



[Home \(http://josi.ft.unand.ac.id/index.php/josi/index\)](http://josi.ft.unand.ac.id/index.php/josi/index) > **Vol 15, No 2 (2016)**

[\(http://josi.ft.unand.ac.id/index.php/josi/issue/view/14\)](http://josi.ft.unand.ac.id/index.php/josi/issue/view/14) > **Fithri**

[\(http://josi.ft.unand.ac.id/index.php/josi/article/view/80/0\)](http://josi.ft.unand.ac.id/index.php/josi/article/view/80/0)

Analisis Pengendalian Kualitas pada Engine Boss Drive Face K44F dengan Metode Six Sigma di PT. Sparta Guna Sentosa

 <https://doi.org/10.25077/josi.v15.n2.p114-127.2016>

[\(https://doi.org/10.25077/josi.v15.n2.p114-127.2016\)](https://doi.org/10.25077/josi.v15.n2.p114-127.2016)

[\(https://plu.mx/plum/a/?doi=10.25077/josi.v15.n2.p114-127.2016\)](https://plu.mx/plum/a/?doi=10.25077/josi.v15.n2.p114-127.2016)

[\(https://plu.mx/plum/a/?doi=\)](https://plu.mx/plum/a/?doi=)

Author(s)

Prima Fithri ★ (Fakultas Teknik UNAND - Indonesia)

Niffy Eri Yeni (Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang - Indonesia)

(★) Corresponding Author

Copyright (c) 2016 Prima Fithri, Niffy Eri Yeni

Abstract



[\(/index.php/josi/pages/view\)](/index.php/josi/pages/view)

[Contact Us \(/index.p](/index.php/josi/about/contact)

[Editorial Team \(/index.p](/index.php/josi/about/editorial-team)

[Reviewers \(/index.php/josi](/index.php/josi/about/reviewers)

[Peer Rev](/index.php/josi/about/peer-review)

[\(/index.php/josi/about/edito](/index.php/josi/about/editors)

[Focus a](/index.php/josi/about/editors-focus)

[\(/index.php/josi/about/ed](/index.php/josi/about/editors)

[Publicat](/index.php/josi/about/publications)

[\(/index.php/josi/about/ε](/index.php/josi/about/editors)

[Rights ar](/index.php/josi/about/rights)

[\(/index.php/josi/about/su](/index.php/josi/about/su)

[Plagiarism ε](/index.php/josi/about/plagiarism)

[\(/index.php/josi/about/ε](/index.php/josi/about/ε)

[Arc](/index.php/josi/about/arc)

[\(/index.php/josi/about/ε](/index.php/josi/about/ε)

[Depos](/index.php/josi/about/depos)

[\(/index.php/josi/about/ε](/index.php/josi/about/ε)

[Author](/index.php/josi/about/author)

Industrial competition in Indonesia is getting strict. One of the important factor to win this competition is the quality level of the product produced. Production process in PT. Sparta Guna Sentosa generally produces defect products. Part that generate most of the defect products is Boss Drive Face K44F which the demand of this part for each period is high enough. Hence, the quality control using the Six Sigma method is needed to decrease the defect products. The Six Sigma is a method to analyzes the problem with DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, and Control). The results showed that the main defect that will be priority of problem solving is the length which is below the specifications about 40 ~ 40.01 mm and then the solution of problem is designed.

Keywords

mesin, fase; kerugian; kualitas; pengendalian; Six Sigma

Click to Read the Full Text

[PDF \(http://josi.ft.unand.ac.id/index.php/josi/article/view/80/83\)](http://josi.ft.unand.ac.id/index.php/josi/article/view/80/83)

References

- [1] Ariani, D.W. (2004). Pengendalian Kualitas Statistik (Pendekatan Kuantitatif dalam Manajemen Kualitas). Yogyakarta : ANDI
- [2] Feigenbaum, A. V. (1983). Total Quality Control, Third Edition. New York: Mc graw-Hill.
- [3] J Latief, Yusuf dan Retyaning Puji Utami. (2009). Penerapan Metode Six Sigma dalam Penjagaan Kualitas pada Proyek Konstruksi. Vol. 13, No. 2, 67-72. Depok : Universitas Indonesia.
- [4] Miranda, S.T. dan Drs. Amin Widjaja Tunggal, Ak. MBA. (2002). Six Sigma : Gambaran Umum Penerapan Proses dan Metode-metode yang Digunakan untuk Perbaikan GE, Motorola. Universitas Kristen Maranatha, Bandung.

[\(/index.php/josi/about/su](#)

[Open Acce](#)

[\(/index.php/josi/about/editc](#)

[Fees \(/index.php/josi/abou](#)

[Statistics & Traffics \(](#)

[Publisher \(/index.php/jos](#)

About The Authors

Prima Fithri

Fakultas Teknik UNAND
Indonesia

Niffy Eri Yeni

Jurusan Teknik Industri,
Fakultas Teknik,
Universitas Andalas,
Padang
Indonesia

ISSN

2442-8795

[\(http://issn.pdii.lipi.go.id/issdaftar&1427124607&1&&\)](http://issn.pdii.lipi.go.id/issdaftar&1427124607&1&&)

(Online)



[\(http://issn.pdii.lipi.go.id/issdaftar&1427124607&1&&\)](http://issn.pdii.lipi.go.id/issdaftar&1427124607&1&&)

<http://josi.ft.unand.ac.id/in>



<http://www.addthis.com/bookmark.php>



<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

This work is licensed under a **Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License**
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

» **For Authors**

<http://josi.ft.unand.ac.id/in>

» **For Librarians**

<http://josi.ft.unand.ac.id/in>



</index.php/josi/pages/view>



</index.php/josi/issue/archiv>



</index.php/josi/pages/view>

⚙️ Tools



<http://www.turnitin.com>



<http://www.mendeley.com>



<https://app.grammarly.com/>

Keywords

AHP

<http://josi.ft.unand.ac.id/in>

subject=AHP) **Analytical**

Hierarchy Process

<http://josi.ft.unand.ac.id/in>

subject=Analytical%20Hiera

Distribusi

<http://josi.ft.unand.ac.id/in>

subject=Distribusi)

Heterogeneous Fleet Vehicle

Routing Problem (HFVRP)

(<http://josi.ft.unand.ac.id/index.php/josi/article/view/80>)
subject=Heterogeneous%20

Penjadwalan

(<http://josi.ft.unand.ac.id/index.php/josi/article/view/80>)
subject=Penjadwalan) **Postur**

tubuh

(<http://josi.ft.unand.ac.id/index.php/josi/article/view/80>)
subject=Postur%20tubuh)

Programa Linier

(<http://josi.ft.unand.ac.id/index.php/josi/article/view/80>)
subject=Programa%20Linier

Taguchi

(<http://josi.ft.unand.ac.id/index.php/josi/article/view/80>)
subject=Taguchi) **Vehicle**

Routing Problem (VRP)

(<http://josi.ft.unand.ac.id/index.php/josi/article/view/80>)
subject=Vehicle%20Routing

Waktu Beban Puncak (WBP)

(<http://josi.ft.unand.ac.id/index.php/josi/article/view/80>)
subject=Waktu%20Beban%20

Zero-One Linear Programming

(<http://josi.ft.unand.ac.id/index.php/josi/article/view/80>)
subject=Zero-

One%20Linear%20Program

employee creativity

(<http://josi.ft.unand.ac.id/index.php/josi/article/view/80>)
subject=employee%20creati

kualitas

(<http://josi.ft.unand.ac.id/index.php/josi/article/view/80>)
subject=kualitas) lean

(<http://josi.ft.unand.ac.id/index.php/josi/article/view/80>)
subject=lean) meta-analysis

(<http://josi.ft.unand.ac.id/index.php/josi/article/view/80>)
subject=meta-analysis)

pelayanan

(<http://josi.ft.unand.ac.id/index.php/josi/article/view/80>)
subject=pelayanan)

pengendalian

kualitas

[kualitas](#)

<http://josi.ft.unand.ac.id/index.php/josi/article/view/80>

[subject=pengendalian%20kualitas">subject=pengendalian%20kualitas](#)

[penjadwalan](#)

<http://josi.ft.unand.ac.id/index.php/josi/article/view/80>

[subject=penjadwalan">subject=penjadwalan](#)

[strategi](#)

<http://josi.ft.unand.ac.id/index.php/josi/article/view/80>

[subject=strategi\) traveling](#)

[salesman](#)

<http://josi.ft.unand.ac.id/index.php/josi/article/view/80>

[subject=traveling%20salesman](#)

[vehicle routing](#)

<http://josi.ft.unand.ac.id/index.php/josi/article/view/80>

[subject=vehicle%20routing">subject=vehicle%20routing](#)

Q Journal Content

Search

Search Scope

All ▼

Search

Browse

» **[By Issue](#)**

<http://josi.ft.unand.ac.id/index.php/josi/article/view/80>

» **[By Author](#)**

<http://josi.ft.unand.ac.id/index.php/josi/article/view/80>

» **[By Title](#)**

<http://josi.ft.unand.ac.id/index.php/josi/article/view/80>

» **[By Sections](#)**

<http://josi.ft.unand.ac.id/index.php/josi/article/view/80>

» **[By Identif Types](#)**

Visitor

ID	74688	US	15
RU	1290	SG	
IN	528	HK	
CN	298	GB	
MY	203	TW	
Newest:		KE You:	
		Supercounters.com	



00091486

[View JOSI's Stat](#)

ISSN: 2442-8795

ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PADA ENGINE BOSS

by Prima Fithri

FILE	1._ANALISIS_PENGENDALIAN_KUALITAS_PADA_ENGINE_BOSS.PDF (541.59K)	WORD COUNT	6612
TIME SUBMITTED	16-JAN-2020 10:53AM (UTC+0700)	CHARACTER COUNT	38817
SUBMISSION ID	1242491112		

ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PADA *ENGINE BOSS DRIVE FACE K44F* DENGAN METODE *SIX SIGMA* DI PT. SPARTA GUNA SENTOSA

Prima Fithri, Niffy Eri Yeni

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang

Email : pfithri28@gmail.com (korespondensi)

5

Abstract

Industrial competition in Indonesia is getting strict. One of the important factor to win this competition is the quality level of the product produced. Production process in PT. Sparta Guna Sentosa generally produces defect products. Part that generate most of the defect products is Boss Drive Face K44F which the demand of this part for each period is high enough. Hence, the quality control using the Six Sigma method is needed to decrease the defect products. The Six Sigma is a method to analyzes the problem with DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, and Control). The results showed that the main defect that will be priority of problem solving is the length which is below the specifications about 40 ~ 40.01 mm and then the solution of problem is designed.

Keywords: engines, losses, phase, quality control, Six Sigma

Abstrak

Persaingan industri di Indonesia semakin ketat. Salah satu faktor penting dalam memenangkan persaingan tersebut ialah melalui tingkat kualitas produk yang dihasilkan. PT. Sparta Guna Sentosa dalam proses produksi umumnya menghasilkan produk cacat. Part yang paling banyak menghasilkan produk cacat ialah Boss Drive Face K44F dengan tingkat permintaan produk yang cukup tinggi tiap periodenya. Oleh karena itu dilakukan pengendalian kualitas menggunakan metode Six Sigma untuk meminimalisir kecacatan produk. Metode Six Sigma menganalisis permasalahan melalui DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control). Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis cacat utama yang menjadi prioritas penyelesaian masalah adalah panjang kurang dari spesifikasi yang ditetapkan yaitu 40 ~ 40,01 mm dan selanjutnya dirancang solusi penyelesaian masalah.

Kata kunci: engine, fase, kerugian, kualitas, pengendalian, Six Sigma

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan sebuah negara yang masih dalam tahap perkembangan. Namun saat ini Indonesia sudah memiliki banyak perusahaan yang terbilang cukup maju dengan berbagai jenis produksi yang berbeda. Hal tersebut menuntut setiap perusahaan untuk saling menunjukkan kemampuannya agar tidak kalah bersaing dengan perusahaan lainnya. Kemampuan tersebut dapat dilihat melalui produk yang dihasilkan dan kegiatan produksi yang dilakukan.

Kegiatan produksi harus dilakukan secara efisien dan efektif dimana mempertimbangkan kualitas, biaya, dan waktu. Kualitas yang baik, biaya minimum, dan waktu pengerjaan yang singkat memberikan banyak keuntungan bagi

perusahaan. Namun dari semua hal tersebut yang paling penting adalah kepuasan konsumen terhadap produk yang diminta. Kepuasan konsumen tergantung pada kualitas produk yang ditawarkan. Kualitas sebagai ukuran tingkat kesesuaian produk yang dihasilkan dengan standar yang telah ditetapkan perusahaan dalam mencapai kebutuhan konsumen [2]. Setiap kegiatan produksi tidak selalu berjalan lancar sesuai keinginan perusahaan termasuk pada PT. Sparta Guna Sentosa.

PT. Sparta Guna Sentosa merupakan sebuah perusahaan manufaktur yang bergerak dalam produksi komponen industri untuk *Automotive of Metal Parts*. Proses produksi dilakukan di 11 *line production*. Salah satu *line production* yang memiliki banyak jenis komponen yang diproduksi dengan permintaan

produk yang tinggi yaitu *line production* J. Namun setiap kegiatan produksi yang dilakukan umumnya menghasilkan *engine* (produk cacat). Produk dikategorikan *engine* dilihat dari karakteristik visual dan ukuran produk tersebut yang tidak memenuhi standar yang telah ditetapkan. *Engine* ini sangat merugikan perusahaan dari segi biaya dan waktu. Hasil diskusi dengan kepala departemen kualitas dan dari data historis perusahaan menunjukkan bahwa permintaan komponen terbesar dan proses produksi yang paling banyak menghasilkan *engine* ialah Boss Drive Face K44F yang terdapat pada *line production* J. Hal ini terlihat pada Gambar 1 dan 2.

Engine ini sangat mengganggu perusahaan dalam memenuhi permintaan konsumen. Oleh karena itu diperlukan suatu pengendalian kualitas terhadap Boss Drive Face K44F agar dapat meminimalisir *engine* yang dihasilkan sehingga mengurangi kerugian perusahaan. Salah satu metode yang dapat diterapkan dalam pengendalian kualitas terhadap *engine* ini yaitu melalui metode *Six Sigma*. Metode ini menganalisis permasalahan yang terjadi secara keseluruhan melalui DMAIC yang diawali dengan *Define* (menentukan masalah), *Measure* (mengukur tingkat kecacatan), *Analyze* (menganalisis sebab-sebab masalah), *Improve* (meningkatkan proses dan menghilangkan sebab-sebab cacat), dan *Control* (mengawasi kinerja proses dan menjamin cacat tidak muncul lagi). Metode tersebut juga pernah digunakan oleh peneliti [3] dalam Penjagaan Kualitas pada Proyek Konstruksi. Pemilihan metode ini dikarenakan *Six Sigma* lebih unggul dibandingkan metode lainnya dimana menelusuri masalah dari dasar secara keseluruhan dengan tujuan analisis yang jelas [3].

Oleh karena itu, peneliti ingin melakukan analisis pengendalian kualitas *engine* Boss Drive Face K44F dengan metode *Six Sigma* sehingga dapat diketahui jenis cacat utama pada *part* ini, baseline/tingkat kinerja dari proses produksi, penyebab dari jenis cacat utama dan memberikan solusi atas setiap permasalahan yang terjadi untuk meningkatkan produksi perusahaan kedepannya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Konsep Pengendalian Kualitas

"Kendali" merupakan kegiatan mengarahkan, mempengaruhi, verifikasi, dan perbaikan untuk menjamin penerimaan produk tertentu sesuai rancangan dan spesifikasi. Sedangkan "kualitas" merupakan karakteristik produk dan jasa yang

meliputi *marketing, engineering, manufacture, dan maintenance*, dimana produk dan jasa tersebut dalam pemakaiannya sesuai dengan kebutuhan dan harapan pelanggan [2]. Menurut pendapat tersebut dapat diketahui bahwa pengendalian kualitas merupakan aktivitas keteknikan dan manajemen yang digunakan untuk mengukur karakteristik kualitas produk dan membandingkannya dengan spesifikasi/standar yang telah ditetapkan, apabila ada perbedaan antara karakteristik tersebut dengan spesifikasi sebenarnya maka dilakukan tindakan perbaikan yang sesuai.

Pengendalian kualitas (*quality control*) melibatkan beberapa aktivitas diantaranya [1]:

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

2.1.1. Dimensi Kualitas

Kualitas dinilai dengan beberapa dimensi, yang disebut dengan dimensi kualitas, meliputi [1]:

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

Kualitas pada industri manufaktur tidak hanya terfokus pada produk yang dihasilkan, tetapi juga memperhatikan kualitas pada proses produksi. Hal ini dikarenakan pada saat proses produksi jika terdapat produk cacat, maka masih bisa diperbaiki.

