

**ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUKSI UNTUK
MENGURANGI TINGKAT KECACATAN PRODUK TUTUP BOTOL
MENGUNAKAN METODE *SIX SIGMA***

(Studi Kasus Pada PT. XYZ)

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Starta-1
Pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri**



Disusun Oleh

Nama : Rahmad Husaini

No. Mahasiswa : 16522208

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2020

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang telah saya jelaskan. Jika kemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak kekayaan intelektual, maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 2 Desember 2020



Rahmad Husaini

NIM. 16522208

الجمعة المباركة
الاستاذة
الانيسة

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUKSI UNTUK MENGURANGI
TINGKAT KECACATAN PRODUK TUTUP BOTOL MENGGUNAKAN
METODE SIX SIGMA**

(Studi Kasus Pada PT. XYZ)

TUGAS AKHIR

Oleh :

Nama : Rahmad Husaini
NIM : 16 522 208
Fakultas/Jurusan : FTI/Teknik Industri

Yogyakarta, 9 Oktober 2020

Menyetujui,


Qurtubi, S.T., M.T.

NIP. 155221303

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUKSI UNTUK MENGURANGI
TINGKAT KECACATAN PRODUK TUTUP BOTOL MENGGUNAKAN METODE SIX
SIGMA (Studi Kasus Pada PT. XYZ)

Disusun Oleh :

Nama : Rahmad Husaini

No. Mahasiswa : 16 522 208

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Starta-1 Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 2 Desember 2020

Tim Penguji

Qurtubi S.T., M.T.

Ketua

Dr. Ir. Elisa Kusri M.T., CPIM., CSCP.

Dosen Penguji I

Vembri Noor Helia S.T., M.T.

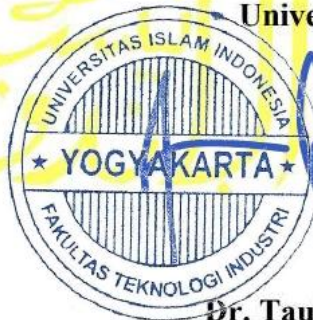
Dosen Penguji II

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Dr. Taufiq Immawan, S.T., M.M.

LEMBAR PENELITIAN



FAKULTAS
TEKNIK INDUSTRI

Gedung KH. Mas Mansur
J. Kalasan Km 14.5 Yogyakarta
Telp. (0274) 895287, 898444 ext 2511;
Fax. (0274) 895007

SURAT KETERANGAN PENELITIAN

Nomor : 212/A/Ka.Lab SIOP/FTI-UII/X/2020

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Kami yang bertanda tangan dibawah ini, menerangkan bahwa mahasiswa dengan keterangan sebagai berikut :

Nama : Rahmad Husaini

No. Mhs : 16522208

Dosen Pembimbing : Qurtubi, S.T., M.T.

Telah selesai melaksanakan penelitian yang berjudul "**Analisis Pengendalian Kualitas Produksi untuk Mengurangi Tingkat Kecacatan Produk Tutup Botol Menggunakan Metode Six Sigma**" di Laboratorium Statistika Industri dan Optimasi (SIOP) Prodi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia tercatat mulai tanggal 04 September sampai dengan tanggal 28 September 2020

Demikian surat keterangan kami keluarkan, agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dikeluarkan : di Yogyakarta

Tanggal : 09 Oktober 2020

Mengetahui,

Kepala Lab. Statistik Industri dan Optimasi (SIOP)

(Annisa Uswatun Khasanah, S.T., M.Sc)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Terimakasih saya ucapkan kepada kedua orang tua saya yang sangat saya sayangi dan saya banggakan. Terimakasih telah mendoakan, mendukung serta memberi semangat kepada saya dari awal kuliah hingga selesai penulisan Tugas Akhir ini. Serta tidak lupa saya ucapkan banyak terimakasih kepada teman-teman bergadang saya dalam membantu penulisan tugas akhir ini, terimakasih sekali karena sudah mendukung saya hingga memberikan motivasi serta ide kepada saya dalam penyusunan Tugas Akhir ini.



HALAMAN MOTTO

“Lakukanlah sesuai dengan kemampuanmu, jangan dipaksakan dan teruslah berprogres.”

يُسْرًا أَلْعُسْرَ مَعَ إِنَّ

Artinya : “*Sesungguhnya beserta kesulitan itu ada kemudahan*”

(Qs. Al-Insyirah: 6)

وَمَنْ جَاهِدْ فَإِنَّمَا يُجَاهِدُ فِيهِ لِنَ

Artinya : “*Dan Barang siapa yang bersungguh sungguh, maka sesungguhnya kesungguhan itu untuk kebaikan dirinya sendiri*”

(Qs. Al-Ankabut: 6)

الجمعة الإسلامية الأندلسية

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puja dan puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala Rahmat serta Hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “ **ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUKSI UNTUK MENGURANGI TINGKAT KECACATAN PRODUK TUTUP BOTOL MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA (Studi Kasus Pada PT. XYZ)** Tak lupa shalawat serta salam selalu kita junjatkan kepada Nabi Muhammad SAW yang kita tunggu syafaat-Nya hingga akhir zaman nanti, serta perjuangan Nabi Muhammad SAW beserta keluarganya, sahabatnya, beserta pengikutnya yang telah berjuang dan membimbing umat manusia ke menuju zaman yang terang benderang, untuk mendapatkan ridho dari Allah SWT.

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana starta satu (S1) Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indoneisa. Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis mendapat dukungan, bantuan hingga ide dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Univeristas Islam Indonesia.
3. Bapak Dr. Taufiq Immawan S.T., M.M selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Qurtubi S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan waktu, dan bimbingannya untuk membimbing saya dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini.
5. Seluruh Bapak / Ibu dosen Teknik Industri yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, terimakasih banyak atas ilmu yang telah diberikan.

6. Kedua orang tua saya, terimakasih telah mendukung dan mendoakan saya sampai saat ini dan terimakasih atas apa yang sudah diberikan kepada saya, baik material maupun moril.
7. Terimakasih kepada teman-teman yang setiap malam membantu saya dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
8. Seluruh teman-teman Teknik Industri Angkatan 2016 yang tidak dapat saya sebutkan nama satu per satu yang, terimakasih telah mendukung, mendoakan dan memberikan motivasi dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.
9. Terimakasih saya ucapkan juga kepada pihak perusahaan PT. XYZ yang sudah memberikan ijin serta bimbingan dalam penyusunan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna, untuk itu penulis mengharapkan kritik, saran dan masukan yang kedepannya bisa melengkapi kekurangan dari penulisan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan digunakan sebagai mana mestinya.

Wassalamu 'allaikum warahmatullahi wabarakatuh

Yogyakarta, 9 Oktober 2020

Rahmad Husaini

ABSTRAK

PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur, yang memproduksi tutup botol. Permasalahan yang sedang dihadapi adalah mengenai produk cacat yang dihasilkan selama proses produksi yang kurang stabil. Hal ini sering ditemukan setelah proses produksi dan banyak produk cacat. Maka dari itu diperlukan pengendalian kualitas yang bertujuan untuk mengurangi tingkat kecacatan dengan menggunakan salah satu metode yaitu metode *Six Sigma* dengan tahapan *DMAIC* yang dapat mengetahui karakteristik dari produk cacat. Pada tahap *define* yang dilakukan adalah penentuan objek atau produk yang akan diteliti yaitu tutup botol dengan karakteristik cacat seperti keroak (berlubang), terdapat bintik hitam, terkena oli dan jatuh. Pada tahap ini juga dibuat diagram *SIPOC* produk tutup botol. Untuk tahap *measure* data yang digunakan adalah data atribut dan data ini merupakan data primer. Dari hasil perhitungan dari data sampel didapatkan hasil nilai *DPMO* sebesar 104.722,22 dan dengan nilai *sigma* sebesar 2,7 *sigma* Dan dari diagram *fishbone* penyebab cacat produk tutup botol paling banyak adalah faktor manusia, mesin,. Pada tahap *improve* faktor yang diperbaiki adalah faktor manusia, mesin dan proses. Pada tahap *improve* ini menggunakan metode 5W+1H untuk melakukan rencana tindakan perbaikan. Untuk itu diperlukannya tahapan *improve* sampai dengan tahap *control* untuk upaya mengurangi tingkat kecacatan produk tutup botol.

Kata Kunci : *Six sigma*, *DMAIC*, Pengendalian Kualitas, *DPMO*

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI.....	iv
LEMBAR PENELITIAN	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
HALAMAN MOTTO.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II.....	7
TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Kajian Induktif	7
2.2 Kajian Deduktif.....	9
2.2.1. Kualitas	9
2.2.2. Pengendalian Kualitas.....	11
2.2.3. <i>Six sigma</i>	12
2.2.4. Metodologi <i>Six sigma</i>	14
2.2.5. Tool Dalam <i>Six sigma</i>	17
BAB III	26
METODOLOGI PENELITIAN	26
3.1 Lokasi Penelitian.....	26
3.2 Objek Penelitian	26

3.3	Diagram Alir Penelitian	26
3.4	Metode Pengumpulan Data	28
3.5	Pengolahan Data.....	28
3.6	Analisis Data	28
3.6.1.	<i>Define</i>	28
3.6.2.	<i>Measure</i>	29
3.6.3.	<i>Analyze</i>	30
3.6.4.	<i>Improve</i>	30
3.6.5.	<i>Control</i>	30
3.7	Kesimpulan dan Saran.....	30
BAB IV		31
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA		31
4.1	Pengumpulan Data	31
4.1.1.	Sejarah Perusahaan	31
4.1.2.	Lokasi PT. XYZ.....	32
4.1.3.	Struktur Organisasi	32
4.1.4.	Sistem Produksi	33
4.1.5.	Pengambilan Data	33
4.2	Pengolahan Data.....	34
4.3.1.	Tahapan <i>Define</i>	34
4.3.2.	Tahapan <i>Measure</i>	42
4.3.3.	Tahapan <i>Analyze</i>	47
4.3.4.	Tahapan <i>Improve</i>	58
BAB V		62
PEMBAHASAN.....		63
5.1	Analisis Data	63
5.1.1.	Tahap <i>Define</i>	63
5.1.2.	Tahap <i>Measure</i>	65
5.1.3.	Tahap <i>Analyze</i>	66
5.1.4.	Tahap <i>Improve</i>	68
BAB VI.....		71
KESIMPULAN DAN SARAN		71
6.1	Kesimpulan	71
6.2	Saran.....	72

DAFTAR PUSTAKA	73
LAMPIRAN.....	1



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Perbandingan <i>Six sigma</i>	13
Tabel 2. Pencapaian Tingkat <i>Six Sigma</i>	14
Tabel 3. Pembuatan Diagram Proses <i>Mapping</i>	19
Tabel 4. Jumlah <i>Defect</i> Produk Tutup Botol Selama 3 Bulan Terakhir	35
Tabel 5. Jenis dan Jumlah Kecacatan Produk Tutup Botol	37
Tabel 6. Pernyataan Tujuan	38
Tabel 7. Kebutuhan Spesifikasi Pelanggan	41
Tabel 8. Jenis dan Tingkat Kecacatan Tutup Botol Bulan Agustus	42
Tabel 9. Sampel Tingkat Kecacatan Bulan September	43
Tabel 10. Perhitungan DPMO dan Tingkat <i>Sigma</i>	45
Tabel 11. Tindakan Pengendalian Kualitas Tutup Botol	46
Tabel 12. Nilai kecacatan tutup botol dan proporsi kecacatan	47
Tabel 13. Rekapitulasi data CL, UCL, LCL	49
Tabel 14. Nilai Kecacatan Produk Tutup Botol	51
Tabel 15. Rekapitulasi Data CL, UCL, LCL Bulan Agustus 2020	53
Tabel 16. Data kecacatan yang distabilkan	54
Tabel 17. Rekap data Proporsi, CL, UCL, LCL	56
Tabel 18. Tindakan Perbaikan Faktor Manusia	61
Tabel 19. Tindakan Perbaikan Faktor Mesin	61
Tabel 20. Tabel Rekomendasi Perbaikan	68
Tabel 21. Nilai <i>DPMO</i> dari Pencapaian Berbagai Tingkat <i>Sigma</i> dan Pergeeran Nilai Rata-rata (<i>Mean</i>) Proses Industri dari Nilai Spesifikasi Target Kualitas (T)	1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Contoh <i>Critical to Quality</i>	18
Gambar 2. Diagram <i>SIPOC</i>	18
Gambar 3. Diagram <i>Fishbone</i>	20
Gambar 4. Diagram Alir Penelitian (<i>Flowchart</i>).....	27
Gambar 5. Struktur Organisasi PT. XYZ	32
Gambar 6. Alur Produksi	33
Gambar 7. Jenis Cacat Keroak (berlubang)	35
Gambar 8. Jenis Cacat Terkena Oli	35
Gambar 9. Jenis Cacat Terdapat Bintik Hitam	36
Gambar 10. Jenis Cacat Jatuh	36
Gambar 11. Diagram <i>SIPOC</i> Tutup Botol.....	42
Gambar 12. Diagram Batang Bulan Agustus.....	43
Gambar 13 Diagram Batang Bulan September.....	44
Gambar 14. Grafik Data Sampel Bulan September 2020.....	50
Gambar 15. <i>c-Chart</i>	54
Gambar 16. <i>c-Chart</i> yang sudah distabilkan	57
Gambar 17. Diagram <i>Fishbone</i>	58

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pesatnya perkembangan bisnis serta usaha didunia, dimana perkembangan bisnis dan usaha terus tumbuh dan semakin baik yang dapat menciptakan persaingan pasar semakin ketat. Suatu keadaan dimana perusahaan harus bersaing dengan lawan bisnisnya dengan cara menciptakan serta mengimplementasikan proses penciptaan produk dan jasanya agar menjadi lebih baik dibandingkan dengan para pesaingnya. Hal ini dapat menyebabkan perusahaan lebih fokus pada upaya perbaikan kualitas produk, peningkatan kinerja dan peningkatan efisiensi. Terjadinya kegagalan dalam sistem yang dapat menyebabkan produk yang dihasilkan menjadi cacat merupakan salah satu hambatan bagi perusahaan dalam peningkatan kualitas serta produktifitas.

PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur dan perusahaan ini memproduksi tutup botol yang memiliki jenis *full cup* dan *flip cup* yang sedang peneliti lakukan untuk melakukan penelitian tugas akhir, masih ada beberapa kecacatan produk tutup botol yang dihasilkan dari proses produksi. Jenis tutup botol yang diproduksi yaitu jenis *full cup* dan *flip top* dengan diameter 22 – 35 mm. Kurang lebih 1-3 juta produk tutup botol yang diproduksi oleh PT. XYZ masih ada 150 ribu reject atau kecacatan yang dihasilkan setiap bulannya. Dan diantara kecacatan produk tutup botol ada jenis-jenis kecacatan yang paling banyak ditemukan saat melakukan proses inspeksi antara lain seperti terdapat bintik hitam, terkenal oli, keroak (berlubang), dan jatuh. Keempat jenis cacat tersebut yang sering ditemukan saat melakukan pengecekan dan selalu besar tingkat kecacatan yang dihasilkan. Ada beberapa jenis cacat lain-lain seperti, reject dari *settingan* operator, tutup tidak rapat, warna memudar, serabut dan ulir menegelupas tetapi tidak sebanyak kecacatan dari empat jenis cacat yang dihasilkan paling besar.

Setelah diketahui penyebab dan jenis kecacatan produk tutup botol langkah selanjutnya yaitu melakukan perhitungan nilai *DPMO* dan nilai *sigma*,

dengan menggunakan data bulan Juni, Juli dan Agustus 2020. Untuk data dibulan Juni dan Juli hanya mendapatkan jumlah total produksi selama satu bulan sedangkan untuk bulan Agustus data yang diberikan lebih lengkap. Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan dengan total produksi bulan Juni sebesar 1.994.600 didapatkan hasil nilai *DPMO* sebesar 7900, 58 dan hasil nilai *sigma* sebesar 3, 91 untuk bulan Juli sebesar 1.723.925 dengan nilai *DPMO* sebesar 9131, 78 dan nilai *sigma* sebesar 3, 86, dan untuk bulan total produksi di bulan Agustus sebesar 2.309.165 dengan hasil *DPMO* didapatkan sebesar 5883, 08 dan hasil dari nilai *sigma* didapatkan sebesar 4, 02. Dari hasil perhitungan *DPMO* serta nilai *sigma* dan juga banyaknya kecacatan produk tutup botol, hal ini dapat mempengaruhi biaya pengeluaran perusahaan karena harus memproduksi ulang produk tutup botol yang terdapat cacat, seperti perusahaan harus membeli bahan baku untuk memproduksi tutup botol dimana untuk mengganti tutup botol yang rusak atau cacat. Meskipun perusahaan mempunyai persediaan bahan baku di gudang, tetapi bahan baku yang disimpan di gudang juga digunakan untuk produksi tutup botol oleh pelanggan yang telah melakukan pemesanan, perusahaan juga harus mengeluarkan biaya lembur untuk pekerja. Oleh sebab itu peneliti ingin melakukan pengendalian kualitas agar kecacatan produk tutup botol dapat berkurang.

Adapun pengertian produk cacat menurut para ahli, diantaranya adalah sebagai berikut. Bustami & Nurlela (2007), mengatakan bahwa produk cacat merupakan produk yang dihasilkan dari proses produksi tidak sesuai dengan standar mutu atau tidak memenuhi standar yang ditetapkan oleh perusahaan. Produk cacat tersebut masih bisa diperbaiki tetapi memerlukan biaya lebih untuk memperbaikinya. Sedangkan menurut Mulyadi (2012:302) produk cacat atau produk rusak adalah produk yang secara ekonomis tidak dapat lagi diperbaiki menjadi barang yang baik atau sesuai dengan standar mutu perusahaan yang telah ditetapkan.

Dalam proses produksi harus memiliki serta menerapkan standar yang telah ditetapkan oleh perusahaan, hal ini penting karena untuk menghasilkan produk yang berkualitas. Dengan adanya pengendalian kualitas produksi, dan dalam setiap proses produksi mengikuti serta menerapkan standar yang telah

ditetapkan oleh perusahaan maka akan berdampak besar juga bagi perusahaan, karena dengan pengendalian kualitas produksi, jika melakukan perbaikan terus menerus selama proses produksi akan menghasilkan produk cacat mendekati nol atau *zero defect*, oleh sebab itu dengan melakukan perbaikan secara terus menerus selama proses produksi membuat perusahaan mendapatkan keuntungan yang banyak atau bisa dibilang peningkatan laba dalam perusahaan.

