

**ANALISIS TINGKAT DEFECT PRODUK AILERON DENGAN PENDEKATAN
METODE DMAIC
(Studi Kasus: PT Goodrich Pindad Aeronautical Systems Indonesia)**

DODI PERMADI, ST., MT., MISWANTI
Program Studi D4 Logistik Bisnis Politeknik Pos Indonesia

ABSTRACT

Competition in global market is highly increases, causes a company should find some methods to meet its customers' needs. Continual improvement in product quality is an obligation and an important part of a company's business strategy. It is also happened to PT Goodrich Pindad Aeronautical Systems Indonesia which has the goal in produce quality products with competitive prices. This research was conducted at PT Goodrich Pindad Aeronautical Systems Indonesia which located at Jln. Jend.Gatot Subroto No. 517 Bandung. The product which observed is Aileron, as an aircraft component manufactured by PT Goodrich Pindad Aeronautical Systems Indonesia with zero defect standard. The variables studied are defects that occur in machining process and plating process.

Six Sigma is an approach on improving the product quality to be near perfect. To achieve Six Sigma, a process should not exceed more than 3.4 defects per million opportunities. To measure and respond a performance, Six Sigma model is used with define, measure, analyze, improve and control (DMAIC) method. In the define stage, it is determined the object research and its purpose and selection of critical to quality (CTQ) of selected object. While at measure phase, it is calculating Sigma value along with DPMO value. At the analyze stage, an analysis of the process capability and the cause of defect is identified. At the improve stage, a corrective action is determined. Finally, the control stage is analyzed for changes that occur in sigma and DPMO values.

The results showed that the performance of the Aileron product manufacturing process has DPMO level as much as 8.344 and the sigma level of 3.893. The influence factors for the outcome are due to machinery, operators, materials, work environment, and methods to improve those factors.

Keywords: Product Quality, Six Sigma, Defect, CTQ, DPMO.

1. PENDAHULUAN

Perusahaan dituntut untuk dapat menghasilkan kualitas produk yang konsisten agar dapat memenuhi kebutuhan konsumen. Pengawasan terhadap produk mutlak diimplementasikan sebagai jaminan pada konsumen bahwa produk yang ditawarkan memiliki mutu yang baik. Proses ini dalam perusahaan masuk dalam bagian pengendalian kualitas. Proses pengendalian kualitas ini tidak hanya berlangsung pada hasil produk akhir melainkan juga dimulai pada saat *material* masuk gudang sampai proses yang terjadi dilantai produksi.

PT Goodrich Pindad Aeronautical Systems Indonesia merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang memproduksi *spare part* pesawat terbang, yang beralamat di Jl. Jendral Gatot Subroto No.517 Bandung. Perusahaan ini dibentuk dengan formasi *Join Venture* yang

terdiri dari Lucas Aerospace LTD Wolverhampton, PT Pindad (Persero) Bandung, dan PT Metinca Dirgantara.

Produk Aileron merupakan salah satu produk unggulan dari PT Goodrich Pindad Aeronautical Systems Indonesia. Harga jual produk ini cukup tinggi yaitu sebesar USD 597.99. Dengan nilai tukar rupiah terhadap dolar sekitar IDR 9383. Adapun *cycle time* untuk membuat 1 *pieces* produk Aileron itu sendiri membutuhkan waktu 7 jam per *pieces* dengan waktu produksi yang dilakukan di PT Goodrich Pindad Aeronautical Systems Indonesia adalah 24 jam dalam 1 hari. Dalam 1 minggu manufaktur PT Goodrich Pindad Aeronautical Systems Indonesia beroperasi 7 hari. Untuk 1 hari rata-rata produksi untuk produk Aileron yaitu 7 *pieces*. Sehingga sangat bermasalah sekali jika terjadi *defect* terhadap produk ini.

Pada penelitian ini implementasi *Six Sigma* dilakukan dengan penerapan siklus

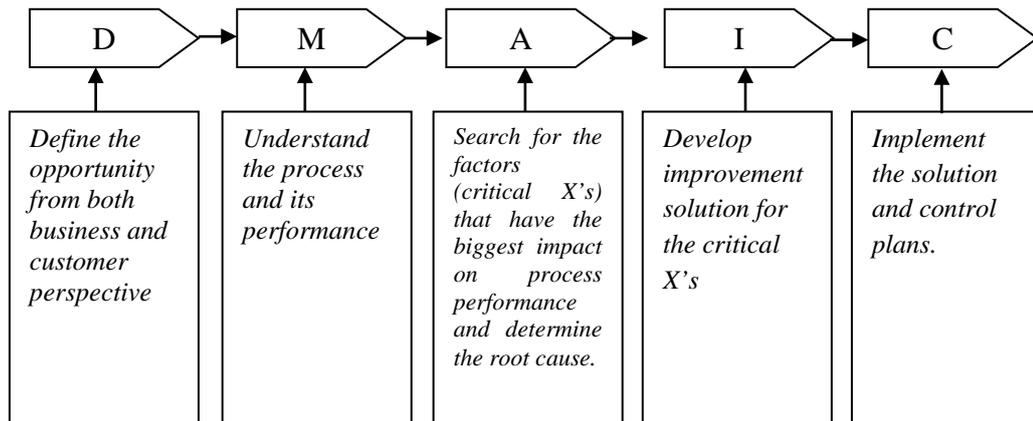
define, measure, analyze, improve, control (DMAIC) yang akan memberikan suatu arahan pada perbaikan yang sistematis dan *continue* (Gaspersz, 2002). Pada tahap *Define* dilakukan identifikasi *critical to quality* (CTQ) berdasarkan *voice of customer* melalui peta proses produksi ataupun jenis *defect* yang terdapat pada produk dapat dikatakan sebagai *critical to quality* (CTQ). Pada tahap *Measure* dilakukan identifikasi faktor utama yang menentukan kualitas suatu produk dan mengukur kinerja sekarang (*current performance*) untuk ditetapkan sebagai *baseline* kinerja pada awal proyek *Six Sigma*. Tahap *Analyze* bertujuan untuk menentukan penyebab dari masalah yang

memerlukan perbaikan, *tool* yang digunakan adalah *cause and effect diagram, pareto diagram* dan FMEA. Setelah sumber-sumber dan akar penyebab permasalahan kualitas teridentifikasi, pada tahap *Improve* perlu dilakukan penetapan rencana tindakan (*action plan*) untuk melaksanakan peningkatan kualitas *Six Sigma*. *Tool* yang digunakan pada tahap ini adalah FMEA, dan melakukan rencana tindakan yang (*action plan*) yang telah disusun. Tahap akhir dari *Six Sigma* adalah tahap *control* yang berisi mekanisme sistem *control process*, sehingga *defect* yang diidentifikasi sebelumnya tidak terjadi lagi.

