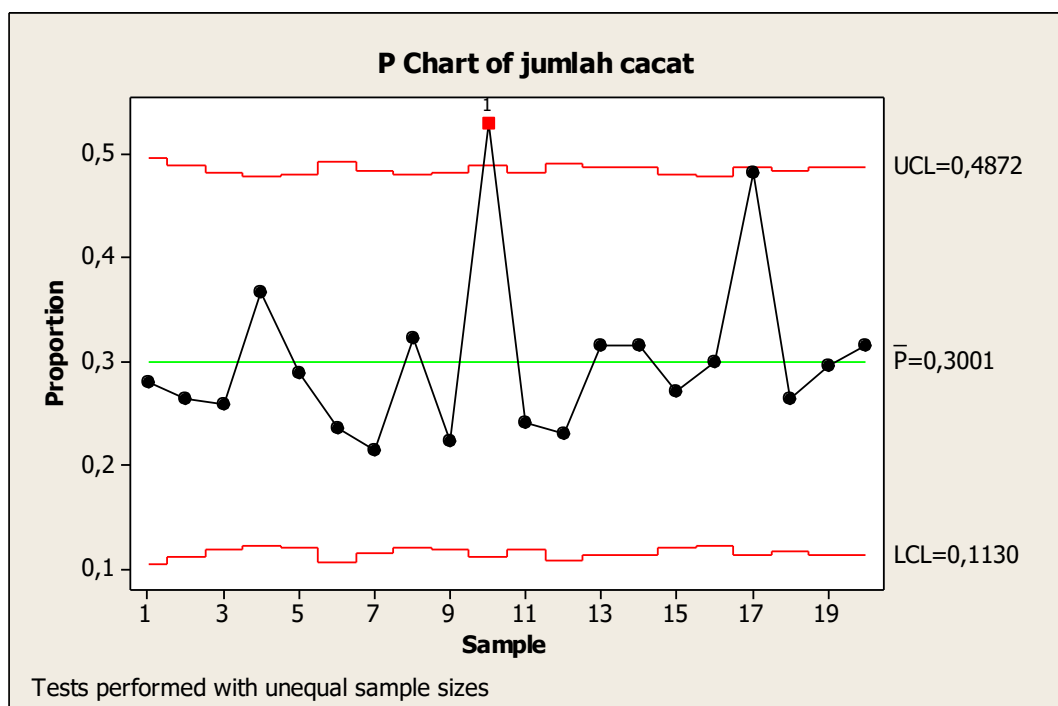
n = jumlah produksi

Maka perhitungan datanya adalah sebagai berikut:

- Tanggal 02 Maret 2016

$$BKB = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0,28 - 3\sqrt{\frac{0,28(1-0,28)}{50}} = 0,090$$

Setelah melakukan perhitungan batas kendali, selanjutnya dilakukan pembuatan peta kendali p untuk memetakan batas-batas tersebut ke dalam suatu grafik. Tujuannya yaitu untuk melihat apakah data berada dalam batas kendali atau tidak. Jika ada data yang keluar dari batas kendali maka harus dilakukan perhitungan ulang atau revisi untuk menstabilkan proses. Peta kendali p untuk komponen *RUDDER 35-34011-0005A01-009.00 CN-235* ditunjukkan pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Peta kendali p untuk komponen *RUDDER 35-34011-0005A01-009.00 CN-235*
(Sumber: Pengolahan Data)

Untuk hasil perhitungan peta kendali untuk setiap periode ditunjukkan pada Tabel 4.5 dengan perhitungan untuk setiap harinya (Lampiran B), dimana telah diketahui masing-masing nilai presentase kerusakan komponen *RUDDER 35-34011-0005A01-009.00 CN-235*, proporsi cacat, Batas Kendali Atas (BKA) dan Batas Kendali Bawah (BKB).

Tabel 4.5 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Peta p

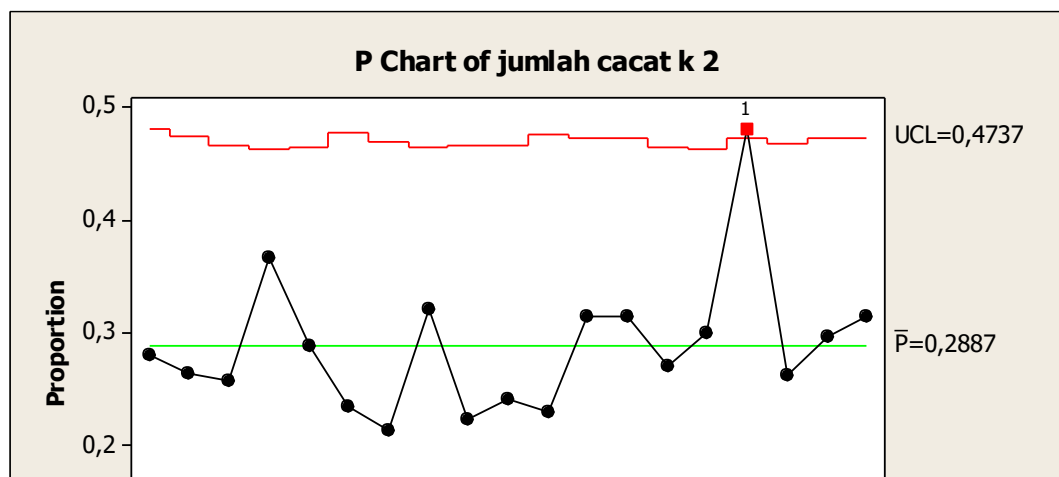
No.	Tanggal produksi	Jumlah produksi yang diperiksa (unit)	Jumlah cacat (unit)	Proporsi cacat (%)	BKA (%)	BKB (%)
1	02-Mar	50	14	0,280	0,470	0,090
2	03-Mar	53	14	0,264	0,446	0,082
3	04-Mar	58	15	0,259	0,431	0,086
4	05-Mar	60	22	0,367	0,553	0,180
5	06-Mar	59	17	0,288	0,465	0,111
6	09-Mar	51	12	0,235	0,413	0,057
7	10-Mar	56	12	0,214	0,379	0,050
8	11-Mar	59	19	0,322	0,505	0,140
9	12-Mar	58	13	0,224	0,388	0,060

10	13-Mar	53	28	0,528	0,322	0,423
11	16-Mar	58	14	0,241	0,410	0,073
12	17-Mar	52	12	0,231	0,406	0,055
13	18-Mar	54	17	0,315	0,504	0,125
14	19-Mar	54	17	0,315	0,504	0,125
15	20-Mar	59	16	0,271	0,445	0,098
16	23-Mar	60	18	0,300	0,477	0,123
17	24-Mar	54	26	0,481	0,685	0,277
18	25-Mar	57	15	0,263	0,438	0,088
19	26-Mar	54	16	0,296	0,734	0,484
20	27-Mar	54	17	0,315	0,504	0,125
Total		1113	334			

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan gambar peta kendali p diatas dapat disimpulkan bahwa data yang diperoleh tidak seluruhnya berada dalam batas kendali yang telah ditetapkan. Terdapat 1 (satu) titik yang berada diluar batas kendali yaitu pada tanggal 13 Maret 2016, sehingga bisa dikatakan bahwa proses tidak terkendali. Untuk itu perlu dilakukan perhitungan kembali/revisi dengan mengeliminasi satu data tersebut untuk mendapatkan proses yang stabil.

Dari hasil perhitungan peta kendali p revisi pertama, selanjutnya dilakukan kembali pembuatan peta kendali p berdasarkan data yang telah direvisi. Berikut grafik peta kendali p untuk komponen *RUDDER 35-34011-0005A01-009.00 CN-235* dapat dilihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Peta kendali p setelah revisi pertama untuk komponen *RUDDER 35-34011-0005A01-009.00 CN-235*
(Sumber: Pengolahan Data)

Berikut adalah data rekapitulasi hasil perhitungan peta kendali p revisi pertama dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Peta p Revisi Pertama

No.	Tanggal produksi	Jumlah produksi yang diperiksa (unit)	Jumlah cacat (unit)	Proporsi cacat (%)	BKA (%)	BKB (%)
1	02-Mar	50	14	0,280	0,470	0,090
2	03-Mar	53	14	0,264	0,446	0,082
3	04-Mar	58	15	0,259	0,431	0,086

Lanjutan...

