



TESIS - IT235407

**ANALISIS PENINGKATAN KUALITAS PADA
PRODUKSI KOMPONEN *HARD-DISK DRIVE* (HDD) DI
PERUSAHAAN STAMPING DENGAN METODE SIX
SIGMA**

**DINA FARHANAH
6032212048**

**Dosen Pembimbing
Prof. Iwan Vanany, S.T., M.T., Ph.D**

**MAGISTER MANAJEMEN TEKNOLOGI
SEKOLAH INTERDISIPLIN MANAJEMEN DAN TEKNOLOGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
2024**



TESIS - IT235407

**ANALISIS PENINGKATAN KUALITAS PADA
PRODUKSI KOMPONEN *HARD-DISK DRIVE* (HDD) DI
PERUSAHAAN STAMPING DENGAN METODE SIX
SIGMA**

**DINA FARHANAH
6032212048**

Dosen Pembimbing
Prof. Iwan Vanany, S.T., M.T., Ph.D

**MAGISTER MANAJEMEN TEKNOLOGI
SEKOLAH INTERDISIPLIN MANAJEMEN TEKNOLOGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
2024**

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Magister Manajemen Teknologi (M.MT)

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Dina Farhanah

NRP: 6032212048

Tanggal Ujian: 8 Juli 2024

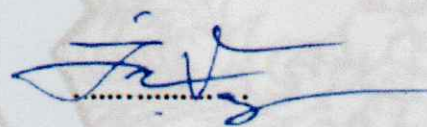
Periode Wisuda: September 2024

Disetujui Oleh:

Pembimbing:

1. Prof. Iwan Vanany, S.T., M.T., Ph.D

NIP: 197109271999031002



Penguji:

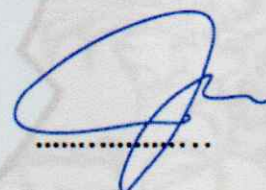
1. Prof. Dr. Ir. Mokh Suf M.Sc. (Eng)

NIP: 196506301990031002



2. Dr. Muhammad Ahsan, S.Si.

NIP: 1990202011001



DEKAN SEKOLAH INTERDISIPLIN MANAJEMEN DAN TEKNOLOGI,



Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng, Ph.D, CSCP

NIP: 19691231994121076

ANALISIS PENINGKATAN KUALITAS PADA PRODUKSI KOMPONEN *HARD-DISK DRIVE* (HDD) DI PERUSAHAAN STAMPING DENGAN METODE SIX SIGMA

Nama Mahasiswa : Dina Farhanah
NRP : 6032212048
Pembimbing : Prof. Iwan Vanany, S.T., M.T., Ph.D

ABSTRAK

PT XYZ merupakan sebuah perusahaan manufaktur yang memproduksi komponen penyusun *Hard-Disk Drive* (HDD) salah satunya berupa VCM *yoke* melalui proses *stamping*. Menurut evaluasi kuartal dari pelanggan asal Filipina, saat ini PT XYZ mengalami penilaian yang kurang maksimal terutama aspek kualitas produk. Berdasarkan internal data, model VCM TOA 313-U merupakan produk yang kerap mengalami keluhan dari pelanggan dan memiliki persentase *reject* yang tinggi. Sehingga, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan nilai sigma sebelum dan setelah dilakukannya perbaikan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Six Sigma (DMAIC) dimana menurut kajian pustaka, metode ini dapat mengurangi jumlah produk cacat. Pada tahap *define*, kapabilitas proses pada aspek *critical to quality* (CTQ) dan proses bisnis akan diidentifikasi. Pada tahap *measure*, akan dihitung nilai *cost of poor quality* dan nilai sigma. Pada tahap *analyze*, akan dilakukan analisis akar permasalahan dengan metode Ishikawa dan rumusan perbaikan. Selanjutnya tahap *improve* merupakan implementasi rumusan perbaikan. Sehingga pada tahap *control*, akan dihitung ulang nilai kapabilitas proses, *cost of poor quality*, dan nilai sigma sebagai ukuran peningkatan kualitas. Dari tiga faktor CTQ berupa *thickness*, *flatness*, dan *hole diameter*, dapat diketahui bahwa *thickness* merupakan CTQ dengan nilai kapabilitas dibawah 1,33 yang mana berdasarkan analisis akar permasalahan dapat diketahui bahwa faktor bahan baku berpotensi menyebabkan tidak tercapainya kapabilitas proses karena adanya variansi *thickness* material yang tinggi. Perbaikan pada pemasok berupa diberlakukan kontrol terhadap variansi *thickness* dan *double rolling* proses telah diimplementasikan. Sehingga nilai DPMO dan *cost of poor quality* dapat menurun serta nilai sigma yang meningkat. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa metode Six Sigma (DMAIC) dapat mengurangi jumlah produk cacat.

Keywords: VCM Yoke Hard-Disk Drive (HDD), Stamping Manufacture, Quality, Six Sigma, Process Capability, Ishikawa Diagram.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

***ANALYSIS OF QUALITY IMPROVEMENT IN HARD-DISK DRIVE (HDD)
COMPONENT PRODUCTION AT STAMPING COMPANY USING SIX
SIGMA METHOD***

Name : Dina Farhanah
NRP : 6032212048
Supervisor : Prof. Iwan Vanany, S.T., M.T., Ph.D

ABSTRACT

According to quarterly evaluations from Philippines customers, currently PT XYZ is experiencing a low assessment value, especially in product quality aspects. Based on internal data, the VCM TOA 313-U model is a product that often experiences complaints from customers and has a high percentage of rejects. So, this research aims to analyze changes in sigma values before and after improvements are implemented. The method used in this research is Six Sigma (DMAIC) where according to a literature review, this method can reduce the number of defective products. At the define stage, process capabilities in critical to quality (CTQ) factor and business processes will be identified. At the measure stage, the cost of poor quality and sigma values will be calculated. At the analyze stage, a root cause analysis will be carried out using the Ishikawa method and formulation of improvements. The next stage of improvement is the implementation of the improvement formula. So that at the control stage, the process capability value, cost of poor quality, and sigma value will be recalculated as a measure of quality improvement. From the three CTQ factors which are thickness, flatness, and hole diameter, thickness factor is a CTQ with a capability value below 1.33, which based on root cause analysis can be concluded that the raw material factor has the potential to cause process capability to not be achieved due to variations in material thickness. Improvements to suppliers in the form of controlling thickness variances and double rolling processes have been implemented. So, the DPMO value and cost of poor quality can decrease and the sigma value increases. Therefore, it can be concluded that the Six Sigma method (DMAIC) can reduce the number of defective products.

Keywords: VCM Yoke Hard-Disk Drive (HDD), Stamping Manufacture, Quality, Six Sigma, Process Capability, Ishikawa Diagram.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur bagi Allah ‘Azza wa Jalla yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, serta shalawat dan salam yang selalu tercurah bagi Nabi Muhammad Shallallahu ‘alaihi wasallam, sehingga penulis dapat menyusun tesis dengan judul “Analisis Peningkatan Kualitas pada Produksi Komponen *Hard-Disk Drive* (HDD) di Perusahaan Stamping dengan Metode Six Sigma”.

Pada penyusunan proposal tesis ini, tentunya banyak sekali pihak yang berkontribusi didalamnya. Maka dari itu, dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Iwan Vanany, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan pada penyusunan proposal tesis ini.
2. Dosen penguji yang telah memberikan masukan berarti sehingga proposal tesis ini menjadi lebih baik.
3. Seluruh Bapak/ Ibu dosen Program Studi Magister Manajemen Teknologi (MMT) ITS yang telah memberikan banyak ilmu kepada penulis.
4. Pihak PT XYZ yang telah mendukung dan membantu penulis dalam proses pengambilan data penelitian.
5. Kedua orang tua penulis yang luar biasa, Bapak H. Dadih Supriadi dan Ibunda Hj. Juju Juariah atas doa yang tak pernah putus serta dukungan yang diberikan dalam bentuk apapun.
6. Rekan-rekan seperjuangan Manajemen Rantai Pasok 2022 MMT ITS.

Akhir kata, penulis mengharapkan kritik dan saran untuk penyempurnaan tulisan ini. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat dan memberi inspirasi bagi semua.

Batam, 12 Juli 2024

Dina Farhanah

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	9
1.3. Tujuan Penelitian	9
1.4. Manfaat Penelitian	10
1.5. Ruang Lingkup Penelitian.....	10
1.6. Sistematika Penulisan.....	10
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA.....	13
2.1. Kajian Induktif	13
2.1.1. Voice Coil Motor (VCM).....	13
2.1.2. Proses Stamping	16
2.1.3. Manajemen Kualitas.....	16
2.1.4. Kapabilitas Proses	19
2.1.5. Cost of Poor Quality (CoPQ).....	21
2.1.6. Six Sigma	21
2.2. Kajian Deduktif.....	27
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	33
3.2. Alur Penelitian	33
3.3. Tahap Pengumpulan Data	34
3.3.1. Jenis Data	35
3.3.2. Sumber Data.....	35
3.3.3. Teknik Pengumpulan Data	35
3.4. Tahap Pengolahan Data.....	36
3.4.1. Define	37
3.4.2. Measure	37
3.4.3. Analyse.....	38

3.4.4	Improve.....	39
3.4.5	Control.....	39
3.5	Penutup	39
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		41
4.1	Profil Perusahaan.....	41
4.1.1	Produk.....	42
4.2	Pengumpulan Data.....	43
4.3	Define (Tahap Definisi).....	48
4.3.1	Kapabilitas Proses.....	48
4.3.2	Karakteristik Kualitas	55
4.3.3	Diagram SIPOC	56
4.4	Measure	58
4.4.1	Cost of Poor Quality	58
4.4.2	Defect per Million Opportunity (DPMO).....	59
4.4.3	Nilai Sigma.....	59
4.5	Analyse	60
4.5.1	Analisis Potensi Akar Permasalahan	61
4.5.2	Analisis Potensi Perbaikan	68
4.6	Improve.....	69
4.7	Control.....	70
4.7.3	Nilai Sigma Setelah Perbaikan	72
4.8	Implikasi Manajerial.....	72
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		75
5.1	Kesimpulan.....	75
5.2	Saran	75
DAFTAR PUSTAKA.....		77
LAMPIRAN		82

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Rincian Kategori Penilaian dari Pelanggan.....	5
Tabel 2.1 Hubungan antara DPMO, Sigma dan Yield (%)	23
Tabel 2.2 Ringkasan Kajian Deduktif	30
Tabel 4.1 Data Produksi Stamping VCM TOA 313-U Periode Q1 FY24	45
Tabel 4.2 Uraian Proses Produksi VCM TOA 313-U	47
Tabel 4.3 Karakteristik Kualitas CTQ VCM TOA 313-U	56
Tabel 4.4 Diagram SIPOC VCM TOA 313-U di PT XYZ	57
Tabel 4.5 Perhitungan Cost of Poor Quality.....	58
Tabel 4.6 Perhitungan Defect per Million Opportunity (DPMO)	59
Tabel 4.7 Nilai Sigma CTQ Produk VCM TOA 313-U	60
Tabel 4.8 Analisis Faktor Penyebab Permasalahan.....	62
Tabel 4.9 Pengecekan Aktual Faktor Akar Permasalahan	64
Tabel 4.10 Perhitungan Cost of Poor Quality Setelah Perbaikan.....	71
Tabel 4.11 Perhitungan Nilai DPMO Setelah Perbaikan	71
Tabel 4.12 Nilai Sigma Setelah Proses Perbaikan.....	72
Tabel 4.13 Implikasi Manajerial.....	73

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Contoh Data Flatness dengan Reject	3
Gambar 1.2 Perbandingan Performa PT XYZ dan Kompetitor Pelanggan Filipina	4
Gambar 1.3 Persentase Reject dari Pelanggan Filipina	6
Gambar 1.4 Persentase Reject di PT XYZ	7
Gambar 2.1 Contoh produk VCM	14
Gambar 2.2 Perakitan VCM yoke pada HDD	14
Gambar 2.3 Proses Produksi Voice Coil Motor (VCM)	15
Gambar 2.4 Ishikawa Diagram	19
Gambar 2.5 Perbedaan Batas Spesifikasi dan Batas Kendali	20
Gambar 3.1 Alur Penelitian	34
Gambar 4.1 Struktur Organisasi PT XYZ	41
Gambar 4.2 Contoh produk VCM	42
Gambar 4.3 Proses Produksi TOA 313-U di PT XYZ	46
Gambar 4.4 Hasil Uji Normalitas Thickness TOA 313-U	50
Gambar 4.5 Kapabilitas Proses Thickness TOA 313-U	51
Gambar 4.6 Hasil Uji Normalitas Flatness TOA 313-U	52
Gambar 4.7 Kapabilitas Proses Flatness TOA 313-U	53
Gambar 4.8 Hasil Uji Normalitas Diameter Lubang TOA 313-Ue	54
Gambar 4.9 Kapabilitas Proses Diameter Lubang TOA 313-U	55
Gambar 4.10 Grafik Data Thickness	61
Gambar 4.11 Analisis Ishikawa Diagram	62

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada era digitalisasi ini, peran penyimpanan data sangat penting untuk mendukung kinerja digitalisasi. Hal ini dikarenakan data merupakan hal krusial dalam operasional yang berbasis digital. Apabila perangkat penyimpanan tidak berfungsi dengan baik, maka dapat menyebabkan terjadinya risiko kehilangan data yang tentunya akan menghambat kinerja digitalisasi. Salah satu hal penting yang diperlukan untuk peran penyimpanan data adalah *hard-disk drive* (HDD) yang merupakan salah satu perangkat yang digunakan sebagai penyimpan data atau memori.

Hard disk drive (HDD) merupakan sebuah perangkat penyimpanan data yang diluncurkan oleh *International Business Machines Corporation of America* pada tahun 1956 (Kumar et al, 2020). Sejak saat itu, HDD menjadi alat penyimpanan yang berlaku untuk semua komputer yang ada. Penjualan HDD dari tahun ke tahun terhitung meningkat dikarenakan semakin maraknya produksi dan penggunaan komputer di seluruh dunia. *Hard disk drive* memiliki keunggulan dimana harga jual yang ditawarkan cenderung rendah dan terjangkau dan memiliki kapasitas yang besar bagi penggunaannya mencapai *terabytes* (Chaudhary & Kansal, 2015).

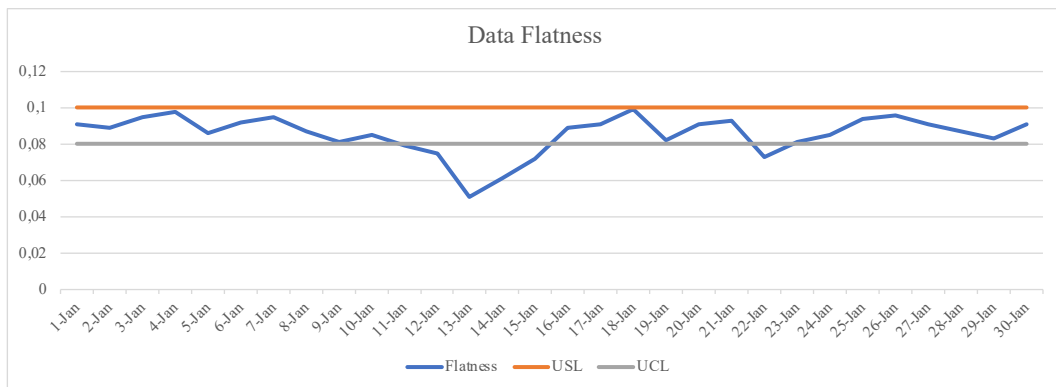
PT XYZ merupakan sebuah perusahaan di Indonesia yang bergerak dibidang manufaktur dimana perusahaan ini memproduksi komponen-komponen penyusun HDD. Pelanggan utama dari perusahaan ini adalah Seagate yang merupakan salah satu produsen HDD ternama di dunia. Selain itu, PT XYZ juga memenuhi pesanan komponen HDD dari perusahaan-perusahaan lain di wilayah Asia Tenggara seperti dari Thailand, Malaysia, dan Filipina. Perusahaan tersebut merupakan pemasok komponen HDD dari perusahaan Western Digital (WD) dan Toshiba. Sehingga, secara tidak langsung PT XYZ merupakan salah satu pemasok

tiga perusahaan HDD ternama di dunia, yaitu Seagate, Western Digital (WD), dan Toshiba (Kumar et al, 2020).

Dalam memenuhi pesanan dari pelanggannya, PT XYZ memproduksi salah satu komponen penyusun HDD, yang disebut dengan *Voice Coil Motor (VCM) yoke*. Proses produksi produk ini dilakukan dengan menggunakan prosedur utama yaitu *progressive stamping*. Bahan utama berupa besi dicetak secara bertahap sehingga menghasilkan produk dengan dimensi yang diinginkan. Setelah melalui proses *stamping*, produk-produk tersebut kemudian akan melalui beberapa proses pendukung seperti proses penghalusan, pemberian *screw line* pada lubang, dan berakhir pada proses pelapisan cairan kimia pada produk untuk menghindari munculnya karat pada produk.

Produk VCM *yoke* di produksi dengan memenuhi faktor spesifikasi pelanggan atau *critical to quality (CTQ)*, yaitu faktor dimensi. Penilaian CTQ dilakukan dengan melakukan pengukuran dengan saksama menggunakan alat ukur tertentu seperti pengukuran ketebalan produk (*thickness*), pengukuran kerataan produk (*flatness*), pengukuran diameter lubang dan lain sebagainya. Meskipun telah dilakukan pengecekan secara berkala pada proses produksi, namun dalam kenyataannya, tak jarang terdapat produk yang tidak lolos secara kualitas terkirim kepada pelanggan, seperti adanya kerataan produk yang tidak sesuai.

Pada proses produksi VCM *yoke* ini, satuan standar yang digunakan adalah milimeter (mm). Sehingga, penilaian CTQ sangat krusial karena toleransi yang diberikan pelanggan pun sangat presisi mencapai 0.05mm. Sebagai contoh, salah satu aspek CTQ adalah kerataan produk (*flatness*) yang memiliki spesifikasi maksimum 0.1mm. Cacat produk yang seringkali dihadapi pada CTQ ini adalah kerataan produk yang melebihi 0.1mm sebagai batas maksimum. Berikut merupakan salah satu contoh grafik data rata-rata nilai kerataan pada suatu produk VCM *yoke* pada periode produksi Januari 2023. Grafik tersebut menunjukkan terdapat beberapa produksi dengan nilai kerataan yang melebihi batas *control* perusahaan (UCL) dan terdapat satu produksi yang melebihi batas spesifikasi pelanggan (USL).



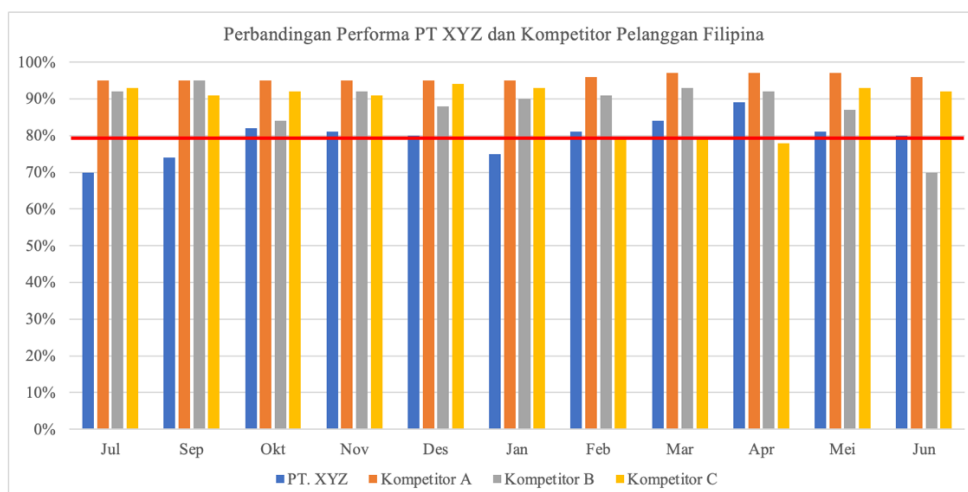
Gambar 1.1 Contoh Data Flatness dengan Reject

Adanya temuan *reject* pada pelanggan, tentunya mengakibatkan kerugian bagi perusahaan. Kerugian tersebut dapat dikategorikan menjadi dua aspek, yaitu aspek finansial dan aspek kepuasan pelanggan. Dalam aspek finansial, PT XYZ akan mengeluarkan sejumlah biaya untuk melakukan *sorting product* atau penyeleksian kepada suatu produk tertentu ketika ditemukan produk yang tidak memenuhi spesifikasi dengan kategori tertentu. Selain itu, produk-produk yang tidak lolos spesifikasi tersebut akan dilakukan proses *scrap* yang mana proses tersebut juga menelan biaya. Meskipun biaya persatuan produk untuk *scrap* tidak terlalu signifikan, namun apabila jumlah produk yang tidak memenuhi spesifikasi kualitas cukup tinggi, hal ini tentu dapat merugikan perusahaan secara finansial.

Selain aspek finansial, hal ini juga akan mempengaruhi kepuasan pelanggan terhadap perusahaan. Mempertahankan kepuasan pelanggan akan produk atau jasa yang telah sebuah bisnis hadirkan merupakan hal yang penting untuk dilakukan karena loyalitas konsumen dibangun dengan bertahap dan tidak instan. Ketika kepercayaan konsumen telah dilanggar, maka akan membutuhkan waktu dan proses untuk mengembalikan kepercayaan tersebut. Seiring berjalannya waktu, hal ini dapat menyebabkan pelanggan beralih dan tidak melanjutkan pembelian di perusahaan tersebut. Oleh karena itu, kepuasan pelanggan merupakan salah satu hal yang perlu diperhatikan oleh perusahaan.

Tolak ukur kepuasan pelanggan dapat diketahui salah satunya melalui penilaian pelanggan kepada pemasoknya. Dari beberapa perusahaan yang menjadi pelanggan PT XYZ, perusahaan dari negara Filipina menyatakan rendahnya tingkat

kepuasan mereka terhadap PT XYZ melalui penilaian *Supplier Performance Score Card* yang dilakukan secara rutin setiap kuartal setiap tahun. Berdasarkan rata-rata penilaian, apabila dibandingkan dengan pemasok lain di perusahaan tersebut, PT XYZ berada di urutan paling bawah. Secara lebih jelas, perbandingan performa antara PT XYZ dan kompetitor lainnya dapat merujuk kepada Gambar 1 berikut.



