

**PENERAPAN PERBAIKAN KUALITAS PROSES
KOMPONEN BAGIAN SAYAP PESAWAT CN-235 PADA
PROSES *BONDING* MENGGUNAKAN METODE *DEFINE*,
MEASURE, *ANALYZE*, *IMPROVE*, DAN *CONTROL*
(DMAIC) DI PT DIRGANTARA INDONESIA**

TUGAS AKHIR

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

Oleh:

Nama : FAIRUL CAHYADI

NIM : 1112066



**POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI
JAKARTA**

2017

ABSTRAK

Kemampuan menghasilkan produk yang berkualitas dan sesuai spesifikasi adalah kinerja yang harus dimiliki bagi setiap industri otomotif untuk tetap bisa bersaing. Salah satu cara yang dilakukan adalah mengurangi jumlah produk cacat dalam kegiatan proses produksi. Cara ini menjadi upaya perbaikan berkelanjutan yang selalu dilakukan oleh perusahaan termasuk PT Dirgantara Indonesia, yaitu perusahaan pembuatan pesawat. Sekarang ini perusahaan dihadapkan masih banyaknya penyimpangan atau cacat produk selama proses produksi. Penulis membuat penerapan perbaikan kualitas produk dengan tujuan mengurangi jumlah cacat komponen bagian sayap pesawat CN-235 pada proses *bonding*. Metode yang digunakan adalah DMAIC. Metode ini memiliki beberapa tahapan, yaitu *define*, *measure*, *analyze*, *improve* dan *control*. Dari penggunaan metode ini diperoleh sebagai berikut. Komponen bagian sayap pesawat CN-235 (*trailing edge*) memberikan kontribusi jumlah cacat yang paling besar. Jenis cacat yang paling banyak ditemukan adalah cacat benjol, yaitu cacat yang menyebabkan permukaan bagian tengah material plat mengalami benjolan sehingga permukaan material plat menjadi tidak rata. Analisis yang dilakukan untuk menemukan penyebab terjadi cacat dan selanjutnya dibuat usulan perbaikan. Tindakan perbaikan berupa melakukan pelatihan secara rutin mengenai Standar Operasional Prosedur (SOP) agar dapat menambah *skill* operator, membuat penjadwalan data perawatan mesin secara berkala dan menambahkan ventilasi udara di ruangan proses produksi. Hasil simulasi perbaikan telah menunjukkan adanya penurunan nilai DPMO dari 68.939 unit menjadi 51.802 unit dan peningkatan nilai *sigma* dari 2,983 menjadi 3,127 yang menunjukkan adanya perbaikan pada produk.

Kata Kunci: DMAIC, *trailing edge*, proses *bonding*, benjol, nilai DPMO dan nilai *sigma*.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas rahmat dan hidayah-Nya serta Shalawat berserta salam tetap terlimpah curahkan kepada nabi besar kita yaitu Nabi Muhammad SAW sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan judul, **“PENERAPAN PERBAIKAN KUALITAS PROSES KOMPONEN BAGIAN SAYAP PESAWAT CN-235 PADA PROSES BONDING MENGGUNAKAN METODE *DEFINE, MEASURE, ANALYZE, IMPROVE, DAN CONTROL* (DMAIC) DI PT DIRGANTARA INDONESIA”**.

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

Ucapan terima kasih yang pertama saya ucapkan kepada kedua orang tua yang tiada henti-hentinya berdoa dan memberi motivasi untuk menyelesaikan laporan ini. Pada kesempatan ini saya ingin menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian laporan Tugas Akhir ini. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

- Bapak Dr. Mustofa, S.T, M.T selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian RI.
- Bapak Dr. Ridzky Kramanandita, S.Kom, M.T selaku Pembantu Direktur I.
- Bapak Muhamad Agus, S.T, M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Otomotif.
- Bapak Ir. Suriadi A.S, M.Com selaku Dosen Pembimbing dalam penyusunan laporan Tugas Akhir.
- Bapak Ir. M. Rahmatullah, MBA selaku Dosen Pembimbing Akademik.
- Bapak Dr. Ir. Budi Santoso selaku Direktur Utama PT Dirgantara Indonesia.
- Bapak Hari Kuswahyudi selaku Manajer Departemen *Bonding* dan *Composite* PT Dirgantara Indonesia, yang telah memberikan kesempatan pada penulis untuk melaksanakan Praktik kerja lapangan.
- Bapak Donald Maspaitella selaku *supervisor Bonding* PT Dirgantara Indonesia.
- Bapak Albertus Darmawan selaku *Quality Inspection Detail Manufacture* PT Dirgantara Indonesia.

- Bapak Gunawan selaku *Quality Control* Departemen *Bonding* dan *Composite* PT Dirgantara Indonesia, yang telah membantu penulis dalam pencarian data spesifikasi material dan standar manufaktur *part*.
- Bapak Suherman selaku *Quality Inspector* Departemen *Bonding* dan *Composite* PT Dirgantara Indonesia, yang telah menjadi pembimbing selama penulis melakukan Praktik Kerja Lapangan..
- Bapak Wardana dan Bapak Gilang yang telah membantu penulis dalam proses pengumpulan data dan seluruh direksi beserta *staff* dan karyawan *bonding* dan *composite* PT Dirgantara Indonesia yang telah membantu penulis selama menjalankan Praktek Kerja Lapangan.
- Seluruh teman-teman di kampus Politeknik STMI Jakarta Terutama angkatan 2012 jurusan Teknik Industri Otomotif atas kebersamaan, kebahagiaan, semangat, doa dan dukungannya.
- Keluarga Besar Himpunan Pecinta Alam Tradyakala yang terus memberikan dukungannya
- Azkia Dhifa Syahida Muslim yang telah memberikan semangat, doa dan dukungannya.
- Sahabat-sahabatku yang tercinta DITRA XXI, Defri Ferdiansyah, dan Abdul Karim.
- Serta semua pihak yang tak dapat saya sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam laporan Tugas Akhir ini masih banyak hal yang perlu disempurnakan, oleh karena itu saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan. Penulis berharap laporan Tugas Akhir ini dapat memberi manfaat bagi para pembaca.

Jakarta, 8 September 2017
Penulis

DAFTAR ISI

	Hal
ABSTRAK	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	
.....	iii
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	
.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Pembatasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Kualitas	6
2.1.1 Definisi Kualitas	6
2.1.2 Dimensi Kualitas	7
2.1.3 Faktor yang Mempengaruhi Kualitas	8
2.1.4 Pengertian Pengendalian Kualitas	
.....	10
2.1.5 Faktor-Faktor Pengendalian Kualitas	
.....	10
2.1.6 Definisi Variasi dalam Konteks Peningkatan Proses	
.....	11
2.1.7 Peta Kendali (<i>Control Chart</i>)	
.....	12

2.1.8 Pengendalian Kualitas Statistik	15
2.2 Six Sigma.....	17
2.2.1 Pengertian Dasar <i>Six Sigma</i> Motorola	17
2.2.2 Konsep <i>Six Sigma</i> Motorola	19
2.2.3 Metode <i>Six Sigma</i>	21
2.3 Metodologi DMAIC	22
2.3.1 <i>Define</i>	23
2.3.2 <i>Measure</i>	23
2.3.3 <i>Analyze</i>	28
2.3.4 <i>Improve</i>	28
2.3.5 <i>Control</i>	31
2.4 Alat-alat atau tools yang digunakan pada metode DMAIC.....	31
2.4.1 Diagram Pareto	31
2.4.2 Diagram <i>Supplier, Input, Proses, Output, dan Customer</i> (SIPOC)	33
2.4.3 Peta proses operasi.....	35

2.4.4 Histogram	36
2.4.5 Metode 5S	37
2.4.6 Diagram Sebab Akibat.....	37
2.4.7 <i>Software Minitab</i>	39
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	40
3.1 Jenis dan Sumber Data	40
3.1.1 Jenis Data.....	40
3.1.2 Sumber Data	41
3.2 Metode Pengumpulan Data	41
3.3 Teknik Analisis.....	42
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....	46
4.1 Pengumpulan Data.....	46
4.1.1 Sejarah Perusahaan	46
4.1.2 Visi dan Misi	51
4.1.3 Logo dan Makna Logo Perusahaan	51
4.1.4 Tata Letak Pabrik dan Satuan Usaha	52

4.1.5 Produk Yang Dihasilkan.....	53
4.1.6 Sruktur Organisasi	57
4.1.7 <i>Job Description</i> Perusahaan	58
4.1.8 Sistem Ketenagakerjaan	63
4.1.9 Unit-unit Produksi	65
4.1.10 Proses Produksi Pada Bagian Sayap Pesawat CN-235..	68
4.1.11 Pengertian <i>Bonding</i>	70
4.1.12 Proses <i>Bonding</i>	70
4.1.13 Data Kerjasama Perusahaan	80
4.2 Pengolahan Data	81
4.2.1 Tahap <i>Define</i>	81
4.2.2 Tahap <i>Measure</i>	87
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	98
5.1 Tahap <i>Analyze</i>	98
5.1.1 Analisis Jenis-Jenis dan Faktor-Faktor Cacat.....	98
5.2 Tahap <i>Improve</i>	99

5.2.1 Usulan Tindakan Perbaikan.....	
.....	101
5.2.2 Implementasi Perbaikan	
.....	101
5.3 Tahap <i>Control</i>	
.....	102
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	
.....	108
6.1 Kesimpulan	
.....	108
6.2 Saran	
.....	108
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN-LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Konsep <i>Six Sigma</i>	
.....	21
Gambar 2.2 Metode DMAIC	
.....	21
Gambar 2.3 Diagram Pareto	
.....	33
Gambar 2.4 Diagram SIPOC	
.....	34
Gambar 2.5 Peta Proses Operasi	
.....	35
Gambar 2.6 Histogram.....	
37	
Gambar 2.7 Diagram Sebab-Akibat.....	
38	
Gambar 3.1 Kerangka Pemecahan Masalah	
45	
Gambar 4.1 Logo PT Dirgantara Indonesia	
51	
Gambar 4.2 Pesawat NC-212	
53	
Gambar 4.3 Pesawat CN-235	
53	
Gambar 4.4 Helikopter NBO-105	
54	
Gambar 4.5 Helikopter Super Puma NAS- 332	
54	
Gambar 4.6 Helikopter NBELL-412	
54	

Gambar 4.7 Pesawat N-219	55
Gambar 4.8 Pesawat N-250	55
Gambar 4.9 Struktur Organisasi PT Dirgantara Indonesia.....	57
Gambar 4.10 Diagram Alir Unit-Unit Produksi	65
Gambar 4.11 <i>Honeycomb</i>	68
Gambar 4.12 <i>Adhesive Foam</i>	68
Gambar 4.13 <i>Release Film</i>	69
Gambar 4.14 <i>Release Agent</i>	69
Gambar 4.15 <i>Air Weave</i>	69
Gambar 4.16 <i>Sealant Tape</i>	70
Gambar 4.17 <i>Flash Breaker</i>	70
Gambar 4.18 Diagram alir proses <i>bonding</i>	71
Gambar 4.19 Proses <i>Bagging</i>	76
Gambar 4.20 <i>Airlock</i>	77
Gambar 4.21 <i>Thermocouple</i>	77
Gambar 4.22 <i>Autoclave</i>	77

Gambar 4.23 <i>Curing Curve</i>	78
Gambar 4.24 Proses <i>Debagging</i>	78
Gambar 4.25 Komponen setelah proses <i>Curing</i> dan <i>Debagging</i>	78
Gambar 4.26 Bentuk Kerjasama PT Dirgantara Indonesia dengan CASA ...	80
Gambar 4.27 Tampak Samping	82
Gambar 4.28 Tampak Atas	82
Gambar 4.29 Diagram SIPOC untuk komponen <i>trailing edge</i> CN-235.....	82
Gambar 4.30 Diagram Pareto jenis cacat pada komponen <i>trailing edge</i> CN-235	85
Gambar 4.31 Peta kendali <i>p</i> untuk komponen <i>trailing edge</i> CN-235	92
Gambar 4.32 Peta kendali <i>p</i> revisi pertama	94
Gambar 4.33 Peta kendali <i>p</i> revisi kedua	95
Gambar 5.1 Diagram sebab akibat cacat benjol	99
Gambar 5.2 Peta kendali <i>p</i> setelah perbaikan.....	105

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Perbedaan True <i>Six Sigma</i> dengan Motorola <i>Six Sigma</i>	20
Tabel 2.2 Penggunaan Metode 5W+1H untuk Pengembangan Rencana Tindakan	29
Tabel 4.1 Data jumlah produksi dan jumlah cacat bulan Maret 2016	82
Tabel 4.2 Data hasil pengamatan harian komponen <i>trailing edge</i> CN-235... ..	85
Tabel 4.3 Jenis cacat dan jumlah cacat pada bulan Maret 2016	86
Tabel 4.4 Uraian Jenis-Jenis Cacat	87
Tabel 4.5 Hubungan CTQ dengan Jenis Cacat	89
Tabel 4.6 Data jenis cacat dan jumlah cacat komponen <i>trailing edge</i> CN-235 bulan Maret 2016.....	89
Tabel 4.7 Rekapitulasi Hasil Perhitungan peta <i>p</i>	92
Tabel 4.8 Rekapitulasi Hasil Perhitungan peta <i>p</i> Revisi Pertama.....	93
Tabel 4.9 Rekapitulasi Hasil Perhitungan peta <i>p</i> Revisi Kedua	95
Tabel 5.1 Faktor potensial yang menyebabkan cacat benjol	100
Tabel 5.2 Upaya Perbaikan Cacat Benjol Menggunakan 5W+1H	101
Tabel 5.3 Data Jumlah Produksi dan Jumlah Cacat Komponen <i>Trailing Edge</i> CN-235 Setelah Perbaikan.....	103

Tabel 5.4 Hasil Perhitungan Peta Kendali p Setelah Perbaikan.	
.....	104
Tabel 5.5 Nilai Kualitas Produksi Sebelum dan Setelah Perbaikan.	
.....	108

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A : Perhitungan Nilai Proporsi Cacat.

Lampiran B : Konversi DPMO ke Nilai Sigma Berdasarkan Konsep Motorola.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pada era sekarang ini, industri telah berkembang sangat pesat seiring dengan perkembangan teknologi. Dengan adanya perkembangan teknologi tersebut, maka muncul beranekaragam industri. Kualitas dari sebuah produk sangat mempengaruhi kepuasan pelanggan, tidak hanya mempengaruhi kepuasan pelanggan tetapi kualitas sebuah produk juga menjadi tolak ukur sebuah perusahaan apakah perusahaan tersebut dapat bersaing dengan perusahaan lainnya atau tidak. Kualitas yang baik tercipta karena proses yang baik, produk yang bagus belum tentu memiliki kualitas yang baik, proses produksi dari sebuah produk memiliki peranan penting dalam menghasilkan suatu produk dengan kualitas yang baik atau produk yang berkualitas.

PT Dirgantara Indonesia sebagai salah satu perusahaan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak di bidang industri pesawat terbang di Indonesia. Dalam proses produksinya, PT Dirgantara Indonesia berusaha keras meningkatkan kualitas pesawat yang dihasilkan. Perbaikan kualitas terhadap mutu produk dan proses terus dilakukan agar dapat memenuhi kuantitas dan kualitas yang sesuai dengan keinginan pelanggan. Namun pada kenyataannya, masih terdapat masalah-masalah yang ditemukan di bagian produksi. Salah satu permasalahannya terdapat pada proses *bonding* komponen bagian sayap pesawat CN-235. *Bonding* itu sendiri ialah suatu proses penggabungan antara dua unit komponen atau lebih dengan menggunakan perekat. Sayap pesawat tersebut merupakan bagian terpenting dari suatu pesawat. Setelah ditelusuri, ternyata banyak ditemukan komponen *Not Good* (NG) yaitu komponen *trailing edge*: 35-32153-0001A01. Komponen tersebut merupakan komponen yang memiliki jumlah cacat terbesar diantara komponen bagian sayap lainnya seperti *leading edge*: 35-34001-0003A01, *wing tip assy*: 35-11021-0006C02, dan *rudder*: 35-34011-0005A01. Cacat pada komponen bagian sayap pesawat seperti benjol, gelombang dan penyok. Cacat tersebut disebabkan oleh faktor-faktor seperti manusia, mesin, dan lingkungan. Sehingga komponen yang NG harus dilakukan

pengecekan, apakah masih bisa diperbaiki atau memang harus dibuang. Dari permasalahan tersebut, perlu dilakukan penelitian pada saat kegiatan produksi, untuk mengetahui sebab-sebab terjadinya NG dari komponen yang dihasilkan. Untuk produksi selanjutnya, perlu adanya peningkatan kualitas yang berkesinambungan, maka dapat dilakukan perbaikan secara berkelanjutan dalam menjaga dan meningkatkan kualitas produk.

Untuk itu, salah satu program perbaikan kualitas yang berkesinambungan adalah *six sigma*. *Six sigma* adalah sistem yang komprehensif dan fleksibel untuk mencapai, mempertahankan dan memaksimalkan sukses bisnis (Gaspersz, 2001). *Six sigma* dapat dijadikan ukuran kinerja sistem industri yang memungkinkan perusahaan melakukan peningkatan yang luar biasa dengan terobosan strategi yang aktual. Menurut Pande (2002), tahap-tahap implementasi peningkatan kualitas *six sigma* terdiri dari lima fase yaitu menggunakan metode *Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control* (DMAIC). DMAIC merupakan peningkatan terus-menerus menuju target *six sigma*. DMAIC dilakukan secara sistematis, berdasarkan ilmu pengetahuan dan fakta. Proses ini menghilangkan langkah-langkah proses yang tidak produktif, sering berfokus pada pengukuran-pengukuran baru, dan menetapkan teknologi untuk peningkatan kualitas menuju target *six sigma* (Gaspersz, 2003). Oleh karena itu, penelitian di PT Dirgantara Indonesia dilakukan dengan cara memberikan usulan penerapan perbaikan kualitas proses menggunakan metode DMAIC agar dapat memberikan kepuasan bagi konsumennya, juga perbaikan bagi perusahaan.

1.2 Perumusan masalah

Berdasarkan permasalahan yang dihadapi perusahaan dapat disimpulkan beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apa jenis-jenis dan faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya cacat pada komponen bagian sayap pesawat CN-235 di proses *bonding*?
2. Bagaimana kinerja proses *bonding* dari segi nilai *Defect Per Million Opportunity* (DPMO) dan nilai *sigma*?
3. Bagaimana usulan penerapan perbaikan kualitas pada proses *bonding* dengan menggunakan metode DMAIC?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Menentukan jenis-jenis dan faktor-faktor cacat pada komponen bagian sayap pesawat CN-235.
2. Menentukan kinerja proses *bonding* dari segi nilai DPMO dan nilai *sigma*.
3. Menentukan tindakan perbaikan kualitas pada proses *bonding* dengan menggunakan metode DMAIC.

1.4 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Penelitian dilakukan pada proses *bonding* terutama dari segi visualisasi di bagian *process control*.
2. Fokus perbaikan kualitas adalah komponen *trailing edge*: 35-32153-0001A01.
3. Data yang diambil adalah data produksi dan cacat.
4. Biaya-biaya akibat kegagalan produk tidak dibahas pada penelitian ini.
5. Langkah-langkah pengaplikasian filosofi *six sigma* hanya dilakukan untuk tahap *Define, Measure, Analyze, Improve* dan *Control* (DMAIC).

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 strategi dan pengendalian kualitas pada masa yang akan datang sebagai upaya peningkatan mutu serta meningkatkan efisiensi dan efektifitas perusahaan dengan cara mengurangi kecacatan pada komponen yang menyebabkan pengerjaan ulang (*rework*).

2. Bagi Penulis

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

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

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang masalah, perumusan masalah tujuan masalah, pembatasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan dari laporan. Penelitian dilakukan menggunakan metode penelitian yang dapat membantu mencapai tujuan penelitian.

BAB II : LANDASAN TEORI

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

BAB V : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menjelaskan tentang analisis masalah berdasarkan data hasil pengolahan data pada bab IV. Tahapan yang dilakukan adalah tahap *analyze, improve, dan control*. Hasil analisis yang dilakukan merupakan dasar penentuan usulan perbaikan kepada perusahaan.

BAB VI: KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dari 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 Kualitas

2.1.1 Definisi Kualitas

Dalam konteks pengendalian proses secara statistik, kualitas didefinisikan sebagai konsistensi peningkatan atau perbaikan, dan penurunan variasi karakteristik dari suatu produk yaitu barang dan jasa yang dihasilkan, agar memenuhi spesifikasi guna meningkatkan kepuasan pelanggan *eksternal* dan *internal* (Gaspersz, 1998).

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

- a. Menurut Juran (1962), "kualitas adalah kesesuaian dengan tujuan atau manfaatnya".
- b. Menurut Crosby (1979), "kualitas adalah kesesuaian dengan kebutuhan yang meliputi *availability*, *delivery*, *reliability*, *maintainability*, dan *cost effectiveness*".
- c. Menurut Deming (1982), "kualitas harus bertujuan memenuhi kebutuhan pelanggan sekarang dan di masa mendatang".
- d. 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".
- e. 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".
- f. Menurut Elliot (1993), "kualitas adalah sesuatu yang berbeda untuk orang yang berbeda dan tergantung pada waktu dan tempat atau dikatakan sesuai dengan tujuan".

- g. 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”.
- h. 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”.

2.1.2 Dimensi Kualitas

Menurut Gaspersz (1998), dimensi kualitas mencakup:

- a. *Performance* (Performansi), berkaitan dengan aspek fungsional dari produk itu.
- b. *Features* (Fitur), berkaitan dengan pilihan-pilihan dan pengembangannya.
- c. *Reliability* (Kehandalan), berkaitan dengan tingkat kegagalan dalam penggunaan produk itu.
- d. *Conformance* (Konformansi), berkaitan dengan tingkat kesesuaian produk terhadap spesifikasi yang telah ditetapkan sebelumnya berdasarkan keinginan pelanggan.
- e. *Durability* (Daya Tahan), berkaitan dengan daya tahan atau masa pakai dari produk itu.
- f. *Serviceability*, yaitu kemudahan produk itu bila akan diperbaiki atau kemudahan memperoleh komponen produk tersebut.
- g. *Aesthetic* (Estetika), berkaitan dengan desain dan pembungkusan atau kemasan dari produk itu.
- h. *Perceived Quality* (kualitas yang dirasakan, bersifat subjektif) berkaitan dengan perasaan pelanggan dalam mengkonsumsi produk itu, seperti meningkatkan harga diri, dan moral.

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.

2.1.3 Faktor yang Mempengaruhi Kualitas

Dalam setiap bidang, pada masa sekarang ini industri tergantung pada sejumlah besar kondisi yang membebani produk-produk melalui suatu cara yang tidak pernah dialami pada periode sebelumnya. Kualitas produk secara langsung dipengaruhi tujuh bidang dasar (Feigenbaum, 1991):

a. *Money* (Uang)

Meningkatnya didalam banyak bidang mendorong perusahaan untuk lebih meningkatkan kualitas dan memperbanyak produk, bersamaan dengan kebutuhan dan keinginan konsumen yang tidak mungkin tidak akan mengeluarkan biaya yang lebih besar. Hasil dari penambahan di dalam investasi perusahaan, yang harus dibayar melalui naiknya produktifitas telah menimbulkan keinginan yang besar dalam berproduksi. Biaya-biaya kualitas yang dikaitkan dengan pemeliharaan dan perbaikan kualitas telah mencapai tingkat biaya yang harus diperhatikan oleh para manajer sebagai salah satu dari titik lunak tempat biaya operasi dan kerugian dapat diturunkan untuk memperbaiki laba.

b. *Man* (Manusia)

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

c. *Machine* (Mesin)

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

d. *Material* (Bahan)

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

e. *Management* (Manajemen)

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

f. *Market* (Pasar)

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

g. *Information* (Informasi)

Teknologi informasi ini telah menyediakan cara untuk mengendalikan mesin dan proses selama pembuatan produk dan mengembalikan produk hingga sampai ke tangan pelanggan. Revolusi teknologi komputer yang cepat telah membuka kemungkinan untuk dapat menyimpan, mengumpulkan dan mengambil serta memanipulasi informasi pada suatu skala yang tidak terbayangkan sebelumnya. Dengan demikian dapat memberikan kemampuan untuk mengatur informasi yang lebih cepat, akurat, tepat waktu dan bersifat ramalan untuk masa yang akan datang.

2.1.4 Pengertian Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas adalah suatu sistem verifikasi dan penjagaan/perawatan dari suatu tingkatan/derajat kualitas produk atau proses yang dikehendaki dengan perencanaan yang seksama, pemakaian peralatan yang sesuai, inspeksi terus-menerus serta tindakan korektif bilamana diperlukan. Aktivitas pengendalian kualitas umumnya akan meliputi (Wignjosoebroto, 2003):

- a. Pengamatan produk terhadap performansi produk atau proses.
- b. Membandingkan performansi yang ditampilkan sebelumnya dengan standar-standar yang berlaku.
- c. Mengambil tindakan apabila terdapat penyimpangan-penyimpangan yang cukup signifikan dan apabila perlu dibuat tindakan untuk mengoreksinya.

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

Sasaran dari pengendalian mutu ialah adanya peningkatan mutu demi kepuasan semua pihak yang berkepentingan, antara lain pihak konsumen dan produsen. Sedangkan untuk menghasilkan mutu hasil kerja yang baik diperlukan tingkat pengendalian mutu yang maju.

2.1.5 Faktor-Faktor Pengendalian Kualitas

Menurut Montgomery (2001), faktor-faktor yang mempengaruhi pengendalian kualitas yang dilakukan perusahaan adalah:

- a. Kemampuan proses

Batas-batas yang ingin dicapai haruslah disesuaikan dengan kemampuan proses yang ada. Tidak ada gunanya mengendalikan suatu proses dalam batas-batas yang melebihi kemampuan atau kesanggupan proses yang ada.

- b. Spesifikasi yang berlaku

Spesifikasi hasil produksi yang ingin dicapai harus dapat berlaku, bila ditinjau dari segi kemampuan proses dan keinginan atau kebutuhan konsumen yang ingin dicapai dari hasil produksi tersebut. Dalam hal ini haruslah dapat dipastikan dahulu apakah spesifikasi tersebut dapat berlaku dari kedua segi yang telah disebutkan di atas sebelum pengendalian kualitas pada proses dapat dimulai.

- c. Tingkat ketidaksesuaian yang dapat diterima

Tujuan dilakukan pengendalian suatu proses adalah dapat mengurangi produk yang berada di bawah standar seminimal mungkin. Tingkat pengendalian yang diberlakukan tergantung pada banyaknya produk yang berada di bawah standar yang dapat diterima.

d. Biaya kualitas

Biaya kualitas sangat mempengaruhi tingkat pengendalian kualitas dalam menghasilkan produk dimana biaya kualitas mempunyai hubungan yang positif dengan terciptanya produk yang berkualitas.

- 1) Biaya Pencegahan (*Prevention Cost*) merupakan biaya yang terjadi untuk mencegah terjadinya kerusakan produk yang dihasilkan.
- 2) Biaya Deteksi/ Penilaian (*Detection/Appraisal Cost*) adalah biaya yang timbul untuk menentukan apakah produk atau jasa yang dihasilkan telah sesuai dengan persyaratan-persyaratan kualitas sehingga dapat menghindari kesalahan dan kerusakan sepanjang proses produksi.
- 3) Biaya Kegagalan *Internal* (*Internal Failure Cost*) merupakan biaya yang terjadi karena adanya ketidaksesuaian dengan persyaratan dan terdeteksi sebelum barang atau jasa tersebut dikirim ke pihak luar (pelanggan atau konsumen).
- 4) Biaya Kegagalan *Eksternal* (*Eksternal Failure Cost*) merupakan biaya yang terjadi karena produk atau jasa tidak sesuai dengan persyaratan-persyaratan yang diketahui setelah produk tersebut dikirimkan kepada para pelanggan atau konsumen.

2.1.6 Definisi Variasi dalam Konteks Peningkatan Proses

Variasi merupakan perubahan dari sebuah karakteristik khusus yang menentukan seberapa stabil sebuah proses. Variasi dipengaruhi oleh lingkungan, manusia, mesin atau perlengkapan, metode atau prosedur, pengukuran dan bahan mentah (Pande, 2002). Variasi merupakan akibat dari sebab-sebab khusus dan sebab alamiah (umum). Sebab khusus dapat dihilangkan dengan menggunakan piranti atau alat perbaikan proses, sedangkan sebab alamiah dapat diatasi dengan dilakukannya perbaikan proses secara kontinyu (Nasution, 2001). Penyebab khusus dan penyebab umum memiliki pengertian:

a. Penyebab khusus

Kejadian atau peristiwa yang mempengaruhi proses hanya di bawah keadaan “khusus” yakni bukan bagian dari operasi normal atau harian dari proses (Pande, 2002).

b. Penyebab umum

Pengaruh biasa, terjadi setiap hari pada proses. Penyebab umum biasanya lebih sulit untuk dieliminasi dan mengharuskan perubahan pada proses (Pande, 2002).

Huruf kecil “sigma” dalam alphabet Yunani (σ) merupakan sebuah simbol yang digunakan dalam notasi statistik untuk menunjukkan “deviasi standar” dari sebuah populasi. Deviasi standar disebut dalam istilah statistik merupakan jumlah indikator jumlah “variasi” atau inkonsistensi di semua kelompok proses. Sebagai contoh ketika membeli makanan siap saji yang manis dan panas, tapi anda mendapatkan makanan itu hangat, tidak panas itulah variasi atau jika anda membeli tiga potong kemeja dengan ukuran yang sama, tetapi yang satu ternyata ukurannya terlalu kecil, maka itu juga disebut variasi. Variasi tidak dapat dihilangkan namun variasi dapat dikurangi dengan cara mereduksi segala sumber yang menjadi penyebab variasi tersebut muncul (Pande, 2002).

2.1.7 Peta Kendali (*Control Chart*)

Peta kendali (*control chart*) 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 kendali menurut Montgomery (2001) dapat dibagi sebagai berikut:

a. 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:

- 1) Peta Kendali Rata-rata ($\bar{X}$ chart), digunakan untuk mengetahui rata-rata pengukuran antar sub grup yang diperiksa.
- 2) 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.

b. 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:

1) 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 barang-barang dalam kelompok yang di inspeksi. Dengan demikian peta kendali p digunakan untuk mengendalikan proporsi barang-barang 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:

- a) Mengumpulkan data yang akan diamati. Data tersebut menggambarkan jumlah produk yang diperiksa (n) dan jumlah produk cacat (np).
- b) Membagi data kedalam subgroup, biasanya data dikelompokkan berdasarkan tanggal atau lot.
- c) Hitung nilai proporsi unit yang cacat untuk setiap subgroup, dengan menggunakan rumus berikut:
- d) Menghitung rata-rata dari bagian yang cacat.
- e) Menentukan batas-batas kendali

1. Garis tengah/*Central Line* (CL)

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

2. Batas Kendali Atas/*Upper Control Limit* (UCL)

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

3. Batas Kendali Bawah/*Lower Control Limit* (LCL)

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

- 2) 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.

- 3) 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.

- 4) 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.

2.1.8 Pengendalian Kualitas Statistik

Pengendalian kualitas statistik merupakan teknik penyelesaian masalah yang digunakan untuk memonitor, mengendalikan, menganalisis, mengelola, dan memperbaiki produk dan proses dengan menggunakan metode-metode statistik. Pengendalian kualitas statistik (*statistical quality control*) sering disebut sebagai pengendalian proses statistik (*statistical process control*). Pengendalian proses statistik merupakan penerapan metode statistik untuk pengukuran variasi proses. Pengendalian proses statistik ini maka dapat dilakukan analisis dan meminimalkan penyimpangan atau kesalahan, mengkuantifikasikan kemampuan proses, menggunakan pendekatan statistik dengan dasar *six sigma*, dan membuat hubungan antara konsep dan teknik yang ada untuk mengadakan perbaikan proses. Tujuan utama dalam pengendalian proses statistik adalah mendeteksi adanya khusus dalam variasi atau kesalahan proses melalui analisis data dari masa lalu maupun masa mendatang (Ariani, 2004).

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 (Ariani, 2004).

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

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

- 2) Mengidentifikasi variabel-variabel proses dan kondisi-kondisi yang dapat memberikan kontribusi dalam karakteristik produk akhir.
 - 3) Memeriksa dan memastikan proses pengukuran telah memenuhi syarat ketepatan dan keakuratan dalam penyajian 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.
 - 4) 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 terjadinya penyimpangan dalam proses.
- b. Memilih jenis peta kendali.
 - c. Menentukan garis pusat (*control line*) yang merupakan rata-rata data masa lalu atau rata-rata yang dikehendaki.
 - d. Pemilihan sub kelompok.
 - e. Penyediaan sistem pengumpulan data. Jika peta pengendali untuk alat pengendali diwajibkan maka harus dibuat sederhana dan memenuhi pemakaian.
 - f. Perhitungan batas pengendali dan penyediaan instruksi-instruksi khusus dalam interpretasi terhadap hasil dan tindakan para karyawan produksi tersebut.

Penempatan data dan interpretasi terhadap hasilnya. Selanjutnya, pengendalian dapat juga dilakukan terhadap hasil produk, yang biasa dikenal dengan penerimaan sampling (*acceptance sampling*). Hal ini merupakan evaluasi pada bagian produk dan seluruh hasil produksi untuk menerima seluruh hasil produksi. Manfaat sampling adalah dapat menurunkan biaya terhadap inspeksi. Manfaat sampling menurut Gyron (2001) antara lain:

- a) Staf inspeksi yang lebih sedikit dapat mengurangi kompleksitas inspeksi terhadap biaya inspeksi yang dilakukan.
- b) Berkurangnya kerusakan produk.

- c) Sekelompok produk dapat diselesaikan dalam waktu yang relatif singkat, hal ini akan memberikan pengaruh terhadap penjadwalan serta penyerahan yang bisa dilakukan dalam waktu yang lebih cepat dan tepat.
- d) Masalah yang sering terjadi pada proses inspeksi 100% dapat diminimalkan.
- e) Penolakan produk yang tidak sesuai cenderung mengesankan terhadap penyimpangan kualitas dan penting bagi organisasi untuk mencari tindakan pencegahan.
- f) Desain yang layak dalam rencana pengambilan sampel memerlukan pengkajian terhadap tingkat kualitas yang disyaratkan oleh pemakai.

2.2 Six Sigma

2.2.1 Pengertian Dasar Six Sigma Motorola

Six sigma motorola merupakan suatu metode untuk teknik pengendalian dan peningkatan kualitas secara luar biasa, yang diterapkan oleh perusahaan motorola sejak tahun 1986, yang merupakan terobosan baru dalam bidang manajemen kualitas. Banyak ahli manajemen kualitas menyatakan bahwa metode *six sigma* motorola dikembangkan dan diterima secara luas oleh dunia industri. Hal ini disebabkan manajemen industri frustrasi terhadap sistem-sistem manajemen kualitas yang ada. Sistem tersebut dianggap tidak mampu melakukan peningkatan kualitas secara secara luar biasa menuju tingkat kegagalan nol (*zero defect*). Banyak sistem manajemen kualitas, seperti *Malcolm Baldrige National Quality Award (MBNQA)*, dan ISO 9000, hanya menekankan pada upaya peningkatan terus-menerus berdasarkan kesadaran mandiri dari manajemen. Upaya tersebut tanpa memberikan solusi yang ampuh dalam hal terobosan-terobosan yang harus dilakukan untuk meningkatkan kualitas secara luar biasa menuju tingkat kegagalan nol. Prinsip-prinsip pengendalian dan peningkatan kualitas *six sigma* motorola mampu menjawab tantangan ini. Perusahaan motorola selama kurang lebih 10 tahun setelah implementasi konsep *six sigma* terbukti telah mampu mencapai tingkat kualitas 3,4 *Defect Per Million Opportunity (DPMO)* (Gaspersz, 2002).

Setelah motorola memenangi penghargaan MBNQA (*The Malcolm Baldrige National Quality Award*) pada tahun 1988, rahasia kesuksesan mereka menjadi pengetahuan publik, dan sejak saat itu program *six sigma* yang

diterapkan motorola menjadi sangat terkenal di Amerika Serikat. Banyak perusahaan-perusahaan kelas dunia, seperti *General Electric*, *Allied Signal*, *Dupont Chemical*, *Kodak*, *Texas Instruments*, mulai melakukan revolusi dalam sistem manajemen kualitas mereka mengikuti prinsip-prinsip *six sigma*. Kelompok perusahaan Astra (*Astra Group*) yang di Indonesia sangat terkenal merupakan perusahaan dengan manajemen terbaik, serta telah memiliki program *Astra Total Quality Control*, *Texmaco*, dan lainnya juga mulai menerapkan metode pengendalian dan peningkatan kualitas *six sigma*.