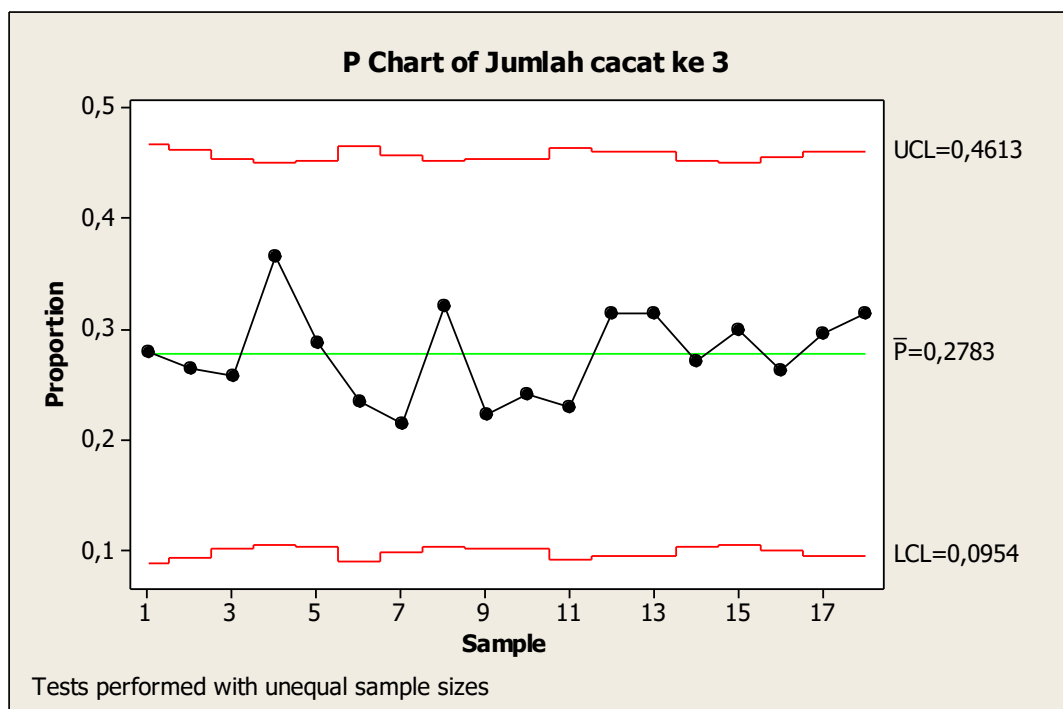
Tabel 4.6 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Peta *p* Revisi (lanjutan...)

No.	Tanggal produksi	Jumlah produksi yang diperiksa (unit)	Jumlah cacat (unit)	Proporsi cacat (%)	BKA (%)	BKB (%)
4	05-Mar	60	22	0,367	0,553	0,180
5	06-Mar	59	17	0,288	0,465	0,111
6	09-Mar	51	12	0,235	0,413	0,057
7	10-Mar	56	12	0,214	0,379	0,050
8	11-Mar	59	19	0,322	0,505	0,140
9	12-Mar	58	13	0,224	0,388	0,060
10	16-Mar	58	14	0,241	0,410	0,073
11	17-Mar	52	12	0,231	0,406	0,055
12	18-Mar	54	17	0,315	0,504	0,125
13	19-Mar	54	17	0,315	0,504	0,125
14	20-Mar	59	16	0,271	0,445	0,098
15	23-Mar	60	18	0,300	0,477	0,123
16	24-Mar	54	26	0,481	0,685	0,277
17	25-Mar	57	15	0,263	0,438	0,088
18	26-Mar	54	16	0,296	0,734	0,484
19	27-Mar	54	17	0,315	0,504	0,125
Total	1060	301				

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan gambar peta kendali p diatas dapat disimpulkan bahwa masih ada data yang berada diluar batas kendali. Terdapat satu data yang berada diluar batas kendali yaitu pada tanggal 24 Maret 2016, sehingga bisa dikatakan bahwa proses tidak terkendali. Untuk itu perlu dilakukan perhitungan kembali/revisi dengan mengeliminasi satu data tersebut untuk mendapatkan proses yang stabil.

Dari hasil perhitungan peta kendali p revisi kedua, selanjutnya dilakukan kembali pembuatan peta kendali p berdasarkan data yang telah direvisi. Berikut grafik peta kendali p untuk komponen *RUDDER 35-34011-0005A01-009.00 CN-235* dapat dilihat pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 Peta kendali p setelah revisi ke dua untuk komponen *RUDDER 35-34011-0005A01-009.00 CN-235*

(Sumber: Pengolahan Data)

Berikut adalah rekapitulasi hasil perhitungan peta kendali p revisi kedua dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Peta p Revisi kedua

No.	Tanggal produksi	Jumlah produksi yang diperiksa (unit)	Jumlah cacat (unit)	Proporsi cacat (%)	BKA (%)	BKB (%)
1	02-Mar	50	14	0,280	0,470	0,090
2	03-Mar	53	14	0,264	0,446	0,082
3	04-Mar	58	15	0,259	0,431	0,086
4	05-Mar	60	22	0,367	0,553	0,180
5	06-Mar	59	17	0,288	0,465	0,111
6	09-Mar	51	12	0,235	0,413	0,057
7	10-Mar	56	12	0,214	0,379	0,050
8	11-Mar	59	19	0,322	0,505	0,140
9	12-Mar	58	13	0,224	0,388	0,060

Lanjutan...

Tabel 4.7 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Peta p Revisi (lanjutan...)

No.	Tanggal produksi	Jumlah produksi yang diperiksa	Jumlah cacat (unit)	Proporsi cacat	BKA (%)	BKB (%)
-----	------------------	--------------------------------	---------------------	----------------	---------	---------

		(unit)		(%)		
10	16-Mar	58	14	0,241	0,410	0,073
11	17-Mar	52	12	0,231	0,406	0,055
12	18-Mar	54	17	0,315	0,504	0,125
13	19-Mar	54	17	0,315	0,504	0,125
14	20-Mar	59	16	0,271	0,445	0,098
15	23-Mar	60	18	0,300	0,477	0,123
16	25-Mar	57	15	0,263	0,438	0,088
17	26-Mar	54	16	0,296	0,734	0,484
18	27-Mar	54	17	0,315	0,504	0,125
Total	1006	275				

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan gambar peta kendali p diatas, dapat disimpulkan bahwa keseluruhan data berada dalam batas kendali yang telah ditetapkan. Sehingga tidak diperlukan revisi kembali. Perhitungan peta kendali p untuk produk ini berhenti sampai pada revisi kedua dan proses dapat dinyatakan terkendali secara statistik dan proses dinyatakan stabil.

2. Perhitungan Nilai DPMO

Berikut ini langkah-langkah perhitungan DPMO dan level sigma perusahaan:

a. Banyaknya Unit yang Diperiksa

Jumlah produksi komponen *RUDDER 35-34011-0005A01-009.00 CN-235* pada bulan Maret 2016 yaitu sebanyak 1,113 unit.

b. Banyaknya Unit yang Cacat

Jumlah produk cacat komponen *RUDDER 35-34011-0005A01-009.00 CN-235* pada bulan Maret 2016 yaitu sebanyak 334 unit.

c. Banyaknya CTQ Potensial Penyebab cacat

Karakteristik yang kritis bagi kualitas yang berpotensi untuk menjadi cacat terdapat 3 karakteristik kualitas (CTQ), butsu, benjol, penyok, dan *Spot NG*.

d. DPMO (*Defect Per Million Opportunities*)

$$DPMO = \frac{\text{Banyaknya unit yang cacat}}{\text{Banyaknya Unit yang diperiksa} \times CTQ} \times 1.000.000$$

$$DPMO = \frac{334}{1.113 \times 4} \times 1.000.000$$

$$DPMO = 75.022,462 \approx 75.022 \text{ unit}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa jumlah cacat per satu juta kesempatan (DPMO) pada komponen *RUDDER 35-34011-0005A01-009.00 CN-235* adalah 75.022 unit.

3. Level *Sigma*

Nilai *sigma* dengan mengkonversikan nilai DPMO ke dalam tabel konversi DPMO berdasarkan konsep Motorola yang ada pada lampiran C. Pada tabel diketahui bahwa DPMO sebesar 75.022 berada pada nilai *sigma* 2,93 – 2,95. Untuk mengetahui nilai *sigma* yang sesungguhnya, maka dilakukan dengan cara interpolasi dimana level *sigma* 2,94 besarnya DPMO yaitu 76.359 dan pada level *sigma* 2,93 besarnya DPMO yaitu 74.934.

$$\frac{76.359 - 75.022}{76.359 - 74.934} = \frac{2,93 - x}{2,94 - 2,93}$$

$$\frac{1337}{1.425} = \frac{2,93 - x}{0,01}$$

$$1.425 (2,94 - x) = 1.337 \times 0,01$$

$$4.189,5 - 1.425x = 13,37$$

$$1.425x = 4.189,5 - 13,37$$

$$1.425x = 4.176,13$$

$$x = \frac{4.176,13}{1.425}$$

$$x = 2,930617544 \approx 2,931$$

Dari hasil perhitungan, didapatkan nilai *sigma* sebesar 2,931. Nilai ini masih jauh dari nilai yang dianggap ideal yakni 6 *sigma*. Oleh sebab itu, diperlukan langkah-langkah untuk meningkatkan kualitas produk sehingga nilai *sigma* akan naik mendekati nilai 6 *sigma*.