Gambar 1.2 Perbandingan Performa PT XYZ dan Kompetitor Pelanggan Filipina

Pelanggan dari perusahaan Filipina memberikan KPI yang cukup tinggi yaitu 90% setiap bulannya. Berdasarkan penilaian yang diberikan, PT XYZ bahkan belum mencapai target KPI selama operasional 1 tahun *fiscal* perusahaan dengan rata-rata nilai yang diperoleh dibawah 85%. Penilaian performa yang dilakukan oleh pelanggan merupakan akumulasi dari tiga kategori penilaian, yaitu ketepatan waktu pengiriman, kualitas produk dan kecepatan respon untuk dukungan teknis.

Kategori pertama (K1), yaitu ketepatan waktu pengiriman, merupakan penilaian akan waktu kirim produk dari PT XYZ kepada pelanggan Filipina. Penilaian yang tinggi akan diberikan apabila perusahaan dapat mengirim produk sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan, namun penilaian yang rendah diberikan apabila pengiriman terlambat atau bahkan lebih cepat. Kategori kedua (K2), yaitu kualitas produk, merupakan penilaian terhadap pemenuhan spesifikasi kualitas akan produk yang dikirim. Apabila mayoritas produk yang dikirim lolos pengecekan kualitas, maka pelanggan akan memberikan nilai yang tinggi.

Sedangkan apabila pelanggan sering kali menemui *untolerated defect* maka mereka akan memberikan penilaian yang rendah. Kategori ketiga (K3) adalah respon terhadap dukungan secara teknis. Penilaian ini merupakan penilaian terhadap individu yang bertanggung jawab untuk memberikan respon kepada pelanggan ketika ditemukan *defect product*. Penilaian setiap kategori direpresentasikan pada Tabel 1.1 sebagai berikut.

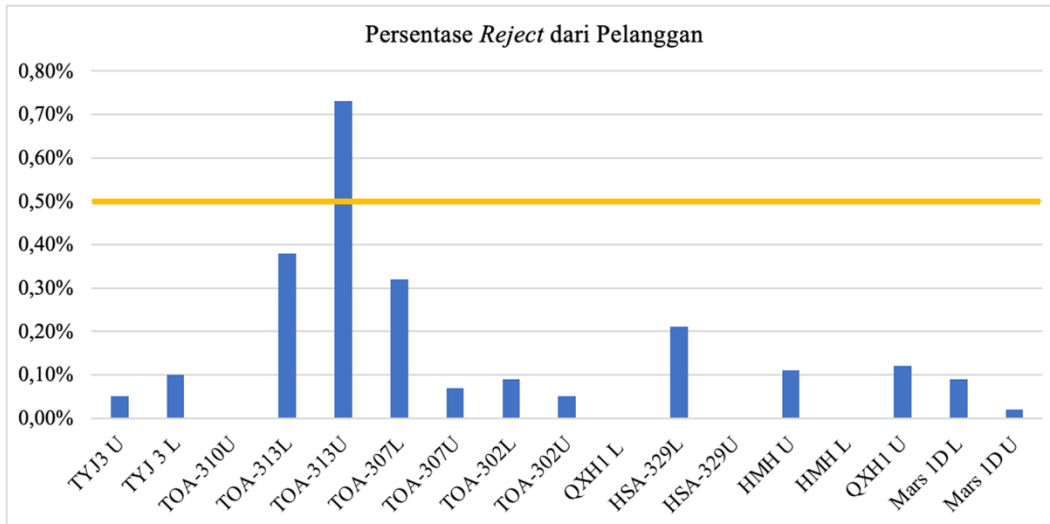
Tabel 1.1 Rincian Kategori Penilaian dari Pelanggan

Periode	K1 Ketepatan Waktu Pengiriman	K2 Kualitas Produk	K3 Respon <i>Technical Support</i>
Jan	5	9	7
Feb	9	8	7
Mar	9	7	7
Apr	9	9	7
Mei	10	9	7
Jun	10	4	6
Rata-rata	8,67	7,67	6,83

Dari tabel tersebut, dapat diketahui bahwa penilaian terhadap respon *technical support* merupakan kategori dengan penilaian terendah, dengan rata-rata penilaian yaitu 6,83. Disusul dengan kualitas produk yang menduduki peringkat kedua penilaian dengan rata-rata penilaian sebesar 7,67. Sedangkan kategori ketepatan waktu pengiriman menduduki peringkat teratas dimana rata-rata penilaian adalah 8,67. Penelitian ini akan berfokus pada kategori dengan penilaian terendah yaitu aspek kualitas. Meskipun kategori ketiga merupakan penilaian individu, namun hal ini berhubungan dengan kategori kedua dimana kedua nya berfokus pada kualitas produk. Kategori ketiga merupakan respon akan *technical support* yang berhubungan dengan produk *defect* yang di keluhkan pelanggan. Sehingga penelitian ini akan berfokus pada kualitas produk yang di kirim ke pelanggan dari Filipina.

Rendahnya penilaian terhadap kualitas produk dapat diidentifikasi melalui tinggi nya jumlah unit yang harus diganti oleh perusahaan dikarenakan ditemukan *defect* pada produk tersebut. Diantara semua produk yang dikirim ke Filipina,

beberapa produk memiliki intensitas *reject* yang tinggi. Gambar 1.3 berikut ini merupakan data akumulasi persentase *reject* dari pelanggan selama tiga bulan terakhir akan produk VCM yang di terima di pelanggan Filipina. Akumulasi data ini dihitung dengan membagi jumlah produk *reject* yang diterima pelanggan selama tiga bulan dengan total keseluruhan pengiriman setiap produk.

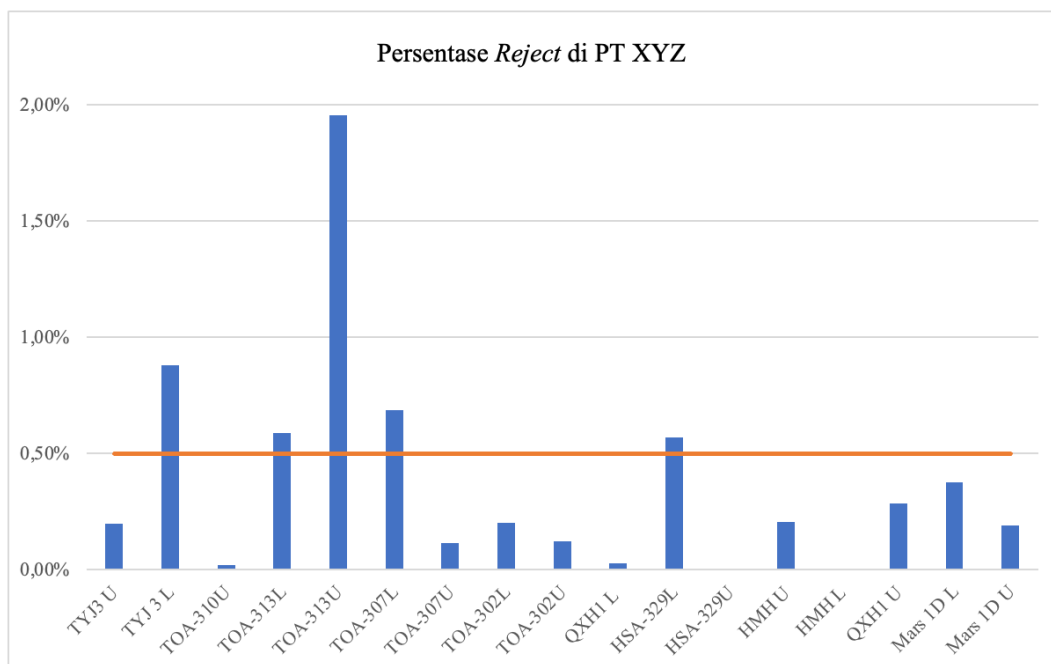


Gambar 1.3 Persentase *Reject* dari Pelanggan Filipina

Berdasarkan data tersebut, maka dapat diketahui bahwa jenis produk VCM *yoke* dengan nama model TOA-313U merupakan produk yang sering ditemui *reject* di pelanggan Filipina, yaitu 0.70%. Perhitungan ini merepresentasikan bahwa dari 1.500.000 produk model TOA 313U yang dikirim ke pelanggan, terdapat 10.500 produk yang dinyatakan *reject*. Hal ini mengakibatkan kerugian finansial setidaknya sebesar \$15.750 bagi perusahaan. Kerugian lainnya adalah berupa penurunan pesanan dari pelanggan apabila perusahaan tidak melakukan peningkatan kualitas produk. Pelanggan Filipina menetapkan maksimum persentase *reject* sebesar 0.50% yang di evaluasi setiap kuartal. Apabila pada kuartal tertentu PT XYZ tidak memenuhinya, maka pesanan pada kuartal selanjutnya akan mengalami penurunan sebesar 15%. Sehingga, hal ini akan menyebabkan kerugian pada kuartal selanjutnya.

Sebagai perbandingan, maka dilakukan investigasi terhadap persentase *reject* produk-produk yang dikirim ke pelanggan Filipina. Berdasarkan data *reject*

produk pada proses *stamping*, maka dapat diketahui bahwa beberapa unit produk yang akan dikirim kepada pelanggan di Filipina memiliki tingkat *reject* yang cukup tinggi dan melebihi KPI persentase *reject* yang telah ditentukan oleh perusahaan. Gambar 1.3 berikut ini merupakan akumulasi data persentase *reject* produk yang dipesan oleh pelanggan dari Filipina selama 3 bulan terakhir. Akumulasi data ini dihitung dengan membagi jumlah produk *reject* yang diproduksi di PT XYZ selama tiga bulan dengan total keseluruhan produksi produk.



Gambar 1.4 Persentase *Reject* di PT XYZ

Berdasarkan data persentase *reject* diatas, dapat diketahui bahwa produk TOA-313U merupakan produk dengan persentase *reject* tertinggi, hampir mencapai 2% dari target KPI persentase *reject* sebesar 0,5%. Perhitungan ini merepresentasikan bahwa dari 2.500.000 produk yang diproduksi selama tiga bulan, terdapat 48.750 produk yang dinyatakan *reject*. Hal ini mengakibatkan kerugian setidaknya sebesar \$19.500 bagi perusahaan. Hal ini sesuai dengan temuan *reject* dari pelanggan dimana TOA-313U merupakan produk dengan persentase *reject* terbesar dibandingkan dengan produk lainnya. Tingginya persentase *reject* pada suatu produk juga mempengaruhi ketepatan pengiriman

karena perusahaan perlu menutupi kekurangan kuantitas yang tidak terpenuhi karena adanya *reject* tersebut. Hal ini sesuai dengan fakta pengiriman produk kepada pelanggan dengan mengacu kepada data dari *planning department*, dapat diketahui bahwa produk TOA-313U merupakan produk dengan risiko keterlambatan pengiriman yang tinggi. Dengan demikian, penelitian ini akan berfokus kepada kualitas produk TOA-313U.

Dibandingkan dengan produk lain, produk TOA-313U merupakan produk yang memiliki karakteristik yang unik. TOA-313U memiliki tingkat ketebalan produk yang tinggi dibanding produk lainnya. Selain itu, secara desain, produk ini memiliki kaki dan 3 tonjolan kecil yang disebut “emboss”. Keunikan ini membuat TOA-313U memiliki risiko yang tinggi untuk terkena *defect*. Terdapat beberapa jenis *defect* yang umumnya sering terjadi pada produk ini, seperti *dented*, *scratches*, *cracking leg*.

Investigasi lebih lanjut dilakukan untuk mengetahui sumber yang menyebabkan *reject* terjadi pada produk TOA-313U. Menurut data yang diterima dari departemen *quality*, terdapat beberapa kemungkinan sumber yang berisiko menyebabkan terjadinya *reject* produk, yaitu kualitas material yang tidak memenuhi kualifikasi, adanya proses yang dijalankan tidak dengan semestinya, dan tidak dilakukannya proses pengecekan pada saat proses produksi. Meskipun telah dilakukan *corrective* dan *preventive action*, namun masih sering ditemui secara berulang produk TOA-313U yang tidak memenuhi spesifikasi kualitas. Hal ini mengindikasikan bahwa aksi pencegahan belum ditujukan untuk akar permasalahan atau akar permasalahan yang teridentifikasi belum tepat. Oleh karena itu, analisis akar permasalahan perlu dilakukan dari hulu ke hilir, yaitu dari bahan baku sampai barang jadi dikirim kepada pelanggan. Sehingga, dapat diketahui akar permasalahan yang tepat untuk mencegah terjadinya cacat yang sama secara berulang.

Produk *defect* merupakan salah satu risiko yang harus dihadapi oleh perusahaan manufaktur dimana keberadaannya berdampingan dengan proses produksi. Namun, apabila kemunculannya melampaui KPI yang telah ditentukan oleh perusahaan, maka perlu dilakukan tindakan untuk mencegah meningkatnya risiko *defect* tersebut. Untuk mengurangi risiko *defect*, analisa mendalam terhadap

risiko-risiko yang menyebabkan terjadinya *defect* perlu dilakukan untuk mengetahui potensi-potensi penyebab *defect* terjadi. Sehingga dapat diketahui tindakan mitigasinya. Hal ini dapat mencegah produk cacat saat produksi berlangsung.

Menurut beberapa artikel penelitian, terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengurangi cacat produk, salah satunya metode Six Sigma. Six Sigma merupakan metode yang digunakan untuk mengurangi *defect* dengan cara memperbaiki proses (Thakur, et al., 2023). Secara fungsi, metode ini dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan yang ada di PT XYZ sehingga peningkatan kualitas produk di PT XYZ dapat dilakukan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada bagian latar belakang, dapat diketahui bahwa permasalahan yang terjadi di PT XYZ merupakan permasalahan pada aspek kualitas produk dimana salah satu produk yang dikirim kepada pelanggan dari Filipina kerap ditemukan *defect* secara berulang pada produk TOA-313U sehingga hal ini mengakibatkan kerugian secara finansial dimana perusahaan harus menanggung biaya *sorting* dan *scrap* baik di pihak perusahaan maupun pihak pelanggan. Oleh karena itu, rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana nilai sigma dan *cost of poor quality* pada proses *stamping* VCM *yoke* model TOA 313-U saat ini?
2. Bagaimana nilai sigma dan *cost of poor quality* pada proses *stamping* VCM *yoke* model TOA 313-U setelah dilakukan perbaikan?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan permasalahan pada penelitian ini, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menganalisis nilai sigma dan *cost of poor quality* pada proses *stamping* VCM *yoke* model TOA 313-U saat ini?

2. Menganalisis nilai sigma dan *cost of poor quality* pada proses *stamping* VCM *yoke* model TOA 313-U setelah dilakukan perbaikan?

1.4 Manfaat Penelitian

Bagi internal perusahaan, penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat berupa penurunan persentase produk yang tidak memenuhi spesifikasi melalui tercapainya proses produksi yang sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Dengan demikian, perusahaan dapat mengontrol jumlah unit produk *reject* agar tidak melewati KPI yang telah disetujui. Dengan adanya penelitian ini juga diharapkan dapat menjaga nama baik perusahaan melalui terkontrolnya kualitas produk yang akan dikirim kepada pelanggan.

Selain bagi perusahaan, penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan manfaat keilmuan berupa pemanfaatan keilmuan khususnya metode Six Sigma dalam industri manufaktur yang bergerak di bidang *stamping*. Adapun penelitian juga dapat dimanfaatkan oleh penelitian selanjutnya dalam mengembangkan hasil yang akan dicapai pada penelitian ini

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian merupakan fokus area penelitian demi menghindari meluasnya permasalahan dan bias dalam kesimpulan. Oleh karena itu, permasalahan yang diangkat pada penelitian ini dibatasi sebagai berikut.

1. Penelitian dilakukan di PT XYZ yang merupakan perusahaan yang bergerak di bidang *stamping* dalam memproduksi komponen VCM *Yoke* penyusun *Hard-Disk Drive* (HDD).
2. Penelitian dilakukan pada produk VCM *yoke* pelanggan Filipina yaitu model TOA 313-U.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada penelitian ini terbagi menjadi tiga bagian. Setiap bagian menjelaskan secara rinci mengenai proses penelitian hingga hasil dari penelitian ini. Sistematika penulisan pada penelitian ini diuraikan sebagai berikut.

BAB 1 Pendahuluan

Pendahuluan merupakan bagian pembuka dari penulisan penelitian. Penulisan pada pendahuluan meliputi latar belakang penelitian, perumusan masalah berdasarkan latar belakang penelitian, tujuan dilaksanakan penelitian, manfaat dari hasil penelitian serta sistematika penulisan penelitian. Pada bagian ini, diharapkan pembaca mampu mengetahui secara umum permasalahan dari penelitian serta cara untuk mengatasinya.

BAB 2 Kajian Pustaka

Kajian pustaka merupakan penjelasan teori yang berkaitan dengan penelitian ini berupa metode penelitian. Teori yang digunakan pada penelitian ini adalah Six Sigma. Selain itu, pada bagian ini juga dijelaskan mengenai penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan. Pada bagian ini, pembaca diharapkan dapat mengetahui penjelasan dasar mengenai metode yang akan digunakan serta beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini sehingga pembaca mampu mendapat gambaran lebih mendalam mengenai penelitian ini.

BAB 3 Metode Penelitian

Metode penelitian merupakan penjelasan mengenai proses penelitian yang meliputi obyek penelitian, data yang digunakan dan rencana penelitian yang akan digunakan dalam penelitian. Melalui penulisan pada bagian ini, pembaca diharapkan dapat mengetahui sistematika penelitian secara rinci.

BAB 4 Hasil Penelitian

Hasil penelitian merupakan penulisan dalam bagian pengumpulan dan pengolahan data. Hal ini meliputi hasil data yang telah diperoleh dalam proses penelitian dan kemudian diolah sesuai dengan metode yang telah ditetapkan sehingga dapat mencapai tujuan penelitian.

BAB 5 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan merupakan penulisan akan kesimpulan dari penelitian yang akan menjawab tujuan dari penelitian. Selain itu akan memuat saran bagi perusahaan maupun bagi penelitian selanjutnya berdasarkan pada hasil yang telah didapatkan pada penelitian ini.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 2

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Kajian Induktif

Kajian induktif merupakan kajian terhadap konsep dan pendekatan yang digunakan pada penelitian ini, yaitu *Voice Coil Motor* (VCM), proses *stamping*, konsep *Quality Management* dan Six Sigma. Berikut merupakan uraian dari kajian induktif pada penelitian ini.

2.1.1 *Voice Coil Motor* (VCM)

Voice Coil Motor (VCM) merupakan salah satu perangkat penyusun *Hard-Disk Drive* (HDD) sebagai salah satu komponen pada *hard disk* yang memuat magnet beserta komponen yang berfungsi sebagai motor penggerak kepala magnetik dan bagian penting dari *hard disk* untuk membaca data. VCM terdiri dari sepasang VCM *yokes* (*upper yoke* dan *lower yoke*) yang dipasang dengan perekat sehingga dapat memuat magnet yang memiliki bentuk yang sesuai dengan permukaan VCM *yokes* sehingga keduanya dapat terakit dengan sempurna. VCM *yokes* merupakan komponen berbahan dasar besi yang diproduksi dengan proses *stamping* sehingga menghasilkan bentuk tiga dimensi. Berdasarkan salah satu website perusahaan *hard disk drive assembly line* menyebutkan bahwa spesifikasi VCM *yokes* adalah ketebalan permukaan beserta diameter lubang yang presisi. Dengan kata lain, spesifikasi VCM *yoke* bergantung pada tingkat presisi dimensi produk. Gambar 2.1 berikut merupakan salah satu contoh produk VCM yang digunakan pada *hard disk drive*.



Gambar 2.1 Contoh produk VCM

Sumber: *Website* China Fineblanking Technology Co., Ltd.

Setiap produk VCM *yoke* memiliki spesifikasi yang berbeda sesuai dengan kebutuhan spesifikasi *hard disk drive*, seperti bentuk dan ukuran produk. Namun, secara konsep perakitan, setiap produk VCM *yoke* memiliki konsep yang sama. Gambar 2.2 berikut merupakan perakitan VCM *yoke* pada *hard disk drive*.

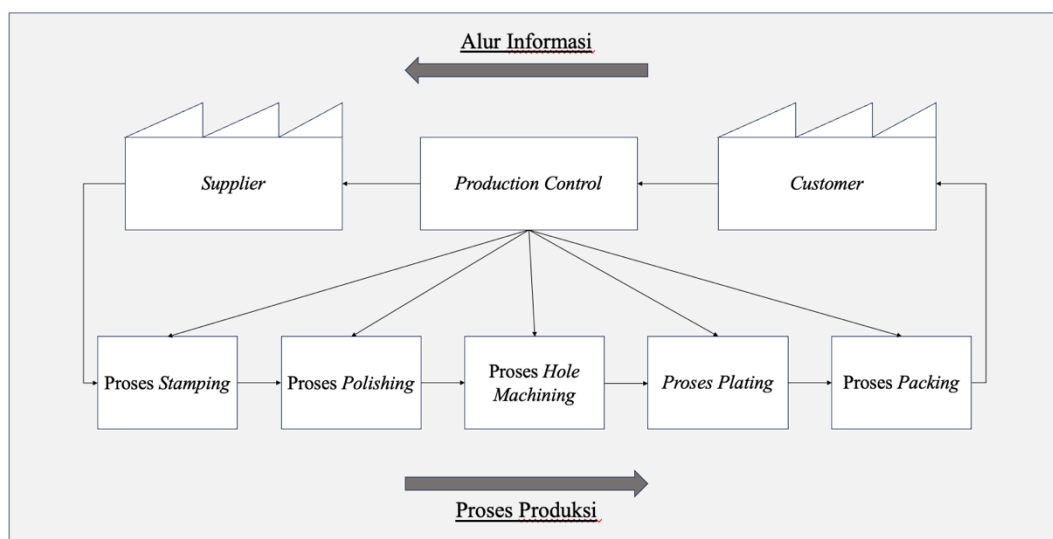


Gambar 2.2 Perakitan VCM yoke pada HDD

Sumber: Masood & Shyen (2016)

Ukuran VCM *yoke* memiliki spesifikasi ukuran dalam milimeter dengan menyesuaikan ukuran *hard disk drive* yang akan di rakit. Ukuran yang *hard disk*

yang banyak dipasarkan saat ini adalah 3,5 inci atau setara dengan 88,9 mm. Dengan demikian, komponen-komponen didalamnya termasuk VCM *yoke* memiliki ukuran yang spesifikasi dengan tingkat toleransi yang presisi, yaitu 0.05mm. Hal ini diatur melalui aspek *Critical to Quality* (CTQ) pada dimensi. Terdapat beberapa aspek CTQ yang diatur pada setiap model produk VCM, seperti ketebalan produk (*thickness*), kerataan produk (*flatness*), dan diameter lubang. Proses pembuatan VCM *yoke* di PT XYZ adalah sebagai berikut.