2. METODE YANG DIGUNAKAN

Metode *define, measure, analyze, improve, dan control* (DMAIC) merupakan suatu metode yang terdapat

dalam *Six Sigma* dan berfungsi untuk meningkatkan proses bisnis dengan mengurangi kecacatan.



Gambar 2.1 Alur Define, Measure, Analyze, Improve, Control (DMAIC Model)

Sumber : (Vincent Gaspersz, 2007:112)

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

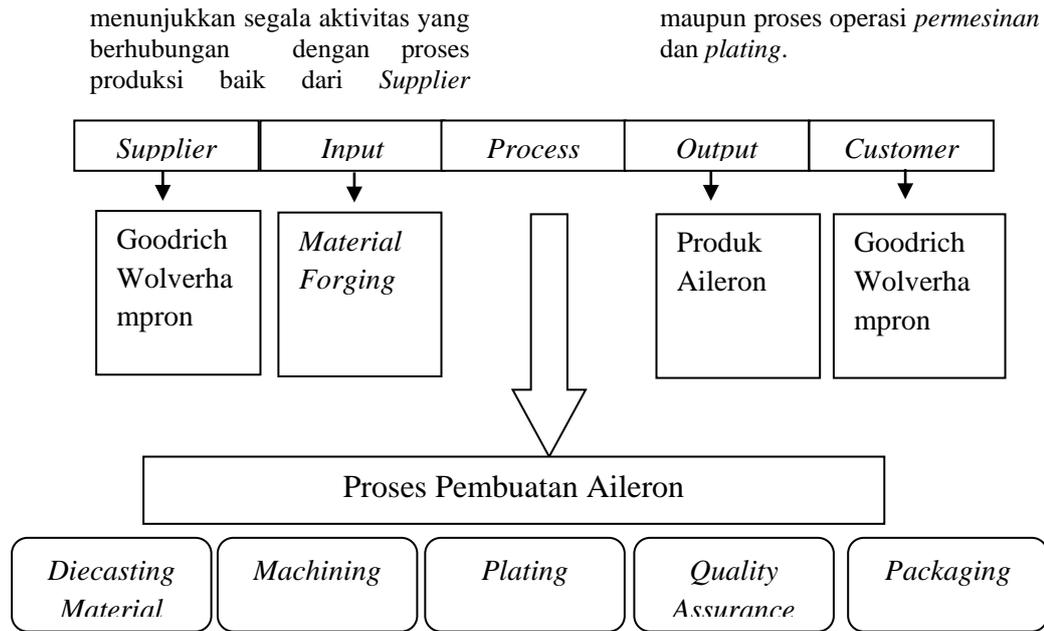
1. Tahap Define

Aktivitas utama dari tahap *Define* ini adalah menentukan *critical to quality* (CTQ), yaitu sebuah fokus permasalahan yang menjadi hal yang paling penting dalam pemenuhan keinginan konsumen. Pada tahap ini yang pertama kali dilakukan adalah menetapkan proyek yang akan dijalankan berdasarkan skala prioritas yang telah ditentukan, kemudian menentukan *critical to quality* (CTQ), hal ini dilakukan untuk mengetahui keinginan dari

konsumen sesuai dengan tujuan dari metode *Six Sigma* untuk memberikan kepuasan kepada konsumen, lalu membentuk sebuah team, membuat jadwal proyek, membuat *process mapping* dan yang terakhir mengidentifikasi proses yang mempengaruhi *critical to quality* (CTQ) atau biasa disebut *critical to quality* (CTQ)

Membuat Proses Mapping/SIPOC Diagram

Pembuatan proses *mapping* atau supplier, input, process, output, customer, (SIPOC Diagram) ini dilakukan untuk



Gambar 2.2 SIPOC Proses Pembuatan Produk Aileron

Menentukan Data Six Sigma

Proses pembuatan Aileron dilakukan dari bulan Januari 2011 sampai dengan Desember 2011, maka dibutuhkan beberapa parameter data

yang dapat digunakan sebagai acuan data yang diproses lebih lanjut dalam penelitian ini, diperlukan data *defect* dan produksi Aileron selama periode Januari 2011 sampai Desember 2011.

Tabel 2.3 Total Produksi dan *Defect* tahun 2011

No.	Bulan	Total Produksi	Total Defect (pieces)
1	Januari	0	0
2	Februari	40	19
3	Maret	104	10
4	April	120	13
5	Mei	63	5
6	Juni	156	5
7	Juli	186	4
8	Agustus	168	0
9	September	174	0
10	Oktober	0	0
11	November	46	1
12	Desember	73	2
Jumlah		1130	66

Sumber : PT Goodrich Pindad Aeronautical Systems Indonesia

Pada tabel 2.3 diketahui bahwa pada tahun 2011 PT Goodrich Pindad Aeronautical Systems Indonesia memproduksi produk Aileron sebanyak 1130 *pieces*. Pada tahun yang sama terjadi *defect* produk Aileron sebanyak 66 *pieces*. Sehingga

pada persentasi *defect* produk Aileron tahun 2011 jumlah yaitu 5.84%. Sebelum mengetahui *critical to quality* (CTQ) yang terjadi pada proses pembuatan Aileron, dibutuhkan data pendukung mengetahui sumber terjadinya *defect* tersebut.