Pengalaman di Amerika Serikat menunjukkan bahwa apabila perusahaan menerapkan dan memfokuskan seluruh sumber daya pada konsep *six sigma*, ia akan memperoleh hasil-hasil berikut:

- a. Terjadi peningkatan 1-*sigma* dari 3-*sigma* menjadi 4-*sigma* pada tahun pertama.
- b. Pada tahun kedua, peningkatan akan terjadi dari 4-*sigma* menjadi 4,7-*sigma*.
- c. Pada tahun ketiga, peningkatan akan terjadi dari 4,7-*sigma* menjadi 5-*sigma*.
- d. Pada tahun keempat, peningkatan akan terjadi dari 5-*sigma* menjadi 5,1-*sigma*.
- e. Pada tahun-tahun selanjutnya, peningkatan rata-rata adalah 0,1-*sigma* sampai maksimal 0,15- *sigma* setiap tahun.
- f. perusahaan-perusahaan kelas dunia yaag sangat peduli terhadap kualitas membutuhkan waktu rata-rata 10 tahun untuk beralih dari tingkat operasional 3-*sigma* ($DPMO = 66.810$) menjadi tingkat operasional 6-*sigma* ($DPMO = 3,4$), yang berarti harus terjadi peningkatan sekitar $66.810/3,4 = 19.650$ kali selama 10 tahun atau secara rata-rata sekitar 1.965 “peningkatan” setiap tahun, suatu peningkatan secara luar biasa.
- g. peningkatan dari 3-*sigma* sampai 4,7-*sigma* memberikan hasil mengikuti kurva eksponensial (mengikuti deret ukur) sedangkan peningkatan dari 4,7-*sigma* sampai 6-*sigma* mengikuti kurva linear (mengikuti deret hitung).

2.2.2 Konsep Six Sigma Motorola

Pada dasarnya pelanggan akan puas apabila mereka menerima nilai sebagaimana yang mereka harapkan. Apabila produk (barang dan/atau jasa) diperoses pada tingkat kualitas *six sigma*, perusahaan boleh mengharapkan 3,4

kegagalan per sejuta kesempatan (DPMO) atau mengharapkan bahwa 99,99966 persen dari apa yang diharapkan pelanggan akan ada pada produk itu. Dengan demikian *six sigma* dapat dijadikan ukuran target kinerja sistem industri tentang bagaimana baiknya suatu proses transaksi produk antara pemasok dan pelanggan. Semakin tinggi target *sigma* yang dicapai, kinerja sistem industri akan semakin baik. *Six sigma* juga bisa dianggap sebagai strategi terobosan yang memungkinkan perusahaan melakukan peningkatan secara luar biasa di tingkat bawah. *Six sigma* juga dapat dipandang sebagai pengendalian proses industri berfokus pada pelanggan, melalui penekanan pada kemampuan proses (*process capability*).

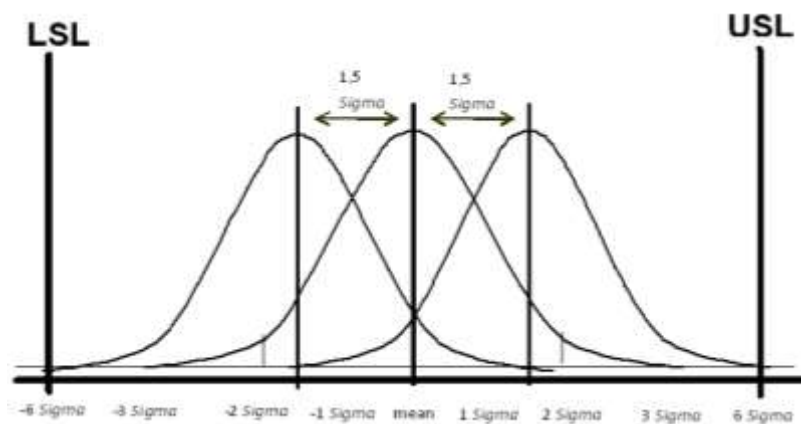
Pendekatan pengendalian proses 6-*sigma* motorola (*motorola's six sigma process control*) mengizinkan adanya pergeseran nilai rata-rata (*mean*) setiap CTQ individual dari proses industri terhadap nilai spesifikasi target (T) sebesar 1,5-*Sigma*. Konsep *six sigma* motorola berbeda dari konsep *six sigma* dalam distribusi normal yang umum dipahami selama ini yang tidak mengizinkan pergeseran dalam nilai rata-rata (*mean*) dari proses. Perbedaan ini dapat ditunjukkan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Perbedaan True Six Sigma dengan Motorola Six Sigma

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

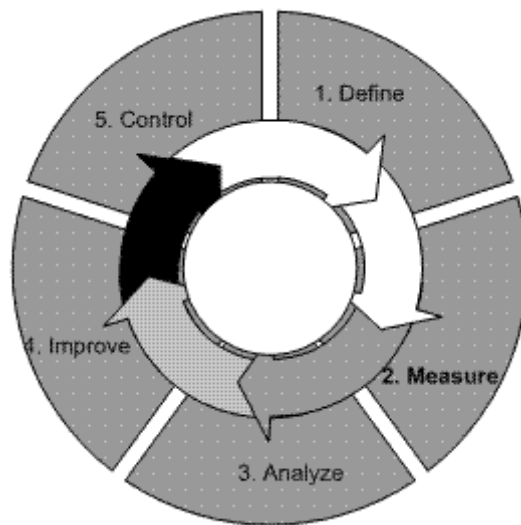
Nilai pergeseran 1,5 *sigma* ini diperoleh dari hasil penelitian motorola atas proses dan sistem industri, dimana menurut hasil penelitian bahwa sebagus-bagusnya suatu proses industri tidak akan 100% berada pada satu titik nilai target, tetapi akan ada pergeseran sebesar rata-rata 1,5 *sigma* dari nilai tersebut. Gambar konsep *six sigma* dengan pergeseran distribusi normal 1,5 *sigma* dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 2.1 Konsep *Six Sigma*
(Sumber: Gaspersz, 2002)

2.2.3 Metode *Six Sigma*

Pada model perbaikan *six sigma* ini menggunakan dan merujuk pada lima fase yang makin umum dalam organisasi-organisasi *six sigma*, yaitu *Define* (menentukan), *Measure* (ukur), *Analyze* (analisa), *Improve* (perbaikan), dan *Control* (kendali). Seperti model-model perbaikan lainnya, DMAIC didasarkan pada siklus orisinil PDCA, akan tetapi pada metode DMAIC menerapkan usaha perbaikan proses maupun pada perancangan ulang proses (Pande, 2000). Siklus DMAIC dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Metode DMAIC
(Sumber: Pande, 2002)

2.2.4 Keuntungan Potensial *Six Sigma*

Disisi lain, ada alasan organisasional dan alasan yang masuk akal mengapa perusahaan dapat mempertimbangkan untuk mengadopsi sebuah model perbaikan baru sebagai bagian dari usaha *six sigma*. Jika perusahaan tidak memiliki proses pemecahan masalah, maka DMAIC menawarkan keuntungan dibandingkan yang lainnya. Keuntungan potensial dari DMAIC antara lain:

a. Membuat awal yang baik

Jika model perbaikan berkelanjutan yang sudah ada dirasakan sebagai bagian dan inisiatif kualitas yang gagal dan tidak percaya, atau jika model tersebut jarang digunakan, maka DMAIC dapat membantu perusahaan untuk meletakkan *six sigma* sebagai suatu pendekatan yang sungguh-sungguh berbeda dan lebih baik lagi bagi perbaikan bisnis.

b. Memberikan sebuah konteks yang baru terhadap alat-alat yang familiar

Memperkenalkan sebuah model yang baru, merupakan dasar pemikiran yang positif untuk memberikan peluang yang segar bagi banyak orang untuk mempelajari dan mempraktekkan alat-alat familiar serta untuk menambah alat yang baru.

c. Menciptakan sebuah pendekatan yang konsisten

Efek terakhir dari gelombang pelatihan kualitas yang menyerang banyak perusahaan dari tahun 1970-an sampai 1990-an adalah eksistensi model-model perbaikan yang berbeda di dalam perusahaan. Tetapi jika usaha-usaha lintas fungsional adalah untuk bekerja pada ujung ke ujung dari sebuah proses, maka metode dan kosa kata yang sudah umum merupakan hal yang penting. Jadi, keputusan untuk mengambil satu model dan tetap pada model tersebut dapat menjadi cara yang penting bagi bisnis perusahaan untuk melangkah kedalam kekuatan *six sigma*.

2.3 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* (menentukan), *measure* (ukur), *analyze* (analisa), *improve* (perbaikan), dan *control* (kendali). Model DMAIC ditetapkan pada usaha perbaikan proses maupun pada perancangan atau perencanaan ulang proses (Pande, 2002).

2.3.1 Define (menentukan)

Define (menentukan) 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:

- a. Diagram Pareto.
- b. Diagram *Supplier, Input, Process, Output, and Customer* (SIPOC).
- c. Diagram Alir Proses.
- d. *Voice Of Customer* (VOC).
- e. *Critical To Quality* (CTQ).

Langkah-langkah yang dapat dilakukan dalam tahap *define* (Pande, 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 di amati, tujuan dalam melakukan proyek, pelanggan yang dilayani atau dipengaruhi oleh proses dan proses yang diamati (Evan, 2007).

2.3.2 Measure (ukur)

Measure (ukur) adalah langkah operasional kedua dalam program peningkatan kualitas *six sigma*. Hal-hal pokok yang harus dilakukan adalah menentukan karakteristik kualitas kunci/*Critical To Quality* (CTQ) dan mengukur kinerja sekarang (*baseline*).

a. Penentuan Karakteristik Kualitas Kunci/ *Critical To Quality* (CTQ).

Sebelum melakukan pengukuran terhadap setiap karakteristik kualitas kunci, maka kita perlu mengevaluasi sistem pengukuran yang ada agar menjamin efektivitas sepanjang waktu. Organisasi kelas dunia yang menerapkan *six sigma* biasanya menggunakan karakteristik untuk mengevaluasi sistem pengukuran kinerja mereka, diantaranya:

- 1) Biaya yang dikeluarkan untuk pengukuran sebaiknya tidak lebih besar daripada manfaat yang diterimanya.
- 2) Pengukuran harus dimulai pada permulaan *six sigma*, berbagai masalah yang berkaitan dengan kualitas beserta kesempatan-kesempatan untuk meningkatkannya harus dirumuskan secara jelas.
- 3) Pengukuran harus sederhana serta memunculkan data yang mudah untuk digunakan, mudah dipahami dan mudah untuk melaporkannya.
- 4) Pengukuran harus dilakukan pada sistem secara keseluruhan yang menjadi ruang lingkup proyek *six sigma*.
- 5) Karakteristik kualitas yang dalam proyek *six sigma* disebut sebagai CTQ yang diukur setelah dipahami secara jelas terutama mengenai keterkaitan CTQ itu dengan sasaran proyek *six sigma*.
- 6) Pengukuran harus diterima dan dipercaya sebagai sah (*valid*) oleh mereka yang menggunakannya. Hal ini berarti data yang dihasilkan harus akurat.
- 7) Pengukuran harus melibatkan semua individu yang berada dalam proses yang terlibat dalam program *six sigma*.

- 8) Umpan balik harus diberikan pada waktu yang tepat kepada operator dan manajer, agar kinerja dapat disesuaikan untuk menuju sasaran proyek *six sigma*.
- 9) Pengukuran harus mengandung hal-hal yang bermakna serta terperinci agar dapat digunakan dan dipahami oleh mereka yang terlibat dan berkepentingan dengan proyek *six sigma*.
- 10) Pengukuran harus berfokus pada tindakan korektif dan peningkatan bukan sekedar pada pemantauan dan pengendalian.

b. Analisis Kapabilitas proses (*Capability Process*)

Keberhasilan implementasi program peningkatan kualitas *six sigma* ditunjukkan melalui peningkatan kapabilitas proses dalam menghasilkan produk menuju tingkat kegagalan nol.

Data adalah catatan tentang sesuatu, baik yang bersifat kualitatif maupun kuantitatif yang dipergunakan sebagai petunjuk untuk bertindak. Berdasarkan data, kita mempelajari fakta-fakta yang ada dan kemudian mengambil tindakan yang tepat. Dalam konteks pengendalian proses statistik dikenal dua jenis data, yaitu:

1) Data variabel

Data variabel (*variable data*) merupakan data kuantitatif yang diukur menggunakan alat pengukur tertentu untuk keperluan pencacahan dan analisis. Data variabel bersifat kontinyu. Contoh data variabel karakteristik kualitas adalah: diameter pipa, ketebalan produk kayu lapis, berat semen dalam kantong, dan konsentrasi elektrolit dalam persen. Ukuran-ukuran berat, panjang, lebar, tinggi, diameter, volume merupakan data variabel.

2) Data atribut

Data atribut merupakan data kualitatif yang dihitung menggunakan daftar pencacahan untuk keperluan pencatatan analisis. Data atribut bersifat diskrit. Contoh data atribut karakteristik kualitas adalah ketiadaan label pada kemasan produk, kesalahan proses administrasi buku tabungan nasabah, dan banyaknya jenis cacat pada produk. Data atribut biasanya diperoleh dalam bentuk unit-unit ketidaksesuaian atau cacat terhadap spesifikasi yang diterapkan.

Cara memperkirakan kapabilitas proses data atribut, adalah:

a) Persentase proporsi cacat = $p \times 100\%$(1)

b) Hitung: $a = 1 - \frac{\text{persentase proporsi cacat}}{2 \times 100}$(2)

Nilai menunjukan angka kurva Z (dalam distribusi normal), dengan nilai a ini cari titik z yang menghasilkan nilai sebesar a.

1. Hitung $C_p = \frac{\text{Titik Z}}{3}$(3)

Cara memperkirakan indeks kapabilitas proses data atribut, adalah:

a. Persentase proporsi cacat = $p \times 100\%$(4)

b. Hitung: $a = 1 - \frac{\text{persentase proporsi cacat}}{100}$ (5)

Nilai menunjukan angka kurva Z (dalam distribusi normal), dengan nilai a ini cari titik z yang menghasilkan nilai sebesar a.

2. Hitung $C_{pk} = \frac{\text{Titik Z}}{3}$(6)

Dalam program pengendalian kualitas *six sigma*, biasanya dipergunakan kriteria sebagai berikut:

- a. $C_p \geq 2,00$ maka proses dianggap mampu dan kompetitif (perusahaan berkelas dunia)
- b. C_p antara 1,00 – 1,99 maka proses dianggap cukup mampu. Namun, perlu upaya-upaya giat untuk peningkatan kualitas menuju target perusahaan berkelas dunia yang memiliki tingkat kegagalan sangat kecil menuju nol (*zero defect oriented*). Perusahaan-perusahaan yang memiliki nilai C_p antara 1,00 – 1,99 memiliki kesempatan terbaik dalam program peningkatan kualitas *six sigma*.
- c. $C_p < 1,00$ maka proses dianggap tidak mampu dan tidak kompetitif bersaing di pasar global.

c. Penetapan DPMO dan Level Sigma

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

- 1) Unit (U)

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

2) *Opportunity* (OP)

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

Ada tiga langkah utama dalam menentukan jumlah *opportunity*, yaitu:

- a) Membuat daftar pendahuluan dari jenis cacat.
- b) Menentukan yang mana cacat aktual, kritis bagi pelanggan dari spesifikasi.
- c) Periksa jumlah peluang yang diusulkan terhadap standar.

3) Cacat

Cacat merupakan sesuatu yang diupayakan untuk dikurangi melalui program *six sigma*. Suatu kegagalan untuk memenuhi persyaratan pelanggan atau kinerja standar seperti kurang solder, PCB pecah, dan komponen-komponen yang hilang.

4) *Defect per Unit* (DPU)

Ukuran ini merefleksikan jumlah rata-rata dari cacat, semua jenis, terhadap jumlah total unit dari unit yang dijadikan sampel. Besarnya *Defect per Unit* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$DPU = \frac{D}{U} \dots\dots\dots(7)$$

5) *Total Opportunity* (TOP)

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

$$TOP = U \times OP \dots\dots\dots(8)$$

6) *Defect per Opportunity* (DPO)

Menunjukkan proporsi cacat atas jumlah total peluang dalam sebuah kelompok jika DPO sebesar 0,05 berarti peluang untuk memiliki cacat dalam sebuah kategori adalah 5 %. Besarnya *defect per opportunity* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$DPO = \frac{DPU}{O} = \frac{D}{TOP} \dots\dots\dots(9)$$

7) *Defect Per Million Opportunity (DPMO)*

Mengindikasikan berapa banyak cacat akan muncul jika ada satu juta peluang. Ukuran-ukuran peluang cacat yang diterjemahkan dalam format DPMO. Besarnya *Defect Per Million Opportunity* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$DPMO = DOP \times 10^6 \dots\dots\dots(10)$$

8) *Sigma level*

Nilai *sigma* didapat dengan cara mengkonversikan nilai DPMO ke dalam tabel *sigma* (terlampir).

2.3.3 *Analyze (Analisis)*

Analyze (Analisis) 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:

- a. Diagram Pareto.
- b. Diagram Sebab-Akibat.

2.3.4 *Improve (perbaikan)*

Improve (perbaikan) 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. 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:

- a. *Failure Mode Effect Analyze* (FMEA).
- b. *Desing Of Experiment* (DOE).
- c. *Kaizen*.
- d. *Taguchi*.
- e. 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, dimana rencana itu ditetapkan atau dilakukan, siapa yang akan menjadi penanggungjawab 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 2.2 berikut ini:

Tabel 2.2. 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?	

Tabel 2.2. Penggunaan Metode 5W+1H untuk Pengembangan Rencana Tindakan
(Lanjutan).

Jenis	5W+1H	Deskripsi	Tindakan
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 urutan aktivitas atau mengkombinasikan aktivitas-aktivitas yang dapat dilakukan bersama.
		Apakah aktivitas itu harus dikerjakan disana?	
Sekuens (urutan)	<i>When</i> (bilamana)?	Bilamana 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?	Mengubah urutan aktivitas atau mengkombinasikan aktivitas-aktivitas

		Apakah ada orang lain yang dapat aktivitas rencana tindakan itu?	yang dapat dilakukan bersama
		Mengapa orang itu yang ditunjuk untuk mengerjakan aktivitas itu?	

(Sumber: Gaspersz, 2002)

2.3.5 *Control* (kendali)

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

- Peta Kendali (*Control Chart*).
- Kemampuan Proses (*Process Capability*).
- Perhitungan Level *Sigma* dan *Defect Per Milion Opportunity* (DPMO).

2.4 Alat-alat atau *Tools* yang Digunakan Pada Metode DMAIC

2.4.1 Diagram Pareto

Joseph Juran pernah menyebutkan bahwa sebagian besar permasalahan kualitas hanya berasal dari beberapa penyebab. Ia menyebut teknik ini Analisis Pareto (*Pareto Analyze*) 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 dua puluh lima 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.

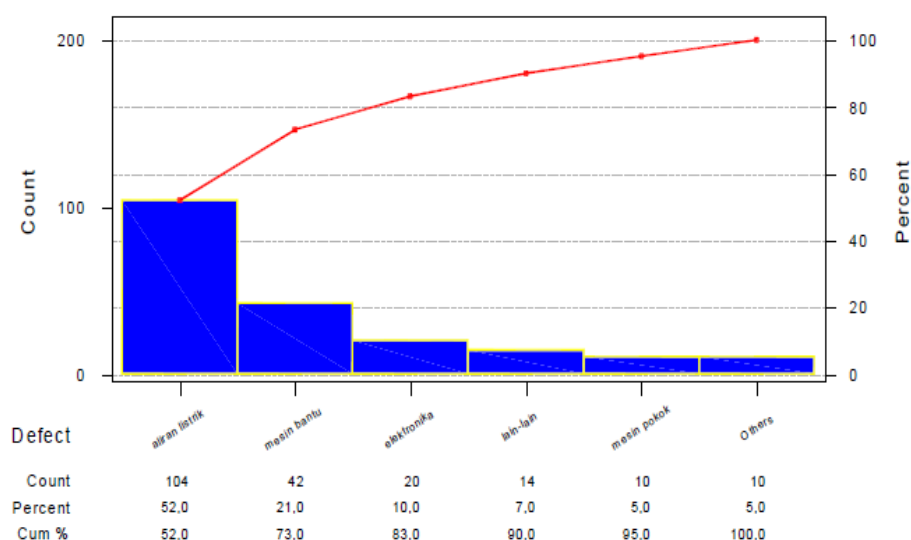
Distribusi Pareto adalah salah satu jenis distribusi dimana sifat-sifat yang diobservasi diurutkan dari yang frekuensinya terbesar hingga terkecil. Diagram Pareto adalah histogram yang mengurutkan data dari frekuensi terbesar hingga terkecil. Masalah yang paling banyak terjadi ditunjukkan oleh grafik 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 sekitar 80% dari masalah disebabkan oleh 20% dari penyebab (*80% of the trouble comes from 20% of the problem*) (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 cacat yang dihasilkan oleh speedometer. Selama inspeksi, sejumlah speedometer ditolak (*reject*) dan jenis cacat dicatat. Nama dari tiap cacat dimasukkan ke dalam lembar kerja pada

kolom cacat dan jumlah yang sesuai dimasukkan ke dalam kolom. Perusahaan mengetahui bahwa dengan berfokus pada cacat yang menyebabkan sebagian besar penolakan, maka banyak uang yang dapat disimpan. Diagram Pareto akan membantu mengidentifikasi jenis cacat yang menyebabkan sebagian besar masalah ini. Berikut ini salah satu contoh gambar diagram Pareto.



Gambar 2.3 Diagram Pareto
(Sumber: Pyzdek, 2002)

2.4.2 Diagram *Supplier, Input, Process, Output, and Customer* (SIPOC)

SIPOC adalah diagram yang digunakan untuk menyajikan sekilas dari aliran kerja. SIPOC dapat digunakan untuk memastikan bahwa semua orang akan melihat proses dalam cara pandang yang sama. Untuk itulah, SIPOC sebaiknya digunakan pada awal proyek. Sebelum menggunakan SIPOC maka proses dipetakan menjadi beberapa langkah (Pande, 2002), yaitu:

- Menamakan proses.
- Membuat batasan titik awal dan akhir proses.
- Membuat daftar output dan pelanggan.
- Membuat daftar input dan pemasok.
- Identifikasi, memberi nama, dan urutan langkah-langkah yang ada di dalam proses.

Diagram 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, dan bagaimana cara proses tersebut meningkatkan nilai. Sebelum

mendefinisikan proses kunci beserta pelanggan dalam proyek *six sigma*, perlu diketahui model proses SIPOC terlebih dahulu.

- a. *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*).
- b. *Inputs*, merupakan segala sesuatu yang diberikan oleh pemasok kepada proses.
- c. *Processes*, merupakan sekumpulan langkah yang mentransformasi dan secara ideal, menambah nilai kepada input.
- d. *Outputs*, adalah produk (barang/jasa) dari suatu proses. Dapat berupa barang jadi ataupun setengah jadi.
- e. *Customers*, adalah orang atau kelompok orang, atau sub proses yang menerima output.

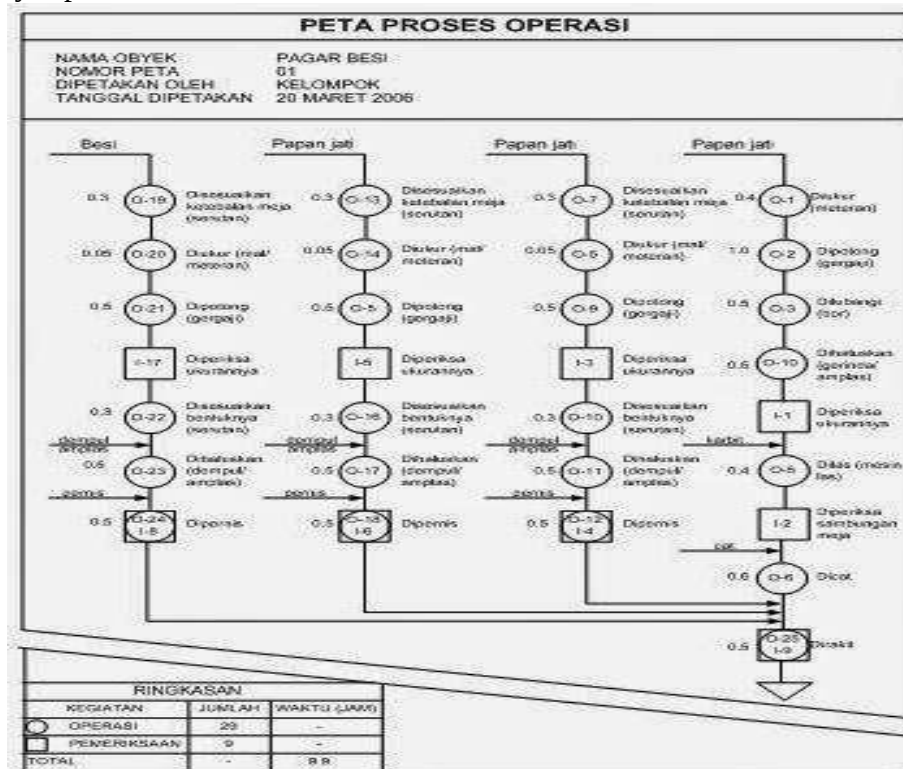
Salah satu contoh dari diagram SIPOC dari proses pembuatan komputer adalah sebagai berikut:

Pemasok	Input	Proses	Output	Pelanggan
Pelanggan	Konfigurasi produk & spesifikasi data	Menangani pesanan	Alat-alat AutoRec yang disusun sesuai keinginan	Akun perusahaan besar & kecil Manajer TI
Pemasok barang	Komponen standar untuk rakitan unit-unit	Mengambil barang dan komponen	VY dan software pengkodean teks	Penggunaan akhir alat-alat AutoRec
Outsource Manufaktur	Komponen kustomasi untuk produk rancangan milik AutoRec	Merakit pesanan	Konektor dan Adaptor	
Seftilog, Inc	Unit paket software VR recording to text milik AutoRec	Mengirim pesanan	Manual instruksi terkustomasi	

Gambar 2.4 Diagram SIPOC
(Sumber: Pande, 2002)

2.4.3 Peta Proses Operasi

Menurut Wignjosoebroto (1995), peta proses operasi seringkali disingkat dengan peta operasi (*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 mulai dari awal (*raw material*) sampai dengan 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 sejak saat mulai hingga akhir. Untuk pembuatan peta operasi ini maka simbol-simbol *American Society of Mechanical Engineers* (ASME) yang dipakai adalah simbol operasi, inspeksi, inspeksi gabungan antara operasi dengan inspeksi, penundaan dan penyimpanan.



Gambar 2.5 Peta Proses Operasi

(Sumber: Wignjosoebroto, 1995)

2.4.4 Histogram

Menurut Heizer dan Render (2006), histogram adalah alat yang digunakan untuk menunjukkan variasi data pengukuran dan variasi setiap proses. Histogram merupakan suatu potret dari proses yang menunjukkan tentang:

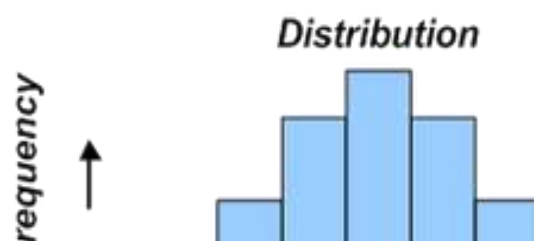
- a. Distribusi dari pengukuran.
- b. Frekuensi dari setiap pengukuran itu

Histogram ini juga menunjukkan kemampuan proses dan apabila memungkinkan histogram dapat menunjukkan hubungan yang spesifikasi antara proses dan angka-angka nominal misalnya rata-rata. Dalam histogram, garis vertikal 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 (*standard deviasi*). Dengan demikian histogram dapat dipergunakan sebagai suatu alat untuk:

- a. Mengomunikasikan informasi tentang informasi dalam proses.
- b. Membantu manajemen dalam membuat keputusan-keputusan yang berfokus kepada usaha perbaikan terus menerus (*continuous improvement efforts*).

Tujuan penggunaan 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.



Gambar 2.6 Histogram
(Sumber: Heizer dan Render, 2006)

2.4.5 Metode 5S

Menurut Osada (2002), 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:

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

2.4.6 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, sehingga 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.

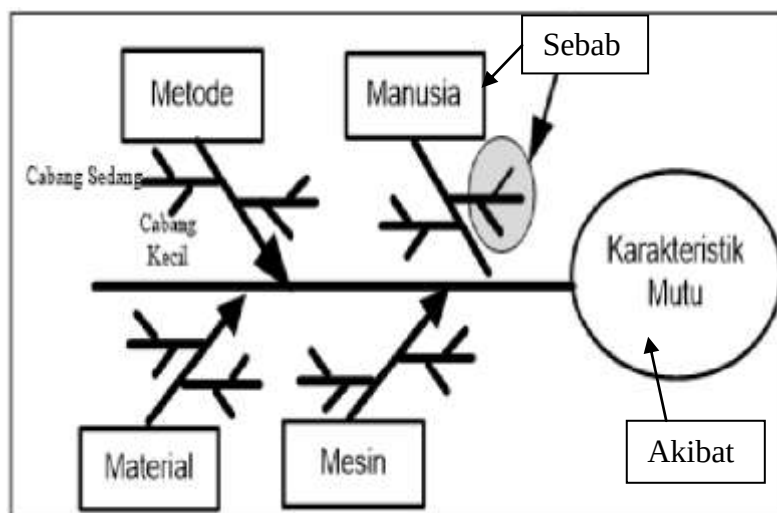
Diagram sebab akibat ini sering juga disebut sebagai diagram tulang ikan (*fishbone diagram*). Pada dasarnya diagram sebab akibat dapat dipergunakan untuk kebutuhan sebagai berikut:

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

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

- Apa penyebab itu?
- Mengapa kondisi atau penyebab itu terjadi?
- Mengapa beberapa kali (*draft 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)

2.4.7 Software Minitab

Salah satu kunci sukses *six sigma* adalah penyelesaian masalah menggunakan statistik. *Minitab* merupakan salah satu program aplikasi

statistika yang banyak digunakan untuk mempermudah pengolahan data statistik. *Minitab* menyediakan program-program untuk mengolah data statistik secara lengkap (Iriawan, 2006). *Minitab* sangat *powerful* dan memiliki kumpulan *tool* yang menyeluruh untuk diimplementasikan pada setiap tahap proyek *six sigma*.

Keunggulan *minitab* adalah dapat digunakan dalam pengolahan data statistik untuk tujuan sosial maupun teknik. Dibandingkan dengan program statistik lainnya, *minitab* telah diakui sebagai program statistika yang sangat kuat dengan tingkat akurasi taksiran statistik yang tinggi (Iriawan, 2006).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis dan Sumber Data

3.1.1 Jenis Data

Salah satu langkah awal yang dilakukan dalam menyusun laporan penelitian adalah mengumpulkan data dari perusahaan yang akan diteliti. Data merupakan salah satu unsur penting sebagai masukan dalam melakukan pengolahan untuk dibahas dalam penelitian ini. Penelitian dilakukan berdasarkan data yang didapat, baik data primer maupun data sekunder. Data primer digunakan untuk pengolahan, sedangkan data sekunder digunakan sebagai pendukung data primer.

a. Data Primer

Data primer adalah data yang bersumber secara langsung dari sumber asli (tidak melalui media perantara). Data primer berupa hasil observasi terhadap suatu benda (fisik), kejadian atau kegiatan, dan hasil pengujian. Data primer yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah data karakteristik cacat dan deskripsinya serta penyebabnya.

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang bersumber secara tidak langsung melalui media perantara (diperoleh dan dicatat oleh pihak lain). Data sekunder berupa bukti, catatan atau laporan historis yang dipublikasikan dan tidak dipublikasikan serta telah tersusun dalam arsip (data dokumenter). Data sekunder yang dikumpulkan dalam penelitian ini yaitu:

- 1) Profil perusahaan, terdiri dari sejarah perusahaan, struktur organisasi, uraian pekerjaan, jenis produk yang dihasilkan dan sistem ketenagakerjaan.
- 2) Proses produksi komponen bagian sayap pesawat CN-235 pada proses *bonding*.
- 3) Data produksi dan data cacat komponen bagian sayap pesawat CN-235 (*trailing edge*: 35-32153-0001A01) bulan Maret 2016.
- 4) Jenis-jenis cacat pada komponen bagian sayap pesawat CN-235.

3.1.2 Sumber Data

Informasi atau sumber data dapat dibedakan langsung berdasarkan sumbernya yaitu:

- a. Data primer berasal dari pengamatan terhadap produksi komponen bagian sayap pesawat CN-235.
- b. Data sekunder berasal dari bagian personalia yang mencakup data umum perusahaan dan bagian *process control* mencakup data produksi serta data cacat komponen bagian sayap pesawat CN-235.

3.2 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mendukung menyelesaikan permasalahan yang dihadapi perusahaan. Pengumpulan data didapat dengan melakukan penelitian di lantai produksi dan data yang diberikan oleh perusahaan. Dalam melakukan pengumpulan data, terdapat beberapa metode yang digunakan adalah:

a. Penelitian Lapangan

Penelitian lapangan merupakan pengamatan langsung terhadap kegiatan produksi, khususnya di bagian produksi. Penelitian lapangan merupakan metode pengumpulan data dengan cara langsung mendatangi perusahaan yang menjadi objek penelitian. Dalam penelitian ini dilakukan observasi secara langsung ke lapangan, untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan dan data yang akurat.

b. Pengumpulan Kepustakaan

Pengumpulan kepustakaan merupakan metode pengumpulan landasan teori dengan cara memperoleh data yang berasal dari literatur-literatur materi yang dibahas dalam tugas akhir ini. Pengumpulan kepustakaan ini merupakan data yang bersifat teori dan sebagai penunjang di dalam melaksanakan riset lapangan.

3.3 Teknik Analisis

Langkah-langkah dalam metodologi penelitian ini dimulai dari suatu studi lapangan pada perusahaan. Langkah-langkah tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. Identifikasi Masalah

Melalui penelitian pendahuluan yang telah dilakukan di PT Dirgantara Indonesia baik dengan cara pengamatan langsung dan wawancara dengan pihak-pihak yang terkait. Permasalahan yang dihadapi PT Dirgantara Indonesia antara lain masih tingginya persentase cacat dari proses produksi komponen bagian sayap pesawat CN-235.

b. Tujuan Penelitian

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

c. Pengumpulan Data

Untuk mencapai tujuan penelitian yang telah ditetapkan, perlu dilakukan pengumpulan data yang dapat mendukung pemecahan masalah yang ada. Adapun data yang dikumpulkan sebagai berikut:

- 1) Proses produksi komponen bagian sayap pesawat CN-235 pada proses *bonding*.
- 2) Data jenis-jenis cacat komponen bagian sayap pesawat CN-235.
- 3) Data cacat komponen bagian sayap pesawat CN-235 (*trailing edge*: 35-32153-0001A01) bulan Maret 2016.

d. Pengolahan Data

Setelah semua data yang dibutuhkan dalam penelitian diperoleh, maka langkah selanjutnya adalah data yang diperoleh tersebut diolah untuk mendapatkan hasil dari tujuan penelitian. Tahap ini merupakan penerapan siklus *define, measure, analyze, improve, control* (DMAIC). Langkah-langkah pengolahan data yang dilakukan sebagai berikut:

1) Tahap *Define*

Tahap *define* merupakan tahap peningkatan kualitas menuju tahap target *six sigma* yang pertama. Pada tahap ini dilakukan identifikasi komponen dan pemilihan proses produksi yang paling bermasalah dengan memilih komponen bagian sayap pesawat CN-235 (*trailing edge*: 35-32153-0001A01) yang memiliki jumlah permintaan dan persentase cacat paling tinggi diantara komponen lainnya. Langkah-langkah yang dilakukan pada tahap *define* sebagai berikut:

- a) Mengidentifikasi komponen dan bagian proses produksi yang menjadi prioritas penanganan masalah.
- b) Membuat diagram SIPOC untuk menggambarkan proses produksi komponen bagian sayap pesawat CN-235 tahap awal hingga akhir produksi.

2) Tahap *Measure*

Tahap *measure* merupakan tahap kedua dalam peningkatan kualitas yang merupakan tindak lanjut pengolahan data dari tahap *define* yang sudah dilakukan. Pada tahap ini dilakukan pengukuran kinerja perusahaan saat ini sebelum dilakukan perbaikan. Pengukuran yang dilakukan mencakup pengukuran kualitas produk. Pada pengukuran kualitas produk ditentukan *critical to quality* (CTQ), dan kemudian membuat peta kendali untuk mengetahui apakah proses yang sekarang berada dalam batas kendali atau tidak, lalu dilanjutkan dengan menghitung *defect per million opportunity* (DPMO) dan tingkat *sigma* perusahaan.

e. Analisis dan Pembahasan

Analisis dilakukan untuk mendapatkan solusi terhadap permasalahan yang terjadi pada perusahaan, dan bertujuan meningkatkan kualitas proses. Adapun tahapan yang dilakukan untuk mendapatkan solusi sebagai berikut:

1) Tahap *Analyze*

Pada tahap ini, dilakukan analisis dan identifikasi jenis cacat yang mempunyai presentase terbesar dengan menggunakan diagram Pareto. Dari diagram Pareto yang telah dibuat, kemudian dilakukan analisis terhadap penyebab masalah yang terjadi pada produksi komponen bagian sayap pesawat CN-235 menggunakan diagram sebab akibat (*fishbone diagram*) untuk mencari akar penyebab permasalahan yang terjadi dengan pengamatan langsung, brainstorming, dan wawancara dengan pihak terkait pada perusahaan.