Penerapan *Six sigma* harus diintegrasikan dengan strategi bisnis perusahaan. *Six sigma* adalah cara terstruktur dan disiplin untuk memecahkan masalah bisnis kritis yang tidak dapat diatasi dengan menggunakan metode lain. (Cheng, 2013). Penelitian yang dilakukan peneliti di PT. XYZ menggunakan metode *Six sigma* yang mempunyai kelebihan diantaranya adalah pengurangan biaya, perbaikan produktifitas, pengurangan jumlah produk cacat serta pengembangan produk dan jasa. Dengan adanya metode *six sigma* ini tentang pengendalian kualitas produk cacat diharapkan dapat mengurangi produk yang cacat serta mengurangi biaya untuk perbaikan produk cacat (Pande N., 2002). Sedangkan Gaspersz, (2005), mengatakan “dengan menggunakan metode *Six sigma* bisa dikatakan sebagai pengendalian proses produksi karena menerapkan tahapan *DMAIC* (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) dalam peningkatan kualitas suatu produksi”.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang mengenai kecacatan produk tutup botol yang dihasilkan PT. XYZ dalam proses produksi dapat diketahui rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apa saja yang dapat menyebabkan terjadinya kecacat produk tutup botol pada PT. XYZ?
2. Berapa hasil DPMO atau tingkat kecacatan dan tingkat *sigma* pada produk tutup botol yang dihasilkan PT. XYZ?
3. Bagaimana cara mengurangi kecacatan produk tutup botol yang di produksi PT. XYZ?

1.3 Tujuan Penelitian

Dari permasalahan yang telah didapatkan dapat diketahui tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi faktor penyebab apa saja yang menyebabkan terjadinya kecacatan produk tutup botol.
2. Menentukan tingkat kecacatan dan tingkat *sigma* dari produk tutup botol yang di produksi.
3. Memberikan saran atau usulan perbaikan untuk perusahaan dalam upaya mengurangi kecacatan produk tutup botol.

1.4 Batasan Penelitian

Dalam sebuah penelitian diperlukan batasan penelitian untuk lebih fokus dalam penelitian yang dilakukan dan tidak menyimpang dan batasan tersebut diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan di PT. XYZ
2. Jenis produk yang diteliti adalah produk tutup botol
3. Metode menggunakan *six sigma* dengan tahapan *DMAIC*
4. Pengambilan data dilakukan pada bulan September 2020
5. Untuk perhitunagn dan *input* data menggunakan MS. Excel dan alat tulis
6. Untuk membuat bagan menggunakan MS. Viso
7. Untuk mencari referensi jurnal pada penelitian ini menggunakan Sciencedirect, Google Scholar, ProQuest, Emerlad Insight.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diberikan dari hasil penelitian yang telah dilakukan antara laian sebagai berikut:

1. Dapat mengaplikasikan apa yang telah dipelajari di perkuliahan dan diterapkan di perusahaan.
2. Meminimalisir adanya produk cacat agar mendapatkan kualitas produk yang diinginkan,
3. Memberikan rekomendasi atau usulan perbaikan untuk perusahaan dalam upaya mengurangi tingkat kecacatan produk tutup botol.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam melakukan suatu penulisan laporan dari hasil penelitian yang telah dilakukan yaitu diperlukannya sistematika penulisan yang merupakan gambaran umum penelitian adalah sebagai berikut:

BAB I

PENDAHULUAN

Didalam Bab satu ini menjelaskan secara keseluruhan tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan penelitian, manfaat penelitian serta sistematika penulisan tugas akhir.

BAB II

KAJIAN LITERATUR

Bab kedua ini menjelaskan tentang kajian literature deduktif dan induktif yang membantu peneliti dalam penulisan laporan tugas akhir yang telah dijelaskan.

BAB III

METODE PENELITIAN

Bab ketiga ini berisi mengenai tahapan dalam penelitian seperti alur penelitian, objek penlitian, metode penelitian, metode pengumpulan data hingga proses pengolahan data.

BAB IV

METODE DAN PENGUMPULAN DATA

Bab keempat ini memuat tentang proses pengolahan data, dari data yang sudah dikumpulkan dengan metode yang sudah ditentukan, kemudian di olah dan dianalisis untuk mendapatkan hasil dari tujuan penelitian.

BAB V

PEMBAHASAN

Bab kelima ini menjelaskan mengenai pembahasan dari hasil data yang dikumpulkan kemudian di olah menggunakan metode yang sudah ditetapkan

BAB VI

PENUTUP

Bab keenam ini berisi tentang kesimpulan dan saran yang didapatkan dari hasil penelitian yang sudah dikerjakan.

DAFTAR PUSTAKA

Dalam Daftar Pustaka ini berisi kumpulan referensi dari berbagai jurnal tentang tugas akhir yang sedang peneliti buat yang berkaitan dengan *six sigma* dan pengendalian kualitas produk untuk meningkatkan kualitas.

LAMPIRAN

Untuk Lampiran ini berisi kumpulan data dokumen dari hasil obeservasi dan dokumentasi selama penelitian dan penyusunan tugas akhir.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Induktif

Ada beberapa hal dalam melakukan sebuah penelitian yang harus dilakukan yaitu melakukan penelitian dengan melihat metode-metode serta permasalahan sebelumnya yang dapat dilihat atau ditemukan pada penelitian terdahulu, dimana penelitian terdahulu ini digunakan untuk acuan atau pembanding dalam melakukan sebuah penelitian. Dari penelitian terdahulu, peneliti menggunakan metode *six sigma* dan dengan tambahan metode *DMAIC* yang ditambahkan dengan beberapa metode lainnya yang didapatkan melalui jurnal-jurnal. Adapun beberapa penelitian terdahulu yang sudah didapatkan antara lain sebagai berikut:

Penelitian yang dilakukan oleh Singh, (2020) didalam literturnya mengungkapkan 13 CSF penting: keterlibatan dan komitmen manajemen, pelatihan, perubahan budaya, komunikasi, fokus dan persyaratan pelanggan, infrastruktur dan sumber daya organisasi, keterampilan manajemen proyek, penentuan prioritas dan pemilihan proyek, pemahaman metodologi, alat dan teknik *Six sigma*, menghubungkan *Six sigma* dengan strategi bisnis, menghubungkan *Six sigma* dengan pelanggan, fokus dan persyaratan pelanggan, data dan pelaporan berkualitas, dan menghubungkan *Six sigma* dengan pemasok. Pertimbangan CSF ini akan meningkatkan tingkat keberhasilan program / proyek *Six sigma* dalam suatu organisasi.

Penelitian yang dilakukan oleh Ghiffari, Harsono et al. (2013), yang berjudul “Analisis *six sigma* untuk mengurangi jumlah cacat di Stasiun Kerja Sablon studi kasus : CV Miracel”. Dimana penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas sablon di CV. Miracel dengan menerapkan metode *Six sigma*, dari hasil penelitian dengan menerapkan metode *Six sigma* didapatkan hasil dari nilai *sigma* sebesar 2,05 dan hasil dari nilai *DPMO* sebesar 290.741, dengan biaya yang harus dikeluarkan untuk cacat produk sebesar Rp. 205.042,- . Dari sebelum menerapkan metode *six sigma* diperoleh nilai *sigma* sebesar 1, 3 *sigma* dengan nilai *DPMO* yang didapatkan sebesar 595,370.

Penelitian yang dilakukan Ali Elbireer, (2013) Setelah memulai proyek *Six sigma*, terjadi pengurangan 60,5 persen dalam kesalahan entri data dari 423 kesalahan sebulan (yaitu 4,34 *Six sigma*) pada bulan pertama, turun menjadi 166 kesalahan rata-rata / bulan (yaitu 4,65 *Six sigma*) lebih dari 12 bulan. Tim memperkirakan biaya rata-rata untuk mengidentifikasi dan memperbaiki kesalahan entri data menjadi \$ 16,25 per kesalahan. Jadi, mengurangi kesalahan dengan rata-rata 257 kesalahan per bulan selama satu tahun telah menghemat laboratorium sekitar \$ 50.115 setahun.

Dalam penelitiannya Widyarto, Firdaus et al. (2019) mengenai pengendalian kualitas air minum dalam kemasan menggunakan metode *Six sigma*. Dimana dalam penelitiannya ingin menentukan *performance baseline* perusahaan dengan melihat dari nilai *DPMO* dan tingkat *sigma* serta mengidentifikasi penyebab terjadinya kecacatan produk. Penelitian ini menggunakan Langkah atau tahapan *DMAIC* pada *Six sigma*. Dan setelah pengolahan data didapatkan nilai *sigma* sebesar 4.84 dan dengan nilai *DPMO* yang dihasilkan sebesar 662, 46. Dan hasil tersebut menjadi dasar untuk meningkatkan kinerja kualitas produksi dala perusahaan.

Putri, Sani et al. (2019) dalam penelitiannya memaparkan bahwa dalam penelitian yang dilakukannya bertujuan untuk mengetahui pengendalian kualitas produksi dan Tindakan yang dilakukan untuk mengurangi kecacatan produk. Dalam penelitian ini terdapat enam jenis cacat diantaranya seperti ukuran kaca tidak sesuai, kaca tergores, ukuran kuningan tidak sesuai, cacat cerium, cacat patri dan kaca berlubang. Setelah dilakukan pengolahan data rata rata nilai *sigma* yang diperoleh sebesar 3.97 *sigma* dengan nilai *DPMO* sebesar 7.289,65. Dan dari pengolahan data ditemukan bahwa kecacatan paling besar dan mengakibatkan proses produksi tidak optimal disebabkan oleh ukuran kaca yang tidak sesuai dengan presentasi sebesar 34, 88%.

Penelitian yang dilakukan oleh Harpensa, Harsono et al. (2015) yang bertujuan untuk mengurangi kerugian akibat produk cacat pada pembuatan ubin di PT. Ubin Teraso. Terdapat dua jenis cacat paling tinggi setelah diterapkan metode *six sigma* yaitu cacat retak dan cacat bagian tepi ubin. Dari hasil perhitungan *sigma* dan *DPMO* seblum dilakukan perbaikan diperoleh hasil *DPMO* sebesar 3.7761,905 dan nilai *sigma* sebesar 3,280, setelah dilakukan perbaikan nilai *DPMO* menurun menjadi 1.4791, 667 dan nilai *sigma* naik menjadi 3,680.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Nurullah, Fitria et al. (2014) dalam penelitiannya tentang penerapan metode *Six sigma* dan tahapan *DMAIC* yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas dari benang 20S. Hasil penelitian dengan menggunakan metode *Six sigma* serta menerapkan dari tahapan *DMAIC* diperoleh hasil bahwa terjadi beberapa perubahan hasil dari nilai *sigma* sebesar 0,185 dari yang sebelum dilakukan perbaikan sebesar 3,251 dan sesudah dilakukan perbaikan sebesar 3,436. Dan perubahan nilai *DPMO* sebelum perbaikan sebesar 4.2197,6 dan setelah perbaikan sebesar 2.6454,674 dengan selisih 1.5742,926. Dan perubahan *COPQ* sebesar 30% dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa tahapan *DMAIC* mampu memberikan usulan yang baik dalam perbaikan kualitas produk benang 20S.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Kusumawati and Fitriyeni (2017) faktor utama dalam kesuksesan adalah kualitas. Yang dimana penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil nilai *sigma* dan faktor apa saja yang dapat menyebabkan terjadinya kerusakan produk pada proses produksi pada bagian *bagging*. Setelah dilakukan analisis serta pengolahan data menggunakan metode *Six sigma* didapatkan hasil nilai *sigma* sebesar 5,1 dengan hasil nilai *DPMO* yang didapatkan sebesar 162,4532, dimana hal yang menyebabkan terjadinya kerusakan pada proses pengemasan gula ialah karena kurang teliti dan terampilnya operator, kecepatan konveyor tidak stabil, kondisi keberishan mesin, metode perawatan, kurang akurat mesin timbangan, serta pengontrolan yang belum efektif.

2.2 Kajian Deduktif

2.2.1. Kualitas

Kualitas yaitu adalah suatu tingkatan dari baik buruknya suatu nilai dari produk yang diproduksi, dimana kualitas tersebut merujuk kepada kepuasan pelanggan dari barang yang ditawarkan atau yang akan dijual ke konsumen. Makna atau istilah dari kualitas sangat luas, oleh karena itu banyak ahli mendefinisikan kualitas sebagai berikut.

Das, (2010) berpendapat bahwa kualitas ialah nilai ekonomi dan kegunaan praktis baik bagi perusahaan maupun pelanggan. Pengertian kualitas menurut Juran (1993), “bahwa konsumen akan merasa puas saat menggunakan produk dari hasil produksi yang cocok atau sesuai dengan kebutuhan yang dibutuhkan”. Feigenbaum

(1996), juga berpendapat bahwa kualitas merupakan kepuasan yang diharapkan oleh konsumen.

Kualitas mempunyai ciri serta karakteristik yang menyeluruh di dalam suatu produk maupun jasa, yang dapat memberikan kepuasan untuk konsumen (Irwan&Haryono, 2015). Sedangkan menurut Prawirosentono (2007), mengatakan bahwa dengan mengeluarkan uang, konsumen dapat merasakan kualitas yang dapat memenuhi selera, kenutuhan dan kepuasan dari uang yang dikeluarkan konsumen. Gaspersz & Garvin (2008), mengatakan bahwa dimensi dari kualitas suatu produk memiliki 8 dimensi, diantaranya adalah sebagai berikut:

a. *Performance* (Kinerja)

Performance ialah merupakan sebuah pertimbangan dari konsumen sebelum membeli produk dilihat dari aspek fungsionalnya.

b. *Features* (Fitur)

Fitur merupakan sebuah tambahan perlengkapan atau hiasan dari produk, yang bertujuan untuk memberikan pilihan bagi konsumen untuk menentukan atau memilih sebuah produk.

c. *Reability* (Kehandalan)

Dimensi ini merupakan sebuah peluang dari komponen untuk menentukan apakah system dalam produk tersebut berfungsi dengan baik sebagaimana mestinya, dengan kurun waktu yang sudah di tentukan dan dengan kondisi yang sudah ditetapkan juga.

d. *Conformance* (Kesesuaian)

Dimensi *Conformance* merupakan sebuah standar dari sebuah produk yang sudah ditentukan, dan produk tersebut kualitasnya sesuai dengan standar yang diharapkan.

e. *Durability* (Ketahanan)

Durability merupakan sebuah dimensi yang berkaitan dengan ketahanan suatu produk dan berapa lama produk tersebut dapat berfungsi. Dan dalam kondisi tertentu produk juga memerlukan pergantian.

f. *Serviceability* (Layanan)

Layanan merupakan bagian dari sebuah perusahaan untuk memberikan kepuasan bagi konsumen. Jika terdapat barang atau produk yang cacat

kemudian konsumen mengeluhkan produk tersebut dan perusahaan segera menangani keluhan tersebut, hal ini juga memberikan kepercayaan bagi konsumen.

g. *Aesthetics* (Estetika)

Estetika merupakan sebuah tampilan dari produk itu sendiri yang dinilai dari calon konsumen, yang mempertimbangkan tampilan, aroma serta rasa dari produk tersebut.

h. *Perceived Quality* (Kualitas yang dirasakan)

Kualitas yang dirasakan hanya dapat dirasakan oleh konsumen Ketika membeli sebuah produk dan setelah menggunakan produk tersebut, hal ini bersifat subjektif.

2.2.2. **Pengendalian Kualitas**

Menurut Gaspersz (2005), mengatakan “pengendalian kualitas ialah sebuah langkah dalam mencegah produk rusak atau cacat dimana dari kegiatan tersebut tidak tertuju dengan adanya kerusakan atau produk yang cacat”. Sedangkan Ahyari (2000) menjelaskan bahwa dengan adanya usaha *preverentif* dan melakukannya suatu barang atau produk dapat mengurangi kecacatan atau kerusakan.

Render & Heizer (2013) mengatakan bahwa dengan adanya pengendalian kualitas bertujuan untuk meningkatkan kepuasan dari pelanggan, menekan biaya seminimal mungkin, dan yang pasti produk yang dihasilkan dapat selesai sesuai waktu yang telah ditetapkan. Sedangkan Sritomo (2003) menjelaskan bahwa pengendalian kualitas memiliki beberapa tujuan diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Peningkatan moral karyawan
2. Peningkatan hubungan manusia
3. Pengembangan kemampuan tenaga kerja
4. Pencapaian kebijakan dan target perusahaan secara efisien

Secara garis besar dapat diketahui bahwa penerapan dari pengendalian kualitas yaitu bertujuan untuk memperbaiki suatu kualitas produk yang sudah dihasilkan dan dapat mengurangi biaya perbaikan. Schroeder (2000) mengatakan bahwa di dalam sebuah perusahaan ada hal yang perlu diperhatikan, yaitu dengan mengimplementasikan

pengendalian kualitas juga harus melakukan beberapa tahapan diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Menentukan standar kualitas
2. Menetapkan standar kualitas
3. Menentukan karakteristik kualitas
4. Selalu melakukan perbaikan terus menerus
5. Menentukan sebuah tes untuk setiap standar kualitas
6. Mencari dan memperbaiki kasus produk yang berkualitas rendah
7. Menentukan bagaimana cara mengukur setiap karakteristik.

2.2.3. *Six sigma*

Metode *six sigma* dapat digunakan dalam menganalisis pengendalian kualitas yang akan dilakukan atau sedang dilakukan. Metode ini dapat membuat perusahaan meningkatkan usaha secara berkala dan juga dapat membuat kepuasan pelanggan dengan cara mengurangi pemborosan beserta sumber daya dalam strategi bisnis yang sedang dijalankan. Metode *Six sigma* bertujuan untuk meningkatkan kepuasan pelanggan, meningkatkan produktivitas kerja, menurunkan produk cacat. Para ahli juga memiliki pengertian yang berbeda-beda terkait *Six Sigma*, oleh sebab itu *six sigma* memiliki arti yang sangat luas untuk mendefinisikannya. Beberapa ahli menjelaskan *six sigma* sebagai berikut:

Syahreza (2013) mengatakan bahwa *six sigma* mempunyai tujuan untuk mencari dan menghilangkan suatu penyebab kecacatan produk serta kesalahan atau sering disebut *defect* dalam proses produksi dilihat dari hasil proses bisnis yang berfokus kepada hasil akhir yang berdampak kepada konsumen, hal ini merupakan suatu pendekatan *improvement*.

Sedangkan menurut Gaspersz (2002) mengatakan bahwa *six sigma* merupakan suatu pemahaman yang dikendalikan oleh kebutuhan pelanggan. *Six sigma* juga merupakan metode yang bertujuan untuk memperbaiki suatu proses produksi yang mampu meminimalisir cacat suatu produk dengan metode *DMAIC*.