2.1.2. Prinsip-Prinsip Pengendalian Kualitas

Tahapan pada kegiatan pengendalian kualitas mengandung prinsip-prinsip sebagai berikut [8]:

1. Penetapan standar, dengan mempertimbangkan pemenuhan standar kualitas harga, kualitas penampilan, kualitas keamanan dan kualitas kepercayaan produk.
2. Pengamatan terhadap performansi produk atau proses.
3. Membandingkan performansi yang ditampilkan dengan standar yang berlaku.
4. Mengambil tindakan-tindakan bila terdapat penyimpangan-penyimpangan yang cukup signifikan, dan jika perlu dibuat tindakan-tindakan untuk mengoreksi permasalahan dan penyebabnya melalui faktor-faktor pemasaran, desain, mesin, produksi, perawatan yang mempengaruhi kepuasan pelanggan.
5. Rencana peningkatan, dengan mengembangkan usaha berkelanjutan untuk meningkatkan standar harga, performa, keamanan dan kepercayaan.

2.2. Six Sigma

"Six Sigma" adalah suatu sistem yang komprehensif dan fleksibel untuk mencapai, memberi dukungan dan memaksimalkan proses usaha, yang berfokus pada pemahaman dalam kebutuhan pelanggan dengan menggunakan fakta, data dan analisis statistik serta terus menerus memperhatikan pengaturan, perbaikan, dan mengkaji ulang proses usaha [4].

Sigma adalah sebuah unit pengukuran statistik yang mencerminkan kapabilitas proses. *Sigma* adalah sebuah cara untuk menentukan atau bahkan memprediksikan kesalahan atau cacat dalam proses, baik dalam proses manufaktur atau pengiriman sebuah pelayanan. Jika perusahaan kita sudah mencapai level 6 *sigma* berarti dalam proses kita tersebut mempunyai peluang untuk *defect* atau melakukan kesalahan sebanyak 3,4 kali dari 1000000 kemungkinan (*oportunity*) [5].

2.2.1. Sejarah Six Sigma

Sekitar tahun 1980, Motorola merupakan salah satu perusahaan Amerika Serikat dan Eropa yang bersaing ketat dengan perusahaan Jepang. Pemimpin puncak Motorola menyadari bahwa kualitas produk yang dihasilkan mereka dikategorikan jelek. Mereka tidak memiliki program "kualitas". Tetapi pada tahun 1987, ada sebuah pendekatan baru yang muncul dari bagian komunikasi Motorola yang pada saat itu

telah dipegang oleh George Fisher, *Executif* mapan dari Kodak. Konsep inovatif itulah yang selanjutnya dinamakan dengan "Six Sigma".

Banyak hal yang dilibatkan dalam *Six Sigma* di Motorola, tapi dua hal yang utama adalah cara yang konsisten untuk keluar dan membandingkan kinerja kebutuhan dikenal dengan nama pengukuran *Sigma* dan target kualitas sempurna yang disebut dengan tujuan *Sigma*. Baru berjalan dua tahun menjalankan *Six Sigma*, Motorola mendapat Penghargaan Malcom Baldrige National Quality Award dengan peningkatan jumlah tenaga kerja dari 71.000 orang karyawan menjadi 130.000 orang karyawan pada saat itu.

2.2.2. Enam Tema Kunci Six Sigma

Enam tema ini sering juga ditafsirkan sebagai "persyaratan utama" dalam mengembangkan metode *Six Sigma*, enam tema kunci tersebut ialah [5]:

1. Fokus sungguh-sungguh kepada pelanggan (*Customer Focus*).
Definisi *customer* (pelanggan) bukan hanya terbatas pada pembeli saja tetapi juga berarti rekan kerja, orang/ pihak yang akan menerima hasil kerja, masyarakat umum sebagai pengguna jasa, pemerintah, dll. *Six Sigma* mampu memberikan informasi mengenai seberapa bagus produk, *service* dari sebuah industri dan proses didalamnya serta membantu untuk menentukan langkah-langkah demi kepuasan *customer* secara total.
2. Manajemen yang digerakkan oleh data dan fakta (*Management by Fact*).
3. Fokus pada Proses, Manajemen dan Perbaikan (*Continous Improvement*).
Perlu diketahui bahwa *Six Sigma* sangat dipengaruhi dan bergantung pada seberapa jauh memahai suatu proses. Dan hal ini belum cukup apabila tidak didukung dengan apresiasi manajemen yang bagus dalam melakukan perbaikan.
4. Manajemen Proaktif (*Proactive Management*).
5. Kolaborasi tanpa Batas (dari Jack Welch).
6. Dorongan untuk Sempurna, tetapi Toleransi terhadap Kegagalan.

Six Sigma merupakan suatu *tool* yang lengkap yang dapat dipergunakan dan diaplikasikan pada bidang *design*, manufaktur, *sales*, *service*, dll. *Six Sigma* dapat membantu dalam meraih keuntungan pada suatu persaingan. Bila bisa memperbaiki *sigma level* pada proses, berarti kualitas produk akan lebih baik dan biaya-biaya yang tidak perlu akan berkurang sehingga dapat memenuhi kepuasan *customer*.

2.2.3. Keuntungan Penerapan Six Sigma

Adapun keuntungan-keuntungan yang dapat diraih perusahaan dari penerapan metode *Six Sigma* ini adalah [5]:

1. Pengurangan biaya produksi akibat inefisiensi produksi.
2. Peningkatan produktivitas.
3. Pertumbuhan pangsa pasar (*Market share*).
4. Retensi/loyalitas pelanggan (*Customer loyalty*), akibat kepuasan pelanggan.
5. Pengurangan waktu siklus (*Reduce cycle time*).
6. Pengurangan tingkat produk yang cacat (*Reduce defect rate*).
7. Pengembangan produk dan jasa (*Product and service development*).
8. Meningkatnya pengetahuan dan kesadaran karyawan akan budaya kualitas.

2.2.4. Tahapan Proses Six Sigma

Ada lima tahapan proses yang diterapkan dalam upaya memperbaiki dan meningkatkan proses yang sudah ada. Kelima tahapan proses tersebut adalah [5]:

1. Pendefinisian berbagai permasalahan proses dan kebutuhan konsumen.
2. Pengukuran cacat-cacat (*defect*) dari aktivitas operasional proses.
3. Analisis data sebagai dasar pemecahan masalah yang ada.
4. Meningkatkan proses dan memangkas penyebab-penyebab terjadinya cacat (*defect*).
5. Pengendalian proses dan memastikan cacat-cacat (*defect*) tidak terjadi lagi.

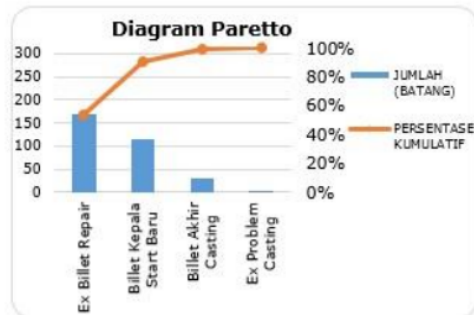
2.2.5. DMAIC pada Six Sigma

Six Sigma merupakan pendekatan menyeluruh untuk menyelesaikan masalah dan meningkatkan proses melalui fase DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve and Control*). Secara sederhana *Six Sigma* dapat diterjemahkan sebagai suatu proses yang mempunyai kemungkinan cacat (*defect opportunity*) sebesar 0,00034% atau sebanyak 3,4 buah dalam satu juta produk (*defect per million*). Umumnya *Six Sigma* dituliskan dalam simbol 6 sigma (6σ) [7].

DMAIC merupakan jantung analisis *Six Sigma* yang menjamin *voice of customer* berjalan dalam keseluruhan proses sehingga produk yang dihasilkan memuaskan keinginan pelanggan. Tahapan-tahapan dari *Six Sigma* adalah [6]:

1. Fase *Define* (Pendefinisian)
Fase ini adalah fase menentukan masalah, menetapkan persyaratan-persyaratan pelanggan dan membangun tim. Fase ini

tidak banyak menggunakan statistik. Statistik yang sering digunakan adalah diagram Pareto. Alat statistik tersebut digunakan untuk mengidentifikasi masalah dan menentukan prioritas masalah. Diagram Pareto dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Pareto [6]

2. Fase *Measure* (Pengukuran)
Fase ini adalah fase mengukur tingkat kecacatan dan tingkat kinerja. Dalam fase ini, pengukuran yang dilakukan antara lain:
 - a. Pengukuran *baseline* kinerja
Ukuran hasil kinerja *baseline* yang digunakan pada *Six Sigma* adalah tingkat DPMO (*Defect Per Million Opportunity*) dan pencapaian tingkat kapabilitas sigma (*sigma level*). DPMO merupakan suatu ukuran kegagalan dalam *Six Sigma* yang menunjukkan kerusakan suatu produk dalam satu juta barang yang diproduksi. Kriteria DPMO harus didefinisikan dengan teliti. Kerusakan dapat digambarkan dengan tidak bersih, tepat atau tidak sesuai dengan standar. Nilai DPMO dari suatu produk menggambarkan rata-rata pengukuran pada suatu proses.

$$DPMO = \frac{\text{Jumlah h kerusakan}}{\text{Jumlah h semua produksi}} \times 1.000.000 \quad (1)$$

Tabel 1. Keterangan Nilai Sigma

No	DPMO	Sigma	Keterangan
1	691462	1-sigma	Sangat tidak kompetitif
2	308538	2-sigma	Rata-rata industri Indonesia
3	66807	3-sigma	
4	6210	4-sigma	
5	233	5-sigma	Rata-rata industri USA
6	3,4	6-sigma	

(Sumber : Parlaungan, 2011)

Nilai DPMO dikonversikan ke nilai *sigma*. Keterangan masing-masing nilai *sigma* dapat dilihat pada Tabel 1. Perhitungan nilai *sigma* dilakukan untuk mengetahui performa proses saat ini yang akan menjadi tolak ukur dalam menentukan tindakan perbaikan yang harus dilakukan.

b. Pengukuran tingkat kapabilitas proses (*Capability process*)

Suatu proses disebut mempunyai kapabilitas jika proses tersebut mempunyai kemampuan untuk menghasilkan *output* yang berada dalam batas spesifikasi yang diharapkan. Dimana nilai rata-rata dari proses sama dengan nilai target yang diharapkan dan besar rentang spesifikasi yang diinginkan perusahaan yaitu (USL – LSL) lebih besar dari rentang batas terkontrol pada produk yang dihasilkan UCL – LCL. Bagan kendali kapabilitas proses dapat dilihat pada Gambar 2.

3. Fase *Analyse* (Analisis)

Fase ini merupakan fase mencari dan menentukan penyebab dari suatu masalah. Selanjutnya akar utama suatu permasalahan dapat dianalisis menggunakan *diagram cause & effect/ Ichigawa/ Fishbone* dan *Failure Models and Effect Analysis (FMEA)*.

4. Fase *Improve* (Meningkatkan)

Fase ini adalah fase meningkatkan proses dan menghilangkan sebab cacat. Pada fase *Measure* telah ditetapkan variabel faktor untuk masing-masing respon. Pada fase *Improve* memilih strategi peningkatan variabel faktor. *Design of Eksperiment (DOE)* merupakan salah satu metode statistik yang

digunakan untuk meningkatkan dan melakukan perbaikan kualitas. *Design of Eksperiment* dapat didefinisikan suatu uji atau rentetan uji dengan mengubah-ubah variabel *input* (faktor) suatu proses sehingga dapat diketahui penyebab perubahan *output* (respon).

5. Fase *Control* (Pengawasan)

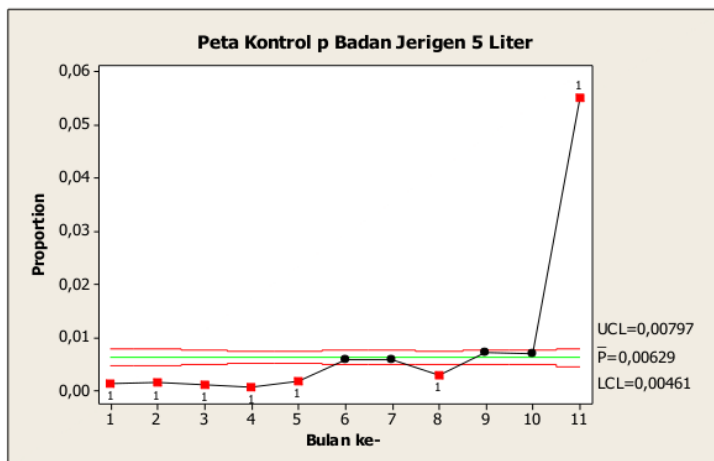
Fase *Control* merupakan fase mengontrol kinerja proses dan menjamin cacat tidak muncul. Alat yang paling utama digunakan adalah diagram kontrol. Fungsi utama diagram kontrol adalah sebagai berikut:

- Membantu mengurangi variabilitas
- Memonitor kinerja setiap saat
- Memungkinkan proses koreksi untuk mencegah kegagalan
- Trend* dan kondisi di luar kendali terdeteksi secara cepat.

Diagram *control* merupakan *run chart* dalam suatu interval keyakinan tertentu biasanya 3 standar deviasi (3σ) dimana diagram ini memuat 3 garis batas, yaitu Batas Kontrol Atas / *Upper Control Limit (UCL)*, rata-rata kualitas sampel, dan Batas Kontrol Bawah / *Lower Control Limit (LCL)*. Garis UCL dan LCL merupakan garis dengan menambahkan dan mengurangi 3 standar deviasi dari garis rata-rata kualitas sampel.

$$UCL = \bar{\bar{X}} + 3 \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}} \text{ dan } \bar{\bar{X}} - 3 \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}} \quad (2)$$

Sampel yang berada di dalam rentang UCL – LCL dikatakan berada dalam pengawasan, sedangkan yang berada di luar rentang UCL – LCL berada di luar pengawasan.



Gambar 2. Bagan Kendali Kapabilitas Proses [6]

2.3. Cause and Effect Diagram

Cause and Effect diagram adalah suatu alat yang digunakan untuk mengorganisasi dan menggabungkan seluruh ide-ide mengenai penyebab potensial dari suatu masalah. Bentuknya seperti tulang ikan (*fishbone*) yang dapat dilihat pada Gambar 3. Diagram ini terdiri dari dua macam bagian yaitu [6]:

1. Kepala ikan (akibat), berada di sebelah kanan. Bagian ini memuat suatu permasalahan (kecacatan produk), yaitu akibat yang terjadi.
2. Tulang ikan (penyebab), terdiri dari faktor-faktor penyebab dimana duri-duri tersebut akan bercabang-cabang sesuai jumlah penyebab yang ditemukan.

2.4. Failure Models and Effect Analysis

Failure Models and Effect Analysis atau analisa potensi kegagalan dari produk atau proses dan efek-efeknya merupakan suatu kegiatan mendokumentasikan pengidentifikasian tindakan atau menghilangkan atau mengurangi kemungkinan potensi kegagalan terjadi.

Langkah-langkah dalam menggunakan FMEA yaitu [6]:

1. Mengidentifikasi proses, produk atau jasa. Membuat kolom-kolom dalam sebab *sphreadsheet*. Masing-masing kolom tersebut diberi nama : *modes of failure, cause of failure, effect of failure, frequency of occurance, degree of severity, chance of*

detection, risk priority number (RPN) dan rank. Spreadsheet FMEA dapat dilihat pada Tabel 2.