2) Tahap *Improve*

Tahap *improve* merupakan tahap perbaikan dalam proses. Tahap ini menghasilkan usulan perbaikan sebagai solusi untuk memecahkan permasalahan cacat guna meningkatkan kualitas. Adapun tindakan korektif

yang akan diimplementasikan diperoleh dengan menggunakan metode 5W+1H, serta usulan perbaikan pada tahap proses pembuatan komponen bagian sayap pesawat CN-235.

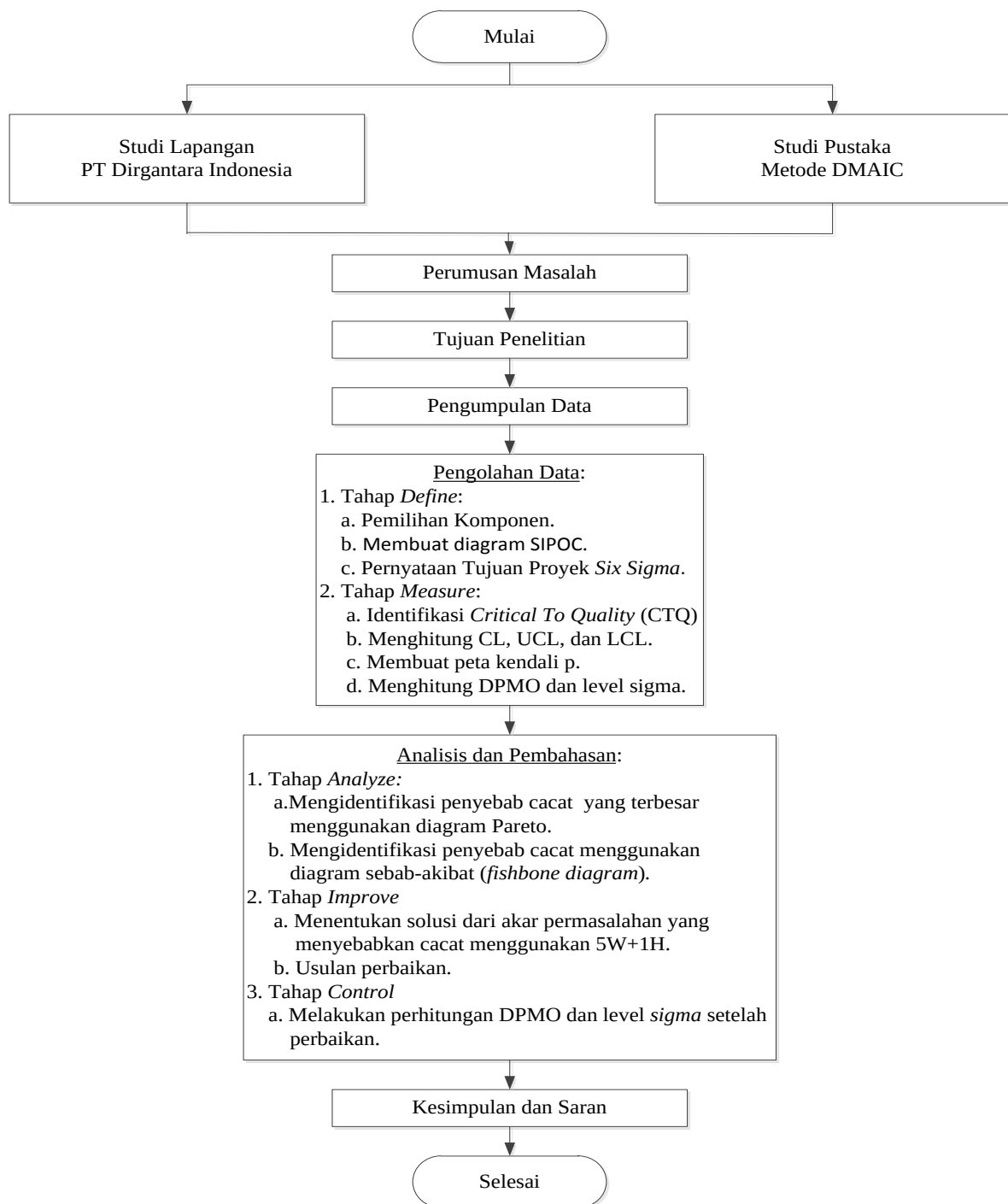
3) Tahap *Control*

Tahap *Control* merupakan tahap terakhir dalam proyek *six sigma*. Pada tahap ini dilakukan pengendalian terhadap hasil perbaikan. Pengendalian dilakukan dengan membuat peta kendali p untuk mengetahui proses produksi terkendali secara statistik atau tidak setelah diterapkan tindakan perbaikan. Selanjutnya, dilakukan perhitungan nilai DPMO dan level *sigma*.

f. 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.

Teknik analisis data yang dijelaskan dapat digambarkan menjadi suatu diagram pemecahan masalah yang merupakan langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian. Berikut adalah gambar diagram pemecahan masalah dalam penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Tahapan Kerangka Pemecahan Masalah

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

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 (DPPP) 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 DPPP 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, CN-235, NBO105, NBK117, SA330 Puma, NAS332 Super Puma, dan Nbell 412. Hal ini kemudian berlanjut pada keberhasilan membuat pesawat N-250 dan N-2130, dimana 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:

- a. Dalam bidang *engineering*: sertifikasi JAA (otoritas Eropa) untuk CN-235-110, DGAC (otoritas sipil-RI), IMAA (otoritas militer-RI).
- b. Dalam bidang *manufacturing*: sertifikasi dari CASA-Spanyol, BHTI-AS, Boeing-AS.
- c. Dalam bidang *quality assurance*: sertifikasi dari GD-AS, Bae-Inggris, Lockheed-AS, Boeing-AS, Daimler Benz Aerospace-Jerman.
- d. Dalam bidang *product support & maintenance-overhaul-repair*: untuk *Aircraft Services* sertifikasi dari DGAC-RI. Hankam, Malaysia, *Engine Manufacturers* Amerika Serikat, Kanada, Inggris, Perancis, ISO-9002, serta DFGAC-RI untuk *Maintenance Organization*.

Dari sisi produksi, PT Dirgantara Indonesia telah menyerahkan sekitar 300 pesawat terbang dan helikopter, serta sistem senjata, komponen pesawat, dan jasa lainnya. Sekitar 4,825 miliar rupiah telah dihasilkan, dengan aset kini sekitar 4,642 miliar rupiah.

Perjalanan sejarah IPTN kemudian memasuki masa-masa sulit manakala krisis moneter yang menimpa Indonesia sejak pertengahan tahun 1997 ternyata meluas ke arah krisis multi dimensi yang meliputi bidang-bidang ekonomi, sosial, budaya, hukum, moral, dan Hankam. Dampak krisis tersebut memaksa pemerintah menyurutkan dukungan secara politis dan mengurangi suntikan dana yang sebelumnya merupakan sendi tempat IPTN bergantung. Hal inilah yang tidak diantisipasi oleh IPTN, diperparah lagi dengan kondisi internal IPTN yang secara finansial dan manajerial kurang mandiri.

Di tengah mulai memburuknya kondisi IPTN, Presiden Republik Indoneisa K.H. Abdurrahman Wahid pada tanggal 24 Agustus 2000

meresmikan perubahan nama dari PT IPTN menjadi PT Dirgantara Indonesia. Perubahan nama tersebut dimaksudkan untuk memberi nafas untuk mengubah paradigma baru bagi perusahaan. Meski persoalan yang timbul semakin rumit dan kompleks, hal ini disebabkan volume bisnis jauh lebih kecil dari sumber daya yang tersedia, pengaruh Serikat Pekerja-Forum Komunikasi Karyawan (SP-FKK) sangat besar dalam pengelolaan perusahaan, ketidakadaan modal kerja, direksi tidak berfungsi sebagaimana mestinya, beban hutang yang masih besar. Upaya penyelamatan PT Dirgantara Indonesia adalah aset nasional, industri strategis yang mendukung kepentingan nasional dan memiliki kemampuan kedingantaraan.

Dampak krisis ekonomi serta *Letter of Intent* (LOI) pemerintah dengan *International Monetary Fund* (IMF) pada tahun 1998, menyebabkan program perusahaan yang pada awalnya diperuntukkan pada pengembangan produk baru N250 dan N2130 menjadi terhenti dan perusahaan terfokus pada program terkontrak semisal CN-235.

Strategi penyelamatan yang dilakukan diawali dengan tahap *rescue* (sampai dengan Desember 2003), *recovery* (Januari-Desember 2004) dan kemudian dilanjutkan dengan tahap pertumbuhan bisnis. Penyelamatan perusahaan dan penanganan karyawan diantaranya dilakukan dengan:

- a. Program perumahan sementara yang berlaku bagi seluruh karyawan selama enam bulan untuk *stop-bleeding*, peningkatan produktifitas, dan pemulihan kepercayaan pelanggan.
- b. Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) luar biasa memutuskan untuk melakukan pinjaman modal kerja senilai 39 Juta dolar Amerika berkaitan dengan Pesanan Angkatan Udara Filipina (PAF)/ Tentara Udara Diraja Malaysia (TUDM)/ Maritim Patrol Aircraft Angkatan Udara (MPA-AU)/ PT Bae, restrukturisasi keuangan Penyertaan Modal Sementara (PMS) dan Rekening Dana Investasi (RDI) serta *Reform Leader Academy* (RLA), pencabutan surat keputusan sistem pengupahan 15/10/02 kembali ke sistem sebelumnya, seleksi ulang seluruh karyawan, rasionalisasi 6000 karyawan, jual aset *non-produktif* serta pengubahan susunan *Board Of Director* (BOD) dan *Board Of Commisioner* (BOC).
- c. Program seleksi ulang karyawan oleh konsultan SDM Independen.

- d. Program *re-staffing* (pemanggilan karyawan yang lolos seleksi ulang).
- e. Program Pemutusan Hubungan Kerja (PHK) dilakukan dengan sosialisasi secara bertahap dan sosialisasi melalui media massa.
- f. Program *re-deployment* atau *carrier change*, program berupa konversi kompetensi, penyaluran ke BUMN lain, penyaluran ke perusahaan swasta lain, penyaluran ke luar negeri, *training entrepreneurship* dan *family counseling*.
- g. Konsep PT Dirgantara Indonesia baru, *re-focus* lini usaha (terbagi menjadi *aircraft, aerostructure, maintenance dan engineering service*), organisasi baru, restrukturisasi sumber daya, bisnis proses baru, dan budaya perusahaan baru.

Arah dan strategi pembangunan perusahaan ditetapkan dalam tahap konsolidasi dan *survival* (2001-2003), tahap sehat dan tumbuh (2004 dan seterusnya) dengan langkah: reorientasi bisnis, restrukturisasi sumber daya manusia, dan organisasi, restrukturisasi keuangan dan permodalan, serta program peningkatan kinerja perusahaan (berupa peningkatan kinerja pemasaran, restrukturisasi usaha dan efisiensi operasi). Implementasi restrukturisasi perusahaan dimulai pada bulan April 1999 yang meliputi: reorientasi bisnis, reorientasi keuangan dan penataan ulang sumber daya manusia.

Melalui paradigma ini, PT Dirgantara Indonesia lebih berorientasi bisnis dengan memanfaatkan teknologi yang telah diserap selama tiga windu yang lalu sebagai ujung tombak dalam menghasilkan produk dan jasa.

Orientasi PT Dirgantara Indonesia 70% pada bisnis pesawat terbang serta kompetensi lain yang berkaitan dengan pesawat terbang, sementara 30% pada bisnis inti plasma. Dengan paradigma baru ini, PT Dirgantara Indonesia melahirkan enam *profit center*, dan tujuh *strategic business units*, serta lima usaha pendukung. Melalui implementasi restrukturisasi sejak April 1999 lalu, diharapkan industri ini menjadi institusi bisnis yang adaptif, efisien dengan memberdayakan unit-unit bisnis melalui otonomi, mempercepat pengambilan keputusan bisnis, serta meningkatkan efisiensi operasi.

Tahun 2012 merupakan momen kebangkitan PT Dirgantara Indonesia. Pada awal 2012 PT Dirgantara Indonesia berhasil mengirimkan empat pesawat CN-235 pesanan Korea Selatan. Selain itu, PT Dirgantara Indonesia juga sedang berusaha menyelesaikan tiga pesawat CN-235 pesanan TNI AL dan 24 Heli Super Puma dari

Eurocopter, perusahaan pembuat helikopter dan peralatan pendukungnya yang merupakan gabungan perusahaan milik Perancis dan milik Jerman.

Selain beberapa pesawat tersebut, Dirgantara Indonesia juga sedang menjajaki untuk membangun pesawat CN-295 (CN-235 *versi jumbo*) dan N219, serta kerja sama dengan Korea Selatan dalam membangun pesawat tempur siluman KFX.

PT Dirgantara Indonesia telah berhasil sebagai industri manufaktur dan memiliki diversifikasi produknya, tidak hanya bidang pesawat terbang, tetapi juga dalam bidang lain, seperti teknologi informasi, telekomunikasi, otomotif, maritim, militer, otomasi dan kontrol, minyak dan gas, turbin industri, teknologi simulasi, dan *engineering services*.

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

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.

Misi:

- a. Menjalankan usaha dengan selalu berorientasi pada aspek bisnis dan komersial 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 untuk kepentingan komersial dan militer, serta untuk aplikasi di luar industri dirgantara.
- c. Menjadikan perusahaan sebagai kelas dunia di industri global yang mampu bersaing dan mampu melakukan aliansi strategi dengan industri dirgantara

lainnya.

Tujuan Perusahaan:

Mampu menguasai dan mengembangkan teknologi kedirgantaraan yang memiliki “*Cost Competitiveness*” dalam bersaing di pasar internasional atau global agar dapat memberikan keuntungan dan dapat meningkatkan *shareholder value*, serta menjadi perusahaan yang mandiri secara bisnis guna mengurangi ketergantungan terhadap luar negeri.

4.1.3 Logo dan Makna Logo Perusahaan



Gambar 4.1 Logo PT Dirgantara Indonesia

(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)

Arti pada logo PT Dirgantara Indonesia:

- a. Warna biru angkasa melambangkan langit tempat pesawat terbang.
- b. Sayap pesawat terbang sebanyak tiga buah, yang melambangkan fase PT Dirgantara Indonesia yaitu:
 1. PT Industri Pesawat Terbang Nurtanio.
 2. PT Industri Pesawat Terbang Nusantara.
 3. PT Dirgantara Indonesia.
- c. Ukuran pesawat terbang yang semakin membesar melambangkan keinginan PT Dirgantara Indonesia untuk menjadi perusahaan dirgantara yang semakin membesar di setiap fasenya.
- d. Lingkaran melambangkan bola dunia di mana PT Dirgantara Indonesia ingin menjadi perusahaan kelas dunia.

4.1.4 Tata Letak Pabrik dan Satuan Usaha

PT Dirgantara Indonesia mempunyai proses produksi yang telah diatur pada setiap satuan usaha. Pada setiap bagian mempunyai proses produksi yang khusus dan mempunyai tenaga ahli tersendiri.

a. Lokasi PT Dirgantara Indonesia

PT Dirgantara Indonesia berlokasi di Jalan Pajajaran No. 154, Bandung, Jawa Barat. Lokasi tersebut sangat strategis karena terletak di kawasan yang tidak jauh dari pusat kota Bandung sehingga memudahkan karyawan menuju tempat kerja tersebut. Letak kawasan produksinya pun tidak menimbulkan banyak masalah bagi lingkungan pemukiman sekitarnya karena lokasinya yang cukup jauh dari perumahan warga.

b. Tata Letak Pabrik

PT Dirgantara Indonesia memiliki lahan 125,4 hektar dengan perbatasan sebagai berikut:

1. Sebelah utara : Gedung *Technical Support* PT Dirgantara Indonesia.
2. Sebelah timur : Masjid Habiburrahman.
3. Sebelah selatan : Bandara Husein Sastranegara Bandung.
4. Sebelah barat : Nusantara *Turbin Propose*.

PT Dirgantara Indonesia masih dalam satu lingkungan dengan kawasan Lapangan Udara Husein Sastranegara Bandung, dengan luas lahan yang dipergunakan seluas 88,2 Hektar. Selain di Bandung, PT Dirgantara Indonesia juga memiliki unit produksi di Tasikmalaya dan Surabaya.

4.1.5 Produk Yang Dihasilkan

PT Dirgantara Indonesia kini memfokuskan bisnisnya pada usaha, yakni:

a. Aircraft

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

1. 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)

2. CN-235.

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



Gambar 4.3 Pesawat CN-235
(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)

3. NBO-105.

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



Gambar 4.4 Helikopter NBO-105
(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)

4. 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)

5. NBELL-412.

Helikopter mampu membawa 13 penumpang, 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)

6. N-219

Pesawat ini untuk mengangkut penumpang maupun kargo. Pesawat yang dibuat dengan memenuhi persyaratan FAR 23 ini dirancang 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)

7. N-250

pesawat penumpang sipil (*airliner*) regional komuter turboprop. Pesawat ini merupakan primadona IPTN dalam usaha merebut pasar di kelas 50-70 penumpang dengan keunggulan yang dimiliki di kelasnya (saat diluncurkan



pada tahun 1995). Menjadi bintang pameran pada saat Indonesian Air Show 1996 di Cengkareng. Namun akhirnya pesawat ini dihentikan produksinya setelah krisis ekonomi 1997.

Gambar 4.8 Pesawat N-250
(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)

b. 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. Bisnis satuan usaha *aerostructure* meliputi:

1. Pembuatan komponen *aerostruktur* (*machined parts*, *sub-assembly*, *assembly*).
2. Pengembangan rekayasa (*engineering packaged*), pengembangan komponen *aerostruktur* yang baru.
3. Perancangan dan pembuatan alat-alat (*tool design* dan *manufacturing*).

Memberikan program-program kontrak tambahan (*sub-contract programs*) dan *offset*, untuk *Boeing*, *Airbus Industries*, *Bae System*, *Korean Airlines Aerospace Division*, *Mitsubishi Heavy Industries*, *AC CTRM Malaysia*.

Menghasilkan peralatan dan komponen pesawat:

1. *Airbus A380/A320/A321/A340/A350*.
2. *Boeing B-747/B-777/B-787*.
3. *Eurocopter MK-2 (EC225/EC725)*.
4. *Airbus Military CN-235/C295/C212-400*.

c. 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, dan perubahan:

1. Produk PT Dirgantara Indonesia: CN-235, NC-212-100/200, NBELL-412, NBO-105, NSA-330, dan NAS-332.
2. *Non-produk* PT Dirgantara Indonesia: B737-200/300/400/500, Cesna172, Enstrom 480B, BK-117, dan Bell-212.

d. *Engineering Service*

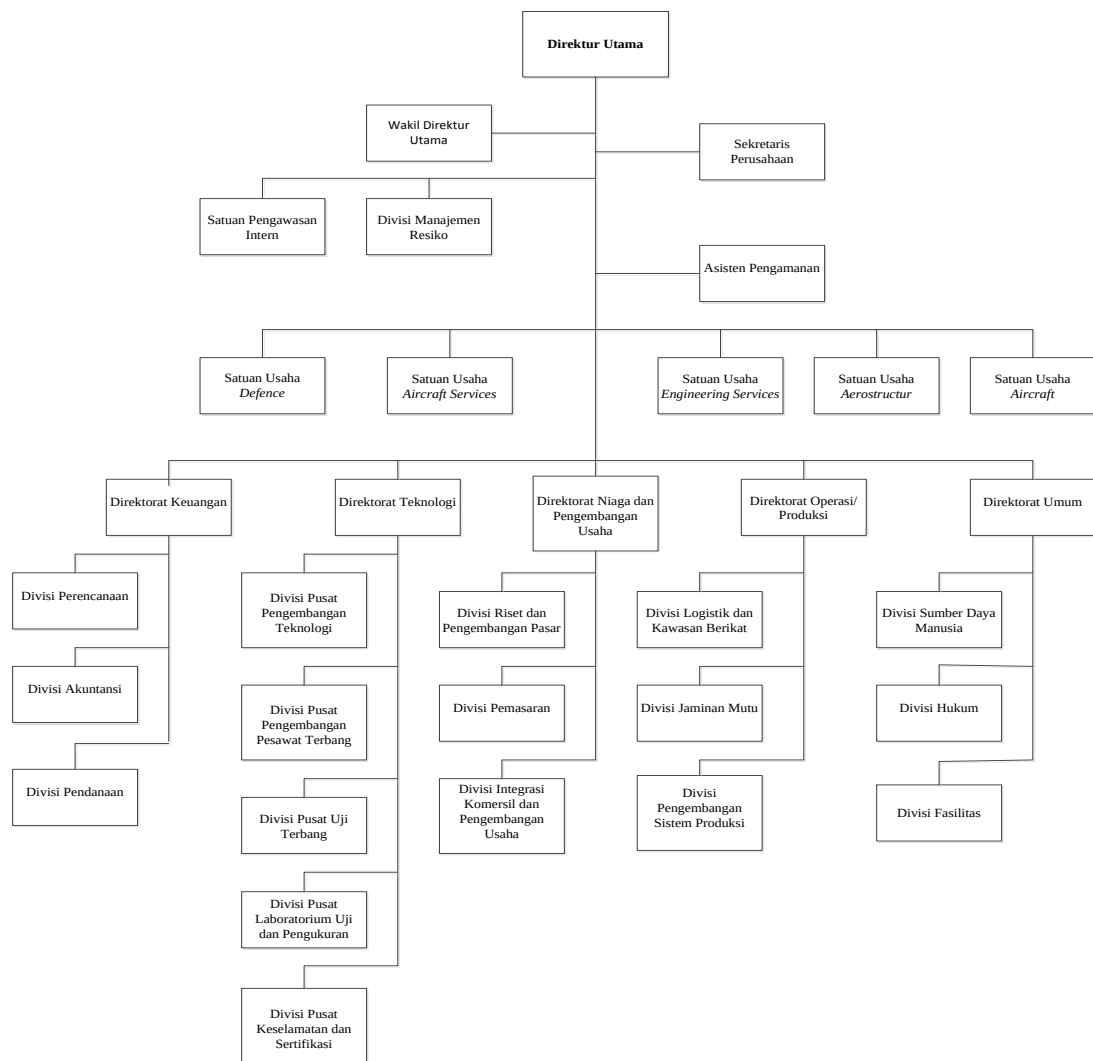
Engineering service dilengkapi dengan peralatan perancangan dan analisis yang canggih, fasilitas uji berteknologi tinggi, tenaga ahli berlisensi, dan berpengalaman standar internasional. Satuan usaha *engineering services* siap memenuhi kebutuhan produk dan jasa bidang teknik.

e. *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, dan SUT Torpedo.

4.1.6 Struktur Organisasi

Adapun struktur organisasi dari PT Dirgantara adalah sebagai berikut:



Gambar 4.9 Struktur Organisasi PT Dirgantara Indonesia
(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)

4.1.7 Job Description Perusahaan

Job description atau uraian jabatan, ialah gambaran mengenai apa yang harus dilakukan oleh si pemegang jabatan. *Job description* PT Dirgantara Indonesia yaitu:

a. Direktur Utama

Memimpin perusahaan agar menjadi lebih mandiri secara bisnis dan mampu bersaing di pasar internasional serta dapat penguasaan teknologi kedirgantaraan beserta pengembangan untuk mengurangi ketergantungan dari luar.

b. Wakil Direktur Utama

Membantu direktur utama untuk menjadi salah satu perusahaan pendorong pertumbuhan industri nasional dan menumbuhkan kekuatan bangsa di bidang kedirgantaraan untuk menunjang ketahanan dan keamanan nasional.

c. Sekretaris Perusahaan

Tugas dari Sekretaris perusahaan adalah sebagai berikut:

1. Memastikan perusahaan direksi sesuai dengan peraturan perusahaan dan ketentuan *Good Corporate Governance* (GCG), serta memfasilitasi pelaksanaan GCG melalui kegiatan-kegiatan perusahaan.
2. Mengembangkan dan mempertahankan citra perusahaan melalui kehumasan yang efektif.
3. Menyediakan sistem informasi komputasi bisnis yang handal guna mendukung proses bisnis dan kegiatan perusahaan yang efektif, efisien dan menguntungkan.

d. Satuan Pengawasan *Intern*

Melaksanakan sistem pengamanan perusahaan secara fisik dan non fisik terhadap segala kemungkinan bahaya/ bencana agar terdapat kesatuan cara bertindak untuk pencegahan, penanggulangan yang berdaya guna dan berhasil guna, sehingga pelaksanaannya dapat menjamin untuk mewujudkan rasa, situasi aman, tentram, tertib, teratur dalam rangka menunjang visi, misi serta tujuan perusahaan.

e. Divisi Manajemen Resiko

Sebagai pedoman dan arahan tentang pengelolaan resiko yang mungkin terjadi dalam menjalankan kegiatan-kegiatan dalam rangka mencapai tujuan perusahaan, untuk meminimalkan dampak negatif yang kemungkinan akan terjadi.

f. Asisten 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.

g. Satuan Usaha *Defence*

Bisnis utama satuan usaha *defence* dari produk-produk militer, perawatan, perbaikan, pengujian dan kalibrasi baik secara mekanik maupun elektrik dengan tingkat akurasi yang tinggi, integrasi alat-alat perang, serta produksi beragam sistem senjata.

h. Satuan Usaha *Aircraft Services*

Dengan keahlian dan pengalaman bertahun-tahun. Unit usaha *aircraft services* menyediakan pemeliharaan pesawat dan helikopter berbagai jenis.

i. Satuan Usaha *Engineering Services*

Dilengkapi dengan peralatan perancangan dan analisis yang canggih, fasilitas uji berteknologi serta tenaga ahli yang berlisensi dan berpengalaman standart internasional. Satuan usaha *engineering services* siap memenuhi kebutuhan produk dan jasa bidang *engineering*.

j. Satuan Usaha *Aerostructur*

Didukung oleh tenaga ahli yang berpengalaman dan mempunyai pengalaman tinggi dalam manufaktur pesawat, dilengkapi pula dengan fasilitas manufaktur dengan ketetapan tinggi, seperti mesin-mesin canggih, bengkel dan pengelasan.

k. Satuan Usaha *Aircraft*

Memproduksi beragam pesawat untuk memenuhi berbagai misi sipil, militer dan juga misi khusus. Pesawat berkapasitas 19-24 penumpang, dengan beragam versi, dapat lepas landas dan mendarat dalam jarak pendek serta mampu beroperasi pada landasan rumput/tanah.

l. Direktorat Niaga dan Pengembangan Usaha

Dibagi menjadi tiga divisi yang terdiri dari:

1. Divisi Riset dan Pengembangan Pasar

a) Membuat strategi, kebijakan dan prosedur yang mengarah pada perencanaan riset, pengembangan pasar yang handal dalam rangka meningkatkan peluang-peluang bagi produk-produk perusahaan serta demi tercapainya sasaran-sasaran pemasaran perusahaan.

b) Memastikan bahwasanya keputusan-keputusan perusahaan didasarkan peluang dan kebutuhan pasar.

2. Divisi Pemasaran

Melakukan koordinasi untuk persiapan kontrak pemasaran produk dan jasa perusahaan dari seluruh fungsi-fungsi yang ada di dalam perusahaan serta

menjaga hubungan dengan konsumen untuk program yang sedang berjalan, termasuk adanya program yang akan datang.

3. Divisi Integrasi Komersil dan Pengembangan Usaha

Menyiapkan kreasi-kreasi solusi bisnis untuk mencapai target pemasaran dan penjualan serta menjaga kesinambungan bisnis perusahaan.

m. Direktorat Teknologi

Dibagi menjadi lima divisi yang terdiri dari:

1. Divisi Pusat Pengembangan Teknologi

Sebagai pedoman dan arahan dalam proses pemilihan dan penentuan langkah yang diperlukan untuk mengembangkan teknologi yang akan diintegrasikan ke dalam produk dan produk yang terkait dengan teknologi kedirgantaraan serta menjaga kesiapan seluruh peralatan pengembangan teknologi sehingga dalam mengintegrasikan seluruh proses pengembangan teknologi dan peralatan yang dipilih akan dicapai rangkaian proses yang paling efisien, efektif dan kompetitif.

2. Divisi Pusat Pengembangan Pesawat Terbang

Sebagai pedoman dan arahan dalam merancang, mengelola serta melaksanakan publikasi dan komunikasi antara perusahaan dengan publik perusahaan, baik internal maupun eksternal melalui berbagai media komunikasi massa untuk menciptakan hubungan baik dan harmonis dalam upaya menjaga meningkatkan citra perusahaan.

3. Divisi Pusat Uji Terbang

Sebagai pedoman dan arahan dalam pelaksanaan penyediaan dan pengelolaan sistem informasi manajemen di dalam perusahaan, sehingga dapat mendukung bisnis perusahaan secara efektif, efisien dan pada tingkat resiko yang dapat dikelola perusahaan serta dapat meningkatkan keunggulan kompetitif perusahaan.

4. Divisi Pusat Laboratorium Uji dan Pengukuran

Sebagai pedoman dan arahan tentang hirarki, penyiapan, pemeriksaan, persetujuan dan penerbitan command media, tulisan dinas serta sistem administrasinya agar tercapai visi, misi dan tujuan perusahaan secara efektif dan efisien.

5. Divisi Pusat Keselamatan dan Sertifikasi

Sebagai pedoman dan arahan dalam pengelolaan keselamatan, kesehatan kerja dan lingkungan hidup yang bertujuan untuk memberikan perlindungan bagi tenaga kerja dan mitra kerja serta lingkungannya.

n. Direktorat Operasi/Produksi

Dibagi menjadi tiga divisi yang terdiri dari:

1. Divisi Logistik dan Kawasan Berikat

Menghimpun, menganalisa *supplier* yang masih bermasalah baik secara sistem maupun *manual* dan membuat proposal pengganti material pesawat ke bagian *engineering*.

2. Divisi Jaminan Mutu

Menjamin bahwa operasional perusahaan sudah diperbaiki secara berkesinambungan, sehingga menghasilkan produk yang unggul kualitasnya di dunia, menjamin kepuasan pelanggan bagi seluruh produk dan jasa perusahaan, memastikan kesesuaian semua proses produk terhadap persyaratan aturan keselamatan penerbangan yang berlaku di Indonesia serta *authority* asing.

3. Divisi Pengembangan Sistem Produksi

Sebagai pedoman dan arahan pengelolaan pengadaan barang/ material, properti jasa dengan menjamin pelaksanaan yang transparan, memperlihatkan mutu yang tinggi, harga yang optimal, etika bisnis yang layak, tepat waktu, menjaga citra perusahaan serta kepercayaan dari pelanggan dan pemasok.

o. Direktorat Keuangan

Dibagi menjadi tiga divisi yang terdiri dari:

1. Divisi Perencanaan

Merencanakan, melaksanakan, menetapkan arah, sasaran dan strategi yang jelas untuk masa depan perusahaan dalam menghadapi perubahan lingkungan eksternal dan internal.

2. Divisi Akuntansi

Merencanakan, menyusun, memelihara prosedur, sistem akuntansi dan kebijakan akuntansi sesuai perkembangan proses bisnis perusahaan beserta mengimplementasikan dan mengendalikan pelaksanaan prinsip-prinsip akuntansi yang ditetapkan ikatan akuntansi dalam proses pencatatan akuntansi.

3. Divisi Pendanaan

Mengatur likuiditas perusahaan dan bertanggung jawab atas kelancaran, pelaksanaan pengamanan baik penerimaan maupun pembayaran, serta melakukan pengembangan terhadap penajagan sumber pendanaan yang baru yang menguntungkan bagi perusahaan.

p. Direktorat Umum

Dibagai menjadi tiga divisi yang terdiri dari:

1. Divisi Sumber Daya Manusia

Sebagai pedoman dan arahan untuk pengelolaan Sumber Daya Manusia (SDM) yang mengakomodasikan prinsip-prinsip manajemen SDM sehingga terdapat ketersediaan SDM yang efektif dan efisien sesuai kebutuhan perusahaan dan peraturan perundang-undangan yang berlaku dalam mendukung tujuan perusahaan.

2. Divisi Hukum

Merencanakan, mengkoordinir dan mengendalikan pembuatan pemrosesan semua produk hukum perusahaan dalam bentuk ketentuan/ peraturan hukum guna kelancaran pelaksanaan aktivitas perusahaan serta menerbitkan serta produk hukum dalam bidang bisnis untuk melegitimasi bisnis perusahaan dan berkewajiban menyelesaikan permasalahan hukum yang timbul berdasarkan ketentuan perundang-undangan nasional dan internasional yang berlaku.

3. Divisi Fasilitas

Menciptakan, mengelola dan mengembangkan bisnis umum yang menjadi bidang usaha divisi fasilitas: Penyewaan gedung, transportasi darat/udara, kesehatan, telekomunikasi, membuat perencanaan, pelaksanaan pemeliharaan, dan renovasi pengembangan fasilitas.

4.1.8 Sistem Ketenagakerjaan

a. Tata Tertib Kerja.

Setiap pekerja pada jam kerja diharuskan:

1. Datang pada waktu tepat.
2. Berpakaian kerja yang rapi.
3. Menerima tamu yang bersifat pribadi, apabila telah diperbolehkan oleh atasan.
4. Menjaga dengan baik alat-alat perlengkapan kerja dan fasilitas perusahaan dengan penuh tanggung jawab.

b. Jadwal Waktu Kerja.

Sesuai dengan peraturan perusahaan yang berlaku, jadwal waktu kerja PT Dirgantara Indonesia adalah sebagai berikut:

1. Hari Senin – Kamis pukul : 07.30 – 16.30 WIB
(Jam istirahat 11.30-12.30 WIB)
2. Hari Jum'at pukul : 07.30 – 17.00 WIB
(Jam istirahat 11.30-13.00 WIB)

c. Keselamatan Kerja.

Keselamatan kerja dan kesehatan para pekerja sudah sepatutnya menjadi faktor utama baik dalam pemikiran maupun dalam tindakan dari setiap manajemen.

1. Arti Keselamatan Kerja.

- a) Menjamin keutuhan dan kesempurnaan jasmani dan rohani manusia serta karya dan budayanya ditunjukkan pada kesejahteraan masyarakat pada khususnya dan manusia pada umumnya.
- b) Menjamin keselamatan kerja baik jasmani maupun rohani manusia.

2. Pencegahan Kecelakaan.

Untuk melaksanakan pencegahan terlebih dahulu kita harus tau sebab-sebab terjadinya kecelakaan itu sendiri:

a) Kondisi Membahayakan (*Unsafe Condition*).

Yaitu keadaan yang berbahaya misalnya mesin rusak tetapi masih dioperasikan.

b) Perbuatan Membahayakan (*Unsafe Acts*).

Yaitu perbuatan yang membahayakan baik bagi dirinya maupun orang lain.

3. Alat Keselamatan Kerja.

Adapun alat yang digunakan untuk mencegah terjadinya kecelakaan dalam bekerja secara umum adalah sebagai berikut:

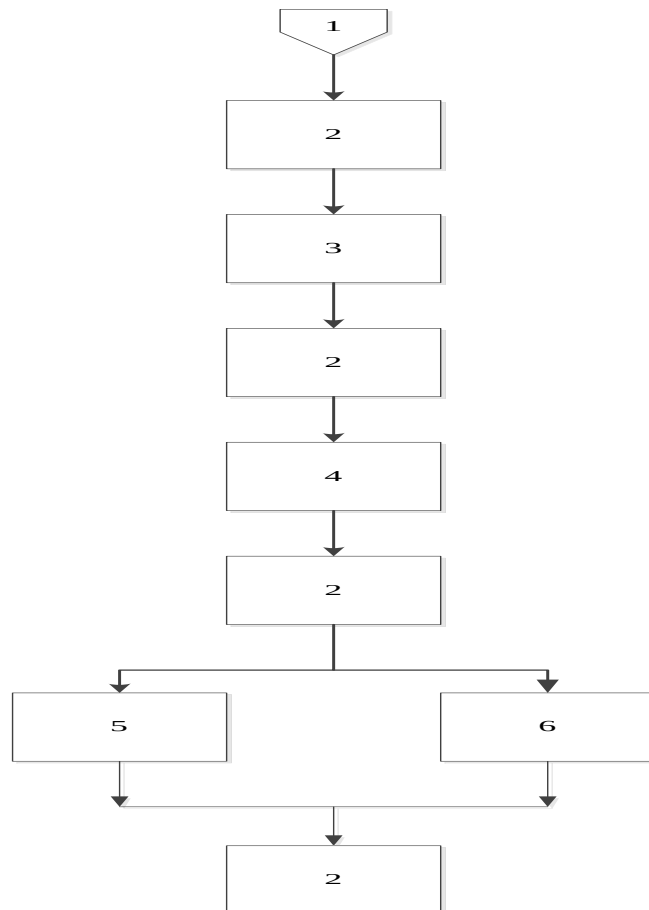
- a) Sarung tangan.
- b) Masker.
- c) Pakaian Kerja (*Wear Pack*).
- d) Sepatu Kerja.
- e) Kacamata Kerja.
- f) Earphone.
- g) Usaha-Usaha Kesejahteraan Bagi Karyawan.