Gygi dkk, (2005) mengungkapkan bahwa tujuan dari *six sigma* ialah untuk meminimalisir serta mengurangi kecacatan produk akibat proses produksi yang mengalami masalah atau terkendala dalam beberapa hal yang mengakibatkan

terhambatnya proses produksi metode ini juga dapat memaksimalkan keuntungan dari produk yang telah dilakukan perbaikan.

Sedangkan menurut Pande.et al, (2002) mengatakan bahwa metode *six sigma* merupakan suatu metode yang komperhensif dan fleksibel, berguna juga untuk mempertahankan serta memaksimalkan suatu proses bisnis.

Dan untuk sejarah dari *Six sigma* yang di ungkapkan oleh Breyfoleg (1999) bahwa *Six sigma* pertama kali dikenalkan oleh Motorola pada tahun 1986, dimana perusahaan Motorola memiliki target bahwa untuk kegagalan dari per satu juta kesempatan (*DPMO*) sebesar 99.9997%. Dimana perusahaan Motorola mengungkapkan bahwa untuk rata-rata *CTQ* individual harus kurang dari 1,5 *sigma* untuk spesifikasi target yang mana nilai *sigma* tersebut akan menghasilkan nilai *DPMO* sebesar 3,4. Ada juga konsep yang berbeda dari yang diperkenalkan oleh Motorola, yaitu konsep *six sigma* terdsribusi normal (*true six sigma*) yang tidak diizinkan untuk nilai pergeseran rata-rata, dimana nilai pegeseran yang dapat dilakukan kurang lebih 1, 5 *sigma* yang di dapat dari penelitian Motorola. Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Motorola sebaik-baiknya suatu proses di dalam industri tidak akan menempuh 100% dari target dan akan bergeser sebesar 2, 5 *sigma*. Dibawah ini merupakan tabel perbedaan dari perbandingan nilai *sigma* dari *True Six sigma* dan *Six sigma* Motorola yaitu sebagai berikut:

Tabel 1. Perbandingan Nilai *Six sigma*

<i>True Six sigma Process</i>			<i>Motorola Six sigma Process</i>		
Batas Spesifikasi (LCL-UCL)	Presentase yang memenuhi spesifikasi (LCL-UCL)	<i>DPMO</i> (kegagalan atau cacat persejuta kesempatan)	Batas Spesifikasi (LCL-UCL)	Presentase yang memenuhi spesifikasi (LCL-UCL)	<i>DPMO</i> (kegagalan atau cacat persejuta kesempatan)
$\pm 1 - \sigma$	68,27%	317.300	$\pm 1 - \sigma$	30,8538%	691.462
$\pm 2 - \sigma$	95,45%	45.500	$\pm 2 - \sigma$	69,1462%	308.538
$\pm 3 - \sigma$	99,73%	2.700	$\pm 3 - \sigma$	93,3193%	66.807
$\pm 4 - \sigma$	99,993%	63	$\pm 4 - \sigma$	99,3790%	6.210
$\pm 5 - \sigma$	99,9999&	0,57	$\pm 5 - \sigma$	99,9767%	233

$\pm 6 - \sigma$	99,999998%	0,002	$\pm 6 - \sigma$	99,99966%	3,4
------------------	------------	-------	------------------	-----------	-----

Dalam peningkatan kualitas *six sigma* terdapat suatu konsep untuk memahami beberapa istilah dari suatu konsep tersebut, diantaranya adalah sebagai berikut:

- CTQ (Critical to Quality)*, merupakan sebuah atribut penting dalam upaya memenuhi kebutuhan serta memberikan kepuasan bagi pelanggan.
- Defect per Million Opportunities (DPMO)* yaitu adalah ukuran dari sebuah kegagalan dari per satu juta kesempatan dari suatu peningkatan kualitas *six sigma*.
- Process Capability*, yaitu merupakan sebuah kemampuan dari suatu proses untuk memberikan kebutuhan dari hasil produk sesuai dengan apa yang diinginkan oleh pelanggan.

Tabel 2. Pencapaian Tingkat *Six Sigma*

Tingkat Pencapaian <i>Sigma</i>	Hasil Presentase	<i>DPMO</i>	Keterangan
$\pm 1 - \sigma$	30,8538%	691.462	Sangat tidak kompetitif
$\pm 2 - \sigma$	69,1462%	308.538	
$\pm 3 - \sigma$	93,3193%	66.807	
$\pm 4 - \sigma$	99,3790%	6.210	Rata-rata industri USA
$\pm 5 - \sigma$	99,9767%	233	
$\pm 6 - \sigma$	99,99966%	3,4	Industri kelas dunia

2.2.4. Metodologi *Six sigma*

Ada metode yang dapat digunakan dalam membantu keberhasilan dan juga mendukung suatu proses produksi dengan menggunakan metode *six sigma*, yaitu metode *DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve dan Control)*. Metode ini dapat digunakan untuk mengoptimalkan serta menstabilkan suatu proses produksi dan juga proses bisnis di dalam sebuah perusahaan, dan metode ini merupakan siklus perbaikan.

Untuk memenuhi serta meningkatkan kebutuhan konsumen, proses *DMAIC* sangat berguna untuk produk maupun proses pada saat menggunakannya. Dan proses *DMAIC* ini berguna juga dalam mendukung suatu bisnis yang sedang dijalankan. Maka bisa di simpulkan bahwa dengan menggunakan metode *six sigma* didalam suatu perusahaan yang dapat dipergunakan untuk manajer maupun karyawan agar lebih memahami serta memperbaiki suatu proses yang dapat membuat kepuasan bagi pelanggan. Berikut merupakan pengertian dari metode *DMAIC* antara adalah sebagai berikut:

1. *Define*

Fase *Define* ini bertujuan untuk menentukan rencana atau tindakan yang diambil untuk meningkatkan proses produksi dan proses bisnis.. Dimana tahap *define* ini bertujuan dalam menyelesaikan permasalahan yang ada pada pengendalian kualitas produksi *six sigma*. Tahap *define* merupakan langkah pertama dalam peningkatan kualitas *six sigma* dan hal yang perlu dilakukan dalam hal ini ialah mendefinisikan setiap proses yang berhubungan dengan pelanggan. Untuk mengetahuinya, perlu dibuat diagram *SIPOC* (*supplier-input-process-output-customer*) yang dapat membantu meningkatkan proses bisnis. (Gaspersz, 2002).

2. *Measure*

Fatma & Lestari (2017) mengatakan bahwasannya pada tahapan *measure* merupakan sebuah tahapan yang digunakan untuk mengukur tingkat kecacatan serta kinerja, pada tahap ini juga terdapat tiga hal yang perlu diperhatikan, antara lain:

- a. Menentukan *CTQ* (*Critical of Quality*)

Menurut Gaspersz (2002), tahapan *CTQ* ini bergantung pada kondisi dimana organisasi atau suatu bisnis tersebut, saling berkaitan langsung terhadap kebutuhan yang spesifik terhadap pelanggan baik internal maupun eksternal.

- b. Ada tiga level yang harus diperhatikan saat membuat rencana pengumpulan data, dan ketiga level tersebut dapat digunakan untuk pengukuran kualitas, yaitu level proses, level *output* dan level hasil. (Gaspersz, 2002).

c. Pengukuran Basline Kinerja

Untuk mengetahui tingkatan kinerja dalam proses yang berguna untuk tolak ukur dalam melakukan sebuah tindakan perbaikan perlu adanya sebuah metode, dalam metode ini, dapat digunakan untuk mengukur hasil dari proses kinerja *benchmark* yang digunakan pada 6 sigma. (Fatma & Lestari, 2017). Fatma & Lestari (2017) juga mengatakan bahwa nilai *DPMO* dalam suatu produk yang diperoleh akan dikonversikan dalam tingkat *sigma* yang sudah ada dalam tabel *sigma*. Nilai *DPMO* pada produk juga akan menggambarkan nilai rata-rata yang diukur selama proses berlangsung.

3. *Analyze*

Pada tahap *analyze* ini merupakan tahapan yang digunakan untuk mengidentifikasi penyebab atau permasalahan yang ditentukan berdasarkan analisis data yang diperoleh. Dimana hasil dari analisis data tersebut digunakan untuk memberikan solusi dalam pengembangan yang sedang diamati atau sedang di teliti. Ada yang perlu di lakukan pada tahapan ini yaitu:

- a. Menentukan kemampuan dari suatu proses
- b. Menentukan karakteristik *CTQ* yang akan digunakan dalam proyek *six sigma* untuk ditingkatkan
- c. Mengidentifikasi penyebab kecacatan suatu produk dari sumber awalnya.
- d. Mengubah jumlah kegagalan atau cacat menjadi biaya dengan kualitas yang buruk.

4. *Improve*

Tahap perbaikan merupakan tahap dimana diberikan saran-saran untuk peningkatan kualitas. Dalam hal peningkatan kualitas merupakan salah satu kegiatan terpenting untuk meningkatkan kualitas 6 *sigma*. (Fatma & Lestari, 2017). Pada saat yang sama, menurut Gaspersz (2002), tahap perbaikan ini “menentukan solusi untuk masalah berdasarkan kualitas yang telah ditetapkan.” Pada tahap ini juga digunakan untuk mempelajari bentuk supervisi dan upaya pelaksanaan pengumpulan dan analisis data.

5. *Control*

Tahap *control* merupakan tahapan yang memiliki tujuan untuk memberikan solusi serta rencana yang akan dilakukan dan juga menjaga tindakan yang

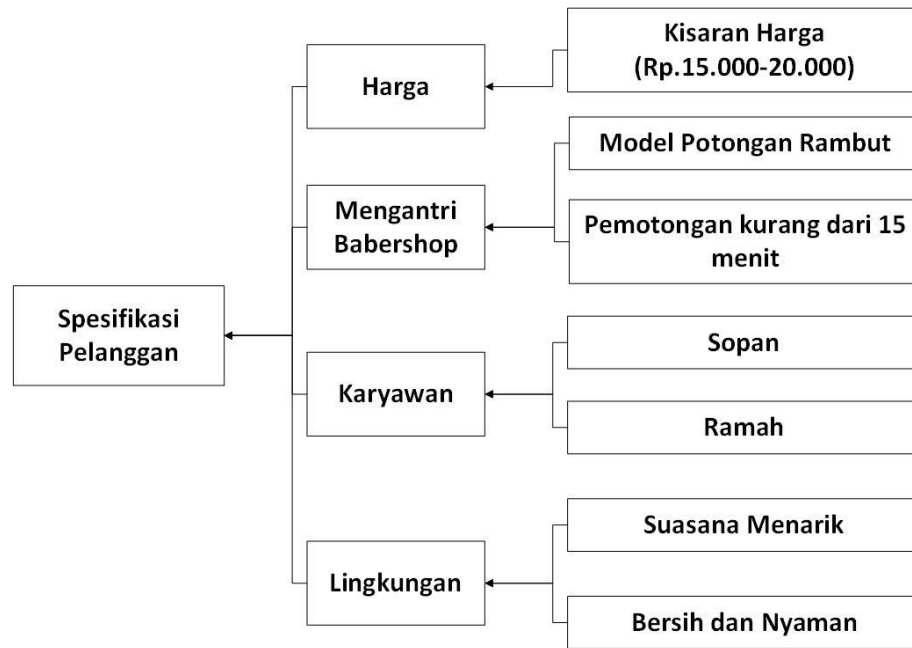
sudah dilakukan sesuai aturan atau pedoman yang sudah ditetapkan. Dan melakukan kontrol dalam sebuah kegiatan yang dimana dapat memberikan hasil yang terbaik untuk mengurangi waktu, permasalahan dan biaya yang akan dibutuhkan.

2.2.5. Tool Dalam Six sigma

Metode *Six sigma* memiliki beberapa alat, diantaranya alat ini biasanya digunakan untuk menganalisis masalah yang lebih kompleks. *Tools* ini juga dapat diterapkan untuk meningkatkan kualitas suatu produk yang telah dibuat sebelumnya. Di bawah ini terdapat beberapa *tools* yang digunakan untuk menganalisis suatu permasalahan, diantaranya yaitu:

1. Critical to Quality (CTQ)

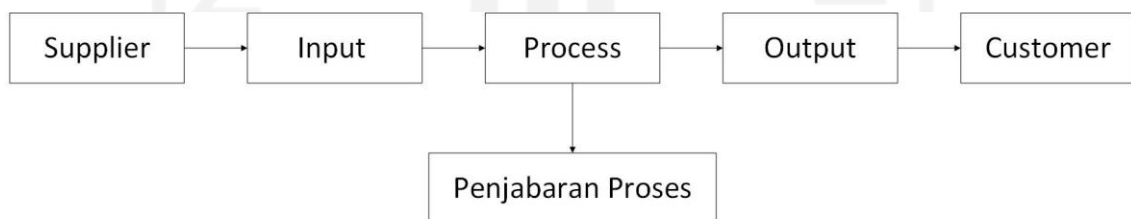
CTQ dapat digunakan dalam mengidentifikasi suatu proses produksi maupun suatu produk yang akan dilakukan perbaikan sesuai dengan permintaan konsumen. Dimana *tools* ini berisi tentang suatu permasalahan yang sedang terjadi hingga suatu permasalahan tersebut dapat diidentifikasi hingga keinginan konsumen terpenuhi dan biasanya permasalahan tersebut akan diperlihatkan secara rinci apa saja yang menjadi masalah dalam suatu proses maupun suatu produk. *Tools* ini juga dapat mempermudah dalam melakukan proses pengumpulan data, dimana data data tersebut didapat dari keinginan konsumen yang akan memberikan nilai tambah dalam perincian *CTQ*. Dengan menggunakan *tools CTQ* ini upaya dalam perbaikan yang akan atau sedang dilakukan dapat berjalan sesuai dengan apa yang diinginkan konsumen. Berikut merupakan gambar dari *CTQ (Critical to Quality) Tree*:



Gambar 1. Contoh *Critical to Quality*

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

SIPOC adalah diagram alir yang menggambarkan elemen-elemen yang berhubungan dengan proses produksi. Gaspersz V., (2002) mengatakan bahwa *SIPOC* merupakan sebuah alat yang dapat digunakan dalam peningkatan suatu proses produksi yang akan dijelaskan dibawah ini:



Gambar 2. Diagram *SIPOC*

- Pemasok (*Supplier*) adalah satu atau lebih kelompok orang yang memberikan informasi tentang bahan baku atau bahan baku yang digunakan dalam proses produksi.
- Inputs*, ialah segala bentuk sumber daya yang diberikan oleh *suppliers* seperti bahan baku atau material.
- Proses (*Process*) adalah tahapan atau langkah terstruktur yang dapat memberikan nilai masukan atau nilai tambah.

- d. *Output*, adalah hasil dari suatu proses produksi yang telah dilakukan, dimana dapat berbentuk barang jadi maupun barang setengah jadi yang berupa barang ataupun jasa.
- e. *Customer*, ialah kelompok atau seseorang yang menerima barang atau jasa dari *output*.

Berikut merupakan tahapan pemetaannya diantaranya yaitu sebagai berikut:

- a. Penambahan proses.
- b. Tentukan awal dan akhir proses.
- c. Buat daftar keluaran dan pelanggan.
- d. Buat daftar masukan dan pemasok.
- e. Logo memberi nama dan mencantumkan langkah-langkah yang terlibat dalam proses tersebut.

Contoh pembuatan *mapping* dapat dilihat pada gambar di bawah ini:

Tabel 3. Pembuatan Diagram Proses Mapping

<i>Suppliers</i>	<i>Input</i>	<i>Input Characteristic</i>	<i>Process</i>	<i>Output</i>	<i>Output Characteristic</i>	<i>Customers</i>
Siapa pemasok dai <i>Input</i> ?	Apa masukan dari proses tersebut?	Apa karakteristik dari <i>input</i> tersebut?	Apa awal dari proses? Apa prosesnya? Apa akhir dari proses tersebut?	Apa yang dikeluarkan dari proses tersebut?	Apa karakteristik dari hasil yang dikeluarkan tersebut?	Siapa pelanggan dari <i>output</i> ?

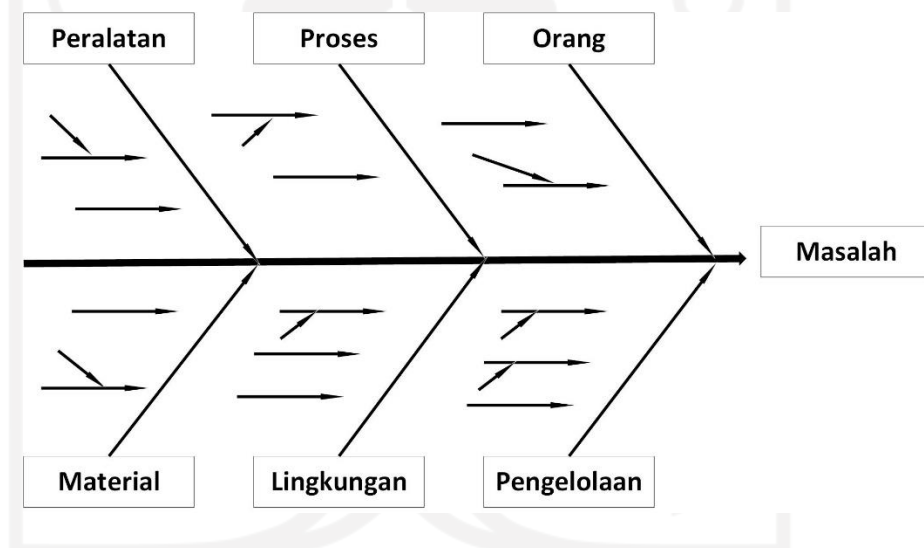
Dan hasil dari pembuatan diagram proses map ini ialah sebagai berikut:

- a. Pernyataan yang jelas terkait dengan *improvement* yang dilakukan.
- b. Peta proses (*Process Map*)
- c. Daftar faktor penting untuk konsumen.

3. Diagram *Fishbone*

Diagram *fishbone* adalah alat yang dapat membantu menentukan faktor keseluruhan dari semua penyebab masalah. Ada beberapa faktor yang menjadi penyebab masalah, antara lain faktor material, faktor mesin, faktor sumber daya manusia (SDM), faktor metode, faktor lingkungan dan faktor pengukur. Jika perlu atau dibutuhkan, bisa juga menggunakan alasan yang tidak terdaftar, dan untuk menentukan penyebab masalahnya dapat menggunakan teknik yang disebut *branstoming*. (Pande & Holpp, 2001 dalam Scarvada, 2004).