Gambar 2.3 Proses Produksi Voice Coil Motor (VCM)

Sumber: Proses Produksi di PT XYZ

Voice Coil Motor (VCM) diproduksi dengan mengolah besi dengan tingkat ketebalan tertentu sehingga menghasilkan bentuk tiga dimensi yang diinginkan. Kemudian, hasil dari proses stamping akan melalui proses *polishing* untuk menghilangkan sisa pemotongan sehingga ujung produk menjadi lebih halus. Proses selanjutnya adalah penambahan *screw line* pada lubang. Selanjutnya, akan melalui proses *plating* untuk melapisi produk dengan cairan kimia tertentu sehingga produk terhindar dari karat. Setelah melalui serangkaian proses produksi tersebut, produk akhir akan dikemas dengan spesifikasi tertentu dan dikirim kepada pelanggan.

2.1.2 Proses *Stamping*

Proses *stamping* merupakan salah satu proses manufaktur yang menggunakan daya tekan atau *punches*. Proses *stamping* telah banyak digunakan pada berbagai jenis komoditas seperti komoditas elektronik, otomotif, penerbangan, dan lain sebagainya (Wu, *et al.* 2019). Dalam proses *stamping*, daya tekan atau *punches* merupakan hal penting dimana daya tersebut dapat menentukan alur atau *flow* material sehingga hasil akhir dapat diperoleh sesuai dengan yang diinginkan. Selain daya tekan, hal penting lainnya adalah proses pemotongan atau *cutting*. Proses ini menentukan seberapa presisi hasil akhir akan didapatkan. Oleh karena itu, perpaduan antara *punch* dan *cutting* merupakan inti dari proses *stamping* (Badgular & Wani, 2018). Alat utama yang menentukan keberhasilan sebuah proses *stamping* adalah kinerja perkakasnya atau sering disebut dengan istilah *tooling*. Rangkaian *tooling* yang digunakan pada proses *stamping* adalah rangkaian *punch* dan *die*.

Menurut Bang, *et al.* (2023), material yang digunakan pada proses *stamping* adalah gulungan besi atau *coil*. Pada saat material ini akan digunakan, maka material tersebut akan melewati proses *de-coiler* untuk meluruskan bentuk material, sehingga pada proses *stamping*, material yang digunakan memiliki bentuk yang sejajar dan hasil proses *stamping* menjadi teratur. Secara ringkas, proses *stamping* berawal dari *loading material*, kemudian proses *de-coiler*, proses pelumasan material, dan terakhir adalah proses inti *stamping* yaitu *punch* dan *cutting*.

2.1.3 Manajemen Kualitas

Kualitas merupakan sebuah konsep yang menggambarkan fitur-fitur suatu produk atau layanan dengan nilai keunggulan yang dinilai berdasarkan standar yang ditetapkan berdasarkan kebutuhan pengguna dan pemangku kepentingan lainnya (Atkinson, 2010). Standar yang ditetapkan setiap pemangku kepentingan dapat berbeda satu dengan yang lainnya, namun dikutip dari Garvin (1987), terdapat delapan dimensi atau kategori kualitas yang dapat digunakan sebagai kerangka analisis strategi, yaitu *performance*, *features*, *reliability*, *conformance*, *durability*,

serviceability, aesthetics, and perceived quality. Berikut merupakan uraian dari kedepalan kategori tersebut.

1. Kinerja atau *Performance*

Kinerja merupakan kategori kualiti yang merujuk kepada karakteristik utama suatu produk, seperti kinerja *suction vacuum* pada *vacuum cleaner* menunjukkan kualitas *vacuum cleaner* tersebut.

2. Fitur atau *Features*

Fitur merupakan kategori kualiti yang merujuk kepada karakteristik sekunder yang melengkapi fungsi dasar produk.

3. Keandalan atau *Reliability*

Keandalan merupakan kategori kualiti yang merujuk kepada kemungkinan suatu produk dapat berfungsi dengan baik dalam kurun waktu tertentu.

4. Kesesuaian atau *Conformance*

Keandalan merupakan kategori kualiti yang merujuk kepada kesesuaian pengoperasian suatu produk sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.

5. Ketahanan atau *Durability*

Ketahanan merupakan kategori kualiti yang menurujuk kepada ukuran umur suatu produk hingga produk tersebut tidak dapat digunakan kembali atau ukuran habis masa pakai suatu produk.

6. Pelayanan atau *Serviceability*

Serviceability merupakan kategori kualiti yang menurujuk kepada kemampuan sebuah perusahaan untuk bertindak ketika ditemukan cacat produk di pelanggan, seperti contoh adalah kecepatan dalam melakukan perbaikan.

7. Keindahan atau *Aesthetics*

Keindahan merupakan kategori kualiti yang menurujuk kepada karakter visual sebuah produk. Sehingga dapat diinterpretasikan dengan bentuk, warna, dan lain sebagainya.

8. Persepsi atau *Perceived quality*

Persepsi merupakan kategori kualiti yang menurujuk kepada reputasi sebuah produk dikalangan pelanggannya. Reputasi ini dapat berupa informasi mengenai kemampuan produk untuk memenuhi tujuh kategori kualiti

sebelumnya ataupun sebaliknya dimana suatu produk tidak memenuhi kategori-kategori tersebut. Hal ini merupakan aspek penting bagi sebuah perusahaan untuk mendapat kepercayaan pelanggan. Sehingga, perlakuan pasca pembelian atau *after sales* merupakan hal penting untuk diperhatikan perusahaan demi mendapat kesan atau jejak yang baik bagi pelanggan.

Quality Management (QM) atau manajemen kualitas adalah pendekatan manajemen yang dimulai di Jepang pada awal 1980-an, yang berupaya meningkatkan kualitas dan produktivitas di perusahaan bisnis (Sahoo dan Yadav, 2018). Menurut standar ISO, *Quality Management* (QM) didefinisikan sebagai pendekatan manajemen pada sebuah organisasi yang berfokus pada kualitas dan didasarkan pada aktivitas semua anggota dalam organisasi, untuk mencapai kesuksesan jangka panjang melalui kepuasan pelanggan dan keuntungan semua anggota dalam organisasi (Topalović, 2015). Hal serupa dijelaskan oleh Bakator (2018) bahwa tujuan utama QM adalah untuk meningkatkan kepuasan pelanggan dan tujuan keduanya adalah untuk mencapai loyalitas pelanggan, dan meningkatkan kinerja bisnis. Milovanović (2014) menyebutkan bahwa asumsi mendasar pada QM adalah bahwa biaya untuk kualitas produk/layanan yang rendah lebih besar daripada biaya pengembangan proses yang menjamin kualitas yang tinggi. Hal ini dapat dicapai ketika kegiatan mutu direncanakan dan dilaksanakan dengan baik termasuk mengelola desain dan pengembangan kualitas, pengendalian kualitas dan pemeliharaan, peningkatan kualitas, dan jaminan kualitas (Al-Kaseem, et. al., 2013). Oleh karena itu, kualitas dipandang sebagai dasar untuk pengembangan strategi bersaing.

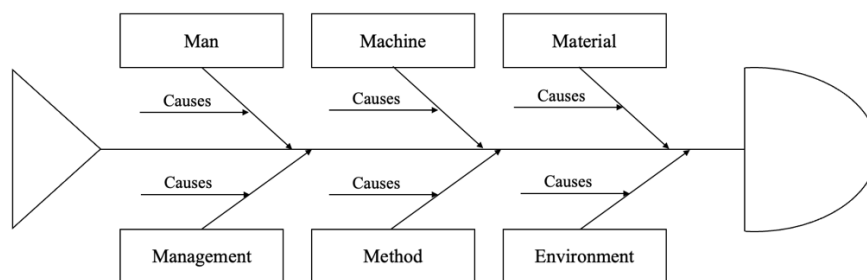
Organisasi Internasional ISO 9000:2015 menyebutkan bahwa terdapat tujuh kriteria yang mewakili dasar-dasar *Quality Management* (QM), sebagai berikut.

1. Fokus terhadap pelanggan
2. Kepemimpinan
3. Keterlibatan sumber daya manusia
4. Pendekatan proses
5. Peningkatan

6. Pengambilan keputusan berbasis bukti.
7. Manajemen hubungan

Untuk mencapai tujuannya dalam menjaga kualitas, terdapat beberapa alat yang digunakan untuk mengontrol kualitas atau sering disebut sebagai *seven tools* (Kiran, 2016). Menurut Parmar & Awashti (2018), *seven tools* yang terdiri dari Pareto Diagram, *Cause and Effect* atau *Ishikawa Diagram*, Histogram, *Control Chart*, *Scatter Diagram*, Grafik, dan *Check Sheet*, yang dapat digunakan untuk menyelesaikan 95% masalah. Dari ketujuh alat tersebut, dalam penelitian ini akan digunakan satu alat yaitu *Ishikawa Diagram*.

Ishikawa diagram atau *Fishbone diagram*, yang dikembangkan oleh Kauro *Ishikawa* pada Perang Dunia ke-II, merupakan alat yang digunakan untuk mengetahui potensi penyebab dari suatu permasalahan yang terjadi sehingga dapat diketahui akar permasalahan tersebut (Cox & Sandberg, 2018). Tujuan dari *Ishikawa diagram* adalah untuk memecah akar penyebab masalah dari beberapa kategori, yaitu *Man*, *Method*, *Machine*, *Material*, *Measurement*, *Environment* (Kamsu-Foguem, & Tiako, 2017). Sedangkan menurut Carvalho, et al. (2021), *Ishikawa model* dibagi menjadi 6 kategori, yaitu *Personnel*, *Material*, *Method*, *Machine*, *Mission* dan *Management*. Berikut merupakan contoh diagram *Ishikawa*.



Gambar 2.4 *Ishikawa Diagram*

2.1.4 Kapabilitas Proses

Menurut (Arcidiacono, et al., 2017), kapabilitas poses (*process capability*) merupakan kemampuan suatu proses untuk menghasilkan suatu produk atau jasa yang sesuai dengan kebutuhan dari konsumen atau spesifikasi yang diharapkan. Analisis kapabilitas proses merupakan suatu tahapan yang harus dilakukan ketika melakukan

proses pengendalian. Analisis kapabilitas proses merupakan suatu studi guna menaksir kemampuan proses dalam bentuk distribusi probabilitas yang mempunyai bentuk, rata-rata, dan penyebaran. Analisis kapabilitas proses merupakan prosedur yang digunakan untuk memprediksi kinerja jangka panjang yang berada dalam batas pengendali statistik.

Analisis kemampuan proses berkaitan dengan keseragaman proses variabilitas yang merupakan ukuran keseragaman proses, kemampuan dari proses untuk menghasilkan produk yang memenuhi spesifikasi, dan membedakan kesesuaian dengan batas-batas toleransi (rata-rata proses dalam batas pengendali serta berada dalam batas spesifikasi dan rata-rata proses dalam batas pengendali tetapi tidak berada dalam batas spesifikasi). Batas spesifikasi berbeda dengan batas kendali. Batas spesifikasi / toleransi merupakan batas-batas kesesuaian unit-unit secara individu dengan operasi manufaktur atau jasa. Batas spesifikasi ditentukan berdasarkan kebutuhan pelanggan terhadap produk. Sedangkan batas kontrol atau batas kendali merupakan batas yang digunakan dalam mengidentifikasi variasi yang ada antar sub grup.



Gambar 2.5 Perbedaan Batas Spesifikasi dan Batas Kendali

Upper Spesification Limit (USL) dan *Lower Spesification Limit* (LSL) merupakan nilai toleransi yang diberikan dalam kapabilitas proses. Kedua batasan tersebut merupakan tingkat toleransi yang harus dipenuhi oleh proses dimana apabila terdapat nilai yang keluar dari batasan tersebut, maka dapat dikatakan proses tidak dapat memenuhi spesifikasi.

$$C_p = (USL - LSL) / 6\sigma \quad \dots (2.1)$$

Dengan :

USL : Upper Spesification Limit

LSL : Lower Spesification Limit

σ : Standar deviasi proses

Nilai Cp dapat digunakan sebagai parameter penerimaan proses. Standar Cp pada suatu proses yaitu minimal sebesar 1,33 ($Cp \text{ min} = 1,33$). Apabila suatu proses mempunyai nilai $Cp \geq 1$, maka proses dapat diterima atau proses memiliki kapabilitas yang baik. Apabila nilai $Cp < 1$, maka proses memiliki kapabilitas tidak baik (*not capable*) atau proses tidak mampu memenuhi kebutuhan konsumen sehingga proses dapat ditolak.

2.1.5 *Cost of Poor Quality (CoPQ)*

Cost of poor quality (CoPQ) merupakan salah satu biaya yang muncul karena suatu kualitas pada produksi produk dan layanan yang buruk (Mashmawa, et al., 2017). Menurut Prabhakar (2019), *cost of poor quality* dihitung dengan menggunakan formula sebagai berikut.

$$\text{CoPQ} = \text{Cost of Internal Failures} + \text{Cost of External Failures} \quad \dots (2.2)$$

Cost of Internal Failures merupakan biaya kegagalan internal yang terkait dengan kegagalan produk sebelum dikirimkan ke pelanggan. Sedangkan *Cost of External Failures* merupakan biaya yang muncul setelah produk diserahkan kepada pelanggan. Menurut Mahmood, et al. (2014), contoh dari biaya kegagalan internal adalah biaya *rework*, *scrap*, *down time*, dan lain sebagainya. Sedangkan contoh dari biaya kegagalan eksternal adalah biaya pengembalian produk dari pelanggan, biaya kerusakan saat pengiriman, biaya penggantian kerugian, klaim garansi, dan hilangnya niat baik karena produk/layanan yang buruk pengiriman.

2.1.6 **Six Sigma**

Six Sigma merupakan sebuah metode sistematis dan terorganisir yang berorientasi pada kepuasan pelanggan dengan tujuan untuk meningkatkan kinerja dan kualitas proses, produk dan layanan dengan menggunakan teknik statistik untuk

dilakukan analisis data dan pengambilan keputusan (Costa, et al, 2019). Sebagai salah satu metode yang berfokus pada kualitas proses maupun produk, Six Sigma memiliki peran penting pada pengurangan jumlah produk cacat (Deeb, et al, 2018). Hal ini terbukti bahwa pada dua dekade terakhir, metode Six Sigma merupakan metode penting pada perkembangan manajemen mutu melalui penerapan strategi yang didasarkan pada pengukuran dengan tujuan untuk perbaikan dan meminimalkan abnormalitas (Ishak, et al, 2019).

Konsep Six Sigma pertama kali dikembangkan pada perusahaan Motorola di Amerika. Konsep ini dikembangkan karena adanya persaingan yang ketat pada industri manufaktur Jepang yang mengakibatkan perusahaan Motorola lebih berinisiatif dalam mengurangi jumlah produk cacat dan sekaligus meningkatkan produktivitas sehingga dapat meningkatkan kepuasan pelanggan (Mansur, 2016). Salah satu karakteristik yang membedakan metodologi Six Sigma, dibandingkan dengan sistem peningkatan kualitas lainnya adalah landasan yang digunakan pada metode ini adalah penggunaan data ataupun suatu peristiwa yang dianalisis, sehingga dapat memunculkan keputusan yang tepat untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi bisnis dengan mengatasi akar permasalahan (Takao, et al, 2017).

Sumber Six Sigma menggunakan ukuran statistik yang merepresentasikan bahwa proses manufaktur telah memenuhi batas spesifikasi yang telah ditentukan (Ali, et al, 2021). Kemudian, Westgard, et al, (2018) menguraikan bahwa Six Sigma terdiri dari dua istilah yaitu “Six” dan “Sigma”. Istilah “Sigma” mengacu pada skala perbandingan sebagai dasar penilaian semua cacat atau *defect* proses. Sedangkan istilah “Six” mengacu pada tujuan akhir yaitu proses ideal yang direpresentasikan melalui enam standar deviasi sebagai batas toleransi yang ditentukan dari suatu proses, sedangkan segala hal yang melampaui spesifikasi toleransi tersebut dianggap sebagai cacat. Menurut Teng tarto, et al, (2023), cacat atau *defect* itu sendiri dapat dihitung atau diperkirakan dan kemudian dikonversi ke dalam rasio *Defect per Million Opportunities* (DPMO). DPMO mewakili rasio jumlah produk yang rusak atau cacat terhadap produk yang diproduksi dan dikalikan dengan satu juta sehingga hasil DPMO ini menetapkan tingkat kualitas bagi perusahaan dalam skala sigma (Kam, et al, 2021). Sehingga, menurut Saporito, et al, (2023),

peningkatan mutu produk melalui metode Six Sigma dilakukan melalui kontrol atau penurunan tingkat DPMO suatu produk atau proses.

Defect per Million Opportunities (DPMO) diketahui melalui perhitungan antara jumlah cacat atau *defect*, jumlah unit yang diproduksi, dan kesempatan atau *opportunity*. DPMO diketahui dengan membagi total *defect* dengan perkalian antara total produksi dan total *opportunity*. Rumus 2.1 berikut merupakan rumus yang digunakan untuk mencari nilai DPMO menurut Utami, et al. (2021).

$$DPMO = \frac{\text{Total defect}}{\text{Total produksi} \times \text{total opportunity}} \times 1.000.000 \quad \dots (2.3)$$

Setelah mengetahui nilai DPMO melalui Rumus 2.1, selanjutnya nilai sigma dari suatu proses atau produk dapat diidentifikasi. Secara lebih lengkap identifikasi nilai sigma melalui nilai DPMO dapat dilakukan melalui tabel atau matriks hubungan antara DPMO dan Sigma. Maksimum nilai sigma adalah sigma 6, yang merupakan nilai sigma terbaik. Nilai sigma berbanding lurus dengan *yield percentage* dari sebuah proses atau produk. Semakin tinggi nilai sigma, maka *yield percentage* pun semakin tinggi. *Yield* merepresentasikan kemampuan suatu proses untuk menghasilkan produk dengan hasil konsisten sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan sebelumnya (Ali, et al, 2021). Semakin tinggi persentase *yield*, maka semakin konsisten sebuah proses menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi. Dengan demikian, nilai sigma secara tidak langsung dapat merepresentasikan kemampuan sebuah proses dalam mencapai hasil yang sesuai dengan spesifikasi. Tabel 2.1 berikut ini menguraikan hubungan antara DPMO, nilai sigma dan *yield percentage* menurut Westgard (2018).

Tabel 2.1 Hubungan antara DPMO, Sigma dan *Yield* (%)

No	DPMO	Sigma	<i>Yield</i> (%)
1	3.4	6	99.99966
2	32	5.5	99.9968
3	233	5	99.98

No	DPMO	Sigma	Yield (%)
4	1350	4.5	99.87
5	6210	4	99.4
6	22,750	3.5	97.7
7	66,807	3	93.3
8	158,655	2.5	84.1
9	308,538	2	69.1
10	500,000	1.5	50.0
11	691,462	1	30.9
12	841,345	0.5	15.9
13	933,193	0	6.7

Setelah mengidentifikasi nilai sigma, langkah selanjutnya dapat dianalisis kemampuan sebuah proses produksi dalam memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan. Analisis ini dapat mengarah kepada analisis perbaikan proses sehingga dapat dicapai nilai sigma yang sesuai. Hal ini dapat dilakukan melalui pendekatan Six Sigma. Terdapat dua pendekatan yang dapat digunakan dalam menyelesaikan Six Sigma yaitu DMAIC dan DMADV (Kurnia & Purba, 2021). Secara konsep, keduanya memiliki fungsi yang sama, yaitu sebagai salah satu alat untuk menyelesaikan permasalahan. Perbedaan keduanya terletak pada tujuan penggunaannya, dimana DMAIC digunakan untuk produk jadi sedangkan DMADV digunakan untuk produk yang masih dalam proses perkembangan. Menurut Kurnia & Purba (2019), berikut merupakan uraian kedua pendekatan tersebut.

1. DMAIC

DMAIC merupakan pendekatan Six Sigma yang digunakan dalam proses bisnis yang sudah ada yaitu ketika suatu perusahaan sudah memiliki produk jadi atau produk yang masih dalam tahap proses namun belum mencapai spesifikasi pelanggan. DMAIC merupakan singkatan dari enam tahap yang akan dilakukan

untuk menyelesaikan permasalahan. Keenam tahap tersebut adalah *Define*, *Measure*, *Analyze*, *Improve* dan *Action*. Berikut akan diuraikan setiap tahap tersebut.

a. *Define*

Tahap ini merupakan tahap untuk mengidentifikasi masalah, menentukan tujuan proses, dan mengidentifikasi kebutuhan pelanggan secara *internal* dan *external*. Terdapat beberapa alat yang dapat digunakan untuk mendefinisikan suatu permasalahan, salah satunya menurut Mishra, & Kumar (2014) adalah Diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, dan Customer*). *Supplier* atau pemasok merupakan pihak yang menyediakan bahan baku, baik bahan baku inti maupun pendukung. *Input* merupakan segala hal yang akan digunakan pada proses produksi, baik bahan baku, informasi atau sumber lainnya. *Process* merupakan rangkaian aktivitas yang dilakukan untuk mengubah bahan baku menjadi hasil akhir yang diinginkan. *Output* merupakan hasil akhir produk yang kemudian dapat dinilai aspek kualitasnya, seperti melalui penilaian DPMO (*Defect Per Million Opportunities*) pada tahap selanjutnya. *Customer* atau pelanggan merupakan pengguna produk yang telah di produksi, dapat berupa bisnis lain ataupun pelanggan akhir.

b. *Measure*

Tahapan ini merupakan langkah untuk pengumpulan data yang bertujuan untuk mengetahui indikator keberhasilan produk melalui pengukuran *cost of poor quality* yang merupakan salah satu metode yang digunakan pada Six Sigma untuk mengetahui keberhasilan suatu perbaikan pada ketidaksesuaian atau *nonconformance* produk (Vendrame, et al., 2017). Selanjutnya adalah analisis nilai DPMO (*Defect Per Million Opportunities*) dan Sigma Level (Untoro & Iftadi, 2020).

c. *Analysis*

Tahap ini merupakan langkah untuk mengetahui penyebab atau akar permasalahan dari permasalahan yang telah didefinisikan sebelumnya. Implementasi analisisnya

dapat menggunakan beberapa metode seperti *fishbone diagram*, *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), dan metode analisis akar permasalahan lainnya.

d. *Improve*

Tahap ini merupakan langkah yang berfokus pada perbaikan dari akar permasalahan yang diangkat dan dianalisis pada proses sebelumnya. Hal ini dapat dilakukan melalui *brainstorming* atau metode lainnya yang disesuaikan dengan rencana perbaikan yang akan dilakukan, dapat berupa perbaikan sistem maupun perbaikan yang berfokus pada proses tertentu.

e. *Control*

Tahap ini merupakan fase terakhir dari DMAIC yang bertujuan untuk memastikan bahwa perbaikan yang telah dilakukan dapat dipertahankan dalam jangka panjang (Okwu, et al, 2021). Salah satunya dapat dicapai melalui proses standarisasi, pengendalian, dan pemeliharaan proses yang telah diperbaiki untuk mencegah potensi masalah yang akan terjadi atau ketika terjadi perubahan operasi, pekerjaan personil, dan evolusi manajemen *Statistical Process Control* (SPC). Selain itu, pada tahap ini juga dilakukan proses validasi akan perbaikan yang telah dilakukan (Deeb, et al, 2018).