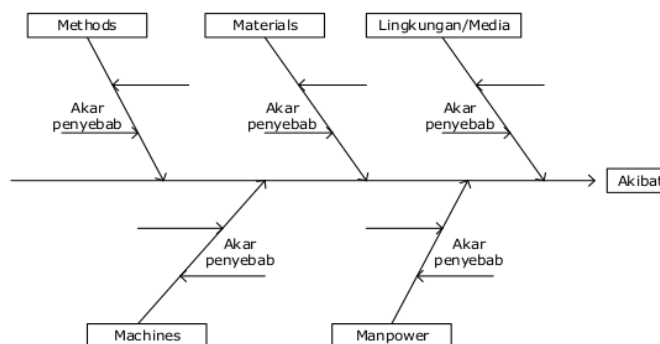
2. Membuat daftar masalah-masalah yang mungkin muncul.
3. Mengidentifikasi semua penyebab dari setiap masalah yang muncul.
4. Menentukan akibat dari setiap masalah tersebut. Kemudian mengidentifikasi akibat potensial dari masalah terhadap pelanggan, produk dan proses.
5. Membuat tabel keterangan nilai-nilai yang akan ditentukan. Pengisian kolom *frequency of occurance, degree of severity, dan chance of detection* dibuat suatu tabel *consensus* dari nilai-nilai relatif untuk mengasumsikan frekuensi muncul (*occurance*), seberapa besar pengaruh efek kegagalan yang terjadi (*severity*) dan kemungkinan masalah tersebut terdeteksi dan diatasi sekarang ini (*detection*). Acuan dalam pengisian nilai tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.
6. Menghitung nilai resiko (RPN) dari tiap masalah, dengan rumus:

$$RPN = SEVV \times OCC \times DET \quad (3)$$
7. Menyusun masalah berdasarkan nilai *Risk Priority Number (RPN)*, dengan urutan RPN tertinggi ke terendah.
8. Mengambil tindakan untuk mengurangi resiko pada masalah berdasarkan rangkingnya. Tahap ini menggunakan *table action planning for failure mode* yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 2. Spreadsheet FMEA

Mode of Failure	Cause of Failure	Effect of Failure	Frequency of Occurance (1 - 10)	Degree of Severity (1 - 10)	Chance of Detection (1 - 10)	Risk Priority (RPN)	Rank

(Sumber : Parlaungan, 2011)



Gambar 3. Contoh Diagram Sebab-Akibat [6]

Tabel 3. Nilai Occurance, Severity, dan Detection

Nilai	Occurance	Severity	Detection
1	Jika masalah hampir tidak pernah terjadi	Jika masalah tidak berpengaruh (minor)	Jika masalah pasti dapat cepat-cepat diatasi (very high)
2			
3	Jika masalah sangat jarang terjadi, relatif sedikit (low)	Jika masalah sedikit berpengaruh dan tidak terlalu kritis (low)	Jika masalah kemungkinan besar dapat diatasi (high)
4			
5			
6	Jika masalah kadang-kadang terjadi	Jika masalah cukup berpengaruh, dan berpengaruh cukup kritis (moderate)	Jika masalah ada kemungkinan untuk dapat diatasi (moderate)
7			
8	Jika masalah sering terjadi (high)	Jika masalah sangat berpengaruh dan kritis (high)	Jika masalah kemungkinan kecil untuk dapat diatasi (low)
9	Jika masalah sulit untuk dihindari (very high)	Jika masalah benar-benar berpengaruh, sangat merugikan dan sangat kritis (very high)	Jika masalah mungkin tidak dapat diatasi (very low)
10			Jika masalah tidak dapat diatasi (none)

Sumber: [6]

Tabel 4. Action Planning for Failure Mode

Failure Mode	Actionable Cause	Design Action / Potential Solution	Design Validation

Sumber: [6]

Electric dan Motorola. Allied memulai aktivitas perbaikan kualitas sekitar awal tahun 1990, dimana telah menghemat biaya lebih dari 600 juta per tahun. Selain itu penerapan prinsip yang sama pada desain produk baru seperti mesin pesawat, mengurangi waktu desain hingga pengesahan dari 42 bulan sampai 33 bulan. Memberikan target 6% peningkatan pada produktivitas tahun 1998 dan profit margin sekitar 13%. Setelah penerapan Six Sigma, nilai pasar perusahaan berlipat ganda hingga 27% per tahun. Pemimpin Allied memandang Six Sigma tidak hanya sekedar menentukan angka - angka tetapi merupakan pernyataan tujuan untuk mengejar standar keberhasilan.

2.5. Hasil Penerapan Six Sigma

Six Sigma telah diterapkan oleh beberapa perusahaan diantaranya [4]:

1. Motorola

Sejak tahun 1986, yang merupakan terobosan baru dalam bidang kualitas. Prinsip-prinsip pengendalian dan peningkatan kualitas Six Sigma Motorola mampu mencapai tingkat kualitas 3,4 DPMO (6 effect per million opportunity) [4]. Beberapa keberhasilan Motorola dari hasil penerapan Six Sigma, adalah sebagai berikut [4]:

- Peningkatan produktivitas rata-rata 12,3% per tahun.
- Penurunan COPQ (cost of poor quality) lebih daripada 84%.
- Eliminasi kegagalan dalam proses sekitar 99,7%.
- Penghematan biaya manufaktur lebih dari \$11 milyar.
- Peningkatan tingkat pertumbuhan tahunan rata-rata 17% dalam penerimaan, keuntungan, dan harga saham motorola.

2. General Electric (GE)

Perbaikan yang telah dilakukan oleh General Electric mulai dari jasa pelayanan sampai dengan manufacturing yang telah menhemat biaya dan waktu produksi

3. Allied Signal (Honeywell)

Allied Signal mengawali keberhasilan Six Sigma dengan menghubungi General

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Survei Pendahuluan

Survei awal ini dilakukan dengan pengamatan langsung ke line production J untuk mengetahui bagaimana proses produksi yang dilakukan dan melihat permasalahan-permasalahan yang terjadi. Kemudian melakukan diskusi dengan pihak quality control, manager, dan lainnya mengenai proses produksi tersebut dan menganalisis data-data kegiatan produksi.

3.2. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah pada penyelesaian kasus ini yaitu melakukan pengendalian kualitas terhadap engine Boss Drive Face K44F dari data produksi bulan Januari - Desember 2015 dengan metode Six Sigma.

3.3. Perumusan Masalah

Perumusan masalah yang diangkat dari topik ini yaitu bagaimana melakukan

pengendalian kualitas (*quality control*) terhadap *engine* Boss Drive Face K44F dalam peningkatan hasil produksi menggunakan metode *Six Sigma*.

3.4. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan pada penelitian ini berupa:

1. Data sekunder hasil produksi beserta data *engine* part Boss Drive Face K44F pada PT. Sparta Guna Sentosa dari bulan Januari – Desember 2015.
2. Observasi langsung mengenai alur produksi dan masalah yang terjadi.
3. Wawancara / *brainstorming* dengan *manager*, staf *quality control*, kepala *line production* J, dan operator untuk mengetahui penyebab masalah dan rekomendasi perbaikan.
4. Kuisisioner yang diberikan kepada staf *quality control* dan kepala *line production* J dalam mengisi nilai *spreadsheet* FMEA.

9

3.5. Pengolahan Data

Data yang telah dikumpulkan selanjutnya diolah menggunakan metode *Six Sigma* dengan menerapkan konsep DMAIC. Pengolahan tersebut meliputi :

1. Fase *Define* menggunakan diagram pareto.
2. Fase *Measure* (pengukuran *baseline*) menggunakan DPMO (*Defect per Million Opportunities*).
3. Fase *Analyze* menggunakan diagram *fishbone* dan pendekatan FMEA.

3.6. Analisis

Analisis yang dilakukan meliputi analisis fase *define*, analisis fase *measure*, dan analisis fase *analyze*.

4. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan berupa data hasil produksi dan data *engine* part Boss Drive Face K44F pada PT. Sparta Guna Sentosa dari bulan Januari – Desember 2015. Data-data tersebut dapat dilihat pada Tabel 5 dan 6.

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Produksi Boss Drive Face K44F

Bulan	Hasil Produksi
Januari	124459
Februari	103601
Maret	66469
April	99122
Mei	89846
Juni	52406
Juli	87674
Agustus	116986
September	153053
Oktober	119447
November	136600
Desember	90350
Total	1240013

Tabel 6. Rekapitulasi Jenis Cacat pada *Engine* Boss Drive Face K44F Tahun 2015

Jenis Cacat	Jumlah (Unit)												Total
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agus	Sept	Okt	Nov	Des	
Panjang berlebih	40	66	11	0	1	0	0	7	20	2	0	31	178
Panjang kurang	1443	1126	902	515	75	33	92	75	60	41	78	246	4686
Diameter dalam berlebih	488	585	376	367	537	371	151	284	529	35	35	457	4215
Diameter dalam kurang	7	0	0	3	1	0	0	0	196	577	106	35	925
Diameter luar berlebih	33	324	36	0	13	0	0	0	18	8	6	126	564
Diameter luar kurang	844	371	231	184	325	377	252	331	309	20	368	326	3938
Cacat benturan	0	180	80	118	51	40	20	18	55	28	129	90	809
Chamfer luar besar	209	260	25	51	2	55	0	0	0	1	0	0	603
Chamfer luar kecil	123	28	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	166
Chamfer luar miring	32	0	0	0	0	0	3	2	1	0	1	0	39
Chamfer dalam besar	18	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	19
Chamfer dalam kecil	36	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47
Platting mengelupas	13	11	3	24	38	11	2	1	2	2	0	88	195
Belang platting	190	242	112	244	343	338	61	181	87	131	639	562	3130
Belang grinding	38	66	11	18	3	1	5	37	35	13	47	54	328
Oval	12	4	0	1	0	13	3	7	19	37	45	37	178
Karat	21	34	3	0	3	3	6	3	3	9	1	6	92
Kasar	353	568	189	58	449	212	76	284	333	57	71	89	2739
Cacat induksi	22	9	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	36
Cacat alur	74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	14	95
Setting	56	611	146	322	342	128	110	125	169	109	382	464	2964
Total	4052	4496	2140	1905	2184	1582	781	1355	1841	1070	1915	2625	25946

4.2. Pengolahan Data

4.2.1. Pendefinisian Masalah (Define)

Fase ini merupakan fase awal dalam melakukan analisis *Six Sigma*. Fase *define* digunakan untuk mengidentifikasi masalah utama yang terdapat pada *engine* Boss Drive Face K44F dengan memanfaatkan diagram pareto. Perhitungan persentase jumlah cacat masing-masing jenis cacat pada Boss Drive Face K44F dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Persentase Jumlah Cacat Masing-Masing Jenis Cacat pada Boss Drive Face K44F

No	Jenis Cacat	Jumlah (Pcs)	Persentase	Persentase Kumulatif
1	Panjang (-)	4686	18,06%	18,06%
2	Diameter dalam (+)	4215	16,25%	34,31%
3	Diameter luar (-)	3938	15,18%	49,48%
4	Belang <i>plating</i>	3130	12,06%	61,55%
5	<i>Setting</i>	2964	11,42%	72,97%
6	Kasar	2739	10,56%	83,53%
7	Diameter dalam (-)	925	3,57%	87,09%
8	Cacat benturan	809	3,12%	90,21%
9	<i>Chamfer</i> luar (+)	603	2,32%	92,53%
10	Diameter luar (+)	564	2,17%	94,71%
11	Belang <i>grinding</i>	328	1,26%	95,97%
12	<i>Plating</i> mengelupas	195	0,75%	96,72%
13	Panjang (+)	178	0,69%	97,41%
14	Oval	178	0,69%	98,10%
15	<i>Chamfer</i> luar (-)	166	0,64%	98,74%
16	Cacat alur	95	0,37%	99,10%
17	Karat	92	0,35%	99,46%
18	<i>Chamfer</i> dalam (-)	47	0,18%	99,64%
19	<i>Chamfer</i> luar miring	39	0,15%	99,79%
20	Cacat induksi	36	0,14%	99,93%
21	<i>Chamfer</i> dalam (+)	19	0,07%	100,00%
Total		25946		

Contoh perhitungan :

1. Panjang berlebih (+)

$$\text{Jumlah cacat} = 4.686 \text{ Pcs}$$

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Jumlah cacat}}{\text{Total cacat}}$$

$$= \frac{4.686}{25.946}$$

$$= 18,06 \%$$

- Persentase kumulatif = persen kumulatif

$$= 18,06 \%$$

2. Diameter dalam berlebih (-)

$$\text{Jumlah cacat} = 4.215 \text{ Pcs}$$

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Jumlah cacat}}{\text{Total cacat}}$$

$$= \frac{4.215}{25.946}$$

$$= 16,25 \%$$

- Persentase kumulatif

$$= \text{Persentase} + \text{Persentase kumulatif sebelumnya}$$

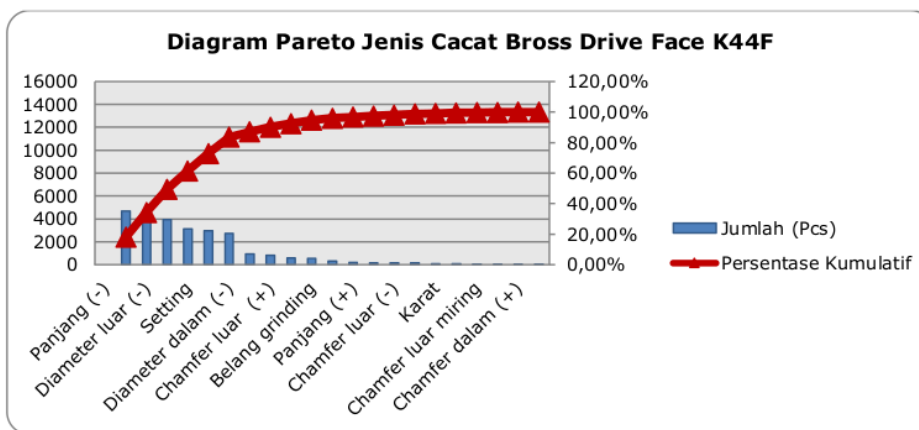
$$= 16,25 \% + 18,06 \%$$

$$= 34,31 \%$$

Tingkat jumlah untuk masing-masing jenis cacat ditunjukkan dengan diagram pareto pada Gambar 4. Diagram tersebut menunjukkan bahwa jenis cacat yang sering muncul dan menjadi masalah utama pada Boss Drive Face K44F adalah panjang kurang (-). Panjang kurang (-) merupakan komponen yang memiliki panjang kurang dari standar panjang yang telah ditetapkan yaitu $40 \sim 40,01 \text{ mm}$.

4.2.2. Pengukuran Baseline Kinerja Perusahaan (Measure)

Pengukuran *baseline* kinerja perusahaan ini dilakukan dengan parameter DPMO (*Defect per Million*) dan nilai *Six Sigma*. Hasil perhitungan *baseline* tersebut dapat dilihat pada Tabel 8.



Gambar 4. Diagram Pareto Jenis Cacat pada Boss Drive Face K44F

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa jenis cacat panjang kurang (-) memiliki nilai DPMO terbesar dan nilai σ terkecil. Oleh karena itu, jenis cacat tersebut merupakan penyebab utama yang menyebabkan *baseline* kinerja perusahaan menjadi buruk dan harus cepat ditangani.

Contoh perhitungan :

1. Panjang kurang (-)

$$\begin{aligned} \text{Jumlah cacat} &= 4.686 \text{ Pcs} \\ \text{Hasil produksi} &= 1.240.013 \text{ Pcs} \\ \text{DPMO} &= \frac{\text{Jumlah cacat}}{\text{Hasil produksi}} \times 1000.000 \\ &= \frac{4.686}{1.240.013} \times 1.000.000 \\ &= 3.778,99 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sigma} &= 0,8406 + \sqrt{29,37 - (2,221 \times \ln \text{DPMO})} \\ &= 0,8406 + \sqrt{29,37 - (2,221 \times \ln 3.778,99)} \\ &= 4,17 \end{aligned}$$

2. Diameter dalam berlebih (+)

$$\begin{aligned} \text{Jumlah cacat} &= 4.215 \text{ Pcs} \\ \text{Hasil produksi} &= 1.240.013 \text{ Pcs} \\ \text{DPMO} &= \frac{\text{Jumlah cacat}}{\text{Hasil produksi}} \times 1000.000 \end{aligned}$$

$$= \frac{4.215}{1.240.013} \times 1.000.000$$

$$= 3.399,16$$

$$\begin{aligned} \text{Sigma} &= 0,8406 + \sqrt{29,37 - (2,221 \times \ln \text{DPMO})} \\ &= 0,8406 + \sqrt{29,37 - (2,221 \times \ln 3.399,16)} \\ &= 4,20 \end{aligned}$$