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Tahap *Analyze*

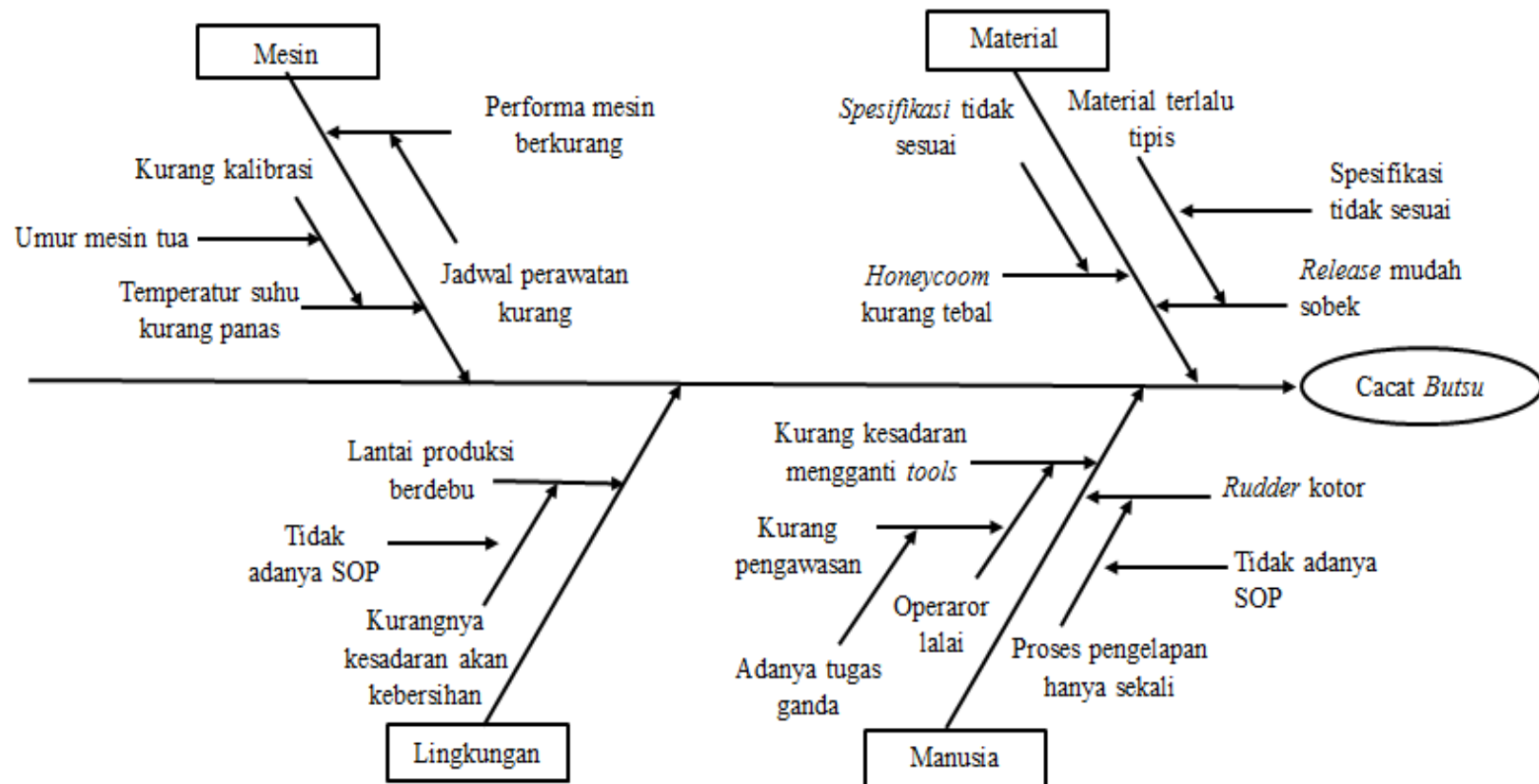
5.1.1 Analisis Jenis – Jenis dan Faktor – Faktor Cacat

Tahap Analisis merupakan tahap untuk mencari penyebab terjadinya kecacatan. Pada tahap ini akan dicari faktor-faktor apa saja yang menjadi penyebab terjadinya cacat pada komponen *RUDDER* 35-34011-0005A01-009.00 CN-235. Jenis cacat yang akan dianalisis penyebabnya adalah cacat *butsu* karena merupakan 20% kumulatif cacat, dengan mengatasi masalah sebesar 20% diharapkan akan mengakomodir 80% masalah lainnya. Diagram pareto untuk jenis cacat pada komponen *RUDDER 35-34011-0005A01-009.00 CN-235* bisa dilihat pada Gambar 4.10.

Analisis dilakukan dengan menggunakan diagram sebab akibat (*Cause Effect Diagram*). Berdasarkan informasi yang didapat dari perusahaan dengan menggunakan metode tanya jawab maka faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya permasalahan pada *bonding composite* sesuai dengan cacat *butsu* dan spot NG yaitu sebagai berikut:

1. Cacat *Butsu*

Faktor-faktor penyebab cacat *butsu* dengan menggunakan diagram sebab akibat ditunjukkan pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Diagram Sebab Akibat Cacat Butsu
(Sumber: Analisis Data)

Berikut ini penjelasan dari penyebab-penyebab cacat *Butsu*:

a. Faktor Manusia

- 1) *Rudder* kotor, hal ini dikarenakan proses pengelapan yang dilakukan hanya satu kali, dikarenakan SOP yang belum ada.
- 2) Kurang kesadaran untuk mengganti *tools*, dikarenakan operator lalai, hal ini dikarenakan kurangnya pengawasan yang dikarenakan adanya tugas ganda dari *supervisor*.

b. Faktor Lingkungan

- 1) Lantai produksi berdebu, dikarenakan kurangnya kesadaran akan kebersihan, hal ini disebabkan tidak adanya SOP.

c. Faktor Material

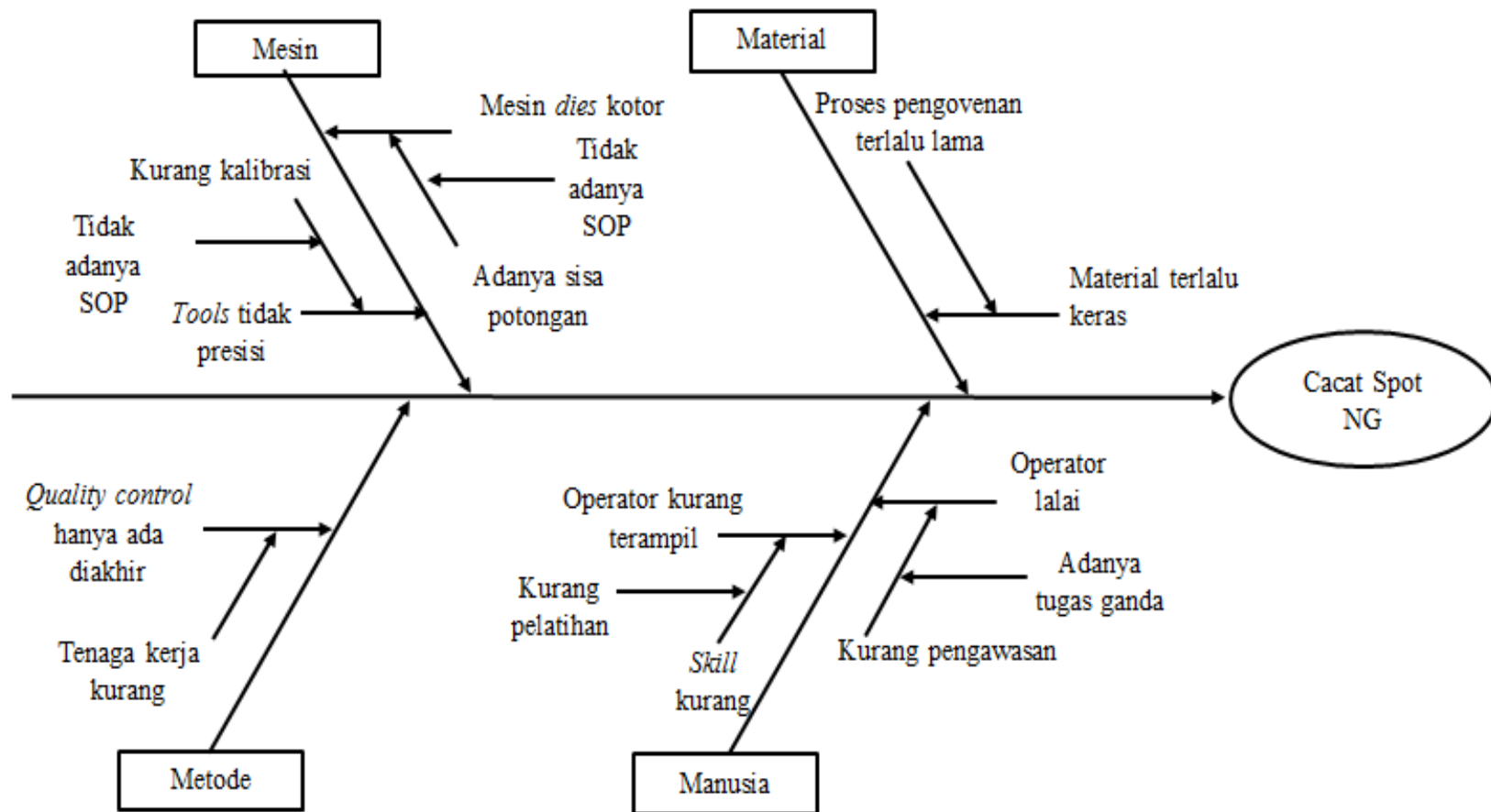
- 1) *Honeycoom* kurang tebal, dikarenakan spesifikasi tidak sesuai.
- 2) *Release* mudah sobek, dikarenakan material terlalu tipis, hal ini disebabkan *supplier* tidak memenuhi spesifikasi.