Pada dasarnya, diagram tulang ikan digunakan untuk mencari atau mengidentifikasi masalah dan menentukan penyebab masalah. Berikut adalah contoh diagram *fishbone*:



Gambar 3. Diagram *Fishbone*

Gaspersz V. (2002) mengatakan bahwa berdasarkan prinsip 7M sumber penyebab kualitas dapat ditemukan dengan menggunakan prinsip tersebut, antara lain:

- a. *Manpower*, atau tenaga kerja merupakan suatu kekurangan dalam sebuah pengetahuan, kekurangan dalam sebuah keterampilan yang berkaitan dengan mental dan fisik, kelelahan, stress dan lain-lain.
- b. *Machines*, mesin dan peralatan yang tidak ada sebuah sistem perawatan terhadap mesin produksi maupun fasilitas serta peralatan yang tidak sesuai dengan spesifikasi tugas yang tidak dikalibrasi.

- c. *Methods*, merupakan tata cara kerja yang tidak terdapat satu atau lebih prosedur maupun tata cara kerja yang baik dan benar. Ketidakjelasan dalam melaksanakan suatu pekerjaan, tidak terstandarisasi oleh standar yang sudah diresmikan, ketidakcocokan dalam pekerjaan, dan lain sebagainya.
- d. *Materials*, bahan baku atau dapat diucap bahan penolong, yang berkitan dengan spesifikasi bahan baku ataupun bahan penolong yang tidak sesuai dengan yang sudah diresmikan, serta tidak terdapat penanganan yang lebih baik terhadap bahan baku maupun bahan penolong yang lain.
- e. *Media*, merupakan tempat atau waktu kerja, dan hal-hal yang berhubungan langsung dengan kebersihan tempat kerja, keselamatan kerja, dan kebutuhan pekerja untuk melaksanakan pekerjaan di tempat kerja.
- f. *Motivation*, ketidak profesionalisme dala bekerja maupun tidak mempunyai sikap kerja yang baik, disebabkan oleh ketidakadilan dalam memperlakukan para pekerja.
- g. *Money*, ketidakmampuan dalam hal keuangan yang hal ini sangat krusial dalam memperlancar suatu proyek terhadap kualitas yang akan ditetapkan.

4. Peta Kendali

Control chart atau diagram kendali merupakan alat yang dapat digunakan untuk membantu dan menentukan apakah suatu produk dalam keadaan baik dan terkendali dengan baik, yang dapat dilihat dari segi kecacatan produk hingga banyaknya produk yang cacat serta hasil dari *DPMO* dan nilai *sigma*. Ada beberapa macam peta kendali diantaranya adalah sebagai berikut:

a. Peta Kendali P

Peta kendali p digunakan untuk mengatur sesuatu benda yang tidak memenuhi kualifikasi spesifikasi mutu dari produk yang cacat dari hasil proses penciptaan. Berikut merupakan peta kendali p:

a) Barang cacat bisa disebutkan $p\text{-bar} = \text{yaitu } \frac{\text{total cacat}}{\text{total inspeksi}}$

b) Untuk nilai simpangan baku yaitu $S_p = \sqrt{\frac{(p\text{ bar}(100-p\text{bar}))}{n}}$

c) Untuk batasan dari *k-sigma* adalah sebagai berikut :

$$CL = pbar \quad (2.1)$$

$$UCL = pbar + k S_p \quad (2.2)$$

$$LCL = pbar - k S_p \quad (2.3)$$

(Nb : bahwa $k = 1, 2, \dots$)

d) Dan untuk kapabilitas proses : $1-p\text{-bar} / 100-p\text{-bar}$

Keterangan:

p = proporsi jumlah cacat dibanding dengan ukuran sampel

n = ukuran sampel

np = jumlah cacat untuk ukuran *sample* tertentu

UCL = (batasan kendali atas) *Upper Control Limit*

LCL = (batasan kendali dasar) *Lower Control Limit*

b. Peta Kendali np

Peta kendali np bisa disebut juga dengan peta kendali np dimana peta kendali ini memperlihatkan bagian mana yang ditolak, karena peta kendali ini digunakan untuk mengetahui berapa jumlah kecacatan produk. Dan peta kendali ini digunakan jika *sample* yang dikumpulkan tetap atau konstan.

Berikut merupakan perhitungan batas kendali:

$$CL = np \quad (2.4)$$

$$UCL = np + 3\sqrt{np(1 - np)} \quad (2.5)$$

$$LCL = np - 3\sqrt{np(1 - np)} \quad (2.6)$$

Keterangan:

CL = np = garis tengah (*Central Limit*)

UCL = (batasan kendali atas) *Upper Contorl Limit*

LCL = (batasan kendali dasar) *Lower Control Limit*

c. Peta Kendali C

Peta kendali c ini dapat digunakan untuk mengukur berapa jumlah cacat yang terdapat dalam produk sampel yang didapatkan dari proses produksi. Jika

jumlah cacat yang diperoleh tetap atau konstan, peta kendali c akan digunakan. Berikut perhitungan berdasarkan peta kendali c:

a) Ketika jumlah atau nilai standar diberikan :

$$CL = c \quad (2.7)$$

$$UCL = c + 3\sqrt{c} \quad (2.8)$$

$$LCL = c - 3\sqrt{c} \quad (2.9)$$

b) Dan jika jumlah atau nilai standar tidak diberikan

$$CL = \bar{c} \quad (2.10)$$

$$UCL = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}} \quad (2.11)$$

$$LCL = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}} \quad (2.12)$$

Keterangan:

\bar{c} = jumlah ukuran cacat disbanding dengan ukuran produksi

c = ukuran cacat

UCL = (batasan kendali atas) *Upper Control Limit*

LCL = (batasan kendali dasar) *Lower Control Limit*

d. Peta Kendali U

Peta kendali u digunakan untuk mengukur berapa jumlah *defect* yang dihasilkan atau ketidaksesuaian dari unit yang diproduksi. Peta kendali u digunakan apabila jumlah kesempatan *defect* adalah *non*-konstan atau tidak tetap.

$$Centerline (CL) = \bar{u} \quad (2.13)$$

$$UCL = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} \quad (2.14)$$

$$LCL = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} \quad (2.15)$$

Keterangan:

\bar{u} = jumlah cacat (*defect*)/total observasi

n = ukuran *sample*

z = 1,2 atau 3

UCL = (batasan kendali atas) *Upper Control Limit*

LCL = (batasan kendali dasar) *Lower Control Limit*

5. Analisis *DPMO* dan Tingkat *Sigma*

DPMO ialah merupakan nilai kegagalan yang menunjukkan banyaknya kecacatan atau kerusakan dalam satu kesempatan. Fatma & Lestari (2017) mengatakan dalam penelitiannya bahwa dalam melakukan pengukuran kinerja *six sigma*, nilai *DPMO* dan *sigma* digunakan dalam pengukuran. Hal tersebut dilakukan karena dapat menentukan tingkat kinerja dari proses produksi yang sedang dilakukan dan dapat dijadikan gambaran dalam peningkatan kualitas. Dan di dalam nilai *DPMO* akan dijadikan rata rata dalam pengukuran proses, serta akan dibuat tingkatan berdasarkan nilai *sigma* yang diperoleh menggunakan tabel *sigma*. Gaspersz (2002) mengatakan bahwa *DPMO* dapat dirumuskan antara lain sebagai berikut:

$$DPMO = (D / (U \times O)) \times 1.000.000 \quad (2.16)$$

$$DPMO = \frac{\text{Jumlah Defect}}{\text{Unit yang diperiksa} \times \text{Defect Opportunity}} \times 1.000.000$$

Keterangan:

DPMO = *Defect Per Million Opportunities*

D = Jumlah *Defect*

U = Jumlah Unit

O = Jumlah kesempatan yang mengakibatkan kecacatan

Dimana dalam penelitian yang dilakukan oleh Gaspersz (2002) mengatakan bahwa dalam perhitunagn *DPMO* dan nilai *sigma* menggunakan program MS. Excel, dan berikut merupakan rumus yang digunakan untuk mencari berapa hasil nilai dari *DPMO* dan berapa hasil nilai dari *sigma*:

a. Perhitungan *DPMO* dan nilai *sigma* untuk data atribut

Nilai *Sigma*

$$\text{normsinv}(1000000 - (DPMO/1000000)) + 1,5 \quad (2.17)$$

- b. Perhitungan *DPMO* dan nilai *sigma* untuk data atribut dan data variabel buat *sigma* yang berada diatas UCL

$$P \left[Z \leq \left(\frac{UCL - \bar{x}}{s} \right) \right] \times 1000000 \quad (2.18)$$

Dan untuk kemungkinan cacat berada dibawah LCL

$$P \left[Z \leq \left(\frac{LCL - \bar{x}}{s} \right) \right] \times 1000000 \quad (2.19)$$

Dan dapat diketahui nilai *DPMO* dengan rumus:

$$P(Z > UCL) \times 1000000 + P(Z < LCL \times 1000000) = \bar{c} \quad (2.20)$$

Keterangan:

\bar{c} = jumlah ukuran cacat

s = standar deviasi

UCL = *Upper Control Limit*

LCL = *Lower Control Limit*

Dan untuk mengetahui taraf kegagalan per satu juta kesempatan bisa dipakai formula yang dimasukan kedalam program MS. Excel:

$$1000000 - \text{normsinv}(-1,5 + \text{NilaiSigma}) * 1000000 \quad (2.21)$$

Hasil untuk nilai *sigma* di atas 2,5

$$1000000 - \text{normsinv}(-1,5 + 2,5) * 1000000 \quad (2.22)$$

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

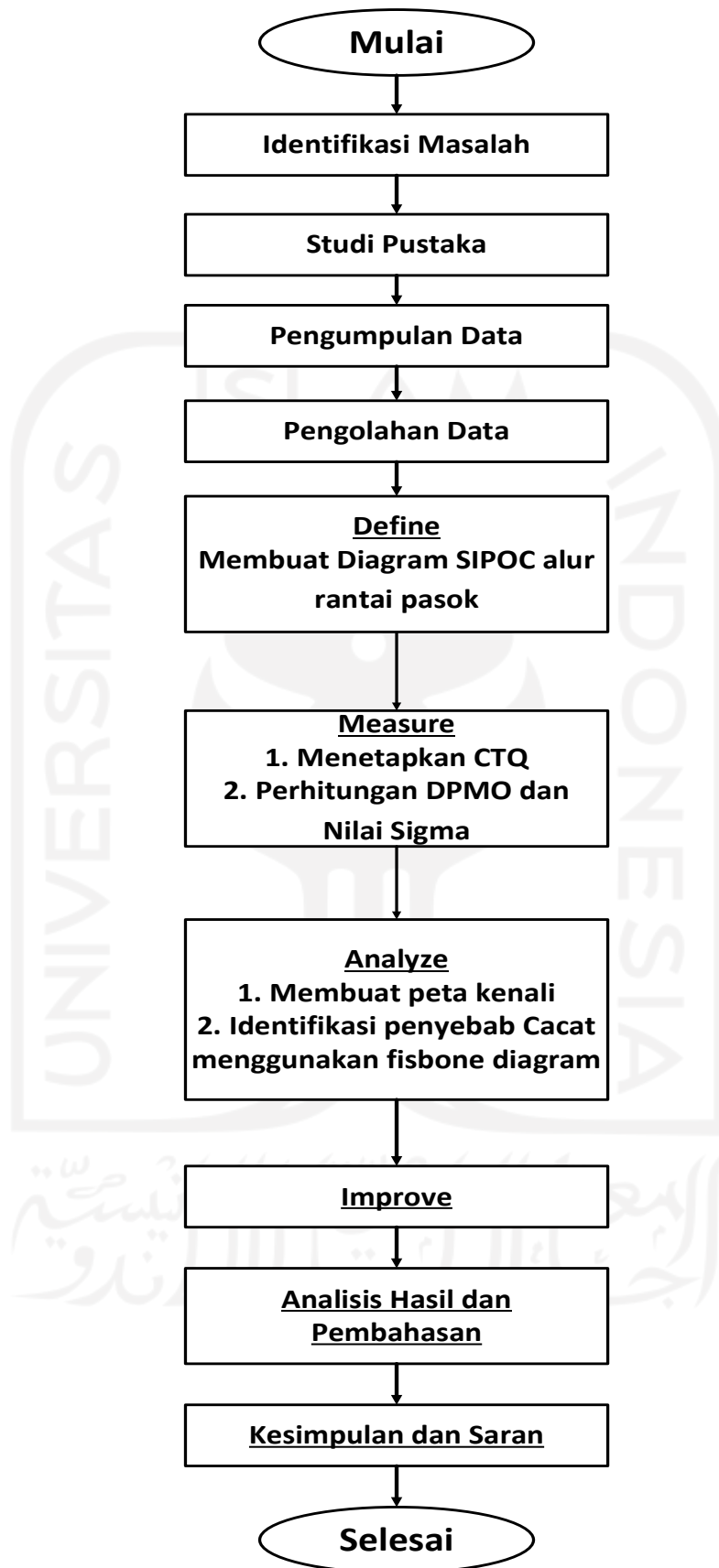
Penelitian analisis pengendalian kualitas produksi untuk mengurangi tingkat kecacatan menggunakan metode *six sigma* pada produk tutup botol ini dilakukan di PT. XYZ yang berlokasi di Sleman, Yogyakarta.

3.2 Objek Penelitian

Objek penelitian bertempat di PT.XYZ, perusahaan yang memproduksi tutup botol yang menjadi inti dari penelitian ini, dimana penelitian yang sudah dilakukan untuk mengetahui nilai *sigma* dan untuk mengetahui apa saja penyebab terjadinya kecacatan produk tutup botol yang di hasilkan oleh PT. XYZ. Penelitian dilakukan pada bulan September 2020.

3.3 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian atau *Flowchart* diagram dipakai untuk memberi citra dan langkah-langkah dalam waktu melakukan penelitian. Dimana diagram ini berbentuk bagan yang menjelaskan proses-proses dalam penelitian serta mempermudah dalam memahami aliran proses dari awal hingga akhir penelitian. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar dibawah ini:



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian (*Flowchart*)

3.4 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan oleh peneliti antara lain sebagai berikut:

1. Data Primer

Data primer diperoleh peneliti secara langsung melalui sumber terpercaya yang ada diperusahaan dan tidak melalui perantara. Metode observasi & wawancara secara langsung bersama HRD dan pekerja yang terdapat di perusahaan PT. XYZ, digunakan peneliti untuk mendapatkan data primer.

2. Data Sekunder

Data sekunder dalam penelitian ini berasal dari beberapa sumber yaitu dari internet, referensi buku, jurnal serta literatur yang berkaitan dengan penelitian. Data sekunder yang digunakan adalah metode *six sigma* dan konsep *DMAIC*.

3.5 Pengolahan Data

Gaspersz V (2002) mengatakan “pengolahan data dalam penelitian ini menggunakan metode *six sigma* serta menggunakan tahap *DMAIC* (*Define, Measure, Analyze, Improve & Control*)”. Tujuan dari menggunakan metode *six sigma* karena dapat mengantisipasi terjadinya kerusakan atau kecacatan dengan menerapkan tahapan yang sudah ditetapkan, dengan menggunakan data yang sudah didapatkan maka dapat dilakukan sesuai dengan metode *six sigma* yang meliputi *DMAIC*. Adapun *tools* yang digunakan pada penelitian ini ialah:

- a. *DPMO* dan tingkat *sigma*
- b. Diagram sebab akibat (*Fishbone*)

3.6 Analisis Data

3.6.1. *Define*

Pada tahap *define* ini menentukan seberapa besar atau seberapa banyak *defect* yang menjadi penyebab permasalahan terjadinya kecacatan pada proses produksi, karena hal ini dapat merugikan perusahaan. Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi kecacatan antara lain sebagai berikut:

a. Membuat Tim Proyek *Six Sigma*

Dalam tahap ini dilakukan pembuatan tim proyek *six sigma* yang dilakukan oleh orang-orang dari pihak perusahaan yang menyangkut karyawan yang sudah terjun langsung dalam proses produksi hingga penanggung jawab dari proyek ini yaitu petinggi dari perusahaan.

b. Pemetaan Alir Proses Produk

Tahap ini dilakukan untuk melihat gambaran paling besar dalam proses produksi yaitu tutup botol jenis *flip cup* dan *full cup* dengan diameter 22-35mm. Dan hasil yang didapatkan nantinya akan dilakukan proses perbaikan.

c. Penentuan Objek yang Dijadikan Fokus Perbaikan

Pada tahap ini adalah tahap untuk melakukan *improvement* yaitu menentukan objek, dimana objek itu sendiri adalah tutup botol *flip cup* dan *full cup* yang memiliki jumlah kecacatan paling banyak. Dan dari pemetaan alir proses akan diketahui *defect* mana yang paling banyak ditemukan.

3.6.2. *Measure*

Pada tahap *measure* terdapat tiga tahap dalam pengambilan sampel pada perusahaan, berikut merupakan tahapan dari *measure*:

a. Mengidentifikasi Karakteristik Kualitas

Tahap pertama pemilihan karakteristik dari *CTQ (Critical to Quality)*, yaitu dengan memilih objek yang telah ditetapkan sesuai dengan kebutuhan dari spesifikasi yang telah ditentukan oleh perusahaan. Dan kemudian ditentukan jenis cacat yang kemungkinan terjadi pada produk hasil produksi.

b. Menentukan Perbaikan Kualitas

Tahap kedua menentukan cacat paling besar dengan menggunakan diagram batang (*Histogram*), yang mana diagram ini untuk mengetahui urutan presentase cacat dan juga memprioritaskan jenis cacat yang perlu diperbaiki terlebih dahulu.

c. Pengukuran Baseline Kinerja

Dan tahap ketiga dilakukan pengukuran yaitu dengan menghitung nilai *DPMO (Defect Per Million Opportunity)* dan Nilai *Sigma* sebelum dilakukan *Improvement*.

3.6.3. Analyze

Untuk tahap *Analyze* diperlukan pembuatan diagram *fishbone* untuk mengidentifikasi faktor penyebab dari kecacatan produk, dengan melakukan tahapan ini akan memaksimalkan peningkatan kualitas produk dimana pada saat yang sama perusahaan akan memperkecil resiko terjadinya kecacatan atau kerusakan suatu produk.

3.6.4. Improve

Tahap perbaikan yaitu merupakan tahapan untuk meningkatkan kualitas menggunakan metode *6 sigma*, menggunakan pengukuran dan ditinjau dari peluang kecacatan serta proses kapabilitas yang ada ketika saat ini. Dan pada tahap ini akan membeirkan rekomendasi perbaikan atau usulan dalam melakukan tindaaka perbaikan yang akan dilakukan.