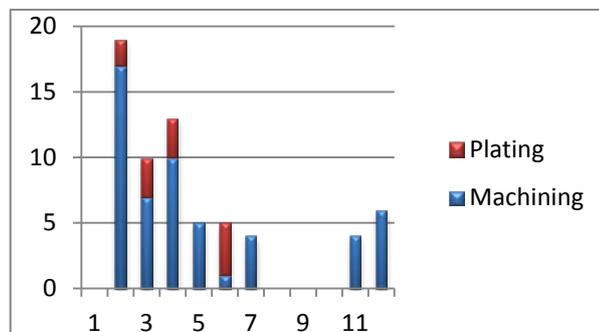
Tabel 2.4 Data *Defect* Produk Aileron Periode Januari-Desember 2011

Bulan	Type	
	<i>Machining (pieces)</i>	<i>Plating (pieces)</i>
1	0	0
2	17	2
3	7	3
4	10	3
5	5	0
6	1	4
7	4	0
8	0	0
9	0	0
10	0	0
11	4	0
12	6	0
Jumlah <i>(pieces)</i>	54	12

Sumber : PT Goodrich Pindad Aeronautical Systems Indonesia

Pada tabel 2.4 dapat dilihat bahwa ada 2 jenis sumber terjadinya *Defect*, yaitu pada proses *machining* dan proses *plating*. Sehingga analisa *defect* akan dilanjutkan pada proses *machining* dan *plating*. Setelah

diketahui data *defect* yang terjadi pada proses *machining* dan *plating*, akan digambarkan melalui histogram untuk lebih memudahkan pembaca melihat *defect* yang terjadi pada kedua sumber tersebut setiap bulan.



Gambar 2.5 Grafik *Defect* Produk Aileron Perbulan periode 2011

Dalam penentuan frekuensi atau *trend* terjadinya *Non Conformable Product* selama periode 2011 maka dilakukan perbandingan hasil *Non Conformable report* tiap Bulannya.

Terlihat dari gambar 2.5, bahwa *defect* yang terbanyak terjadi karena proses permesinan yaitu 54 *pieces* dari total *Scrap* 66 *pieces*, ini adalah 81.8% dari jumlah total *Non Conformable*

Report selama periode 2011. Sedangkan pada proses *plating* terjadi 12 *pieces* *defect* atau sebesar 18.1% dari jumlah total *Non Conformable Report* selama periode 2011.

Tahap selanjutnya setelah diketahui sumber *defect* terjadi pada proses *machining* dan *plating*, perlu diketahui *issue defect* yang terjadi pada kedua sumber *defect* tersebut.

Tabel 2.6 Tabel *Non Conformable* Berdasarkan Pada *Issue*

Detail Issue	Type Defect	Grand Total (pieces)
<i>Visual damage</i>	<i>Machine</i>	8
<i>Fixture broken</i>	<i>Machine</i>	1
<i>Tool broken</i>	<i>Machine</i>	45
<i>Black mark</i>	<i>Plating</i>	1
<i>Burning</i>	<i>Plating</i>	4
<i>Contamination</i>	<i>Plating</i>	1
<i>Ununiform Plating</i>	<i>Plating</i>	6
Grand Total (pieces)		66

Sumber : PT Goodrich Pindad Aeronautical Systems Indonesia

Pada tabel 2.6 diketahui bahwa ada 7 *issue* yang menyebabkan *defect* pada proses *machining* maupun *plating* yaitu: *Visual damage*, *Fixture broken*, *Tool broken*, *Black mark*, *Burning*, *Contamination*, dan *Ununiform Plating*.

Setelah mengetahui *issue* yang terjadi pada proses *machining* dan *plating*, maka akan dibuatkan tabel tambahan untuk memisahkan *defect* yang terjadi pada proses *machining* dan *plating* berdasarkan *issue* yang terjadi pada kedua sumber tersebut.

Tabel 2.7 Pivot Tabel *Non Conformable Report* Berdasarkan *Detail Issue*

Type Defect	Detail Issue	Total (pieces)
<i>Machine</i>	<i>Fixture broken</i>	1
	<i>Tool broken</i>	45
	<i>Visual damage</i>	8
Machine Total (pieces)		54
<i>Plating</i>	<i>Black mark</i>	1
	<i>Burning</i>	4
	<i>Contamination</i>	1
	<i>Un Uniform Plating</i>	6
Plating Total (pieces)		12
Grand Total (pieces)		66

Sumber : PT Goodrich Pindad Aeronautical Systems Indonesia

Pada data *pivot non conformable report* berdasarkan detail *issue*, akan ditentukan *Detail Issue* apakah yang paling tinggi, atau dengan kata lain, *Non Conformability* apakah yang paling buruk dan sering terjadi. Jenis-jenis *defect* Produk Aileron antara Lain:

1. *Fixture broken*

Fixture broken adalah cacat produk yang terjadi disebabkan oleh sistem pengekaman atau pemegang produk pada saat proses permesinan mengalami kerusakan, sehingga produk bergeser, dan berakibat langsung terhadap dimensi dan posisi terukur tidak tepat.

2. *Tool broken*

Tool broken adalah Cacat produk yang terjadi karena terjadinya kerusakan alat potong pada saat proses permesinan, sehingga berakibat pada cacatnya produk Aileron yang sedang dikerjakan.

3. *Visual damage*

Visual damage adalah cacat produk yang terjadi pada permukaan Aileron karena terdapat goresan atau bekas benturan, biasanya terjadi karena penanganan atau handling yang kurang baik.

4. *Black mark*

Black mark adalah *defect* yang terjadi pada proses *plating*, ditandai

dengan adanya bekas tanda berwarna hitam pada permukaan Aileron, biasa terjadi karena pencekaman pada saat proses *plating* kurang rapat, sehingga terjadi loncatan aliran arus listrik selama proses *plating*.

5. *Burning*

Burning adalah Proses terkikisnya sebagian part Aileron pada saat proses *Plating*.

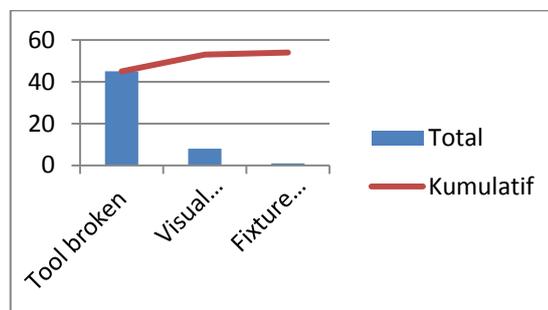
6. *Contamination*

Contamination adalah cacat yang terjadi diproses *plating* terutama proses alochrome yang bercampur dengan sulfur.