Karyawan adalah kekayaan yang paling berharga dan cukup berperan dalam perkembangan suatu perusahaan. PT Dirgantara Indonesia memandang perlu memberikan dan menyediakan berbagai fasilitas penunjang guna meningkatkan kesejahteraan para karyawan, diantaranya:

1. *Masjid.*
2. *Asuransi Tenaga Kerja.*
3. *Kantin.*
4. *Poliklinik.*
5. *Tunjangan Hari Raya (THR).*

4.1.9 Unit-Unit Produksi

Berikut alur unit-unit produksi:



Gambar 4.10 Diagram Alir Unit-Unit Produksi

(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)

Keterangan:

1. Gudang Penyimpanan.
2. *Quality Assurance* (QA).
3. Pemotongan Awal (*Pre Cutting*).
4. Pabrikasi (Pembuatan Komponen).
5. Sayap Putar (*Rotary Wing*).
6. Sayap Tetap (*Fixed Wing*).

a. Gudang Penyimpanan.

Sebelum bahan baku diproses menjadi komponen, terlebih dahulu dilakukan evaluasi dan *quality assurance* melalui inspeksi dengan merusak atau inspeksi tanpa merusak. Pengujian ini dilakukan dengan maksud untuk mengetahui kualitas dan adanya korosi. Selanjutnya, bahan baku tersebut ditempatkan di gudang penyimpanan sesuai spesifikasinya.

b. *Quality Assurance* (QA).

Quality Assurance adalah bagian dari manajemen mutu yang difokuskan pada penyediaan keyakinan bahwa persyaratan mutu akan dipenuhi. Jaminan kualitas memastikan bahwa apa yang dilakukan adalah hal yang benar dengan cara yang benar. *Quality Assurance* mempunyai fungsi yang lebih proaktif. Oleh karena itu, program jaminan kualitas memberikan kualitas yang lebih tinggi dari pekerjaan.

c. Pemotongan Awal (*Pre Cutting*).

Bahan baku yang sudah diperiksa dikirim ke bagian *Pre-Cutting* sesuai dengan permintaan bagian produksi disertai dengan *job card* yang tersedia. Proses ini dilaksanakan antara lain untuk menghemat bahan yang diproses, memudahkan pelaksanaan, dan pengontrolan bahan.

d. Pabrikasi (Pembuatan Komponen).

Bagian ini bertugas membuat komponen pesawat terbang dan helikopter serta membuat dan menyiapkan *tool* dan *jig* sebagai alat bantu pembuatan komponen. Pada pabrikasi terdapat empat macam proses, yaitu:

1. *Sheet Metal Forming*.
2. *Machining*.
3. *Heat Treatment*.
4. *Welding*.

Pembuatan komponen dilakukan melalui proses permesinan maupun tidak (di *machining shop* maupun *sheet metal forming*). Perlakuan lain yang diterapkan untuk komponen di atas:

a) *Heat Treatment*.

Heat Treatment adalah suatu perlakuan yang diterapkan terhadap bahan baku sehingga lebih memudahkan proses pembuatan komponen. Proses yang dilakukan antara lain: pengerasan, pelunakan, dan penormalan kembali. Ketiga hal tersebut dilakukan dengan cara pemanasan, pendinginan, dan kombinasi antara pemanasan dan pendinginan. Komponen yang memerlukan perlakuan di atas adalah komponen yang dibuat dengan cara pengepresan.

b) *Surface Treatment*.

Surface Treatment adalah suatu perlakuan pelapisan komponen secara kimiawi sehingga komponen lebih tahan korosi. Selain di atas, terdapat perlakuan lain terhadap komponen dengan cara *chemical milling*. Komponen yang mendapat perlakuan di atas antara lain yang dibuat *sheet metal forming*, *machining shop* juga komponen-komponen yang dibentuk dengan cara *stretch forming* dan *rubber press*.

c) Pengecatan Dasar.

Pengecatan dasar adalah suatu perlakuan lanjut agar komponen-komponen di atas lebih tahan korosi. Sebelum komponen-komponen tersebut dirakit pada divisi *fixed wing* dan *rotary wing* diadakan pengujian akhir oleh bagian *quality assurance* sesuai data yang tercantum dalam dokumen.

d) Perakitan Sayap Putar (*Rotary Wing*).

Bertugas merakit pesawat helikopter dari struktur awal sampai akhir final termasuk di dalamnya mesin, sistem elektrik, sistem elektronik penerbangan, *interior*. Perakitan yang disesuaikan dengan pesanan atau kebutuhan pesan yang disesuaikan dengan misi dan fungsi pesawat tersebut dalam operasi.

e) Perakitan Sayap Tetap (*Fixed Wing*).

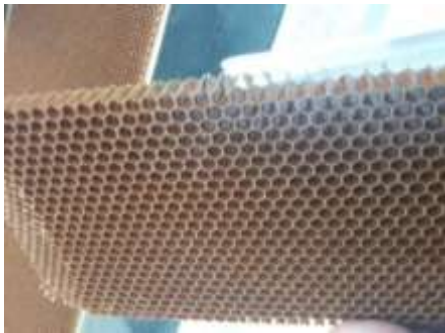
Bertugas merakit pesawat bersayap tetap dan proses perakitannya sama seperti *rotary wing*.

4.1.10 Proses Produksi Pada Bagian Sayap Pesawat CN-235

Adapun bahan baku yang digunakan dalam proses produksi pada bagian sayap pesawat CN-235 yaitu:

a. Material Utama

- 1) Logam Aluminium Clad 2024-T3 dan Bare 7075-T6 digunakan sebagai *layer* dasar penyusun penggabungan pada logam.
- 2) *Adhesive Primer* Z.15.915 merupakan bahan perekat dasar pembuatan komponen penggabungan metal.
- 3) *Adhesive Film* Z.15.441 merupakan material pengikat yang berupa lembaran digunakan untuk struktur *metal to metal*.
- 4) *Adhesive Film* Z.15.429 merupakan material pengikat, digunakan untuk *sandwich-logam, metal to metal, metal to non metal*.
- 5) *Adhesive Foam* Z.15.415 adalah material yang digunakan untuk menyambung *honeycomb*.



Gambar 4.11 *Honeycomb*



Gambar 4.12 *Adhesive Foam*

(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)

b. Material Bantu

Material bantu adalah material yang digunakan sebagai pendukung pada pembuatan komponen *bonding* dan komposit pada metal.

- 1) *Release Film* adalah sejenis plastik yang tahan terhadap temperatur tinggi. Penggunaan *release film* adalah pada saat polimerisasi di *autoclave*.



Gambar 4.13 *Release Film*
(Sumber : PT Dirgantara Indonesia)

- 2) *Release Agent* berfungsi untuk melapisi cetakan (*mold*) agar pada saat *debagging*, komponen tidak menempel pada *mold*.



Gambar 4.14 *Release Agent*
(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)



Gambar 4.15 *Air Weave*
(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)

- 3) *Air Weave* berfungsi untuk mengalirkan udara pada proses *bagging* sehingga hasil dari proses *bagging* dapat merata ke seluruh bagian komponen.
- 4) *Bagging Film* berfungsi untuk membungkus komponen pada saat proses polimerisasi di *autoclave* dan sebagai alat proses dan melindungi.
- 5) *Sealant Tape* berfungsi untuk melekatkan tepi *Bagging Film* dengan cetakan (*mold*) agar tidak terjadi kebocoran.



Gambar 4.16 *Sealant Tape*
(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)



Gambar 4.17 *Flash Breaker*
(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)

- 6) *Flash Breaker* berfungsi untuk membatasi *excess adhesive* yang berlebih.
- 7) *Nylon* berfungsi untuk meyerap resin pada *adhesive* yang berlebih.

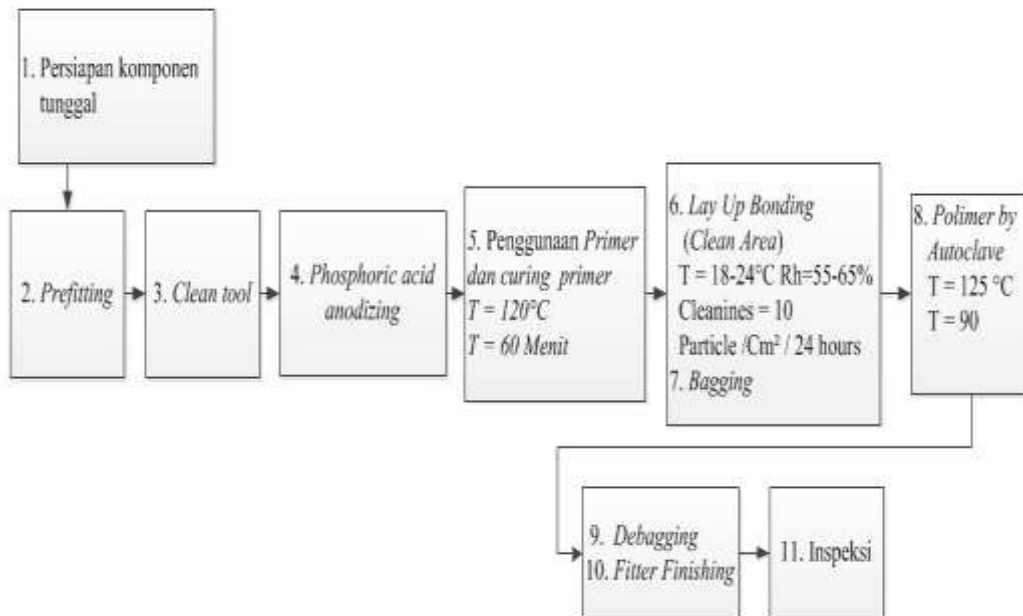
4.1.11 Pengertian *Bonding*

Bonding merupakan suatu proses penggabungan antara dua buah komponen atau lebih dengan menggunakan *adhesive* sebagai perekatnya. Dilihat dari segi pemanasannya, proses penggabungan dibagi menjadi dua jenis yaitu:

- a. Proses penggabungan dengan pengeringan pada ruang temperatur (*room temperature*). Proses penggabungan ini merupakan proses pengeringan tanpa memerlukan alat khusus dengan jangka waktu tertentu, dan *adhesive* yang digunakan berbentuk cairan.
- b. Proses penggabungan dengan pemanasan suhu tinggi (*autoclave*). Proses penggabungan ini merupakan proses pengeringan dengan pemanasan suhu tinggi, tekanan tertentu, dan menggunakan *adhesive film* dan *adhesive foam*.

4.1.12 Proses *Bonding*

Berikut diagram alir proses *bonding*:



Gambar 4.18 Diagram alir proses *bonding*

(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)

a. Persiapan komponen tunggal

Sebelum dipakai dalam proses *bonding*, komponen tunggal harus disiapkan terlebih dahulu sesuai dengan prosedur yang ditentukan. Permukaan logam dibersihkan menggunakan majun yang telah dibasahi *Metil Ethil Keton* (MEK), sampai benar-benar bersih dan kering. Kemudian untuk proses selanjutnya jika ingin memegangnya harus menggunakan sarung tangan sebagai pelindung.

b. Prefitting

Proses *Prefitting* dimaksudkan untuk menyesuaikan antara material, *tool*, dan gambar tekniknya. Material sebelum digunakan, dicek terlebih dahulu geometri dan dimensinya menggunakan *depth gauges* dan *micrometer*. Ketebalan material harus sama dengan ketebalan yang ada di gambar teknik.

c. Clean Tool

Clean tool adalah peralatan yang digunakan untuk membantu proses manufaktur pada komponen. Jenis komponen yang digunakan dalam proses manufaktur adalah *tool* dengan kode PEAU. *Tool* ini digunakan sebagai cetakan (*mold*) dalam proses *lay up bonding* untuk membentuk komponen dengan bentuk dan dimensi yang sesuai dengan gambar tekniknya. *Tool* dapat terbuat dari logam atau komposit yang memiliki ketahanan panas yang lebih jauh tinggi dari material yang akan dimanufaktur. Sebelum *tool* digunakan dalam manufaktur maka *tool* harus dibersihkan dahulu dari kotoran-kotoran yang terdapat pada permukaan *tool*. Membersihkannya menggunakan majun yang sudah dibasahi cairan aseton atau *Metil Ethil Keton* (MEK) kemudian dioleskan ke bagian atas permukaan *tool* sampai bersih. Selanjutnya *tool* dilapisi dengan *release agent*. Sebelum dipakai untuk manufaktur komponen, *tool* didiamkan selama 60 menit didalam ruang penyimpanan.

d. Phosphoric Acid Anodizing (PAA)

Phosphoric Acid Anodizing adalah proses yang bertujuan untuk memberikan warna. Pelat yang sudah direndam dengan larutan *Phosphoric Acid Anodizing* akan menghasilkan warna pelangi jika disinari lampu, terjadi karena ada ion-ion yang masuk pada pelat ketika direndam pada larutan. Komponen yang melalui proses ini terbuat dari metal dan tidak boleh

mengalami korosi. Agar komponen yang dipakai bisa tahan terhadap korosi maka dilakukan proses *anodizing*, selain itu proses ini juga dapat menambah daya rekat *adhesive* ketika proses *bonding*.

Dalam proses *Phosphoric Acid Anodizing* melibatkan beberapa tahapan, diantaranya:

1) *Vapour Degreasing* (Pembersihan dengan uap)

Unit pembersihan dengan menggunakan uap bertujuan untuk menghilangkan lemak yang menempel pada permukaan logam. Cairan pembersihnya adalah cairan *Tri Cloro Etilena* (TCE) dengan titik didih 87° C. Hal-hal yang harus diperhatikan pada unit ini adalah:

- a) Pembersihan dengan uap dilakukan sesuai dengan prosedur, menggunakan campuran PS-20-0-35-0014.
- b) Pelat sebelum dimasukkan ke dalam larutan harus benar-benar kering.

2) *Alkaline Cleaning*

Alkaline cleaning bertujuan untuk membersihkan sisa kotoran dan lemak yang masih menempel pada komponen, spesifikasi tahapan ini adalah:

- a) Larutan kimia : Turco 4215S (30-45 gr/l)
- b) *Volume* : 52.000 L
- c) *Temperature* : 60-68(° C)
- d) Waktu : 10-15 menit.

3) *Rinsing I*

Rinsing I adalah proses pencucian setelah proses sebelumnya, yang menggunakan air deionisasi. Setelah proses pencucian dilakukan uji *water break free*, yaitu uji kelayakan pencucian. Permukaan kulit logam dengan waktu 5 menit pencucian dikatakan baik atau tidak dari aliran air. Jika tidak ada aliran yang pecah, maka pencucian belum layak sehingga proses pembersihan *alkaline* harus diulang kembali sampai permukaan metal dapat dipindahkan ke dalam tangki berikutnya.

Spesifikasi tahapan ini:

- a) *Volume* : 45.000 L

b) *Temperature* : room temperature

c) Waktu : 5 menit

4) *Deoxidizing* (Deoksidasi)

Deoxidizing berguna untuk mengikis kotoran pada permukaan komponen yang tidak dapat dihilangkan dengan *alkaline*. Deoxidizing berfungsi untuk menambah daya rekat (*adhesive*) pada proses *bonding* karena pori-pori pelat dapat terbuka. Spesifikasi tahapan ini:

a) Volume : 50.000 L

b) *Deoxidizer* : 4.5-13.5 (gr/l)

c) HNO_3 : 75-150 (gr/l)

d) Cu : 0.20 (gr/l)

e) Al : 17.29 (gr/l)

f) *Etching Rate* : 3.81-10.16 $\mu\text{m}/\text{face}/\text{hr}$

g) Temperatur : 18-32 ($^{\circ}\text{C}$)

h) Waktu : 1-10 menit

5) *Rinsing II*

Tahapan ini sama dengan tahapan *rinsing I*, hanya saja waktu yang dibutuhkan menjadi 15 menit.

6) *Phosphoric Acid Anodizing*

Phosphoric Acid Anodizing adalah inti dari proses anodizing. Pada tahap ini pori-pori material yang terbuka akan sedikit tertutup karena proses anodizing. Disini proses oksidasi terjadi, sehingga pori-pori tadi sedikit tertutup oleh oksida dari material itu sendiri. Spesifikasi tahapan ini:

a) Volume : 53.000 L

b) H_3PO_4 : 100-120 (gr/l)

c) Cd (clad) : 0.11-0.22 (Amp/dm^2)

d) Temperatur : 23-28 ($^{\circ}\text{C}$)

e) Waktu : 20-25 menit

f) Tegangan : 15 ± 1 volt

7) *Rinsing III*

Tahapan ini sama seperti tahapan *rinsing II* dengan waktu 15 menit.

8) Pengeringan (*Drying*)

Drying adalah proses pengeringan dimana komponen tunggal yang telah dilakukan PAA kemudian dikeringkan secara sempurna di dalam oven (*drying tank*) dengan sirkulasi udara panas pada temperatur maksimum 70°C selama 30 menit $\pm$ 1 menit, kemudian dipindahkan ke tempat yang bersih.

e. Penggunaan *Primer* dan *Curing Primer*

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

1. Mencegah korosi pada permukaan komponen
2. Menambah daya rekat (*adhesive*) pada permukaan sebelum proses *bonding*.

Ketebalan primer mempengaruhi sifat dan ketebalan sambungan. *Range* ketebalan yang disyaratkan sebesar 4-10 μm . Jika ketebalan primer melebihi 10 μm maka kekuatan mekanik dari sambungan akan menurun. Hal ini juga akan terjadi pada ketahanan korosinya jika ketebalan *primer* kurang dari 4 μm . *Adhesive Primer* yang biasa digunakan adalah *adhesive primer* BR 127 atau Z.15.915, zat ini biasa disimpan dalam *cooling storage* dengan suhu $\pm$ -18°C untuk menjaga ketahanan nya untuk jangka waktu lama. Agar tidak terjadi kondensasi, kaleng *adhesive primer* yang baru diambil dari ruangan pendinginan sebelum digunakan, didiamkan terlebih dahulu dalam suhu kamar.

Proses pemakaiannya dilakukan dengan *spray gun* yang dilengkapi pengaduk. Karena sifatnya yang mudah mengendap, maka diperlukan pengaduk untuk mengaduk selama proses penyemprotan. Penyemprotan disesuaikan dengan ketebalan serta luas tertentu. Kemudian komponen dikeringkan pada suhu ruangan minimal 30 menit dan maksimal 120 menit. Setelah dikeringkan, proses selanjutnya adalah pengeringan di dalam oven selama 1 jam pada suhu $120 \pm 5^\circ \text{C}$.

f. *Lay Up Bonding*

Proses *lay up* merupakan proses inti dalam manufaktur komponen. Proses ini dilakukan di dalam ruangan khusus yaitu ruangan *Clean Control Area* (CCA) dan para pekerja diharuskan memakai pelindung, seperti sarung tangan yang bersih dan kering, jas laboratorium (berwarna putih), dan *rubber shoe*. Hal ini dilakukan

karena proses *lay up* sangat sensitif. Jika terdapat kotoran yang menempel akan menyebabkan terjadinya *unbounded* dan bisa mengakibatkan komponen *reject*.

Berikut merupakan spesifikasi atau standart ruangan CCA proses *lay up*:

Temperatur : 18-24 ($^{\circ}\text{C}$)

RH (Relatif Humidity) /Kelembaban : 55-65 (%)

g. **Bagging**

Bagging adalah proses pembungkusan komponen dengan *vacuum bag* untuk memberikan efek penekanan pada saat proses *curing*. Tujuan 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 aktual *vacuum bag* (P_0).



Gambar 4.19 Proses *Bagging*

(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)

$$P = P_1 - P_0$$

Tekanan (P_0) di dalam *vacuum bag* biasanya sebesar 1 atm. Pada beberapa kasus penting, tekanan ditahan di bawah 1 atm. Material yang digunakan sebagai *vacuum bag* adalah film yang fleksibel dari *polyvinyl alcohol*, *polyester*, *polytetra fluoroethylene*, *polyamide*, *polyvinyl fluoride* dan sebagainya. *Bagging* dilakukan setelah komponen laminasi dengan penyusunan selanjutnya, yaitu:

1. Pemasangan *thermocouple* yang harus menyentuh *tool*, ujung *thermocouple* harus benar-benar bersatu dan tertutup oleh *flash breaker*.

2. Pemasangan *release film* di atas *tool* untuk membatasi *airwave* dengan *tool* agar tidak menempel saat masuk *autoclave*.
3. Pemasangan *air weave* di atas panel, dan *airlock* dipasang secara berjauhan diatas *air weave* pada area *tool*.
4. Pemasangan *vaccum bag* diatas *air weave* dan tidak boleh terlalu tegang agar tidak terjadi kebocoran saat *vacuum*.
5. Pemasangan lubang *vacuum* dan dihubungkan di atas *airlock* yang ada dan lubang *vacuum* dalam keadaan terkunci.



Gambar 4.20 Airlock



Gambar 4.21 Thermocouple



Gambar 4.22 Autoclave

(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)

h. Polimerisasi

Proses polimerisasi terdiri dari 3 tahap:

1. Tahap Pemanasan (*Heat Up*)

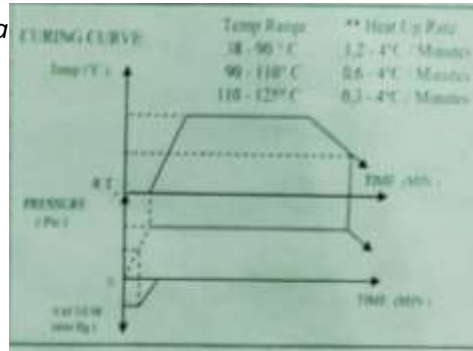
Pada tahap pemanasan temperatur dinaikkan dari temperatur ruang hingga temperatur polimerisasi dengan laju $0,5 - 5^{\circ}\text{C} / \text{menit}$.

2. Tahap Stabilisasi (*Heating*)

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

3. Tahap Pendinginan (*Cooling*)

Menurunkan temperatur sampai 50°C, sehingga panel dapat dikeluarkan dari *autoclave*. Laju pendinginan tidak boleh melebihi 3°C per menit dan dianjurkan laju pendinginan sama dengan laju pemanasan untuk menghindari efek deformasi pada panel atau a



Gambar 4.23 *Curing Curve*
(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)

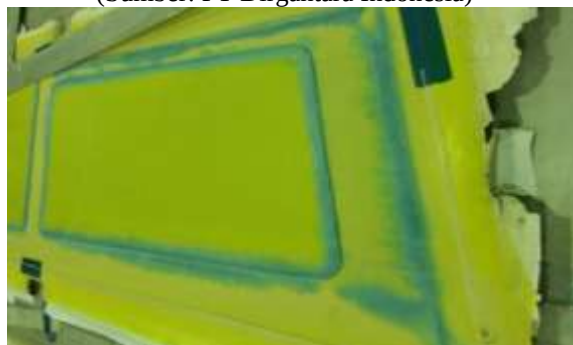
Tekanan selama proses harus dijaga karena akan mempengaruhi secara langsung sambungan dan kualitas dari panel. Tekanan yang tidak merata akan menyebabkan terjadinya daerah yang tidak mengandung *adhesive* (*undounded area*), sedangkan jika tekanan berlebihan akan menghasilkan *adhesive* yang tipis.

i. *Debagging*

Debagging adalah proses setelah *curing* pada *autoclave*, dan *vacuum bag* dilepaskan dari *tool*. Komponen yang sudah jadi dikeluarkan dari *tool* untuk diproses selanjutnya.



Gambar 4.24 Proses *Debagging*
(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)



Gambar 4.25 Komponen setelah proses *Curing* dan *Debagging*
(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)

j. *Fitter Finishing*

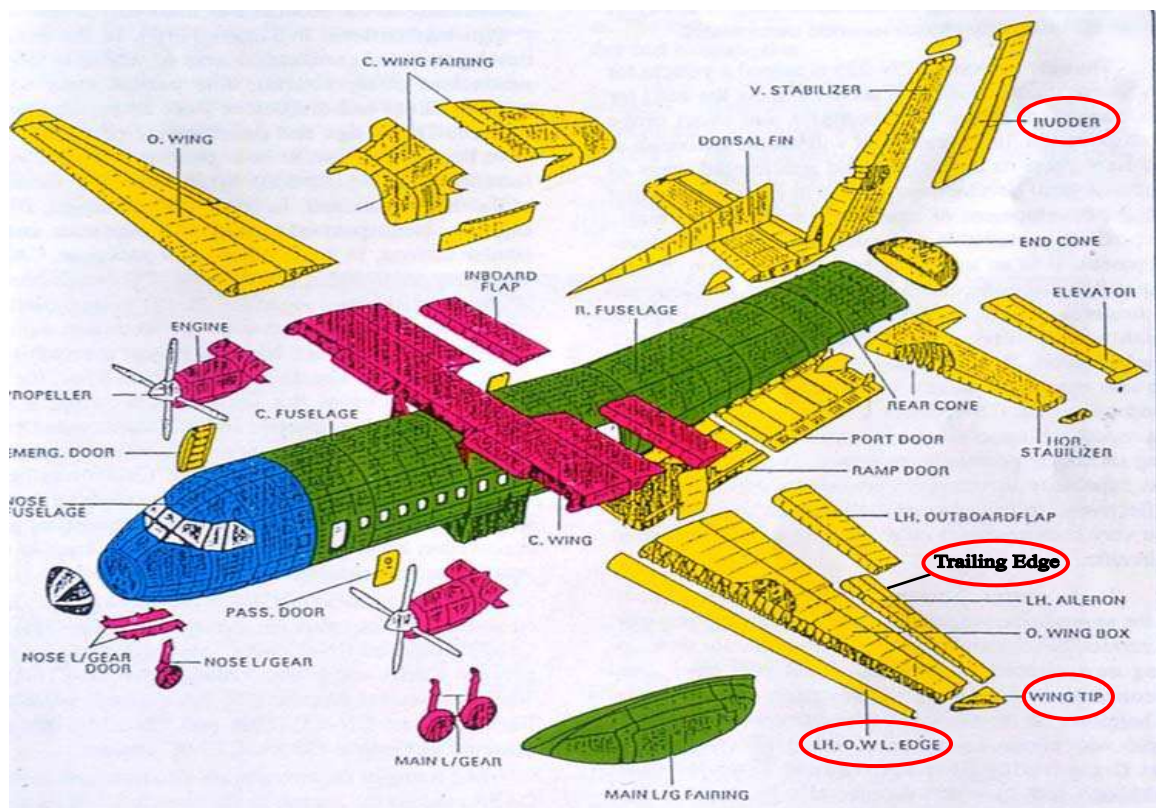
Fitter finishing adalah proses pembersihan sisa *adhesive*, pemotongan bagian luar komponen yang sesuai dengan gambar tekniknya dan proses menghaluskan sebagian sisi komponen dari hasil pemotongan.

k. Inspeksi

Inspeksi adalah tahapan akhir untuk mengetahui hasil *bonding* terjadi secara sempurna atau komponen masih belum sesuai, hal ini dicek menggunakan *Through Transonic Ultrasonic* (TTU). Inspeksi ini merupakan pengujian tidak merusak komponen atau disebut juga *Non Destructive Test* (NDT) menggunakan gelombang ultrasonic. Dari hasil inilah bisa diketahui keberhasilan proses *bonding*. Dari uji ini bisa diketahui cacat komponen yang tidak bisa dilihat dengan visual dari luar. Dari hasil uji ini komponen 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 sehingga siap untuk dikirim ke bagian *assembly* untuk proses *assy* pada pesawat.

4.1.13 Kerjasama Perusahaan

PT Dirgantara Indonesia merupakan perusahaan yang memproduksi sebagian dari komponen-komponen pesawat CN-235. PT Dirgantara Indonesia dalam memenuhi kebutuhannya bekerjasama dengan perusahaan asing yaitu CASA dari Spanyol. Berikut penjelasan bentuk kerjasama dalam memproduksi pesawat CN-235:



Gambar 4.26 Bentuk Kerjasama PT Dirgantara Indonesia dengan CASA
(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)

Keterangan Gambar:

Warna kuning : Komponen diproduksi dan dirakit di PT Dirgantara Indonesia dan dikirim ke CASA.

Warna biru : Komponen diproduksi, dirakit di CASA dan PT Dirgantara Indonesia.

Warna merah : Komponen diproduksi, dirakit di CASA, dan dikirim ke PT Dirgantara Indonesia.

Warna hijau : Komponen diproduksi dan dirakit di PT Dirgantara Indonesia serta di CASA untuk kebutuhan masing-masing.

Berdasarkan gambar di atas dapat diketahui warna kuning dan hijau yaitu komponen yang diproduksi dan dirakit di PT Dirgantara Indonesia. Namun dari segi visualisasi ada beberapa komponen yang sering terjadi kecacatan yaitu komponen *trailing edge*, *leading edge*, *wing tip assy* dan *rudder*.

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.

a. Pemilihan Komponen

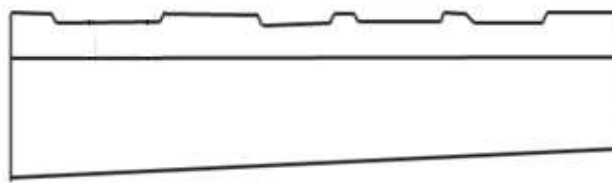
Data hasil produksi dan jumlah cacat untuk komponen CN-235 yang dihasilkan pada bulan Maret 2016 dari proses *bonding* dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data jumlah produksi dan jumlah cacat bulan Maret 2016.

No	Nama Komponen	Nomor Seri	Jumlah Produksi (unit)	Jumlah Cacat (unit)	Jumlah Cacat (%)
1	<i>Trailing Edge</i>	35-32153-0001A01	1.320	273	20,68
2	<i>Leading Edge</i>	35-34001-0003A01	1.235	220	17,81
3	<i>Wing Tip Assy</i>	35-11021-0006C02	1.250	157	12,56
4	<i>Rudder</i>	35-34011-0005A01	1.113	203	18,23

(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)

Dari tabel di atas diketahui bahwa komponen *trailing edge*: 35-32153-0001A01 memiliki jumlah cacat terbesar sebanyak 273 unit dengan persentase jumlah cacat sebesar 20,68% dari jumlah produksi sebesar 1.320 unit. Adapun gambar dari komponen tersebut dapat dilihat sebagai berikut.



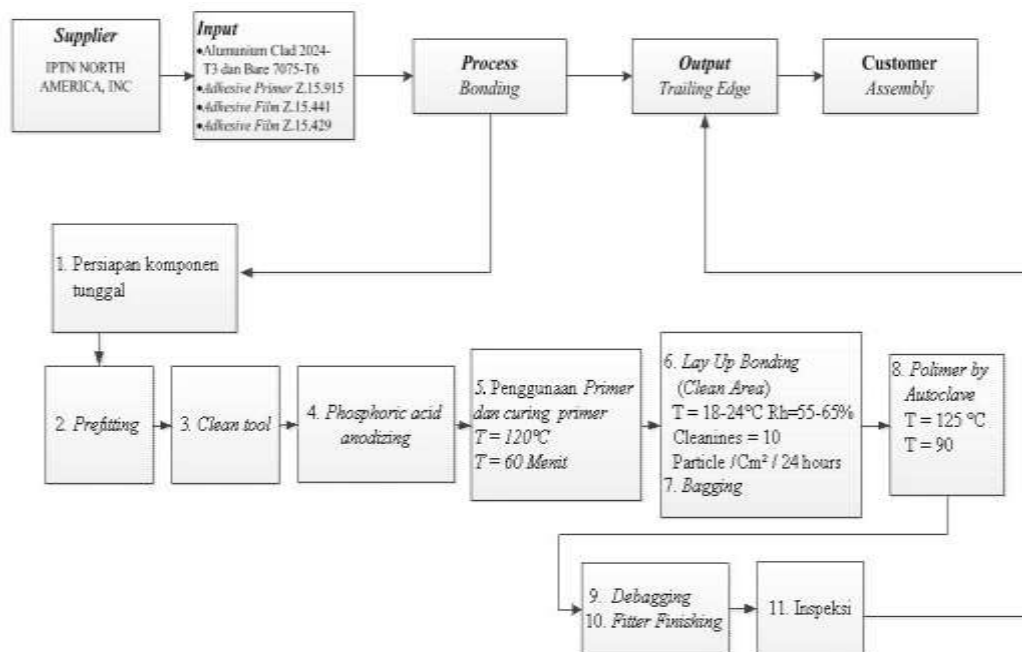
Gambar 4.27 Tampak Samping

(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)

Gambar 4.28 Tampak Atas

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

Diagram SIPOC adalah diagram yang membantu menjelaskan siapa pelaku utama proses tersebut, bagaimana cara mendapatkan input, siapa yang dilayani oleh proses tersebut, serta bagaimana cara proses tersebut meningkatkan nilai. Diagram SIPOC digunakan oleh tim untuk mengidentifikasi semua elemen yang relevan dari sebuah proyek perbaikan proses sebelum pekerjaan dimulai untuk mendefinisikan sebuah proyek yang kompleks dan biasanya digunakan pada tahap awal dari *six sigma*.



Gambar 4.29 Diagram SIPOC untuk komponen *trailing edge* CN-235

(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)

Telah digambarkan aliran diagram SIPOC pada gambar 4.31. Berikut ini merupakan deskripsi dari diagram SIPOC tersebut.

1. *Supplier*.

Supplier dari komponen *trailing edge* CN-235 ialah IPTN NORTH AMERICA, INC.

2. *Input*.

Input dari komponen *trailing edge* CN-235 ialah 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.

3. *Proses.*

IPTN NORTH AMERICA, INC mengirim bahan baku plat kepada PT Dirgantara Indonesia dalam berbentuk lembaran, sebelum diproduksi dalam proses *bonding* 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 komponen bersih dari sisa *adhesive* dan sisa pemotongan kemudian dilakukan proses *inspection* (pemeriksaan). Proses ini dilakukan untuk mengetahui komponen yang keluar dari proses *bonding* apakah sudah sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan sebelumnya oleh perusahaan, kegagalan proses ini dapat dilihat secara visualisasi. Dari hasil uji visualisasi ini komponen dapat diketahui jika terdapat kegagalan proses apakah bisa diperbaiki atau tidak bisa diperbaiki.

4. *Output.*

Hasil dari proses produksi yaitu komponen *trailing edge*.

5. *Customer.*

Customer dari hasil proses produksi yaitu proses *assembly*.

c. Data Jenis Cacat Produksi Komponen *Trailing Edge*

Ada beberapa jenis cacat yang terjadi pada proses *bonding* produksi komponen *trailing edge* pesawat CN-235 yaitu benjol, gelombang dan penyok. Berikut adaah data hasil pengamatan harian komponen *trailing edge* dapat di lihat pada tabel 4.2.

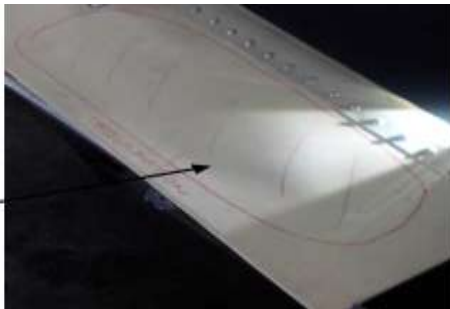
Tabel 4.2 Data hasil pengamatan harian komponen *trailing edge* CN-235.

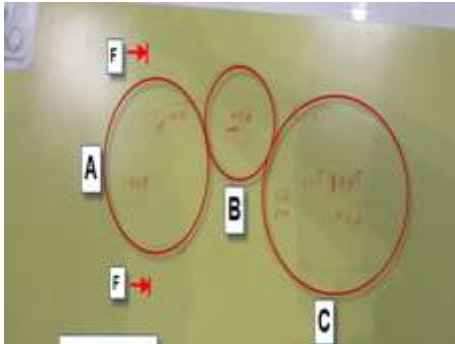
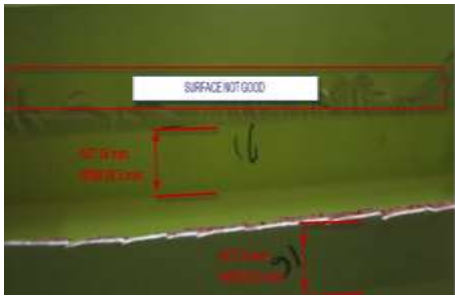
Tanggal Produksi	Jumlah Produksi (unit)	Jenis Cacat			Jumlah Cacat (unit)
		Benjol	Gelombang	Penyok	
1/03/2016	66	6	2	1	9
2/03/2016	69	8	4	1	13
3/03/2016	63	7	1	2	10
4/03/2016	65	5	8	3	16
7/03/2016	64	7	5	2	14
8/03/2016	67	5	3	3	11
9/03/2016	71	8	5	2	15
10/03/2016	64	5	4	4	13
11/03/2016	73	4	5	5	14
14/03/2016	68	9	10	5	24
15/03/2016	63	4	4	2	10
16/03/2016	58	7	4	0	11
17/03/2016	69	6	7	1	14
18/03/2016	69	5	6	1	12
21/03/2016	64	7	2	2	11
22/03/2016	66	8	2	2	12
23/03/2016	69	9	8	9	26
24/03/2016	60	3	6	2	11
25/03/2016	72	7	3	2	12
28/03/2016	60	7	5	3	15
Total	1.320	127	94	52	273

(Sumber: PT Dirgantara Indonesia, 2016)

Untuk jenis cacat yang telah disebutkan, dapat diuraikan pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Uraian Jenis-Jenis Cacat.

No.	Jenis Cacat	Gambar Cacat	Penjelasan
1.	Benjol		Permukaan benjol pada bagian tengah material plat.