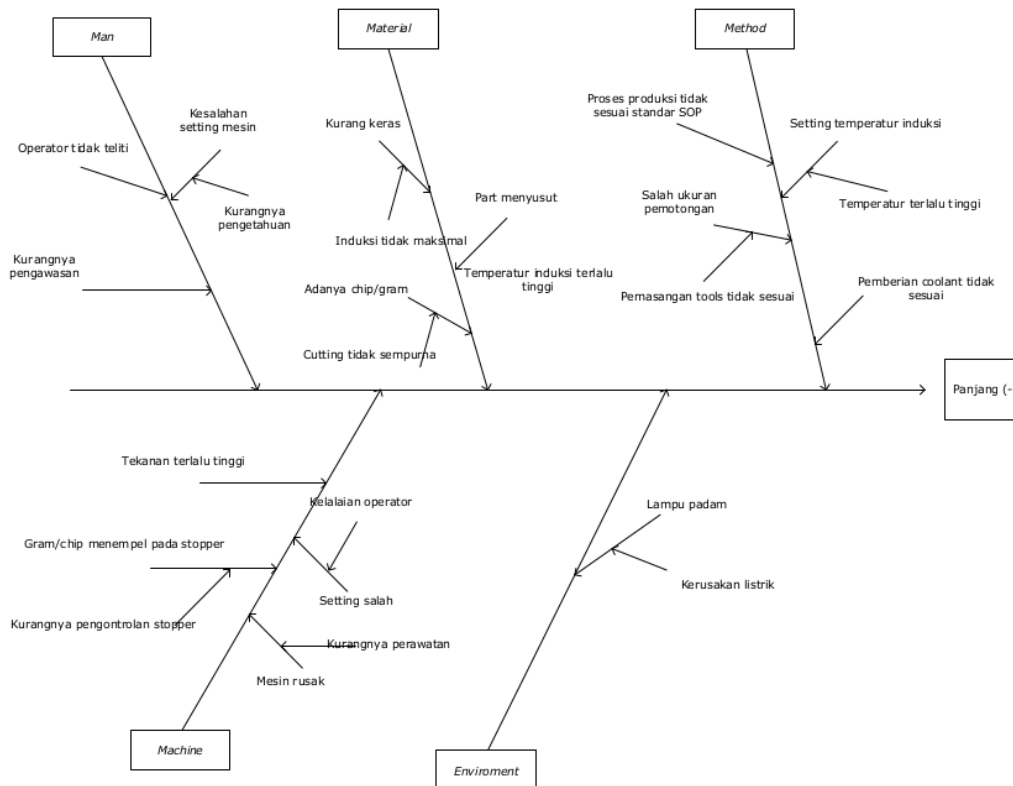
4.2.3. Analisis Masalah (Analyze)

Tahapan-tahapan analisis masalah ini adalah sebagai berikut:

1. Diagram Sebab Akibat (Diagram *Fishbone*)
Diagram *fishbone* menjelaskan mengenai penyebab terjadinya panjang (-). Diagram *fishbone* dapat dilihat pada Gambar 5.
2. FMEA (*Failure Mode Analysis*)
Metode FMEA digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang terjadi pada kasus ini. Tahap awal yang dilakukan yaitu menemukan penyebab utama permasalahan tersebut menggunakan *spreadsheet* FMEA. Hasil pengisian *spreadsheet* FMEA tersebut dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 8. Perhitungan *Baseline* Kinerja Perusahaan

No	Jenis Cacat	Jumlah Cacat	Hasil Produksi	DPMO	Sigma	Keterangan
1	Panjang (-)	4686	1240013	3778,99	4,17	Rata-rata industri USA
2	Diameter dalam (+)	4215		3399,16	4,20	
3	Diameter luar (-)	3938		3175,77	4,23	
4	Belang platting	3130		2524,17	4,30	
5	Setting	2964		2390,30	4,32	
6	Kasar	2739		2208,85	4,34	
7	Diameter dalam (-)	925		745,96	4,67	
8	Cacat benturan	809		652,41	4,71	
9	Chamfer luar (+)	603		486,29	4,79	
10	Diameter luar (+)	564		454,83	4,81	
11	Belang grinding	328		264,51	4,96	
12	Platting mengelupas	195		157,26	5,10	
13	Panjang (+)	178		143,55	5,12	
14	Oval	178		143,55	5,12	
15	Chamfer luar (-)	166		133,87	5,14	
16	Cacat alur	95		76,61	5,28	
17	Karat	92		74,19	5,29	
18	Chamfer dalam (-)	47		37,90	5,46	
19	Chamfer luar miring	39		31,45	5,50	
20	Cacat induksi	36		29,03	5,52	
21	Chamfer dalam (+)	19		15,32	5,67	



Gambar 5. Diagram Fishbone

Tabel 9. Spreadsheet FMEA

Jenis Cacat	Proses Produksi	Penyebab Cacat	Akibat Cacat	Occurance (1 - 10)	Severity (1 - 10)	Detection (1 - 10)	RPN	Rank	
Panjang (-)	All	Operator kurang teliti saat pengecekan material	Kesalahan saat pengecekan material	5	4	7	140	5	
	All	Pengecekan tidak dilakukan 100% (1 per 15 material)	Panjang material tidak dicek secara keseluruhan	9	5	8	360	1	
	Cutting	Cutting wheel tumpul	Material getar sehingga pemotongan tidak presisi	3	5	3	45	7	
	Double chamfer	Burru pada bagian depan	Material tidak center saat double chamfer		6	5	9	270	3
		Ada chip pada body	Posisi clep miring sehingga proses pemotongan pada double chamfer miring		4	8	2	64	6
		Stabilitas mesin (tekanan pegas belum normal saat awal shift)	Ukuran double chamfer berlebih		6	5	5	150	4
	Induksi	Deformasi (perubahan panas)	Material menyusut	9	5	7	315	2	

Contoh perhitungan :

1. Operator kurang teliti saat pengecekan material
 $RPN = 5 \times 4 \times 7$
 $= 140$

2. Pengecekan tidak dilakukan 100% (1 per 15 material)
 $RPN = 9 \times 5 \times 8$
 $= 360$

Hasil *spreadsheet* FMEA menunjukkan penyebab utama dari panjang kurang (-) yaitu pengecekan yang tidak dilakukan 100 % (1 per 15 material). Kemudian solusi penyelesaian masalah untuk masing-masing penyebab tersebut disajikan pada tabel *action for failure mode* yang dapat dilihat pada Tabel 10.

4.3. Analisis

4.3.1. Analisis Fase Define

Setelah dilakukan observasi langsung ke *line production* J dan berdasarkan data perusahaan diketahui bahwa terdapat 21 jenis cacat yang mengganggu kualitas dari *part* ini. Kemudian jenis-jenis cacat dihitung dan disajikan dengan diagram pareto untuk menemukan jenis cacat utama. Hal ini dilakukan untuk mempercepat proses pengendalian kualitas.

Diagram pareto dipilih karena diagram ini dapat menyajikan data secara jelas dan sistematis dimana jenis cacat diurutkan berdasarkan jumlah cacat terbesar sehingga tampak perbedaan jumlah cacat yang terjadi pada masing-masing jenis cacat yang muncul. Selain itu diagram ini juga menampilkan persentase kumulatif dari persentase jumlah cacat sehingga dapat dilihat persentase cacat keseluruhan. Hasil diagram pareto menunjukkan bahwa jenis cacat yang banyak muncul pada *part* ini panjang kurang (-) sebanyak 4.686 pcs dengan persentase jumlah cacatnya 18,06%. *Part* digolongkan panjang kurang (-) apabila tidak memenuhi standar yang telah ditetapkan yaitu memiliki panjang 40 ~ 40,01 mm. *Part* dengan panjang kurang (-) akan dikategorikan produk *engine* (produk

cacat) yang tidak bisa dipasarkan perusahaan.

4.3.2. Analisis Fase Measure

Fase *measure* dilakukan untuk mengukur baseline tingkat kinerja perusahaan. Pengukuran *baseline* kinerja perusahaan nantinya akan menjadi tolak ukur penentuan perbaikan kualitas kinerja kedepannya. Fase ini menggunakan parameter DPMO (*Defect per Million*). Nilai DPMO dihitung dari hasil perbandingan antara jumlah cacat yang muncul berdasarkan masing-masing jenis cacat dengan total hasil produksi keseluruhan. Nilai DPMO nantinya akan dikonversikan ke dalam nilai sigma, dan nilai sigma inilah yang menjadi acuan untuk mengukur tingkat kinerja perusahaan berdasarkan *range* sigma yang telah ditetapkan. Nilai DPMO berbanding terbalik dengan nilai sigma dimana semakin besar nilai DPMO maka semakin kecil nilai sigmanya. Kemudian semakin besar nilai sigma maka semakin bagus kinerja perusahaan tersebut dalam memproduksi produk. Apabila proses produksi mendekati level 6 sigma maka kinerja perusahaan dianggap mendekati sempurna.

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai *sigma* yang muncul rata-rata 4 dan 5 yang artinya kinerja perusahaan ini cukup bagus yaitu dikategorikan rata-rata industri USA. Namun perusahaan ini masih perlu perbaikan karena nilai DPMO terbesar yaitu 3.778,99 dengan nilai *sigma* 4,17. Ini terdapat pada jenis cacat panjang kurang (-) yang artinya dalam memperbaiki kinerja produksi, perusahaan perlu meminimalisir terjadinya panjang kurang (-) pada saat produksi *part* ini.

Tabel 10. *Action for Failure Mode*

No	Jenis Cacat	Proses Produksi	Penyebab Cacat	Design Solusi
1	Panjang (-)	All	Operator kurang teliti saat pengecekan material	a. Operator lebih teliti saat pengecekan b. Adakan <i>training</i> mengenai <i>quality control</i> c. Lakukan evaluasi pekerja secara rutin
2		All	Pengecekan tidak dilakukan 100% (1 per 15 material)	Lakukan <i>review</i> terhadap <i>quality control</i> panjang material dan jika terdapat banyak material dengan panjang (-) maka revisi standar pengecekan
3		Cutting	Cutting wheel tumpul	Cek secara benar <i>cutting wheel</i> yang akan digunakan sebelum dipasang pada mesin.
4		Double chamfer	Burrry pada bagian depan	a. <i>Cutting wheel</i> yang digunakan tidak tumpul b. Proses pemotongan harus sempurna
5			Ada <i>chip</i> pada <i>body</i>	a. <i>Washing</i> secara maksimal seluruh material yang telah <i>cutting</i> untuk menghilangkan <i>chip</i> b. Pemakaian <i>tools</i> harus sesuai standar
6		Induksi	Stabilitas mesin (tekanan pegas belum normal saat awal <i>shift</i>)	Lakukan pengecekan material lebih sering dibandingkan standar pengecekan pada awal <i>shift</i> operasi mesin
7			Deformasi (perubahan panas)	a. Operator harus mengetahui karakteristik mesin induksi yang digunakan seperti kekuatan deformasinya b. Membuat stabilitas masing-masing mesin secara rinci

Nilai sigma 4,17 masih jauh dari level 6 *sigma* sehingga perlu perbaikan-perbaikan proses produksi semaksimal mungkin agar mendekati 6 *sigma*.

4.3.3. Analisis Fase Analyze

Fase *analyze* merupakan tahap analisa terhadap permasalahan yang terjadi. Fase ini mencari penyebab-penyebab terjadinya panjang kurang (-) beserta efek yang ditimbulkannya serta solusi penyelesaian masalah tersebut. Fase *analyze* kali ini menggunakan 2 *tools* pengendalian kualitas yaitu diagram sebab-akibat (diagram *fishbone*) dan metode FMEA.

Diagram *fishbone* mengelompokkan penyebab panjang kurang (-) berdasarkan *man, machine, material, method, dan enviroment*. Pengelompokkan dilakukan untuk mempermudah dalam menemukan dan memperjelas penyebab yang terjadi. Selain itu hal ini juga dapat membantu dalam tahap pencarian solusi permasalahan secara lebih efektif dan efisien. Diagram *fishbone* menunjukkan bahwa penyebab yang menunjukkan bahwa penyebab panjang kurang (-) lebih banyak disebabkan oleh mesin seperti *cutting wheel* yang tumpul, deformasi induksi, dan stabilitas mesin yang belum normal pada awal *shift*. Penyebab-penyebab tersebut diketahui dari hasil *transforming* dengan pihak *quality lab*, koordinator *line production*, dan operator yang bersangkutan.

Kemudian dilakukan analisis lanjutan dengan metode FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*) untuk mengidentifikasi penyebab utama dari masalah tersebut yang nantinya akan menjadi prioritas penyelesaian masalah ini. *Tool* yang digunakan pada kasus ini yaitu *spreadsheet* FMEA. *Spreadsheet* ini memberikan nilai terhadap masing-masing penyebab cacat berdasarkan *occurance* (frekuensi terjadinya masalah), *severity* (besar pengaruh), dan *detection* (kemungkinan dapat diatasi). Penilaian dilakukan oleh koordinator *line* karena koordinator *line* lebih tahu mengenai proses produksi pada *part* ini dan permasalahan-permasalahan yang terjadi secara menyeluruh. Tiga indikator tersebut akan dihitung RPN (*Risk Priority Number*) dengan nilai RPN paling tinggi maka akan menjadi prioritas penyelesaian masalah. Hasil *spreadsheet* menjelaskan bahwa penyebab yang memiliki resiko paling tinggi yaitu pengecekan yang tidak dilakukan 100% (1 per 15 material) yang bisa menyebabkan panjang material tidak dicek secara keseluruhan dengan nilai RPN 360. Panjang material yang tidak dicek keseluruhan di tiap operasi menyebabkan material ini akan lolos di tiap operasi selanjutnya sehingga panjang kurang (-) akan selalu ditemukan di tiap proses produksi.

Hal ini sangat merugikan perusahaan dari segi waktu dan biaya. Material yang sudah mengalami panjang kurang (-) di awal dan tidak teridentifikasi oleh operator akan terus diproses di mesin selanjutnya padahal material ini tidak layak dipasarkan. Selain itu, jika *part* yang mengalami panjang kurang (-) ini lolos sampai tahap *final inspection* dan dipasarkan maka akan mengurangi kepercayaan konsumen bahkan dapat menyebabkan resiko kerusakan pada kendaraan yang dapat membahayakan pengendara apabila konsumen tidak teliti mengecek *part*.

Tool FMEA lainnya yang digunakan yaitu *tabel action for failure mode*. Tabel ini memuat *design* solusi masing-masing penyebab cacat. Salah satu contoh solusi dari penyebab cacat pengecekan yang tidak dilakukan 100% (1 per 15 material) yaitu perusahaan sebaiknya melakukan *review* terhadap pengendalian kualitas panjang kurang (-) material dan jika terdapat banyak material dengan panjang kurang (-) maka revisi standar pengecekan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari hasil penelitian yaitu Jenis cacat utama yang menjadi prioritas masalah pada *engine* Boss Drive Face K44F adalah panjang kurang (-). Hasil pengukuran *baseline*/tingkat kinerja dari proses produksi Boss Drive Face K44F menunjukkan bahwa penyebab kinerja produksi rendah yaitu panjang kurang (-) karena jenis cacat ini memiliki DPMO tertinggi dan *sigma* terendah dengan nilai DPMO 3.778,99 dan nilai *sigma* 4,17. Penyebab-penyebab yang sering muncul yaitu pengecekan tidak dilakukan 100% (1 per 15 material). Sehingga salah satu solusi yang bisa diterapkan perusahaan ini yaitu melakukan *review* terhadap standar pengecekan komponen pada saat inspeksi.

Saran yang diajukan untuk penelitian selanjutnya adalah pengendalian kualitas selanjutnya tidak hanya dilakukan pada *engine* Boss Drive Face K44F saja, tetapi juga pada *engine part* lainnya sehingga dapat meningkatkan kualitas hasil produksi perusahaan ini secara menyeluruh. Kemudian data yang dikumpulkan sebagai acuan penelitian tidak hanya dari bulan Januari – Desember 2015, namun sebaiknya data yang memiliki rentang waktu lebih lama sehingga hasil penelitian lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ariani, D.W. (2004). *Pengendalian Kualitas Statistik (Pendekatan Kuantitatif dalam Manajemen Kualitas)*. Yogyakarta : ANDI

- [2] Feigenbaum, A. V. (1983). *Total Quality Control, Third Edition*. New York: Mc Graw-Hill.
- [3] J Latief, Yusuf dan Retyaning Puji Utami. (2009). *Penerapan Metode Six Sigma dalam Penjagaan Kualitas pada Proyek Konstruksi*. Vol. 13, No. 2, 67-72. Depok : Universitas Indonesia.
- [4] Miranda, S. dan Drs. Amin Widjaja Tunggal, Ak. MBA. (2002). *Six Sigma : Gambaran Umum Penerapan Proses dan Metode-metode yang Digunakan untuk Perbaikan GE, Motorola*. Universitas Kristen Maranatha, Bandung.
- [5] Pande, Peter S. etal. (2003). *What is Six Sigma?*. Newyork : McGraw-Hill.
- [6] Parlaungan. (2011). *Quality Control untuk Produksi Kertas PT X Paper Products Menggunakan Metode Six Sigma*. Skripsi Sarjana. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- [7] Praptono. (1986). *Buku Materi Pokok Statistika Pengawasan Kualitas*. Jakarta : Universitas Terbuka.
- [8] Purnomo, Hari. (2003). *Pengantar Teknik Industri Edisi 1*. Yogyakarta : Graha Ilmu.

ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PADA ENGINE BOSS

ORIGINALITY REPORT

% **31**

SIMILARITY INDEX

% **31**

INTERNET SOURCES

%

PUBLICATIONS

% **0**

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	library.binus.ac.id Internet Source	% 9
2	repository.uinjkt.ac.id Internet Source	% 8
3	id.scribd.com Internet Source	% 3
4	anzdoc.com Internet Source	% 3
5	garuda.ristekdikti.go.id Internet Source	% 2
6	docplayer.info Internet Source	% 2
7	bagiilmubagirizeki.wordpress.com Internet Source	% 1
8	fexdoc.com Internet Source	% 1
9	id.123dok.com Internet Source	% 1

10

ekofitriyono14.blogspot.com

Internet Source

% 1

11

thesis.binus.ac.id

Internet Source

% 1

12

xa.yimg.com

Internet Source

% 1

EXCLUDE QUOTES ON

EXCLUDE
BIBLIOGRAPHY ON

EXCLUDE MATCHES < 1%

ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PADA ENGINE BOSS DRIVE FACE K44F DENGAN METODE SIX SIGMA DI PT. SPARTA GUNA SENTOSA

Prima Fithri, Niffy Eri Yeni

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang

Email : pfithri28@gmail.com (korespondensi)

Abstract

Industrial competition in Indonesia is getting strict. One of the important factor to win this competition is the quality level of the product produced. Production process in PT. Sparta Guna Sentosa generally produces defect products. Part that generate most of the defect products is Boss Drive Face K44F which the demand of this part for each period is high enough. Hence, the quality control using the Six Sigma method is needed to decrease the defect products. The Six Sigma is a method to analyzes the problem with DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, and Control). The results showed that the main defect that will be priority of problem solving is the length which is below the specifications about 40 ~ 40.01 mm and then the solution of problem is designed.

Keywords: engines, losses, phase, quality control, Six Sigma

Abstrak

Persaingan industri di Indonesia semakin ketat. Salah satu faktor penting dalam memenangkan persaingan tersebut ialah melalui tingkat kualitas produk yang dihasilkan. PT. Sparta Guna Sentosa dalam proses produksi umumnya menghasilkan produk cacat. Part yang paling banyak menghasilkan produk cacat ialah Boss Drive Face K44F dengan tingkat permintaan produk yang cukup tinggi tiap periodenya. Oleh karena itu dilakukan pengendalian kualitas menggunakan metode Six Sigma untuk meminimalisir kecacatan produk. Metode Six Sigma menganalisis permasalahan melalui DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control). Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis cacat utama yang menjadi prioritas penyelesaian masalah adalah panjang kurang dari spesifikasi yang ditetapkan yaitu 40 ~ 40,01 mm dan selanjutnya dirancang solusi penyelesaian masalah.

Kata kunci: engine, fase, kerugian, kualitas, pengendalian, Six Sigma

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan sebuah negara yang masih dalam tahap perkembangan. Namun saat ini Indonesia sudah memiliki banyak perusahaan yang terbilang cukup maju dengan berbagai jenis produksi yang berbeda. Hal tersebut menuntut setiap perusahaan untuk saling menunjukkan kemampuannya agar tidak kalah bersaing dengan perusahaan lainnya. Kemampuan tersebut dapat dilihat melalui produk yang dihasilkan dan kegiatan produksi yang dilakukan.

Kegiatan produksi harus dilakukan secara efisien dan efektif dimana mempertimbangkan kualitas, biaya, dan waktu. Kualitas yang baik, biaya minimum, dan waktu pengerjaan yang singkat memberikan banyak keuntungan bagi

perusahaan. Namun dari semua hal tersebut yang paling penting adalah kepuasan konsumen terhadap produk yang diminta. Kepuasan konsumen tergantung pada kualitas produk yang ditawarkan. Kualitas sebagai ukuran tingkat kesesuaian produk yang dihasilkan dengan standar yang telah ditetapkan perusahaan dalam mencapai kebutuhan konsumen [2]. Setiap kegiatan produksi tidak selalu berjalan lancar sesuai keinginan perusahaan termasuk pada PT. Sparta Guna Sentosa.

PT. Sparta Guna Sentosa merupakan sebuah perusahaan manufaktur yang bergerak dalam produksi komponen industri untuk *Automotive of Metal Parts*. Proses produksi dilakukan di 11 *line production*. Salah satu *line production* yang memiliki banyak jenis komponen yang diproduksi dengan permintaan

produk yang tinggi yaitu *line production* J. Namun setiap kegiatan produksi yang dilakukan umumnya menghasilkan *engine* (produk cacat). Produk dikategorikan *engine* dilihat dari karakteristik visual dan ukuran produk tersebut yang tidak memenuhi standar yang telah ditetapkan. *Engine* ini sangat merugikan perusahaan dari segi biaya dan waktu. Hasil diskusi dengan kepala departemen kualitas dan dari data historis perusahaan menunjukkan bahwa permintaan komponen terbesar dan proses produksi yang paling banyak menghasilkan *engine* ialah Boss Drive Face K44F yang terdapat pada *line production* J. Hal ini terlihat pada Gambar 1 dan 2.

Engine ini sangat mengganggu perusahaan dalam memenuhi permintaan konsumen. Oleh karena itu diperlukan suatu pengendalian kualitas terhadap Boss Drive Face K44F agar dapat meminimalisir *engine* yang dihasilkan sehingga mengurangi kerugian perusahaan. Salah satu metode yang dapat diterapkan dalam pengendalian kualitas terhadap *engine* ini yaitu melalui metode *Six Sigma*. Metode ini menganalisis permasalahan yang terjadi secara keseluruhan melalui DMAIC yang diawali dengan *Define* (menentukan masalah), *Measure* (mengukur tingkat kecacatan), *Analyze* (menganalisis sebab-sebab masalah), *Improve* (meningkatkan proses dan menghilangkan sebab-sebab cacat), dan *Control* (mengawasi kinerja proses dan menjamin cacat tidak muncul lagi). Metode tersebut juga pernah digunakan oleh peneliti [3] dalam Penjagaan Kualitas pada Proyek Konstruksi. Pemilihan metode ini dikarenakan Six Sigma lebih unggul dibandingkan metode lainnya dimana menelusuri masalah dari dasar secara keseluruhan dengan tujuan analisis yang jelas [3].

Oleh karena itu, peneliti ingin melakukan analisis pengendalian kualitas *engine* Boss Drive Face K44F dengan metode *Six Sigma* sehingga dapat diketahui jenis cacat utama pada *part* ini, baseline/tingkat kinerja dari proses produksi, penyebab dari jenis cacat utama dan memberikan solusi atas setiap permasalahan yang terjadi untuk meningkatkan produksi perusahaan kedepannya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Konsep Pengendalian Kualitas

"Kendali" merupakan kegiatan mengarahkan, mempengaruhi, verifikasi, dan perbaikan untuk menjamin penerimaan produk tertentu sesuai rancangan dan spesifikasi. Sedangkan "kualitas" merupakan karakteristik produk dan jasa yang

meliputi *marketing, engineering, manufacture, dan maintenance*, dimana produk dan jasa tersebut dalam pemakainnya sesuai dengan kebutuhan dan harapan pelanggan [2]. Menurut pendapat tersebut dapat diketahui bahwa pengendalian kualitas merupakan aktivitas keteknikan dan manajemen yang digunakan untuk mengukur karakteristik kualitas produk dan membandingkannya dengan spesifikasi/standar yang telah ditetapkan, apabila ada perbedaan antara karakteristik tersebut dengan spesifikasi sebenarnya maka dilakukan tindakan perbaikan yang sesuai.

Pengendalian kualitas (*quality control*) melibatkan beberapa aktivitas diantaranya [1] :

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

2.1.1. Dimensi Kualitas

Kualitas dinilai dengan beberapa dimensi, yang disebut dengan dimensi kualitas, meliputi [1]:

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

Kualitas pada industri manufaktur tidak hanya terfokus pada produk yang dihasilkan, tetapi juga memperhatikan kualitas pada proses produksi. Hal ini dikarenakan pada saat proses produksi jika terdapat produk cacat, maka masih bisa diperbaiki.

2.1.2. Prinsip-Prinsip Pengendalian Kualitas

Tahapan pada kegiatan pengendalian kualitas mengandung prinsip-prinsip sebagai berikut[8]:

1. Penetapan standar, dengan mempertimbangkan pemenuhan standar kualitas harga, kualitas penampilan, kualitas keamanan dan kualitas kepercayaan produk.
2. Pengamatan terhadap performansi produk atau proses.
3. Membandingkan performansi yang ditampilkan dengan standar yang berlaku.
4. Mengambil tindakan-tindakan bila terdapat penyimpangan-penyimpangan yang cukup signifikan, dan jika perlu dibuat tindakan-tindakan untuk mengoreksi permasalahan dan penyebabnya melalui faktor-faktor pemasaran, desain, mesin, produksi, perawatan yang mempengaruhi kepuasan pelanggan.
5. Rencana peningkatan, dengan mengembangkan usaha berkelanjutan untuk meningkatkan standar harga, performa, keamanan dan kepercayaan.

2.2. Six Sigma

"Six Sigma" adalah suatu sistem yang komprehensif dan fleksibel untuk mencapai, memberi dukungan dan memaksimalkan proses usaha, yang berfokus pada pemahaman dalam kebutuhan pelanggan dengan menggunakan fakta, data dan analisis statistik serta terus menerus memperhatikan pengaturan, perbaikan, dan mengkaji ulang proses usaha [4].

Sigma adalah sebuah unit pengukuran statistik yang mencerminkan kapabilitas proses. *Sigma* adalah sebuah cara untuk menentukan atau bahkan memprediksikan kesalahan atau cacat dalam proses, baik dalam proses manufaktur atau pengiriman sebuah pelayanan. Jika perusahaan kita sudah mencapai level 6 *sigma* berarti dalam proses kita tersebut mempunyai peluang untuk *defect* atau melakukan kesalahan sebanyak 3,4 kali dari 1000000 kemungkinan (*oportunity*) [5].

2.2.1. Sejarah Six Sigma

Sekitar tahun 1980, Motorola merupakan salah satu perusahaan Amerika Serikat dan Eropa yang bersaing ketat dengan perusahaan Jepang. Pemimpin puncak Motorola menyadari bahwa kualitas produk yang dihasilkan mereka dikategorikan jelek. Mereka tidak memiliki program "kualitas". Tetapi pada tahun 1987, ada sebuah pendekatan baru yang muncul dari bagian komunikasi Motorola yang pada saat itu

telah dipegang oleh George Fisher, *Executif* mapan dari Kodak. Konsep inovatif itulah yang selanjutnya dinamakan dengan "Six Sigma".

Banyak hal yang dilibatkan dalam *Six Sigma* di Motorola, tapi dua hal yang utama adalah cara yang konsisten untuk keluar dan membandingkan kinerja kebutuhan dikenal dengan nama pengukuran *Sigma* dan target kualitas sempurna yang disebut dengan tujuan *Sigma*. Baru berjalan dua tahun menjalankan *Six Sigma*, Motorola mendapat Penghargaan Malcom Baldrige National Quality Award dengan peningkatan jumlah tenaga kerja dari 71.000 orang karyawan menjadi 130.000 orang karyawan pada saat itu.

2.2.2. Enam Tema Kunci Six Sigma

Enam tema ini sering juga ditafsirkan sebagai "persyaratan utama" dalam mengembangkan metode *Six Sigma*, enam tema kunci tersebut ialah [5]:

1. Fokus sungguh-sungguh kepada pelanggan (*Customer Focus*).
Definisi *customer* (pelanggan) bukan hanya terbatas pada pembeli saja tetapi juga berarti rekan kerja, orang/ pihak yang akan menerima hasil kerja, masyarakat umum sebagai pengguna jasa, pemerintah, dll. *Six Sigma* mampu memberikan informasi mengenai seberapa bagus produk, *service* dari sebuah industri dan proses didalamnya serta membantu untuk menentukan langkah-langkah demi kepuasan *customer* secara total.
2. Manajemen yang digerakkan oleh data dan fakta (*Management by Fact*).
3. Fokus pada Proses, Manajemen dan Perbaikan (*Continous Improvement*).
Perlu diketahui bahwa *Six Sigma* sangat dipengaruhi dan bergantung pada seberapa jauh memahai suatu proses. Dan hal ini belum cukup apabila tidak didukung dengan apresiasi manajemen yang bagus dalam melakukan perbaikan.
4. Manajemen Proaktif (*Proactive Management*).
5. Kolaborasi tanpa Batas (dari Jack Welch).
6. Dorongan untuk Sempurna, tetapi Toleransi terhadap Kegagalan.

Six Sigma merupakan suatu *tool* yang lengkap yang dapat dipergunakan dan diaplikasikan pada bidang *design*, manufaktur, *sales*, *service*, dll. *Six Sigma* dapat membantu dalam meraih keuntungan pada suatu persaingan. Bila bisa memperbaiki *sigma level* pada proses, berarti kualitas produk akan lebih baik dan biaya-biaya yang tidak perlu akan berkurang sehingga dapat memenuhi kepuasan *customer*.

2.2.3. Keuntungan Penerapan Six Sigma

Adapun keuntungan-keuntungan yang dapat diraih perusahaan dari penerapan metode *Six Sigma* ini adalah [5]:

1. Pengurangan biaya produksi akibat inefisiensi produksi.
2. Peningkatan produktivitas.
3. Pertumbuhan pangsa pasar (*Market share*).
4. Retensi/loyalitas pelanggan (*Customer loyalty*), akibat kepuasan pelanggan.
5. Pengurangan waktu siklus (*Reduce cycle time*).
6. Pengurangan tingkat produk yang cacat (*Reduce defect rate*).
7. Pengembangan produk dan jasa (*Product and service development*).
8. Meningkatnya pengetahuan dan kesadaran karyawan akan budaya kualitas.

2.2.4. Tahapan Proses Six Sigma

Ada lima tahapan proses yang diterapkan dalam upaya memperbaiki dan meningkatkan proses yang sudah ada. Kelima tahapan proses tersebut adalah [5]:

1. Pendefinisian berbagai permasalahan proses dan kebutuhan konsumen.
2. Pengukuran cacat-cacat (*defect*) dari aktivitas operasional proses.
3. Analisis data sebagai dasar pemecahan masalah yang ada.
4. Meningkatkan proses dan memangkas penyebab-penyebab terjadinya cacat (*defect*).
5. Pengendalian proses dan memastikan cacat-cacat (*defect*) tidak terjadi lagi.

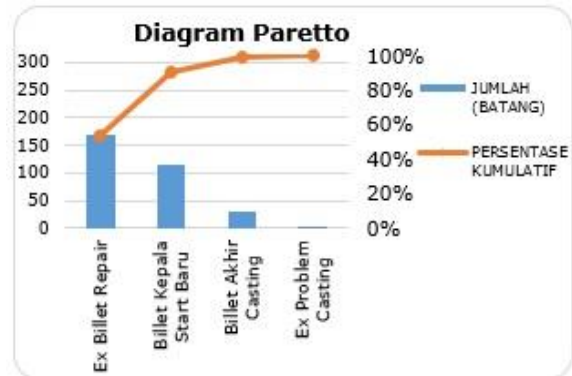
2.2.5. DMAIC pada Six Sigma

Six Sigma merupakan pendekatan menyeluruh untuk menyelesaikan masalah dan meningkatkan proses melalui fase DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve and Control*). Secara sederhana *Six Sigma* dapat diterjemahkan sebagai suatu proses yang mempunyai kemungkinan cacat (*defect opportunity*) sebesar 0,00034% atau sebanyak 3,4 buah dalam satu juta produk (*defect per million*). Umumnya *Six Sigma* dituliskan dalam simbol 6 sigma (6σ) [7].