d. Faktor Mesin

- 1) Performa mesin berkurang, hal ini dikarenakan jadwal perawatan kurang.
- 2) Temperatur suhu kurang panas, dikarenakan kurangnya kalibrasi, hal ini dikarenakan umur mesin yang sudah tua.

2. Cacat Spot NG

Faktor-faktor penyebab cacat spot NG dengan menggunakan diagram sebab akibat ditunjukkan pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Diagram Sebab Akibat Cacat Spot NG
(Sumber: Analisis Data)

Berikut ini penjelasan dari penyebab-penyebab cacat *Butsu*:

a. Faktor Manusia

- 1) Operator lalai, hal ini dikarenakan kurangnya pengawasan yang dikarenakan adanya tugas ganda yang dilakukan *supervisor*.
- 2) Operator kurang terampil, dikarenakan *skill* operator kurang, hal ini disebabkan oleh kurangnya pelatihan.

b. Faktor Metode

- 1) *Quality control* hanya dilakukan diakhir proses, hal ini disebabkan oleh kurangnya tenaga kerja.

c. Faktor Mesin

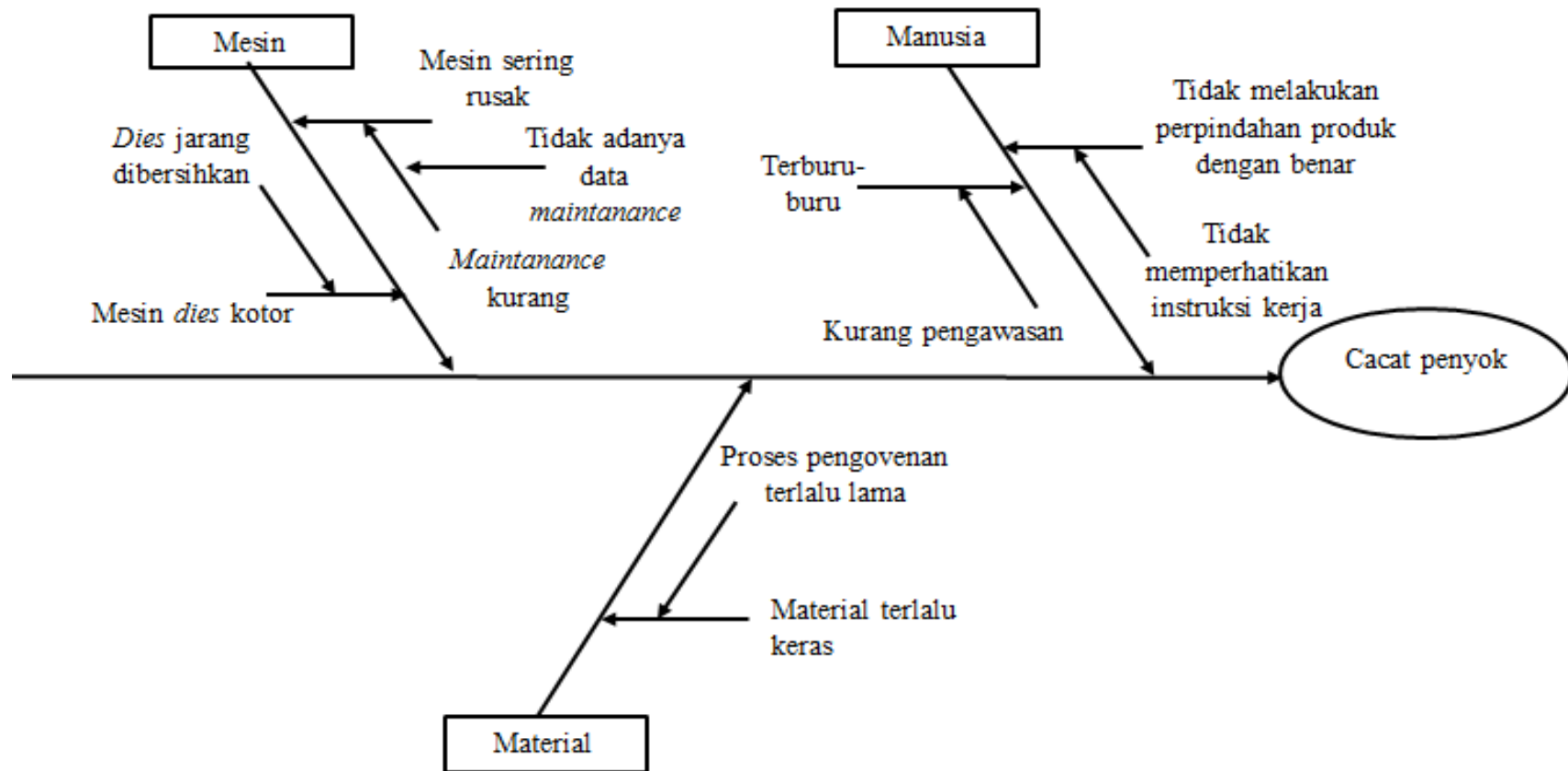
- 1) Mesin *dies* kotor, dikarenakan adanya sisa potongan, hal ini dikarenakan tidak adanya SOP pengecekan mesin sebelum dan sesudah proses produksi.
- 2) *Tools* tidak presisi, hal disebabkan kurangnya kalibrasi terhadap *tools* yang ada.

d. Faktor Material

- 1) Material terlalu keras, hal ini disebabkan oleh proses pengovenan yang terlalu lama.

3. Cacat Penyok

Faktor-faktor penyebab cacat spot NG dengan menggunakan diagram sebab akibat ditunjukkan pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Diagram Sebab Akibat Cacat Penyok
(Sumber: Analisis Data)

Berikut ini penjelasan dari penyebab-penyebab cacat penyok:

a. Faktor Manusia

- 1) Operator terburu-buru, hal ini dikarenakan kurangnya pengawasan.
- 2) Operator tidak melakukan perpindahan produk dengan benar, hal ini disebabkan oleh operator tidak memperhatikan instruksi kerja.