7. *Un Uniform Plating*

Un Uniform Plating adalah cacat produk *plating* yang ditandai dengan tidak ratanya ketebalan permukaan *plating*.

Pada tabel 2.7 diketahui jenis *defect* apa saja yang terjadi pada proses *machining* dan *plating* yang terjadi setiap bulannya. Selanjutnya akan digambarkan melalui diagram pareto untuk melihat jenis *defect* apa yang akan dipilih sebagai *critical of quality* (CTQ) pada proses *machining* dan *plating*.

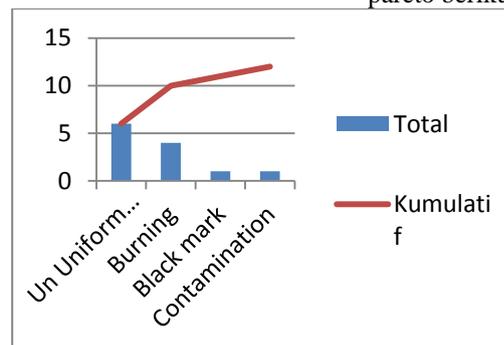


Gambar 2.8 Pareto Chart of Non Conformability Aileron for Machining Process

Pada Gambar 2.8 dapat dilihat bahwa satu-satunya kriteria yang memiliki nilai *defect* paling tinggi adalah *tool broken*, Dengan jumlah total *defect* karena *tool broken* mencapai 45 *pieces*, sehingga dapat disimpulkan bahwa *tool broken*

merupakan *critical of quality* (CTQ) pada proses *machining*.

Tahap selanjutnya setelah diketahui *critical of quality* (CTQ) pada proses *machining* maka dicari pula *critical of quality* (CTQ) pada proses *plating* dengan melihat diagram pareto berikut ini.



Gambar 2.9 Pareto Chart of Non Conformability Aileron for Plating Process

Pada Gambar 2.9 dapat dilihat bahwa satu-satunya kriteria yang memiliki nilai *defect* paling tinggi adalah *un uniform plating*, Dengan jumlah total *defect* karena *un uniform plating* mencapai 6 *pieces*, maka *tool*

broken dan *Un Uniform Plating* akan dijadikan prioritas utama dalam perbaikan Kualitas. Sehingga diperoleh *critical to quality* (CTQ) penelitian ini adalah *tool broken* dan *Un Uniform Plating*.

2. Tahap *Measure*

Tahap *Measure* bertujuan untuk mengetahui proses yang sedang terjadi,

mengumpulkan data mengenai tingkat kualitas yang akan digunakan untuk mengetahui penyebab masalah yang

sebenarnya. Pada tahap *measure* akan ditentukan posisi sigma level yang merupakan ukuran kinerja proses pembuatan produk Aileron saat ini.

Dari data *defect* di Gambar 2.3 akan dicari posisi Level *Sigma* untuk *defect* yang saat ini terjadi, tetapi sebelum mencari hasil Level *Sigma*nya harus dihitung terlebih dahulu DPMO, yang merupakan singkatan dari *Defect Per Million Opportunities*, yaitu Kemungkinan jumlah *defect* dalam proses produksi sebanyak satu juta produk.

Parameter untuk menghitung DPMO antara lain:

$$D = \text{Jumlah cacat}$$

$$O = \text{Kategori atau Jumlah jenis cacat}$$

$$U = \text{Jumlah Unit produksi}$$

$$\text{TOP} = \text{Total Kemungkinan/Peluang Cacat (U x O)}$$

$$\text{Formula DPMO :}$$

$$\text{DPMO} = \text{DPO} \times 1.000.000$$

Maka, dari data tabel akan didapatkan data sebagai berikut:

$$D = 66 \text{ (Total defect)}$$

$$O = 7 \text{ (Jenis defect)}$$

$$U = 1130 \text{ (Jumlah Produksi)}$$

Sehingga,

$$\text{TOP} = U \times O$$

$$= 1130 \times 7$$

$$= 7910$$

$$\text{DPO} = D / \text{TOP}$$

$$= 66 / 7910$$

$$= 0,00834 \text{ Defect per Unit}$$

$$\text{DPMO} = (D \times 1.000.000) / \text{TOP}$$

$$= (66 \times 1.000.000) / 7910$$

$$= 8.344$$

Jadi didalam 1 (satu) juta produksi, akan terjadi kemungkinan *defect* sebanyak 8344 *piece* Aileron

Sigma Level dicari dengan menggunakan Ms Excel, dengan formula Sebagai Berikut:

$$\text{Sigma Level} = \text{NORMSINV}(1-(\text{DPMO} / 1.000.000)) + 1.5$$

$$= (\text{NORMSINV}(1-(8344/1000000)))+1.5)$$

Jadi diperoleh nilai *Sigma Level* adalah 3.893.

3. Tahap Analyze

Pada tahap ini lebih memfokuskan pada pemilihan faktor –faktor yang

mengakibatkan terjadinya *tool broken* dan *Un Uniform Plating* yang dijadikan *critical to quality* (CTQ), sehingga bisa menurunkan frekuensi terjadinya *tool broken* dan *Un Uniform Plating*. Hal yang pertama kali harus dilakukan adalah menentukan faktor-faktor penyebab terjadinya *tool broken* dan *Un Uniform Plating* dengan menggunakan *fishbone* analisis .

Dengan melibatkan masukan dari team atau dari department lain . Kemudian dilanjutkan dengan memilih faktor-faktor yang vital yang menyebabkan terjadinya *issue tool broken* dan *Un Uniform Plating* yang dibantu dengan *FMEA*.