DMAIC merupakan jantung analisis *Six Sigma* yang menjamin *voice of customer* berjalan dalam keseluruhan proses sehingga produk yang dihasilkan memuaskan keinginan pelanggan. Tahapan-tahapan dari *Six Sigma* adalah [6]:

1. Fase *Define* (Pendefinisian)
Fase ini adalah fase menentukan masalah, menetapkan persyaratan-persyaratan pelanggan dan membangun tim. Fase ini

tidak banyak menggunakan statistik. Statistik yang sering digunakan adalah diagram Pareto. Alat statistik tersebut digunakan untuk mengidentifikasi masalah dan menentukan prioritas masalah. Diagram Pareto dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Pareto [6]

2. Fase *Measure* (Pengukuran)
Fase ini adalah fase mengukur tingkat kecacatan dan tingkat kinerja. Dalam fase ini, pengukuran yang dilakukan antara lain:
 - a. Pengukuran *baseline* kinerja
Ukuran hasil kinerja *baseline* yang digunakan pada *Six Sigma* adalah tingkat DPMO (*Defect Per Million Opportunity*) dan pencapaian tingkat kapabilitas sigma (*sigma level*). DPMO merupakan suatu ukuran kegagalan dalam *Six Sigma* yang menunjukkan kerusakan suatu produk dalam satu juta barang yang diproduksi. Kriteria DPMO harus didefinisikan dengan teliti. Kerusakan dapat digambarkan dengan tidak bersih, tepat atau tidak sesuai dengan standar. Nilai DPMO dari suatu produk menggambarkan rata-rata pengukuran pada suatu proses.

$$DPMO = \frac{\text{Jumlah h kerusakan}}{\text{Jumlah h semua produksi}} \times 1.000.000 \quad (1)$$

Tabel 1. Keterangan Nilai Sigma

No	DPMO	Sigma	Keterangan
1	691462	1-sigma	Sangat tidak kompetitif
2	308538	2-sigma	Rata-rata industri Indonesia
3	66807	3-sigma	
4	6210	4-sigma	Rata-rata industri USA
5	233	5-sigma	
6	3,4	6-sigma	Industri kelas dunia

(Sumber : Parlaungan, 2011)

Nilai DPMO dikonversikan ke nilai *sigma*. Keterangan masing-masing nilai *sigma* dapat dilihat pada Tabel 1. Perhitungan nilai *sigma* dilakukan untuk mengetahui performa proses saat ini yang akan menjadi tolak ukur dalam menentukan tindakan perbaikan yang harus dilakukan.

b. Pengukuran tingkat kapabilitas proses (*Capability process*)

Suatu proses disebut mempunyai kapabilitas jika proses tersebut mempunyai kemampuan untuk menghasilkan *output* yang berada dalam batas spesifikasi yang diharapkan. Dimana nilai rata-rata dari proses sama dengan nilai target yang diharapkan dan besar rentang spesifikasi yang diinginkan perusahaan yaitu (USL – LSL) lebih besar dari rentang batas terkontrol pada produk yang dihasilkan UCL – LCL. Bagan kendali kapabilitas proses dapat dilihat pada Gambar 2.

3. Fase *Analyze* (Analisis)

Fase ini merupakan fase mencari dan menentukan penyebab dari suatu masalah. Selanjutnya akar utama suatu permasalahan dapat dianalisis menggunakan *diagram cause & effect/ Ichigawa/ Fishbone* dan *Failure Models and Effect Analysis (FMEA)*.

4. Fase *Improve* (Meningkatkan)

Fase ini adalah fase meningkatkan proses dan menghilangkan sebab cacat. Pada fase *Measure* telah ditetapkan variabel faktor untuk masing-masing respon. Pada fase *Improve* memilih strategi peningkatan variabel faktor. *Design of Eksperiment (DOE)* merupakan salah satu metode statistik yang

digunakan untuk meningkatkan dan melakukan perbaikan kualitas. *Design of Eksperiment* dapat didefinisikan suatu uji atau rentetan uji dengan mengubah-ubah variabel *input* (faktor) suatu proses sehingga dapat diketahui penyebab perubahan *output* (respon).

5. Fase *Control* (Pengawasan)

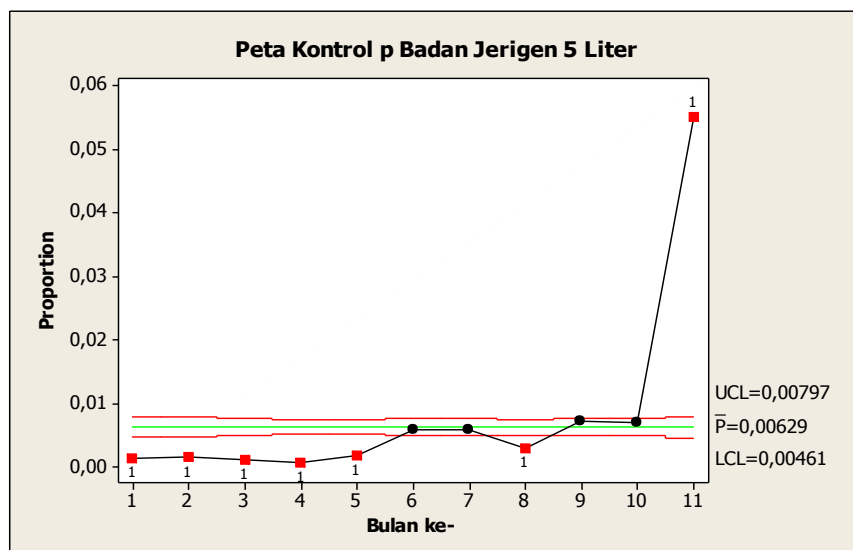
Fase *Control* merupakan fase mengontrol kinerja proses dan menjamin cacat tidak muncul. Alat yang paling utama digunakan adalah diagram kontrol. Fungsi utama diagram kontrol adalah sebagai berikut:

- Membantu mengurangi variabilitas
- Memonitor kinerja setiap saat
- Memungkinkan proses koreksi untuk mencegah kegagalan
- Trend* dan kondisi di luar kendali terdeteksi secara cepat.

Diagram *control* merupakan *run chart* dalam suatu interval keyakinan tertentu biasanya 3 standar deviasi (3σ) dimana diagram ini memuat 3 garis batas, yaitu Batas Kontrol Atas / *Upper Control Limit (UCL)*, rata-rata kualitas sampel, dan Batas Kontrol Bawah / *Lower Control Limit (LCL)*. Garis UCL dan LCL merupakan garis dengan menambahkan dan mengurangi 3 standar deviasi dari garis rata-rata kualitas sampel.

$$UCL = \bar{\bar{X}} + 3 \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}} \text{ dan } \bar{\bar{X}} - 3 \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}} \quad (2)$$

Sampel yang berada di dalam rentang UCL – LCL dikatakan berada dalam pengawasan, sedangkan yang berada di luar rentang UCL – LCL berada di luar pengawasan.



Gambar 2. Bagan Kendali Kapabilitas Proses [6]

2.3. Cause and Effect Diagram

Cause and Effect diagram adalah suatu alat yang digunakan untuk mengorganisasi dan menggabungkan seluruh ide-ide mengenai penyebab potensial dari suatu masalah. Bentuknya seperti tulang ikan (*fishbone*) yang dapat dilihat pada Gambar 3. Diagram ini terdiri dari dua macam bagian yaitu [6]:

1. Kepala ikan (akibat), berada di sebelah kanan. Bagian ini memuat suatu permasalahan (kecacatan produk), yaitu akibat yang terjadi.
2. Tulang ikan (penyebab), terdiri dari faktor-faktor penyebab dimana duri-duri tersebut akan bercabang-cabang sesuai jumlah penyebab yang ditemukan.

2.4. Failure Models and Effect Analysis

Failure Models and Effect Analysis atau analisa potensi kegagalan dari produk atau proses dan efek-efeknya merupakan suatu kegiatan mendokumentasikan pengidentifikasian tindakan atau menghilangkan atau mengurangi kemungkinan potensi kegagalan terjadi.

Langkah-langkah dalam menggunakan FMEA yaitu [6]:

1. Mengidentifikasi proses, produk atau jasa. Membuat kolom-kolom dalam sebab *sphreadsheet*. Masing-masing kolom tersebut diberi nama : *modes of failure, cause of failure, effect of failure, frequency of occurrence, degree of severity, chance of*

detection, risk priority number (RPN) dan rank. Spreadsheet FMEA dapat dilihat pada Tabel 2.

2. Membuat daftar masalah-masalah yang mungkin muncul.
3. Mengidentifikasi semua penyebab dari setiap masalah yang muncul.
4. Menentukan akibat dari setiap masalah tersebut. Kemudian mengidentifikasi akibat potensial dari masalah terhadap pelanggan, produk dan proses.
5. Membuat tabel keterangan nilai-nilai yang akan ditentukan. Pengisian kolom *frequency of occurrence, degree of severity, dan chance of detection* dibuat suatu tabel *consensus* dari nilai-nilai relatif untuk mengasumsikan frekuensi muncul (*occurance*), seberapa besar pengaruh efek kegagalan yang terjadi (*severity*) dan kemungkinan masalah tersebut terdeteksi dan diatasi sekarang ini (*detection*). Acuan dalam pengisian nilai tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.
6. Menghitung nilai resiko (RPN) dari tiap masalah, dengan rumus:

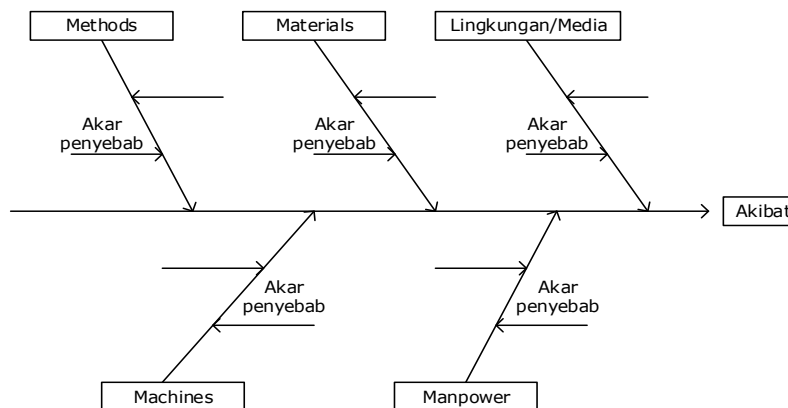
$$RPN = SEVV \times OCC \times DET \quad (3)$$

7. Menyusun masalah berdasarkan nilai *Risk Priority Number (RPN)*, dengan urutan RPN tertinggi ke terendah.
8. Mengambil tindakan untuk mengurangi resiko pada masalah berdasarkan rangkingnya. Tahap ini menggunakan *table action planning for failure mode* yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 2. Spreadsheet FMEA

Mode of Failure	Cause of Failure	Effect of Failure	Frequency of Occurance	Degree of Severity	Chance of Detection	Risk Priority y	Rank
			(1 - 10)	(1 - 10)	(1 - 10)	(RPN)	

(Sumber : Parlaungan, 2011)



Gambar 3. Contoh Diagram Sebab-Akibat [6]

Tabel 3. Nilai *Occurance*, *Severity*, dan *Detection*

Nilai	<i>Occurance</i>	<i>Severity</i>	<i>Detection</i>
1	Jika masalah hampir tidak pernah terjadi	Jika masalah tidak berpengaruh (minor)	Jika masalah pasti dapat cepat-cepat diatasi (<i>very high</i>)
2			
3	Jika masalah sangat jarang terjadi, relatif sedikit (<i>low</i>)	Jika masalah sedikit berpengaruh dan tidak terlalu kritis (<i>low</i>)	Jika masalah kemungkinan besar dapat diatasi (<i>high</i>)
4			
5			
6	Jika masalah kadang-kadang terjadi	Jika masalah cukup berpengaruh, dan berpengaruh cukup kritis (<i>moderate</i>)	Jika masalah ada kemungkinan untuk dapat diatasi (<i>moderate</i>)
7			
8	Jika masalah sering terjadi (<i>high</i>)	Jika masalah sangat berpengaruh dan kritis (<i>high</i>)	Jika masalah kemungkinan kecil untuk dapat diatasi (<i>low</i>)
9	Jika masalah sulit untuk dihindari (<i>very high</i>)	Jika masalah benar-benar berpengaruh, sangat merugikan dan sangat kritis (<i>very high</i>)	Jika masalah mungkin tidak dapat diatasi (<i>very low</i>)
10			Jika masalah tidak dapat diatasi (<i>none</i>)

Sumber: [6]

Tabel 4. *Action Planning for Failure Mode*

<i>Failure Mode</i>	<i>Actionable Cause</i>	<i>Design Action / Potential Solution</i>	<i>Design Validation</i>

Sumber: [6]

2.5. Hasil Penerapan Six Sigma

Six Sigma telah diterapkan oleh beberapa perusahaan diantaranya [4]:

1. Motorola

Sejak tahun 1986, yang merupakan terobosan baru dalam bidang kualitas. Prinsip-prinsip pengendalian dan peningkatan kualitas Six Sigma Motorola mampu mencapai tingkat kualitas 3,4 DPMO (*defect per million opportunity*) [4]. Beberapa keberhasilan Motorola dari hasil penerapan *Six Sigma*, adalah sebagai berikut [4]:

- Peningkatan produktivitas rata-rata 12,3% per tahun.
- Penurunan COPQ (*cost of poor quality*) lebih daripada 84%.
- Eliminasi kegagalan dalam proses sekitar 99,7%.
- Penghematan biaya manufaktur lebih dari \$11 milyar.
- Peningkatan tingkat pertumbuhan tahunan rata-rata 17% dalam penerimaan, keuntungan, dan harga saham motorola.

2. General Electric (GE)

Perbaikan yang telah dilakukan oleh General Electric mulai dari jasa pelayanan sampai dengan *manufacturing* yang telah menhemat biaya dan waktu produksi

3. Allied Signal (Honeywell)

Allied Signal mengawasi keberhasilan *Six Sigma* dengan menghubungi General

Electric dan Motorola. Allied memulai aktivitas perbaikan kualitas sekitar awal tahun 1990, dimana telah menghemat biaya lebih dari 600 juta per tahun. Selain itu penerapan prinsip yang sama pada desain produk baru seperti mesin pesawat, mengurangi waktu desain hingga pengesahan dari 42 bulan sampai 33 bulan. Memberikan target 6% peningkatan pada produktivitas tahun 1998 dan profit margin sekitar 13%. Setelah penerapan Six Sigma, nilai pasar perusahaan berlipat ganda hingga 27% per tahun. Pemimpin Allied memandang Six Sigma tidak hanya sekedar menentukan angka - angka tetapi merupakan pernyataan tujuan untuk mengejar standar keberhasilan.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Survei Pendahuluan

Survei awal ini dilakukan dengan pengamatan langsung ke *line production* J untuk mengetahui bagaimana proses produksi yang dilakukan dan melihat permasalahan-permasalahan yang terjadi. Kemudian melakukan diskusi dengan pihak *quality control, manager*, dan lainnya mengenai proses produksi tersebut dan menganalisis data-data kegiatan produksi.

3.2. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah pada penyelesaian kasus ini yaitu melakukan pengendalian kualitas terhadap *engine Boss Drive Face K44F* dari data produksi bulan Januari - Desember 2015 dengan metode Six Sigma.

3.3. Perumusan Masalah

Perumusan masalah yang diangkat dari topik ini yaitu bagaimana melakukan

pengendalian kualitas (*quality control*) terhadap *engine* Boss Drive Face K44F dalam peningkatan hasil produksi menggunakan metode *Six Sigma*.

3.4. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan pada penelitian ini berupa:

1. Data sekunder hasil produksi beserta data *engine* part Boss Drive Face K44F pada PT. Sparta Guna Sentosa dari bulan Januari – Desember 2015.
2. Observasi langsung mengenai alur produksi dan masalah yang terjadi.
3. Wawancara / *brainstorming* dengan *manager*, staf *quality control*, kepala *line production* J, dan operator untuk mengetahui penyebab masalah dan rekomendasi perbaikan.
4. Kuisioner yang diberikan kepada staf *quality control* dan kepala *line production* J dalam mengisi nilai *spreadsheet* FMEA.

3.5. Pengolahan Data

Data yang telah dikumpulkan selanjutnya diolah menggunakan metode Six Sigma dengan menerapkan konsep DMAIC. Pengolahan tersebut meliputi :

1. Fase *Define* menggunakan diagram pareto.
2. Fase *Measure* (pengukuran *baseline*) menggunakan DPMO (*Defect per Million Opportunities*).
3. Fase *Analyze* menggunakan diagram *fishbone* dan pendekatan FMEA.

3.6. Analisis

Analisis yang dilakukan meliputi analisis fase *define*, analisis fase *measure*, dan analisis fase *analyze*.

4. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan berupa data hasil produksi dan data *engine* part Boss Drive Face K44F pada PT. Sparta Guna Sentosa dari bulan Januari – Desember 2015. Data-data tersebut dapat dilihat pada Tabel 5 dan 6.