2. DMADV

DMADV merupakan pendekatan Six Sigma yang digunakan dalam tahap menciptakan desain proses baru dan atau desain produk yang baru sehingga menghasilkan kinerja yang bebas dari kecacatan atau sering disebut sebagai *zero defect*. DMADV merupakan singkatan dari proses pembentuknya yaitu *Define, Measure, Analyse, Design, dan Verify*. Berikut merupakan uraian dari setiap tahap menurut Baptista, et al, (2020).

- a. *Define*: Tahap ini merupakan tahap di mana *milestone* sebuah proyek dianalisa dan direncanakan untuk industrialisasi.

- b. *Measure*: Tahap ini merupakan tahap validasi pemodelan alat-alat yang diperlukan untuk mengembangkan prototipe produk yang akan dikembangkan.
- c. *Analyse*: Tahap ini merupakan tahap analisa penggunaan alat yang dikembangkan dalam industrialisasi produk serta mempersiapkan dokumentasi pendukung untuk lini produksi dan analisis biaya produksi.
- d. *Design*: Tahap ini merupakan tahap yang dilakukan untuk meminimalkan masalah saat proses produksi di masa yang akan datang. Sehingga proses penilaian risiko salah satunya dengan menggunakan metode FMEA dilakukan untuk mengetahui risiko tersebut.
- e. *Verify*: Tahap ini merupakan tahap akhir DMADV dimana dilakukan verifikasi terhadap proses produksi dan dilahirkannya SOP.

Dengan demikian, menurut Murmura, et al, (2021), penggunaan Six Sigma dapat mendatangkan perbaikan serta pemecahan masalah pada proses bisnis melalui penghilangan penyebab variabilitas, serta cacat atau kesalahan dalam proses bisnis, sehingga dapat tercapai “*zero defect*” atau pengurangan *defect* hingga 3.4 per juta peluang dengan fokus tujuan pada tercapainya keinginan pelanggan.

2.2 Kajian Deduktif

Kajian deduktif merupakan kajian terhadap penelitian terdahulu yang telah dilakukan sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian ini. Tujuan dari pengkajian ini adalah untuk membandingkan penelitian yang telah dilakukan dengan penelitian yang akan dilakukan sehingga tidak menimbulkan kesamaan dan dapat mengetahui posisi dari penelitian ini. Berikut merupakan uraian perbandingan dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

Sahoo dan Yadav (2018) melakukan penelitian pada industri manufaktur yang berada di India untuk menguji hubungan antara dimensi pada *Quality Management* (QM) dan kinerja perusahaan, dengan mempertimbangkan UKM manufaktur sebagai titik fokus riset. Penelitian dilakukan dengan mengambil data empiris dari sampel 127 UKM manufaktur di India untuk menjawab tujuan

penelitian. Menurut hasil penelitian dapat diketahui bahwa *Quality Management* (QM) berhubungan positif dengan kinerja manufaktur di India.

Jayaprasad, et al., (2018) melakukan penelitian pada industri elektronik di India untuk mengetahui akar permasalahan dari rendahnya isolasi listrik pada *Hybrid Micro Circuits* (HMCs). Akar penyebab masalah dianalisis dengan melakukan pengujian secara metodis dan sistematis berdasarkan model Ishikawa yang terdiri dari *Man*, *Material* dan *Method*. Sehingga dapat diketahui bahwa akar penyebab masalah adalah kandungan *ammonium hydroxide* yang terlalu besar pada *material*.

Magdalena & Vannie (2019) melakukan penelitian pada perusahaan yang bergerak dibidang pembuatan genteng, baja ringan, dan aksesoris peratapan lainnya. Penelitian dilakukan untuk mengetahui risiko operasional pada perusahaan. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode HOR untuk mengidentifikasi kejadian risiko dan agen risiko yang dilakukan melalui wawancara dan observasi di lingkungan pabrik. Berdasarkan HOR 1, ditemukan 21 kejadian risiko dan 20 agen risiko kegiatan operasional pabrik, yang kemudian ditemukan bahwa 8 agen risiko merupakan 80% masalah dalam kegiatan operasional berdasarkan Pareto Diagram. Pada HOR 2, ditemukan bahwa terdapat 8 *preventive action* yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya risiko operasional tersebut.

Schmuck (2021) melakukan penelitian pada pesawat Boeing 787 untuk mengetahui pengaruh integrasi rantai pasokan terhadap manajemen mutu pesawat. Penelitian ini dilakukan berdasarkan kajian dari hasil *digital audit* ISO 9001 *quality management standard*. Berdasarkan kajian tersebut, diketahui bahwa aspek proses, komunikasi, dan *human error* menyebabkan adanya keterlambatan dalam pemecahan masalah mutu produk dan pengeluaran yang tidak direncanakan dalam proses pengembangan produk. Kerugian yang dialami oleh perusahaan mencapai \$600 juta. Oleh karena itu, integrasi dengan *supplier* dilakukan oleh perusahaan untuk mempererat koneksi dan hubungan secara langsung sehingga dapat mempersempit waktu pemecahan masalah dan pencarian solusi.

Utami, et al. (2021) melakukan penelitian pada sebuah industri elektronik, yaitu pembuat HDD di Malaysia. Penelitian ini secara fokus dilakukan pada

actuator arm body production yang memiliki tujuan untuk mengetahui seberapa besar jumlah *defect* yang terjadi, penyebab permasalahan beserta cara perbaikan atau *improvement* yang dapat mengurangi frekuensi terjadinya *defect product*. Metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pada penelitian ini adalah metode Six Sigma. Namun, penelitian ini tidak mengevaluasi hasil implementasi Six Sigma secara langsung. Oleh karena itu, sebagai alternatif analisa perbaikan dilakukan menggunakan simulasi Monte Carlo dengan hasil apabila tercapai “*zero defect*” pada produksi tercapai, maka perusahaan dapat menghemat RM 65.000,88 per tahun.

Costa, et al. (2019) melakukan penelitian pada sebuah industri otomotif yang berfokus pada proses *pin insertion*. Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi jumlah produk cacat pada proses *pin insertion*. Metode yang digunakan untuk memenuhi tujuan penelitian adalah metode DMAIC Six Sigma. Hasil dari penelitian ini berupa pengurangan variabilitas dengan mengurangi tekanan *insertion* mendekati nominal. Sehingga, dengan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa metode Six Sigma dapat meningkatkan kualitas proses *pin insertion*.

Murmura, et al. (2021) melakukan penelitian pada sebuah perusahaan di Italia yang merupakan *leader* atau pemimpin pada beberapa perusahaan multinasional di Italia. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis manfaat dari metode Lean Six Sigma pada implementasi di perusahaan tersebut. Berdasarkan hasil penelitian, permasalahan pada aktivitas *procurement* yang sering mengalami keterlambatan dapat teridentifikasi dan diperbaiki melalui system otomatis untuk proses pengiriman pesanan secara langsung dari bidang produksi. Hal ini memberikan dampak positif bagi perusahaan berupa terciptanya lingkungan kerja yang efektif dan efisien.

Sjarifudin, et al. (2022) melakukan penelitian di perusahaan garmen di Indonesia. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan level sigma pada produk jaket yang diproduksi di perusahaan tersebut. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode DMAIC Six Sigma. Hasil dari penelitian ini berupa peningkatan nilai sigma dari 3.5765 ke 3.7839 melalui penurunan produk cacat sebanyak 44.09% setiap bulannya. Melalui penelitian ini, dapat diketahui bahwa metode DMAIC Six Sigma memiliki peran untuk mengurangi persentase

produk cacat yang secara tidak langsung meningkatkan nilai sigma perusahaan tersebut.

Sachin & Dileepa. (2017) melakukan penelitian di perusahaan pengecoran di India yang berfokus pada proses *moulding line*. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengurangi jumlah produk cacat di perusahaan ini. Metode yang digunakan adalah metode DMAIC Six Sigma. Hasil dari penelitian ini berupa teridentifikasinya akar permasalahan yang menyebabkan terjadinya banyak produk cacat. Hal ini memberikan dampak positif berupa meningkatnya level sigma secara keseluruhan di perusahaan pengecoran ini.

Djarmiko & Handayati, (2023) melakukan penelitian di sebuah perusahaan restoran di Bandung, Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan perbaikan dan peningkatan kualitas produk dan layanan di restoran tersebut. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode DMAIC Six Sigma. Melalui metode tersebut, didapatkan hasil berupa peningkatan jumlah pelanggan yang datang baik pada hari kerja maupun pada hari libur.

Tabel 2.2 berikut merupakan ringkasan kajian deduktif yang telah diuraikan sebelumnya. Melalui ringkasan tersebut, dapat diketahui posisi penelitian yang akan dilakukan oleh penulis diantara beberapa penelitian sebelumnya. Sehingga dapat diambil manfaat berupa potensi keterbaruan yang dapat dilakukan pada penelitian selanjutnya.

Tabel 2.2 Ringkasan Kajian Deduktif

Penulis (Tahun)	Objek Penelitian	Ruang Lingkup	Metode		
		QM	Six Sigma	Pareto	Ishikawa
Sahoo dan Yadav (2018)	UKM Manufaktur di India	√			
Jayaprasad, et al. (2018)	Sistem Elektrik di India				√
Magdalena & Vannie (2019)	Pabrik aksesoris peratapan di Indonesia (Cikarang)			√	
Schmuck (2021)	Pengembangan pesawat Boeing 787	√			
Utami, et al. (2021)	Industri elektronik (HDD) di Malaysia	√	√		

Penulis (Tahun)	Objek Penelitian	Ruang Lingkup	Metode		
		QM	Six Sigma	Pareto	Ishikawa
Costa, et al. (2019)	<i>Pin insertion process</i> pada industri <i>automotive</i>	√	√		
Murmura, et al. (2021)	<i>Italian company leader</i>		√		
Sjarifudin, et al. (2022)	Industri garmen di Indonesia	√	√		
Sachin & Dileepla (2017)	Industri pengecoran di India	√	√		
Djarmiko & Handayati. (2023)	Usaha restoran di Bandung, Indonesia	√	√		
Penulis (2023)	Proses produksi pada perusahaan manufaktur <i>stamping</i>	√	√	√	√

Setelah melalui pengkajian beberapa penelitian terdahulu, dapat diketahui bahwa metode Six Sigma memiliki beberapa manfaat dalam pengaplikasiannya di beberapa perusahaan dunia baik perusahaan manufaktur maupun perusahaan pelayanan, diantaranya dapat meningkatkan kualitas produk maupun layanan dan mengurangi jumlah produk cacat melalui berkurangnya variabilitas pada proses produksi yang berpotensi untuk mencapai *zero defect*. Hal ini secara tidak langsung juga dapat meningkatkan nilai sigma perusahaan karena jumlah produk cacat berkurang. Selain pada intensitas pengurangan produk cacat, Six Sigma juga memiliki peran untuk meningkatkan efisiensi perusahaan.

Pada penelitian ini, penulis akan melakukan penelitian pada perusahaan manufaktur yang bergerak dibidang produksi salah satu komponen *Hard Disk Drive* (HDD) yang disebut dengan *VCM Yoke* melalui proses *stamping*. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kualitas produk dengan menggunakan metode Six Sigma. Hasil yang diharapkan pada penelitian ini adalah adanya penurunan jumlah *defect* produk yang sejalan dengan meningkatnya kualitas produk *VCM yoke* model TOA 313-U di PT XYZ sehingga dapat meningkatkan nilai sigma pada proses produksi perusahaan.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 3

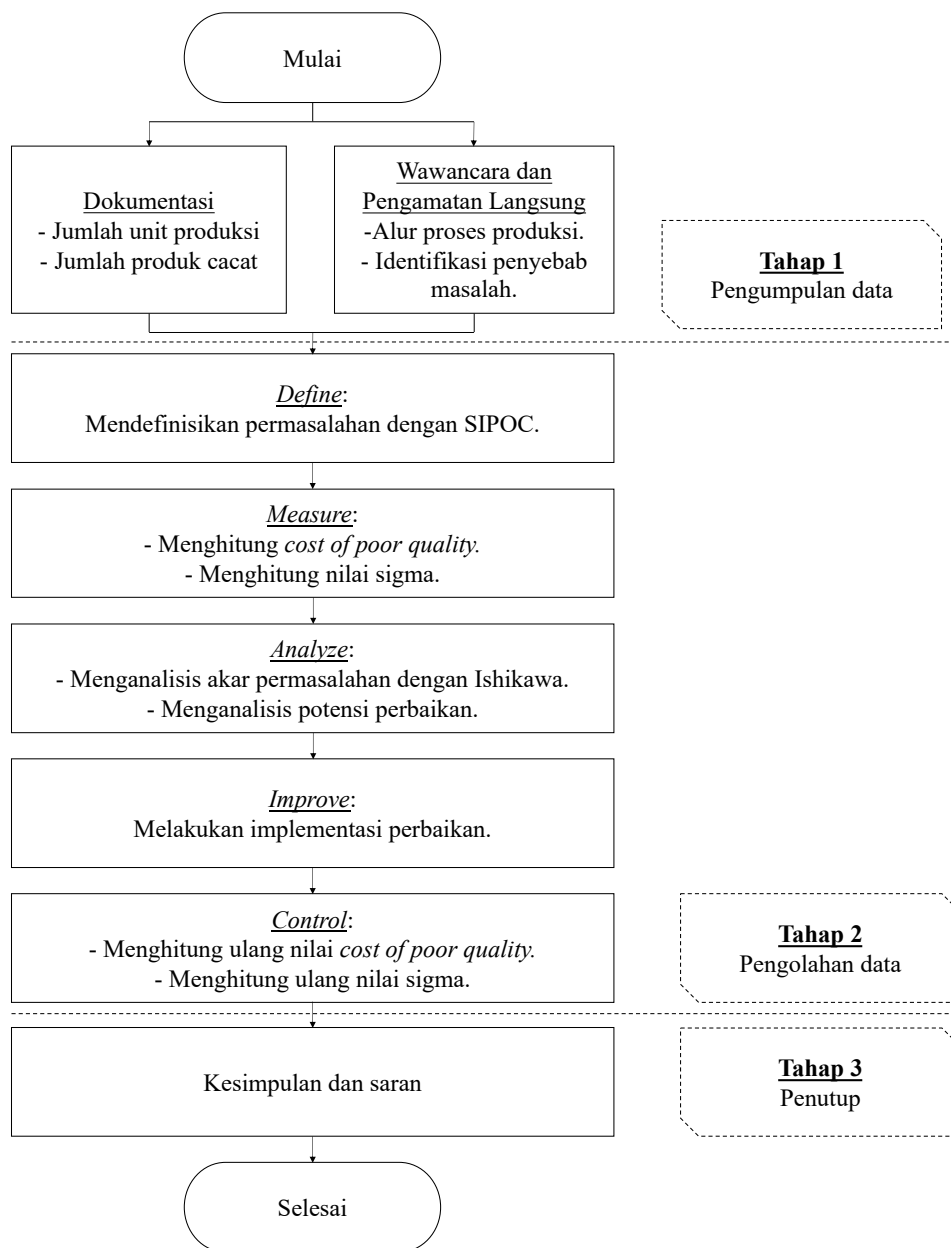
METODE PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT XYZ, yaitu sebuah perusahaan manufaktur yang bergerak dibidang *stamping*. Perusahaan ini memiliki komoditas utama berupa salah satu komponen kecil penyusun *Hard-Disk Drive* (HDD) yang disebut dengan *VCM Yoke* yang diproduksi untuk memenuhi kebutuhan penyusun HDD dari beberapa pemasok HDD seperti Seagate, *Western Digital* (WD), dan Toshiba. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan nilai sigma dari salah satu model *VCM yoke* yang diproduksi di PT XYZ yaitu TOA 313-U setelah dilakukan perbaikan terhadap proses produksinya. Produk model TOA 313-U merupakan salah satu komoditas yang memiliki keunikan pada dimensinya. Produk ini memiliki tingkat ketebalan yang tinggi dibandingkan dengan produk lainnya. Selain itu, secara desain, produk ini juga memiliki kaki dan 3 tonjolan kecil yang disebut “emboss”. Beberapa keunikan ini juga diikuti dengan *special treatment* yang harus dilakukan selama proses produksi produk ini demi menjaga kualitas produk. Produk ini menjadi fokus penelitian karena adanya beberapa permasalahan kualitas yang menyebabkan terhambatnya proses pasokan kepada pelanggan.

3.2 Alur Penelitian

Penelitian ini terdiri dari tiga tahap penelitian, yaitu tahap pertama merupakan tahap pengumpulan data, tahap kedua merupakan tahap pengolahan data, dan tahap ketiga atau tahap akhir yaitu tahap penutup. Berikut merupakan uraian dari ketiga tahap tersebut.



Gambar 3.1 Alur Penelitian

3.3 Tahap Pengumpulan Data

Untuk memenuhi tujuan penelitian ini, diperlukan beberapa jenis data yang kemudian akan diolah pada proses penelitian. Data tersebut didapatkan melalui beragam sumber. Berikut akan diuraikan jenis data beserta metode pengumpulannya.

3.3.1 Jenis Data

Dalam memenuhi tujuan penelitian, data yang diperlukan untuk dilakukan pembahasan selanjutnya adalah berupa data kualitatif dan data kuantitatif. Kedua data tersebut digunakan baik sebelum ataupun sesudah proses pengolahan dilakukan. Berikut merupakan uraian dari kedua jenis data tersebut.

1. Data kualitatif, merupakan data yang berisi penjelasan atau keterangan mengenai suatu obyek yang diperoleh baik secara lisan maupun tulisan. Pada penelitian ini, data kualitatif adalah data penjelasan mengenai profil perusahaan, data struktur organisasi perusahaan, penjelasan mengenai alur produksi perusahaan, dan hasil observasi lainnya yang tidak memungkinkan untuk direpresentasikan menggunakan angka.
2. Data kuantitatif, berupa data numerik seperti data jumlah unit produksi perusahaan pada kuartal tertentu, data jumlah produk cacat pada periode produksi tertentu, dan lain sebagainya.

3.3.2 Sumber Data

Berdasarkan jenis sumbernya, data dibedakan menjadi data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari objek penelitian melalui teknik pengumpulan data tertentu. Pada penelitian ini, data primer diperoleh melalui dokumentasi, proses observasi langsung dan melalui proses wawancara dengan pihak terkait yang sudah berpengalaman dibidangnya. Contoh data primer pada penelitian ini adalah data jumlah unit produksi perusahaan pada kuartal tertentu, data jumlah produk cacat pada periode produksi tertentu, penyebab suatu kegagalan pada proses, dan lain sebagainya. Sedangkan data sekunder merupakan data yang diperoleh secara tidak langsung. Pada penelitian ini, data sekunder diperoleh melalui jurnal berupa data tabel konversi nilai *Defect Per Million Opportunity* (DPMO) kepada nilai Sigma dan *Yield* (%).

3.3.3 Teknik Pengumpulan Data

Pada penelitian ini, data akan dikumpulkan melalui beberapa teknik pengumpulan data seperti dokumentasi, wawancara, dan observasi langsung. Berikut merupakan uraian dari setiap teknik pengumpulan data tersebut.

1. Dokumentasi

Dokumentasi merupakan teknik pengumpulan data yang berasal dari dokumen-dokumen objek penelitian. Pada penelitian ini, proses dokumentasi dilakukan untuk mengetahui data-data kualitatif maupun kuantitatif yang akan mendukung tercapainya tujuan penelitian. Contoh data kuantitatif yang diperoleh melalui dokumentasi adalah data jumlah unit produksi beserta jumlah produk cacat pada suatu periode produksi tertentu. Sedangkan contoh data kualitatif yang diperoleh melalui proses dokumentasi adalah *non-conformance historical data*.

2. Wawancara

Wawancara merupakan teknik pengumpulan data melalui aktivitas tanya jawab dengan narasumber. Pada penelitian ini, wawancara dilakukan dengan narasumber ahli pada proses *stamping*, yaitu *Stamping Manager*. Narasumber tersebut telah memiliki lebih dari 10 tahun pengalaman kerja sebagai manajer. Oleh karena itu, narasumber ini mampu memberikan penjelasan dan pemahaman secara mendalam akan proses *stamping*. Tujuan dari wawancara ini adalah untuk mendapatkan data uraian proses produksi beserta data identifikasi permasalahan yang kemudian akan diolah pada proses pengolahan data.

3. Observasi langsung

Observasi langsung merupakan teknik pengumpulan data dimana peneliti melakukan penelitian secara langsung kepada objek yang diteliti. Pada penelitian ini, observasi langsung dilakukan kepada proses produksi untuk mengetahui dan mengamati secara langsung mengenai data-data yang telah didapatkan melalui wawancara.

3.4 Tahap Pengolahan Data

Metode pengolahan data pada penelitian ini mengacu kepada proses-proses yang terdapat dalam pendekatan Six Sigma. Metode ini merupakan metode yang dapat mengantisipasi jumlah produk cacat pada suatu produksi, sehingga melalui metode ini, dapat dilakukan penurunan jumlah produk cacat (Deeb, et al, 2018). Metode ini dilakukan dengan pendekatan DMAIC yaitu *Define, Measure, Analyse,*

Improve, dan *Control*. Berikut merupakan uraian dari setiap proses tersebut pada penelitian ini.

3.4.1 *Define*

Tahap *define* merupakan tahap awal dimana perencanaan dilakukan. Tahap ini diawali dengan menganalisis data yang telah diperoleh untuk mengetahui aspek CTQ dengan nilai kapabilitas proses terendah dalam proses produksi produk model TOA 313-U hingga pendefinisian proses bisnis pada produk model tersebut. Berikut merupakan uraian proses *define*.