b. Faktor Mesin

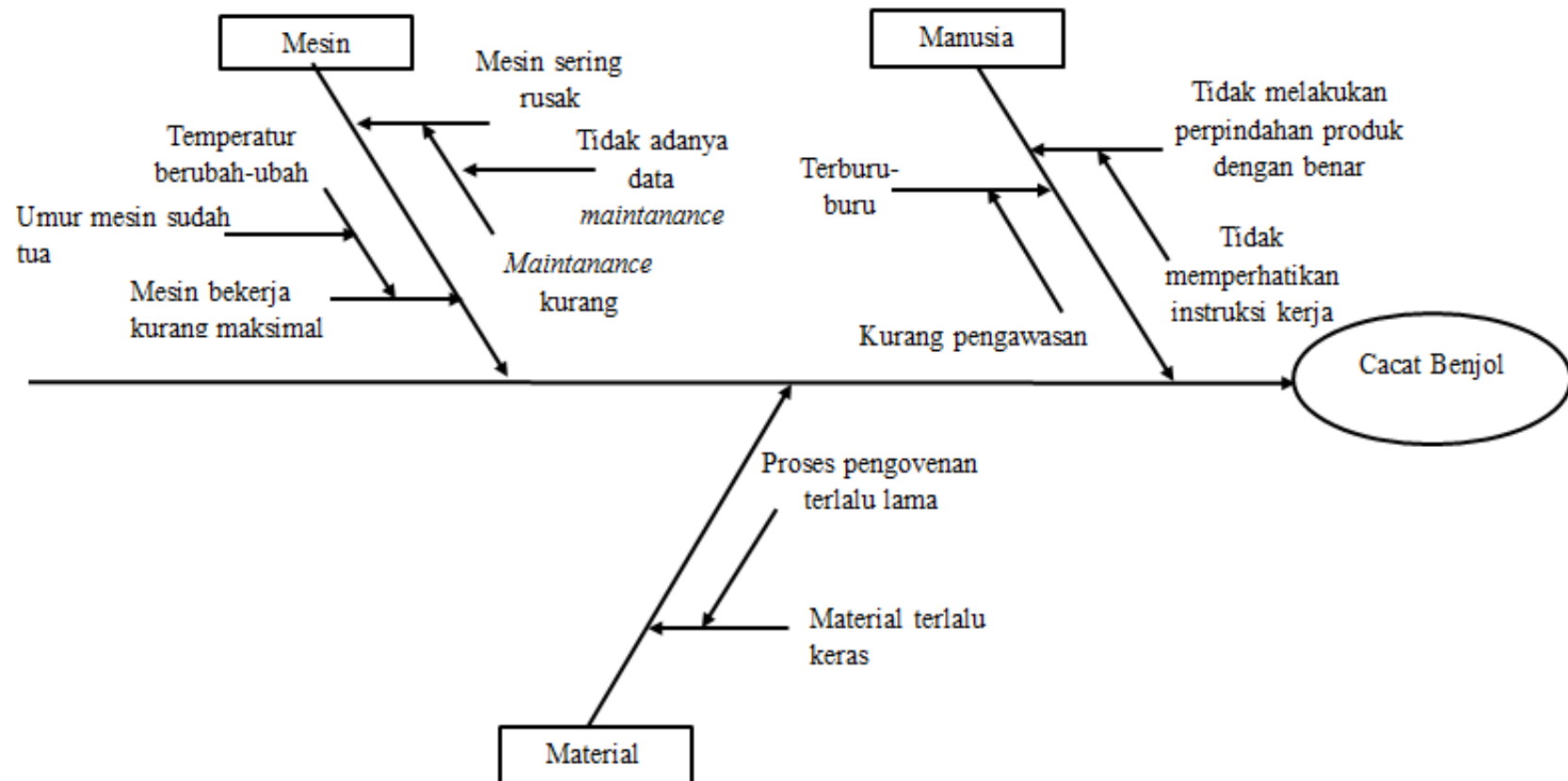
- 1) Mesin *dies* kotor, hal ini dikarenakan mesin *dies* jarang dibersihkan.
- 2) Mesin sering rusak, dikarenakan *maintanance* kurang, hal ini disebabkan tidak adanya data *maintance*.

c. Faktor Material

1. Material terlalu keras, hal ini disebabkan oleh proses pengovenan yang terlalu lama.

4. Cacat Benjol

Faktor-faktor penyebab cacat benjol dengan menggunakan diagram sebab akibat ditunjukkan pada Gambar 5.4.



Gambar 5.4 Diagram Sebab Akibat Cacat Benjol
(Sumber: Analisis Data)

Berikut ini penjelasan dari penyebab-penyebab cacat penyok:

a. Faktor Manusia

- 1) Operator terburu-buru, hal ini dikarenakan kurangnya pengawasan.
- 2) Operator tidak melakukan perpindahan produk dengan benar, hal ini disebabkan oleh operator tidak memperhatikan instruksi kerja.

b. Faktor Mesin

- 1) Mesin bekerja kurang maksimal, hal ini dikarenakan oleh temperatur mesin yang berubah – ubah, hal ini disebabkan oleh umur mesin yang sudah tua.
- 2) Mesin sering rusak, dikarenakan *maintanance* kurang, hal ini disebabkan tidak adanya data *maintance*.

c. Faktor Material

1. Material terlalu keras, hal ini disebabkan oleh proses pengovenan yang terlalu lama.

5.1.2 Analisis Nilai DPMO dan Level *Sigma*

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan pada bab sebelumnya diketahui nilai DPMO 75.022, ini berarti bahwa jumlah cacat per satu juta kesempatan pada komponen *RUDDER 35-34011-0005A01-009.00 CN-235* adalah 75.022 unit. Mengkonversikan nilai DPMO ke dalam tabel konversi DPMO untuk mengetahui nilai *sigma* yang didapat. Pengkonversian ini bertujuan untuk melihat ada di level berapa *sigma* nilai DPMO. Diketahui bahwa DPMO sebesar 75.022 berada pada nilai *sigma* 2,93 – 2,94. Untuk mengetahui nilai *sigma* yang sesungguhnya, maka dilakukan dengan cara interpolasi dimana level *sigma* 2,93 besarnya DPMO yaitu 76.359 dan pada level *sigma* 2,94 besarnya DPMO yaitu 74.934, berikut hasil perhitunganya:

$$\frac{76.359 - 75.022}{76.359 - 74.934} = \frac{2,93 - x}{2,94 - 2,93}$$

$$\begin{aligned}
\frac{1337}{1.425} &= \frac{2,93 - x}{0,01} \\
1.425 (2,94 - x) &= 1.337 \times 0,01 \\
4.189,5 - 1.425x &= 13,37 \\
1.425x &= 4.189,5 - 13,37 \\
1.425x &= 4.176,13 \\
x &= \frac{4.176,13}{1.425} \\
x &= 2,930617544 \approx 2,931
\end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan, didapatkan nilai *sigma* sebesar 2,931. Nilai ini masih jauh dari nilai yang dianggap ideal yakni 6 *sigma*. Oleh sebab itu, diperlukan langkah-langkah untuk meningkatkan kualitas produk sehingga nilai *sigma* akan naik mendekati nilai 6 *sigma*.

5.2 Tahap *Improve*

Berdasarkan hasil analisis faktor penyebab cacat *butsu* dan spot NG yang terjadi dari proses *bonding composite*, maka dilanjutkan dengan tahap *improve*. Dilakukan dengan penetapan rencana tindakan dengan menggunakan metode 5W+1H, dengan demikian tindakan perbaikan dari faktor penyebab cacat dari jenis cacat yang terjadi pada proses *bonding composite* komponen *RUDDER 35-34011-0005A01-009.00 CN-235* dijelaskan pada tampilan tabel 5W+1H. Metode 5W+1H disini hanya berupa usulan perbaikan yang selanjutnya akan didiskusikan lagi oleh pihak perusahaan.

Berdasarkan hasil analisis diagram sebab akibat yang ditampilkan pada halaman sebelumnya telah diketahui beberapa akar masalah dari faktor penyebab cacat pada komponen *RUDDER 35-34011-0005A01-009.00 CN-235*. Melalui proses diskusi dengan pihak perusahaan maka didapatlah penjabaran upaya tindakan perbaikan yang ditampilkan pada kolom tindakan dalam tabel 5W+1H. Berikut akan diuraikan metode 5W+1H dari masing-masing penyebab kecacatan.