2.	Gelombang		Permukaan bergelombang pada bagian tengah material plat.
3.			Permukaan penyok pada bagian tengah material plat.

(Sumber: PT Dirgantara Indonesia, 2016)

d. Pernyataan Tujuan Proyek Six Sigma

Rencana dan tujuan proyek peningkatan kualitas *six sigma* yang dibuat untuk komponen *trailing edge* CN-235 adalah sebagai berikut:

1. Pernyataan masalah

Adanya kegagalan-kegagalan yang terjadi selama proses produksi pada proses *bonding* dalam menghasilkan komponen *trailing edge* CN-235 akan menimbulkan kerugian bagi pihak perusahaan. Apabila hal ini dibiarkan tentunya akan banyak penumpukan komponen *trailing edge* 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.

2. Pernyataan tujuan

Tujuan yang hendak dicapai adalah mengidentifikasi permasalahan atau kegagalan-kegagalan yang timbul selama proses produksi pada proses *bonding* sehingga dapat meminimalisasi jumlah cacat yang terjadi. Program *six sigma* difokuskan untuk dapat menaikkan level *sigma* dan penurunan *Defect Per Million Opportunity* (DPMO). 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 berisi perhitungan *Critical To Quality* (CTQ), menghitung batas kendali atas (BKA), batas kendali bawah (BKB) membuat peta kendali untuk data atribut, dan nilai DPMO

1. *Critical To Quality* (CTQ)

Penentuan CTQ (*critical to control*) ditetapkan berdasarkan kebutuhan spesifik dari pelanggan. Kebutuhan spesifik ini berdasarkan persyaratan *output* yaitu harus bebas dari cacat dan sesuai dengan spesifikasi. Pada tahap *define* diketahui bahwa pelanggan dari proses *bonding* adalah *assembly*. Terdapat tiga jenis karakteristik cacat yang telah di temukan pada proses *bonding* yaitu benjol, gelombang dan penyok. Cacat pada proses *bonding* bulan Maret akan dilakukan analisa diagram Pareto. Analisa diagram Pareto adalah teknik untuk menghitung angka-angka dan jenis kemungkinan cacat yang terjadi di dalam sebuah produk dengan aturan 80-20, dimana 80% aktivitas disebabkan 20% faktor, dengan konsentrasi 20% faktor tersebut bisa mengatasi 80% masalah. Berdasarkan data yang dikumpulkan untuk proses *bonding* pada komponen *trailing edge* CN-235 didapat cacat sebagai berikut:

Tabel 4.4 Persentase Kecacatan Komponen *Trailing Edge* CN-235

No	Jenis Cacat	Jumlah Cacat (unit)	Persentase (%)
1	Benjol	127	46,52
2	Gelombang	94	34,43
3	Penyok	52	19,04
Total Cacat		273	100
Total Produksi		1.320	

Dari tabel di atas dapat dilihat cacat benjol yang merupakan cacat terbesar sebanyak 127 unit. Dengan bantuan *software* minitab maka didapatkan diagram Pareto, sebagai berikut:



Gambar 4.30 Diagram Pareto jenis cacat pada komponen *trailing edge* CN-235

Dari gambar di atas, terlihat sangat jelas bahwa jenis cacat yang paling dominan atau sering terjadi adalah cacat benjol dengan jumlah cacat 127 unit dengan persentase 46,5%. Jenis cacat benjol tersebut berasal dari proses *bonding* dan akan menjadi fokus dalam perbaikan. Selanjutnya penelitian berfokus pada cacat benjol untuk dicari permasalahannya serta penyelesaian menggunakan diagram sebab-akibat.

2. Peta kendali atribut

Peta kendali yang digunakan untuk cacat yang ada pada produksi komponen *trailing edge* 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 *trailing edge* CN-235 diuraikan pada Tabel 4.5 dibawah ini.

Tabel 4.5 Data jenis cacat dan jumlah cacat komponen *trailing edge* CN-235 bulan Maret 2016.

No.	Tanggal Produksi	Jumlah Produksi (unit)	Jenis Cacat			Jumlah Cacat (unit)	Proporsi Cacat
			Benjol	Gelombang	Penyok		
1.	1/3/2016	66	6	2	1	9	0,136
2.	2/3/2016	69	8	4	1	13	0,188
3.	3/3/2016	63	7	1	2	10	0,159

4.	4/3/2016	65	5	8	3	16	0,246
5.	7/3/2016	64	7	5	2	14	0,219
6.	8/3/2016	67	5	3	3	11	0,164
7.	9/3/2016	71	8	5	2	15	0,211
8.	10/3/2016	64	5	4	4	13	0,203
9.	11/3/2016	73	4	5	5	14	0,192
10.	14/03/2016	68	9	10	5	24	0,353
11.	15/03/2016	63	4	4	2	10	0,159
12.	16/03/2016	58	7	4	0	11	0,190
13.	17/03/2016	69	6	7	1	14	0,203
14.	18/03/2016	69	5	6	1	12	0,174
15.	21/03/2016	64	7	2	2	11	0,172
16.	22/03/2016	66	8	2	2	12	0,182
17.	23/03/2016	69	9	8	9	26	0,377
18.	24/03/2016	60	3	6	2	11	0,183
19.	25/03/2016	72	7	3	2	12	0,167
20.	28/03/2016	60	7	5	3	15	0,250
Total		1.320	127	94	52	273	4,128

(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)

Dari data di atas kemudian dilakukan 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 1-28 Maret 2016. Dibawah ini merupakan langkah-langkah untuk membuat peta kendali p sebagai berikut. Diketahui:

- Dalam 1 bulan, total jumlah produksi yang diperiksa sebanyak 1.320 unit komponen *trailing edge* CN-235.
- Dalam 1 bulan, total jumlah produk cacat sebanyak 273 komponen *trailing edge* CN-235.

1) Menghitung Presentase Kerusakan Produk / Proporsi Cacat

$$P = \frac{np}{k}$$

Keterangan: np = jumlah komponen cacat per hari.

k = jumlah produksi per hari.

Maka perhitungan datanya adalah sebagai berikut:

$$\text{Tanggal 1 Maret 2016: } p = \frac{np}{k} = \frac{9}{66} = 0,136$$

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

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

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

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

$\sum k$ = total jumlah produksi

Maka perhitungan datanya adalah sebagai berikut:

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum np}{\sum k} = \frac{273}{1.320} = 0,206$$

3) Menghitung *Upper Control Limit* (UCL)/Batas Kendali Atas (BKA)

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

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

k = jumlah produksi

Maka perhitungan datanya adalah sebagai berikut:

a) Tanggal 1 Maret 2016

$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{k}} = 0,136 + 3 \sqrt{\frac{0,136(1-0,136)}{66}} = 0,263$$

4) Menghitung *Lower Control Limit* (LCL)/Batas Kendali Bawah (BKB)

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

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

k = jumlah produksi

Maka perhitungan datanya adalah sebagai berikut:

a) Tanggal 1 Maret 2016

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{k}} = 0,136 - 3 \sqrt{\frac{0,136(1-0,136)}{66}} = 0,009$$

Uraian di atas merupakan langkah-langkah untuk membuat peta kendali p tanggal 1 Maret 2016. Untuk hasil perhitungan peta kendali untuk setiap periode ditunjukkan pada Tabel 4.7 dengan perhitungan untuk setiap harinya

(Lampiran A), dimana telah diketahui masing-masing nilai presentase kerusakan komponen *trailing edge* CN-235, proporsi cacat, *Upper Control Limit* (UCL) dan *Lower Control Limit* (LCL).

Tabel 4.6 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Peta *p*

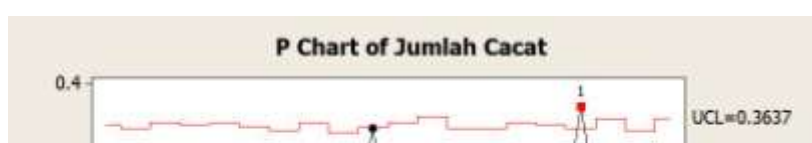
No.	Tanggal produksi	Jumlah produksi yang diperiksa (unit)	Jumlah cacat (unit)	Proporsi cacat	UCL	LCL
1.	1/3/2016	66	9	0,136	0,263	0,009
2.	2/3/2016	69	13	0,188	0,329	0,047
3.	3/3/2016	63	10	0,159	0,297	0,021
4.	4/3/2016	65	16	0,246	0,406	0,086
5.	7/3/2016	64	14	0,219	0,374	0,064
6.	8/3/2016	67	11	0,164	0,300	0,028
7.	9/3/2016	71	15	0,211	0,356	0,066
8.	10/3/2016	64	13	0,203	0,354	0,052
9.	11/3/2016	73	14	0,192	0,330	0,054

Tabel 4.6 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Peta *p* (Lanjutan)

No.	Tanggal produksi	Jumlah produksi yang diperiksa (unit)	Jumlah cacat (unit)	Proporsi cacat	UCL	LCL
10.	14/03/2016	68	24	0,353	0,527	0,179
11.	15/03/2016	63	10	0,159	0,297	0,021
12.	16/03/2016	58	11	0,190	0,345	0,035
13.	17/03/2016	69	14	0,203	0,348	0,058
14.	18/03/2016	69	12	0,174	0,311	0,037
15.	21/03/2016	64	11	0,172	0,314	0,030
16.	22/03/2016	66	12	0,182	0,324	0,040
17.	23/03/2016	69	26	0,377	0,552	0,202
18.	24/03/2016	60	11	0,183	0,333	0,033
19.	25/03/2016	72	12	0,167	0,299	0,035
20.	28/03/2016	60	15	0,250	0,418	0,082
Total		1.320	273	4,128	7,077	1,179

(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)

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 *trailing edge* CN-235 ditunjukkan pada Gambar 4.31.

Gambar 4.31 Peta kendali p untuk komponen *trailing edge* CN-235.

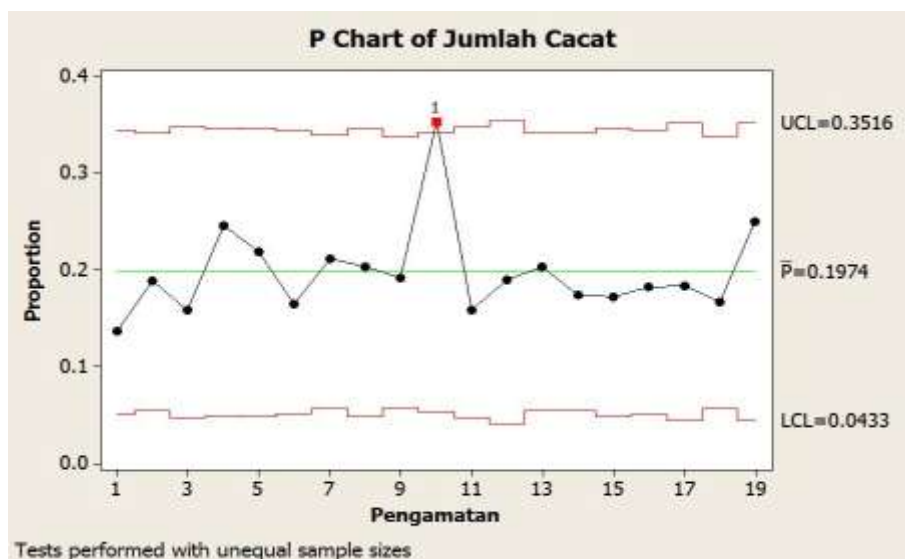
Berdasarkan gambar peta kendali p di atas dapat disimpulkan bahwa data yang diperoleh tidak seluruhnya berada dalam batas kendali yang telah ditetapkan. Terdapat satu titik yang berada diluar batas kendali yaitu pada tanggal 23 Maret 2016, sehingga bisa dikatakan bahwa proses tidak terkendali. Untuk itu perlu dilakukan perhitungan kembali dengan mengeliminasi satu data tersebut untuk mendapatkan proses yang stabil. Berikut adalah data hasil perhitungan peta kendali p revisi pertama dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Peta p Revisi Pertama.

No.	Tanggal produksi	Jumlah produksi yang diperiksa (unit)	Jumlah cacat (unit)	Proporsi cacat	UCL	LCL
1	1/3/2016	66	9	0,136	0,263	0,009
2	2/3/2016	69	13	0,188	0,329	0,047
3	3/3/2016	63	10	0,159	0,297	0,021
4	4/3/2016	65	16	0,246	0,406	0,086
5	7/3/2016	64	14	0,219	0,374	0,064
6	8/3/2016	67	11	0,164	0,300	0,028
7	9/3/2016	71	15	0,211	0,356	0,066
8	10/3/2016	64	13	0,203	0,354	0,052
9	11/3/2016	73	14	0,192	0,330	0,054

10	14/03/2016	68	24	0,353	0,527	0,179
11	15/03/2016	63	10	0,159	0,297	0,021
12	16/03/2016	58	11	0,190	0,345	0,035
13	17/03/2016	69	14	0,203	0,348	0,058
14	18/03/2016	69	12	0,174	0,311	0,037
15	21/03/2016	64	11	0,172	0,314	0,030
16	22/03/2016	66	12	0,182	0,324	0,040
17	24/03/2016	60	11	0,183	0,333	0,033
18	25/03/2016	72	12	0,167	0,299	0,035
19	28/03/2016	60	15	0,250	0,418	0,082
Total		1.251	247	3,751	6,524	0,978

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 *trailing edge* CN-235 dapat dilihat pada Gambar 4.32.



Gambar 4.32 Peta kendali p revisi pertama.

Berdasarkan gambar peta kendali p di atas dapat disimpulkan bahwa masih ada data yang berada diluar batas kendali. Terdapat satu data yang berada diluar batas kendali yaitu pada tanggal 14 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. Berikut adalah data hasil perhitungan peta kendali p revisi kedua dapat dilihat pada Tabel 4.8.

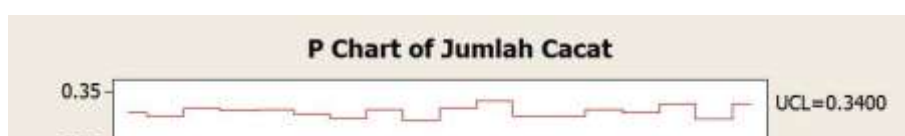
Tabel 4.8 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Peta p Revisi Kedua.

No.	Tanggal produksi	Jumlah produksi yang diperiksa (unit)	Jumlah cacat (unit)	Proporsi cacat	UCL	LCL
1.	1/3/2016	66	9	0,136	0,263	0,009
2.	2/3/2016	69	13	0,188	0,329	0,047
3.	3/3/2016	63	10	0,159	0,297	0,021
4.	4/3/2016	65	16	0,246	0,406	0,086
5.	7/3/2016	64	14	0,219	0,374	0,064
6.	8/3/2016	67	11	0,164	0,300	0,028
7.	9/3/2016	71	15	0,211	0,356	0,066

Tabel 4.8 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Peta p Revisi Kedua.

No.	Tanggal produksi	Jumlah produksi yang diperiksa (unit)	Jumlah cacat (unit)	Proporsi cacat	UCL	LCL
8.	10/3/2016	64	13	0,203	0,354	0,052
9.	11/3/2016	73	14	0,192	0,330	0,054
10.	15/03/2016	63	10	0,159	0,297	0,021
11.	16/03/2016	58	11	0,190	0,345	0,035
12.	17/03/2016	69	14	0,203	0,348	0,058
13.	18/03/2016	69	12	0,174	0,311	0,037
14.	21/03/2016	64	11	0,172	0,314	0,030
15.	22/03/2016	66	12	0,182	0,324	0,040
16.	24/03/2016	60	11	0,183	0,333	0,033
17.	25/03/2016	72	12	0,167	0,299	0,035
18.	28/03/2016	60	15	0,250	0,418	0,082
Total		1.183	223	3,398	5,998	0,798

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 *trailing edge* CN-235 dapat dilihat pada Gambar 4.33.

Gambar 4.33 Peta kendali p revisi kedua.

Berdasarkan gambar peta kendali p di atas, 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.

b. Perhitungan Nilai DPMO

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

1. Banyaknya Unit yang Diperiksa

Jumlah produksi komponen bagian sayap pesawat CN-235 (*trailing edge*) pada bulan Maret 2016 yaitu sebanyak 1.320 unit.

2. Banyaknya Unit yang Cacat

Jumlah produk cacat komponen *trailing edge* CN-235 pada bulan Maret 2016 yaitu sebanyak 273 unit.

3. Banyaknya CTQ Potensial Penyebab cacat

Karakteristik yang kritis bagi kualitas yang berpotensi untuk menjadi cacat terdapat 3 karakteristik kualitas (CTQ) yaitu benjol, gelombang, dan penyok.

4. Defect Per Million Opportunity (DPMO)

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

$$DPMO = \frac{273}{1.320 \times 3} \times 1.000.000$$

$$DPMO = 68.939,393 \approx 68.939 \text{ unit}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa jumlah cacat per satu juta kesempatan (DPMO) pada komponen *trailing edge* CN-235 adalah 68.939 unit.

c. Nilai Sigma

Nilai *sigma* dengan mengkonversikan nilai DPMO ke dalam tabel konversi DPMO berdasarkan konsep Motorola yang ada pada lampiran B. Pada tabel diketahui bahwa DPMO sebesar 68.939 berada pada nilai *sigma* 2,98-2,99. Untuk mengetahui nilai *sigma* yang sesungguhnya, maka dilakukan dengan cara interpolasi dimana nilai *sigma* 2,98 besarnya DPMO yaitu 69.437 dan pada nilai *sigma* 2,99 besarnya DPMO yaitu 68.112.

$$\frac{y_1 - y}{y - y_2} = \frac{x_1 - x}{x - x_2}$$

$$\frac{69.437 - 68.939}{68.939 - 68.112} = \frac{2,98 - x}{x - 2,99}$$

$$\frac{498}{827} = \frac{2,98 - x}{x - 2,99}$$

Keterangan			
y	=	68.939	
x ₁	=	2,98	x ₂ = 2,99
y ₁	=	69.437	y ₂ = 68.112

$$498 (x - 2,99) = 827 (2,98 - x)$$

$$498x - 1489,02 = 2464,46 - 827x$$

$$498x + 827x = 2464,46 + 1489,02$$

$$1.325x = 3953,48$$

$$x = \frac{3953,48}{1.325}$$

$$x = 2,983$$

Dari hasil perhitungan, didapatkan nilai *sigma* sebesar 2,983. 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 IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

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 (DPPP) 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 DPPP 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, CN-235, NBO105, NBK117, SA330 Puma, NAS332 Super Puma, dan Nbell 412. Hal ini kemudian berlanjut pada keberhasilan membuat pesawat N-250 dan N-2130, dimana 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:

- e. Dalam bidang *engineering*: sertifikasi JAA (otoritas Eropa) untuk CN-235-110, DGAC (otoritas sipil-RI), IMAA (otoritas militer-RI).
- f. Dalam bidang *manufacturing*: sertifikasi dari CASA-Spanyol, BHTI-AS, *Boeing-AS*.
- g. Dalam bidang *quality assurance*: sertifikasi dari GD-AS, *Bae-Inggris, Lockheed-AS, Boeing-AS, Daimler Benz Aerospace-Jerman*.
- h. Dalam bidang *product support & maintenance-overhaul-repair*: untuk *Aircraft Services* sertifikasi dari DGAC-RI. Hankam, Malaysia, *Engine Manufacturers* Amerika Serikat, Kanada, Inggris, Perancis, ISO-9002, serta DFGAC-RI untuk *Maintenance Organization*.

Dari sisi produksi, PT Dirgantara Indonesia telah menyerahkan sekitar 300 pesawat terbang dan helikopter, serta sistem senjata, komponen pesawat, dan jasa lainnya. Sekitar 4,825 miliar rupiah telah dihasilkan, dengan aset kini sekitar 4,642 miliar rupiah.

Perjalanan sejarah IPTN kemudian memasuki masa-masa sulit manakala krisis moneter yang menimpa Indonesia sejak pertengahan tahun 1997 ternyata meluas ke arah krisis multi dimensi yang meliputi bidang-bidang ekonomi, sosial, budaya, hukum, moral, dan Hankam. Dampak krisis tersebut memaksa pemerintah menyurutkan dukungan secara politis dan mengurangi suntikan dana yang sebelumnya merupakan sendi tempat IPTN bergantung. Hal inilah yang tidak diantisipasi oleh IPTN, diperparah lagi dengan kondisi internal IPTN yang secara finansial dan manajerial kurang mandiri.

Di tengah mulai memburuknya kondisi IPTN, Presiden Republik Indoneisa K.H. Abdurrahman Wahid pada tanggal 24 Agustus 2000

meresmikan perubahan nama dari PT IPTN menjadi PT Dirgantara Indonesia. Perubahan nama tersebut dimaksudkan untuk memberi nafas untuk mengubah paradigma baru bagi perusahaan. Meski persoalan yang timbul semakin rumit dan kompleks, hal ini disebabkan volume bisnis jauh lebih kecil dari sumber daya yang tersedia, pengaruh Serikat Pekerja-Forum Komunikasi Karyawan (SP-FKK) sangat besar dalam pengelolaan perusahaan, ketidakadaan modal kerja, direksi tidak berfungsi sebagaimana mestinya, beban hutang yang masih besar. Upaya penyelamatan PT Dirgantara Indonesia adalah aset nasional, industri strategis yang mendukung kepentingan nasional dan memiliki kemampuan kedingantaraan.

Dampak krisis ekonomi serta *Letter of Intent* (LOI) pemerintah dengan *International Monetary Fund* (IMF) pada tahun 1998, menyebabkan program perusahaan yang pada awalnya diperuntukkan pada pengembangan produk baru N250 dan N2130 menjadi terhenti dan perusahaan terfokus pada program terkontrak semisal CN-235.

Strategi penyelamatan yang dilakukan diawali dengan tahap *rescue* (sampai dengan Desember 2003), *recovery* (Januari-Desember 2004) dan kemudian dilanjutkan dengan tahap pertumbuhan bisnis. Penyelamatan perusahaan dan penanganan karyawan diantaranya dilakukan dengan:

- h. Program perumahan sementara yang berlaku bagi seluruh karyawan selama enam bulan untuk *stop-bleeding*, peningkatan produktifitas, dan pemulihan kepercayaan pelanggan.
- i. Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) luar biasa memutuskan untuk melakukan pinjaman modal kerja senilai 39 Juta dolar Amerika berkaitan dengan Pesanan Angkatan Udara Filipina (PAF)/ Tentara Udara Diraja Malaysia (TUDM)/ Maritim Patrol Aircraft Angkatan Udara (MPA-AU)/ PT Bae, restrukturisasi keuangan Penyertaan Modal Sementara (PMS) dan Rekening Dana Investasi (RDI) serta *Reform Leader Academy* (RLA), pencabutan surat keputusan sistem pengupahan 15/10/02 kembali ke sistem sebelumnya, seleksi ulang seluruh karyawan, rasionalisasi 6000 karyawan, jual aset *non-produktif* serta pengubahan susunan *Board Of Director* (BOD) dan *Board Of Commisioner* (BOC).
- j. Program seleksi ulang karyawan oleh konsultan SDM Independen.

- k. Program *re-staffing* (pemanggilan karyawan yang lolos seleksi ulang).
- l. Program Pemutusan Hubungan Kerja (PHK) dilakukan dengan sosialisasi secara bertahap dan sosialisasi melalui media massa.
- m. Program *re-deployment* atau *carrier change*, program berupa konversi kompetensi, penyaluran ke BUMN lain, penyaluran ke perusahaan swasta lain, penyaluran ke luar negeri, *training entrepreneurship* dan *family counseling*.
- n. Konsep PT Dirgantara Indonesia baru, *re-focus* lini usaha (terbagi menjadi *aircraft, aerostructure, maintenance dan engineering service*), organisasi baru, restrukturisasi sumber daya, bisnis proses baru, dan budaya perusahaan baru.

Arah dan strategi pembangunan perusahaan ditetapkan dalam tahap konsolidasi dan *survival* (2001-2003), tahap sehat dan tumbuh (2004 dan seterusnya) dengan langkah: reorientasi bisnis, restrukturisasi sumber daya manusia, dan organisasi, restrukturisasi keuangan dan permodalan, serta program peningkatan kinerja perusahaan (berupa peningkatan kinerja pemasaran, restrukturisasi usaha dan efisiensi operasi). Implementasi restrukturisasi perusahaan dimulai pada bulan April 1999 yang meliputi: reorientasi bisnis, reorientasi keuangan dan penataan ulang sumber daya manusia.

Melalui paradigma ini, PT Dirgantara Indonesia lebih berorientasi bisnis dengan memanfaatkan teknologi yang telah diserap selama tiga windu yang lalu sebagai ujung tombak dalam menghasilkan produk dan jasa.

Orientasi PT Dirgantara Indonesia 70% pada bisnis pesawat terbang serta kompetensi lain yang berkaitan dengan pesawat terbang, sementara 30% pada bisnis inti plasma. Dengan paradigma baru ini, PT Dirgantara Indonesia melahirkan enam *profit center*, dan tujuh *strategic business units*, serta lima usaha pendukung. Melalui implementasi restrukturisasi sejak April 1999 lalu, diharapkan industri ini menjadi institusi bisnis yang adaptif, efisien dengan memberdayakan unit-unit bisnis melalui otonomi, mempercepat pengambilan keputusan bisnis, serta meningkatkan efisiensi operasi.

Tahun 2012 merupakan momen kebangkitan PT Dirgantara Indonesia. Pada awal 2012 PT Dirgantara Indonesia berhasil mengirimkan empat pesawat CN-235 pesanan Korea Selatan. Selain itu, PT Dirgantara Indonesia juga sedang berusaha menyelesaikan tiga pesawat CN-235 pesanan TNI AL dan 24 Heli Super Puma dari

Eurocopter, perusahaan pembuat helikopter dan peralatan pendukungnya yang merupakan gabungan perusahaan milik Perancis dan milik Jerman.

Selain beberapa pesawat tersebut, Dirgantara Indonesia juga sedang menjajaki untuk membangun pesawat CN-295 (CN-235 *versi jumbo*) dan N219, serta kerja sama dengan Korea Selatan dalam membangun pesawat tempur siluman KFX.

PT Dirgantara Indonesia telah berhasil sebagai industri manufaktur dan memiliki diversifikasi produknya, tidak hanya bidang pesawat terbang, tetapi juga dalam bidang lain, seperti teknologi informasi, telekomunikasi, otomotif, maritim, militer, otomasi dan kontrol, minyak dan gas, turbin industri, teknologi simulasi, dan *engineering services*.

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

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.

Misi:

- d. Menjalankan usaha dengan selalu berorientasi pada aspek bisnis dan komersial serta dapat menghasilkan produk dan jasa yang memiliki keunggulan biaya.
- e. Sebagai pusat keuntungan bidang industri dirgantara terutama dalam rekayasa, rancang bangun manufaktur, produksi, dan pemeliharaan untuk kepentingan komersial dan militer, serta untuk aplikasi di luar industri dirgantara.
- f. Menjadikan perusahaan sebagai kelas dunia di industri global yang mampu bersaing dan mampu melakukan aliansi strategi dengan industri dirgantara

lainnya.

Tujuan Perusahaan:

Mampu menguasai dan mengembangkan teknologi kedirgantaraan yang memiliki “*Cost Competitiveness*” dalam bersaing di pasar internasional atau global agar dapat memberikan keuntungan dan dapat meningkatkan *shareholder value*, serta menjadi perusahaan yang mandiri secara bisnis guna mengurangi ketergantungan terhadap luar negeri.

4.1.3 Logo dan Makna Logo Perusahaan



Gambar 4.1 Logo PT Dirgantara Indonesia

(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)

Arti pada logo PT Dirgantara Indonesia:

- c. Warna biru angkasa melambangkan langit tempat pesawat terbang.
- d. Sayap pesawat terbang sebanyak tiga buah, yang melambangkan fase PT Dirgantara Indonesia yaitu:
 - 4. PT Industri Pesawat Terbang Nurtanio.
 - 5. PT Industri Pesawat Terbang Nusantara.
 - 6. PT Dirgantara Indonesia.
- g. Ukuran pesawat terbang yang semakin membesar melambangkan keinginan PT Dirgantara Indonesia untuk menjadi perusahaan dirgantara yang semakin membesar di setiap fasenya.
- h. Lingkaran melambangkan bola dunia di mana PT Dirgantara Indonesia ingin menjadi perusahaan kelas dunia.

4.1.4 Tata Letak Pabrik dan Satuan Usaha

PT Dirgantara Indonesia mempunyai proses produksi yang telah diatur pada setiap satuan usaha. Pada setiap bagian mempunyai proses produksi yang khusus dan mempunyai tenaga ahli tersendiri.

c. Lokasi PT Dirgantara Indonesia

PT Dirgantara Indonesia berlokasi di Jalan Pajajaran No. 154, Bandung, Jawa Barat. Lokasi tersebut sangat strategis karena terletak di kawasan yang tidak jauh dari pusat kota Bandung sehingga memudahkan karyawan menuju tempat kerja tersebut. Letak kawasan produksinya pun tidak menimbulkan banyak masalah bagi lingkungan pemukiman sekitarnya karena lokasinya yang cukup jauh dari perumahan warga.

d. Tata Letak Pabrik

PT Dirgantara Indonesia memiliki lahan 125,4 hektar dengan perbatasan sebagai berikut:

- 5. Sebelah utara : Gedung *Technical Support* PT Dirgantara Indonesia.
- 6. Sebelah timur : Masjid Habiburrahman.
- 7. Sebelah selatan : Bandara Husein Sastranegara Bandung.
- 8. Sebelah barat : Nusantara *Turbin Propose*.

PT Dirgantara Indonesia masih dalam satu lingkungan dengan kawasan Lapangan Udara Husein Sastranegara Bandung, dengan luas lahan yang dipergunakan seluas 88,2 Hektar. Selain di Bandung, PT Dirgantara Indonesia juga memiliki unit produksi di Tasikmalaya dan Surabaya.

8.1.5 Produk Yang Dihasilkan

PT Dirgantara Indonesia kini memfokuskan bisnisnya pada usaha, yakni:

f. Aircraft

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

8. 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)

9. CN-235.

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



Gambar 4.3 Pesawat CN-235

(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)

10. NBO-105.

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



Gambar 4.4 Helikopter NBO-105

(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)

11. 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)

12.NBELL-412.

Helikopter mampu membawa 13 penumpang, 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)

13.N-219

Pesawat ini untuk mengangkut penumpang maupun kargo. Pesawat yang dibuat dengan memenuhi persyaratan FAR 23 ini dirancang 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)

14.N-250

pesawat penumpang sipil (*airliner*) regional komuter turboprop. Pesawat ini merupakan primadona IPTN dalam usaha merebut pasar di kelas 50-70 penumpang dengan keunggulan yang dimiliki di kelasnya (saat diluncurkan

pada tahun 1995). Menjadi bintang pameran pada saat Indonesian Air Show 1996 di Cengkareng. Namun akhirnya pesawat ini dihentikan produksinya setelah krisis ekonomi 1997.



Gambar 4.8 Pesawat N-250
(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)

g. 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. Bisnis satuan usaha *aerostructure* meliputi:

1. Pembuatan komponen *aerostruktur* (*machined parts*, *sub-assembly*, *assembly*).
2. Pengembangan rekayasa (*engineering packaged*), pengembangan komponen *aerostruktur* yang baru.
3. Perancangan dan pembuatan alat-alat (*tool design* dan *manufacturing*).

Memberikan program-program kontrak tambahan (*sub-contract programs*) dan *offset*, untuk *Boeing*, *Airbus Industries*, *Bae System*, *Korean Airlines Aerospace Division*, *Mitsubishi Heavy Industries*, *AC CTRM Malaysia*.

Menghasilkan peralatan dan komponen pesawat:

5. *Airbus A380/A320/A321/A340/A350*.
6. *Boeing B-747/B-777/B-787*.
7. *Eurocopter MK-2 (EC225/EC725)*.
8. *Airbus Military CN-235/C295/C212-400*.

h. 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, dan perubahan:

3. Produk PT Dirgantara Indonesia: CN-235, NC-212-100/200, NBELL-412, NBO-105, NSA-330, dan NAS-332.

4. *Non-produk* PT Dirgantara Indonesia: B737-200/300/400/500, Cesna172, Enstrom 480B, BK-117, dan Bell-212.

i. *Engineering Service*

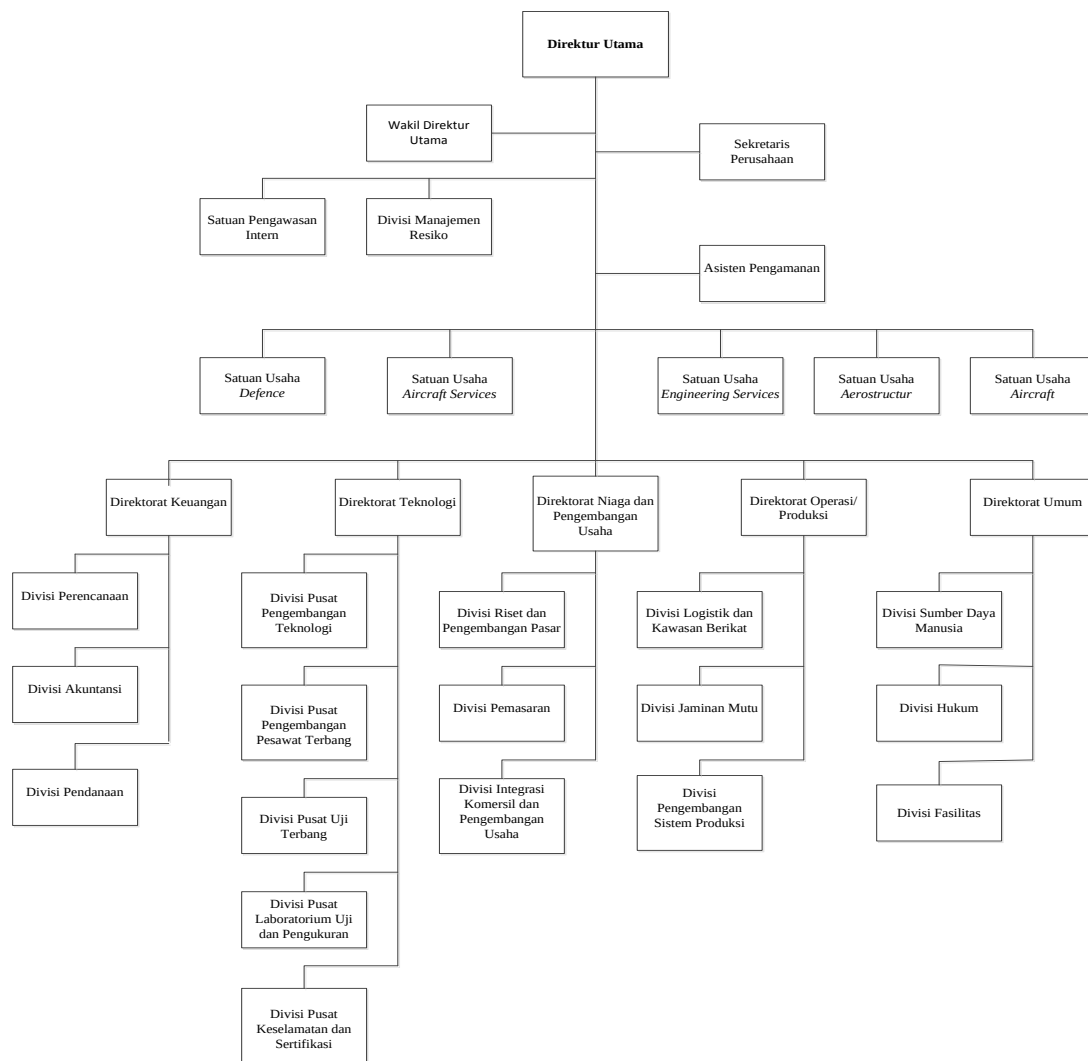
Engineering service dilengkapi dengan peralatan perancangan dan analisis yang canggih, fasilitas uji berteknologi tinggi, tenaga ahli berlisensi, dan berpengalaman standar internasional. Satuan usaha *engineering services* siap memenuhi kebutuhan produk dan jasa bidang teknik.

j. *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, dan SUT Torpedo.