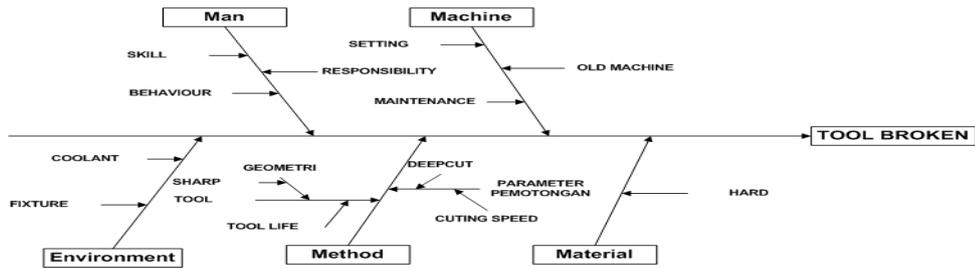
1) *Fishbone* Diagram

Diagram Ishikawa, juga dikenal sebagai diagram

fishbone atau diagram sebab akibat, adalah alat yang digunakan untuk secara sistematis mengidentifikasi dan penyajian semua kemungkinan penyebab masalah tertentu dalam format grafis. Penyebab yang mungkin disajikan pada berbagai tingkat detail dalam cabang terhubung, dengan tingkat rincian peningkatan sebagai cabang berjalan ke luar, yaitu, sebuah cabang luar merupakan penyebab cabang batin itu melekat. Dengan demikian, cabang terluar biasanya menunjukkan akar penyebab masalah.

Untuk menentukan faktor-faktor yang berpotensi menyebabkan terjadinya *tool broken* dan *Un Uniform Plating* yaitu dengan menggunakan *fishbone* analisis diagram untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang menyebabkan *tool broken* dan *Un Uniform Plating* .

Agar lebih banyak masukan dalam menganalisa, maka selain *input* atau masukan yang ada, seluruh anggota tim juga diminta untuk memberikan masukan dalam menentukan *potencial factor* tersebut, karena setiap anggota tim memiliki keahlian di bidangnya masing-masing sesuai dengan permasalahan yang ditemukan. Hasil penentuan *potencial factor* dengan menggunakan *fishbone analysis* dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.10 Fishbone Diagram Tool Broken

Dari hasil *brainstroming* dan pengamatan langsung terhadap proses pembuatan Aileron maka diperoleh beberapa parameter yang berpengaruh pada akibat *tool broken*, antara lain:

1. *Man*
 - a. *Skill*
 - Operator Kurang Memahami Proses
 - Kemampuan Operator yang belum cukup
 - b. *Behaviour*
 - Operator tidak melakukan pengechekan harian
 - Kebiasaan yang salah saat bekerja
 - c. *Responsibility*
 - Operator kurang Tanggung Jawab kerja
2. *Machine*
 - Mesin Kurang Perawatan
 - Seting Mesin tidak tepat

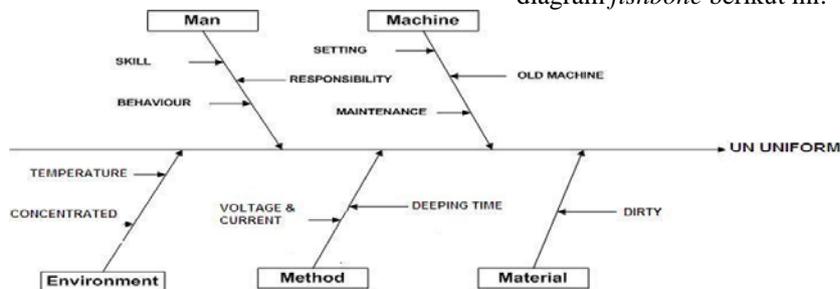
- Usia pakai mesin yang sudah lama

3. *Method*
 - a. *Geometri Tool*
 - Sudut Potong
 - Jumlah *Flute*
 - *Holder Tool*
 - b. *Parameter Pemotongan*
 - Kecepatan Potong
 - Diameter *Tool* Potong
 - Kecepatan Putaran *Tool*
 - Kecepatan Pemakanan
 - Kedalaman Pemakanan

4. *Material*
 - Material Keras

5. *Environment*
 - *Coolant* dan *Fixture*

Setelah melakukan *brainstorming* pada *defect tool broken* pada proses *machining*, dilakukan pula analisa yang sama terhadap *defect un uniform plating* pada proses *plating* dengan menggunakan diagram *fishbone* berikut ini:



Gambar 2.11 Fishbone Diagram Un Uniform Plating

Beberapa parameter yang menyebabkan *defect Un Uniform Plating*, antara lain:

1. *Man*
 - a. *Skill*
 - Operator Kurang Memahami Proses.
 - Kemampuan Operator yang belum cukup.
 - b. *Behaviour*
 - Operator tidak melakukan pengechekan harian
 - Kebiasaan yang salah saat bekerja
 - c. *Responsibility*
 - Operator kurang Tanggung Jawab kerja

2. *Machine*
 - Mesin Kurang Perawatan
 - Seting Mesin tidak tepat
 - Usia pakai mesin yang sudah lama
3. *Method*
 - a. *Deeping Time* (Waktu Pencelupan Aileron kedalam larutan)
 - b. *Voltage and Current* (Tegangan dan Arus Listrik yang kurang stabil)
4. *Material*
 - Material Kotor
5. *Environment*
 - Temperatur Larutan
 - Konsentrasi Kecepatan Larutan

2) FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)

FMEA adalah pendekatan yang bertujuan untuk mengidentifikasi kegagalan suatu produk atau suatu objek yang sedang diteliti. Pada gambar 2.10 dan gambar 2.11 diketahui sebab-sebab terjadinya *tool broken* dan *un uniform plating*. Melalui FMEA rating akan diperoleh faktor-faktor vital yang menyebabkan terjadinya *tool broken* dan *un uniform plating* pada proses *machining* dan *plating*.

Berikut ini merupakan tabel FMEA rating standar yang digunakan oleh PT

Goodrich Pindad Aeronautical Systems Indonesia. Pada tabel FMEA Rating yang dimiliki dari 1 hingga 10 yang menunjukkan nilai tingkat resiko yang akan terjadi, baik dilihat dari segi *severity*, *occurrence*, maupun *detection*. *Severity* merupakan resiko yang akan terjadi, nilainya tetap walau sudah dilakukan tahap *improve*. *Occurrence* merupakan frekuensi terjadinya sebab, dan *detection* merupakan tingkat kemudahan pendeteksian sebab, nilainya semakin sulit dideteksi maka semakin tinggi pula nilai *rating*.