3.6.5. Control

Tahapan *Control* merupakan tahapan pada tingkat yang selanjutnya dapat dijalankan oleh pihak perusahaan saja. Karena tahapan *control* adalah tahap dimana peningkatan kualitas pada suatu produk yang terjaga kualitasnya dan hanya perusahaan yang mampu dalam mengontrol hal tersebut dimana tujuan dari tahap *control* adalah untuk memantau perbaikan kualitas, membuat rencana perbaikan kualitas secara terus menerus, serat memperbarui dokumen proses bisnis yang akan membuat keuntugan bagi perusahaan.

3.7 Kesimpulan dan Saran

Untuk kesimpulan dan saran berisi mengenai hasil dari penelitian yang dilakukan peneliti di PT. XYZ dari pengumpulan data, pengolahan data hingga pembahasan. Dimana hasil dari penelitian tersebut akan diberikan saran yang berguna untuk meningkatkan kualitas produk tutup botol sesuai dengan hasil dari metode *Six sigma* yang diterapkan.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1. Sejarah Perusahaan

PT. XYZ merupakan sebuah perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur yang membuat komponen kemasan plastik dan juga pembuatan *moulding injection*. PT. XYZ awalnya berdiri pada tahun 2000 kemudian *demerger* pada tahun 2006 yang mana awalnya perusahaan ini hanya bengkel yang bertujuan untuk membuat cetakan saja. Kemudian perusahaan ini berkembang dan membeli 2 buah mesin untuk produksi sendiri karena tingginya permintaan konsumen. Setelah berkembang perusahaan membuat pabrik yang terletak tidak jauh dari pabrik sebelumnya yang terletak persis di timur pabrik awal, dimana sekarang pabrik awal hanya membuat *moulding* atau cetakan serta *maintenance* dan pabrik yang dibangun pada tahun 2012-2013 khusus untuk memproduksi.

PT. XYZ melayani permintaan dengan menyesuaikan mould atau cetakan yang dimiliki, yang kemudian akan dibuatkan *sample* terlebih dahulu. Hasil produksi yang dihasilkan ada bermacam-macam bentuk dan jenis serta ukuran tergantung dengan permintaan konsumen. Kendala dari proses produksi ini dikarenakan bahan baku yang tidak selalu pasti ada yang harus memesan terlebih dahulu yang mana dibutuhkan metode yang tepat guna membantu perusahaan dalam memenuhi bahan baku untuk proses produksi.

PT. XYZ memiliki sebuah tujuan yang berkontribusi dalam menciptakan sebuah usaha dibidang industri plastik *injection* dan pembuatan *moulding* menjadi yang lebih baik. Dengan hal ini dapat meningkatkan perekonomian di Indonesia karena produk yang dihasilkan PT. XYZ ada beberapa jenis dan juga bisa sesuai dengan pesanan pelanggan.

Sistem manajemen mutu yang selalu perusahaan terapkan ialah mempertahankan kualitas dari produk yang dihasilkan, promosi yang tepat serta pendistribusian yang cukup luas menjadikan perusahaan semakin dipercaya dan dikenal akan produk yang dihasilkan. Karena produk yang dihasilkan sesuai

dengan apa yang dipesan oleh pelanggan, yang mana terlebih dahulu memverifikasi apakah dari permintaan pelanggan sesuai atau belum jika belum akan di desain ulang sebelum masuk ke produksi.

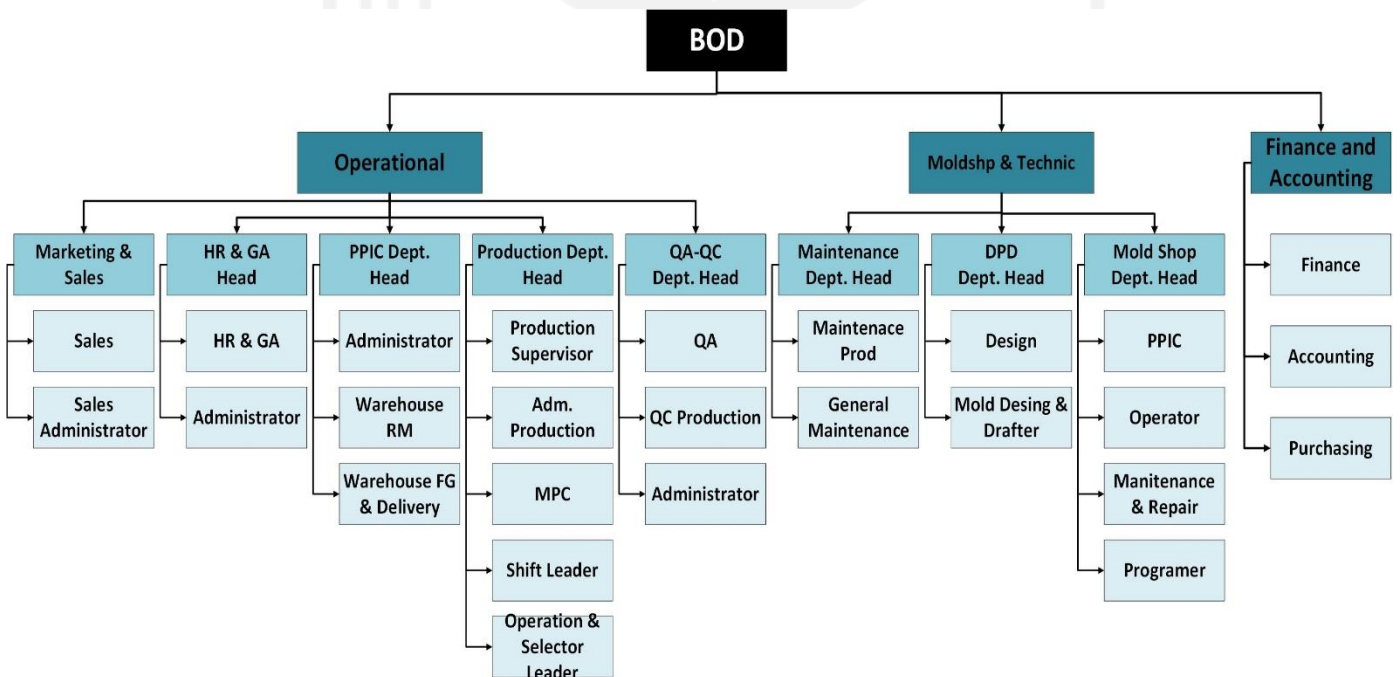
4.1.2. Lokasi PT. XYZ

PT. XYZ yang berlokasi di Sleman, Yogyakarta. Dimana perusahaan ini berada persisi di tepi jalan raya yang sangat mempermudah dalam hal transportasi dari segi pengiriman maupun kendaraan pabrik. Lokasi perusahaan ini dipilih karena tersedianya tenaga kerja yang banyak, mempermudah sewaktu pengiriman produk dan bahan baku.

PT. XYZ mempunyai beberapa bangunan dimana bangunan paling depan ialah pos satpam untuk bagian pengamanan perusahaan, disebalah pos satpam yaitu parkiran untuk karyawan PT. XYZ dan juga tamu.

4.1.3. Struktur Organisasi

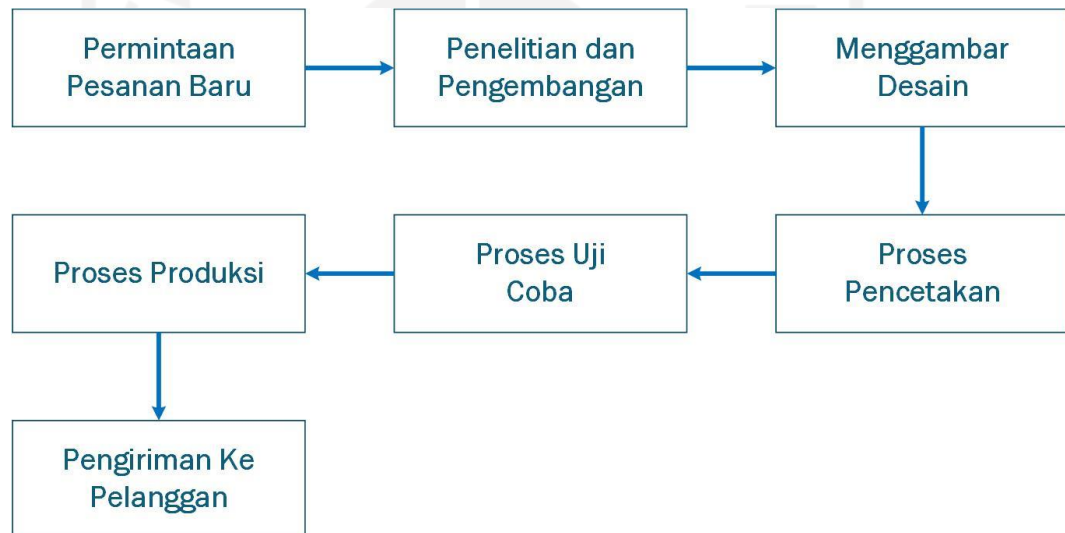
Struktur organisasi yang berasal dari PT. XYZ, bisa dilihat pada bagan atau gambar 5 dibawah ini, yaitu sebagai berikut:



Gambar 5. Struktur Organisasi PT. XYZ

4.1.4. Sistem Produksi

PT. XYZ adalah sebuah perusahaan yang berkecimpung di bidang manufaktur yang menghasilkan komponen kemasan plastik dan juga pembuatan *moulding injection*. Sistem produksi yang dilakukan oleh PT. XYZ yaitu menunggu permintaan dari konsumen untuk dilakukan proses produksi atau bisa disebut juga dengan *make to order*, jadi proses produksi dilakukan ketika perusahaan mendapatkan pesanan dari pelanggan. Dan jenis produk yang diporduksi mempunyai dua jenis yaitu *flip top* dan *full cup*, dimana produk ini sama sama tutup botol yang membedakanya ialah bentuk dari tutup botol tersebut. Dibawah ini merupakan alur atau tahapan proses produksi hingga sampai ke tangan pelanggan yang dilakukan PT.XYZ:



Gambar 6. Alur Produksi

4.1.5. Pengambilan Data

Pada tahap pengambilan data yang dilakukan di PT. XYZ berupa data *attribute* dan data *variable* dilakukan dengan cara pengamatan pada produk yang mengalami kecacatan saat melakukan penelitian. Dimana pengambilan data dilakukan pada bulan September 2020. Untuk pengambilan sampel data yang berjumlah 30 sampel yang dilakukan sebanyak 30 kali dalam satu waktu untuk data atribut. Data atribut ini berisi produk cacat beserta jenis cacat apa saja yang terjadi akibat proses produksi antara lain terdapat bintik hitam, terkena oli, keroak (berlubang) dan jatuh. Sedangkan untuk data *variable* yaitu berisi data mengenai kecacatan produk tutup botol dengan pengambilan data sebanyak sampel (n) adalah 4 yang diambil sebanyak

30 kali pengamatan, dimana data variabel ini menunjukkan berapa cacat setiap variabel yang mempengaruhi dari tutup botol yang telah sesuai dengan permintaan pelanggan.

4.2 Pengolahan Data

Pada tahap ini dilakukan karena untuk mengetahui hasil berapa tingkat kecacatan yang dihasilkan oleh PT. XYZ. Serta untuk mengetahui penyebab apa saja yang dapat menyebabkan kecacatan produk tutup botol. Selain itu pengolahan data juga untuk mengetahui langkah perbaikan apa saja yang harus dilakukan untuk mendapatkan kualitas produk yang lebih baik, sehingga dapat terkontrol juga dengan baik oleh perusahaan. Berikut merupakan tahapan *DMAIC* dalam perbaikan kualitas produk.

4.3.1. Tahapan *Define*

4.3.1.1. Mendefinisikan Pemilihan Proyek *Six sigma*

Pada tahap *define* hal pertama yang dilakukan adalah dengan menentukan objek yang akan dilakukan proyek *six sigma*, dimana objek yang akan diteliti ini merupakan hal yang dapat memberikan nilai tambah bagi pelanggan atau *critical to quality*, pengumpulan data *reject* atau data jumlah kecacatan produk dan juga *form preproject six sigma*. Untuk alur proses produksi dari perusahaan tidak diizinkan untuk mengambil data secara rinci dan hanya gambaran alur proses produksi secara menyeluruh karena bersifat rahasia perusahaan. Di bawah ini merupakan data produk tutup botol jenis *full cup* dan *flip cup* dengan diameter 22 – 35 mm yang diambil tiga bulan terakhir di PT. XYZ. Ada beberapa jenis kecacatan seperti *reject* dari *setting operator*, tutup botol terdapat bintik hitam, terkena oli, jatuh, keroak (berlubang), *reject* dari *quality control*, tutup botol tidak rapat, terdapat serabut pada tutup botol, dan ulir mengelupas. Dari jenis kecacatan produk tutup botol tersebut ditemukan kecacatan paling banyak yaitu terdapat bintik hitam, terkena oli, jatuh dan keroak (berlubang), di bawah ini merupakan jenis dan jumlah *defect* produk tutup botol yang diambil selama 3 bulan terakhir:

Tabel 4. Jumlah *Defect* Produk Tutup Botol Selama 3 Bulan Terakhir

Bulan	Jumlah Produksi Tutup Botol dan Jenis Cacat			
	Oli	Bintik Hitam	Jatuh	Keroak (berlubang)
Juni	21.595	63.034	6.914	2.535
Juli	21.476	62.970	6.889	2.646
Agustus	21.703	54.340	7.028	2.400
Total	64.774	188.189	20.831	7.581

Dan berikut merupakan gambar dan penyebab kecacatan produk tutup botol dengan jenis atau tipe *flip cup* dan *full cup*:

a. Keroak (berlubang)

Jenis cacat keroak (berlubang) ini disebabkan oleh kurangnya dosis *inject* dari *settingan* operator.



Gambar 7. Jenis Cacat Keroak (berlubang)

b. Terkena oli

Jenis cacat terkena oli ini disebabkan karena proses reparasi mesin atau *maintenance* mesin yang kurang dilakukan berkala, ahnya diperbaiki saat sedang dalam kondisi rusak.



Gambar 8. Jenis Cacat Terkena Oli

c. Terdapat bintik hitam

Jenis cacat terdapat bintik hitam disebabkan karena terkontaminasi benda lain pada saat pencampuran bahan baku.



Gambar 9. Jenis Cacat Terdapat Bintik Hitam

d. Jatuh

Jenis cacat jatuh ini mengakibatkan lecet pada produk tutup botol yang disebabkan karena faktor manusia yang kurang teliti dalam melakukan pekerjaan dan juga faktor tutup botol yang panas dari proses produksi serta tempat untuk menaruh tutup botol yang sering penuh.



Gambar 10. Jenis Cacat Jatuh

Berdasarkan dari hasil tabel diatas produk yang dihasilkan oleh PT. XYZ paling banyak mengalami cacat ialah jenis Bintik Hitam pada tutup botol dibandingkan dengan jenis cacat yang lainnya. Dan dari hasil wawancara dari pihak perusahaan bahwa setiap bulannya rata-rata cacat yang dihasilkan setiap jenis cacat berbeda sesuai yang tertera di tabel. 4 diatas. Oleh sebab itu diperlukanya proses pengendalian kualitas dengan 6 *sigma* yang berguna untuk proses penentuan penyebab dari kecacatan dari hasil produksi tutup botol supaya produk yang dihasilkan setelah

pengendalian kualitas *six sigma* dapat ditingkatkan. Dengan pengendalian kualitas *six sigma* ini harapannya dapat mengurangi kecacatan produk tidak hanya dari jenis bintik hitam saja, tetapi juga dapat mengurangi kecacatan dari setiap jenis cacat yang ada. Dan pengendalian kualitas ini dilakukan agar memenuhi keinginan pelanggan dari pesanan tutup botol yang berkualitas yang dapat memberikan kepuasan bagi pelanggan. Dibawah ini merupakan sampel data kecacatan produk tutup botol yang diambil pada bulan September 2020, yaitu sebagai berikut:

Tabel 5. Jenis dan Jumlah Kecacatan Produk Tutup Botol

No	Jumlah Sampel	Jenis Cacat			Jatuh	Jumlah Cacat
		Terkena Oli	Bintik Hitam	Keroak (berlubang)		
1	30	1	3	4	2	10
2	30	1	2	2	4	9
3	30	2	6	4	1	13
4	30	5	3	2	4	14
5	30	2	6	3	3	14
6	30	3	2	4	4	13
7	30	1	4	3	2	10
8	30	5	3	2	4	14
9	30	2	5	4	3	14
10	30	1	2	2	1	6
11	30	3	3	3	3	12
12	30	2	5	2	3	12
13	30	3	6	2	1	12
14	30	2	4	2	3	11
15	30	5	4	3	2	14
16	30	5	3	3	2	13
17	30	5	6	2	4	17
18	30	2	6	4	1	13
19	30	2	6	3	2	13
20	30	1	6	2	4	13
21	30	3	4	3	3	13
22	30	5	6	3	1	15
23	30	2	2	2	1	7
24	30	3	3	3	2	11
25	30	5	6	2	4	17
26	30	2	6	4	1	13
27	30	5	2	3	2	12
28	30	2	4	4	2	12

No	Jumlah Sampel	Terkena Oli	Jenis Cacat			Jumlah Cacat
			Bintik Hitam	Keroak (berlubang)	Jatuh	
29	30	4	6	4	4	18
30	30	5	2	2	3	12
Total	900	89	126	86	76	377

Pada tabel diatas bahwa pengamabilan sampel dilakukan pada bulan September 2020 dan diambil sebanyak 30 sampel, didalam 30 sampel produk tutup botol tersebut ada beberapa jenis cacat yang didapatkan antara lain yaitu terdapat bintik hitam, terkena oli, keroak (berlubang) dan jatuh. Dimana pengambilan data sampel diatas untuk mewakili seluruh jumlah data produksi yang ada di PT. XYZ. Target produksi yang dihasilkan PT. XYZ perharinya sekitar 40.000-70.000 ribu selama satu bulan, dan target produksi bisa berubah tergantung dari pesanan yang di pesan oleh pelanggan serta juga terkendala dampak Covid-19. Dan perusahaan bisanya memproduksi tutup botol antara 1 – 3 juta perbulannya tergantung pesanan.