8.1.6 Struktur Organisasi

Adapun struktur organisasi dari PT Dirgantara adalah sebagai berikut:



Gambar 4.9 Struktur Organisasi PT Dirgantara Indonesia
(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)

8.1.7 Job Description Perusahaan

Job description atau uraian jabatan, ialah gambaran mengenai apa yang harus dilakukan oleh si pemegang jabatan. *Job description* PT Dirgantara Indonesia yaitu:

q. Direktur Utama

Memimpin perusahaan agar menjadi lebih mandiri secara bisnis dan mampu bersaing di pasar internasional serta dapat penguasaan teknologi kedirgantaraan beserta pengembangan untuk mengurangi ketergantungan dari luar.

r. Wakil Direktur Utama

Membantu direktur utama untuk menjadi salah satu perusahaan pendorong pertumbuhan industri nasional dan menumbuhkan kekuatan bangsa di bidang kedirgantaraan untuk menunjang ketahanan dan keamanan nasional.

s. Sekretaris Perusahaan

Tugas dari Sekretaris perusahaan adalah sebagai berikut:

4. Memastikan perusahaan direksi sesuai dengan peraturan perusahaan dan ketentuan *Good Corporate Governance* (GCG), serta memfasilitasi pelaksanaan GCG melalui kegiatan-kegiatan perusahaan.
5. Mengembangkan dan mempertahankan citra perusahaan melalui kehumasan yang efektif.
6. Menyediakan sistem informasi komputasi bisnis yang handal guna mendukung proses bisnis dan kegiatan perusahaan yang efektif, efisien dan menguntungkan.

t. Satuan Pengawasan *Intern*

Melaksanakan sistem pengamanan perusahaan secara fisik dan non fisik terhadap segala kemungkinan bahaya/ bencana agar terdapat kesatuan cara bertindak untuk pencegahan, penanggulangan yang berdaya guna dan berhasil guna, sehingga pelaksanaannya dapat menjamin untuk mewujudkan rasa, situasi aman, tentram, tertib, teratur dalam rangka menunjang visi, misi serta tujuan perusahaan.

u. Divisi Manajemen Resiko

Sebagai pedoman dan arahan tentang pengelolaan resiko yang mungkin terjadi dalam menjalankan kegiatan-kegiatan dalam rangka mencapai tujuan perusahaan, untuk meminimalkan dampak negatif yang kemungkinan akan terjadi.

v. Asisten 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.

w. Satuan Usaha *Defence*

Bisnis utama satuan usaha *defence* dari produk-produk militer, perawatan, perbaikan, pengujian dan kalibrasi baik secara mekanik maupun elektrik dengan tingkat akurasi yang tinggi, integrasi alat-alat perang, serta produksi beragam sistem senjata.

x. Satuan Usaha *Aircraft Services*

Dengan keahlian dan pengalaman bertahun-tahun. Unit usaha *aircraft services* menyediakan pemeliharaan pesawat dan helikopter berbagai jenis.

y. Satuan Usaha *Engineering Services*

Dilengkapi dengan peralatan perancangan dan analisis yang canggih, fasilitas uji berteknologi serta tenaga ahli yang berlisensi dan berpengalaman standart internasional. Satuan usaha *engineering services* siap memenuhi kebutuhan produk dan jasa bidang *engineering*.

z. Satuan Usaha *Aerostructur*

Didukung oleh tenaga ahli yang berpengalaman dan mempunyai pengalaman tinggi dalam manufaktur pesawat, dilengkapi pula dengan fasilitas manufaktur dengan ketetapan tinggi, seperti mesin-mesin canggih, bengkel dan pengelasan.

aa. Satuan Usaha *Aircraft*

Memproduksi beragam pesawat untuk memenuhi berbagai misi sipil, militer dan juga misi khusus. Pesawat berkapasitas 19-24 penumpang, dengan beragam versi, dapat lepas landas dan mendarat dalam jarak pendek serta mampu beroperasi pada landasan rumput/tanah.

bb. Direktorat Niaga dan Pengembangan Usaha

Dibagi menjadi tiga divisi yang terdiri dari:

4. Divisi Riset dan Pengembangan Pasar

c) Membuat strategi, kebijakan dan prosedur yang mengarah pada perencanaan riset, pengembangan pasar yang handal dalam rangka meningkatkan peluang-peluang bagi produk-produk perusahaan serta demi tercapainya sasaran-sasaran pemasaran perusahaan.

d) Memastikan bahwasanya keputusan-keputusan perusahaan didasarkan peluang dan kebutuhan pasar.

5. Divisi Pemasaran

Melakukan koordinasi untuk persiapan kontrak pemasaran produk dan jasa perusahaan dari seluruh fungsi-fungsi yang ada di dalam perusahaan serta

menjaga hubungan dengan konsumen untuk program yang sedang berjalan, termasuk adanya program yang akan datang.

6. Divisi Integrasi Komersil dan Pengembangan Usaha

Menyiapkan kreasi-kreasi solusi bisnis untuk mencapai target pemasaran dan penjualan serta menjaga kesinambungan bisnis perusahaan.

cc. Direktorat Teknologi

Dibagi menjadi lima divisi yang terdiri dari:

6. Divisi Pusat Pengembangan Teknologi

Sebagai pedoman dan arahan dalam proses pemilihan dan penentuan langkah yang diperlukan untuk mengembangkan teknologi yang akan diintegrasikan ke dalam produk dan produk yang terkait dengan teknologi kedirgantaraan serta menjaga kesiapan seluruh peralatan pengembangan teknologi sehingga dalam mengintegrasikan seluruh proses pengembangan teknologi dan peralatan yang dipilih akan dicapai rangkaian proses yang paling efisien, efektif dan kompetitif.

7. Divisi Pusat Pengembangan Pesawat Terbang

Sebagai pedoman dan arahan dalam merancang, mengelola serta melaksanakan publikasi dan komunikasi antara perusahaan dengan publik perusahaan, baik internal maupun eksternal melalui berbagai media komunikasi massa untuk menciptakan hubungan baik dan harmonis dalam upaya menjaga meningkatkan citra perusahaan.

8. Divisi Pusat Uji Terbang

Sebagai pedoman dan arahan dalam pelaksanaan penyediaan dan pengelolaan sistem informasi manajemen di dalam perusahaan, sehingga dapat mendukung bisnis perusahaan secara efektif, efisien dan pada tingkat resiko yang dapat dikelola perusahaan serta dapat meningkatkan keunggulan kompetitif perusahaan.

9. Divisi Pusat Laboratorium Uji dan Pengukuran

Sebagai pedoman dan arahan tentang hirarki, penyiapan, pemeriksaan, persetujuan dan penerbitan command media, tulisan dinas serta sistem administrasinya agar tercapai visi, misi dan tujuan perusahaan secara efektif dan efisien.

10. Divisi Pusat Keselamatan dan Sertifikasi

Sebagai pedoman dan arahan dalam pengelolaan keselamatan, kesehatan kerja dan lingkungan hidup yang bertujuan untuk memberikan perlindungan bagi tenaga kerja dan mitra kerja serta lingkungannya.

dd. Direktorat Operasi/Produksi

Dibagi menjadi tiga divisi yang terdiri dari:

4. Divisi Logistik dan Kawasan Berikat

Menghimpun, menganalisa *supplier* yang masih bermasalah baik secara sistem maupun *manual* dan membuat proposal pengganti material pesawat ke bagian *engineering*.

5. Divisi Jaminan Mutu

Menjamin bahwa operasional perusahaan sudah diperbaiki secara berkesinambungan, sehingga menghasilkan produk yang unggul kualitasnya di dunia, menjamin kepuasan pelanggan bagi seluruh produk dan jasa perusahaan, memastikan kesesuaian semua proses produk terhadap persyaratan aturan keselamatan penerbangan yang berlaku di Indonesia serta *authority* asing.

6. Divisi Pengembangan Sistem Produksi

Sebagai pedoman dan arahan pengelolaan pengadaan barang/ material, properti jasa dengan menjamin pelaksanaan yang transparan, memperlihatkan mutu yang tinggi, harga yang optimal, etika bisnis yang layak, tepat waktu, menjaga citra perusahaan serta kepercayaan dari pelanggan dan pemasok.

ee. Direktorat Keuangan

Dibagi menjadi tiga divisi yang terdiri dari:

4. Divisi Perencanaan

Merencanakan, melaksanakan, menetapkan arah, sasaran dan strategi yang jelas untuk masa depan perusahaan dalam menghadapi perubahan lingkungan eksternal dan internal.

5. Divisi Akuntansi

Merencanakan, menyusun, memelihara prosedur, sistem akuntansi dan kebijakan akuntansi sesuai perkembangan proses bisnis perusahaan beserta mengimplementasikan dan mengendalikan pelaksanaan prinsip- prinsip akuntansi yang ditetapkan ikatan akuntansi dalam proses pencatatan akuntansi.

6. Divisi Pendanaan

Mengatur likuiditas perusahaan dan bertanggung jawab atas kelancaran, pelaksanaan pengamanan baik penerimaan maupun pembayaran, serta melakukan pengembangan terhadap penajagan sumber pendanaan yang baru yang menguntungkan bagi perusahaan.

ff. Direktorat Umum

Dibagai menjadi tiga divisi yang terdiri dari:

4. Divisi Sumber Daya Manusia

Sebagai pedoman dan arahan untuk pengelolaan Sumber Daya Manusia (SDM) yang mengakomodasikan prinsip-prinsip manajemen SDM sehingga terdapat ketersediaan SDM yang efektif dan efisien sesuai kebutuhan perusahaan dan peraturan perundang-undangan yang berlaku dalam mendukung tujuan perusahaan.

5. Divisi Hukum

Merencanakan, mengkoordinir dan mengendalikan pembuatan pemrosesan semua produk hukum perusahaan dalam bentuk ketentuan/ peraturan hukum guna kelancaran pelaksanaan aktivitas perusahaan serta menerbitkan serta produk hukum dalam bidang bisnis untuk melegitimasi bisnis perusahaan dan berkewajiban menyelesaikan permasalahan hukum yang timbul berdasarkan ketentuan perundang-undangan nasional dan internasional yang berlaku.

6. Divisi Fasilitas

Menciptakan, mengelola dan mengembangkan bisnis umum yang menjadi bidang usaha divisi fasilitas: Penyewaan gedung, transportasi darat/udara, kesehatan, telekomunikasi, membuat perencanaan, pelaksanaan pemeliharaan, dan renovasi pengembangan fasilitas.

8.1.8 Sistem Ketenagakerjaan

d. Tata Tertib Kerja.

Setiap pekerja pada jam kerja diharuskan:

5. Datang pada waktu tepat.
6. Berpakaian kerja yang rapi.
7. Menerima tamu yang bersifat pribadi, apabila telah diperbolehkan oleh atasan.
8. Menjaga dengan baik alat-alat perlengkapan kerja dan fasilitas perusahaan dengan penuh tanggung jawab.

e. Jadwal Waktu Kerja.

Sesuai dengan peraturan perusahaan yang berlaku, jadwal waktu kerja PT Dirgantara Indonesia adalah sebagai berikut:

3. Hari Senin – Kamis pukul : 07.30 – 16.30 WIB

(Jam istirahat 11.30-12.30 WIB)

4. Hari Jum'at pukul : 07.30 – 17.00 WIB

(Jam istirahat 11.30-13.00 WIB)

f. Keselamatan Kerja.

Keselamatan kerja dan kesehatan para pekerja sudah sepatutnya menjadi faktor utama baik dalam pemikiran maupun dalam tindakan dari setiap manajemen.

4. Arti Keselamatan Kerja.

c) Menjamin keutuhan dan kesempurnaan jasmani dan rohani manusia serta karya dan budayanya ditunjukan pada kesejahteraan masyarakat pada khususnya dan manusia pada umumnya.

d) Menjamin keselamatan kerja baik jasmani maupun rohani manusia.

5. Pencegahan Kecelakaan.

Untuk melaksanakan pencegahan terlebih dahulu kita harus tau sebab-sebab terjadinya kecelakaan itu sendiri:

c) Kondisi Membahayakan (*Unsafe Condition*).

Yaitu keadaan yang berbahaya misalnya mesin rusak tetapi masih dioperasikan.

d) Perbuatan Membahayakan (*Unsafe Acts*).

Yaitu perbuatan yang membahayakan baik bagi dirinya maupun orang lain.

6. Alat Keselamatan Kerja.

Adapun alat yang digunakan untuk mencegah terjadinya kecelakaan dalam bekerja secara umum adalah sebagai berikut:

h) Sarung tangan.

i) Masker.

j) Pakaian Kerja (*Wear Pack*).

k) Sepatu Kerja.

l) Kacamata Kerja.

m) Earphone.

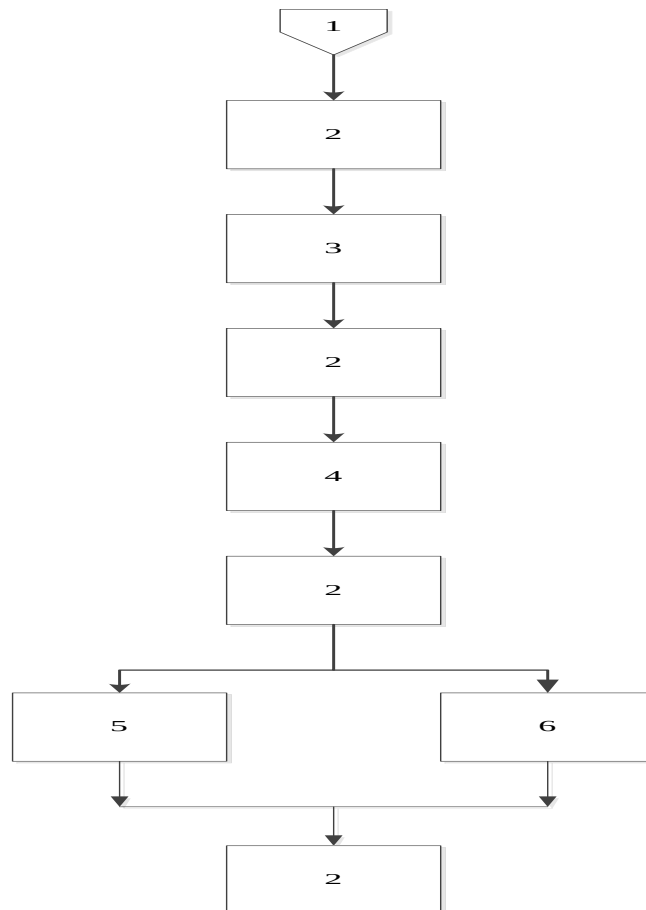
n) Usaha-Usaha Kesejahteraan Bagi Karyawan.

Karyawan adalah kekayaan yang paling berharga dan cukup berperan dalam perkembangan suatu perusahaan. PT Dirgantara Indonesia memandang perlu memberikan dan menyediakan berbagai fasilitas penunjang guna meningkatkan kesejahteraan para karyawan, diantaranya:

6. *Masjid.*
7. *Asuransi Tenaga Kerja.*
8. *Kantin.*
9. *Poliklinik.*
10. *Tunjangan Hari Raya (THR).*

8.1.9 Unit-Unit Produksi

Berikut alur unit-unit produksi:



Gambar 4.10 Diagram Alir Unit-Unit Produksi

(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)

Keterangan:

7. Gudang Penyimpanan.
8. *Quality Assurance* (QA).
9. Pemotongan Awal (*Pre Cutting*).
10. Pabrikasi (Pembuatan Komponen).
11. Sayap Putar (*Rotary Wing*).
12. Sayap Tetap (*Fixed Wing*).

e. Gudang Penyimpanan.

Sebelum bahan baku diproses menjadi komponen, terlebih dahulu dilakukan evaluasi dan *quality assurance* melalui inspeksi dengan merusak atau inspeksi tanpa merusak. Pengujian ini dilakukan dengan maksud untuk mengetahui kualitas dan adanya korosi. Selanjutnya, bahan baku tersebut ditempatkan di gudang penyimpanan sesuai spesifikasinya.

f. *Quality Assurance* (QA).

Quality Assurance adalah bagian dari manajemen mutu yang difokuskan pada penyediaan keyakinan bahwa persyaratan mutu akan dipenuhi. Jaminan kualitas memastikan bahwa apa yang dilakukan adalah hal yang benar dengan cara yang benar. *Quality Assurance* mempunyai fungsi yang lebih proaktif. Oleh karena itu, program jaminan kualitas memberikan kualitas yang lebih tinggi dari pekerjaan.

g. Pemotongan Awal (*Pre Cutting*).

Bahan baku yang sudah diperiksa dikirim ke bagian *Pre-Cutting* sesuai dengan permintaan bagian produksi disertai dengan *job card* yang tersedia. Proses ini dilaksanakan antara lain untuk menghemat bahan yang diproses, memudahkan pelaksanaan, dan pengontrolan bahan.

h. Pabrikasi (Pembuatan Komponen).

Bagian ini bertugas membuat komponen pesawat terbang dan helikopter serta membuat dan menyiapkan *tool* dan *jig* sebagai alat bantu pembuatan komponen. Pada pabrikasi terdapat empat macam proses, yaitu:

5. *Sheet Metal Forming*.
6. *Machining*.
7. *Heat Treatment*.
8. *Welding*.

Pembuatan komponen dilakukan melalui proses permesinan maupun tidak (di *machining shop* maupun *sheet metal forming*). Perlakuan lain yang diterapkan untuk komponen di atas:

f) *Heat Treatment*.

Heat Treatment adalah suatu perlakuan yang diterapkan terhadap bahan baku sehingga lebih memudahkan proses pembuatan komponen. Proses yang dilakukan antara lain: pengerasan, pelunakan, dan penormalan kembali. Ketiga hal tersebut dilakukan dengan cara pemanasan, pendinginan, dan kombinasi antara pemanasan dan pendinginan. Komponen yang memerlukan perlakuan di atas adalah komponen yang dibuat dengan cara pengepresan.

g) *Surface Treatment*.

Surface Treatment adalah suatu perlakuan pelapisan komponen secara kimiawi sehingga komponen lebih tahan korosi. Selain di atas, terdapat perlakuan lain terhadap komponen dengan cara *chemical milling*. Komponen yang mendapat perlakuan di atas antara lain yang dibuat *sheet metal forming*, *machining shop* juga komponen-komponen yang dibentuk dengan cara *stretch forming* dan *rubber press*.

h) Pengecatan Dasar.

Pengecatan dasar adalah suatu perlakuan lanjut agar komponen-komponen di atas lebih tahan korosi. Sebelum komponen-komponen tersebut dirakit pada divisi *fixed wing* dan *rotary wing* diadakan pengujian akhir oleh bagian *quality assurance* sesuai data yang tercantum dalam dokumen.

i) Perakitan Sayap Putar (*Rotary Wing*).

Bertugas merakit pesawat helikopter dari struktur awal sampai akhir final termasuk di dalamnya mesin, sistem elektrik, sistem elektronik penerbangan, *interior*. Perakitan yang disesuaikan dengan pesanan atau kebutuhan pesan yang disesuaikan dengan misi dan fungsi pesawat tersebut dalam operasi.

j) Perakitan Sayap Tetap (*Fixed Wing*).

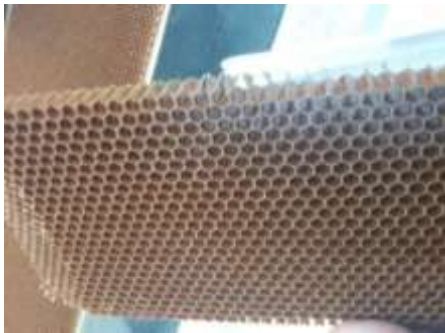
Bertugas merakit pesawat bersayap tetap dan proses perakitannya sama seperti *rotary wing*.

4.1.10 Proses Produksi Pada Bagian Sayap Pesawat CN-235

Adapun bahan baku yang digunakan dalam proses produksi pada bagian sayap pesawat CN-235 yaitu:

b. Material Utama

- 8) Logam Aluminium Clad 2024-T3 dan Bare 7075-T6 digunakan sebagai *layer* dasar penyusun penggabungan pada logam.
- 9) *Adhesive Primer* Z.15.915 merupakan bahan perekat dasar pembuatan komponen penggabungan metal.
- 10) *Adhesive Film* Z.15.441 merupakan material pengikat yang berupa lembaran digunakan untuk struktur *metal to metal*.
- 11) *Adhesive Film* Z.15.429 merupakan material pengikat, digunakan untuk *sandwich-logam, metal to metal, metal to non metal*.
- 12) *Adhesive Foam* Z.15.415 adalah material yang digunakan untuk menyambung *honeycomb*.



Gambar 4.11 *Honeycomb*



Gambar 4.12 *Adhesive Foam*

(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)

b. Material Bantu

Material bantu adalah material yang digunakan sebagai pendukung pada pembuatan komponen *bonding* dan komposit pada metal.

- 6) *Release Film* adalah sejenis plastik yang tahan terhadap temperatur tinggi. Penggunaan *release film* adalah pada saat polimerisasi di *autoclave*.



Gambar 4.13 *Release Film*
(Sumber : PT Dirgantara Indonesia)

- 7) *Release Agent* berfungsi untuk melapisi cetakan (*mold*) agar pada saat *debagging*, komponen tidak menempel pada *mold*.



Gambar 4.14 *Release Agent*
(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)



Gambar 4.15 *Air Weave*
(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)

- 8) *Air Weave* berfungsi untuk mengalirkan udara pada proses *bagging* sehingga hasil dari proses *bagging* dapat merata ke seluruh bagian komponen.
- 9) *Bagging Film* berfungsi untuk membungkus komponen pada saat proses polimerisasi di *autoclave* dan sebagai alat proses dan melindungi.
- 10) *Sealant Tape* berfungsi untuk melekatkan tepi *Bagging Film* dengan cetakan (*mold*) agar tidak terjadi kebocoran.



Gambar 4.16 *Sealant Tape*
(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)



Gambar 4.17 *Flash Breaker*
(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)

- 13) *Flash Breaker* berfungsi untuk membatasi *excess adhesive* yang berlebih.
- 14) *Nylon* berfungsi untuk meyerap resin pada *adhesive* yang berlebih.

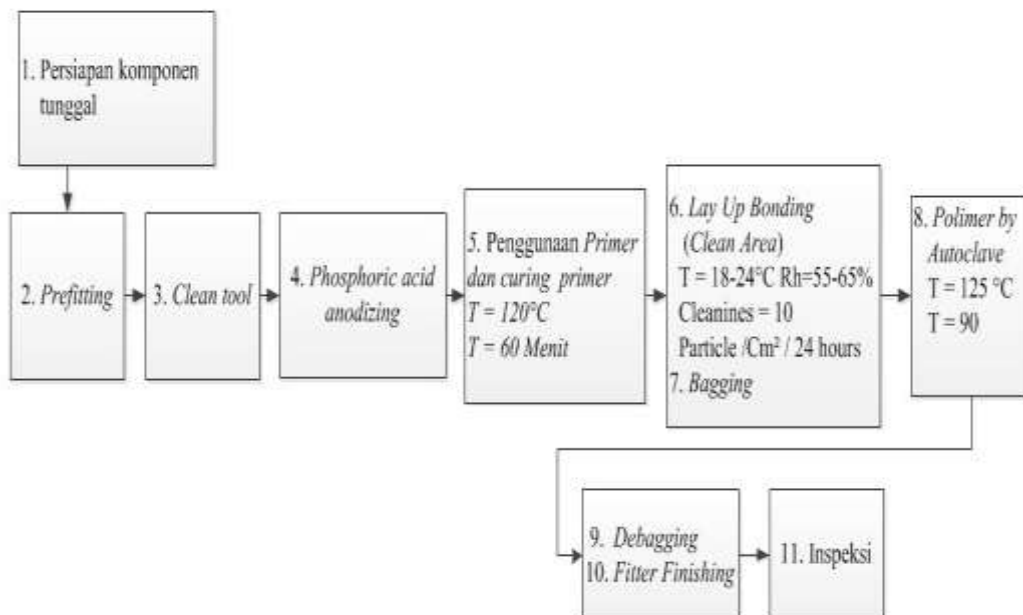
4.1.11 Pengertian *Bonding*

Bonding merupakan suatu proses penggabungan antara dua buah komponen atau lebih dengan menggunakan *adhesive* sebagai perekatnya. Dilihat dari segi pemanasannya, proses penggabungan dibagi menjadi dua jenis yaitu:

- c. Proses penggabungan dengan pengeringan pada ruang temperatur (*room temperature*). Proses penggabungan ini merupakan proses pengeringan tanpa memerlukan alat khusus dengan jangka waktu tertentu, dan *adhesive* yang digunakan berbentuk cairan.
- d. Proses penggabungan dengan pemanasan suhu tinggi (*autoclave*). Proses penggabungan ini merupakan proses pengeringan dengan pemanasan suhu tinggi, tekanan tertentu, dan menggunakan *adhesive film* dan *adhesive foam*.

8.1.12 Proses *Bonding*

Berikut diagram alir proses *bonding*:



Gambar 4.18 Diagram alir proses *bonding*

(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)

l. Persiapan komponen tunggal

Sebelum dipakai dalam proses *bonding*, komponen tunggal harus disiapkan terlebih dahulu sesuai dengan prosedur yang ditentukan. Permukaan logam dibersihkan menggunakan majun yang telah dibasahi *Metil Ethil Keton* (MEK), sampai benar-benar bersih dan kering. Kemudian untuk proses selanjutnya jika ingin memegangnya harus menggunakan sarung tangan sebagai pelindung.

m. Prefitting

Proses *Prefitting* dimaksudkan untuk menyesuaikan antara material, *tool*, dan gambar tekniknya. Material sebelum digunakan, dicek terlebih dahulu geometri dan dimensinya menggunakan *depth gauges* dan *micrometer*. Ketebalan material harus sama dengan ketebalan yang ada di gambar teknik.

n. Clean Tool

Clean tool adalah peralatan yang digunakan untuk membantu proses manufaktur pada komponen. Jenis komponen yang digunakan dalam proses manufaktur adalah *tool* dengan kode PEAU. *Tool* ini digunakan sebagai cetakan (*mold*) dalam proses *lay up bonding* untuk membentuk komponen dengan bentuk dan dimensi yang sesuai dengan gambar tekniknya. *Tool* dapat terbuat dari logam atau komposit yang memiliki ketahanan panas yang lebih jauh tinggi dari material yang akan dimanufaktur. Sebelum *tool* digunakan dalam manufaktur maka *tool* harus dibersihkan dahulu dari kotoran-kotoran yang terdapat pada permukaan *tool*. Membersihkannya menggunakan majun yang sudah dibasahi cairan aseton atau *Metil Ethil Keton* (MEK) kemudian dioleskan ke bagian atas permukaan *tool* sampai bersih. Selanjutnya *tool* dilapisi dengan *release agent*. Sebelum dipakai untuk manufaktur komponen, *tool* didiamkan selama 60 menit didalam ruang penyimpanan.

o. Phosphoric Acid Anodizing (PAA)

Phosphoric Acid Anodizing adalah proses yang bertujuan untuk memberikan warna. Pelat yang sudah direndam dengan larutan *Phosphoric Acid Anodizing* akan menghasilkan warna pelangi jika disinari lampu, terjadi karena ada ion-ion yang masuk pada pelat ketika direndam pada larutan. Komponen yang melalui proses ini terbuat dari metal dan tidak boleh

mengalami korosi. Agar komponen yang dipakai bisa tahan terhadap korosi maka dilakukan proses *anodizing*, selain itu proses ini juga dapat menambah daya rekat *adhesive* ketika proses *bonding*.

Dalam proses *Phosphoric Acid Anodizing* melibatkan beberapa tahapan, diantaranya:

9) *Vapour Degreasing* (Pembersihan dengan uap)

Unit pembersihan dengan menggunakan uap bertujuan untuk menghilangkan lemak yang menempel pada permukaan logam. Cairan pembersihnya adalah cairan *Tri Cloro Etilena* (TCE) dengan titik didih 87° C. Hal-hal yang harus diperhatikan pada unit ini adalah:

c) Pembersihan dengan uap dilakukan sesuai dengan prosedur, menggunakan campuran PS-20-0-35-0014.

d) Pelat sebelum dimasukkan ke dalam larutan harus benar-benar kering.

10) *Alkaline Cleaning*

Alkaline cleaning bertujuan untuk membersihkan sisa kotoran dan lemak yang masih menempel pada komponen, spesifikasi tahapan ini adalah:

e) Larutan kimia : Turco 4215S (30-45 gr/l)

f) *Volume* : 52.000 L

g) *Temperature* : 60-68(° C)

h) Waktu : 10-15 menit.

11) *Rinsing I*

Rinsing I adalah proses pencucian setelah proses sebelumnya, yang menggunakan air deionisasi. Setelah proses pencucian dilakukan uji *water break free*, yaitu uji kelayakan pencucian. Permukaan kulit logam dengan waktu 5 menit pencucian dikatakan baik atau tidak dari aliran air. Jika tidak ada aliran yang pecah, maka pencucian belum layak sehingga proses pembersihan *alkaline* harus diulang kembali sampai permukaan metal dapat dipindahkan ke dalam tangki berikutnya.

Spesifikasi tahapan ini:

d) *Volume* : 45.000 L

e) *Temperature* : room temperature

f) Waktu : 5 menit

12) *Deoxidizing* (Deoksidasi)

Deoxidizing berguna untuk mengikis kotoran pada permukaan komponen yang tidak dapat dihilangkan dengan *alkaline*. Deoxidizing berfungsi untuk menambah daya rekat (*adhesive*) pada proses *bonding* karena pori-pori pelat dapat terbuka. Spesifikasi tahapan ini:

i) Volume : 50.000 L

j) *Deoxidizer* : 4.5-13.5 (gr/l)

k) HNO_3 : 75-150 (gr/l)

l) Cu : 0.20 (gr/l)

m) Al : 17.29 (gr/l)

n) *Etching Rate* : 3.81-10.16 $\mu\text{m}/\text{face}/\text{hr}$

o) Temperatur : 18-32 ($^{\circ}\text{C}$)

p) Waktu : 1-10 menit

13) *Rinsing II*

Tahapan ini sama dengan tahapan *rinsing I*, hanya saja waktu yang dibutuhkan menjadi 15 menit.

14) *Phosphoric Acid Anodizing*

Phosphoric Acid Anodizing adalah inti dari proses anodizing. Pada tahap ini pori-pori material yang terbuka akan sedikit tertutup karena proses anodizing. Disini proses oksidasi terjadi, sehingga pori-pori tadi sedikit tertutup oleh oksida dari material itu sendiri. Spesifikasi tahapan ini:

g) Volume : 53.000 L

h) H_3PO_4 : 100-120 (gr/l)

i) Cd (clad) : 0.11-0.22 (Amp/dm^2)

j) Temperatur : 23-28 ($^{\circ}\text{C}$)

k) Waktu : 20-25 menit

l) Tegangan : 15 ± 1 volt

15) *Rinsing III*

Tahapan ini sama seperti tahapan *rinsing II* dengan waktu 15 menit.

16) *Pengeringaan* (*Drying*)

Drying adalah proses pengeringan dimana komponen tunggal yang telah dilakukan PAA kemudian dikeringkan secara sempurna di dalam oven (*druing tank*) dengan sirkulasi udara panas pada temperatur maksimum 70°C selama 30 menit $\pm$ 1 menit, kemudian dipindahkan ke tempat yang bersih.

p. Penggunaan *Primer* dan *Curing Primer*

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

3. Mencegah korosi pada permukaan komponen
4. Menambah daya rekat (*adhesive*) pada permukaan sebelum proses *bonding*.

Ketebalan primer mempengaruhi sifat dan ketebalan sambungan. *Range* ketebalan yang disyaratkan sebesar 4-10 μm . Jika ketebalan primer melebihi 10 μm maka kekuatan mekanik dari sambungan akan menurun. Hal ini juga akan terjadi pada ketahanan korosinya jika ketebalan *primer* kurang dari 4 μm . *Adhesive Primer* yang biasa digunakan adalah *adhesive primer* BR 127 atau Z.15.915, zat ini biasa disimpan dalam *cooling storage* dengan suhu $\pm$ -18°C untuk menjaga ketahanan nya untuk jangka waktu lama. Agar tidak terjadi kondensasi, kaleng *adhesive primer* yang baru diambil dari ruangan pendinginan sebelum digunakan, didiamkan terlebih dahulu dalam suhu kamar.

Proses pemakaiannya dilakukan dengan *spray gun* yang dilengkapi pengaduk. Karena sifatnya yang mudah mengendap, maka diperlukan pengaduk untuk mengaduk selama proses penyemprotan. Penyemprotan disesuaikan dengan ketebalan serta luas tertentu. Kemudian komponen dikeringkan pada suhu ruangan minimal 30 menit dan maksimal 120 menit. Setelah dikeringkan, proses selanjutnya adalah pengeringan di dalam oven selama 1 jam pada suhu $120 \pm 5^\circ \text{C}$.

q. *Lay Up Bonding*

Proses *lay up* merupakan proses inti dalam manufaktur komponen. Proses ini dilakukan di dalam ruangan khusus yaitu ruangan *Clean Control Area* (CCA) dan para pekerja diharuskan memakai pelindung, seperti sarung tangan yang bersih dan kering, jas laboratorium (berwarna putih), dan *rubber shoe*. Hal ini dilakukan

karena proses *lay up* sangat sensitif. Jika terdapat kotoran yang menempel akan menyebabkan terjadinya *unbounded* dan bisa mengakibatkan komponen *reject*.

Berikut merupakan spesifikasi atau standart ruangan CCA proses *lay up*:

Temperatur : 18-24 ($^{\circ}\text{C}$)

RH (Relatif Humidity) /Kelembaban : 55-65 (%)

r. **Bagging**

Bagging adalah proses pembungkusan komponen dengan *vacuum bag* untuk memberikan efek penekanan pada saat proses *curing*. Tujuan 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 aktual *vacuum bag* (P_0).



Gambar 4.19 Proses *Bagging*

(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)

$$P = P_1 - P_0$$

Tekanan (P_0) di dalam *vacuum bag* biasanya sebesar 1 atm. Pada beberapa kasus penting, tekanan ditahan di bawah 1 atm. Material yang digunakan sebagai *vacuum bag* adalah film yang fleksibel dari *polyvinyl alcohol*, *polyester*, *polytetra fluoroethylene*, *polyamide*, *polyvinyl fluoride* dan sebagainya. *Bagging* dilakukan setelah komponen laminasi dengan penyusunan selanjutnya, yaitu:

6. Pemasangan *thermocouple* yang harus menyentuh *tool*, ujung *thermocouple* harus benar-benar bersatu dan tertutup oleh *flash breaker*.

7. Pemasangan *release film* di atas *tool* untuk membatasi *airwave* dengan *tool* agar tidak menempel saat masuk *autoclave*.
8. Pemasangan *air weave* di atas panel, dan *airlock* dipasang secara berjauhan diatas *air weave* pada area *tool*.
9. Pemasangan *vaccum bag* diatas *air weave* dan tidak boleh terlalu tegang agar tidak terjadi kebocoran saat *vacuum*.
10. Pemasangan lubang *vacuum* dan dihubungkan di atas *airlock* yang ada dan lubang *vacuum* dalam keadaan terkunci.



Gambar 4.20 Airlock



Gambar 4.21 Thermocouple



Gambar 4.22 Autoclave

(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)

s. Polimerisasi

Proses polimerisasi terdiri dari 3 tahap:

4. Tahap Pemanasan (*Heat Up*)

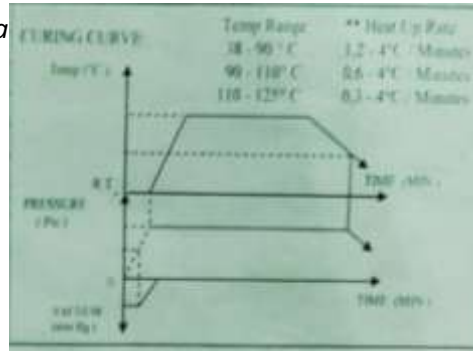
Pada tahap pemanasan temperatur dinaikkan dari temperatur ruang hingga temperatur polimerisasi dengan laju $0,5 - 5^{\circ}\text{C} / \text{menit}$.

5. Tahap Stabilisasi (*Heating*)

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

6. Tahap Pendinginan (*Cooling*)

Menurunkan temperatur sampai 50°C, sehingga panel dapat dikeluarkan dari *autoclave*. Laju pendinginan tidak boleh melebihi 3°C per menit dan dianjurkan laju pendinginan sama dengan laju pemanasan untuk menghindari efek deformasi pada panel atau a



Gambar 4.23 *Curing Curve*
(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)

Tekanan selama proses harus dijaga karena akan mempengaruhi secara langsung sambungan dan kualitas dari panel. Tekanan yang tidak merata akan menyebabkan terjadinya daerah yang tidak mengandung *adhesive* (*undounded area*), sedangkan jika tekanan berlebihan akan menghasilkan *adhesive* yang tipis.

t. *Debagging*

Debagging adalah proses setelah *curing* pada *autoclave*, dan *vacuum bag* dilepaskan dari *tool*. Komponen yang sudah jadi dikeluarkan dari *tool* untuk diproses selanjutnya.