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Produksi Boss Drive Face K44F

Bulan	Hasil Produksi
Januari	124459
Februari	103601
Maret	66469
April	99122
Mei	89846
Juni	52406
Juli	87674
Agustus	116986
September	153053
Oktober	119447
November	136600
Desember	90350
Total	1240013

Tabel 6. Rekapitulasi Jenis Cacat pada *Engine* Boss Drive Face K44F Tahun 2015

Jenis Cacat	Jumlah (Unit)												Total
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agus	Sept	Okt	Nov	Des	
Panjang berlebih	40	66	11	0	1	0	0	7	20	2	0	31	178
Panjang kurang	1443	1126	902	515	75	33	92	75	60	41	78	246	4686
Diameter dalam berlebih	488	585	376	367	537	371	151	284	529	35	35	457	4215
Diameter dalam kurang	7	0	0	3	1	0	0	0	196	577	106	35	925
Diameter luar berlebih	33	324	36	0	13	0	0	0	18	8	6	126	564
Diameter luar kurang	844	371	231	184	325	377	252	331	309	20	368	326	3938
Cacat benturan	0	180	80	118	51	40	20	18	55	28	129	90	809
<i>Chamfer</i> luar besar	209	260	25	51	2	55	0	0	0	1	0	0	603
<i>Chamfer</i> luar kecil	123	28	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	166
<i>Chamfer</i> luar miring	32	0	0	0	0	0	3	2	1	0	1	0	39
<i>Chamfer</i> dalam besar	18	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	19
<i>Chamfer</i> dalam kecil	36	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47
<i>Platting</i> mengelupas	13	11	3	24	38	11	2	1	2	2	0	88	195
Belang <i>platting</i>	190	242	112	244	343	338	61	181	87	131	639	562	3130
Belang <i>grinding</i>	38	66	11	18	3	1	5	37	35	13	47	54	328
Oval	12	4	0	1	0	13	3	7	19	37	45	37	178
Karat	21	34	3	0	3	3	6	3	3	9	1	6	92
Kasar	353	568	189	58	449	212	76	284	333	57	71	89	2739
Cacat induksi	22	9	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	36
Cacat alur	74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	14	95
<i>Setting</i>	56	611	146	322	342	128	110	125	169	109	382	464	2964
Total	4052	4496	2140	1905	2184	1582	781	1355	1841	1070	1915	2625	25946

4.2. Pengolahan Data

4.2.1. Pendefinisian Masalah (Define)

Fase ini merupakan fase awal dalam melakukan analisis *Six Sigma*. Fase *define* digunakan untuk mengidentifikasi masalah utama yang terdapat pada *engine* Boss Drive Face K44F dengan memanfaatkan diagram pareto. Perhitungan persentase jumlah cacat masing-masing jenis cacat pada Boss Drive Face K44F dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Persentase Jumlah Cacat Masing-Masing Jenis Cacat pada Boss Drive Face K44F

No	Jenis Cacat	Jumlah (Pcs)	Persentase	Persentase Kumulatif
1	Panjang (-)	4686	18,06%	18,06%
2	Diameter dalam (+)	4215	16,25%	34,31%
3	Diameter luar (-)	3938	15,18%	49,48%
4	Belang <i>plating</i>	3130	12,06%	61,55%
5	<i>Setting</i>	2964	11,42%	72,97%
6	Kasar	2739	10,56%	83,53%
7	Diameter dalam (-)	925	3,57%	87,09%
8	Cacat benturan	809	3,12%	90,21%
9	<i>Chamfer</i> luar (+)	603	2,32%	92,53%
10	Diameter luar (+)	564	2,17%	94,71%
11	Belang <i>grinding</i>	328	1,26%	95,97%
12	<i>Plating</i> mengelupas	195	0,75%	96,72%
13	Panjang (+)	178	0,69%	97,41%
14	Oval	178	0,69%	98,10%
15	<i>Chamfer</i> luar (-)	166	0,64%	98,74%
16	Cacat alur	95	0,37%	99,10%
17	Karat	92	0,35%	99,46%
18	<i>Chamfer</i> dalam (-)	47	0,18%	99,64%
19	<i>Chamfer</i> luar miring	39	0,15%	99,79%
20	Cacat induksi	36	0,14%	99,93%
21	<i>Chamfer</i> dalam (+)	19	0,07%	100,00%
Total		25946		

Contoh perhitungan :

1. Panjang berlebih (+)

$$\begin{aligned} \text{Jumlah cacat} &= 4.686 \text{ Pcs} \\ \text{Persentase} &= \frac{\text{Jumlah cacat}}{\text{Total cacat}} \\ &= \frac{4.686}{25.946} \\ &= 18,06 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Persentase kumulatif} &= \text{persen kumulatif} \\ &= 18,06\% \end{aligned}$$

2. Diameter dalam berlebih (-)

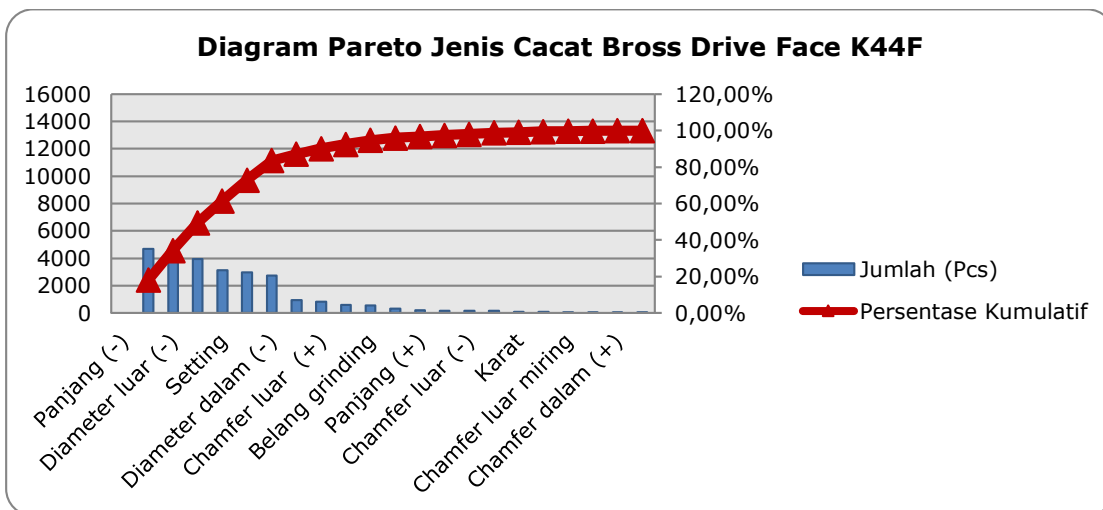
$$\begin{aligned} \text{Jumlah cacat} &= 4.215 \text{ Pcs} \\ \text{Persentase} &= \frac{\text{Jumlah cacat}}{\text{Total cacat}} \\ &= \frac{4.215}{25.946} \\ &= 16,25 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Persentase kumulatif} &= \text{Persentase} + \text{Persentase kumulatif} \\ &\text{sebelumnya} \\ &= 16,25 \% + 18,06 \% \\ &= 34,31 \% \end{aligned}$$

Tingkat jumlah untuk masing-masing jenis cacat ditunjukkan dengan diagram pareto pada Gambar 4. Diagram tersebut menunjukkan bahwa jenis cacat yang sering muncul dan menjadi masalah utama pada Boss Drive Face K44F adalah panjang kurang (-). Panjang kurang (-) merupakan komponen yang memiliki panjang kurang dari standar panjang yang telah ditetapkan yaitu 40 ~ 40,01 mm.

4.2.2. Pengukuran Baseline Kinerja Perusahaan (Measure)

Pengukuran *baseline* kinerja perusahaan ini dilakukan dengan parameter DPMO (*Defect per Million*) dan nilai *Six Sigma*. Hasil perhitungan *baseline* tersebut dapat dilihat pada Tabel 8.



Gambar 4. Diagram Pareto Jenis Cacat pada Boss Drive Face K44F

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa jenis cacat panjang kurang (-) memiliki nilai DPMO terbesar dan nilai σ terkecil. Oleh karena itu, jenis cacat tersebut merupakan penyebab utama yang menyebabkan *baseline* kinerja perusahaan menjadi buruk dan harus cepat ditangani.

Contoh perhitungan :

1. Panjang kurang (-)

$$\begin{aligned} \text{Jumlah cacat} &= 4.686 \text{ Pcs} \\ \text{Hasil produksi} &= 1.240.013 \text{ Pcs} \\ \text{DPMO} &= \frac{\text{Jumlah cacat}}{\text{Hasil produksi}} \times 1000.000 \\ &= \frac{4.686}{1.240.013} \times 1.000.000 \\ &= 3.778,99 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sigma} &= 0,8406 + \sqrt{29,37 - (2,221 \times \ln \text{DPMO})} \\ &= 0,8406 + \sqrt{29,37 - (2,221 \times \ln 3.778,99)} \\ &= 4,17 \end{aligned}$$

2. Diameter dalam berlebih (+)

$$\begin{aligned} \text{Jumlah cacat} &= 4.215 \text{ Pcs} \\ \text{Hasil produksi} &= 1.240.013 \text{ Pcs} \\ \text{DPMO} &= \frac{\text{Jumlah cacat}}{\text{Hasil produksi}} \times 1000.000 \end{aligned}$$

$$= \frac{4.215}{1.240.013} \times 1.000.000$$

$$= 3.399,16$$

$$\begin{aligned} \text{Sigma} &= 0,8406 + \sqrt{29,37 - (2,221 \times \ln \text{DPMO})} \\ &= 0,8406 + \sqrt{29,37 - (2,221 \times \ln 3.399,16)} \\ &= 4,20 \end{aligned}$$

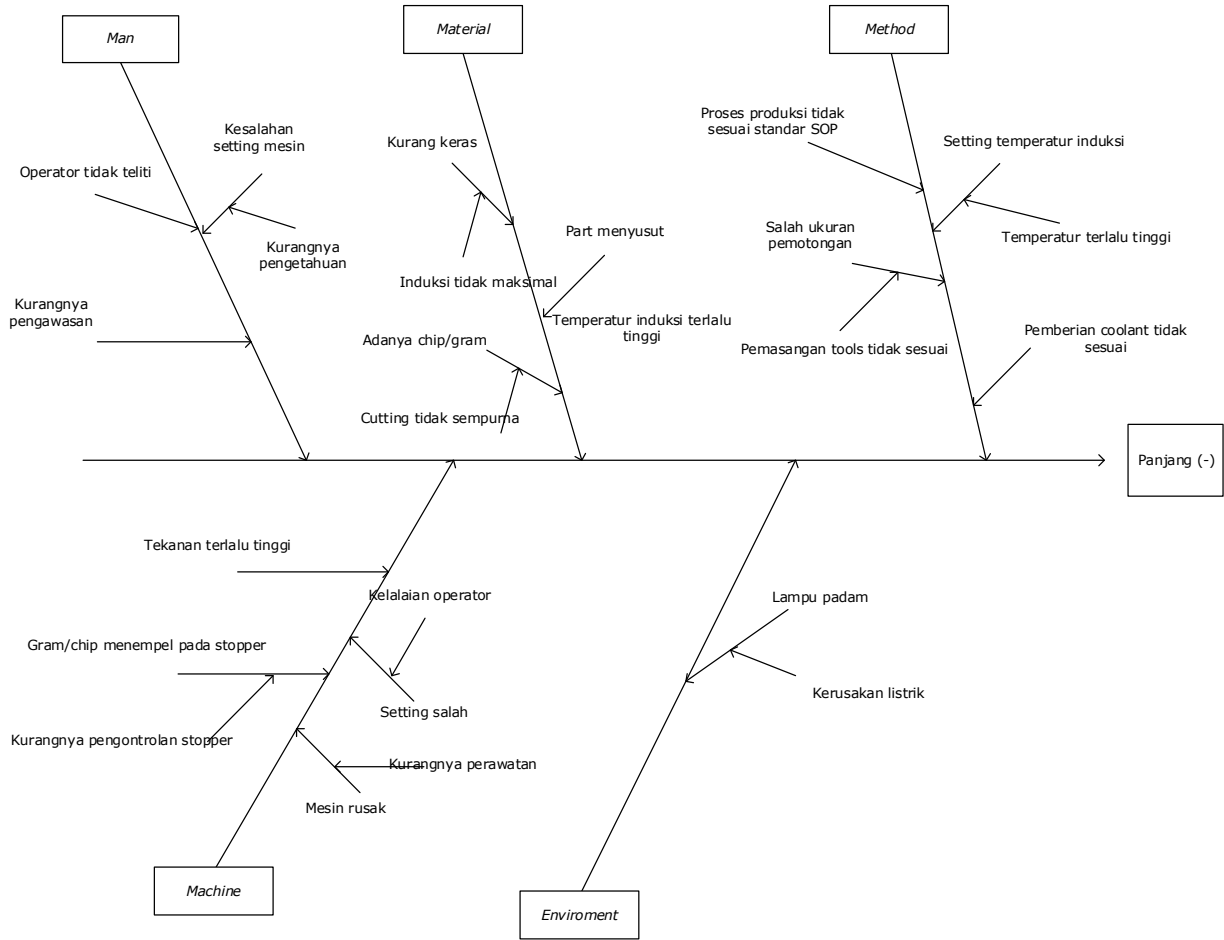
4.2.3. Analisis Masalah (Analyze)

Tahapan-tahapan analisis masalah ini adalah sebagai berikut:

1. Diagram Sebab Akibat (Diagram *Fishbone*)
Diagram *fishbone* menjelaskan mengenai penyebab terjadinya panjang (-). Diagram *fishbone* dapat dilihat pada Gambar 5.
2. FMEA (*Failure Mode Analysis*)
Metode FMEA digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang terjadi pada kasus ini. Tahap awal yang dilakukan yaitu menemukan penyebab utama permasalahan tersebut menggunakan *spreadsheet* FMEA. Hasil pengisian *spreadsheet* FMEA tersebut dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 8. Perhitungan *Baseline* Kinerja Perusahaan

No	Jenis Cacat	Jumlah Cacat	Hasil Produksi	DPMO	Sigma	Keterangan
1	Panjang (-)	4686	1240013	3778,99	4,17	Rata-rata industri USA
2	Diameter dalam (+)	4215		3399,16	4,20	
3	Diameter luar (-)	3938		3175,77	4,23	
4	Belang platting	3130		2524,17	4,30	
5	Setting	2964		2390,30	4,32	
6	Kasar	2739		2208,85	4,34	
7	Diameter dalam (-)	925		745,96	4,67	
8	Cacat benturan	809		652,41	4,71	
9	Chamfer luar (+)	603		486,29	4,79	
10	Diameter luar (+)	564		454,83	4,81	
11	Belang grinding	328		264,51	4,96	
12	Platting mengelupas	195		157,26	5,10	
13	Panjang (+)	178		143,55	5,12	
14	Oval	178		143,55	5,12	
15	Chamfer luar (-)	166		133,87	5,14	
16	Cacat alur	95		76,61	5,28	
17	Karat	92		74,19	5,29	
18	Chamfer dalam (-)	47		37,90	5,46	
19	Chamfer luar miring	39		31,45	5,50	
20	Cacat induksi	36		29,03	5,52	
21	Chamfer dalam (+)	19		15,32	5,67	



Gambar 5. Diagram Fishbone

Tabel 9. Spreadsheet FMEA

Jenis Cacat	Proses Produksi	Penyebab Cacat	Akibat Cacat	Occurance (1 - 10)	Severity (1 - 10)	Detection (1 - 10)	RPN	Rank	
Panjang (-)	All	Operator kurang teliti saat pengecekan material	Kesalahan saat pengecekan material	5	4	7	140	5	
	All	Pengecekan tidak dilakukan 100% (1 per 15 material)	Panjang material tidak dicek secara keseluruhan	9	5	8	360	1	
	Cutting	Cutting wheel tumpul	Material getas sehingga pemotongan tidak presisi	3	5	3	45	7	
	Double chamfer	Burru pada bagian depan	Material tidak center saat double chamfer		6	5	9	270	3
		Ada chip pada body	Posisi clep miring sehingga proses pemotongan pada double chamfer miring		4	8	2	64	6
		Stabilitas mesin (tekanan pegas belum normal saat awal shift)	Ukuran double chamfer berlebih		6	5	5	150	4
	Induksi	Deformasi (perubahan panas)	Material menyusut		9	5	7	315	2

Contoh perhitungan :

1. Operator kurang teliti saat pengecekan material
 $RPN = 5 \times 4 \times 7$
 $= 140$

2. Pengecekan tidak dilakukan 100% (1 per 15 material)
 $RPN = 9 \times 5 \times 8$
 $= 360$

Hasil *spreadsheet* FMEA menunjukkan penyebab utama dari panjang kurang (-) yaitu pengecekan yang tidak dilakukan 100 % (1 per 15 material). Kemudian solusi penyelesaian masalah untuk masing-masing penyebab tersebut disajikan pada tabel *action for failure mode* yang dapat dilihat pada Tabel 10.

4.3. Analisis

4.3.1. Analisis Fase Define

Setelah dilakukan observasi langsung ke *line production* J dan berdasarkan data perusahaan diketahui bahwa terdapat 21 jenis cacat yang mengganggu kualitas dari *part* ini. Kemudian jenis-jenis cacat dihitung dan disajikan dengan diagram pareto untuk menemukan jenis cacat utama. Hal ini dilakukan untuk mempercepat proses pengendalian kualitas.