1. Mengidentifikasi kapabilitas proses pada aspek CTQ produk.
Cara ini ditempuh dengan mengolah data dari proses *stamping* untuk diketahui nilai kapabilitas proses dari beberapa aspek *critical to quality*. Aspek CTQ dengan nilai kapabilitas proses yang paling rendah akan dianalisis lebih lanjut untuk dilakukan perbaikan proses. Dengan demikian, dapat diketahui jenis CTQ yang akan dianalisa lebih lanjut pada proses selanjutnya.
2. Mendefinisikan spesifikasi pelanggan.
Cara selanjutnya adalah mendefinisikan spesifikasi pelanggan yang terkait dengan aspek CTQ yang telah ditentukan pada proses sebelumnya. Dengan mengetahui spesifikasi pelanggan, peneliti dapat menentukan arah perbaikan yang tepat.
3. Mengidentifikasi Diagram SIPOC
Cara selanjutnya adalah mengidentifikasi Diagram SIPOC. Identifikasi ini dapat membantu tim untuk melakukan *brainstorming* untuk menentukan potensi area yang akan menjadi fokus dalam perbaikan. Sehingga perbaikan menjadi tepat sasaran.

3.4.2 *Measure*

Tahap *measure* atau pengukuran ini merupakan tahap yang dilakukan untuk melakukan pengolahan data produksi. Pada tahap ini, akan dilakukan penghitungan *cost of poor quality* selama periode tertentu. Kemudian akan dihitung nilai sigma

dari proses produksi akan dihitung melalui pengukuran tingkat *output* yaitu data jumlah produk cacat pada *output* produksi pada periode tertentu. Setelah mengetahui hasil pengukuran tingkat *output*, maka langkah selanjutnya adalah perhitungan nilai DMPO dengan menggunakan Rumus 3.1 berikut. DPMO menyatakan kegagalan per satu juta kesempatan yang mana menunjukkan banyaknya jumlah produk yang cacat pada suatu produksi. Sehingga, melalui penelitian ini diharapkan nilai DPMO menghasilkan pola yang cenderung turun dalam jangka panjang. Setelah mengetahui nilai DPMO, selanjutnya adalah mengkonversi nilai tersebut kepada nilai sigma yang dapat diketahui melalui tabel konversi DPMO ke nilai sigma. Berkebalikan dengan nilai DPMO, nilai sigma menyatakan kesanggupan sebuah proses dalam memproduksi produk, sehingga nilai sigma diharapkan dapat meningkat setiap waktu.

$$DPMO = \frac{\text{Total defect}}{\text{Total produksi} \times \text{total opportunity}} \quad \dots (3.1)$$

Sehingga, pada akhir tahap *measure*, akan diketahui nilai DPMO, nilai sigma dan *yield (%)* produk model TOA 311-U terhadap jenis *reject* yang telah diketahui sebelumnya.

3.4.3 *Analyse*

Tahap selanjutnya adalah menganalisis *defect* yang telah didefinisikan pada proses sebelumnya. Tahap ini akan dilakukan dengan penyelenggaraan wawancara dan observasi langsung dengan narasumber. Berikut merupakan uraian proses tahap *analyze*.

1. Analisis potensi *root cause*

Wawancara dan observasi langsung ini diarahkan untuk mengetahui potensi-potensi *root cause* berdasarkan konsep Ishikawa yang menganalisa potensi akar masalah dari beberapa rincian, yaitu *man*, *material*, *machine*, *method*, *equipment* dan *environment*. Sehingga, hasil analisis awal dapat diketahui potensi penyebab *defect* dari rincian tersebut.

2. Analisis potensi perbaikan

Setelah mengetahui potensi akar masalah, langkah selanjutnya adalah mendiskusikan potensi perbaikan yang dapat diimplementasikan pada proses tersebut sehingga *defect* ini dapat diminimalisir atau bahkan dieliminasi.

Melalui tahap analisis ini, hasil akhir dapat diketahui langkah perbaikan yang dapat dilakukan di PT XYZ untuk meningkatkan kualitas produk model TOA 313-U melalui penurunan *defect* produk.

3.4.4 *Improve*

Langkah *improve* merupakan tahap implementasi perbaikan yang telah di analisis pada proses sebelumnya. Tahap ini akan diuraikan dengan menggunakan metode 5W+1H sebagai tahap dasar *improvement*. Sehingga perbaikan ini dapat tepat sasaran dan proses kontrol dapat dilakukan dengan lebih terarah.

3.4.5 *Control*

Langkah *control* merupakan tahap akhir dari proses metode pengolaha data. Pada tahap ini akan dilakukan penilaian ulang terhadap kapabilitas proses, nilai *cost of poor quality*, nilai DPMO dan nilai sigma untuk mengetahui performa dari perbaikan yang telah dilakukan ini. Harapan dari penelitian ini adalah dengan adanya perbaikan pada proses produksi maka kapabilitas proses meningkat, nilai *cost of poor quality* menurun, nilai DPMO menurun, sedangkan nilai sigma meningkat sebagai bukti adanya peningkatan kualitas pada produk VCM *yoke* model TOA 313-U.

3.5 Penutup

Tahap penutup merupakan akhir dari penelitian dimana pada tahap ini akan diuraikan kesimpulan penelitian bagi perusahaan dan saran yang ditujukan untuk pembaca sehingga dapat menjadi referensi untuk dilakukan penelitian selanjutnya yang relevan dengan penelitian yang telah dilakukan saat ini.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 4

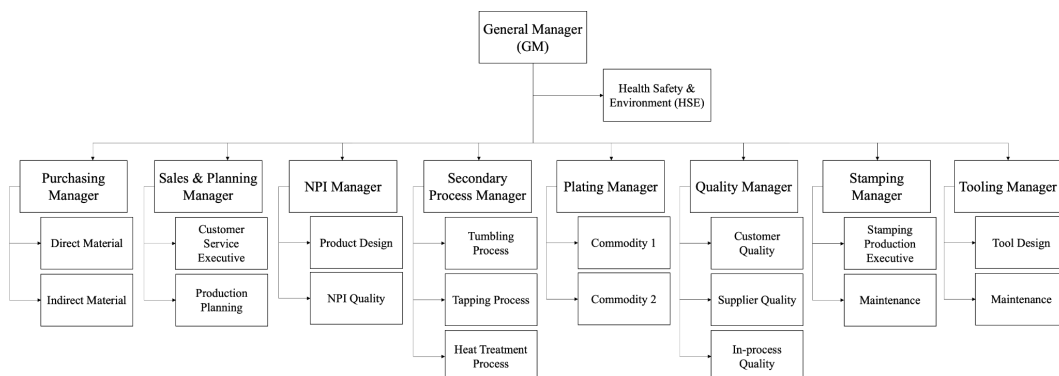
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Profil Perusahaan

PT XYZ adalah perusahaan manufaktur yang memproduksi berbagai komoditas seperti produk elektronik, medis, dan otomotif. Perusahaan yang berlokasi di Kepulauan Riau ini telah berdiri sejak tahun 1996 dengan penjualan utamanya berupa berbagai produk dengan menggunakan proses *stamping*. Seiring berjalannya waktu, PT XYZ memperluas ruang lingkup proses produksinya dengan adanya penambahan proses *machining*. Sehingga komoditas yang ditawarkan kepada pelanggan lebih bervariasi dan kompleks.

PT XYZ memiliki visi untuk merancang dan memproduksi produk interkoneksi dan mekanis yang inovatif. Hal tersebut dilakukan dengan memecahkan tantangan pelanggan yang kompleks dan mewujudkan ide-ide imajinatifnya. Sehingga, PT XYZ dapat menciptakan nilai dengan membantu pelanggan dengan memanfaatkan keahlian multidisiplin yang unik dari berbagai disiplin seperti elektro-mekanis dan mekanik.

Dalam menjalankan proses bisnisnya, PT XYZ diatur oleh serangkaian divisi yang mengatur proses produksi dari hulu ke hilir. Jumlah pegawai yang tercatat di tahun 2023 mencapai 2.000 pegawai. Gambar 4.1 berikut merupakan gambaran struktur organisasi PT XYZ.



Gambar 4.1 Struktur Organisasi PT XYZ

Sebagai perusahaan yang menawarkan kemampuan dalam pengembangan produk inovasi, PT XYZ mendorong kemajuan teknologi melalui komitmen kuat terhadap inovasi berkelanjutan yang memberikan keuntungan baru bagi pelanggan. Selain itu, PT XYZ juga berkomitmen akan kualitas produk yang ditawarkan dan memiliki *quality assurance legislation and standards* seperti sertifikasi ISO 9001.

4.1.1 Produk

PT XYZ menghasilkan berbagai produk dari beberapa komoditas yang ditawarkan. Produk elektronik merupakan komoditas utama yang dihasilkan sejak berdirinya perusahaan, kemudian disusul dengan produk otomotif dan produk medis. Produk yang dihasilkan di PT XYZ sebagian besar merupakan tahap komponen dari suatu barang jadi yang dijual dipasaran. Sehingga, perusahaan akan memasok produk kepada perusahaan perakitan.

Salah satu produk elektronik yang memiliki tingkat penjualan paling besar adalah komponen penyusun *Hard Disk Drive (HDD)*, yaitu *Voice Coil Motor (VCM)*. Produk ini memiliki beragam jenis model. Tercatat pada tahun 2023, terdapat setidaknya 70 jenis model produk VCM yang akan diproduksi di PT XYZ. Setiap model VCM memiliki karakteristiknya masing-masing yang dituangkan pada gambar produk dengan tingkat ketelitian yang tinggi. Berikut merupakan salah satu contoh produk VCM.



Gambar 4.2 Contoh produk VCM

Hard disk drive merupakan perangkat penyimpanan data yang digunakan banyak kalangan terutama pada masa ini. Dengan demikian, komponen penyusunnya memiliki spesifikasi yang tinggi demi mencegah adanya kerusakan yang dapat berakibat pada tidak berfungsinya proses penyimpanan data. Produk VCM yang di produksi di PT XYZ memiliki spesifikasi dengan rata-rata toleransi dimensi sebesar 0.05mm pada setiap model.

PT XYZ memproduksi produk VCM yang dibagi menjadi beberapa kategori berdasarkan tingkat ketebalan produk, yaitu ketebalan 3mm, 2mm, dan 1mm, dimana tingkat ketebalan ini juga sebagai salah satu aspek yang mempengaruhi nilai jual produk. Semakin tebal produk, maka semakin tinggi nilai jualnya. Salah satu model VCM dengan ketebalan 3mm adalah model TOA 313-U yang akan menjadi objek penelitian ini.

Pada produk ini, terdapat tiga jenis aspek CTQ yaitu ketebalan (*thickness*), kerataan (*flatness*) dan diameter lubang (*hole diameter*). *Thickness* merupakan spesifikasi yang mengatur tingkat ketebalan produk dalam satuan milimeter (mm). Cara pengukurannya menggunakan alat ukur micrometer. *Flatness* merupakan spesifikasi yang mengatur kerataan permukaan produk yang akan menjadi media rakit pada produk HDD. Cara pengukurannya dengan menggunakan alat ukur *drop gauge* atau *coordinate measuring machine* (CMM) dengan perhitungan rumus tertentu. *Hole diameter* merupakan spesifikasi yang mengatur ukuran diameter lubang pada produk. Lubang yang termasuk pada aspek CTQ merupakan lubang yang akan menjadi media rakit pada produk HDD. Cara pengukuran diameter lubang ini menggunakan alat ukur *coordinate measuring machine* (CMM). Ketiga aspek CTQ ini diatur berdasarkan keinginan pelanggan yang dituangkan pada *drawing GD&T*.

4.2 Pengumpulan Data

Penelitian ini berfokus pada produk VCM model TOA 313-U, sehingga proses pengumpulan data hanya dilakukan pada model ini. Proses pengumpulan data dilakukan dengan tiga metode, yaitu melalui dokumentasi di PT XYZ, proses wawancara dan pengamatan langsung pada proses produksi. Data yang diperoleh melalui dokumentasi berupa data CTQ, data jumlah unit produksi serta jumlah unit

produk cacat model TOA 313-U pada periode produksi kuartal satu (Q1) *fiscal year* 2024 (FY24) di PT XYZ. Sedangkan data yang diperoleh melalui proses wawancara berupa informasi proses produksi produk Ls dan penyebab kegagalan suatu cacat.

4.2.1 Data *Critical to Quality* (CTQ)

Produk VCM TOA 313-U memiliki tiga faktor *critical to quality* (CTQ) yang mempengaruhi kualitas produk, yaitu ketebalan produk (*thickness*), kerataan produk (*flatness*), dan diameter lubang. Ketiga data ini diperoleh melalui dokumentasi pengecekan berkala pada proses *stamping*. Berikut merupakan uraian data dari ketiga aspek CTQ tersebut.

a. Ketebalan Produk (*Thickness*)

Data ketebalan produk pada VCM TOA 313-U yang akan diolah pada penelitian ini diperoleh dari salah satu mesin yang beroperasi pada kuartal satu (Q1) pada *fiscal year* 2024. Hasil pengukuran ini dilakukan dengan menggunakan suatu alat pengukuran tertentu. Terdapat kurang lebih 3.000 data yang diperoleh yang akan diolah. Berikut merupakan uraian beberapa data *thickness* pada produk VCM TOA 313-U.

Rata-rata : 3,012mm

Standar deviasi : 0,018mm

b. Kerataan Produk (*Flatness*)

Data kerataan produk pada VCM TOA 313-U yang akan diolah pada penelitian ini diperoleh dari salah satu mesin yang beroperasi pada kuartal satu (Q1) pada *fiscal year* 2024. Hasil pengukuran ini dilakukan dengan menggunakan suatu alat pengukuran tertentu. Terdapat kurang lebih 3.000 data yang diperoleh yang akan diolah. Berikut merupakan uraian beberapa data *flatness* pada produk VCM TOA 313-U.

Rata-rata : 0,030mm

Standar deviasi : 0,004mm

c. Diameter Lubang (*Hole Diameter*)

Data diameter lubang produk pada VCM TOA 313-U yang akan diolah pada penelitian ini diperoleh dari salah satu mesin yang beroperasi pada kuartal satu (Q1) pada *fiscal year* 2024. Terdapat dua jenis lubang yang terdapat pada produk VCM TOA 313-U, yaitu *through hole* dan *blind hole*. Pada penelitian ini hanya akan diolah jenis *through hole* yang mana jenis lubang ini termasuk kedalam CTQ. Penelitian pada lubang ini menggunakan suatu alat pengukuran tertentu dan menghasilkan data kurang lebih sebanyak 3.000 data yang akan diolah. Berikut merupakan uraian beberapa data *hole diameter* pada produk VCM TOA 313-U.

Rata-rata : 4,029mm

Standar deviasi : 0,017mm

4.2.2 Data Produksi

Data produksi yang akan diolah pada penelitian ini adalah data produksi proses *stamping* pada kuartal satu *fiscal year* 2024 (Q1 FY24) yang berupa jumlah produk yang diproduksi dan jumlah produk cacat pada periode tersebut. Data ini merupakan representasi *defective* produk di PT XYZ pada periode tertentu. Berikut merupakan uraian data produksi produk VCM TOA 313-U.

Tabel 4.1 Data Produksi Stamping VCM TOA 313-U Periode Q1 FY24

Bulan Produksi	Jumlah Unit Produksi TOA 313-U	Jumlah Unit Produk Cacat
Juli	478.800	9.863
Agustus	342.000	7.353
September	529.200	11.484
Total	1.350.000	28.700

Berdasarkan data produksi VCM TOA 313-U pada Q1 FY24, rata-rata produk cacat adalah kurang lebih 9.566 unit. Dikonversikan pada persentase, rata-rata jumlah unit cacat adalah 2,13% terhadap jumlah unit produksi pada periode tersebut. Data ini kemudian akan diolah sebagai masukan untuk proses perhitungan *cost of poor quality* pada proses pengolahan data.

4.2.3 Proses Produksi TOA 313-U

Produk *Voice Coil Motor* (VCM) di PT XYZ memiliki beberapa variasi proses produksi yang disesuaikan dengan kebutuhan pelanggan. Pada model TOA 313-U diawali dengan proses inti produksi yaitu proses *stamping*. Setelah melalui proses *stamping*, produk akan melalui proses sekunder untuk dilakukan penyempurnaan bentuk visual produk sebelum dilakukan pengemasan dan pengiriman kepada pelanggan. Berikut merupakan proses produksi produk VCM model TOA 313-U di PT XYZ.



Gambar 4.3 Proses Produksi TOA 313-U di PT XYZ

Berdasarkan Gambar 3.3 tersebut, terdapat tiga proses untuk memproduksi VCM model TOA 313-U di PT XYZ, yaitu proses *stamping*, proses *polishing*, dan proses *plating*. Proses *stamping* dan proses *plating* merupakan proses yang sangat mempengaruhi terpenuhinya spesifikasi pelanggan. Sedangkan proses *polishing* merupakan proses yang keberadaannya tidak memberikan perubahan dimensi namun dapat memberikan nilai tambah dalam bentuk visual. Berikut merupakan uraian proses produksi tersebut.

Tabel 4.2 Uraian Proses Produksi VCM TOA 313-U

No	Proses	Fungsi Proses
1.	Proses <i>stamping</i>	Proses <i>stamping</i> memiliki fungsi untuk membentuk bahan baku berupa lempengan besi sehingga dapat menghasilkan bentuk dan dimensi yang disesuaikan dengan spesifikasi pelanggan melalui proses <i>punch</i> dan <i>cutting</i> secara bersamaan. Dengan adanya proses ini, terdapat perubahan dimensi bahan baku menjadi bentuk yang diinginkan pelanggan. Sehingga sebagian besar spesifikasi produk secara dimensi di lakukan kontrol pada proses <i>stamping</i> .
2.	Proses <i>polishing</i>	Proses <i>polishing</i> atau pengikisan memiliki fungsi untuk menghilangkan permukaan tajam yang dihasilkan pada proses <i>stamping</i> melalui kontak dengan air dan media berupa bebatuan sehingga akan mengikis permukaan tajam tersebut menjadi lebih halus. Dengan adanya proses ini, hasil pemotongan produk menjadi lebih baik secara visual.
3.	Proses <i>plating</i>	Proses <i>plating</i> memiliki fungsi untuk melapisi produk dengan bahan kimia tertentu sehingga dapat mencegah terjadinya karat pada produk yang berbahan baku besi. Selain itu, proses ini memiliki fungsi untuk membuat visual dari permukaan produk menjadi lebih bersinar. Dengan adanya proses ini, produk akan mengalami korosi sehingga produk tidak dapat memenuhi spesifikasi pelanggan.

Setelah melalui serangkaian proses produksi tersebut, produk akan melalui dua proses pengecekan, yaitu pengecekan visual dan pengecekan dimensi. Pengecekan visual dilakukan secara menyeluruh dan menggunakan alat bantu mikroskop dengan 5-10x pembesaran. Selain itu, pengecekan dimensi juga dilakukan secara *sampling*. Setelah produk melewati kedua pengecekan dengan hasil yang memenuhi spesifikasi, produk akan melalui proses pengemasan dan produk siap untuk dikirim kepada pelanggan.

4.3 Define (Tahap Definisi)

Tahap definisi merupakan tahap pertama proses pengolahan data yang telah diperoleh untuk mendefinisikan lebih lanjut permasalahan pada penelitian ini. Proses ini bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan kualitas, mengidentifikasi kualitas yang diharapkan oleh pelanggan, menentukan target kualitas yang ingin dicapai, dan mengidentifikasi proses yang akan diperbaiki. Hal ini dilakukan dengan tiga proses, yaitu mengolah data dari proses *stamping* untuk mengetahui kapabilitas beberapa aspek *critical to quality*, kemudian mendefinisikan karakteristik kualitas atau aspek *critical to quality* tersebut, dan yang terakhir mengidentifikasi diagram SIPOC.

4.3.1 Kapabilitas Proses

Proses pertama pada tahap *define* adalah mengidentifikasi kapabilitas proses *stamping* pada aspek *critical to quality* model TOA 313-U, yaitu *flatness* (kerataan), *thickness* (ketebalan) dan diameter lubang pada produk. Data masing-masing CTQ tersebut telah diperoleh pada tahap sebelumnya. Pada tahap ini, data tersebut akan diolah dengan menggunakan metode statistik.

Langkah pertama adalah menguji normalitas data tersebut untuk menganalisis distribusi data. Apabila data berdistribusi normal, maka data tersebut dapat mewakili keseluruhan kapabilitas proses *stamping* untuk ketiga aspek CTQ yang akan dianalisis pada penelitian ini. Pengujian normalitas dilakukan dengan menggunakan *software Minitab*, dimana terdapat dua hipotesis yang digunakan.

H₀: Data berdistribusi normal

H₁: Data tidak berdistribusi normal

Pada penelitian ini, penentuan daerah kritis untuk menolak H₀ dilakukan melalui pendekatan $P\text{-value} < \alpha$, dengan nilai α (*confidence level*) sebesar 0,05. Jika $P\text{-value}$ lebih besar dari 0,05 maka data berdistribusi normal. Dengan demikian, data yang diperoleh dapat digunakan untuk langkah selanjutnya.

Langkah kedua adalah menghitung kapabilitas proses *stamping* untuk ketiga aspek CTQ yaitu *flatness* (kerataan), *thickness* (ketebalan) dan diameter lubang pada produk. Hasil dari ketiga perhitungan tersebut kemudian dibandingkan satu sama lain dengan hasil terendah akan dilakukan analisis lebih lanjut. Perhitungan kapabilitas proses ini dapat dilakukan melalui *software* Minitab atau dengan perhitungan manual. Berikut merupakan rumus yang digunakan untuk menghitung nilai kapabilitas proses secara manual.

$$C_p = (USL - LSL) / 6\sigma \quad \dots (4.1)$$

Dengan:

USL: *Upper Specification Limit*

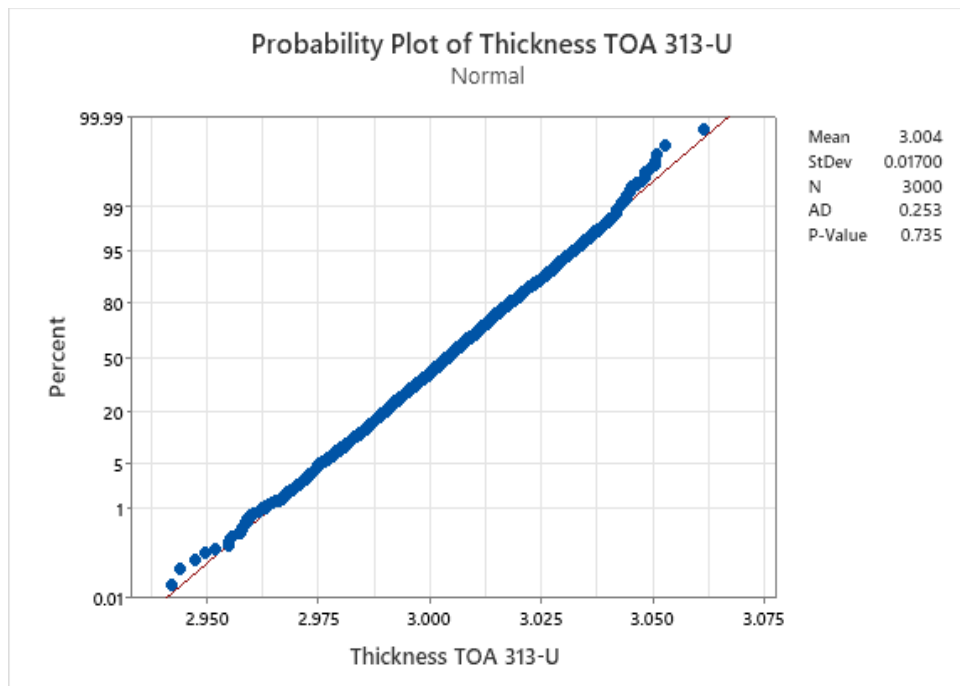
LSL: *Lower Specification Limit*

σ : Standar deviasi proses

Berikut merupakan perhitungan kapabilitas masing-masing faktor CTQ pada proses *stamping* produk TOA 313-U.