Gambar 4.24 Proses *Debagging*
(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)



Gambar 4.25 Komponen setelah proses *Curing* dan *Debagging*
(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)

u. Fitter Finishing

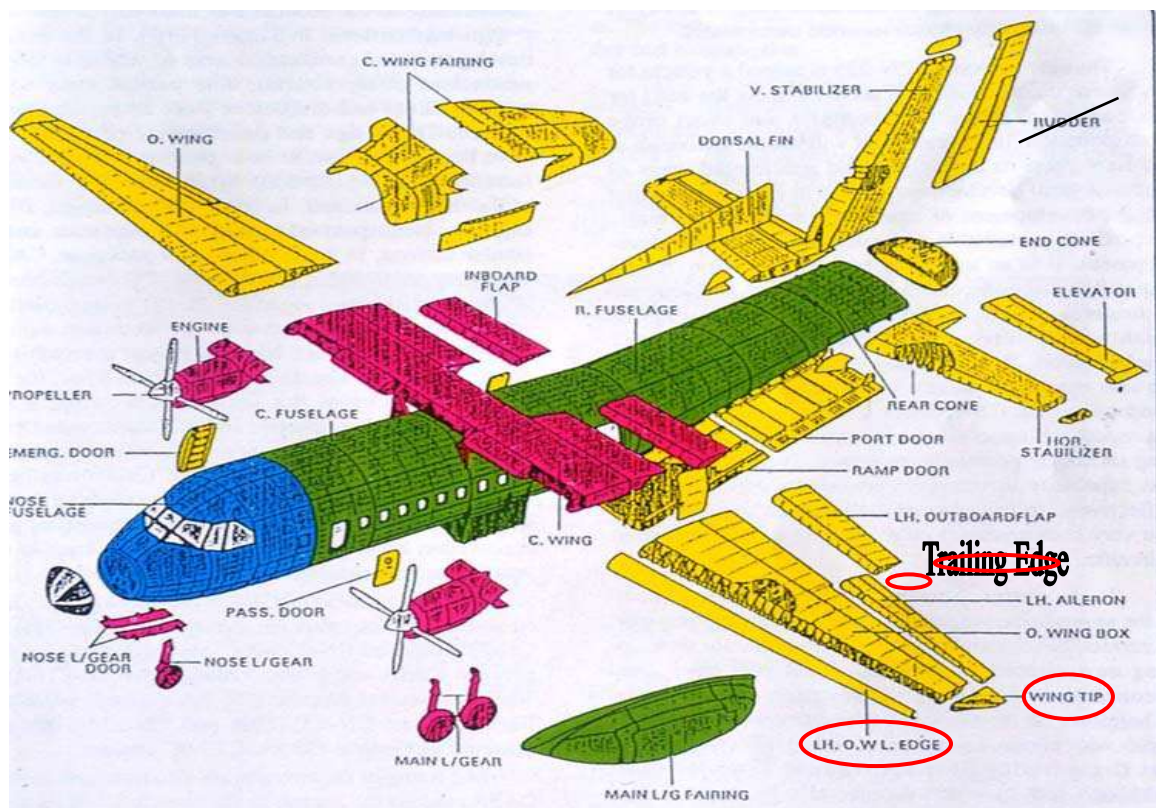
Fitter finishing adalah proses pembersihan sisa *adhesive*, pemotongan bagian luar komponen yang sesuai dengan gambar tekniknya dan proses menghaluskan sebagian sisi komponen dari hasil pemotongan.

v. Inspeksi

Inspeksi adalah tahapan akhir untuk mengetahui hasil *bonding* terjadi secara sempurna atau komponen masih belum sesuai, hal ini dicek menggunakan *Through Transonic Ultrasonic* (TTU). Inspeksi ini merupakan pengujian tidak merusak komponen atau disebut juga *Non Destructive Test* (NDT) menggunakan gelombang ultrasonic. Dari hasil inilah bisa diketahui keberhasilan proses *bonding*. Dari uji ini bisa diketahui cacat komponen yang tidak bisa dilihat dengan visual dari luar. Dari hasil uji ini komponen 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 sehingga siap untuk dikirim ke bagian *assembly* untuk proses *assy* pada pesawat.

8.1.13 Kerjasama Perusahaan

PT Dirgantara Indonesia merupakan perusahaan yang memproduksi sebagian dari komponen-komponen pesawat CN-235. PT Dirgantara Indonesia dalam memenuhi kebutuhannya bekerjasama dengan perusahaan asing yaitu CASA dari Spanyol. Berikut penjelasan bentuk kerjasama dalam memproduksi pesawat CN-235:



Gambar 4.26 Bentuk Kerjasama PT Dirgantara Indonesia dengan CASA
(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)

Keterangan Gambar:

Warna kuning : Komponen diproduksi dan dirakit di PT Dirgantara Indonesia dan dikirim ke CASA.

Warna biru : Komponen diproduksi, dirakit di CASA dan PT Dirgantara Indonesia.

Warna merah : Komponen diproduksi, dirakit di CASA, dan dikirim ke PT Dirgantara Indonesia.

Warna hijau : Komponen diproduksi dan dirakit di PT Dirgantara Indonesia serta di CASA untuk kebutuhan masing-masing.

Berdasarkan gambar di atas dapat diketahui warna kuning dan hijau yaitu komponen yang diproduksi dan dirakit di PT Dirgantara Indonesia. Namun dari segi visualisasi ada beberapa komponen yang sering terjadi kecacatan yaitu komponen *trailing edge*, *leading edge*, *wing tip assy* dan *rudder*.

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.

e. Pemilihan Komponen

Data hasil produksi dan jumlah cacat untuk komponen CN-235 yang dihasilkan pada bulan Maret 2016 dari proses *bonding* dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data jumlah produksi dan jumlah cacat bulan Maret 2016.

No	Nama Komponen	Nomor Seri	Jumlah Produksi (unit)	Jumlah Cacat (unit)	Jumlah Cacat (%)
1	<i>Trailing Edge</i>	35-32153-0001A01	1.320	273	20,68
2	<i>Leading Edge</i>	35-34001-0003A01	1.235	220	17,81
3	<i>Wing Tip Assy</i>	35-11021-0006C02	1.250	157	12,56
4	<i>Rudder</i>	35-34011-0005A01	1.113	203	18,23

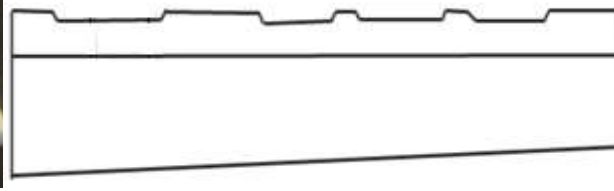
(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)

Dari tabel di atas diketahui bahwa komponen *trailing edge*: 35-32153-0001A01 memiliki jumlah cacat terbesar sebanyak 273 unit dengan persentase jumlah cacat sebesar 20,68% dari jumlah produksi sebesar 1.320 unit. Adapun gambar dari komponen tersebut dapat dilihat sebagai berikut.



Gambar 4.27 Tampak Samping

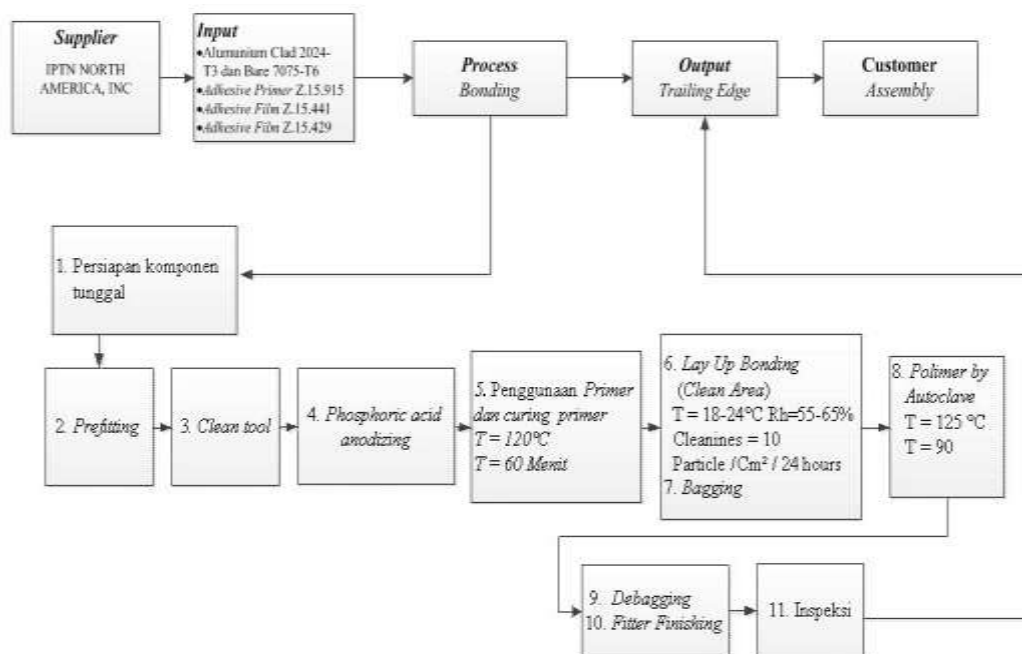
(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)



Gambar 4.28 Tampak Atas

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

Diagram SIPOC adalah diagram yang membantu menjelaskan siapa pelaku utama proses tersebut, bagaimana cara mendapatkan input, siapa yang dilayani oleh proses tersebut, serta bagaimana cara proses tersebut meningkatkan nilai. Diagram SIPOC digunakan oleh tim untuk mengidentifikasi semua elemen yang relevan dari sebuah proyek perbaikan proses sebelum pekerjaan dimulai untuk mendefinisikan sebuah proyek yang kompleks dan biasanya digunakan pada tahap awal dari *six sigma*.



Gambar 4.29 Diagram SIPOC untuk komponen *trailing edge* CN-235

(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)

Telah digambarkan aliran diagram SIPOC pada gambar 4.31. Berikut ini merupakan deskripsi dari diagram SIPOC tersebut.

6. *Supplier*.

Supplier dari komponen *trailing edge* CN-235 ialah IPTN NORTH AMERICA, INC.

7. *Input*.

Input dari komponen *trailing edge* CN-235 ialah Logam Aluminium 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.

8. *Proses.*

IPTN NORTH AMERICA, INC mengirim bahan baku plat kepada PT Dirgantara Indonesia dalam berbentuk lembaran, sebelum diproduksi dalam proses *bonding* 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 komponen bersih dari sisa *adhesive* dan sisa pemotongan kemudian dilakukan proses *inspection* (pemeriksaan). Proses ini dilakukan untuk mengetahui komponen yang keluar dari proses *bonding* apakah sudah sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan sebelumnya oleh perusahaan, kegagalan proses ini dapat dilihat secara visualisasi. Dari hasil uji visualisasi ini komponen dapat diketahui jika terdapat kegagalan proses apakah bisa diperbaiki atau tidak bisa diperbaiki.

9. *Output.*

Hasil dari proses produksi yaitu komponen *trailing edge*.

10. *Customer.*

Customer dari hasil proses produksi yaitu proses *assembly*.

g. Data Jenis Cacat Produksi Komponen *Trailing Edge*

Ada beberapa jenis cacat yang terjadi pada proses *bonding* produksi komponen *trailing edge* pesawat CN-235 yaitu benjol, gelombang dan penyok. Berikut adalah data hasil pengamatan harian komponen *trailing edge* dapat dilihat pada tabel 4.2.

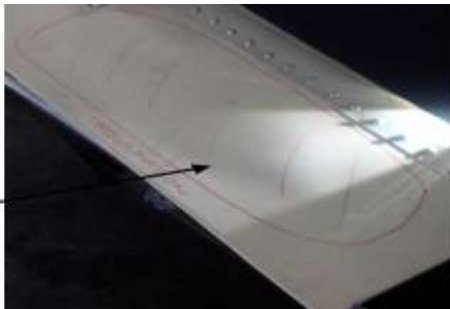
Tabel 4.2 Data hasil pengamatan harian komponen *trailing edge* CN-235.

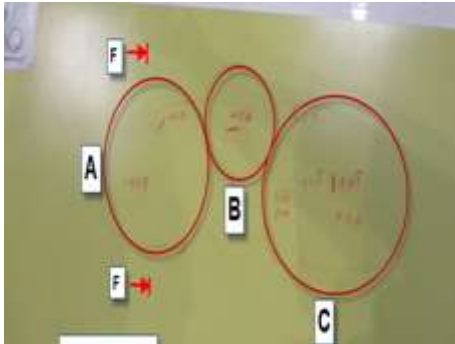
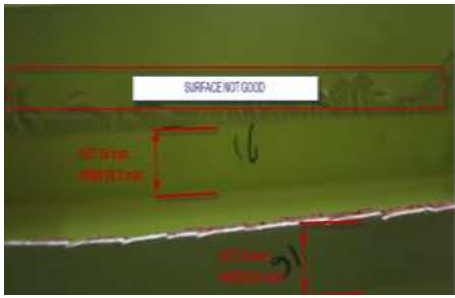
Tanggal Produksi	Jumlah Produksi (unit)	Jenis Cacat			Jumlah Cacat (unit)
		Benjol	Gelombang	Penyok	
1/03/2016	66	6	2	1	9
2/03/2016	69	8	4	1	13
3/03/2016	63	7	1	2	10
4/03/2016	65	5	8	3	16
7/03/2016	64	7	5	2	14
8/03/2016	67	5	3	3	11
9/03/2016	71	8	5	2	15
10/03/2016	64	5	4	4	13
11/03/2016	73	4	5	5	14
14/03/2016	68	9	10	5	24
15/03/2016	63	4	4	2	10
16/03/2016	58	7	4	0	11
17/03/2016	69	6	7	1	14
18/03/2016	69	5	6	1	12
21/03/2016	64	7	2	2	11
22/03/2016	66	8	2	2	12
23/03/2016	69	9	8	9	26
24/03/2016	60	3	6	2	11
25/03/2016	72	7	3	2	12
28/03/2016	60	7	5	3	15
Total	1.320	127	94	52	273

(Sumber: PT Dirgantara Indonesia, 2016)

Untuk jenis cacat yang telah disebutkan, dapat diuraikan pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Uraian Jenis-Jenis Cacat.

No.	Jenis Cacat	Gambar Cacat	Penjelasan
1.	Benjol		Permukaan benjol pada bagian tengah material plat.

2.	Gelombang		Permukaan bergelombang pada bagian tengah material plat.
3.			Permukaan penyok pada bagian tengah material plat.

(Sumber: PT Dirgantara Indonesia, 2016)

h. Pernyataan Tujuan Proyek Six Sigma

Rencana dan tujuan proyek peningkatan kualitas *six sigma* yang dibuat untuk komponen *trailing edge* CN-235 adalah sebagai berikut:

3. Pernyataan masalah

Adanya kegagalan-kegagalan yang terjadi selama proses produksi pada proses *bonding* dalam menghasilkan komponen *trailing edge* CN-235 akan menimbulkan kerugian bagi pihak perusahaan. Apabila hal ini dibiarkan tentunya akan banyak penumpukan komponen *trailing edge* 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.

4. Pernyataan tujuan

Tujuan yang hendak dicapai adalah mengidentifikasi permasalahan atau kegagalan-kegagalan yang timbul selama proses produksi pada proses *bonding* sehingga dapat meminimalisasi jumlah cacat yang terjadi. Program *six sigma* difokuskan untuk dapat menaikkan level *sigma* dan penurunan *Defect Per Million Opportunity* (DPMO). 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 berisi perhitungan *Critical To Quality* (CTQ), menghitung batas kendali atas (BKA), batas kendali bawah (BKB) membuat peta kendali untuk data atribut, dan nilai DPMO

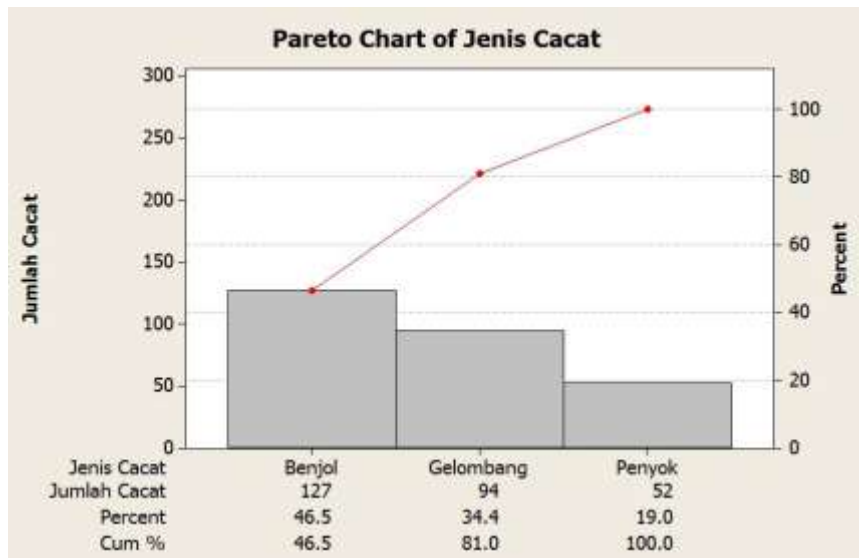
1. *Critical To Quality* (CTQ)

Penentuan CTQ (*critical to control*) ditetapkan berdasarkan kebutuhan spesifik dari pelanggan. Kebutuhan spesifik ini berdasarkan persyaratan *output* yaitu harus bebas dari cacat dan sesuai dengan spesifikasi. Pada tahap *define* diketahui bahwa pelanggan dari proses *bonding* adalah *assembly*. Terdapat tiga jenis karakteristik cacat yang telah di temukan pada proses *bonding* yaitu benjol, gelombang dan penyok. Cacat pada proses *bonding* bulan Maret akan dilakukan analisa diagram Pareto. Analisa diagram Pareto adalah teknik untuk menghitung angka-angka dan jenis kemungkinan cacat yang terjadi di dalam sebuah produk dengan aturan 80-20, dimana 80% aktivitas disebabkan 20% faktor, dengan konsentrasi 20% faktor tersebut bisa mengatasi 80% masalah. Berdasarkan data yang dikumpulkan untuk proses *bonding* pada komponen *trailing edge* CN-235 didapat cacat sebagai berikut:

Tabel 4.4 Persentase Kecacatan Komponen *Trailing Edge* CN-235

No	Jenis Cacat	Jumlah Cacat (unit)	Persentase (%)
1	Benjol	127	46,52
2	Gelombang	94	34,43
3	Penyok	52	19,04
Total Cacat		273	100
Total Produksi		1.320	

Dari tabel di atas dapat dilihat cacat benjol yang merupakan cacat terbesar sebanyak 127 unit. Dengan bantuan *software* minitab maka didapatkan diagram Pareto, sebagai berikut:



Gambar 4.30 Diagram Pareto jenis cacat pada komponen *trailing edge* CN-235

Dari gambar di atas, terlihat sangat jelas bahwa jenis cacat yang paling dominan atau sering terjadi adalah cacat benjol dengan jumlah cacat 127 unit dengan persentase 46,5%. Jenis cacat benjol tersebut berasal dari proses *bonding* dan akan menjadi fokus dalam perbaikan. Selanjutnya penelitian berfokus pada cacat benjol untuk dicari permasalahannya serta penyelesaian menggunakan diagram sebab-akibat.

2. Peta kendali atribut

Peta kendali yang digunakan untuk cacat yang ada pada produksi komponen *trailing edge* 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 *trailing edge* CN-235 diuraikan pada Tabel 4.5 dibawah ini.

Tabel 4.5 Data jenis cacat dan jumlah cacat komponen *trailing edge* CN-235 bulan Maret 2016.

No.	Tanggal Produksi	Jumlah Produksi (unit)	Jenis Cacat			Jumlah Cacat (unit)	Proporsi Cacat
			Benjol	Gelombang	Penyok		
1.	1/3/2016	66	6	2	1	9	0,136
2.	2/3/2016	69	8	4	1	13	0,188
3.	3/3/2016	63	7	1	2	10	0,159

4.	4/3/2016	65	5	8	3	16	0,246
5.	7/3/2016	64	7	5	2	14	0,219
6.	8/3/2016	67	5	3	3	11	0,164
7.	9/3/2016	71	8	5	2	15	0,211
8.	10/3/2016	64	5	4	4	13	0,203
9.	11/3/2016	73	4	5	5	14	0,192
10.	14/03/2016	68	9	10	5	24	0,353
11.	15/03/2016	63	4	4	2	10	0,159
12.	16/03/2016	58	7	4	0	11	0,190
13.	17/03/2016	69	6	7	1	14	0,203
14.	18/03/2016	69	5	6	1	12	0,174
15.	21/03/2016	64	7	2	2	11	0,172
16.	22/03/2016	66	8	2	2	12	0,182
17.	23/03/2016	69	9	8	9	26	0,377
18.	24/03/2016	60	3	6	2	11	0,183
19.	25/03/2016	72	7	3	2	12	0,167
20.	28/03/2016	60	7	5	3	15	0,250
Total		1.320	127	94	52	273	4,128

(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)

Dari data di atas kemudian dilakukan 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 1-28 Maret 2016. Dibawah ini merupakan langkah-langkah untuk membuat peta kendali p sebagai berikut. Diketahui:

- c. Dalam 1 bulan, total jumlah produksi yang diperiksa sebanyak 1.320 unit komponen *trailing edge* CN-235.
- d. Dalam 1 bulan, total jumlah produk cacat sebanyak 273 komponen *trailing edge* CN-235.

5) Menghitung Presentase Kerusakan Produk / Proporsi Cacat

$$P = \frac{np}{k}$$

Keterangan: np = jumlah komponen cacat per hari.

k = jumlah produksi per hari.

Maka perhitungan datanya adalah sebagai berikut:

$$\text{Tanggal 1 Maret 2016: } p = \frac{np}{k} = \frac{9}{66} = 0,136$$

6) Menghitung *Central Line* (CL)/Garis Tengah

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

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

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

$\sum k$ = total jumlah produksi

Maka perhitungan datanya adalah sebagai berikut:

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum np}{\sum k} = \frac{273}{1.320} = 0,206$$

7) Menghitung *Upper Control Limit* (UCL)/Batas Kendali Atas (BKA)

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

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

k = jumlah produksi

Maka perhitungan datanya adalah sebagai berikut:

b) Tanggal 1 Maret 2016

$$UCL = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{k}} = 0,136 + 3\sqrt{\frac{0,136(1-0,136)}{66}} = 0,263$$

8) Menghitung *Lower Control Limit*(LCL)/Batas Kendali Bawah (BKB)

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

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

k = jumlah produksi

Maka perhitungan datanya adalah sebagai berikut:

a) Tanggal 1 Maret 2016

$$LCL = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{k}} = 0,136 - 3\sqrt{\frac{0,136(1-0,136)}{66}} = 0,009$$

Uraian di atas merupakan langkah-langkah untuk membuat peta kendali p tanggal 1 Maret 2016. Untuk hasil perhitungan peta kendali untuk setiap periode ditunjukkan pada Tabel 4.7 dengan perhitungan untuk setiap harinya

(Lampiran A), dimana telah diketahui masing-masing nilai presentase kerusakan komponen *trailing edge* CN-235, proporsi cacat, *Upper Control Limit* (UCL) dan *Lower Control Limit* (LCL).

Tabel 4.6 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Peta *p*

No.	Tanggal produksi	Jumlah produksi yang diperiksa (unit)	Jumlah cacat (unit)	Proporsi cacat	UCL	LCL
1.	1/3/2016	66	9	0,136	0,263	0,009
2.	2/3/2016	69	13	0,188	0,329	0,047
3.	3/3/2016	63	10	0,159	0,297	0,021
4.	4/3/2016	65	16	0,246	0,406	0,086
5.	7/3/2016	64	14	0,219	0,374	0,064
6.	8/3/2016	67	11	0,164	0,300	0,028
7.	9/3/2016	71	15	0,211	0,356	0,066
8.	10/3/2016	64	13	0,203	0,354	0,052
9.	11/3/2016	73	14	0,192	0,330	0,054

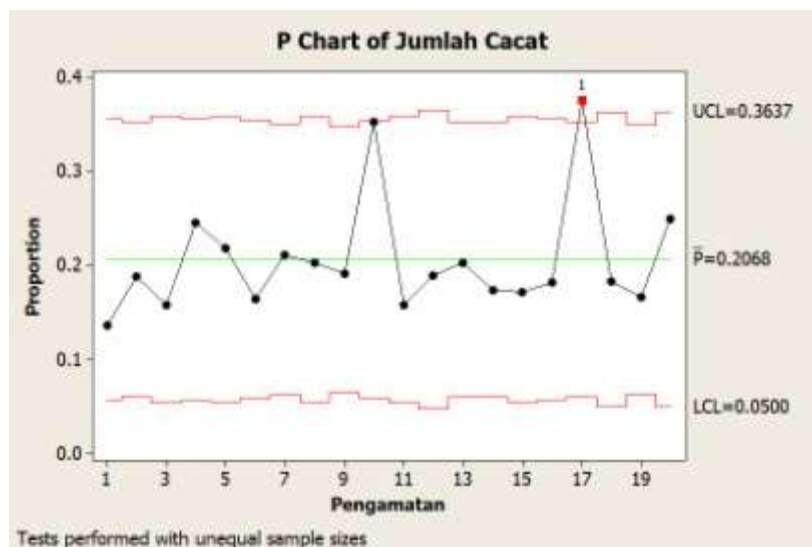
Tabel 4.6 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Peta *p* (Lanjutan)

No.	Tanggal produksi	Jumlah produksi yang diperiksa (unit)	Jumlah cacat (unit)	Proporsi cacat	UCL	LCL
10.	14/03/2016	68	24	0,353	0,527	0,179
11.	15/03/2016	63	10	0,159	0,297	0,021
12.	16/03/2016	58	11	0,190	0,345	0,035
13.	17/03/2016	69	14	0,203	0,348	0,058
14.	18/03/2016	69	12	0,174	0,311	0,037
15.	21/03/2016	64	11	0,172	0,314	0,030
16.	22/03/2016	66	12	0,182	0,324	0,040
17.	23/03/2016	69	26	0,377	0,552	0,202
18.	24/03/2016	60	11	0,183	0,333	0,033
19.	25/03/2016	72	12	0,167	0,299	0,035
20.	28/03/2016	60	15	0,250	0,418	0,082
Total		1.320	273	4,128	7,077	1,179

(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)

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 *trailing edge* CN-235 ditunjukkan pada Gambar 4.31.



Gambar 4.31 Peta kendali p untuk komponen *trailing edge* CN-235.

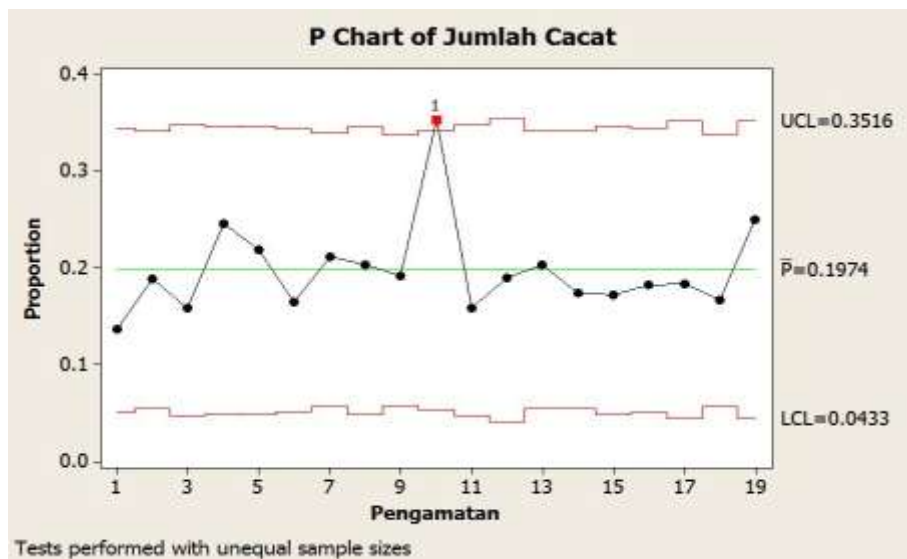
Berdasarkan gambar peta kendali p di atas dapat disimpulkan bahwa data yang diperoleh tidak seluruhnya berada dalam batas kendali yang telah ditetapkan. Terdapat satu titik yang berada diluar batas kendali yaitu pada tanggal 23 Maret 2016, sehingga bisa dikatakan bahwa proses tidak terkendali. Untuk itu perlu dilakukan perhitungan kembali dengan mengeliminasi satu data tersebut untuk mendapatkan proses yang stabil. Berikut adalah data hasil perhitungan peta kendali p revisi pertama dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Peta p Revisi Pertama.

No.	Tanggal produksi	Jumlah produksi yang diperiksa (unit)	Jumlah cacat (unit)	Proporsi cacat	UCL	LCL
1	1/3/2016	66	9	0,136	0,263	0,009
2	2/3/2016	69	13	0,188	0,329	0,047
3	3/3/2016	63	10	0,159	0,297	0,021
4	4/3/2016	65	16	0,246	0,406	0,086
5	7/3/2016	64	14	0,219	0,374	0,064
6	8/3/2016	67	11	0,164	0,300	0,028
7	9/3/2016	71	15	0,211	0,356	0,066
8	10/3/2016	64	13	0,203	0,354	0,052
9	11/3/2016	73	14	0,192	0,330	0,054

10	14/03/2016	68	24	0,353	0,527	0,179
11	15/03/2016	63	10	0,159	0,297	0,021
12	16/03/2016	58	11	0,190	0,345	0,035
13	17/03/2016	69	14	0,203	0,348	0,058
14	18/03/2016	69	12	0,174	0,311	0,037
15	21/03/2016	64	11	0,172	0,314	0,030
16	22/03/2016	66	12	0,182	0,324	0,040
17	24/03/2016	60	11	0,183	0,333	0,033
18	25/03/2016	72	12	0,167	0,299	0,035
19	28/03/2016	60	15	0,250	0,418	0,082
Total		1.251	247	3,751	6,524	0,978

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 *trailing edge* CN-235 dapat dilihat pada Gambar 4.32.



Gambar 4.32 Peta kendali p revisi pertama.

Berdasarkan gambar peta kendali p di atas dapat disimpulkan bahwa masih ada data yang berada diluar batas kendali. Terdapat satu data yang berada diluar batas kendali yaitu pada tanggal 14 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. Berikut adalah data hasil perhitungan peta kendali p revisi kedua dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Peta p Revisi Kedua.

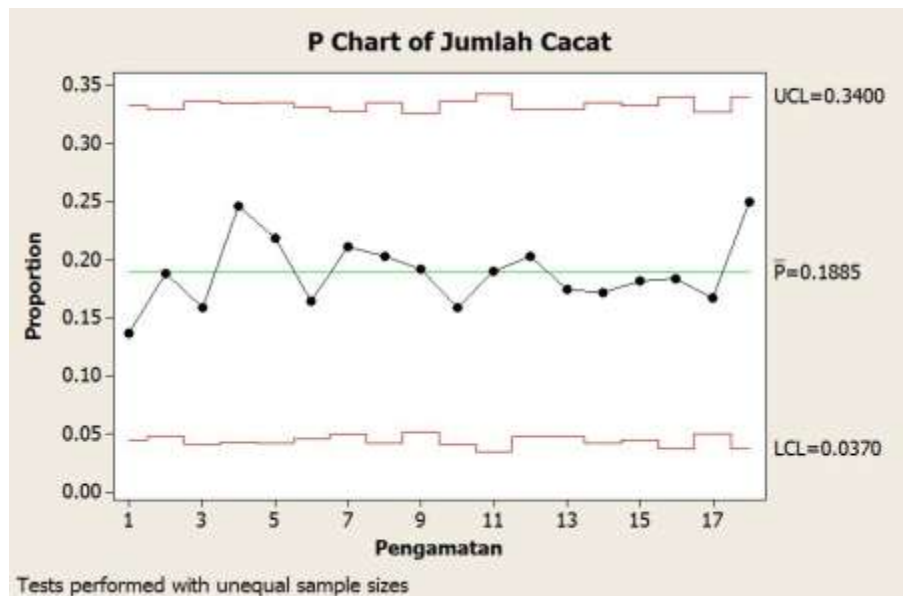
No.	Tanggal produksi	Jumlah produksi yang diperiksa (unit)	Jumlah cacat (unit)	Proporsi cacat	UCL	LCL
1.	1/3/2016	66	9	0,136	0,263	0,009
2.	2/3/2016	69	13	0,188	0,329	0,047
3.	3/3/2016	63	10	0,159	0,297	0,021
4.	4/3/2016	65	16	0,246	0,406	0,086
5.	7/3/2016	64	14	0,219	0,374	0,064
6.	8/3/2016	67	11	0,164	0,300	0,028
7.	9/3/2016	71	15	0,211	0,356	0,066

Tabel 4.8 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Peta p Revisi Kedua.

No.	Tanggal produksi	Jumlah produksi yang diperiksa (unit)	Jumlah cacat (unit)	Proporsi cacat	UCL	LCL
8.	10/3/2016	64	13	0,203	0,354	0,052
9.	11/3/2016	73	14	0,192	0,330	0,054
10.	15/03/2016	63	10	0,159	0,297	0,021
11.	16/03/2016	58	11	0,190	0,345	0,035
12.	17/03/2016	69	14	0,203	0,348	0,058
13.	18/03/2016	69	12	0,174	0,311	0,037
14.	21/03/2016	64	11	0,172	0,314	0,030
15.	22/03/2016	66	12	0,182	0,324	0,040
16.	24/03/2016	60	11	0,183	0,333	0,033
17.	25/03/2016	72	12	0,167	0,299	0,035
18.	28/03/2016	60	15	0,250	0,418	0,082
Total		1.183	223	3,398	5,998	0,798

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 *trailing edge* CN-235 dapat dilihat pada Gambar 4.33.



Gambar 4.33 Peta kendali p revisi kedua.

Berdasarkan gambar peta kendali p di atas, 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.

d. Perhitungan Nilai DPMO

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

5. Banyaknya Unit yang Diperiksa

Jumlah produksi komponen bagian sayap pesawat CN-235 (*trailing edge*) pada bulan Maret 2016 yaitu sebanyak 1.320 unit.

6. Banyaknya Unit yang Cacat

Jumlah produk cacat komponen *trailing edge* CN-235 pada bulan Maret 2016 yaitu sebanyak 273 unit.

7. Banyaknya CTQ Potensial Penyebab cacat

Karakteristik yang kritis bagi kualitas yang berpotensi untuk menjadi cacat terdapat 3 karakteristik kualitas (CTQ) yaitu benjol, gelombang, dan penyok.

8. Defect Per Million Opportunity (DPMO)

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

$$DPMO = \frac{273}{1.320 \times 3} \times 1.000.000$$

$$DPMO = 68.939,393 \approx 68.939 \text{ unit}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa jumlah cacat per satu juta kesempatan (DPMO) pada komponen *trailing edge* CN-235 adalah 68.939 unit.

e. Nilai *Sigma*

Nilai *sigma* dengan mengkonversikan nilai DPMO ke dalam tabel konversi DPMO berdasarkan konsep Motorola yang ada pada lampiran B. Pada tabel diketahui bahwa DPMO sebesar 68.939 berada pada nilai *sigma* 2,98-2,99. Untuk mengetahui nilai *sigma* yang sesungguhnya, maka dilakukan dengan cara interpolasi dimana nilai *sigma* 2,98 besarnya DPMO yaitu 69.437 dan pada nilai *sigma* 2,99 besarnya DPMO yaitu 68.112.

$$\frac{y_1 - y}{y - y_2} = \frac{x_1 - x}{x - x_2}$$

$$\frac{69.437 - 68.939}{68.939 - 68.112} = \frac{2,98 - x}{x - 2,99}$$

$$\frac{498}{827} = \frac{2,98 - x}{x - 2,99}$$

Keterangan			
y	=	68.939	
x ₁	=	2,98	x ₂ = 2,99
y ₁	=	69.437	y ₂ = 68.112

$$498 (x - 2,99) = 827 (2,98 - x)$$

$$498x - 1489,02 = 2464,46 - 827x$$

$$498x + 827x = 2464,46 + 1489,02$$

$$1.325x = 3953,48$$

$$x = \frac{3953,48}{1.325}$$

$$x = 2,983$$

Dari hasil perhitungan, didapatkan nilai *sigma* sebesar 2,983. 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

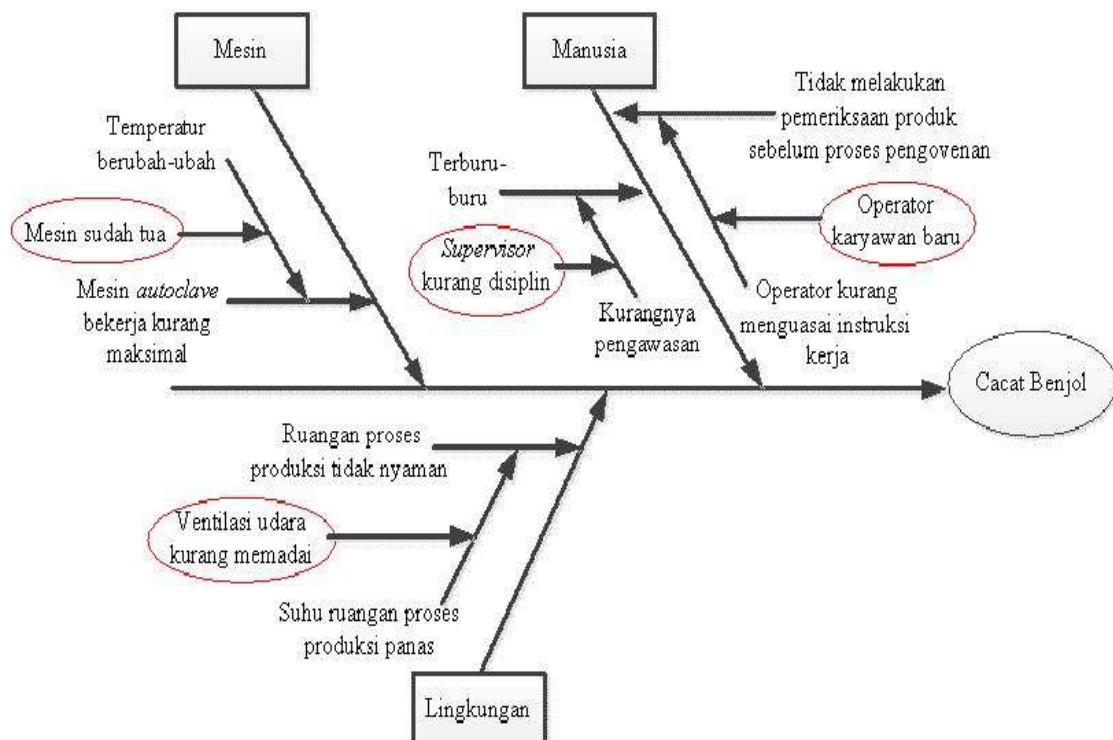
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

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 *trailing edge* CN-235.