Tabel 2.12 FMEA Rating

Suggested PFMEA Severity Evaluation Criteria				PROCESS FMEA			Suggested PFMEA Detection Evaluation Criteria						
Effect	Criteria: Severity of Effect. This rating results when a potential failure mode results in a final customer and/or manufacturing assembly plant defect. The final customer should always be considered first. If both occur, use the higher of the two severities. (Customer Effect)	Manufacturing/Assembly Effect	Ranking	Probability of Failure	Likely Failure Rates	Ranking	Detection	Criteria	A	B	C	Suggested Range of Detection Methods	Ranking
Hazardous without Warning	Very high severity ranking when a potential failure mode affects safe vehicle operation and/or involves non-compliance with government regulation without warning.	Or may endanger operator (machine or assembly) without warning.	10	Very High: Persistent failures	≥ 100 per thousand pieces	10	Almost Impossible	Absolute certainty of non-detection.			X	Cannot detect or is not checked.	10
Hazardous with Warning	Very high severity ranking when a potential failure mode affects safe vehicle operation and/or involves non-compliance with government regulation with warning.	Or may endanger operator (machine or assembly) with warning.	9		50 per thousand pieces	9	Very Remote	Controls will probably not detect.			X	Control is achieved with indirect or random checks only.	9
Very High	Vehicle/item inoperable (loss of primary function).	Or 100% of product may have to be scrapped, or vehicle/item repaired in repair department with a repair time greater than one hour.	8	High: Frequent failures	20 per thousand pieces	8	Remote	Controls have poor chance of detection.			X	Control is achieved with visual inspection only.	8
High	Vehicle/item operable but at a reduced level of performance. Customer very dissatisfied.	Or product may have to be sorted and a portion less than 10% scrapped, or vehicle/item repaired in repair department with a repair time between half an hour and one hour.	7		10 per thousand pieces	7	Very Low	Controls have poor chance of detection.			X	Control is achieved with double visual inspection only.	7
Moderate	Vehicle/item operable but comfort/convenience item(s) inoperable. Customer dissatisfied.	Or a portion (less than 100%) of the product may have to be scrapped, or vehicle/item repaired in repair time less than half an hour.	6	Moderate: Occasional failures	5 per thousand pieces	6	Low	Controls may detect.	X	X		Control is achieved with charting methods, such as SPC (Statistical Process Control).	6
Low	Vehicle/item operable but comfort/convenience item(s) operable at a reduced level of performance. Customer somewhat dissatisfied.	Or 100% of product may have to be reworked, or vehicle/item repaired off-line but does not go to repair department.	5		2 per thousand pieces	5	Moderate	Controls may detect.	X	X		Control is based on variable gauging after parts have left the station, OR error detection in subsequent operations, OR gauging performed on 100% of the parts after parts have left the station.	5
Very Low	Fit & finish/gauging & rattle item does not conform. Defect noticed by most customers (greater than 75%).	Or the product may have to be reworked, with no scrap, and a portion less than 100% reworked.	4		1 per thousand pieces	4	Moderately High	Controls have a good chance to detect.	X	X		Error detection in subsequent operations, OR gauging performed on setup and first-piece check (for setup causes only).	4
Minor	Fit & finish/gauging & rattle item does not conform. Defect noticed by 50% of customers.	Or a portion (less than 100%) of the product may have to be reworked, with no scrap, on-line but out-of-station.	3	Low: Relatively few failures	0.5 per thousand pieces	3	High	Controls have a good chance to detect.	X	X		Error detection in-station, OR error detection in subsequent operations by multiple layers of acceptance: supply, select, install, verify. Can not accept discrepant part.	3
Very Minor	Fit & finish/gauging & rattle item does not conform. Defect noticed by discriminating customers (less than 25%).	Or a portion (less than 100%) of the product may have to be reworked, with no scrap, on-line but in-station.	2		0.1 per thousand pieces	2	Very High	Controls almost certain to detect.	X	X		Error detection in-station (automatic gauging with automatic stop feature). Can not pass discrepant part.	2
None	No discernible effect.	Or slight inconvenience to operator or operator, or no effect.	1	Remote: Failure is unlikely	≤ 0.01 per thousand pieces	1	Very High	Controls certain to detect.	X			Discrepant parts can not be made because item has been error proofed by process/ product design.	1

Inspection Types: A = Error Proofed · B = Gauging · C = Manual Inspection

Sumber : PT Goodrich Pindad Aeronautical Systems Indonesia

Melalui tabel FMEA akan dilakukan *rating* terhadap penyebab *defect* yang terjadi pada *defect tool broken* di proses *machining*. Penilaian ini dilakukan oleh pihak perusahaan yang terlibat langsung dalam proses pembuatan produk Aileron

yaitu *manufacture engineering* dan *quality engineering* serta operator yang mengoperasikan mesin CNC. Berikut tabel FMEA *issue tool broken* pada proses *machining*.

Tabel 2.13 FMEA Issue Tool Broken on Maching Process

VARIABLE	POTENTIAL CAUSE	EFFECT OF FAILURE	SEVERINITY	OCCURANCE	DETECTION	RPN
MAN	Skill	Part Defect(Defect)	8	3	6	144
	Behaviour	Part Defect(Defect)	8	5	4	160
	Responsibility	Part Defect(Defect)	8	3	6	144
MACHINE	Setting	Part Defect(Defect)	8	4	4	128

	<i>Old Machine</i>	<i>Part Defect(Defect)</i>	4	4	4	64
	<i>Maintenance</i>	<i>Part Defect(Defect)</i>	4	4	4	64
<i>Material</i>	<i>Hard Material</i>	<i>Part Defect(Defect)</i>	5	1	6	30
<i>Method</i>	<i>Sharp of Tool</i>	<i>Part Defect(Defect)</i>	8	7	6	336
	<i>Tool Life</i>	<i>Part Defect(Defect)</i>	8	6	5	240
	<i>Deep of Cut</i>	<i>Part Defect(Defect)</i>	8	8	6	384
	<i>Cuting Speed</i>	<i>Part Defect(Defect)</i>	5	5	6	150
<i>ENVIRONMENT</i>	<i>Coolant</i>	<i>Part Defect(Defect)</i>	8	6	5	240
	<i>Fixture</i>	<i>Part Defect(Defect)</i>	6	5	6	180