Diagram pareto dipilih karena diagram ini dapat menyajikan data secara jelas dan sistematis dimana jenis cacat diurutkan berdasarkan jumlah cacat terbesar sehingga tampak perbedaan jumlah cacat yang terjadi pada masing-masing jenis cacat yang muncul. Selain itu diagram ini juga menampilkan persentase kumulatif dari persentase jumlah cacat sehingga dapat dilihat persentase cacat keseluruhan. Hasil diagram pareto menunjukkan bahwa jenis cacat yang banyak muncul pada *part* ini panjang kurang (-) sebanyak 4.686 pcs dengan persentase jumlah cacatnya 18,06%. *Part* digolongkan panjang kurang (-) apabila tidak memenuhi standar yang telah ditetapkan yaitu memiliki panjang 40 ~ 40,01 mm. *Part* dengan panjang kurang (-) akan dikategorikan produk *engine* (produk

cacat) yang tidak bisa dipasarkan perusahaan.

4.3.2. Analisis Fase Measure

Fase *measure* dilakukan untuk mengukur baseline tingkat kinerja perusahaan. Pengukuran *baseline* kinerja perusahaan nantinya akan menjadi tolak ukur penentuan perbaikan kualitas kinerja kedepannya. Fase ini menggunakan parameter DPMO (*Defect per Million*). Nilai DPMO dihitung dari hasil perbandingan antara jumlah cacat yang muncul berdasarkan masing-masing jenis cacat dengan total hasil produksi keseluruhan. Nilai DPMO nantinya akan dikonversikan ke dalam nilai sigma, dan nilai sigma inilah yang menjadi acuan untuk mengukur tingkat kinerja perusahaan berdasarkan *range* sigma yang telah ditetapkan. Nilai DPMO berbanding terbalik dengan nilai sigma dimana semakin besar nilai DPMO maka semakin kecil nilai sigmanya. Kemudian semakin besar nilai sigma maka semakin bagus kinerja perusahaan tersebut dalam memproduksi produk. Apabila proses produksi mendekati level 6 sigma maka kinerja perusahaan dianggap mendekati sempurna.

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai *sigma* yang muncul rata-rata 4 dan 5 yang artinya kinerja perusahaan ini cukup bagus yaitu dikategorikan rata-rata industri USA. Namun perusahaan ini masih perlu perbaikan karena nilai DPMO terbesar yaitu 3.778,99 dengan nilai *sigma* 4,17. Ini terdapat pada jenis cacat panjang kurang (-) yang artinya dalam memperbaiki kinerja produksi, perusahaan perlu meminimalisir terjadinya panjang kurang (-) pada saat produksi *part* ini.

Tabel 10. *Action for Failure Mode*

No	Jenis Cacat	Proses Produksi	Penyebab Cacat	Design Solusi
1	Panjang (-)	All	Operator kurang teliti saat pengecekan material	a. Operator lebih teliti saat pengecekan b. Adakan <i>training</i> mengenai <i>quality control</i> c. Lakukan evaluasi pekerja secara rutin
2		All	Pengecekan tidak dilakukan 100% (1 per 15 material)	Lakukan <i>review</i> terhadap <i>quality control</i> panjang material dan jika terdapat banyak material dengan panjang (-) maka revisi standar pengecekan
3		Cutting	Cutting wheel tumpul	Cek secara benar <i>cutting wheel</i> yang akan digunakan sebelum dipasang pada mesin.
4		Double chamfer	Burly pada bagian depan	a. <i>Cutting wheel</i> yang digunakan tidak tumpul b. Proses pemotongan harus sempurna
5			Ada chip pada body	a. <i>Washing</i> secara maksimal seluruh material yang telah dicutting untuk menghilangkan chip b. Pemakaian <i>tools</i> harus sesuai standar
6			Stabilitas mesin (tekanan pegas belum normal saat awal <i>shift</i>)	Lakukan pengecekan material lebih sering dibandingkan standar pengecekan pada awal <i>shift</i> operasi mesin
7		Induksi	Deformasi (perubahan panas)	a. Operator harus mengetahui karakteristik mesin induksi yang digunakan seperti kekuatan deformasinya b. Membuat stabilitas masing-masing mesin secara rinci

Nilai sigma 4,17 masih jauh dari level 6 *sigma* sehingga perlu perbaikan-perbaikan proses produksi semaksimal mungkin agar mendekati 6 *sigma*.

4.3.3. Analisis Fase Analyze

Fase *analyze* merupakan tahap analisa terhadap permasalahan yang terjadi. Fase ini mencari penyebab-penyebab terjadinya panjang kurang (-) beserta efek yang ditimbulkannya serta solusi penyelesaian masalah tersebut. Fase *analyze* kali ini menggunakan 2 *tools* pengendalian kualitas yaitu diagrama sebab-akibat (diagram *fishbone*) dan metode FMEA.

Diagram *fishbone* mengelompokkan penyebab panjang kurang (-) berdasarkan *man, machine, material, method, dan enviroment*. Pengelompokkan dilakukan untuk mempermudah dalam menemukan dan memperjelas penyebab yang terjadi. Selain itu hal ini juga dapat membantu dalam tahap pencarian solusi permasalahan secara lebih efektif dan efisien. Diagram *fishbone* menunjukkan bahwa penyebab yang menunjukkan bahwa penyebab panjang kurang (-) lebih banyak disebabkan oleh mesin seperti *cutting wheel* yang tumpul, deformasi induksi, dan stabilitas mesin yang belum normal pada awal *shift*. Penyebab-penyebab tersebut diketahui dari hasil *bransforming* dengan pihak *quality lab*, koordinator *line production*, dan operator yang bersangkutan.

Kemudian dilakukan analisis lanjutan dengan metode FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*) untuk mengidentifikasi penyebab utama dari masalah tersebut yang nantinya akan menjadi prioritas penyelesaian masalah ini. *Tool* yang digunakan pada kasus ini yaitu *spreadsheet* FMEA. *Spreadsheet* ini memberikan nilai terhadap masing-masing penyebab cacat berdasarkan *occurance* (frekuensi terjadinya masalah), *severity* (besar pengaruh), dan *detection* (kemungkinan dapat diatasi). Penilaian dilakukan oleh koordinator *line* karena koordinator *line* lebih tahu mengenai proses produksi pada *part* ini dan permasalahan-permasalahan yang terjadi secara menyeluruh. Tiga indikator tersebut akan dihitung RPN (*Risk Priority Number*) dengan nilai RPN paling tinggi maka akan menjadi prioritas penyelesaian masalah. Hasil *spreadsheet* menjelaskan bahwa penyebab yang memiliki resiko paling tinggi yaitu pengecekan yang tidak dilakukan 100% (1 per 15 material) yang bisa menyebabkan panjang material tidak dicek secara keseluruhan dengan nilai RPN 360. Panjang material yang tidak dicek keseluruhan di tiap operasi menyebabkan material ini akan lolos di tiap operasi selanjutnya sehingga panjang kurang (-) akan selalu ditemukan di tiap proses produksi.

Hal ini sangat merugikan perusahaan dari segi waktu dan biaya. Material yang sudah mengalami panjang kurang (-) di awal dan tidak teridentifikasi oleh operator akan terus diproses di mesin selanjutnya padahal material ini tidak layak dipasarkan. Selain itu, jika *part* yang mengalami panjang kurang (-) ini lolos sampai tahap *final inspection* dan dipasarkan maka akan mengurangi kepercayaan konsumen bahkan dapat menyebabkan resiko kerusakan pada kendaraan yang dapat membahayakan pengendara apabila konsumen tidak teliti mengecek *part*.

Tool FMEA lainnya yang digunakan yaitu *tabel action for failure mode*. Tabel ini memuat *design* solusi masing-masing penyebab cacat. Salah satu contoh solusi dari penyebab cacat pengecekan yang tidak dilakukan 100% (1 per 15 material) yaitu perusahaan sebaiknya melakukan *review* terhadap pengendalian kualitas panjang kurang (-) material dan jika terdapat banyak material dengan panjang kurang (-) maka revisi standar pengecekan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari hasil penelitian yaitu Jenis cacat utama yang menjadi prioritas masalah pada *engine* Boss Drive Face K44F adalah panjang kurang (-). Hasil pengukuran *baseline*/tingkat kinerja dari proses produksi Boss Drive Face K44F menunjukkan bahwa penyebab kinerja produksi rendah yaitu panjang kurang (-) karena jenis cacat ini memiliki DPMO tertinggi dan *sigma* terendah dengan nilai DPMO 3.778,99 dan nilai *sigma* 4,17. Penyebab-penyebab yang sering muncul yaitu pengecekan tidak dilakukan 100% (1 per 15 material). Sehingga salah satu solusi yang bisa diterapkan perusahaan ini yaitu melakukan *review* terhadap standar pengecekan komponen pada saat inspeksi.

Saran yang diajukan untuk penelitian selanjutnya adalah pengendalian kualitas selanjutnya tidak hanya dilakukan pada *engine* Boss Drive Face K44F saja, tetapi juga pada *engine part* lainnya sehingga dapat meningkatkan kualitas hasil produksi perusahaan ini secara menyeluruh. Kemudian data yang dikumpulkan sebagai acuan penelitian tidak hanya dari bulan Januari – Desember 2015, namun sebaiknya data yang memiliki rentang waktu lebih lama sehingga hasil penelitian lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ariani, D.W. (2004). *Pengendalian Kualitas Statistik (Pendekatan Kuantitatif dalam Manajemen Kualitas)*. Yogyakarta : ANDI

- [2] Feigenbaum, A. V. (1983). *Total Quality Control, Third Edition*. New York: Mc graw-Hill.
- [3] J Latief, Yusuf dan Retyaning Puji Utami. (2009). *Penerapan Metode Six Sigma dalam Penjagaan Kualitas pada Proyek Konstruksi*. Vol. 13, No. 2, 67-72. Depok : Universitas Indonesia.
- [4] Miranda, S.T. dan Drs. Amin Widjaja Tunggal, Ak. MBA. (2002). *Six Sigma : Gambaran Umum Penerapan Proses dan Metode-metode yang Digunakan untuk Perbaikan GE, Motorola*. Universitas Kristen Maranatha, Bandung.
- [5] Pande, Peter S. etal. (2003). *What is Six Sigma?*. Newyork : McGraw-Hill.
- [6] Parlaungan. (2011). *Quality Control untuk Produksi Kertas PT X Paper Products Menggunakan Metode Six Sigma*. Skripsi Sarjana. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- [7] Praptono. (1986). *Buku Materi Pokok Statistika Pengawasan Kualitas*. Jakarta : Universitas Terbuka.
- [8] Purnomo, Hari. (2003). *Pengantar Teknik Industri Edisi 1*. Yogyakarta : Graha Ilmu.

LEMBAR
HASIL PENILAIAN SEJAWAT SEBIDANG ATAU PEER REVIEW
KARYA ILMIAH : JURNAL ILMIAH*

Judul Karya Ilmiah (Artikel) : Analisis Pengendalian Kualitas pada Engine Boss Drive Face K44F dengan metode Six Sigma di PT. Sparta Guna Sentosa

Jumlah Penulis : 2 Orang

Status Pengusul : Penulis Pertama

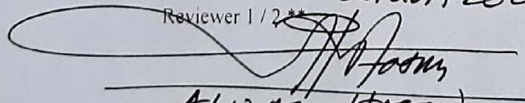
Identitas Jurnal : a. Nama Jurnal : Jurnal Optimasi Sistem Industri
b. Nomor ISSN : 2088-4842/2442-8795
c. Volume, nomor, bulan, tahun : Vol. 15, No. 2, 2016
d. Penerbit : Industrial Engineering Department, IEI, and BKSTI
e. DOI artikel (jika ada) : 10.25077/josi.v15.n2.p128-142.2016
f. Alamat web Jurnal : <http://josi.ft.unand.ac.id/index.php/josi/article/view/80>
g. Terindeks di : DOAJ sejak 3 Agustus 2015

Kategori Publikasi Jurnal Ilmiah : Jurnal Ilmiah Internasional Bereputasi
(beri tanda pada kategori yang tepat) : Jurnal Ilmiah Internasional
 Jurnal Ilmiah Nasional Terakreditasi
 Jurnal Ilmiah Nasional/ Nasional terindeks di DOAJ**

Hasil Penilaian Peer Review :

No.	Komponen Yang Dinilai	Nilai Maksimum Jurnal Ilmiah :				Nilai Akhir Yang Diperoleh (NA)
		Internasional Bereputasi <input type="checkbox"/>	Internasional <input type="checkbox"/>	Nasional Terakreditasi <input checked="" type="checkbox"/>	Nasional*** <input type="checkbox"/>	
a.	Kelengkapan unsur isi artikel (10%)			1,5		1
b.	Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan (30%)			4,5		4
c.	Kecukupan dan kemutakhiran data/informasi dan metodologi (30%)			4,5		4
d.	Kelengkapan unsur dan kualitas penerbit (30%)			4,5		4
Total = (100%)				15		13
Nilai Pengusul (NA X BP****) = ...13..... X 0,6 = 7,8						
Catatan Penilaian Artikel oleh Reviewer (wajib ada): <i>Analisis cukup baik hanya saja belum ada pembedaan dgn studi yang terdahulu.</i>						

Padang, 25 Februari 2016
Reviewer 1/2**


ALIHAR HASSAN

NIP: 195312181980021002

Unit Kerja: TEKNIK

Bidang Ilmu: TEKNIK INDUSTRI

Jabatan/Pangkat: Guru Besar /

Pembina Utama Madya

* Dinilai oleh dua Reviewer secara terpisah
** Coret yang tidak perlu
*** Nasional/terindeks di DOAJ
**** Bobot Peran (BP) : Sendiri = 1; Penulis Pertama = 0,6; Anggota = 0,4 dibagi jumlah anggota

**LEMBAR
HASIL PENILAIAN SEJAWAT SEBIDANG ATAU PEER REVIEW
KARYA ILMIAH : JURNAL ILMIAH***

Judul Karya Ilmiah (Artikel) : Analisis Pengendalian Kualitas pada Engine Boss Drive Face K44F dengan metode Six Sigma di PT. Sparta Guna Sentosa

Jumlah Penulis : 2 Orang

Status Pengusul : Penulis Pertama

Identitas Jurnal :

- a. Nama Jurnal : Jurnal Optimasi Sistem Industri
- b. Nomor ISSN : 2088-4842/2442-8795
- c. Volume, nomor, bulan, tahun : Vol. 15, No. 2, 2016
- d. Penerbit : Industrial Engineering Department, IEI, and BKSTI
- e. DOI artikel (jika ada) : [10.25077/josi.v15.n2.p128-142.2016](http://dx.doi.org/10.25077/josi.v15.n2.p128-142.2016)
- f. Alamat web Jurnal : <http://josi.ft.unand.ac.id/index.php/josi/article/view/80>
- g. Terindeks di : DOAJ sejak 3 Agustus 2015

Kategori Publikasi Jurnal Ilmiah : Jurnal Ilmiah Internasional Bereputasi

(beri tanda pada kategori yang tepat) : Jurnal Ilmiah Internasional

Jurnal Ilmiah Nasional Terakreditasi

Jurnal Ilmiah Nasional/ Nasional terindeks di DOAJ**

Hasil Penilaian Peer Review :

No.	Komponen Yang Dinilai	Nilai Maksimum Jurnal Ilmiah :				Nilai Akhir Yang Diperoleh (NA)
		Internasional Bereputasi <input type="checkbox"/>	Internasional <input type="checkbox"/>	Nasional Terakreditasi <input type="checkbox"/>	Nasional*** <input type="checkbox"/>	
a.	Kelengkapan unsur isi artikel (10%)			1.5		1
b.	Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan (30%)			4.5		4
c.	Kecukupan dan kemutakhiran data/informasi dan metodologi (30%)			4.5		4
d.	Kelengkapan unsur dan kualitas penerbit (30%)			4.5		4
Total = (100%)				15		13
Nilai Pengusul (NA X BP****) = $13 \times 0,6 = 7,8$						

Catatan Penilaian Artikel oleh Reviewer (wajib ada):

Pembahasan komprehensif, tetapi belum didukung perbandingan dengan hasil studi lain yang relevan

Padang, 24 Februari 2020

Reviewer 1/2**

[Signature]
RUHA AMPUH HMOLOWA
 NIP : 19730923197041003
 Unit Kerja : Teknik

Bidang Ilmu : *Teknik Industri*
 Jabatan/Pangkat : *Profesor / Pembina Tk. I*

* Dinilai oleh dua Reviewer secara terpisah
 ** Coret yang tidak perlu
 *** Nasional/terindeks di DOAJ
 **** Bobot Peran (BP) : Sendiri = 1; Penulis Pertama = 0,6; Anggota = 0,4 dibagi jumlah anggota