1. Ketebalan Produk (*Thickness*)

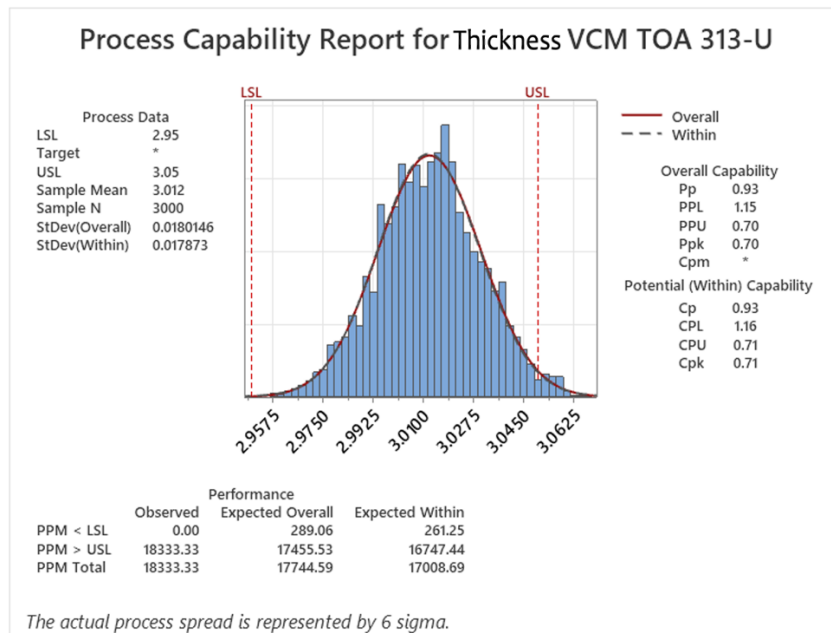
Berdasarkan data ketebalan produk (*thickness*) pada periode produksi Q1 FY24, berikut merupakan hasil pengujian normalitas data dengan menggunakan *software* Minitab.



Gambar 4.4 Hasil Uji Normalitas *Thickness* TOA 313-U

Berdasarkan pengujian tersebut, nilai p sebesar 0,735 dimana nilai tersebut lebih besar dari 0,05 yang menunjukkan bahwa data yang diperoleh memiliki persebaran normal dan dapat digunakan untuk pengolahan lebih lanjut pada penelitian ini.

Kemudian, perhitungan nilai kapabilitas proses dilakukan pada aspek CTQ ketebalan produk ini. Perhitungan ini menunjukkan kapabilitas proses *stamping* dalam mencapai spesifikasi ketebalan produk. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan *software* Minitab dengan hasil sebagai berikut.

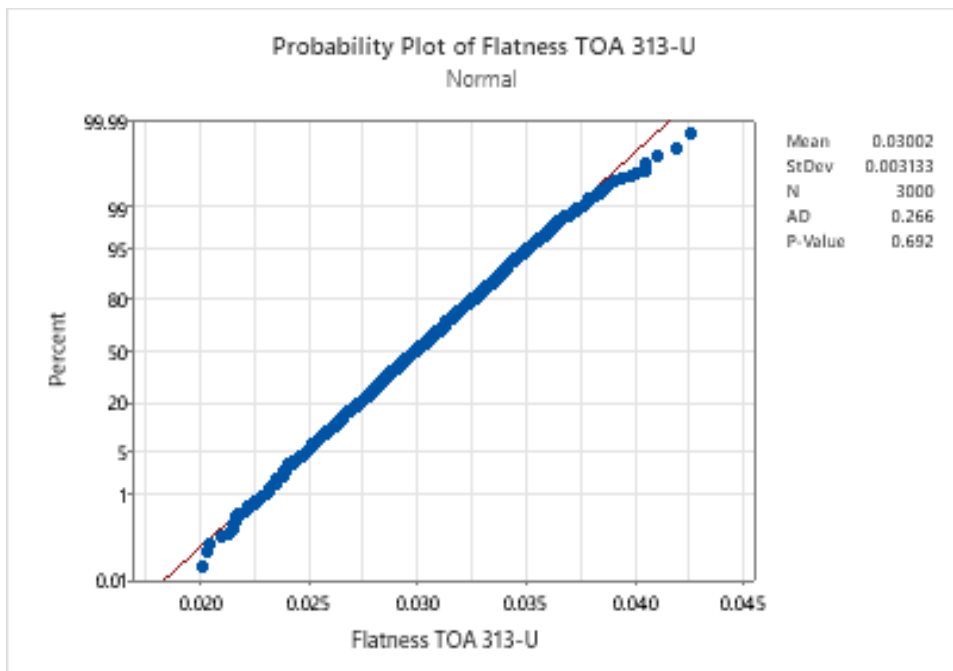


Gambar 4.5 Kapabilitas Proses *Thickness* TOA 313-U

Berdasarkan hasil perhitungan nilai kapabilitas proses dengan menggunakan *software* Minitab, dapat diketahui bahwa nilai Cp sebesar 0,93 lebih kecil dari 1,33 dimana nilai tersebut menunjukan bahwa proses ini dinilai belum mampu untuk mencapai hasil yang memenuhi spesifikasi produk. Berdasarkan hasil penilaian ini, aspek CTQ ketebalan produk (*thickness*) akan menjadi salah satu objek penelitian selanjutnya.

2. Kerataan Produk (*Flatness*)

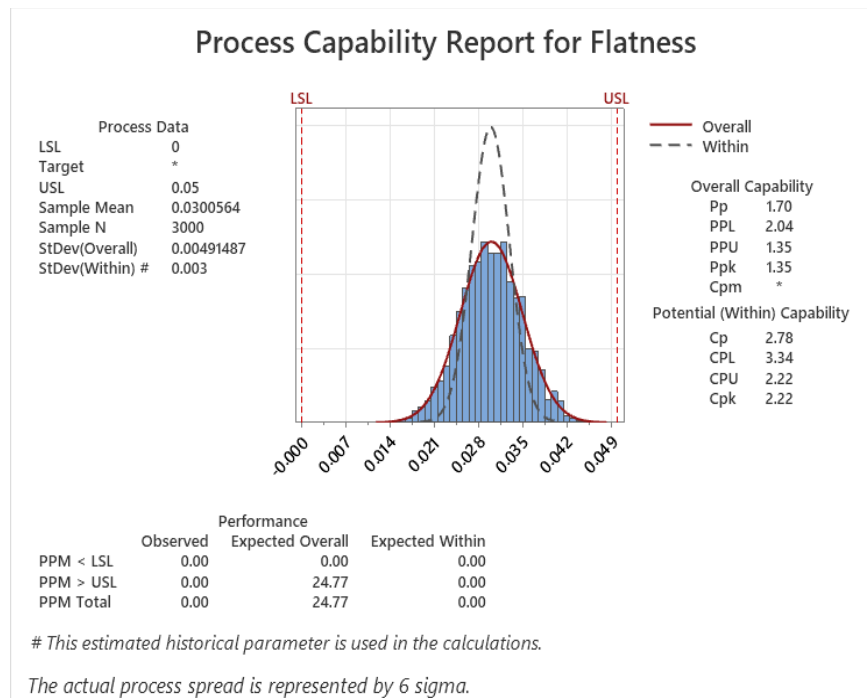
Berdasarkan data kerataan produk (*flatness*) pada periode produksi Q1 FY24, berikut merupakan hasil pengujian normalitas data dengan menggunakan *software* Minitab.



Gambar 4.6 Hasil Uji Normalitas *Flatness* TOA 313-U

Berdasarkan pengujian tersebut, nilai p sebesar 0,692 dimana nilai tersebut lebih besar dari 0,05 yang menunjukkan bahwa data yang diperoleh memiliki persebaran normal dan dapat digunakan untuk pengolahan lebih lanjut pada penelitian ini.

Kemudian, perhitungan nilai kapabilitas proses dilakukan pada aspek CTQ ketebalan produk ini. Perhitungan ini menunjukkan kapabilitas proses *stamping* dalam mencapai spesifikasi kerataan produk. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan *software* Minitab dengan hasil sebagai berikut.

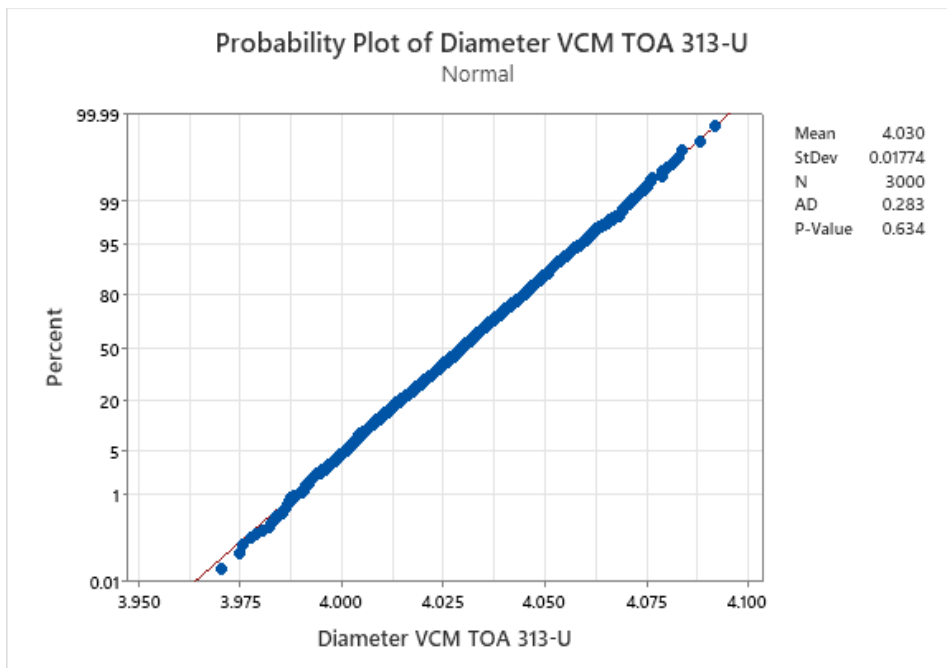


Gambar 4.7 Kapabilitas Proses *Flatness* TOA 313-U

Berdasarkan hasil perhitungan nilai kapabilitas proses dengan menggunakan *software* Minitab, dapat diketahui bahwa nilai Cp sebesar 2,78 lebih besar dari 1,33 dimana nilai tersebut menunjukan bahwa proses ini dinilai telah mampu untuk mencapai hasil yang memenuhi spesifikasi produk. Oleh karena itu, berdasarkan hasil penilaian ini, aspek CTQ kerataan produk (*flatness*) tidak akan menjadi salah satu objek penelitian selanjutnya.

3. Diameter Lubang Produk

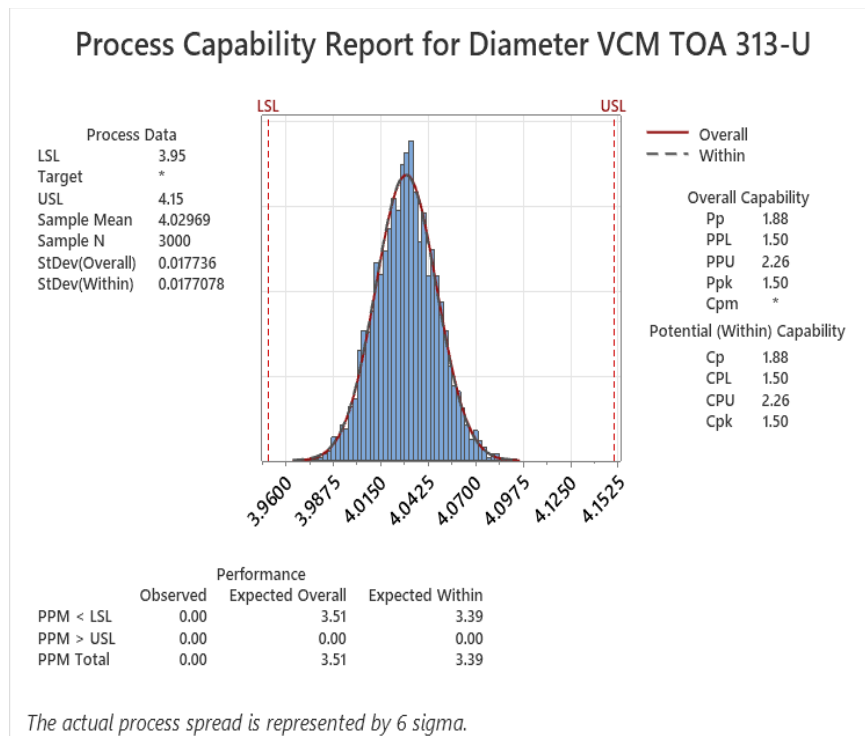
Berdasarkan data diameter lubang (*hole diameter*) pada periode produksi Q1 FY24, berikut merupakan hasil pengujian normalitas data dengan menggunakan *software* Minitab.



Gambar 4.8 Hasil Uji Normalitas Diameter Lubang TOA 313-Ue

Berdasarkan pengujian tersebut, nilai p sebesar 0,634 dimana nilai tersebut lebih besar dari 0,05 yang menunjukkan bahwa data yang diperoleh memiliki persebaran normal dan dapat digunakan untuk pengolahan lebih lanjut pada penelitian ini.

Kemudian, perhitungan nilai kapabilitas proses dilakukan pada aspek CTQ ketebalan produk ini. Perhitungan ini menunjukkan kapabilitas proses *stamping* dalam mencapai spesifikasi diameter lubang pada produk. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan *software* Minitab dengan hasil sebagai berikut.



Gambar 4.9 Kapabilitas Proses Diameter Lubang TOA 313-U

Berdasarkan hasil perhitungan nilai kapabilitas proses dengan menggunakan *software* Minitab, dapat diketahui bahwa nilai Cp sebesar 1,88 lebih besar dari 1,33 dimana nilai tersebut menunjukan bahwa proses ini dinilai telah mampu untuk mencapai hasil yang memenuhi spesifikasi produk. Oleh karena itu, berdasarkan hasil penilaian ini, aspek CTQ diameter lubang (*hole diameter*) tidak akan menjadi salah satu objek penelitian selanjutnya.

4.3.2 Karakteristik Kualitas

Dalam memproduksi VCM model TOA 313-U, PT XYZ merujuk kepada spesifikasi yang diberikan pelanggan. Setiap spesifikasi satu produk dengan yang lainnya dapat berbeda. Berikut merupakan spesifikasi aspek CTQ ketebalan (*thickness*), kerataan (*flatness*) dan diameter lubang (*hole diameter*) pada produk VCM TOA 313-U.

Tabel 4.3 Karakteristik Kualitas CTQ VCM TOA 313-U

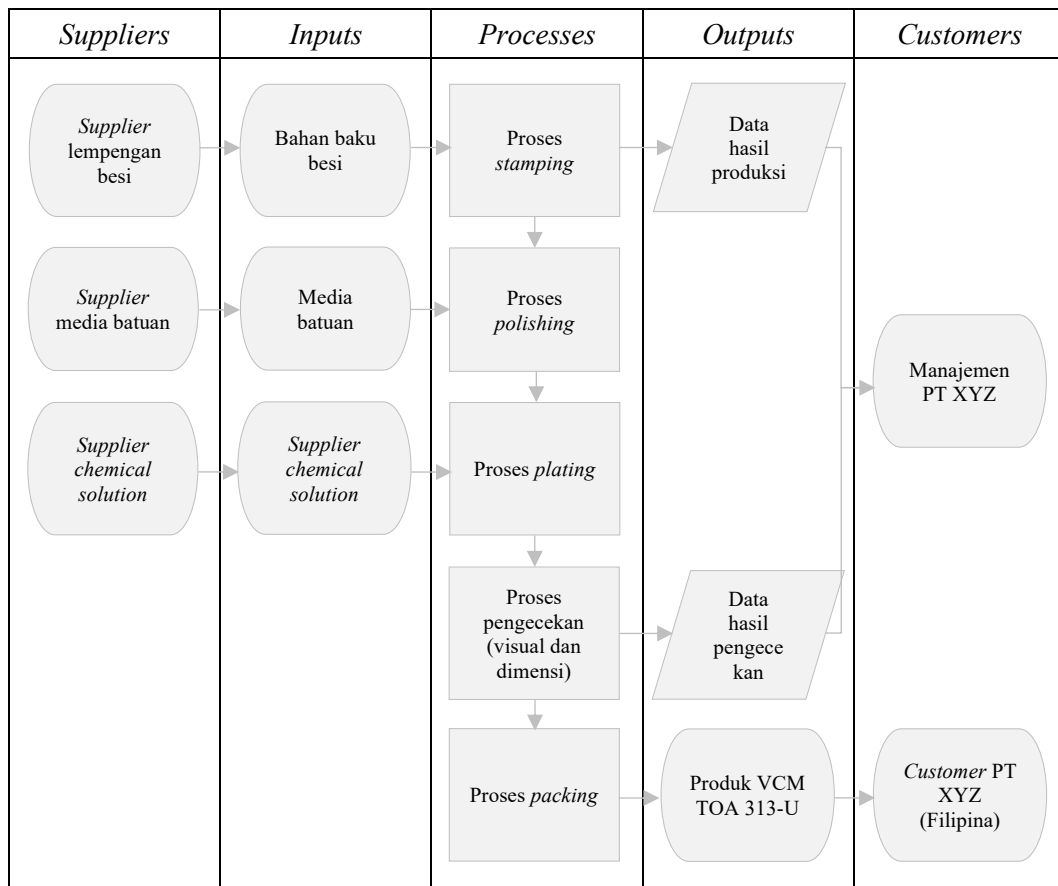
	<i>Thickness</i>	<i>Flatness</i>	<i>Hole Diameter</i>
Spesifikasi	3 ± 0,05	Max 0,10	4 ± 0,15
USL	3,05	0,10	4,15
LSL	2,95	0	3,85
<i>Control Limit</i>	3	0,05	4

Dalam menjaga kualitas produk, PT XYZ telah melakukan kontrol dalam internal perusahaan sebesar 90% dari spesifikasi pelanggan guna meningkatkan deteksi terhadap produk cacat. Sehingga, apabila dalam proses produksi *stamping* ditemukan produk diluar batas kontrol internal, produk tersebut akan dilakukan karantina sebelum akhirnya di buat keputusan terhadap produk tersebut, baik dilakukan *scrap* atau dilanjutkan ke proses selanjutnya dengan kategori “*special release and tighten control*”. Sehingga *lot* tersebut akan diperlakukan khusus dan tidak diperbolehkan untuk bercampur dengan *lot* lainnya.

4.3.3 Diagram SIPOC

Diagram SIPOC (*Supplier Input Process Output Customer*) digunakan untuk membantu dalam melakukan diskusi *brainstorming* dan menilai proses produksi untuk menemukan semua parameter yang relevan terkait peningkatan kualitas produk. Diagram ini diperoleh melalui hasil wawancara kepada narasumber dan penelitian langsung terhadap keseluruhan proses produksi VCM TOA 313-U. Berikut merupakan diagram SIPOC pada proses produksi VCM TOA 313-U di PT XYZ.

Tabel 4.4 Diagram SIPOC VCM TOA 313-U di PT XYZ



Berdasarkan diagram SIPOC tersebut, terdapat tiga pemasok inti pada proses produksi produk VCM TOA 313-U yaitu pemasok lempengan besi, media batuan dan *chemical solution*. Ketiga produk tersebut akan menjadi *input* bagi tiga proses produksi yaitu proses *stamping*, *polishing*, dan *plating*. Setelah melalui proses *plating*, produk akan melalui proses pengecekan visual dan dimensi yang mana hasil pengecekan tersebut akan menjadi *output* untuk pihak manajemen di PT XYZ bersama dengan data hasil produksi dari proses *stamping*. Selanjutnya, sebagai penutup proses produksi, terdapat proses *packing* yang mana proses ini akan menghasilkan produk akhir VCM TOA 313-U yang siap dikirim kepada pelanggan di negara Filipina.

4.4 *Measure*

Tahap *measure* atau pengukuran merupakan tahap yang dilakukan untuk melakukan pengolahan data produksi *stamping*, berupa penghitungan *cost of poor quality*, *Defect per Million Opportunity* (DPMO) dan nilai sigma dari proses *stamping* untuk produk VCM TOA 313-U di PT XYZ. Berikut merupakan uraian proses pengukuran pada penelitian ini.

4.4.1 *Cost of Poor Quality*

Perhitungan nilai *cost of poor quality* dilakukan berdasarkan data produksi TOA 313-U pada proses *stamping*. Proses ini merupakan pengalihan jumlah unit produk cacat dengan biaya produksi produk pada periode Q1 FY24 sebagai nilai kegagalan internal. Tabel 4.5 berikut merupakan uraian *cost of poor quality* produk VCM TOA 313-U pada proses *stamping*.

Tabel 4.5 Perhitungan *Cost of Poor Quality*

Periode Produksi	Jumlah Unit Produk Cacat (1)	Biaya Produksi per Unit TOA 313-U (\$) (2)	<i>Cost of Internal Failure</i> (\$) (3) = (1)*(2)
Juli	9,863	\$1,5	14.794,5
Agustus	7,353	\$1,5	11.029,5
September	11,484	\$1,5	17.226
Total	28,700	-	\$43.050

Perhitungan dilakukan tanpa melibatkan *external failure* dikarenakan kerugian ini hanya berada pada proses internal dan tidak ada kerugian eksternal yang terjadi. Menurut perhitungan nilai *cost of poor quality* tersebut, rata-rata nilai kerugian mencapai \$14.350 setiap bulannya. Kerugian tersebut berasal dari biaya *scrap* produk pada proses *stamping* dikarenakan ketidakmampuan proses untuk menghasilkan produk sesuai dengan spesifikasi pelanggan. Dengan demikian, proses perbaikan diperlukan untuk menurunkan atau menghilangkan nilai kerugian pada produk tersebut.