Sumber : PT Goodrich Pindad Aeronautical Systems Indonesia

Pada data FMEA *issue tool broken on machining process*, dapat diketahui faktor-faktor kritis penyebab terjadinya *tool broken*, dari nilai RPN diatas *over deep cutting* menjadi resiko tertinggi penyebab *tool broken* dengan nilai RPN sebesar 384. Berikut ini adalah faktor-faktor vital yang berpengaruh pada kerusakan *tool broken* setelah dianalisa menggunakan FMEA:

1. *Deep of Cut* atau Kedalaman Pemotongan
Deep of Cut berpengaruh besar terhadap ketahanan dan kekuatan *tool cutting*, karena semakin tebal pemotongan *material*, maka beban yang akan diterima oleh *tool* secara langsung akan meningkat, hal ini searah dengan kekuatan *tool*.
2. *Tool Life* atau Umur Pakai
Umur Pakai *tool*, tergantung dari jenis merek yang dipakai dan harga *tool*, biasanya semakin mahal, maka akan semakin awet.
3. *Sharp of tool* atau Ketajaman Mata Potong
Ketajaman Mata Potong mempengaruhi tahanan gesek antara permukaan mata potong dan *material*, semakin tajam mata potong, maka akan semakin kecil nilai tahanan geseknya.

4. *Coolant* atau Pendingin

Coolant atau pendingin berperan langsung terhadap kerusakan *tool*, karena *coolant* disini berfungsi sebagai penghambat panas yang ditimbulkan karena gesekan yang terjadi antara *material* dan mata potong, selain itu *coolant* juga berfungsi sebagai pengurang koefisien gesek antara mata potong dan *material*, sehingga semakin bagus kualitas cairan *coolant*, mata potong akan semakin awet.

5. *Tool Material* atau *Material* Alat Potong

Kualitas struktur *material* yang digunakan untuk pembuatan mata potong, berpengaruh terhadap keawetan mata potong, kekerasan mata potong yang sempurna, struktur *carbon* dan *martensit* yang tepat pada bahan *material* mata potong berpengaruh terhadap umur pakai mata potong.

Setelah mengetahui faktor-faktor vital penyebab *tool broken*, maka selanjutnya dengan menggunakan FMEA dianalisa pula faktor-faktor vital yang menyebabkan *un uniform plating* yang terjadi pada proses *plating*. Berikut tabel FMEA *issue un uniform plating* pada proses *plating*.

Tabel 2.14 FMEA Issue Un Uniform Plating on Plating Process

VARIABLE	POTENTIAL CAUSE	EFFECT OF FAILURE	SEVERINITY	OPPORTUNITY	DETECTION	RPN
MAN	Skill	Part Defect(Defect)	8	3	6	144
	Behaviour	Part Defect(Defect)	8	5	4	160
	Resposibility	Part Defect(Defect)	8	3	6	144
MACHINE	Setting	Part Defect(Defect)	8	4	4	128
	Old Machine	Part Defect(Defect)	4	4	4	64
	Maintenance	Part Defect(Defect)	4	4	4	64
Material	Dirty	Part Defect(Defect)	6	1	6	36
Method	Deeping Time	Part Defect(Defect)	6	7	6	252
	Voltage and Current	Part Defect(Defect)	6	8	6	288
ENVIRONMENT	Temperature	Part Defect(Defect)	6	6	6	216
	Concentrated	Part Defect(Defect)	6	8	7	336

Sumber : PT Goodrich Pindad Aeronautical Systems Indonesia

Pada tabel FMEA Issue Un Uniform Plating on Plating Proc terlihat Nilai RPN yang tertinggi adalah pada parameter Concentrated atau kepekatan cairan kimia plating dengan nilai RPN tertinggi sebesar 336, dan beberapa faktor vital penyebab defect un uniform plating, antara lain adalah:

1. Concentrated

Concentrated adalah nilai kepekatan larutan, semakin encer larutan, maka resiko defect Un Uniform akan semakin tinggi.

2. Voltage and Current

Voltage and current adalah besarnya tegangan Listrik dan arus Listrik yang digunakan untuk proses plating, jika arus listrik kurang maka akan terjadi defect un uniform plating, tetapi jika arus terlalu besar, akan mengakibatkan terjadi defect burning.

3. Deeping Time

Adalah lamanya waktu pencelupan Aileron kedalam larutan, lamanya waktu pencelupan sangat dipengaruhi oleh kepekatan larutan dan arus listrik, Jadi ketiga faktor vital diatas saling mempengaruhi satu sama lain, untuk itu harus didapatkan kombinasi yang tepat agar defect dapat diminimalisir.

4. Tahap Improve (I)

Setelah mendapatkan faktor penyebab masalah, maka langkah selanjutnya adalah melakukan perbaikan atau improve. Tahap ini penulis memberikan usulan-usulan perbaikan dari masalah yang terjadi, pada proses machining dengan critical to quality berupa tool broken antara lain:

- 1 Membuat lembar control pengamatan untuk pergantian tool, dengan dimaksudkan agar tool life benar-benar terkendali.
- 2 Membuat standarisasi untuk deep of cutting, dengan memperhitungkan beberapa parameter, antara lain diameter tool, bahan material, kecepatan potong, type tool, dengan harapan akan diperoleh umur pakai tool yang optimal.
- 3 Membuat lembar control perubahan program mesin CNC, jadi jika ada pergantian operator atau pengubahan program, semuanya tercatat didalam lembar control perubahan program.
- 4 Membuat lembar peramalan pemeriksaan kualitas coolant yang digunakan.

Berikut usulan-usulan perbaikan dari masalah yang terjadi, pada proses

plating dengan *critical to quality* berupa *un uniform plating* antara lain:

- 1 Dilakukan pengecekan kadar larutan sebelum proses *plating* dilakukan.
- 2 Mengadakan alat yang dapat bekerja secara otomatis mengontrol tegangan dan arus, yang dapat disesuaikan dengan temperature larutan.

5. Tahap Control (C)

Dalam tahap *control* dilakukan standarisasi apabila usulan perbaikan dilaksanakan dan mencapai keberhasilan. Jadi, prosedur-posedur yang dapat didokumentasikan dan dijadikan sebagai pedoman kerja standar.