Tabel 5.1 Upaya Perbaikan Cacat *Butsu* Menggunakan 5W+1H

Faktor	Masalah	What	Why	Where	When	Who	How
Manusia	<i>Rudder</i> kotor	Memastikan <i>rudder</i> bersih	Agar <i>rudder</i> bisa lolos ke proses berikutnya	Proses <i>bonding composite</i>	Setiap pruduk <i>rudder</i> selesai	Operator	Membuat SOP agar pengelapan dilakukan hingga bersih
	Kurang kesadaran dalam mengganti <i>tools</i>	Memastikan operator mengganti <i>tools</i> yang rusak	Agar operator mengganti <i>tools</i> yang sudah rusak	Proses <i>bonding composite</i>	Setiap ada <i>tools</i> yang rusak	Supervisor	Dilakukan pengawasan terhadap operator yang lalai
Lingkungan	Lantai produksi berdebu	Memastikan lantai produksi bersih	Agar tidak ada lantai produksi yang berdebu	Proses <i>bonding composite</i>	Setiap jam kerja	Supervisor	Membuat SOP agar setiap operator sadar akan kebersihan sekitar
Material	<i>Release</i> mudah sobek	Memastikan <i>Release</i> tidak sobek	Agar material bisa lolos ke proses selanjutnya	Proses <i>bonding composite</i>	Setiap ada kedatangan material	Manajemen	Dilakukannya pengecekan bahan baku yang datang
	<i>Honeycomb</i> kurang tebal	Memastikan <i>Honeycomb</i> sesuai spesifikasi	Agar material bisa lolos ke proses selanjutnya	Proses <i>bonding composite</i>	Setiap ada kedatangan material	Manajemen	Dilakukannya pengecekan bahan baku yang datang

Mesin	Performa mesin berkurang	Memastikan mesin dalam kondisi baik	Agar tidak menimbulkan cacat akibat performa mesin yang berkurang	Proses <i>bonding composite</i>	Setiap <i>maintanance</i> dilakukan	Manajemen	Dibuatkan data perawatan berkala mesin
	Temperatur suhu kurang panas	Memastikan mesin dalam kondisi mesin baik	Agar tidak menimbulkan cacat karna mesin kurang panas	Proses <i>bonding composite</i>	Setiap <i>maintanance</i> dilakukan	Manajemen	Dilakukan peremajaan mesin

Sumber: Pengolahan Data dan Tanya Jawab

Tabel 5.2 Upaya Perbaikan Cacat Spot NG Menggunakan 5W+1H

Faktor	Masalah	What	Why	Where	When	Who	How
Manusia	Operator kurang terampil	Memastikan operator memiliki <i>skill</i> yang cukup	Agar operator lebih terampil	Proses <i>bonding composite</i>	Setiap ada operator baru	Operator	Memberikan pelatihan terhadap operator minimal 6 bulan sekali
	Operator lalai	Memastikan operator sigap dalam bekerja	Agar operator sigap dalam tugasnya	Proses <i>bonding composite</i>	Saat jam kerja	<i>Supervisor</i>	Dilakukan pengawasan terhadap operator yang lalai

Metode	<i>Quality control</i> hanya ada di akhir proses	Memastikan <i>quality control</i> ada disetiap proses	Agar produk bisa lolos ke proses selanjutnya	Proses <i>bonding composite</i>	Saat jam kerja	Manajemen	Penambahan tenaga kerja <i>quality control</i>
Mesin	<i>Tools</i> kurang presisi	Memastikan <i>tools</i> dalam kondisi baik	Agar mengganti <i>tools</i> yang rusak	Proses <i>bonding composite</i>	Setiap <i>tools</i> rusak	Manajemen	Dibuatkan SOP mengenai proses sebelum produksi
	Mesin <i>dies</i> kotor	Memastikan mesin dalam keadaan bersih	Agar menimbulkan tidak cacat karna mesin kotor	Proses <i>bonding composite</i>	Setiap mesin <i>dies</i> kotor	Operator	Dibuatkan SOP mengenai pengecekan mesin sebelum dan sesudah beroperasi
Material	Material terlalu keras	Memastikan material sesuai spesifikasi	Agar material bisa lolos ke proses selanjutnya	Proses <i>bonding composite</i>	Setiap proses pengovenan	Operator	Proses pengovenan dilakukan sesuai standar yang sudah ada

Sumber: Pengolahan Data dan Tanya Jawab

Tabel 5.3 Upaya Perbaikan Cacat Penyok Menggunakan 5W+1H

Faktor	Masalah	What	Why	Where	When	Who	How
--------	---------	------	-----	-------	------	-----	-----

Material	Material terlalu keras	Memastikan material sesuai spesifikasi	Agar material bisa lolos ke proses selanjutnya	Proses <i>bonding composite</i>	Setiap proses pengovenan	Operator	Proses pengovenan dilakukan sesuai standar yang sudah ada
Mesin	Mesin <i>autoclave</i> sering rusak	Memastikan mesin dalam keadaan baik	Agar tidak menimbulkan cacat akibat mesin rusak	Proses <i>bonding composite</i>	Setiap <i>maintanance</i> dilakukan	Manajemen	Dibuatkan data <i>maintanance</i> tiap bulanya
	Mesin <i>dies</i> kotor	Memastikan mesin dalam keadaan bersih	Agar tidak menimbulkan cacat karna mesin kotor	Proses <i>bonding composite</i>	Setiap mesin <i>dies</i> kotor	Operator	Dibuatkan SOP mengenai pengecekan mesin sebelum dan sesudah beroperasi
Manusia	Operator terburu - buru	Memastikan operator bekerja dengan benar	Agar operator tugasnya dengan benar	Proses <i>bonding composite</i>	Setiap jam kerja	Operator	Dilakukan pengawasan terhadap operator
	Operator tidak melakukan perpindahan produk	Menumbuhkan pemahaman pekerja untuk melakukan	Agar perpindahan dilakukan dengan benar	Proses <i>bonding composite</i>	Setiap akan memindahkan produk	Operator	Melakukan penjelasan tentang instruksi kerja

	dengan benar	n perpindahan dengan baik.					
--	--------------	----------------------------	--	--	--	--	--

Sumber: Pengolahan Data dan Tanya Jawab

Tabel 5.4 Upaya Perbaikan Cacat Benjol Menggunakan 5W+1H

Faktor	Masalah	What	Why	Where	When	Who	How
Material	Material terlalu keras	Memastikan material sesuai spesifikasi	Agar material bisa lolos ke proses selanjutnya	Proses bonding composite	Setiap proses pengovenan	Operator	Proses pengovenan dilakukan sesuai standar yang sudah ada
Mesin	Mesin autoclave sering rusak	Memastikan mesin dalam keadaan baik	Agar tidak menimbulkan cacat akibat mesin rusak	Proses bonding composite	Setiap maintenance dilakukan	Manajemen	Dibuatkan data maintenance tiap bulanya
	Mesin dies kotor	Memastikan mesin dalam keadaan bersih	Agar tidak menimbulkan cacat karna mesin kotor	Proses bonding composite	Setiap mesin dies kotor	Operator	Dibuatkan SOP mengenai pengecekan mesin sebelum dan sesudah beroperasi
Manusia	Operator terburu-buru	Memastikan operator	Agar operator mengerjakan tugasnya dengan benar	Proses bonding composite	Setiap jam kerja	Operator	Dilakukan pengawasan terhadap operator

		bekerja dengan benar		<i>e</i>			
	Operator tidak melakukan perpindahan produk dengan benar	Menumbuhkan pemahaman pekerja untuk melakukan perpindahan dengan baik.	Tidak memperhatikan instruksi kerja	Proses <i>bonding composite</i>	Jam kerja	Operator	Melakukan penjelasan tentang instruksi kerja

Sumber: Pengolahan Data dan Tanya Jawab

Berikut ini adalah usulan perbaikan berdasarkan penggunaan 5W+1H pada Tabel 5.1, Tabel 5.2, Tabel 5.3, dan Tabel 5.4 yaitu sebagai berikut:

1. Usulan Perbaikan Cacat *Butsu*

- a. Membuat SOP agar pengelapan *rudder* hingga bersih, agar debu yang menempel hilang. Debu yang menempel akan mengganggu proses setelahnya.
- b. Melakukan pengawasan terhadap operator yang lalai saat bekerja, serta memberikan arahan terhadap operator yang ada.
- c. Membuat SOP agar operator sadar akan kebersihan, hal ini dapat dilakukan dengan menambahkan tempat sampah yang sudah ada dan memberikan slogan – selogan kebersihan.
- d. Melakukan pengecekan untuk setiap kedatangan khususnya pada material *release* sebelum masuk ke lantai produksi.
- e. Melakukan pengecekan untuk setiap kedatangan khususnya pada material *honeycoom* sebelum masuk ke lantai produksi.
- f. Membuat penjadwalan data perawatan berkala mesin. Penjadwalan ini berfungsi untuk *maintenance* yang akan melakukan perawatan berkala.
- g. Mengganti mesin yang sudah tua dengan melakukan peremajaan mesin.