4.3.1.2. Mengidentifikasi Pernyataan Tujuan

Tahap mengidentifikasi pernyataan tujuan terhadap proyek *six sigma* yang akan dilakukan, pertama-tama harus mengidentifikasi apa saja isu-isu dan nilai-nilai dari proyek yang akan dijalankan, dimana pernyataan tujuan ini harus sesuai dengan prinsip yang sudah ada seperti *SMART*. *SMART* sendiri memiliki singkatan dari (*specific, measurable, achievable, result-oriented, dan time bound*). Didalam pernyataan tujuan yang telah dibuat, mendeskripsikan secara rinci hasil yang didapatkan serta tujuan yang akan dicapai. Dibawah ini merupakan pernyataan tujuan pengendalian kualitas menggunakan metode *six sigma* pada produk tutup botol.

Tabel 6. Pernyataan Tujuan

PROYEK SIX SIGMA
<i>Proses perbaikan produk tutup botol menggunakan DMAIC</i>
<i>Pernyataan Permasalahan</i>
Dari hasil obeservasi dan wawancara hamper setiap bulan rata rata produk cacat yang dihasilkan lumayan besar dan juga pesanan yang dipesan dari pelanggan juga tidak terbilang sedikit. Dari 1-3 juta produksi tutup botol jenis <i>full cup</i> dan <i>flip cup</i>

ada sekitar 150 ribu *reject* atau cacat yang dihasilkan. Dan dari hasil tersebut pihak pelanggan menolak hasil produksi dengan jumlah kecacatan yang lumayan banyak. Oleh sebab itu dilakukan produksi ulang untuk mendapatkan hasil sesuai dengan keinginan konsumen

Pernyataan Tujuan

Untuk tujuan dari proyek dalam proses perbaikan produk tutup botol menggunakan *DMAIC* ini ialah untuk meningkatkan kualitas dari produk yang dihasilkan dengan menghitung nilai *DPMO* dan nilai *sigma* dengan data bulan Juni, Juli dan Agustus 2020 dengan total produksi bulan Juni sebesar 1.994.600 dengan nilai *DPMO* sebesar 7900,58 dan nilai *sigma* sebesar 3,91, bulan Juli sebesar 1.723.925 dengan nilai *DPMO* sebesar 9131,78 dan nilai *sigma* sebesar 3,86 dan total produksi bulan Agustus sebesar 2.309.165 dengan hasil dari nilai *DPMO* didapatkan sebesar 5883,08 dan hasil nilai *sigma* didapatkan sebesar 4,02. Tetapi dari hasil pengambilan sampel pada bulan September 2020 didapatkan hasil nilai *DPMO* sebesar 104.722,22 dan hasil dari nilai *sigma* sebesar 2,76. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa total produksi selama bulan Juni, Juli Agustus dan juga sampel bulan September berbeda-beda, dikarenakan masih berada pada dampak Covid-19. Dengan hasil cacat tersebut dapat menurunkan kegagalan atau kecacatan produk tutup botol jenis *flip cup* dan *full cup* diameter 22-35 mm, serta dapat menurunkan biaya pekerjaan ulang untuk produk tutup botol yang ditolak.

Kendala-kendala (Constraints)

Dalam hal ini anggota karyawan atasan hingga pekerja kurang saling berkomunikasi dan kurang *sharing* atau berbagi keluhan saat melakukan pekerjaan, akibatnya dalam proses produksi mengalami permasalahan yang mengakibatkan dampak kecacatan produk tutup botol. Harapannya pekerja dapat mengerahkan waktu dan tenaga untuk melakukan pekerjaan untuk hasil yang kurang maksimal dan bisa mendapatkan hasil yang memuaskan serta tidak mengecewakan konsumen. Dan juga kendala dari pengambilan data yang masih berdampak Covid-19 mengakibatkan proses produksi tidak berjalan secara maksimal karena ada pembatasan masuk karyawan dan juga hasil dari produk tutup botol yang diproduksi juga tidak menentu.

Ruang Lingkup

Ruang lingkup pada proyek yang dilakukan untuk perbaikan kualitas produk tutup botol dengan jenis cacat bintik hitam. Dan pada proyek ini peneliti hanya melakukan sampai tahapan *improve* dan sedangkan untuk tahap *control* lebih baik atau dilakukan oleh pihak perusahaan.

4.3.1.3. Mengidentifikasi Kebutuhan Spesifik Pelanggan

Pada tahap identifikasi kebutuhan spesifikasi pelanggan lebih berfokus kepada syarat apa saja yang digunakan dalam memenuhi atau menghasilkan produk yang dapat memberikan kepuasan bagi pelanggan akan kualitas produk yang dihasilkan. Persyaratan spesifik ini berkaitan dengan karakteristik yang mana produk yang sudah jadi sampai ke tangan pelanggan, guna untuk menguji keefektivitasan dari produk tersebut dan daya tahan produk tersebut saat pelanggan menggunakannya. Berikut merupakan tabel kebutuhan spesifikasi dari pelanggan dan karakteristik kualitas (*CTQ*) yang perlu diperhatikan antara lain:

1. **Bintik Hitam**

Tutup botol yang rapi tidak harus dilihat dari fisik tetapi juga dari segi penglihatan juga harus rapi, tutup botol yang terdapat bintik hitam atau warna memudar dapat dikategorikan cacat.

2. **Terkena Oli**

Tutup botol terkena oli akibat mesin yang digunakan dalam proses produksi juga sangat mempengaruhi keberhasilan suatu produksi. Karena dari tutup botol yang terkena oli akibat mesin yang kurang *maintenance* dapat membuat tutup botol terkena oli dan hal ini dapat membuat produk tutup botol menjadi masalah.

3. **Jatuh**

Tutup botol yang keluar dari mesin masih panas dan juga tempat untuk *loading* tutup botol hasil produksi sering menumpuk sehingga tutup botol banyak yang jatuh dan membuat tutup botol mengalami lecet dan berakibat kecacatan produk.

4. **Keroak (berlubang)**

Keroak (berlubang) pada tutup botol juga merupakan permasalahan yang dapat membuat tutup botol mengalami *reject* dan membuat tutup botol tidak dapat

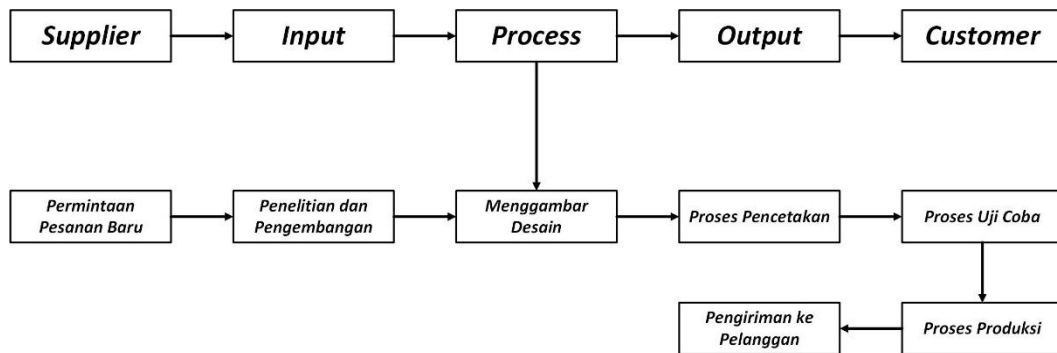
digunakan dan tidak sesuai dengan ketentuan dari standar operasional prosedur (SOP) produksi.

Tabel 7. Kebutuhan Spesifikasi Pelanggan

Produk Tutup Botol <i>Flip Cup</i> dan <i>Full Cup</i>	
Kebutuhan Pelanggan	
Primer	Sekunder
Estetika	Tutup Botol Rapi (tidak ada rusak) Warna tutup botol sesuai spesifikasi (tidak ada bintik hitam) Ukuran tutup botol sesuai (22 -35 mm)
Fungsi serta Kenyamanan	Pembuka dan penutup botol tidak berat (susah) saat dibuka Tutup botol tidak ada kebocor Tutup botol tidak membuat luka atau rasa sakit pada tangan

4.3.1.4. Pembuatan Diagram *SIPOC*

Pada tahap pembuatan diagram *SIPOC* adalah tahap yang digunakan untuk mendefinisikan faktor apa saja yang dapat mengakibatkan peningkatan dalam proses pembuatan tutup botol yang berguna untuk meningkatkan kualitas produk melalui proyek *six sigma*. Gaspersz V (2002) mengatakan bahwa *SIPOC* adalah alat yang paling banyak digunakan dalam meningkatkan suatu proses dan sangat berguna dalam manajemen. Dan dibawah ini merupakan gambar dari diagram *SIPOC* produk tutup botol:



Gambar 11. Diagram SIPOC Tutup Botol

4.3.2. Tahapan Measure

4.3.2.1. Perhitungan Data Atribut

1. CTQ dan Diagram Batang

Penelitian ini dilakukan untuk penentuan CTQ terlebih dahulu, hal pertama yaitu melihat apakah diantara spesifikasi yang diinginkan pelanggan, dan juga melihat kondisi dari kecacatan produk tutup botol yang diproduksi oleh PT. XYZ. Dalam penentuan CTQ ini dilakukan dengan cara wawancara dengan pihak perusahaan. Bahwa dalam penelitian ini terdapat empat jenis cacat yang sering ditemukan dalam proses produksi tutup botol yang dapat mempengaruhi dari keinginan serta kepuasan pelanggan. Dari keempat jenis cacat tersebut diantaranya adalah tutup botol keroak (berlubang), terdapat bintik hitam, terkena oli dan jatuh. Untuk data yang digunakan dalam penelitian kali ini, peneliti menggunakan 30 pengambilan data, dimana dalam pengambilan data diambil 30 *sample* data atribut.

Dalam pembuatan diagram batang yang harus dilakukan ialah dengan menentukan jenis produk dan menghitung presentase (%) dari setiap produk dari hasil produksi. Dimana proses ini untuk menentukan tingkat cacat yang paling tinggi dan jenis kecacatan produk. Dibawah ini merupakan presentase tingkat kecacatan produk pada bulan Agustus 2020, yaitu sebagai berikut:

Tabel 8. Jenis dan Tingkat Kecacatan Tutup Botol Bulan Agustus

Jenis cacat	Jumlah Cacat (unit)	Presentase	Kumulatif
Terkena Oli	21.703	23%	23%
Bintik Hitam	54.340	67%	90%
Keroak (berlubang)	7.028	7%	97%
Jatuh	2.400	3%	100%

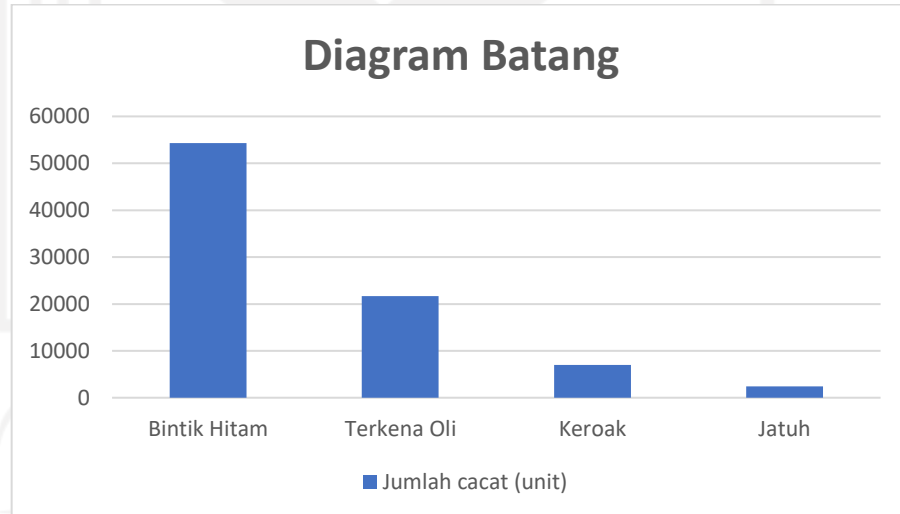
Jenis cacat	Jumlah Cacat (unit)	Presentase	Kumulatif
Total	85.471	100%	

Dan dibawah ini merupakan presentase tingkat cacat dari pengambilan sampel pada bulan Sepetmber 2020, yaitu adalah sebagai berikut:

Tabel 9. Sampel Tingkat Kecacatan Bulan September

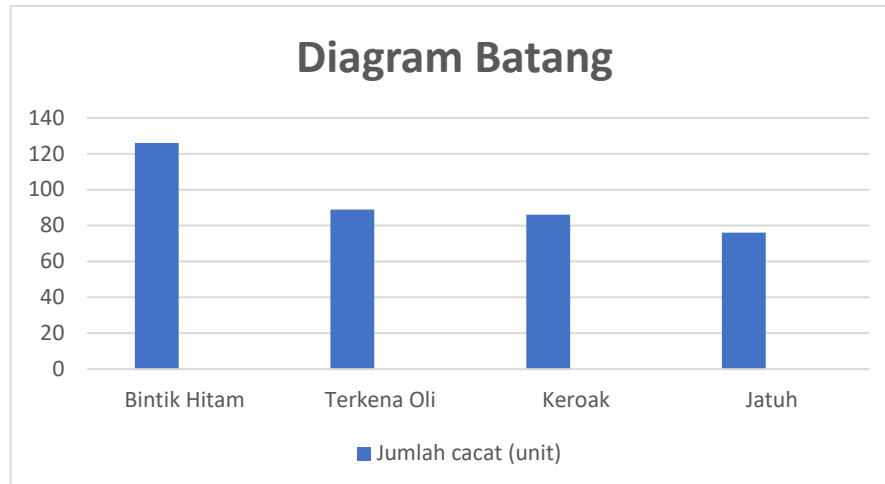
Jenis Cacat	Jumlah cacat (unit)	Presentase	Kumulatif
Bintik Hitam	126	33%	24%
Terkena Oli	89	24%	57%
Keroak (berlubang)	86	23%	80%
Jatuh	76	20%	100%
Total	377		

Dan dari tabel diatas tentang *Critical to Quality* akan dikonversikan kedalam diagram batang sebagai berikut:



Gambar 12. Diagram Batang Bulan Agustus

Dan dibawah ini diagram batang untuk jumlah sampel jenis cacat pada bulan September, yaitu sebagai berikut:



Gambar 13 Diagram Batang Bulan September

Untuk tingkat kepentingan dari 4 *CTQ* diasumsikan adalah sama, jadi dari *CTQ* tersebut sama pentingnya. Dan dari gambar. 12 diagram batang diatas bahwa cacat paling besar ialah Bintik hitam didapatkan dari hasil kecacatan sebanyak 54340 total kecacatan dengan Bintik hitam atau dalam presentase sebesar 67%. Dan untuk gambar 13 diagram batang juga cacat paling banyak juga jenis cacat Bintik Hitam dengan jumlah cacat dari sampel sebanyak 126 dengan presentase sebesar 33%.

2. Menghitung Kemampuan Proses

Berikut merupakan perhitungan dalam menghitung nilai UCL dan LCL untuk kestabilan proses *control chart*:

a. Menghitung *DPU* (*Defect Per Unit*)

$$\begin{aligned}
 DPU &= \frac{\text{jumlah produk cacat}}{\text{jumlah produk yang diinspeksi}} && (2.1.) \\
 &= \frac{377}{900} \\
 &= 0,418
 \end{aligned}$$

b. Menghitung *DPO* (*Defect Per Oppurtunity*)

$$\begin{aligned}
 DPO &= \frac{DPU}{CTQ} && (2.2.) \\
 &= \frac{0,418}{4} \\
 &= 0,10472
 \end{aligned}$$

c. Menghitung *DPMO* (*Defect Per Million Oppurtunity*)

$$\begin{aligned} DPMO &= DPO \times 1000000 & (2.3.) \\ &= 0,10472 \times 1000000 \\ &= 104722,22 \end{aligned}$$

d. Menghitung Nilai *Sigma*

$$\begin{aligned} Sigma &= \text{normsinv}((1000000-104722,22)/1000000) + 1,5 & (2.4.) \\ &= 2,76 \end{aligned}$$

e. Mengkonversikan *DPMO* ke *Level Sigma*

Berdasarkan hasil perhitungan dan juga berdasarkan hasil tabel konversi *DPMO* ke nilai *Sigma*, didapatkan hasil bahwa 104.722,22 berada pada level 2,76.

Perhitungan nilai *DPMO* dan tingkat *sigma* dari pengolahan data dapat dilihat pada tabel 10 dibawah ini:

Tabel 10. Perhitungan *DPMO* dan Tingkat *Sigma*

Jenis Cacat					
No	Jumlah Sampel	Jumlah Cacat	Banyaknya CTQ	DPMO	Sigma
1	30	10	4	83333,33	2,88
2	30	9	4	75000,00	2,94
3	30	13	4	108333,33	2,74
4	30	14	4	116666,67	2,69
5	30	14	4	116666,67	2,69
6	30	13	4	108333,33	2,74
7	30	10	4	83333,33	2,88
8	30	14	4	116666,67	2,69
9	30	14	4	116666,67	2,69
10	30	6	4	50000,00	3,14
11	30	12	4	100000,00	2,78
12	30	12	4	100000,00	2,78
13	30	12	4	100000,00	2,78
14	30	11	4	91666,67	2,83
15	30	14	4	116666,67	2,69
16	30	13	4	108333,33	2,74
17	30	17	4	141666,67	2,57
18	30	13	4	108333,33	2,74
19	30	13	4	108333,33	2,74

20	30	13	4	108333,33	2,74
21	30	13	4	108333,33	2,74
22	30	15	4	125000,00	2,65
23	30	7	4	58333,33	3,07
24	30	11	4	91666,67	2,83
25	30	17	4	141666,67	2,57
26	30	13	4	108333,33	2,74
27	30	12	4	100000,00	2,78
28	30	12	4	100000,00	2,78
29	30	18	4	150000,00	2,54
30	30	12	4	100000,00	2,78
Total	900	377	Rata-rata	104722,22	2,76

Dari hasil perhitungan tabel diatas didapatkannilai *DPMO* dengan rata rata sebesar 104.722,22 dan tingkat *sigma* sebesar 2,76. Dan dibawah ini dapat dilihat tabel perhitungan tindakan pengendalian kualitas tutup botol:

Tabel 11. Tindakan Pengendalian Kualitas Tutup Botol

Cara	Tindakan	Persamaan	Perhitungan
1	Jenis cacat yang ingin diketahui	-	Produksi Tutup botol
2	Berapa banyak unit yang diperiksa	-	900
3	Berapa banyak cacat produk dari hasil yang diperiksa		377
4	Menghitung tingkat kecacatan	Cara 3 / Cara 2	0,418
5	Menentukan <i>CTQ</i>	Banyaknya karakteristik <i>CTQ</i>	4
6	Menghitung tingkat kecacatan dari <i>CTQ</i>	Cara 4 / Cara 5	0,10472222
7	Menghitung kecacatan per <i>DPMO</i>	Cara 6 x 1000000	104.722,22
8	Mengkonveriskan nilai <i>DPMO</i> ke nilai <i>sigma</i>	MSExcel : $\text{normsinv}((1000000 - \text{DPMO})/1000000) + 1,5$	2,76
9	Membuat Kesimpulan	-	<i>sigma</i> sebesar 2,76 termasuk ke dalam rata-rata industri Indoneisa

Dari tabel 11. Dapat diketahui bahwa selama proses produksi tutup botol memiliki kapabilitas proses yang masuk ke dalam rata-rata industri Indoneisa, dimana masih dikatakan lumayan rendah. Bisa dilihat bahwa nilai *DPMO* yang dihasilkan sebesar 104.722,22 dengan nilai sigma sebesar 2, 76. Dari hasil tersebut dapat dikonversikan ke dalam satu juta kemungkinan terjadinya kecacatan maka akan terdapat 104.722,22 produk yang cacat.