4.4.2 Defect per Million Opportunity (DPMO)

Perhitungan nilai *defect per million opportunity* (DPMO) pada produk VCM TOA 313-U dilakukan untuk menghitung kemungkinan suatu produk akan mengalami cacat dalam rasio satu juta. Berikut merupakan perhitungan DPMO pada produk TOA 313-U.

Tabel 4.6 Perhitungan Defect per Million Opportunity (DPMO)

Periode Produksi	Jumlah Unit Produk Cacat (1)	Jumlah Unit Produksi (2)	Jumlah CTQ (3)	<i>Defect per Million Opportunity</i> (DPMO) (4) = ((1)/((2)*(3)))*1.000.000
Juli	9.863	478.800	3	6.866
Agustus	7.353	342.000	3	7.167
September	11.484	529.200	3	7.234

Berikut merupakan contoh perhitungan DPMO pada bulan Juli:

$$DPMO = \frac{9.863}{478.800 \times 3} \times 1.000.000$$

$$DPMO = 6.866$$

Perhitungan DPMO diperoleh melalui pembagian jumlah unit produk cacat dengan jumlah unit produksi pada periode tertentu kemudian dikali dengan satu juta kemungkinan. Berdasarkan perhitungan DPMO pada tabel 4.6, dapat diketahui bahwa nilai DPMO produk TOA 313-U mencapai lebih dari 6.210 setiap bulannya. Nilai ini kemudian akan dikonversi kepada nilai sigma berdasarkan tabel konversi nilai DPMO kepada nilai sigma.

4.4.3 Nilai Sigma

Perhitungan nilai sigma dilakukan pada produk VCM TOA 313-U di proses *stamping*. Nilai sigma ini diketahui melalui nilai DPMO yang telah dihitung pada proses sebelumnya yang kemudian dikonversi pada nilai sigma. Perhitungan ini dilakukan pada periode Q1 FY24 yaitu bulan Juli sampai September tahun 2023. Berikut merupakan nilai sigma pada produk TOA 313-U.

Tabel 4.7 Nilai Sigma CTQ Produk VCM TOA 313-U

Periode Produksi	DPMO	Nilai Sigma
Juli	6.866	3,5
Agustus	7.167	3,5
September	7.234	3,5

Penentuan nilai sigma dilakukan berdasarkan tabel konversi nilai DPMO kepada nilai sigma. Menurut konversi tersebut, nilai DPMO diantara 6.210 dan 22.750 adalah 3,5 seperti diuraikan pada tabel berikut ini berdasarkan Westgard (2018).

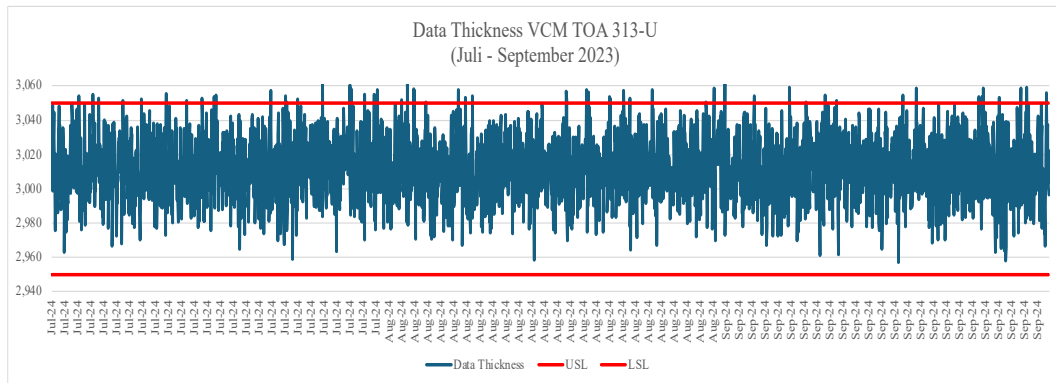
DPMO	Sigma	Yield (%)
...
6210	4	99.4
22,750	3.5	97.7
66,807	3	93.3
...

Berdasarkan tabel 4.7 diatas, nilai sigma proses produksi TOA 313-U adalah sigma 3,5. Dengan nilai sigma ini, dapat diketahui bahwa kemampuan proses stamping untuk produk VCM TOA 313-U untuk mencapai spesifikasi produk cukup rendah. Oleh karena itu, perbaikan pada proses stamping khusus nya yang berkaitan dengan CTQ *thickness* produk VCM TOA 313-U akan dilakukan sehingga diharapkan dapai meningkatkan nilai sigma.

4.5 *Analyse*

Pada tahap ini akan dilakukan analisis terhadap potensi akan permasalahan dan potensi perbaikan terhadap akar permasalahan tersebut. Analisis ini dilakukan pada spesifikasi *thickness* pada produk VCM TOA 313-U di PT XYZ. Berdasarkan

data *thickness* pada bulan Juli – September 2023, data menunjukkan kecenderungan melewati batas atas spesifikasi. Berikut merupakan grafik data *thickness* produk VCM TOA 313-U tersebut.

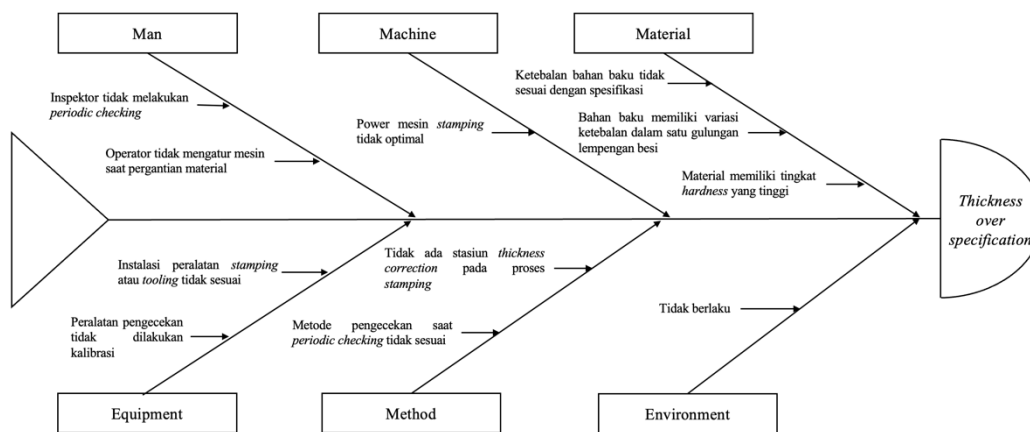


Gambar 4.10 Grafik Data Thickness

Berdasarkan grafik tersebut, dapat disimpulkan bahwa nilai kapabilitas proses yang rendah pada produk VCM TOA 313-U disebabkan karena adanya produk yang melebihi batas atas spesifikasi *thickness* atau disebut dengan *over specification*. Sehingga analisis potensi akar permasalahan dan potensi perbaikan akan dilakukan berdasarkan jenis cacat ini. Berikut merupakan uraian dari proses analisis penelitian.

4.5.1 Analisis Potensi Akar Permasalahan

Langkah pertama merupakan analisis potensi akar permasalahan. Langkah ini dilakukan dengan menggunakan metode Ishikawa dimana enam faktor yang berpotensi sebagai akar permasalahan akan dianalisis lebih dalam. Keenam faktor tersebut adalah manusia (*man*), mesin (*machine*), metode (*method*), bahan baku (*material*), peralatan (*equipment*) dan lingkungan (*environment*). Berikut merupakan diagram dari keenam analisis tersebut.



Gambar 4.11 Analisis Ishikawa Diagram

Setelah melakukan proses analisis dengan menggunakan Ishikawa diagram, berikut merupakan uraian dari analisis faktor penyebab permasalahan.

Tabel 4.8 Analisis Faktor Penyebab Permasalahan

Faktor	Penjelasan	Uraian
Manusia (<i>man</i>)	Faktor manusia pada analisis ini berupa operator dan inspector pada proses <i>stamping</i> .	Operator tidak mengatur mesin saat melakukan pergantian material sehingga menyebabkan mesin tidak beroperasi sesuai dengan tingkat ketebalan bahan baku besi.
		Inspector tidak melakukan pengecekan saat <i>periodic checking</i> sehingga tidak dapat mendeteksi apabila terdapat produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi ketebalan produk.
Mesin (<i>machine</i>)	Faktor mesin pada analisis ini merupakan mesin <i>stamping</i> yang digunakan untuk memproduksi VCM.	Mesin <i>stamping</i> tidak beroperasi secara optimal dalam memberikan <i>power</i> pada proses <i>stamping</i> .
Metode (<i>method</i>)	Faktor metode pada analisis ini merupakan metode yang	Tidak ada stasiun <i>thickness correction</i> pada proses <i>stamping</i> sehingga ketebalan produk hanya bergantung pada ketebalan

Faktor	Penjelasan	Uraian
	digunakan pada proses <i>stamping</i> .	<p>bahan baku dan uraian <i>progressive stamping</i>.</p> <p>Metode pengecekan saat <i>periodic checking</i> tidak sesuai sehingga tidak dapat mendeteksi apabila terdapat produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi ketebalan produk.</p>
Bahan baku (<i>material</i>)	Faktor bahan baku pada analisis ini merupakan bahan baku berupa gulungan besi.	<p>Ketebalan bahan baku tidak sesuai dengan spesifikasi saat pembelian sehingga menyebabkan kesulitan pada proses <i>stamping</i> untuk mendapatkan ketebalan produk yang diinginkan.</p> <p>Bahan baku memiliki variasi ketebalan dalam satu gulungan lempengan besi sehingga menyebabkan potensi variasi ketebalan produk pada bahan baku satu gulungan besi.</p> <p>Material memiliki tingkat kekerasan atau <i>hardness</i> yang tinggi sehingga menyebabkan kesulitan untuk melakukan <i>forming</i> pada proses <i>stamping</i> dan menyebabkan ketebalan akhir produk tidak sesuai.</p>
Peralatan (<i>equipment</i>)	Faktor peralatan pada analisis penelitian ini merupakan peralatan <i>tooling</i> dan peralatan pengecekan.	<p>Instalasi peralatan <i>stamping</i> atau <i>tooling</i> tidak sesuai yaitu <i>tooling</i> terlalu naik atau terlalu rendah sehingga menyebabkan adanya potensi <i>tooling</i> tidak menekan bahan baku dengan optimal.</p> <p>Peralatan pengecekan tidak dilakukan kalibrasi sehingga berpotensi menyebabkan <i>error</i> saat pengecekan dan tidak dapat mendeteksi apabila terdapat</p>

Faktor	Penjelasan	Uraian
		produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi ketebalan produk.
Lingkungan (<i>environment</i>)	Tidak berlaku	Tidak ada korelasi antara faktor lingkungan dengan adanya kegagalan proses <i>stamping</i> dalam menciptakan produk dengan <i>thickness</i> yang sesuai dengan spesifikasi pelanggan.

Berdasarkan hasil analisis Ishikawa tersebut, terdapat lima faktor yang berpotensi menyebabkan adanya kegagalan ketebalan produk atau *thickness* yang tidak sesuai, yaitu faktor manusia, mesin, metode, bahan baku dan peralatan. Dari kelima potensi permasalahan tersebut, dilakukan analisis lebih lanjut mengenai implementasi aktual pada setiap faktor tersebut.

Tabel 4.9 Pengecekan Aktual Faktor Akar Permasalahan

Faktor	Uraian	Pengecekan Aktual
Manusia (<i>man</i>)	Operator tidak mengatur mesin saat melakukan pergantian material sehingga menyebabkan mesin tidak beroperasi sesuai dengan tingkat ketebalan bahan baku besi.	Berdasarkan pengecekan aktual pada proses <i>stamping</i> , dapat diketahui bahwa operator selalu melakukan pengaturan mesin sebelum proses <i>stamping</i> dilakukan. Hal ini dibuktikan dengan adanya <i>checklist</i> dan <i>record</i> yang selalu diisi oleh operator sebelum proses <i>stamping</i> dilakukan.
	Inspektur tidak melakukan pengecekan saat <i>periodic checking</i> sehingga tidak dapat mendeteksi apabila terdapat produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi ketebalan produk.	Berdasarkan pengecekan aktual pada proses <i>stamping</i> , dapat diketahui bahwa inspektur selalu melakukan pengecekan berkala ketika proses <i>stamping</i> dilakukan. Hal ini dibuktikan dengan adanya <i>periodic checking record</i> yang senantiasa diisi oleh

Faktor	Uraian	Pengecekan Aktual
		inspector ketika melakukan pengecekan berkala.
Mesin (<i>machine</i>)	Mesin <i>stamping</i> tidak beroperasi secara optimal dalam memberikan <i>power</i> pada proses <i>stamping</i> .	Berdasarkan data persiapan proses <i>stamping</i> , setiap mesin akan dilakukan pengecekan berdasarkan matriks mesin. Selain itu, terdapat sebuah monitor yang dapat memberikan informasi mengenai daya atau <i>power</i> mesin <i>stamping</i> sehingga ketika daya mengalami penurunan, maka operator dapat mengetahuinya dengan segera dan melakukan pemberhentian proses <i>stamping</i> untuk kemudian dilakukan pengecekan.
Metode (<i>method</i>)	Tidak ada stasiun <i>thickness correction</i> pada proses <i>stamping</i> sehingga ketebalan produk hanya bergantung pada ketebalan bahan baku dan uraian <i>progressive stamping</i> .	Rangkaian proses <i>stamping</i> tidak memiliki stasiun <i>thickness correction</i> .
	Metode pengecekan saat <i>periodic checking</i> tidak sesuai sehingga tidak dapat mendeteksi apabila terdapat produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi ketebalan produk.	Metode pengecekan dengan menggunakan alat ukur <i>micrometer</i> yang sesuai dengan spesifikasi pelanggan dan telah dilakukan kalibrasi secara berkala sehingga hasil pengecekan dapat teridentifikasi akurat.
Bahan baku (<i>material</i>)	Ketebalan bahan baku tidak sesuai dengan spesifikasi saat pembelian sehingga menyebabkan kesulitan pada proses <i>stamping</i> untuk	Berdasarkan data pengecekan <i>incoming material</i> , material yang diterima dari pemasok telah memenuhi spesifikasi yang diberikan. Selain itu, apabila teridentifikasi material yang tidak

Faktor	Uraian	Pengecekan Aktual
	mendapatkan ketebalan produk yang diinginkan.	memenuhi spesifikasi, maka pihak terkait akan melakukan laporan keluhan kepada pemasok dan material tersebut akan ditangguhkan sampai ditentukannya keputusan; pengembalian material kepada pemasok (<i>return</i>) atau dilakukan <i>scrap</i> di perusahaan. Sehingga material yang tidak memenuhi spesifikasi tidak akan masuk kepada area produksi.
	Bahan baku memiliki variasi ketebalan dalam satu gulungan lempengan besi sehingga menyebabkan potensi variasi ketebalan produk pada bahan baku satu gulungan besi.	Berdasarkan data pengecekan sampel bahan baku sebelum dilakukan proses <i>stamping</i> , dapat diketahui bahwa dalam satu sampel lempengan seringkali teridentifikasi ketebalan lempengan yang bervariasi hingga 0,100mm. Selain itu, saat ini tidak ada spesifikasi yang mengatur variasi ketebalan lempengan kepada pemasok. Sehingga tidak ada kontrol baik dari pihak pemasok maupun pihak perusahaan.
	Material memiliki tingkat kekerasan atau <i>hardness</i> yang tinggi sehingga menyebabkan kesulitan untuk melakukan <i>forming</i> pada proses <i>stamping</i> dan menyebabkan ketebalan akhir produk tidak sesuai.	Berdasarkan data pengecekan sampel bahan baku terhadap tingkat <i>hardness</i> , temuan akan lempengan dengan tingkat <i>hardness</i> yang tidak sesuai dengan spesifikasi merupakan hal yang jarang terjadi. Selain itu, tingkat <i>hardness</i> juga telah ditentukan pada spesifikasi pembelian sehingga kedua belah pihak telah melakukan kontrol akan hal ini.
Peralatan (<i>equipment</i>)	Instalasi peralatan <i>stamping</i> atau <i>tooling</i> tidak sesuai yaitu <i>tooling</i> terlalu naik	Berdasarkan diskusi dengan <i>tooling manager</i> , sistem instalasi <i>tooling</i> telah menerapkan poka yoke sehingga dapat

Faktor	Uraian	Pengecekan Aktual
	atau terlalu rendah sehingga menyebabkan adanya potensi <i>tooling</i> tidak menekan bahan baku dengan optimal.	menghindari error saat instalasi <i>tooling</i> dilakukan.
	Peralatan pengecekan tidak dilakukan kalibrasi sehingga berpotensi menyebabkan <i>error</i> saat pengecekan dan tidak dapat mendeteksi apabila terdapat produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi ketebalan produk.	Berdasarkan data peralatan, setiap alat pengecekan telah diberlakukan kontrol terhadap kalibrasi. Pengecekan kalibrasi ini dilakukan tergantung kepada jenis alat dan frekuensi penggunaan. Rata-rata alat pengecekan dilakukan kalibrasi setiap setahun sekali, namun tidak menutup kemungkinan dilakukan setiap 6 bulan atau bahkan 3 bulan sekali.

Berdasarkan pengecekan aktual pada setiap faktor potensi akar permasalahan, terdapat dua faktor yang dinilai memiliki potensi besar untuk menyebabkan tidak tercapainya CTQ *thickness* pada produk VCM TOA 313-U, yaitu faktor metode dan faktor bahan baku. Pada metode, potensi permasalahan terjadi karena ketiadaan proses *thickness correction* pada rangkaian proses *stamping*. Hal ini menyebabkan *thickness* hanya dapat diperoleh berdasarkan tingkat akurasi ketebalan lempengan bahan baku. Kemudian, faktor kedua berupa faktor bahan baku dimana terdapat variansi ketebalan lempengan yang tinggi pada proses *sampling* bahan baku. Selain itu, variansi ketebalan lempengan ini tidak tertuang pada spesifikasi pembelian kepada pemasok, sehingga kedua belah pihak tidak melakukan kontrol pada variansi ini. Berdasarkan analisis ini, maka dapat disimpulkan bahwa potensi akar permasalahan tidak tercapainya *thickness* pada produk VCM TOA 313-U adalah karena ketiadaan proses *thickness correction* pada proses *stamping* dan ketiadaan kontrol pada variansi lempengan bahan baku.

4.5.2 Analisis Potensi Perbaikan

Analisis potensi perbaikan akan dilakukan pada faktor metode dan bahan baku yaitu pada proses *stamping* dan perbaikan kepada pihak pemasok. Melalui kedua faktor ini, potensi perbaikan telah dianalisis dengan harapan dapat meningkatkan nilai sigma. Berikut merupakan uraian analisis potensi perbaikan.

a. Perbaikan pada Proses *Stamping*

Proses *stamping* merupakan serangkaian *punch* dan *cutting* yang dibagi menjadi beberapa stasiun. Setiap stasiun memiliki fungsi yang berbeda satu dengan yang lainnya. Selain itu, setiap produk dapat memiliki jenis dan jumlah stasiun yang berbeda. Pada produk VCM TOA 313-U ini, terdapat 21 stasiun pada proses *stamping*. Secara garis besar, rangkaian proses *stamping* pada 21 stasiun ini terbagi menjadi proses *profile cutting*, *hole cutting*, dan *cut off*.

Berdasarkan analisis potensi akar permasalahan, ketiadaan stasiun *thickness correction* dapat menjadi salah satu penyebab tidak tercapainya faktor CTQ *thickness* pada produk TOA 313-U. Setelah dilakukan diskusi dengan pihak ahli yaitu *tooling manager*, pengaplikasian penambahan stasiun dapat dilakukan. Namun, hal ini akan memakan waktu yang lama untuk melakukan proses *re-design tooling*. Proses yang dibutuhkan sampai *tooling* dengan desain tambahan ini dapat digunakan pada produksi massal dapat memakan waktu hingga hitungan tahun dikarenakan perubahan ini sepatutnya melibatkan pihak pelanggan untuk persetujuan. Oleh karena itu, mengingat adanya limitasi waktu dalam pengerjaan penelitian ini, maka potensi perbaikan melalui perbaikan proses *stamping* berupa melakukan pembaruan desain *tooling* tidak dapat ditindaklanjuti lebih jauh pada penelitian ini.

b. Perbaikan pada Pemasok Bahan Baku

Perbaikan selanjutnya merupakan perbaikan pada pihak pemasok bahan baku dimana berdasarkan analisis potensi permasalahan, ketiadaan kontrol pada variasi ketebalan lempengan bahan baku dapat menyebabkan tidak tercapainya faktor CTQ *thickness* pada produk TOA 313-U. Perbaikan pada faktor ini dapat dilakukan dengan memberlakukan kontrol berupa tambahan spesifikasi variasi ketebalan

lempengan. Selain itu, dilakukan analisis pada pihak pemasok akan penyebab terjadinya variasi juga perlu dilakukan untuk mengetahui penyebab variasi tersebut dan cara untuk melakukan kontrol yang sesuai sehingga kejadian tersebut tidak terulang kembali.

Berdasarkan analisis potensi perbaikan ini, dapat disimpulkan bahwa perbaikan yang dapat dianalisis lebih lanjut dalam penelitian ini adalah perbaikan pada pihak pemasok dimana perlu dilakukannya diskusi lebih lanjut mengenai analisis penyebab terjadinya variasi lempengan dan rencana pengaplikasian kontrol terhadap variasi ketebalan lempengan besi.

4.6 Improve

Tahap *improve* merupakan tahap dimana proses perbaikan diimplementasikan kepada pihak yang telah ditentukan pada proses sebelumnya. Tahap ini mengaplikasikan perbaikan pada pihak pemasok yang berhubungan dengan variasi ketebalan lempengan besi. Berdasarkan diskusi yang telah dilakukan dengan pihak pemasok, dapat diketahui bahwa penyebab terjadinya variasi ini adalah adanya proses penggilingan lempengan yang tidak merata pada setiap sisi. Variasi ini dapat dikatakan sebagai fenomena yang wajar dalam sebuah proses *rolling* lempengan besi karena adanya sifat alami dari besi itu sendiri. Namun, hal ini dapat diperbaiki dengan melakukan proses penggilingan tambahan sehingga ketebalan lempengan besi menjadi lebih stabil. Selain itu, pemasok juga menyetujui adanya kontrol pada ketebalan lempengan sebesar 0,060mm pada setiap lempengan besi.