Tahap *control* dalam penelitian ini masih dalam perencanaan yang belum dilakukan proses dan sistem operasinya.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengolahan data mengenai analisis *defect* produk Aileron pada PT Goodrich Pindad Aeronautical Systems Indonesia dengan nilai DPMO sebesar 8344 dan *Sigma* nilai 3.893, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dapat diketahui dari pengolahan data dengan menggunakan metode DMAIC pada tahap *define* bahwa jenis *defect* yang menjadi permasalahan utama pada proses pembuatan produk Aileron yaitu *tool broken* dan *Un Uniform Plating*. *Tool broken* merupakan cacat produk yang terjadi karena terjadinya kerusakan alat potong pada saat proses permesinan, sehingga berakibat pada cacatnya produk Aileron yang sedang dikerjakan sedangkan pada proses *plating*, *Un Uniform Plating* menjadi permasalahan utama yang terjadi.
2. Permasalahan-permasalahan utama pada proses pembuatan Aileron telah diketahui yaitu *tool broken* dan *un uniform plating*, maka dilanjutkan untuk mencari faktor penyebabnya dengan menggunakan metode *brainstorming* dengan menggunakan alat bantu berupa diagram sebab akibat dan FMEA melalui mendiskusikan bersama tim yang terkait. Berikut faktor-faktor vital yang dapat menyebabkan terjadinya *tool broken*.

- *Deep of Cut* atau Kedalaman Pemotongan

Deep of cut berpengaruh besar terhadap ketahanan dan kekuatan *tool cutting*, karena semakin tebal pemotongan *material*, maka beban yang akan diterima oleh *tool* secara langsung akan meningkat, hal ini searah dengan kekuatan *tool*.

- *Tool Life* atau Umur Pakai

Umur Pakai *tool*, tergantung dari jenis merek yang dipakai dan harga *tool*, biasanya semakin tinggi kualitas *tool* yang digunakan, maka akan semakin awet.

- *Sharp of tool* atau Ketajaman Mata Potong

Ketajaman Mata Potong mempengaruhi tahanan gesek antara permukaan mata potong dan *material*, semakin tajam mata potong, maka akan semakin kecil nilai tahanan geseknya.

- *Coolant* atau Pendingin

Coolant atau pendingin berperan langsung terhadap kerusakan *tool*, karena *coolant* disini berfungsi sebagai penghambat panas yang ditimbulkan karena gesekan yang terjadi antara *material* dan mata potong, selain itu *coolant* juga berfungsi sebagai pengurang koefisien gesek antara mata potong dan *material*, sehingga semakin tinggi kualitas cairan *coolant* yang digunakan, berakibat pada penggunaan mata potong yang akan semakin awet digunakan.

- *Tool Material* atau *Material* Alat Potong

Kualitas struktur *material* yang digunakan untuk pembuatan mata potong, berpengaruh terhadap keawetan mata potong, kekerasan mata potong yang sempurna, struktur *carbon* dan *martensit* yang tepat pada bahan *material* mata potong berpengaruh terhadap umur pakai mata potong.

Berikut faktor-faktor vital yang dapat menyebabkan terjadinya *Un Uniform Plating*.

- *Concentrated*

Concentrated adalah nilai kepekatan larutan, semakin encer larutan, maka resiko *defect Un Uniform plating* akan semakin tinggi.

- *Voltage and Current*

Voltage and Current adalah besarnya tegangan listrik dan arus listrik yang

digunakan untuk proses *Plating*, jika Arus Listrik kurang maka akan terjadi *defect Un Uniform*, tetapi jika arus terlalu besar, akan mengakibatkan terjadi *defect Burning*.

- *Deeping Time*

Deeping Time adalah lamanya waktu pencelupan Aileron kedalam larutan, lamanya waktu pencelupan sangat dipengaruhi oleh kepekatan larutan dan arus listrik,

3. Berdasarkan hasil analisa yang dilakukan dengan metode *brainstorming* melalui diagram *fishbone* dan *FMAE rating* yang dilakukan bersama tim maka disini penulis akan berusaha memberikan rencana tindakan yang dapat dilakukan untuk menghindari terjadinya *tool broken* yang menjadi penyebab utama terjadinya *defect* pada produk Aileron.

- Membuat lembar *control* pengamatan untuk pergantian *tool*, dengan dimaksudkan agar *tool life* benar-benar terkendali.
- Membuat standarisasi untuk *deep of cutting*, dengan memperhitungkan beberapa parameter, antara lain *diameter tool*, bahan material, kecepatan potong, *type tool*, dengan harapan akan diperoleh umur pakai *tool* yang optimal.
- Membuat lembar *control* perubahan program mesin CNC, jadi jika ada pergantian operator atau pengubahan program, semuanya tercatat didalam lembar *control* perubahan program.
- Membuat lembar peramalan pemeriksaan kualitas *coolant* yang digunakan.

Berikut ini rencana tindakan yang dapat dilakukan untuk menghindari terjadinya *Un Uniform Plating* yang menjadi penyebab utama terjadinya *defect* pada produk Aileron.

- Dilakukan pengecekan kadar larutan sebelum proses *plating* dilakukan.
- Mengadakan alat yang dapat bekerja secara otomatis mengontrol tegangan dan arus, yang dapat disesuaikan dengan temperature larutan.

REFERENSI

- Gaspersz, V., 2002, Pedoman Implementasi Program Six Sigma. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Swasty, A. A. Putri, (2003), Perbaikan dan Peningkatan kualitas Cylinder Liner Dengan Aplikasi Six Sigma (Studi Kasus Di PT. Aneka Banu Sakti) : Tugas Akhir, Jurusan Teknik Industri, ITS.
- Wijaya, Galih A., (2003), Evaluasi dan Perbaikan Proses Untuk Mengurangi Variabilitas Produk dengan Menggunakan Pendekatan DMAIC pada Six Sigma di PT. Abadi Mulia : Tugas Akhir, Jurusan Teknik Industri, ITS.
- Indranata, Iskandar, (2007), Penerapan ISO 9001:2000 Untuk Industri AMDK, Garaha Ilmu, Jakarta.
- Harinaldi (2005), Prinsip-prinsip Statistika untuk Teknik dan Sains. Erlangga, Jakarta.
- Wahyudi, Hery, (2010), Peramalan Produksi dengan Metode MRP dan Kaizen di PT X : Tugas Akhir, Jurusan Teknik Industri, Institut Sains dan Teknologi Nasional.