4.3.3. Tahapan *Analyze*

Tahap *Analyze* adalah sebuah tahap untuk peningkatan kualitas produk menggunakan metode 6 *sigma*, yang digunakan untuk menentukan dan mengidentifikasi penyebab dari kecacatan produk sehingga dapat memberikan penanganan yang sesuai dengan kasus yang ada.

4.3.3.2. Stabilitas Proses Produksi

1. Menghitunga nilai UCL dan LCL

Pada pembuatan peta kendali c, hasil dari pengolahan jumlah kecacatan dalam proses produksi akan dipaparkan. Dimana perhitungan ini berdasarkan *CTQ* yang telah dilakukan di tahap *define* dari produk tutup botol yang sudah menjadi produk akhir. Untuk mengetahui produk tutup botol yang cacat tersebut masih didalam data batas kendali aman, dapat dilihat pada perhitungan peta kendali c. Dibawah ini merupakan data dari jumlah produk tutup botol yang cacat:

Tabel 12. Nilai kecacatan tutup botol dan proporsi kecacatan

No	Jumlah Sampel	Jumlah Defect
1	30	10
2	30	9
3	30	13
4	30	14
5	30	14
6	30	13
7	30	10
8	30	14
9	30	14
10	30	6
11	30	12
12	30	12

No	Jumlah Sampel	Jumlah Defect
13	30	12
14	30	11
15	30	14
16	30	13
17	30	17
18	30	13
19	30	13
20	30	13
21	30	13
22	30	15
23	30	7
24	30	11
25	30	17
26	30	13
27	30	12
28	30	12
29	30	18
30	30	12
Jumlah	900	377

2. Peta Kendali *c-Chart*

Peta kendali *c* dibuat jika pada suatu produk dari hasil produksi tidak memenuhi syarat atau lebih dapat dikatakan produk tersebut cacat atau rusak. Dimana peta kendali *c* disebut juga dengan *count* atau menghitung kecacatan, yang dihitung dari banyaknya sampel yang ditemukan tanpa menghitung jenis kecacatan. Dan peta kendali *c* ini dibuat berdasarkan data sampel yang didapatkan dari perusahaan. Dibawah ini merupakan perhitungan untuk mencari UCL, LCL, dan CL, yaitu adalah sebagai berikut:

a. Menghitung *Centerline*

$$CL = \bar{c} = \frac{\sum c}{n} = \frac{377}{30}$$

$$CL = 12,566$$

b. Menghitung *Upper Control Limit*

$$UCL = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$$

$$= 12,566 + 3\sqrt{12,566}$$

$$= 23,200$$

c. Menghitung *Lower Control Limit*

$$UCL = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$$

$$= 12,566 - 3\sqrt{12,566}$$

$$= 1,931$$

d. Menghitung proporsi *defect*

$$(Proporsi)_i = (Jumlah Defect)_i / \sum (Target Produksi)$$

$$(Proporsi)_1 = 377 / 900$$

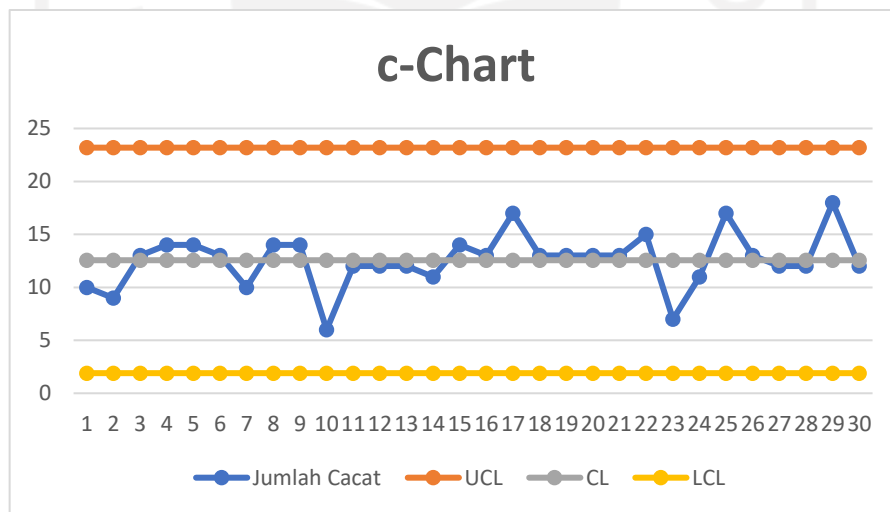
$$= 0,418$$

Tabel 13. Rekapitulasi data CL, UCL, LCL

No	Sampel	Jumlah Cacat	Proporsi	UCL	CL	LCL
1	30	10	0,33	23,19	12,56	1,9
2	30	9	0,30	23,19	12,56	1,9
3	30	13	0,43	23,19	12,56	1,9
4	30	14	0,47	23,19	12,56	1,9
5	30	14	0,47	23,19	12,56	1,9
6	30	13	0,43	23,19	12,56	1,9
7	30	10	0,33	23,19	12,56	1,9
8	30	14	0,47	23,19	12,56	1,9
9	30	14	0,47	23,19	12,56	1,9
10	30	6	0,20	23,19	12,56	1,9
11	30	12	0,40	23,19	12,56	1,9
12	30	12	0,40	23,19	12,56	1,9
13	30	12	0,40	23,19	12,56	1,9
14	30	11	0,37	23,19	12,56	1,9
15	30	14	0,47	23,19	12,56	1,9
16	30	13	0,43	23,19	12,56	1,9
17	30	17	0,57	23,19	12,56	1,9
18	30	13	0,43	23,19	12,56	1,9
19	30	13	0,43	23,19	12,56	1,9
20	30	13	0,43	23,19	12,56	1,9
21	30	13	0,43	23,19	12,56	1,9
22	30	15	0,50	23,19	12,56	1,9
23	30	7	0,23	23,19	12,56	1,9

No	Sampel	Jumlah Cacat	Proporsi	UCL	CL	LCL
24	30	11	0,37	23,19	12,56	1,9
25	30	17	0,57	23,19	12,56	1,9
26	30	13	0,43	23,19	12,56	1,9
27	30	12	0,40	23,19	12,56	1,9
28	30	12	0,40	23,19	12,56	1,9
29	30	18	0,60	23,19	12,56	1,9
30	30	12	0,40	23,19	12,56	1,9
Jumlah	900	377	12,6			

Pada tabel diatas merupakan rekapitulasi data CL, UCL, LCL dari data sampel yang diambil pada bulan September 2020. Pengambilan sampel data tersebut untuk mewakili keseluruhan dari total produk tutup botol yang diproduksi PT. XYZ, karena di masa pandemic Covid-19 jumlah produksi yang dihasilkan berbeda beda setiap bulannya. Untuk itu dilakukan pengambilan sampel dari keseluruhan total produk tutup botol. Dari data di atas kemudian dibuat grafik sebagai berikut :



Gambar 14. Grafik Data Sampel Bulan September 2020

Tujuan dibuatnya peta kendali yaitu untuk menentukan serta mengendalikan proses produksi yang sedang terjadi untuk membuat atau menghasilkan kualitas produk yang baik. Suatu proses dapat dikatakan baik apabila stabil dan hasil yang dikeluarkan memenuhi kebutuhan pelanggan. Dan bisa terjadi dimana suatu proses stabil tetapi tidak dapat memenuhi kebutuhan dari pelanggan. Dari gambar grafik diatas menunjukkan bahwa produk tutup botol masih belum konsisten, dan terdapat variasi naik dan juga turun, yang menunjukkan proses yang dilakukan selama produksi tutup botol belum dikelola dengan

tepat. Tetapi dari ketidakkonsisten garfik diatas ada beberapa penyebab kecacatan produk yang dapat dihilangkan seperti kesalahan dari operator, material yang kurang bagus, *setting* ooperator yang kurang tepat, karyawan atau operator baru serta mesin yang kurang perawatan dan perlunya *maintenance* yang berkelanjutan. Jika suatu proses produksi dapat dikendalikan serta dilakukan perbaikan berkala maka akan membuat pola dari hasil nilai *DPMO* akan menurun dan tingkat hasil dari nilai *sigma* akan meningkat. Hasil nilai *DPMO* didapatkan sebesar 104.722,22 dengan hasil nilai *sigma* didapatkan sebesar 2,76, yang berguna untuk menentukan target dari proyek peningkatan kualitas produk tutup botol menggunakan metode *six sigma*.

Dibawah ini adalah perhitungan dan rekapitulasi data bulan Agustus 2020. Dimana data tersebut diambil langsung dari perusahaan. Pada saat melakukan penelitian di PT. XYZ masih berada pada dampak Covid-19, dimana jumlah produksi tidak menentu. Data total produksi di bulan Juni, Juli dan Agustus digunakan untuk perbandingan bahwa dari keseluruhan hasil dari setiap bulan berbeda. Kemudian dilakukan pengambilan sampel untuk mewakili keseluruhan dari total produk tutup botol yang diproduksi. Berikut merupakan perhitungan dan hasil dari data bulan Agustus 2020:

Tabel 14. Nilai Kecacatan Produk Tutup Botol

No	Jumlah Produksi	Jumlah Defect
1	77994	1833
2	84580	1922
3	83218	1936
4	77208	1764
5	61942	1845
6	72472	1732
7	87374	1735
8	84757	1848
9	76144	1886
10	74756	1767
11	81887	1913
12	72042	1703
13	75661	1798
14	87225	1891
15	84165	1770
16	79132	1833
17	84984	1865

No	Jumlah Produksi	Jumlah Defect
18	83955	1934
19	74379	1803
20	78822	1933
21	82999	1936
22	68804	1700
23	67896	1692
24	75611	1853
25	63247	1823
26	85468	1700
27	64076	1693
28	81316	1810
29	73134	1735
30	63917	1687
Jumlah	2309165	54340
Rata- Rata	76972,16	1811,33

a. Menghitung *Centerline*

$$CL = \bar{c} = \frac{\sum c}{n} = \frac{54340}{30}$$

$$CL = 1811,33$$

b. Menghitung *Upper Control Limit*

$$UCL = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$$

$$= 1811,33 + 3\sqrt{1811,33}$$

$$= 1939$$

c. Menghitung *Lower Control Limit*

$$UCL = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$$

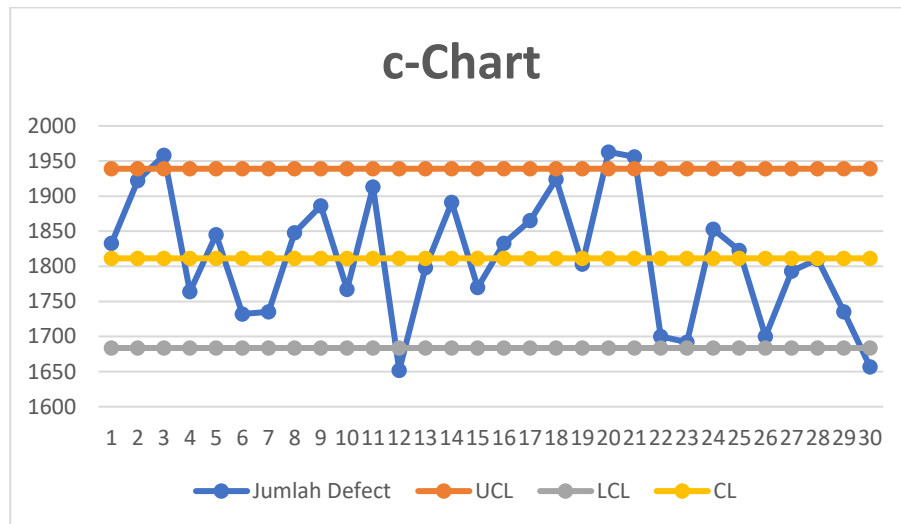
$$= 1811,33 - 3\sqrt{1811,33}$$

$$= 1683,65$$

Tabel 15. Rekapitulasi Data CL, UCL, LCL Bulan Agustus 2020

No	Jumlah Produksi	Jumlah Defect	Proporsi	UCL	LCL	CL
1	77994	1833	0,024	1939	1683,65	1811,33
2	84580	1922	0,023	1939	1683,65	1811,33
3	83218	1936	0,023	1939	1683,65	1811,33
4	77208	1764	0,023	1939	1683,65	1811,33
5	61942	1845	0,030	1939	1683,65	1811,33
6	72472	1732	0,024	1939	1683,65	1811,33
7	87374	1735	0,020	1939	1683,65	1811,33
8	84757	1848	0,022	1939	1683,65	1811,33
9	76144	1886	0,025	1939	1683,65	1811,33
10	74756	1767	0,024	1939	1683,65	1811,33
11	81887	1913	0,023	1939	1683,65	1811,33
12	72042	1703	0,024	1939	1683,65	1811,33
13	75661	1798	0,024	1939	1683,65	1811,33
14	87225	1891	0,022	1939	1683,65	1811,33
15	84165	1770	0,021	1939	1683,65	1811,33
16	79132	1833	0,023	1939	1683,65	1811,33
17	84984	1865	0,022	1939	1683,65	1811,33
18	83955	1934	0,023	1939	1683,65	1811,33
19	74379	1803	0,024	1939	1683,65	1811,33
20	78822	1933	0,025	1939	1683,65	1811,33
21	82999	1936	0,023	1939	1683,65	1811,33
22	68804	1700	0,025	1939	1683,65	1811,33
23	67896	1692	0,025	1939	1683,65	1811,33
24	75611	1853	0,025	1939	1683,65	1811,33
25	63247	1823	0,029	1939	1683,65	1811,33
26	85468	1700	0,020	1939	1683,65	1811,33
27	64076	1693	0,026	1939	1683,65	1811,33
28	81316	1810	0,022	1939	1683,65	1811,33
29	73134	1735	0,024	1939	1683,65	1811,33

No	Jumlah Produksi	Jumlah Defect	Proporsi	UCL	LCL	CL
30	63917	1687	0,026	1939	1683,65	1811,33
Jumlah	2309165	54340	0,711			
Rata-rata	76972,16	1811,33	0,0241			



Gambar 15. c-Chart

Berdasarkan gambar grafik diatas bisa diketahui bahwa masih terdapat proses yang masih belum terkontrol atau masih belum stabil, data yang keluar dari batas adalah data nomer 3, 12, 20,21, dan 30. maka hal yang harus dilakukan adalah dengan menstabilkan proses proses tersebut dengan cara membuang atau menghilangkan data yang keluar dari batas control yang telah ditetapkan.

Tabel 16. Data kecacatan yang distabilkan

No	Jumlah Produksi	Jumlah Defect	Proporsi
1	77994	1833	0,023
2	84580	1922	0,023
3	77208	1764	0,030
4	61942	1845	0,024
5	72472	1732	0,020
6	87374	1735	0,022
7	84757	1848	0,025
8	76144	1886	0,024
9	74756	1767	0,023

No	Jumlah Produksi	Jumlah Defect	Proporsi
10	81887	1913	0,024
11	75661	1798	0,022
12	87225	1891	0,021
13	84165	1770	0,023
14	79132	1833	0,022
15	84984	1865	0,023
16	83955	1934	0,024
17	74379	1803	0,025
18	68804	1700	0,025
19	67896	1692	0,025
20	75611	1853	0,029
21	63247	1823	0,020
22	85468	1700	0,026
23	64076	1693	0,024
24	81316	1810	0,024
25	73134	1735	0,023
Jumlah	2301965	45145	0,789
Rata-rata	77650,16	1805,8	0,032

a. Menghitung *Centerline*

$$CL = \bar{c} = \frac{\sum c}{n} = \frac{45145}{25}$$

$$CL = 1805,8$$

b. Menghitung *Upper Control Limit*

$$\begin{aligned} UCL &= \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}} \\ &= 1805,8 + 3\sqrt{1805,8} \\ &= 1933 \end{aligned}$$

c. Menghitung *Lower Control Limit*

$$\begin{aligned} UCL &= \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}} \\ &= 1805,8 - 3\sqrt{1805,8} \\ &= 1673,31 \end{aligned}$$

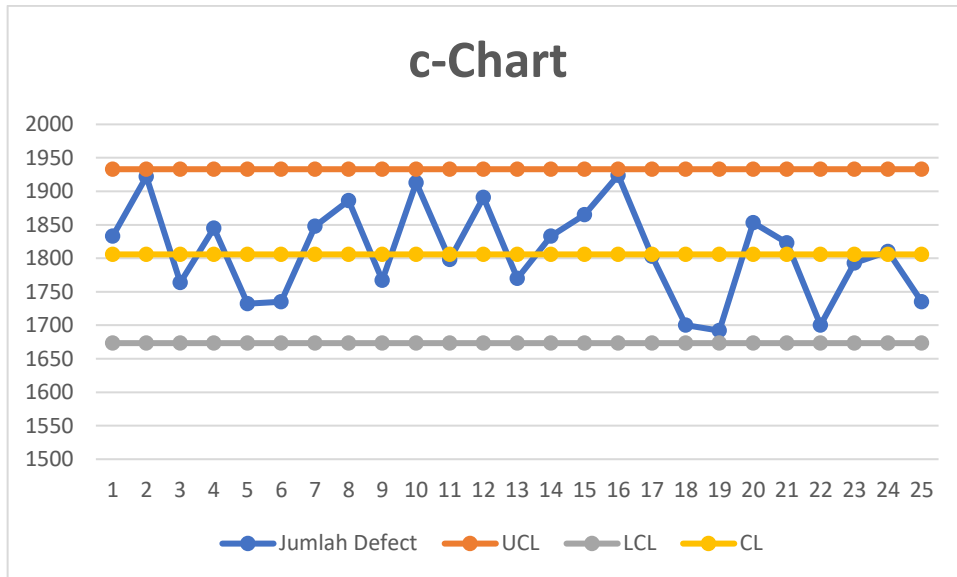
d. Menghitung proporsi *defect*

$$(Proporsi)_i = (Jumlah Defect)_i / \sum (Target Produksi)$$

$$(Proporsi)_1 = 1833 / 77994 \\ = 0,02414$$

Tabel 17. Rekap data Proporsi, CL, UCL, LCL.