Dalam pelaksanaan proses perbaikan ini, dilakukan analisis 5W + 1H untuk memudahkan dan mempertegas proses perbaikan. Metode ini akan memberikan fokus kepada perbaikan yang dilakukan. Berikut merupakan uraian 5W + 1H pada penelitian ini.

- What* : Perbaikan berupa kontrol variansi ketebalan lempengan besi dari pemasok sebesar 0,040mm.
- Where* : Perbaikan ini dilakukan pada proses produksi lempengan besi khususnya proses *rolling* besi.
- Who* : Perbaikan ini dilakukan oleh pemasok lempengan besi.
- When* : Perbaikan ini dilakukan pada periode produksi Q2 FY24 berdasarkan kalender PT XYZ.
- Why* : Perbaikan ini dilakukan karena ingin meminimalisir atau menghilangkan potensi variansi ketebalan lempengan besi.
- How* : Perbaikan ini dilakukan melalui tambahan frekuensi proses penggilingan lempengan besi.

Perbaikan ini telah berhasil dilaksanakan di PT XYZ pada periode produksi Q2 FY24 atau selama bulan Oktober-Desember 2023. Selama periode tersebut, proses diskusi dengan pemasok telah dilakukan hingga perbaikan ini disetujui oleh pemasok. Dengan adanya perbaikan ini, maka peningkatan nilai sigma diharapkan dapat tercapai.

4.7 Control

Tahap terakhir pada penelitian ini adalah *control*. Pada tahap ini, akan dilakukan perhitungan ulang terhadap nilai *cost of poor quality*, DPMO dan nilai sigma setelah proses perbaikan telah terimplementasi pada proses *stamping*. Perbaikan telah secara efektif dilakukan pada bulan Desember 2023, sehingga penilaian ini dilakukan selama 3 bulan berikutnya yaitu terhitung sejak Januari-Maret 2024. Berikut merupakan uraian tahap *control* pada penelitian ini.

4.7.1 Perhitungan *Cost of Poor Quality* Setelah Perbaikan

Perhitungan nilai *cost of poor quality* dilakukan pada periode produksi setelah diterapkannya perbaikan pada pemasok bahan baku. Berikut merupakan uraian perhitungan tersebut.

Tabel 4.10 Perhitungan *Cost of Poor Quality* Setelah Perbaikan

Periode Produksi	Jumlah Unit Produk Cacat (1)	Biaya Produksi per Unit TOA 313-U (\$) (2)	<i>Cost of Internal Failure</i> (\$) (3) = (1)*(2)
Januari	547	\$1,5	820,5
Februari	680	\$1,5	1.020
Maret	583	\$1,5	874,5
Total	3.064	-	\$2.715

Berdasarkan uraian pada Tabel 4.10, dapat diketahui bahwa terdapat penurunan jumlah unit produk cacat pada periode produksi setelah dilakukan perbaikan pada pemasok bahan baku. Setelah dilakukan analisa lebih lanjut, produk cacat yang terdeteksi pada periode ini merupakan akumulasi dari beberapa cacat dimensi *non-critical* dan cacat secara visual dimana terdapat kemungkinan untuk dilakukan *rework* atau dapat diperbaiki pada proses produksi selanjutnya, seperti proses *polishing* dan proses *plating*.

4.7.2 Perhitungan Nilai DPMO Setelah Perbaikan

Perhitungan nilai *defect per million opportunity* (DPMO) setelah dilakukannya perbaikan pada pemasok bahan baku diuraikan pada Table 4.11 sebagai berikut.

Tabel 4.11 Perhitungan Nilai DPMO Setelah Perbaikan

Periode Produksi	Jumlah Unit Produk Cacat (1)	Jumlah Unit Produksi (2)	Jumlah CTQ (3)	<i>Defect per Million Opportunity</i> (DPMO) (4) = ((1)/((2)*(3)))*1.000.000
Januari	547	288.000	3	633
Februari	680	324.000	3	700
Maret	583	324.000	3	600

Berdasarkan perhitungan nilai DPMO tersebut, dapat diketahui bahwa nilai DPMO mengalami penurunan yang cukup signifikan pada proses stamping produk VCM TOA 313-U.

4.7.3 Nilai Sigma Setelah Perbaikan

Nilai sigma setelah perbaikan ditentukan berdasarkan nilai DPMO yang telah diperoleh sebelumnya yang merujuk kepada tabel konversi nilai sigma. Tabel 4.12 berikut merupakan uraian nilai sigma pada periode setelah dilakukan perbaikan pada pemasok bahan baku.

Tabel 4.12 Nilai Sigma Setelah Proses Perbaikan

Periode Produksi	DPMO	Nilai Sigma
Januari	633	4,5
Februari	700	4,5
Maret	600	4,5

Berdasarkan Tabel 4.12, nilai sigma pada periode setelah dilakukan perbaikan mengalami peningkatan. Hal ini membuktikan bahwa perbaikan pada pemasok bahan baku dapat meningkatkan nilai sigma yang mana menurunkan tingkat cacat produk pada proses *stamping* VCM TOA 313-U di PT XYZ.

4.8 Implikasi Manajerial

Setelah dilakukan serangkaian penelitian, beberapa temuan penting pada penelitian ini dianggap perlu untuk diberikan respon dan perhatian oleh pihak manajemen. Hal ini dilakukan untuk memberikan perhatian khusus kepada pihak manajemen mengenai temuan penting dari penelitian, respon yang diharapkan beserta kemungkinan penanggung jawab yang andil pada temuan tersebut. Berikut merupakan uraian dari implikasi manajerial pada penelitian ini.

Tabel 4.13 Implikasi Manajerial

No	Temuan Penting	Respons Manajemen yang Diperlukan	Penanggung Jawab
1.	Kajian terhadap spesifikasi pembelian bahan baku perlu dilakukan untuk menghindari adanya ketiadaan kontrol yang berpengaruh terhadap kualitas produk.	Melakukan kajian ulang secara bertahap pada setiap produk untuk mengevaluasi kesesuaian spesifikasi pembelian bahan baku.	<i>Purchasing Department</i> dan <i>NPI Department</i> .
2.	Edukasi mengenai <i>continuous improvement</i> kepada pemasok penting dilakukan untuk menjaga kestabilan kualitas produk yang akan di terima.	Melakukan pertemuan reguler baik secara online maupun secara langsung untuk mengetahui kondisi proses produksi pada pemasok dan memberikan masukan yang terkait pada perbaikan berkelanjutan.	<i>Quality Department</i> dan <i>Purchasing Department</i>
		Melakukan proses audit kepada pemasok baik berupa <i>self-audit</i> maupun <i>on-site</i> sehingga kapabilitas proses produksi pada pemasok dapat terkendali.	<i>Quality Department</i> dan <i>Purchasing Department</i>
3.	Edukasi mengenai <i>continuous improvement</i> kepada internal perusahaan penting dilakukan untuk menjaga kestabilan kualitas produk yang akan di produksi.	Melakukan proses audit secara berkala pada setiap proses di perusahaan. Hal ini dapat mendeteksi secara lebih awal potensi penyimpangan yang mungkin terjadi dikemudian hari.	<i>Quality Department</i>

Berdasarkan uraian implikasi manajerial pada tabel diatas, terdapat setidaknya tiga temuan penting bagi perusahaan. Temuan pertama berupa ketiadaan sebuah spesifikasi pada suatu pembelian yang mengakibatkan adanya penyimpangan pada

proses produksi. Sehingga departemen yang diprediksi akan terlibat adalah *Purchasing Department* dan *NPI Department*. Temuan selanjutnya berupa pentingnya edukasi mengenai *continuous improvement* kepada pihak pemasok maupun internal perusahaan, sehingga adanya proses audit secara berkala diharapkan menjadi respon pihak manajemen yang bersangkutan yaitu *Quality Department* dan *Purchasing Department*. Dengan adanya temuan penting dan respon yang positif dari pihak manajemen, keberlangsungan hasil penelitian ini dapat tepat sasaran dan menjadi masukan positif bagi perusahaan.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan merupakan bagian penulisan yang akan menjawab tujuan penelitian yang telah diuraikan sebelumnya. Berdasarkan pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan pada penelitian ini, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil analisis pada proses *stamping* VCM TOA 313-U, dapat disimpulkan bahwa nilai sigma pada produk ini dapat dikatakan cukup rendah yaitu sebesar 3.5 sigma. Hal ini sejalan dengan tingginya *cost of poor quality* pada produk ini dimana rata-rata mencapai \$14.350 setiap bulannya. Hal ini dapat memberikan gambaran bahwa kapabilitas proses *stamping* pada produk ini dinilai cukup rendah.
2. Berdasarkan hasil analisis setelah dilakukan perbaikan pada pemasok bahan baku, proses *stamping* untuk produk VCM TOA 313-U telah mengalami peningkatan. Hal ini terbukti dengan adanya peningkatan nilai sigma menjadi 4,5 yang sejalan dengan menurunnya *cost of poor quality* pada produk ini yaitu rata-rata \$2.715 pada setiap bulannya. Dengan adanya perbaikan ini, maka proses *stamping* untuk produk VCM TOA 313-U di PT XYZ mengalami penurunan *cost of poor quality* sebanyak 18,9% selama 3 bulan setelah dilakukannya proses perbaikan.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah berupa gagasan untuk melanjutkan penelitian melakukan analisis lebih lanjut pada proses *polishing* dan proses *plating* sehingga perusahaan dapat mengetahui korelasi *defect* ini dengan kedua proses tersebut. Dengan demikian, perusahaan dapat memaksimalkan proses perbaikan dan mencapai nilai sigma sempurna. Kemudian, diperlukan juga analisis kepada model VCM lain yang memiliki jenis *defect* yang sama dan dilakukan perbaikan serupa sehingga hasil penelitian ini dapat menjangkau area yang lebih

luas. Selain itu, konsep penelitian ini juga dapat diterapkan pada perusahaan lain atau bidang industri lainnya untuk mengetahui keberhasilan konsep penelitian dan memberikan manfaat keilmuan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ab Talib, M. S., Hamid, A. B. A., & Thoo, A. C. (2015). Critical success factors of supply chain management: a literature survey and Pareto analysis. *EuroMed Journal of Business*.
- Ali, F. A., Ghaffar, Y. A., Al-Swidi, A., & Ahmad, A. (2021). Titleyield index based on concept of six sigma SSCpk for assessment process performance in industries. *Proceedings on Engineering*, 3(2), 139-148.
- Arcidiacono, G., & Nuzzi, S. (2017). A review of the fundamentals on process capability, process performance, and process sigma, and an introduction to process sigma split. *International journal of applied engineering research*, 12(14), 4556-4570.
- Atkinson, S., Ingham, J., Cheshire, M., & Went, S. (2010). Defining quality and quality improvement. *Clinical Medicine*, 10(6), 537.
- Al-Kaseem, A., In'airat, M., & Bakri, A., A. (2013). Evaluation tools of total quality management in business organization. *European Journal of Business and Management*, 5(6), 41-51.
- Azizi, R., Maleki, M., Moradi-Moghadam, M., & Cruz-Machado, V. (2016). The impact of knowledge management practices on supply chain quality management and competitive advantages. *Management and Production Engineering Review*, (1).
- Badgajar, T. Y., & Wani, V. P. (2018). Stamping process parameter optimization with multiple regression analysis approach. *Materials Today: Proceedings*, 5(2), 4498-4507.
- Bajaj, S., Garg, R., & Sethi, M. (2018). Total quality management: a critical literature review using Pareto analysis. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 67(1), 128-154.
- Bakator, M., Borić, S., & Petrović, N. (2018). Differences and similarities between Total Quality Management, ISO 9001, Lean production, and Six SIGMA. *International Journal" Advanced Quality*, 46(1), 17-20.
- Bang, J., Kim, M., Bae, G., Song, J., & Lee, M. G. (2023, June). Wear characteristics of the tool in the cold stamping process of ultra high strength steel sheets by establishing a novel wear test method based on the progressive die. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 1284, No. 1, p. 012085). IOP Publishing.
- Baptista, A., Silva, F. J. G., Campilho, R. D. S. G., Ferreira, S., & Pinto, G. (2020). Applying DMADV on the industrialization of updated components in the automotive sector: a case study. *Procedia Manufacturing*, 51, 1332-1339.
- Bastas, A., & Liyanage, K. (2018). Sustainable supply chain quality management: A systematic review. *Journal of cleaner production*, 181, 726-744.

- Deeb, S., Bril-El Haouzi, H., Aubry, A., & Dassisti, M. (2018). A generic framework to support the implementation of six sigma approach in SMEs. *IFAC-PapersOnLine*, 51(11), 921-926.
- Chaudhary, R., & Kansal, A. (2015). A perspective on the future of the magnetic hard disk drive (HDD) technology. *International Journal of Technical Research and Applications*, 3(3), 63-74.
- Chopra, S. and Meindl, P. (2001), *Supply Chain Management*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Costa, J. P., Lopes, I. D. S., & Brito, J. P. (2019). Six Sigma application for quality improvement of the pin insertion process. *Procedia Manufacturing*, 38, 1592-1599.
- Council, A. S. C. (2017). APICS Supply Chain Operations Reference Model: SCOR Version 12.0.
- Cox, M., & Sandberg, K. (2018). Modeling causal relationships in quality improvement. *Current problems in pediatric and adolescent health care*, 48(7), 182-185.
- Djatmiko, D. N., & Handayati, Y. (2023). Quality Improvement to Enhance Customer Satisfaction Using Lean Six Sigma (Case Study: XYZ Restaurant).
- Garvin, D. (1987). Competing on the eight dimensions of quality. *Harv. Bus. Rev.*, 101-109.
- Hossen, J., Ahmad, N., & Ali, S. M. (2017). An application of Pareto analysis and cause-and-effect diagram (CED) to examine stoppage losses: a textile case from Bangladesh. *The journal of the textile institute*, 108(11), 2013-2020.
- Ishak, A., Siregar, K., & Naibaho, H. (2019, May). Quality control with Six Sigma DMAIC and grey failure mode effect analysis (FMEA): a review. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 505, No. 1, p. 012057). IOP Publishing.
- Jayaprasad, G., Dhanalakshmi, P. P., Baskaran, M., & Hemachandran, S. (2018). Analysis of low isolation problem in HMC using Ishikawa model: A case study. *Microelectronics reliability*, 81, 195-200.
- Kam, A. W., Collins, S., Park, T., Mihail, M., Stanaway, F. F., Lewis, N. L., ... & Smith, J. E. (2021). Using Lean Six Sigma techniques to improve efficiency in outpatient ophthalmology clinics. *BMC Health Services Research*, 21, 1-9.
- Kamsu-Foguem, B., & Tiako, P. (2017). Risk information formalisation with graphs. *Computers in Industry*, 85, 58-69.
- Kiran, D. R. (2016). *Total quality management: Key concepts and case studies*. Butterworth-Heinemann.
- Kumar, R., Bhattacharjee, A., Singh, A. D., Singh, S., & Pruncu, C. I. (2020). Selection of portable hard disk drive based upon weighted aggregated sum

- product assessment method: A case of Indian market. *Measurement and Control*, 53(7-8), 1218-1230.
- Kurnia, H., & Purba, H. H. (2021). A systematic literature review of lean six sigma in various industries. *Journal of Engineering and management in Industrial System*, 9(2), 19-30.
- Lotfi, Z., Sahran, S., Mukhtar, M., & Zadeh, A. T. (2013). The relationships between supply chain integration and product quality. *Procedia Technology*, 11, 471-478.
- Mahmood, S., M. Ahmed, S., Panthi, K., & Ishaque Kureshi, N. (2014). Determining the cost of poor quality and its impact on productivity and profitability. *Built Environment Project and Asset Management*, 4(3), 296-311.
- Mansur, A. (2016). Plastic Injection Quality Controlling Using the Lean Six Sigma and FMEA Method. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 105, No. 1, p. 012006). IOP Publishing.
- Mashwama, N., Aigbavboa, C., & Thwala, D. (2017). An assessment of the critical success factor for the reduction of cost of poor quality in construction projects in Swaziland. *Procedia Engineering*, 196, 447-453.
- Masood, I., & Shyen, V. B. E. (2016, November). Quality control in hard disc drive manufacturing using pattern recognition technique. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 160, No. 1, p. 012008). IOP Publishing.
- Mekarisce, A. A. (2020). Teknik pemeriksaan keabsahan data pada penelitian kualitatif di bidang kesehatan masyarakat. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Masyarakat: Media Komunikasi Komunitas Kesehatan Masyarakat*, 12(3), 145-151.
- Milovanović, V. (2014). Achieving total quality management through implementation of ISO 9001. *Advanced Quality*, 42(4), 19-24.
- Mishra, P., & Kumar Sharma, R. (2014). A hybrid framework based on SIPOC and Six Sigma DMAIC for improving process dimensions in supply chain network. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 31(5), 522-546.
- Mohammed, A. S. A., Tibek, S. R. H., & Endot, I. (2013). The principles of total quality management system in world Islamic call society. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 102, 325-334.
- Murmura, F., Bravi, L., Musso, F., & Mosciszko, A. (2021). Lean Six Sigma for the improvement of company processes: the Schnell SpA case study. *The TQM Journal*, 33(7), 351-376.
- Okwu, M. O., Enarevba, D. R., Tartibu, L. K., Oyejide, O. J., & U-Dominic, C. M. (2021). Six Sigma as a Strategy for Process Improvement in Industry 4.0.

- Parmar, A., N., & Awashti, S. (2018). Review on quality management using 7 QC tools. *International Journal of trends in Research & Development (IJTRD)*, 5(2), 355-358.
- Prabhakar, S. (2019). Impacts of the Cost of Quality Components on Business Execution and the Strategies to Minimize the Cost of Poor Quality. *International Journal of Engineering and Management Research*, 9(1).
- Rukajat, A. (2018). Pendekatan penelitian kualitatif (Qualitative research approach). Deepublish.
- Sachin, S., & Dileplal, J. (2017). Six sigma methodology for improving manufacturing process in a foundry industry. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 4(5), 131-136.
- Sahoo, S., & Yadav, S. (2018). Total quality management in Indian manufacturing SMEs. *Procedia Manufacturing*, 21, 541-548.
- Saporito, A., Tassone, C., Di Iorio, A., Barbieri Saraceno, M., Bressan, A., Pini, R., ... & La Regina, D. (2023). Six Sigma can significantly reduce costs of poor quality of the surgical instruments sterilization process and improve surgeon and operating room personnel satisfaction. *Scientific Reports*, 13(1), 14116.
- Schmuck, R. (2021). Global supply chain quality integration strategies and the case of the Boeing 787 Dreamliner development. *Procedia Manufacturing*, 54, 88-94.
- Sjarifudin, D., Kurnia, H., Purba, H. H., & Jaqin, C. (2022). Implementation of six sigma approach for increasing quality formal men's jackets in the garment industry. *Jurnal Sistem Dan Manajemen Industri*, 6(1), 33-44.
- Soendari, T. (2012). Pengujian keabsahan data penelitian kualitatif. Bandung: Jurusan PLB Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Pendidikan Indonesia.
- Tengtarto, M. A. K., Singgih, M. L., & Siswanto, N. (2023, May). From 1904 to 2022: A Comprehensive Review of Six Sigma Methodology. In *International Conference on Intellectuals' Global Responsibility (ICIGR 2022)* (pp. 629-639). Atlantis Press.
- Thakur, V., Akerele, O. A., Brake, N., Wiscombe, M., Broderick, S., Campbell, E., & Randell, E. (2023). Use of a Lean Six Sigma approach to investigate excessive quality control (QC) material use and resulting costs. *Clinical Biochemistry*, 112, 53-
- Topalović, S. (2015). The implementation of total quality management in order to improve production performance and enhancing the level of customer satisfaction. *Procedia Technology*, 19, 1016-1022.
- Untoro, O. B., & Iftadi, I. (2020). Six Sigma as a Method for Controlling and Improving the Quality of Bed Series Products. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 19(2), 131-141.

- Utami, M. W. D., Ma'aram, A., & Hisjam, M. (2021, March). Six sigma implementation in production process in electronic company Malaysia. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 1096, No. 1, p. 012012). IOP Publishing.
- Vendrame Takao, M. R., Woldt, J., & Da Silva, I. B. (2017). Six Sigma methodology advantages for small-and medium-sized enterprises: A case study in the plumbing industry in the United States. *Advances in Mechanical Engineering*, 9(10), 1687814017733248.
- Wu, P., Wang, Y., & Wan, P. (2019). Study on simulation of stamping process and optimization of process parameters of fender. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2019, 1-9.
- Westgard, S., Bayat, H., & Westgard, J. O. (2018). Analytical Sigma metrics: a review of Six Sigma implementation tools for medical laboratories. *Biochemia Medica*, 28(2), 174-185.
- Zhang, Z., & Li, J. (2020). Big-data-driven low-carbon management. *Big Data Mining for Climate Change*, Elsevier, 287-299.
- Zhong, J., Ma, Y., Tu, Y., & Li, X. (2016). Supply chain quality management: an empirical study. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*.

LAMPIRAN

Data CTQ Proses *Stamping* VCM TOA 313-U (Juli-September 2023)

No	<i>Thickness</i>	<i>Flatness</i>	<i>Hole Diameter</i>
	3 ± 0,05	Max 0,10	4 ± 0,15
1	3,030	0,032	3,993
2	3,000	0,034	4,048
3	3,012	0,039	4,031
4	3,049	0,031	4,012
5	2,999	0,026	4,020
6	3,018	0,033	4,004
7	3,017	0,030	4,016
8	3,045	0,032	4,018
9	3,030	0,033	4,030
10	3,013	0,031	4,024
...	2,976	0,030	4,035
...	2,980	0,028	4,023
...	3,003	0,034	4,024
...	3,020	0,031	4,046
...	3,012	0,033	3,994
...	3,013	0,032	4,005
...	2,994	0,032	4,033
...	3,006	0,031	4,030
...	2,986	0,027	4,032
...	2,995	0,028	4,018
...	3,034	0,025	4,064
...	3,010	0,031	4,016
...	3,048	0,028	4,032
...	2,995	0,035	3,987
...	3,012	0,036	4,024
...	3,037	0,032	4,010
...	3,017	0,036	4,027
...	3,001	0,028	4,016

No	<i>Thickness</i>	<i>Flatness</i>	<i>Hole Diameter</i>
	3 ± 0,05	Max 0,10	4 ± 0,15
2991	2,993	0,036	4,039
2992	2,988	0,041	4,013
2993	3,001	0,029	4,031
2994	3,006	0,034	4,011
2995	3,019	0,029	4,036
2996	3,012	0,039	4,052
2997	3,035	0,030	4,030
2998	3,024	0,029	4,041
2999	3,024	0,032	4,055
3000	3,006	0,028	4,030