2. Usulan perbaikan cacat spot NG

- a. Perusahaan hendaknya memberikan pelatihan terhadap operator baru atau lama minimal 6 bulan sekali.
- b. Melakukan pengawasan terhadap operator yang lalai saat bekerja, serta memberikan arahan terhadap operator yang ada.
- c. Ditambahkan tenaga kerja *quality control* agar di setiap proses ada pengecekan.
- d. Dibuatkan SOP mengenai proses sebelum produksi
- e. Dibuatkan SOP mengenai pengecekan mesin sebelum dan sesudah beroperasi.
- f. Proses pengovenan dilakukan sesuai standar yang sudah ada

3. Usulan perbaikan cacat penyok
 - a. Perusahaan hendaknya memberikan penjelasan instruksi dengan benar kepada operator.
 - b. Melakukan pengawasan terhadap operator yang terburu saat bekerja, serta memberikan arahan terhadap operator yang ada.
 - c. Perusahaan hendaknya membuat data *maintenance* tiap bulannya agar proses *maintenance* berjalan lancar setiap bulannya.
 - d. Dibuatkan SOP mengenai pengecekan mesin sebelum dan sesudah beroperasi.
 - e. Proses pengovenan dilakukan sesuai standar yang sudah ada
4. Usulan perbaikan cacat benjol
 - a. Perusahaan hendaknya memberikan penjelasan instruksi dengan benar kepada operator.
 - b. Melakukan pengawasan terhadap operator yang terburu saat bekerja, serta memberikan arahan terhadap operator yang ada.
 - c. Perusahaan hendaknya membuat data *maintenance* tiap bulannya agar proses *maintenance* berjalan lancar setiap bulannya.
 - d. Dibuatkan SOP mengenai pengecekan mesin sebelum dan sesudah beroperasi.
 - e. Proses pengovenan dilakukan sesuai standar yang sudah ada

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan data yang telah diperoleh dari hasil pengumpulan dan pengolahan data, serta hasil analisis yang dilakukan sebelumnya, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Jenis - jenis cacat pada komponen *RUDDER 35-34011-0005A01-009.00 CN-235* pada proses *bonding composite* adalah butsu, spot NG, penyok,

dan benjol. Jenis cacat yang dianalisis faktor-faktor penyebabnya adalah cacat *butsu* dan spot NG karena merupakan cacat terbanyak. Faktor – faktor penyebab cacat butsu adalah sebagai berikut:

- a. Faktor penyebab cacat butsu adalah operator kurang pengawasan yang menyebabkan operator tidak teliti saat waktu produksi berlangsung dan tidak adanya SOP untuk proses pengelapan *rudder*, lantai produksi yang berdebu, inspeksi yang kurang ketat saat penerimaan bahan baku, tidak adanya jadwal perawatan mesin, serta kurangnya peremajaan mesin yang sudah tua.
- b. Faktor penyebab cacat spot NG adalah operator kurang terampil yang dikarenakan kurang nya *skill*, serta kurangnya pengawasan yang dilakukan terhadap operator sehingga operator lalai saat waktu produksi, kurangnya staff *quality control* saat produksi, *tools* kurang presisi yang dikarenakan kurangnya kalibrasi, adanya sisa – sisa proses pemotongan yang menyebabkan mesin *dies* kotor, material terlalu keras yang diakibatkan proses pengovenan terlalu lama.
- c. Faktor penyebab cacat penyok adalah material terlalu keras yang disebabkan oleh proses pengovenan yang terlalu lama, mesin *autoclave* sering rusak yang disebabkan kurangnya *maintanance*, mesin *dies* kotor yang dikarenakan mesin *dies* jarang dibersihkan, operator terburu-buru yang disebabkan oleh kurangnya pengawasan terhadap operator itu sendiri, operator tidak melakukan perpindahan produk dengan benar yang dikarenakan operator tidak memperhatikan instruksi kerja dengan benar.
- d. Faktor penyebab cacat benjol adalah material terlalu keras yang disebabkan oleh proses pengovenan yang terlalu lama, mesin *autoclave* sering rusak yang disebabkan kurangnya *maintanance*, mesin *dies* kotor yang dikarenakan mesin *dies* jarang dibersihkan, operator terburu-buru yang disebabkan oleh kurangnya pengawasan terhadap operator itu sendiri, operator tidak melakukan perpindahan produk

dengan benar yang dikarenakan operator tidak memperhatikan instruksi kerja dengan benar.

2. Nilai DPMO pada proses bonding coposite adalah sebesar 7.022 unit hal ini berarti terdapat 7.022 kegagalan dalam satu juta kesempatan. Nilai *sigma* 2,931 hal ini berarti jauh dari angka idealnya yaitu 6 *sigma* sehingga perlu dilakukan langkah – langkah perbaikan untuk meningkatkan kualitas proses *bonding composite*.
3. Usulan perbaikan kualitas proses *bonding composite* yaitu sebagai berikut:
 - a. Membuat SOP agar pengelapan *rudder* hingga bersih, agar debu yang menempel hilang. Debu yang menempel akan mengganggu proses setelahnya.
 - b. Melakukan pengawasan terhadap operator yang lalai saat bekerja, serta memberikan arahan terhadap operator yang ada.
 - c. Membuat SOP agar operator sadar akan kebersihan, hal ini dapat dilakukan dengan menambahkan tempat sampah yang sudah ada.
 - d. Melakukan pengecekan untuk setiap kedatangan khususnya pada material *release* sebelum masuk ke lantai produksi.
 - e. Menjelaskan tentang instruksi kerja terhadap operator.
 - f. Melakukan pengecekan untuk setiap kedatangan khususnya pada material *honeycoom* sebelum masuk ke lantai produksi.
 - g. Membuat penjadwalan data perawatan berkala mesin. Penjadwalan ini berfungsi untuk *maintanance* yang akan melakukan perawatan berkala.
 - h. Mengganti mesin yang sudah tua dengan melakukan peremajaan mesin.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil kesimpulan saran yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Metode DMAIC ini sangat cocok diimplementasikan di perusahaan, dilihat dari jumlah kecacatan yang begitu banyak.
2. Implementasi metode ini sebaiknya dilanjutkan oleh pihak manajemen secara berkesinambungan dan diterapkan pada semua bagian perusahaan, untuk dapat meningkatkan kualitas secara bertahap menuju level enam *sigma* (6σ).
3. Untuk menyediakan bahan baku sebaiknya perusahaan selalu mendorong *supplier* agar dapat mengirimkan bahan baku yang berkualitas.
4. Melakukan pelatihan guna menambah *skill* operator.
5. Meningkatkan lagi kedisiplinan operator dan juga kebersihan lantai produksi.
6. Melakukan perawatan mesin secara berkala dan membuat data *maintenance* tiap bulannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariani, D.W. 2004. *Pengendalian Kualitas Statistik Pendekatan. Kuantitatif dan Managemen Kualitas*. Yogyakarta: ANDI
- Deming, W.E. 1986. *Out of The Crisis: Quality Productivity and Competitive Position*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Evan, W 2007. *Pengantar Six Sigma (An Introduction to Six Sigma and Process Improvement)*. Jakarta: Salemba Empat
- Gaspersz, Vincent. 2002. *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001:2000, MBNQA, dan HCCP*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, Vincent. 2003. *Manajemen Bisnis Total - Total Quality Management*. Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Grant, Eugene L., Leavenworth, Richard S. 1989. “*Pengendalian Mutu Statistis*”. Edisi Keenam. Erlangga.
- Ishikawa K. 1988. *Teknik Penuntun Pengendalian Mutu*. Jakarta: MSP.
- Montgomery, Douglas, C. 2001. *Introduction to Statistical Quality Control*, 4th Edition. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Pande, P.S., Robert P Neuman, Ronal R. Cavanagh. 2002. *The Six Sigma Way- Bagaimana GE, Motorola, dan Perusahaan Terkenal Lainnya Mengasah Kinerja Mereka*. Edisi Bahasa Indonesia. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Pyzdek, Thomas, 2002, *The Six Sigma Handbook, Panduan lengkap Untuk Greenbelts, Blackbelts, dan Manajer pada Semua Tingkatan*, Jakarta, Salemba Empat.
- Tjiptono, F. 2001. *Total Quality Management*. Edisi Revisi. Yogyakarta: Penerbit Andi Yogyakarta.