Analisis dilakukan dengan menggunakan diagram sebab akibat (*cause effect diagram*). Berdasarkan analisis diagram Pareto (gambar 4.30) bahwa cacatnya terdiri cacat benjol, gelombang, dan penyok. jenis cacat yang paling dominan atau sering terjadi adalah cacat benjol dengan jumlah cacat 127 unit dengan persentase 46,5%. Oleh sebab itu, dibuat analisis penyebab cacat benjol dengan menggunakan diagram sebab-akibat yang dapat dilihat pada gambar 5.1.



Gambar 5.1 Diagram Sebab Akibat Cacat Benjol.

Dari diagram sebab akibat di atas dapat diketahui bahwa terdapat beberapa faktor potensial yang dapat menyebabkan cacat benjol dapat dilihat pada tabel 5.1.

Tabel 5.1 Faktor Potensial yang Dapat Menyebabkan Cacat Benjol.

No.	Faktor	Penyebab
1.	Manusia	• Operator terburu-buru dalam bekerja, hal ini disebabkan oleh kurangnya pengawasan terhadap operator dan <i>supervisor</i> kurang disiplin dalam mengawasi operatornya. • Operator tidak melakukan pemeriksaan produk sebelum proses pengovenan disebabkan oleh tidak menguasai instruksi kerja dan operator tersebut merupakan karyawan baru.
2.	Mesin	• Mesin <i>autoclave</i> bekerja kurang maksimal, hal ini disebabkan oleh temperatur mesin yang berubah-ubah, dan umur mesin yang sudah tua.
3.	Lingkungan	• Ruangan proses produksi tidak nyaman hal ini disebabkan oleh suhu ruangan proses produksi yang panas dan ventilasi udara kurang memadai.

5.2 Tahap *Improve*

Berdasarkan hasil analisis faktor penyebab kecacatan yang terjadi dari proses *bonding*, 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* komponen *trailing edge* CN-235 dijelaskan pada tampilan tabel 5W+1H. Metode 5W+1H diisi 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 *trailing edge* CN-235. Melalui proses diskusi dengan pihak perusahaan maka didapatkan 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 5.2 Upaya Perbaikan Cacat Benjol Menggunakan 5W+1H.

Faktor	Apa (What)	Mengapa (Why)	Dimana (Where)	Kapan (When)	Siapa (Who)	Bagaimana (How)
	Masalah yang terjadi	Alasan	Tempat	Waktu	Penanggung Jawab	Tindakan
Manusia	Operator karyawan baru	Agar operator melakukan pemeriksaan produk secara benar	Proses <i>bonding</i>	Bulan Mei	Kepala Bagian Produksi	Melakukan penjelasan tentang instruksi kerja
	<i>Supervisor</i> kurang disiplin	Agar operator lebih teliti (disiplin) dalam bekerja	Proses <i>bonding</i>	Bulan Mei	Staff Produksi	Membuat instruksi kerja yang jelas, melakukan evaluasi secara berkala dan melakukan pengawasan secara langsung
Mesin	Mesin sudah tua	Agar temperatur mesin <i>autoclave</i> tidak berubah- ubah	Proses <i>bonding</i>	Bulan Mei	Operator <i>Maintenance</i>	Dibuatkan Standar Operasional Prosedur (SOP) mengenai

						pengecekan mesin sebelum dan sesudah beroperasi
Lingkungan	Ventilasi udara kurang memadai	Agar suhu ruangan proses produksi menjadi nyaman dan tidak panas	Proses <i>bonding</i>	Bulan Mei	Kepala Bagian Produksi	Menambahkan ventilasi udara di ruangan proses produksi

5.2.1 Usulan Tindakan Perbaikan

Faktor penyebab cacat yang telah diketahui kemudian dilakukan tindakan yang bertujuan untuk meminimalisasi jumlah cacat pada proses *bonding* khususnya komponen *trailing edge* CN-235. Tindakan-tindakan yang telah dijabarkan pada tabel 5W+1H dilakukan untuk mengupayakan penurunan tingkat cacat yang terjadi pada komponen *trailing edge* CN-235. Berikut tindakan *improve* yang perlu dilakukan untuk meminimalisir jumlah cacat benjol:

- Perusahaan hendaknya membuat satuan instruksi kerja yang jelas dan dapat dipahami semua operator yang berperan dalam proses produksi, terutama dalam permasalahan pada proses *bonding*.
- Melakukan pengawasan secara langsung di lingkungan kerja operator, sehingga proses *monitoring* pada setiap proses dapat dilakukan dengan suatu tujuan yaitu *process control*.
- Perusahaan hendaknya membuat data *maintenance* tiap bulannya agar proses *maintenance* berjalan lancar setiap bulannya dan memastikan ruangan proses produksi menjadi nyaman dan tidak panas dengan menambahkan ventilasi udara di ruangan proses produksi.

5.2.2 Implementasi Perbaikan

Upaya perbaikan yang telah diketahui berdasarkan penggunaan 5W+1H pada Tabel 5.2 dilanjutkan dengan melakukan implementasi tindakan

perbaikan pada faktor-faktor yang bisa dikendalikan. Tindakan-tindakan yang dijabarkan pada tabel 5W+1H dilakukan untuk mengupayakan penurunan tingkat kecacatan komponen *trailing edge* CN-235. Berikut adalah tindakan *improve* yang dilakukan sebagai upaya meminimalisir jumlah cacat benjol pada komponen *trailing edge* CN-235:

1. Implementasi Perbaikan Cacat Benjol
 - a. Membuat instruksi kerja yang jelas, melakukan evaluasi secara berkala dan melakukan pengawasan secara langsung.
 - b. Membuat Standar Operasional Prosedur (SOP) mengenai pengecekan mesin sebelum dan sesudah beroperasi.
 - c. Menambahkan ventilasi udara di ruangan proses produksi.

5.3 Tahap *Control*

Tahap *control* atau tahap pengendalian adalah tahap terakhir yang bertujuan untuk terus mengevaluasi dan memonitor hasil-hasil dari tahapan sebelumnya yang dilakukan pada tahap *improve* dalam tindakan usulan perbaikan kualitas. Pada tahap ini hasil-hasil peningkatan kualitas yang telah dilakukan didokumentasikan dan disebarluaskan. Pada tahap ini dilihat peningkatan yang terjadi setelah perbaikan yang telah dilakukan untuk melihat seberapa jauh peningkatan yang dialami pada komponen *trailing edge* CN-235. Pembuatan peta kendali untuk mengetahui apakah proses komponen *trailing edge* CN-235 telah stabil atau belum, kemudian dilanjutkan dengan perhitungan jumlah DPMO dan level *sigma*. Dalam hal ini data yang digunakan adalah data dari bulan April 2016.

a. Perhitungan Peta Kendali *p* Setelah Perbaikan

Setelah dilakukan perbaikan dari beberapa aspek, perlu dilakukan perhitungan kembali untuk melihat apakah produk mengalami peningkatan kualitas atau tidak. Berikut data jumlah produksi dan jumlah cacat untuk komponen *trailing edge* CN-235 yang diambil pada bulan April 2016 dapat dilihat pada tabel 5.3.

Tabel 5.3 Data Jumlah Produksi dan Jumlah Cacat Komponen *Trailing Edge* CN-235 Setelah Perbaikan.

No.	Tanggal Produksi	Jumlah Produksi (unit)	Jenis Cacat			Jumlah Cacat (unit)
			Benjol	Gelombang	Penyok	

1.	4/04/2016	66	6	2	1	9
2.	5/04/2016	69	4	4	1	9
3.	6/04/2016	63	5	1	2	8
4.	7/04/2016	65	4	5	3	12
5.	8/04/2016	64	5	3	2	10
6.	11/04/2016	67	3	2	3	8
7.	12/04/2016	71	6	5	2	13
8.	13/04/2016	64	5	4	4	13
9.	14/04/2016	73	4	3	3	10
10.	15/04/2016	68	6	5	3	14
11.	18/04/2016	63	4	3	2	9

Tabel 5.3 Data Jumlah Produksi dan Jumlah Cacat Komponen *Trailing Edge* CN-235 Setelah Perbaikan (Lanjutan).

No.	Tanggal Produksi	Jumlah Produksi (unit)	Jenis Cacat			Jumlah Cacat (unit)
			Benjol	Gelombang	Penyok	
12.	19/04/2016	58	5	4	1	10
13.	20/04/2016	69	6	5	1	12
14.	21/04/2016	69	5	3	1	9
15.	22/04/2016	64	4	2	2	8
16.	25/04/2016	66	5	2	2	9
17.	26/04/2016	69	6	5	3	14
18.	27/04/2016	60	3	6	2	11
19.	28/04/2016	72	5	3	2	10
20.	29/04/2016	72	3	5	1	9
Total		1.332	94	72	41	207

Dari Tabel 5.3 kemudian dilanjutkan perhitungan proporsi cacat dan batas-batas kendali setelah perbaikan. Berikut hasil perhitungan proporsi cacat, *Central Line* (CL), *Upper Control Limit* (UCL), dan *Lower Control Limit* (UCL) setelah perbaikan dapat dilihat pada tabel 5.4.

Tabel 5.4 Hasil Perhitungan Peta Kendali *p* Setelah Perbaikan.

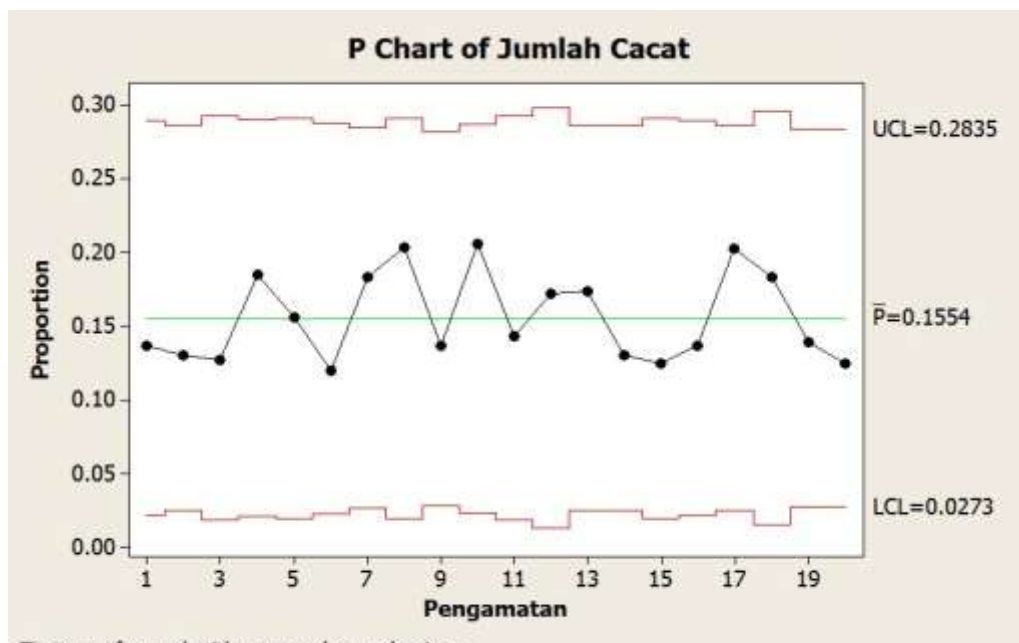
No.	Tanggal produksi	Jumlah produksi yang diperiksa (unit)	Jumlah cacat (unit)	Proporsi cacat	UCL	LCL
1.	4/4/2016	66	9	0,136	0,263	0,009
2.	5/4/2016	69	9	0,130	0,251	0,009

3.	6/4/2016	63	8	0,127	0,253	0,001
4.	7/4/2016	65	12	0,185	0,329	0,041
5.	8/4/2016	64	10	0,156	0,292	0,020
6.	11/4/2016	67	8	0,119	0,238	0,000
7.	12/4/2016	71	13	0,183	0,321	0,045
8.	13/04/2016	64	13	0,203	0,354	0,052
9.	14/04/2016	73	10	0,137	0,258	0,016
10.	15/04/2016	68	14	0,206	0,353	0,059
11.	18/04/2016	63	9	0,143	0,275	0,011

Tabel 5.4 Hasil Perhitungan Peta Kendali p Setelah Perbaikan (Lanjutan).

No.	Tanggal produksi	Jumlah produksi yang diperiksa (unit)	Jumlah cacat (unit)	Proporsi cacat	UCL	LCL
12.	19/04/2016	58	10	0,172	0,321	0,023
13.	20/04/2016	69	12	0,174	0,311	0,037
14.	21/04/2016	69	9	0,130	0,251	0,009
15.	22/04/2016	64	8	0,125	0,249	0,001
16.	25/04/2016	66	9	0,136	0,263	0,009
17.	26/04/2016	69	14	0,203	0,348	0,058
18.	27/04/2016	60	11	0,183	0,333	0,033
19.	28/04/2016	72	10	0,139	0,261	0,017
20.	29/04/2016	72	9	0,125	0,242	0,008
Total		1.332	207	3,112	5,766	0,458

Dari hasil perhitungan peta kendali p selanjutnya dilakukan pemetaan menggunakan peta kendali p , untuk mengetahui apakah data berada pada batas kendali yang telah ditetapkan. Dibawah ini dapat dilihat gambar peta p untuk komponen *trailing edge* CN-235 setelah perbaikan.



Gambar 5.2 Peta kendali p setelah perbaikan.

Peta kendali p di atas menunjukkan bahwa keseluruhan data sudah berada dalam batas kendali yang diterapkan. Untuk itu tidak perlu dilakukan revisi kembali, dan proses dinyatakan stabil pada tahap ini.

a. Perhitungan DPMO Setelah Perbaikan

Seperti pada perhitungan *Defect Per Million Opportunity* (DPMO) sebelumnya, berikut adalah perhitungan DPMO setelah perbaikan:

1) Banyaknya unit yang diperiksa

Jumlah produksi komponen komponen *trailing edge* CN-235 pada bulan April 2016 sebanyak 1.332 unit.

2) Banyaknya unit yang cacat

Jumlah produk cacat komponen *trailing edge* CN-235 pada bulan April 2016 sebanyak 207 unit.

3) Banyaknya CTQ Potensial Penyebab Cacat

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

4) *Defect Per Million Opportunity* (DPMO)

Untuk menghitung nilai DPMO dilakukan perhitungan sebagai berikut.

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

$$\text{DPMO} = \frac{207}{1.332 \times 3} \times 1.000.000$$

$$\text{DPMO} = 51.801,80 \approx 51.802 \text{ unit.}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa jumlah cacat per sejuta kesempatan (DPMO) pada proses produksi komponen *trailing edge* CN-235 di bulan April 2016 adalah sebanyak 51.802 unit. Jika dibandingkan dengan bulan Maret 2016, maka ada penurunan sebesar 17.137 unit.

b. Perhitungan Nilai *Sigma* Setelah Perbaikan

Setelah diketahui DPMO perusahaan setelah perbaikan, selanjutnya adalah menghitung nilai *sigma* yang telah dicapai perusahaan setelah perbaikan untuk melihat apakah ada atau tidak peningkatan nilai *sigma*. Nilai *sigma* didapat dengan mengkonversikan nilai DPMO perusahaan kedalam tabel nilai *sigma* Motorola, dimana telah diketahui bahwa DPMO perusahaan saat ini adalah 51.802. Pada tabel konverensi DPMO ke nilai *sigma*, nilai 51.802 DPMO perusahaan berada pada nilai *sigma* 3,12-3,13. Untuk mengetahui nilai *sigma* yang sesungguhnya, maka dilakukan dengan cara interpolasi dimana nilai *sigma* 3,12 besarnya DPMO yaitu 52.616 dan pada nilai *sigma* 3,13 besarnya DPMO yaitu 51.551 Adapun langkah untuk mendapatkan nilai *sigma* dengan cara interpolasi.

$$\frac{y_1 - y}{y - y_2} = \frac{x_1 - x}{x - x_2}$$

$$\frac{52.616 - 51.802}{51.802 - 51.551} = \frac{3,12 - x}{x - 3,13}$$

$$\frac{814}{251} = \frac{3,12 - x}{x - 3,13}$$

$$814 (x - 3,13) = 251 (3,12 - x)$$

$$814 x - 2.547,82 = 783,12 - 251 x$$

$$814 x + 251 x = 2.547,82 + 783,12$$

$$1.065 x = 3.330,94$$

$$x = \frac{3.330,94}{1.065}$$

$$x = 3,127$$

Keterangan	
y	= 51.802
x ₁	= 3,12 x ₂ = 3,13
y ₁	= 52.616 y ₂ = 51.551

Dari hasil perhitungan di atas dapat diketahui bahwa nilai *sigma* untuk proses produksi komponen *trailing edge* CN-235 berada pada level 3,127. Berdasarkan hasil perhitungan di atas diperoleh bahwa nilai DPMO perusahaan sebesar 51.802 dan level *sigma* perusahaan sebesar 3,127. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan level *sigma* setelah dilakukan perbaikan. Hasil perhitungan nilai kualitas produksi sebelum dan sesudah perbaikan dapat dilihat pada tabel 5.5 berikut:

Tabel 5.5 Nilai Kualitas Produksi Sebelum dan Setelah Perbaikan.

Baseline Kinerja	Sebelum Perbaikan	Sesudah Perbaikan	Selisih	Keterangan
Nilai DPMO	68.939	51.802	17.137	Turun
Nilai <i>Sigma</i>	2,983	3,127	0,144	Naik

Berdasarkan tabel di atas terlihat bahwa terjadi perubahan setelah dilakukan perbaikan. Terjadi penurunan nilai DPMO dari 68.939 unit menjadi 51.802 unit, setelah dilakukan penerapan perbaikan, hal ini membuktikan bahwa tingkat cacat yang terjadi pada komponen *trailing edge* CN-235 sudah menurun dan memenuhi spesifikasi produk lebih baik dari sebelumnya. Peningkatan nilai *sigma* sebesar 2,983 menjadi 3,127 yang menunjukkan adanya perbaikan kualitas pada produk.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan data yang dikumpulkan yang kemudian diolah serta dianalisis maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Jenis-jenis cacat pada komponen bagian sayap pesawat CN-235 pada proses *bonding* adalah benjol, gelombang, dan penyok. Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya cacat adalah kurangnya pengawasan sehingga operator terburu-buru dalam bekerja, umur mesin yang sudah tua sehingga menyebabkan mesin bekerja kurang maksimal, ruangan proses produksi tidak nyaman hal ini disebabkan oleh suhu ruangan proses produksi yang panas dan ventilasi udara kurang memadai..
2. Setelah dilakukan perbaikan, hal ini membuktikan bahwa tingkat cacat yang terjadi pada komponen bagian sayap pesawat CN-235 sudah menurun dan memenuhi spesifikasi produk yang lebih baik yaitu penurunan nilai DPMO dari sebelumnya sebesar 68.939 unit menjadi 51.802 unit. Peningkatan nilai *sigma* sebesar 2,983 menjadi 3,127 yang menunjukkan adanya perbaikan kualitas pada produk.
3. Berdasarkan penyebab-penyebab cacat yang telah dianalisis, maka dilakukan perbaikan untuk menurunkan jumlah cacat yang ada. Perbaikan kualitas pada proses *bonding* dengan menggunakan metode DMAIC adalah pada faktor manusia, faktor mesin, dan faktor lingkungan.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil kesimpulan di atas dapat disaran bahwa:

1. Metode DMAIC diusulkan untuk diterapkan di perusahaan agar dapat menurunkan tingkat cacat dan meningkatkan kualitas secara bertahap menuju level enam *sigma* (6σ).
2. Melakukan pelatihan secara rutin mengenai Standar Operasional Prosedur (SOP) agar dapat menambah *skill* operator.

3. Membuat penjadwalan data perawatan mesin secara berkala, serta melakukan peremajaan mesin dengan mengganti mesin yang sudah tua agar dapat bekerja dengan maksimal.

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: Cambridge University Press.
- Evan, W. 2007. *Pengantar Six Sigma (An Introduction to Six Sigma and Process Improvement)*. Jakarta: Salemba Empat
- Feigenbaum, A.V. 1991. *Total Quality Control (3 rd edition)*. New York: Mc Graw-Hill
- Gaspersz, V. 1998. *Statistical Process Control*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, V. 2002. *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001:2000, MBNQA, dan HCCP*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, V. 2003. *Manajemen Bisnis Total-Total Quality Management*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Grant, E. L, dan Leavenworth, R.S. 1989. *Pengendalian Mutu Statistis*. Edisi Keenam. Jakarta: Erlangga.
- Heizer, J. dan Render, B. 2006. *Manajemen Operasi*, Edisi 7. Jakarta: Salemba Empat.
- Iriawan. 2006. *Mengolah Data Statistik Dengan Mudah Menggunakan Minitab 14*. Yogyakarta: Andi.
- Ishikawa, K. 1988. *Teknik Penuntun Pengendalian Mutu*. Jakarta: MSP.
- Montgomery, D. C. 2001. *Introduction to Statistical QualityControl*, 4th Edition. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Osada, T. Penerjemah: Mariani, G. 2002. *Sikap Kerja 5S*. Jakarta: PPM.
- Pande, P.S. dkk. 2002. *The Six Sigma Way-Bagaimana GE, Motorola, dan Perusahaan Terkenal Lainnya Mengasah Kinerja Mereka*. Edisi Bahasa Indonesia. Yogyakarta: Andi.
- Pyzdek, T. 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: Andi.

Wignjosoebroto, S. 2003. *Pengantar Teknik dan Manajemen Industri*. Edisi Pertama. Surabaya: Penerbit Guna Widya.

LAMPIRAN

Lampiran A

Perhitungan Nilai Proporsi Cacat

No.	Tanggal Produksi	Perhitungan Nilai Proporsi Cacat	UCL	LCL
1.	1/3/2016	$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum k} = \frac{9}{66}$ $\bar{p} = 0,136$	$= \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{k}}$ $= 0,136 + 3 \sqrt{\frac{0,136(1-0,136)}{66}}$ $= 0,263$	$= \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{k}}$ $= 0,136 - 3 \sqrt{\frac{0,136(1-0,136)}{66}}$ $= 0,009$
2.	2/3/2016	$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum k} = \frac{13}{69}$ $\bar{p} = 0,188$	$= \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{k}}$ $= 0,188 + 3 \sqrt{\frac{0,188(1-0,188)}{69}}$ $= 0,329$	$= \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{k}}$ $= 0,188 - 3 \sqrt{\frac{0,188(1-0,188)}{69}}$ $= 0,047$
3.	3/3/2016	$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum k} = \frac{10}{63}$ $\bar{p} = 0,159$	$= \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{k}}$ $= 0,159 + 3 \sqrt{\frac{0,159(1-0,159)}{63}}$ $= 0,297$	$= \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{k}}$ $= 0,159 - 3 \sqrt{\frac{0,159(1-0,159)}{63}}$ $= 0,021$
4.	4/3/2016	$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum k} = \frac{16}{65}$ $\bar{p} = 0,246$	$= \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{k}}$ $= 0,246 + 3 \sqrt{\frac{0,246(1-0,246)}{65}}$ $= 0,406$	$= \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{k}}$ $= 0,246 - 3 \sqrt{\frac{0,246(1-0,246)}{65}}$ $= 0,086$

5.	7/3/2016	$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum k} = \frac{14}{64}$ $\bar{p} = 0,219$	$= \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{k}}$ $= 0,219 + 3 \sqrt{\frac{0,219(1-0,219)}{64}}$ $= 0,374$	$= \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{k}}$ $= 0,219 - 3 \sqrt{\frac{0,219(1-0,219)}{64}}$ $= 0,064$
----	----------	--	--	--

Lampiran A

(Lanjutan)

No.	Tanggal Produksi	Perhitungan Nilai Proporsi Cacat	UCL	LCL
6.	8/3/2016	$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum k} = \frac{11}{67}$ $\bar{p} = 0,164$	$= \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{k}}$ $= 0,164 + 3 \sqrt{\frac{0,164(1-0,164)}{67}}$ $= 0,300$	$= \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{k}}$ $= 0,164 - 3 \sqrt{\frac{0,164(1-0,164)}{67}}$ $= 0,028$
7.	9/3/2016	$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum k} = \frac{15}{71}$ $\bar{p} = 0,211$	$= \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{k}}$ $= 0,211 + 3 \sqrt{\frac{0,211(1-0,211)}{71}}$ $= 0,356$	$= \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{k}}$ $= 0,211 - 3 \sqrt{\frac{0,211(1-0,211)}{71}}$ $= 0,066$
8.	10/3/2016	$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum k} = \frac{13}{64}$ $\bar{p} = 0,203$	$= \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{k}}$ $= 0,203 + 3 \sqrt{\frac{0,203(1-0,203)}{64}}$ $= 0,354$	$= \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{k}}$ $= 0,203 - 3 \sqrt{\frac{0,203(1-0,203)}{64}}$ $= 0,052$

9.	11/3/2016	$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum k} = \frac{14}{73}$ $\bar{p} = 0,192$	$= \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{k}}$ $= 0,192 + 3 \sqrt{\frac{0,192(1-0,192)}{73}}$ $= 0,330$	$= \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{k}}$ $= 0,192 - 3 \sqrt{\frac{0,192(1-0,192)}{73}}$ $= 0,054$
10.	14/03/2016	$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum k} = \frac{24}{68}$ $\bar{p} = 0,353$	$= \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{k}}$ $= 0,353 + 3 \sqrt{\frac{0,353(1-0,353)}{68}}$ $= 0,527$	$= \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{k}}$ $= 0,353 - 3 \sqrt{\frac{0,353(1-0,353)}{68}}$ $= 0,179$

Lampiran A

(Lanjutan)

No.	Tanggal Produksi	Perhitungan Nilai Proporsi Cacat	UCL	LCL
11.	15/03/2016	$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum k} = \frac{10}{63}$ $\bar{p} = 0,159$	$= \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{k}}$ $= 0,159 + 3 \sqrt{\frac{0,159(1-0,159)}{63}}$ $= 0,297$	$= \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{k}}$ $= 0,159 - 3 \sqrt{\frac{0,159(1-0,159)}{63}}$ $= 0,021$
12.	16/03/2016	$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum k} = \frac{11}{58}$ $\bar{p} = 0,190$	$= \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{k}}$ $= 0,190 + 3 \sqrt{\frac{0,190(1-0,190)}{58}}$ $= 0,345$	$= \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{k}}$ $= 0,190 - 3 \sqrt{\frac{0,190(1-0,190)}{58}}$ $= 0,035$

13.	17/03/2016	$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum k} = \frac{14}{69}$ $\bar{p} = 0,203$	$= \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{k}}$ $= 0,203 + 3\sqrt{\frac{0,203(1-0,203)}{69}}$ $= 0,348$	$= \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{k}}$ $= 0,203 - 3\sqrt{\frac{0,203(1-0,203)}{69}}$ $= 0,058$
14.	18/03/2016	$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum k} = \frac{12}{69}$ $\bar{p} = 0,174$	$= \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{k}}$ $= 0,174 + 3\sqrt{\frac{0,174(1-0,174)}{69}}$ $= 0,311$	$= \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{k}}$ $= 0,174 - 3\sqrt{\frac{0,174(1-0,174)}{69}}$ $= 0,037$
15.	21/03/2016	$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum k} = \frac{11}{64}$ $\bar{p} = 0,172$	$= \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{k}}$ $= 0,172 + 3\sqrt{\frac{0,172(1-0,172)}{64}}$ $= 0,314$	$= \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{k}}$ $= 0,172 - 3\sqrt{\frac{0,172(1-0,172)}{64}}$ $= 0,030$

Lampiran A

(Lanjutan)

No.	Tanggal Produksi	Perhitungan Nilai Proporsi Cacat	UCL	LCL
16	22/03/2016	$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum k} = \frac{12}{66}$ $\bar{p} = 0,182$	$= \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{k}}$ $= 0,182 + 3\sqrt{\frac{0,182(1-0,182)}{66}}$ $= 0,324$	$= \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{k}}$ $= 0,182 - 3\sqrt{\frac{0,182(1-0,182)}{66}}$ $= 0,040$

17.	23/03/2016	$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum k} = \frac{26}{69}$ $\bar{p} = 0,377$	$= \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{k}}$ $= 0,377 + 3 \sqrt{\frac{0,172(1-0,172)}{69}}$ $= 0,552$	$= \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{k}}$ $= 0,377 - 3 \sqrt{\frac{0,377(1-0,377)}{69}}$ $= 0,202$
18.	24/03/2016	$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum k} = \frac{11}{60}$ $\bar{p} = 0,183$	$= \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{k}}$ $= 0,183 + 3 \sqrt{\frac{0,183(1-0,183)}{60}}$ $= 0,333$	$= \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{k}}$ $= 0,183 - 3 \sqrt{\frac{0,183(1-0,183)}{60}}$ $= 0,033$
19.	25/03/2016	$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum k} = \frac{12}{72}$ $\bar{p} = 0,167$	$= \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{k}}$ $= 0,167 + 3 \sqrt{\frac{0,167(1-0,167)}{72}}$ $= 0,299$	$= \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{k}}$ $= 0,167 - 3 \sqrt{\frac{0,167(1-0,167)}{72}}$ $= 0,035$
20.	28/03/2016	$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum k} = \frac{15}{60}$ $\bar{p} = 0,250$	$= \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{k}}$ $= 0,250 + 3 \sqrt{\frac{0,250(1-0,250)}{60}}$ $= 0,418$	$= \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{k}}$ $= 0,250 - 3 \sqrt{\frac{0,250(1-0,250)}{60}}$ $= 0,082$

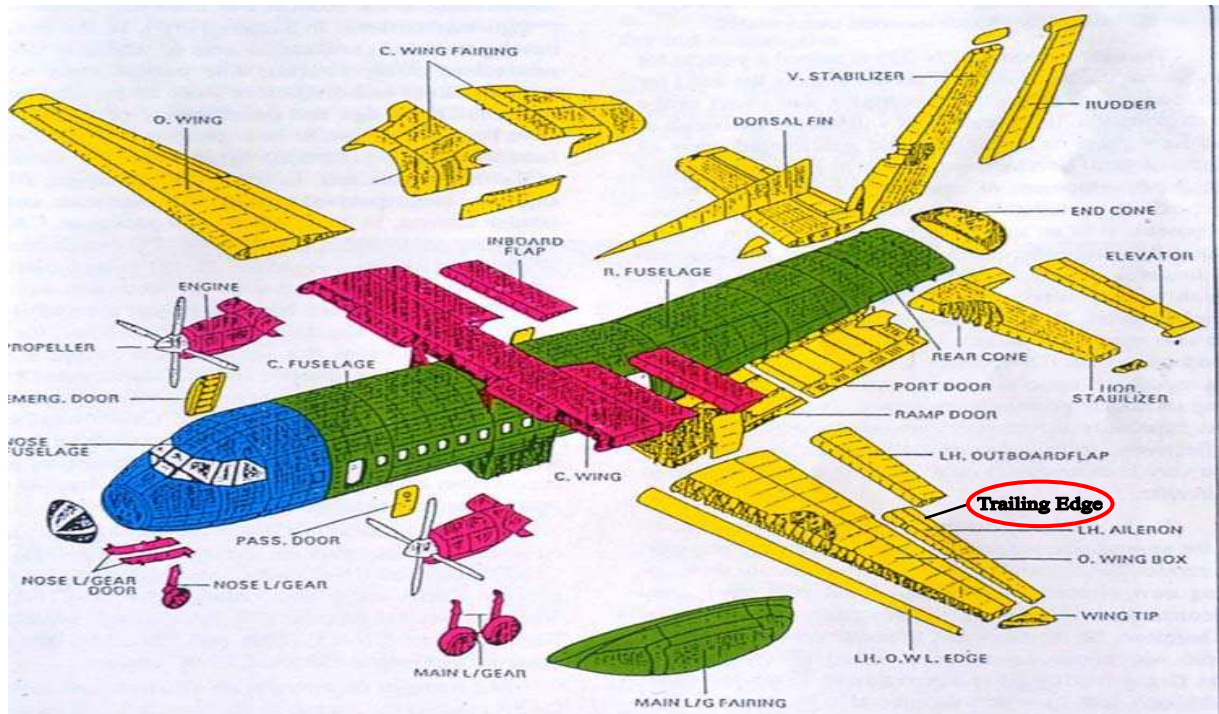
Lampiran B

Konversi DPMO ke Nilai Sigma Berdasarkan Konsep Motorola

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

Lampiran B
(Lanjutan)

Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO
2,04	294.598	2,55	146.859	3,06	59.380	3,57	19.226
2,05	291.160	2,56	144.572	3,07	58.208	3,58	18.763
2,06	287.740	2,57	142.310	3,08	57.053	3,59	18.309
2,07	284.339	2,58	140.071	3,09	55.917	3,60	17.864
2,08	280.957	2,59	137.857	3,10	54.799	3,61	17.429
2,09	277.595	2,60	135.666	3,11	53.699	3,62	17.003
2,10	274.253	2,61	133.500	3,12	52.616	3,63	16.586
2,11	270.931	2,62	131.357	3,13	51.551	3,64	16.177
2,12	267.629	2,63	129.238	3,14	50.503	3,65	15.778
2,13	264.347	2,64	127.143	3,15	49.471	3,66	15.386
2,14	261.086	2,65	125.072	3,16	48.457	3,67	15.003
2, 15	257.846	2,66	123.024	3,17	47.460	3,68	14.629
2,16	254.627	2,67	121.001	3,18	46.479	3,69	16.262
2,17	251.429	2,68	119.000	3,19	45.514	3,70	13.903
2,18	248.252	2,69	117.023	3, 20	44.565	3,71	13.553
2,19	245.097	2,70	115.070	3,21	43.633	3,72	13.209
2,20	241.964	2,71	113.140	3,22	42.716	3,73	12.874
2,21	238.852	2,72	111.233	3,23	41.815	3,74	12.545
2,22	235.762	2,73	109.349	3,24	40.929	3,75	12.224
2,23	232.695	2,74	107.488	3,25	40.059	3,76	11.911
2,24	229.650	2,75	105.650	3,26	39.204	3,77	11.604
2,25	226.627	2,76	103.835	3,27	38.364	3,78	11.304
2,26	223.627	2,77	102.042	3,28	37.538	3,79	11.011
2,27	220.650	2,78	100.273	3,29	36.727	3,80	10.724
2,28	217.695	2,79	98.525	3,30	35.930	3,81	10.444
2,29	214.764	2,80	96.801	3,31	35.148	3,82	10.170
2,30	211.855	2,81	95.098	3,32	34.379	3,83	9.903
2,31	208.970	2,82	93.418	3,33	33.625	3,84	9.642
2,32	206.108	2,83	91.759	3,34	32.884	3,85	9.387
2,33	203.269	2,84	90.123	3,35	32.157	3,86	9.137
2,34	200.454	2,85	88.508	3,36	31.443	3,87	8.894
2,35	197.662	2,86	86.915	3,37	30.742	3,88	8.656
2,36	194.894	2,87	85.344	3,38	30.054	3,89	8.424
2,37	192.150	2,88	83.793	3,39	29.379	3,90	8.198
2,38	189.430	2,89	82.264	3,40	28.716	3,91	7.976
2,39	186.733	2,90	80.757	3,41	28.067	3,92	7.760
2,40	184.060	2,91	79.270	3,42	27.429	3,93	7.549
2,41	181.411	2,92	77.804	3,43	26.803	3,94	7.344
2,42	178.786	2,93	76.359	3,44	26.190	3,95	7.143
2,43	176.186	2,94	74.934	3,45	25.588	3,96	6.947
2,44	173.609	2,95	73.529	3,46	24.998	3,97	6.756
2,45	171.056	2,96	72.145	3,47	24.419	3,98	6.569
2,46	168.528	2,97	70.781	3,48	23.852	3,99	6.387
2,47	166.023	2,98	69.437	3,49	23.295	4,00	6.210
2,48	163.543	2,99	68.112	3,50	22.750	4,01	6.037
2,49	161.087	3,00	66.807	3,51	22.215	4,02	5.868
2,50	158.655	3,01	65.522	3,52	21.692	4,03	5.703
2,51	156.248	3,02	64.256	3,53	21.178	4,04	5.543
2,52	153.864	3,03	63.008	3,54	20.675	4,05	5.386
2,53	151.505	3,04	61.780	3,55	20.182	4,06	5.234
2,54	149.170	3,05	60.571	3,56	19.699	4,07	5.085



Gambar Pesawat CN-235
(Sumber: PT Dirgantara Indonesia)

Keterangan Gambar:

Warna biru : Komponen dibuat di CASA dan dirakit di CASA dan PT DI.

Warna kuning : Komponen dibuat dan dirakit di PT DI dan dikirim ke CASA.

Warna merah : Komponen dibuat dan dirakit di CASA, dan dikirim ke PT DI.

Warna hijau : Komponen dibuat dan dirakit di PT DI dan di CASA untuk kebutuhan masing-masing.