Perhitungan nilai proporsi cacat ($\bar{p}$), *Upper Control Limit* (UCL), dan Menghitung *Lower Control Limit* (LCL) sebelum revisi

A. Perhitungan nilai proporsi cacat ($\bar{p}$):

1. 2 Maret 2016

$$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} = \frac{14}{50}$$

$$\bar{p} = 0,280$$

2. 3 Maret 2016

$$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} = \frac{14}{53}$$

$$\bar{p} = 0,264$$

3. 4 Maret 2016

$$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} = \frac{15}{58}$$

$$\bar{p} = 0,259$$

4. 5 Maret 2016

$$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} = \frac{22}{60}$$

$$\bar{p} = 0,367$$

5. 6 Maret 2016

$$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} = \frac{17}{59}$$

$$\bar{p} = 0,288$$

6. 9 Maret 2016

$$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} = \frac{12}{51}$$

$$\bar{p} = 0,235$$

7. 10 Maret 2016

$$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} = \frac{12}{56}$$

$$\bar{p} = 0,214$$

8. 11 Maret 2016

$$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} = \frac{19}{59}$$

$$\bar{p} = 0,322$$

9. 12 Maret 2016

$$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} = \frac{13}{58}$$

$$\bar{p} = 0,224$$

10. 13 Maret 2016

$$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} = \frac{28}{53}$$

$$\bar{p} = 0,528$$

11. 16 Maret 2016

$$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} = \frac{14}{58}$$

$$\overline{p} = 0,241$$

12. 17 Maret 2016

$$\overline{p} = \frac{\sum np}{\sum n} = \frac{12}{52}$$

$$\overline{p} = 0,231$$

13. 18 Maret 2016

$$\overline{p} = \frac{\sum np}{\sum n} = \frac{17}{54}$$

$$\overline{p} = 0,315$$

14. 19 Maret 2016

$$\overline{p} = \frac{\sum np}{\sum n} = \frac{17}{54}$$

$$\overline{p} = 0,315$$

15. 20 Maret 2016

$$\overline{p} = \frac{\sum np}{\sum n} = \frac{17}{54}$$

$$\overline{p} = 0,315$$

16. 23 Maret 2016

$$\overline{p} = \frac{\sum np}{\sum n} = \frac{18}{60}$$

$$\overline{p} = 0,300$$

17. 24 Maret 2016

$$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} = \frac{26}{54}$$

$$\bar{p} = 0,481$$

18. 25 Maret 2016

$$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} = \frac{15}{57}$$

$$\bar{p} = 0,263$$

19. 26 Maret 2016

$$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} = \frac{16}{54}$$

$$\bar{p} = 0,296$$

20. 27 Maret 2016

$$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} = \frac{17}{54}$$

$$\bar{p} = 0,315$$

B. Perhitungan nilai *Lower Control Limit* (LCL)

1. 2 Maret 2016

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

$$LCL = 0,280 - 3\sqrt{\frac{0,280(1-0,280)}{50}}$$

$$LCL = 0,090$$

2. 3 Maret 2016

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

$$LCL = 0,264 - 3\sqrt{\frac{0,264(1-0,264)}{53}}$$

$$LCL = 0,082$$

3. 4 Maret 2016

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

$$LCL = 0,259 - 3\sqrt{\frac{0,259(1-0,259)}{58}}$$

$$LCL = 0,086$$

4. 5 Maret 2016

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

$$LCL = 0,367 - 3\sqrt{\frac{0,367(1-0,367)}{60}}$$

$$LCL = 0,180$$

5. 6 Maret 2016

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

$$LCL = 0,288 - 3\sqrt{\frac{0,288(1-0,288)}{59}}$$

$$LCL = 0,111$$

6. 9 Maret 2016

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

$$LCL = 0,235 - 3\sqrt{\frac{0,235(1-0,235)}{51}}$$

$$LCL = 0,057$$

7. 10 Maret 2016

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

$$LCL = 0,214 - 3\sqrt{\frac{0,214(1-0,214)}{56}}$$

$$LCL = 0,050$$

8. 11 Maret 2016

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

$$LCL = 0,322 - 3\sqrt{\frac{0,322(1-0,322)}{59}}$$

$$LCL = 0,140$$

9. 12 Maret 2016

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

$$LCL = 0,224 - 3\sqrt{\frac{0,224(1-0,224)}{58}}$$

$$LCL = 0,060$$

10. 13 Maret 2016

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

$$LCL = 0,528 - 3\sqrt{\frac{0,528(1-0,528)}{53}}$$

$$LCL = 0,322$$

11. 16 Maret 2016

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

$$LCL = 0,241 - 3\sqrt{\frac{0,241(1-0,241)}{58}}$$

$$LCL = 0,073$$

12. 17 Maret 2016

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

$$LCL = 0,231 - 3\sqrt{\frac{0,231(1-0,231)}{52}}$$

$$LCL = 0,055$$

13. 18 Maret 2016

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

$$LCL = 0,315 - 3\sqrt{\frac{0,315(1-0,315)}{54}}$$

$$LCL = 0,125$$

14. 19 Maret 2016

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

$$LCL = 0,315 - 3\sqrt{\frac{0,315(1-0,315)}{54}}$$

$$LCL = 0,125$$

15. 20 Maret 2016

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

$$LCL = 0,271 - 3\sqrt{\frac{0,271(1-0,271)}{59}}$$

$$LCL = 0,098$$

16. 23 Maret 2016

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

$$LCL = 0,300 - 3\sqrt{\frac{0,300(1-0,300)}{60}}$$

$$LCL = 0,123$$

17. 24 Maret 2016

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

$$LCL = 0,481 - 3\sqrt{\frac{0,481(1-0,481)}{54}}$$

$$LCL = 0,277$$

18. 25 Maret 2016

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

$$LCL = 0,263 - 3\sqrt{\frac{0,263(1-0,263)}{57}}$$

$$LCL = 0,088$$

19. 26 Maret 2016

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

$$LCL = 0,296 - 3\sqrt{\frac{0,296(1-0,296)}{54}}$$

$$LCL = 0,108$$

20. 27 Maret 2016

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

$$LCL = 0,315 - 3\sqrt{\frac{0,315(1-0,315)}{54}}$$

$$LCL = 0,125$$

C. Perhitungan nilai *Upper Control Limit* (UCL)

21. 2 Maret 2016

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

$$UCL = 0,280 + 3\sqrt{\frac{0,280(1-0,280)}{50}}$$

$$UCL = 0,470$$

22. 3 Maret 2016

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

$$UCL = 0,264 + 3\sqrt{\frac{0,264(1-0,264)}{53}}$$

$$UCL = 0,446$$

23. 4 Maret 2016

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

$$UCL = 0,259 + 3\sqrt{\frac{0,259(1-0,259)}{58}}$$

$$UCL = 0,431$$

24. 5 Maret 2016

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

$$UCL = 0,367 + 3\sqrt{\frac{0,367(1-0,367)}{60}}$$

$$UCL = 0,553$$

25. 6 Maret 2016

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

$$UCL = 0,288 + 3\sqrt{\frac{0,288(1-0,288)}{59}}$$

$$UCL = 0,465$$

26. 9 Maret 2016

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

$$UCL = 0,235 + 3\sqrt{\frac{0,235(1-0,235)}{51}}$$

$$UCL = 0,413$$

27. 10 Maret 2016

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

$$UCL = 0,214 + 3\sqrt{\frac{0,214(1-0,214)}{56}}$$

$$UCL = 0,379$$

28. 11 Maret 2016

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

$$UCL = 0,322 + 3\sqrt{\frac{0,322(1-0,322)}{59}}$$

$$UCL = 0,505$$

29. 12 Maret 2016

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

$$UCL = 0,224 + 3\sqrt{\frac{0,224(1-0,224)}{58}}$$

$$UCL = 0,388$$

30. 13 Maret 2016

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

$$UCL = 0,528 + 3\sqrt{\frac{0,528(1-0,528)}{53}}$$

$$UCL = 0,734$$

31. 16 Maret 2016

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

$$UCL = 0,241 + 3\sqrt{\frac{0,241(1-0,241)}{58}}$$

$$UCL = 0,410$$

32. 17 Maret 2016

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

$$UCL = 0,231 + 3\sqrt{\frac{0,231(1-0,231)}{52}}$$

$$UCL = 0,406$$

33. 18 Maret 2016

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

$$UCL = 0,315 + 3\sqrt{\frac{0,315(1-0,315)}{54}}$$

$$UCL = 0,504$$

34. 19 Maret 2016

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

$$UCL = 0,315 + 3\sqrt{\frac{0,315(1-0,315)}{54}}$$

$$UCL = 0,504$$

35. 20 Maret 2016

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

$$UCL = 0,271 + 3\sqrt{\frac{0,271(1-0,271)}{59}}$$

$$UCL = 0,445$$

36. 23 Maret 2016

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

$$UCL = 0,300 + 3\sqrt{\frac{0,300(1-0,300)}{60}}$$

$$UCL = 0,447$$

37. 24 Maret 2016

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

$$UCL = 0,481 + 3\sqrt{\frac{0,481(1-0,481)}{54}}$$

$$UCL = 0,685$$

38. 25 Maret 2016

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

$$UCL = 0,263 + 3\sqrt{\frac{0,263(1-0,263)}{57}}$$

$$UCL = 0,438$$

39. 26 Maret 2016

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

$$UCL = 0,296 + 3\sqrt{\frac{0,296(1-0,296)}{54}}$$

$$UCL = 0,484$$

40. 27 Maret 2016

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

$$UCL = 0,315 + 3\sqrt{\frac{0,315(1-0,315)}{54}}$$

$$UCL = 0,504$$