No	Jumlah Defect	Proporsi	UCL	LCL	CL
1	1833	0,0367	1933	1673,31	1805,8
2	1922	0,0320	1933	1673,31	1805,8
3	1764	0,0294	1933	1673,31	1805,8
4	1845	0,0369	1933	1673,31	1805,8
5	1732	0,0289	1933	1673,31	1805,8
6	1735	0,0434	1933	1673,31	1805,8
7	1848	0,0264	1933	1673,31	1805,8
8	1886	0,0377	1933	1673,31	1805,8
9	1767	0,0252	1933	1673,31	1805,8
10	1913	0,0273	1933	1673,31	1805,8
11	1798	0,0300	1933	1673,31	1805,8
12	1891	0,0270	1933	1673,31	1805,8
13	1770	0,0253	1933	1673,31	1805,8
14	1833	0,0367	1933	1673,31	1805,8
15	1865	0,0373	1933	1673,31	1805,8
16	1934	0,0484	1933	1673,31	1805,8
17	1803	0,0301	1933	1673,31	1805,8
18	1700	0,0283	1933	1673,31	1805,8
19	1692	0,0242	1933	1673,31	1805,8
20	1853	0,0309	1933	1673,31	1805,8
21	1823	0,0260	1933	1673,31	1805,8
22	1700	0,0283	1933	1673,31	1805,8
23	1693	0,0423	1933	1673,31	1805,8
24	1810	0,0302	1933	1673,31	1805,8
25	1735	0,0248	1933	1673,31	1805,8
Jumlah	45145	0,79359			
Rata-rata	1805,8	0,03174			



Gambar 16. c-Chart yang sudah distabilkan

4.3.3.3. Mengidentifikasi Akar Penyebab Kecacatan

Berdasarkan hasil perhitungan *CTQ*, dapat ditentukan bahwa ada 4 jenis kecacatan produk tutup botol yaitu Bintik hitam, Oli, Keroak (berlubang) dan Jatuh. Dan untuk mengetahui penyebab dari kecacatan produk saat melakukan proses produksi tutup botol perlu digunakan diagram sebab akibat / *fishbone*. Berikut merupakan faktor penyebab dari kecacatan produk tutup botol.:

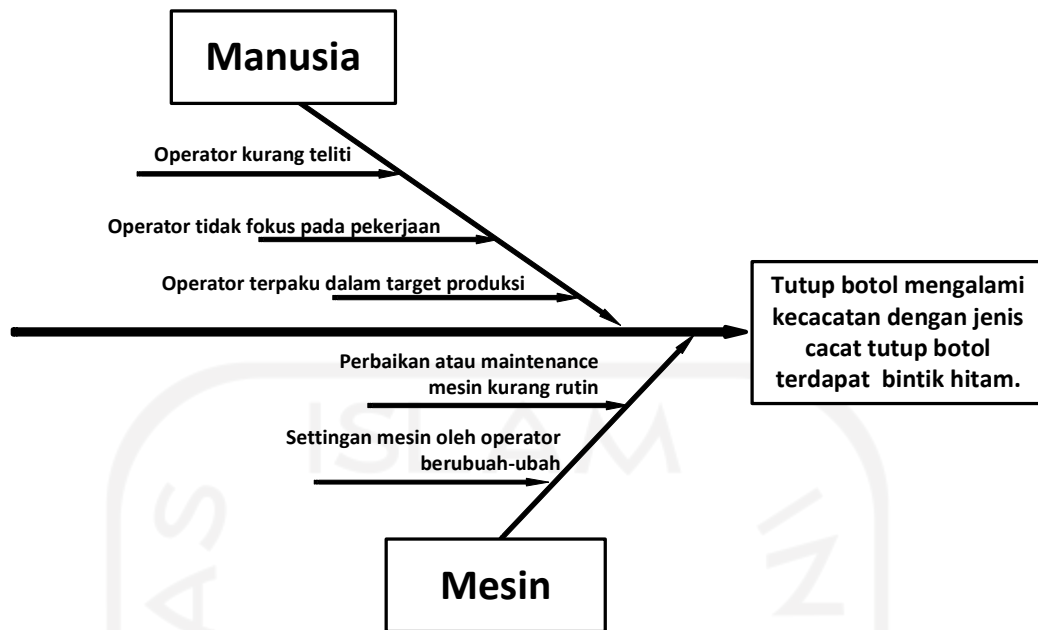
1. Faktor Manusia

Kurang teliti karyawan dalam melakukan pekerjaan diakibatkan kelelahan saat bekerja.

2. Faktor Mesin

Settingan mesin yang selalu berubah-ubah karena dipakai oleh orang yang berbeda.

Dibawah ini merupakan *fishbone* diagram yang membantu dalam menentukan secara rinci penyebab kecacatan produk tutup botol, kecacatan paling besar dengan jenis tutup botol terkena bintik hitam:



Gambar 17. Diagram *Fishbone*

4.3.4. Tahapan *Improve*

Pada tahap *Improve* ini dilakukan setelah sebelumnya mengidentifikasi penyebab dari kecacatan produk. Tahap ini digunakan untuk merencanakan tindakan perbaikan dimana untuk meningkatkan kualitas dari *six sigma*. Dan pada tahap ini dilakukan penyusunan rencana perbaikan yang akan digunakan pada rencana perbaikan dan tindakan yang dilakukan ialah dengan pengalokasian sumber daya dan alternatif yang ada. Dan di lihat dari diagram *fishbone* pada Gambar.15 bahwa dari berbagai permasalahan yang dapat mengakibatkan kecacatan produk tutup botol yang paling banyak yaitu jenis tutup botol terkena bintik hitam, dan itu disebabkan oleh faktor manusia dan mesin. Untuk itu diusulkan rekomendasi perbaikan untuk faktor mesin dan manusia yang mengakibatkan kecacatan.

1. Analisis Penyebab Kecacatan (*Fishbone*)

Dalam hal ini diperlukannya solusi serta pemecahan masalah dan mencari akar penyebab kecacatan produk tutup botol, dan dari permasalahan yang ada agar dapat mengambil tindakan untuk mengatasi dari penyebab kecacatan produk tutup botol. Dan cara yang bisa digunakan ialah dengan menggunakan diagram *fishbone*. Dengan diagram *fishbone* ini dapat mengidentifikasi penyebab terjadinya kecacatan produk tutup botol, dimana dari diagram *fishbone* yang dibuat terdapat beberapa penyebab diantaranya adalah faktor Manusia, Mesin,

Lingkungan, Proses dan Material serta dari beberapa referensi yang dapat menambahkan faktor penyebab kecacatan produk tutup botol.

Berdasarkan hasil dari analisis diagram batang terdapat jenis *CTQ* yang paling besar adalah terdapat bintik hitam dari produk tutup botol yang diproduksi yaitu sebesar 67%. Dengan menggunakan diagram *fishbone* harapannya dapat mempermudah dalam menemukan penyebab dari kecacatan produk yang terdapat bintik hitam pada tutup botol. Dibawah ini merupakan beberapa faktor penyebab kecacatan produk tutup botol yang dijelaskan dan dilihat dari diagram *fishbone* ada beberapa faktor dan jenis cacat yang mengakibatkan kecacatan produk tutup botol sebagai berikut:

a. Faktor Manusia

Dalam proses identifikasi yang dilakukan faktor manusia paling berpengaruh dalam penyebab kecacatan. Dan jenis kecacatan yang paling banyak dilakukan manusia adalah *human error* atau bisa dibilang kurang fokus yang dilakukan saat bekerja karena kelelahan dalam proses produksi tutup botol. Dari hasil analisis *CTQ* jenis kecacatan produk tutup botol akibat faktor manusia adalah tutup botol jatuh dan mengakibatkan lecet. Dimana kecacatan akibat faktor manusia ini dapat menyebabkan terjadinya kecacatan dan dapat dijabarkan penyebab kecacatan dari faktor manusia seperti operator kelelahan saat melakukan pekerjaan atau operator sedang dalam masa training dan belum mengetahui kriteria dari kecacatan produk tutup botol. Atau operator pada bagian produksi yang dianggap belum tetap menentukan target sendiri dan tidak memperhatikan kualitas dari tutup botol yang diproduksi. Dan penyebab kecacatan akibat faktor manusia paling umum dan banyak diketahui seperti kelelahan, kurang teliti dalam melakukan pekerjaan, tidak fokus dalam melakukan pekerjaan dimana faktor ini juga diakibatkan juga oleh faktor lingkungan.

b. Faktor Mesin

Untuk faktor mesin merupakan faktor yang mengakibatkan terjadinya kecacatan produk tutup botol selain faktor manusia. Sebuah mesin produksi yang digunakan dalam proses produksi merupakan sumber penyebab kecacatan produk yang menghasilkan jumlah cacat yang tidak sedikit. Jenis kecacatan yang disebabkan oleh faktor mesin adalah karena *settingan* yang

dilakukan oleh operator berbeda karena tidak hanya satu operator saja yang menggunakan mesin tersebut selama proses produksi. Dalam proses pembuatan tutup botol terdapat juga proses pembuatan moluding atau cetakan dan cetakan tersebut juga memiliki standar spesifikasi yang ditentukan oleh pelanggan. Dan penyebab kecacatan dari faktor mesin karena proses *maintenance* atau proses perbaikan yang dilakukan ketika mesin produksi sedang dalam keadaan rusak saat akan melakukan proses produksi.

4.3.4.1. Rencana Tindakan Perbaikan

Tahap rencana perbaikan dengan menggunakan 5W+1H untuk meningkatkan kualitas *six sigma* sangat penting dilakukan. Dimana pada tahap ini harus membuat tabel yang berisi tentang apa yang dilakukan untuk meningkatkan kualitas *six sigma*. Dan hal yang paling penting dalam peningkatan serta pengembangan rencana perbaikan adalah dengan menyusun serta menetapkan tentang kualitas *six sigma* dengan Tindakan perbaikan 5W+1H, dan antara lain seperti alasan rencana tindakan perbaikan itu dilakukan, apa yang akan dilakukan, siapa yang bertanggung jawab, bagaimana cara melaksanakan rencana tindakan perbaikan tersebut. Dan dari itu semua dilihat dari diagram *fishbone* melihat faktor-faktor apa saja yang akan diperbaiki. Dari diagram *fishbone* yang sudah dibuat, faktor yang perlu dilakukan diperbaiki antara lain seperti faktor mesin dan faktor manusia. Bisa dilihat pada tabel dibawah ini tentang tindakan perbaikan kecacatan produk tutup botol. Dan dari data jumlah produk tutup botol yang cacat paling banyak adalah tutup botol terkena bintik hitam, dan hal ini disebabkan oleh faktor mesin dan manusia, oleh sebab itu perlunya usulan perbaikan yang berguna untuk memperbaiki proses proses tersebut agar lebih baik lagi. Dibawah ini merupakan tindakan perbaikan dari faktor yang menyebabkan cacat produk tutup botol yang berjenis terkena bintik hitam, dan hanya akan diberikan tindakan perbaikan untuk faktor mesin dan manusia, karena faktor tersebut yang mengakibatkan jumlah paling banyak yaitu cacat tutup botol dengan jenis terkena bintik hitam, berikut merupakan tindakan perbaikan untuk faktor manusia dan faktor mesin:

Tabel 18. Tindakan Perbaikan Faktor Manusia

Jenis	5W+1H	Tindakan
Tujuan Dibuat	<i>What</i>	Pengurangan kecacatan produk tutup botol karena faktor manusia
Alasan Dilakukan	<i>Why</i>	Supaya operator yang bekerja lebih teliti dan fokus saat melakukan pekerjaan dan tidak melakukan hal hal yang dapat merugikan perusahaan. Serta pekerja lebih handal didalam bidang yang dikerjakan.
Lokasi	<i>Where</i>	Ruang kerja Produksi PT. XYZ
Kapan Pelaksanaan	<i>When</i>	Sebelum dilakukannya produksi dan setelah melakukan produksi.
Orang	<i>Who</i>	Operator / karyawan PT. XZY
Metode	<i>How</i>	Melakukan pelatihan yang sesuai dengan keahlian yang ada, seperti jika mendaftar dibagian <i>checker</i> agar lebih mendalami saat melakukan <i>training</i> saat pertama kali bekerja dan saat di jelaskan oleh pendamping dan lebih meningkatkan wawasan pekerja tentang produk cacat.

Tabel 19. Tindakan Perbaikan Faktor Mesin

Jenis	5W+1H	Tindakan
Tujuan Utama	<i>What</i>	Mengurangi kecacatan produk tutup botol karena faktor mesin
Alasan Dilakukan	<i>Why</i>	Agar mesin tahan lama awet kedepannya dan agar ada pembuatan jadwal perbaikan mesin setiap bulannya.
Lokasi	<i>Where</i>	Ruang kerja produksi PT. XYZ
Kapan Pelaksanaan	<i>When</i>	Sebelum dilakukannya produksi dan setelah melakukan produksi.

Jenis	5W+1H	Tindakan
Orang	<i>Who</i>	Kepala Produksi, Operator bagian mesin
Metode	<i>How</i>	Pembuatan jadwal perbaikan mesin setiap bulannya dan dilakukan secara rutin sebelum dan sesudah produksi dan dilakukan secara rutin sesudah dan sebelum produksi. Karena maintenance mesin dilakukan apabila mesin mengalami kendala saat proses produksi.

Dibuatnya rencana tindakan perbaikan yaitu untuk persiapan awal yang dilakukan karyawan sebelum melakukan pekerjaan. Rencana tindakan perbaikan yang dilakukan antara lain seperti pengecekan mesin dari kepala produksi dengan metode atau sesuai prosedur yang sudah ditetapkan oleh perusahaan sehingga pada waktu dimulainya pekerjaan, jika ada pergantian operator atau pekerja pada bagian tertentu dapat meminimalisir kegagalan proses produksi yang dilakukan serta dapat mengurangi biaya produksi.

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Analisis Data

Pengendalian kualitas dalam penggunaan metode *six sigma* dalam penelitian, dimana metode 6 *sigma* dapat digunakan untuk menentukan masalah, dan penyebab masalah juga ditentukan dari cacat produk tutup botol yang terjadi. Metode 6 *sigma* juga dapat digunakan untuk mengurangi produk cacat ke tingkat mendekati nol (*zero defect*). Metode *six sigma* juga menggunakan metode DMAIC yaitu (*define, measure, analyze, improve, control*) metode yang berfokus pada produk tutup botol yang diproduksi PT. XYZ adalah sebagai berikut:

5.1.1. Tahap *Define*

Pembahasan pada tahap *define* berisi kumpulan dari berbagai identifikasi yang berfokus dengan keinginan serta kebutuhan pelanggan. Tahap *define* ini proses identifikasi dilakukan di PT. XYZ, dengan perhitungan produk cacat yang terdiri dari data total jumlah produksi dan juga total jumlah produk cacat produk tutup botol selama bulan Agustus 2020. Dimana target dari produksi tutup botol sebanyak 1.760.000 dan produk yang keluar sebanyak 2.309.165, serta total produk paling tinggi sebanyak 54.340. Setelah didapatkan data produk cacat, selanjutnya pada tahap *define* adalah sebagai berikut:

- a. Menjelaskan kriteria pemilihan rancangan pengendalian kualitas produk tutup botol di PT. XYZ.

Dalam proses produksi yang dilakukan PT. XYZ selalu mengedepankan hasil dari kualitas produk tutup botol baik tanpa ada cacat. Akan tetapi masih terdapat kecacatan pada proses produksi yang dihasilkan oleh PT. XYZ. Hal ini dapat dilihat pada Tabel. 17, bahwa masih banyak produk cacat dengan jenis cacat bintik hitam sebanyak 54.340 unit yang dihasilkan pada bulan Agustus 2020. Proses produksi yang sudah ditetapkan perusahaan juga melebihi dari target 1.760.000 dan jumlah produk akhir sebesar 2.309.165. Hal ini menandakan perusahaan masih memiliki kendala dalam proses produksi, karena produk cacat dan juga target produksi tidak sesuai dengan yang telah ditetapkan.

- b. Menentukan peran serta tanggung jawab untuk karyawan dalam rencana pengendalian kualitas produk tutup botol PT. XYZ :
- 1) Ketua Perusahaan PT. XYZ
 - 2) Kepala Bagian Produksi PT. XYZ
 - 3) Operator Mesin, Operator Inspeksi, dan juga seluruh Karyawan yang ada di PT. XYZ.

- c. Menentukan jenis pelatihan yang diperlukan dalam rencana perbaikan kualitas produk tutup botol PT. XYZ.

Seluruh karyawan PT. XYZ yang terlibat dalam rancangan pengendalian kualitas ini pernah melakukan *training* / uji coba dari pihak perusahaan. Dimana uji coba/*training* tersebut berguna untuk meningkatkan *skill* atau keterampilan, pengetahuan dan juga kemampuan dari karyawan yang sedang melakukan pekerjaan. Karyawan juga masih didampingi dan dibimbing agar tidak melakukan kesalahan saat pertama kali bekerja, dimana yang memimpin pelatihan adalah pembimbing langsung dari bagian produksi yang bekerja di PT. XYZ.

- d. Menentukan kebutuhan spesifik pelanggan dalam rancangan pengendalian kualitas produk tutup botol PT. XYZ.

Dalam memproduksi suatu produk perlu adanya kebutuhan atau spesifikasi dari konsumen dan perusahaan harus memperhatikan hal tersebut. Keinginan dari konsumen dalam melakukan pemesanan produk tutup botol di PT. XYZ menginginkan produk yang dipesan berkualitas baik dan sesuai dengan apa yang diinginkan konsumen, seperti produk tutup botol tidak terdapat bintik hitam, tidak terkena oli, tidak keroak (berlubang) dan tidak jatuh, karena hal jika ada produk tutup botol yang terdapat kecacatan seperti hal tersebut akan membuat konsumen merasa tidak puas dengan hasil yang dikerjakan. Dan pelayanan yang harus diberikan perusahaan juga harus tanggap dan cepat dalam menyelesaikan suatu permasalahan dan juga complain serta ketepatan waktu penyelesaian produk tutup botol yang sudah disepakati kedua belah pihak.

- e. Menjelaskan pernyataan tujuan proyek *six sigma* pada produk tutup botol PT. XYZ.

Tujuan dari proyek *six sigma* pada produk tutup botol PT. XYZ yaitu mengurangi jumlah kecacatan produk yang dihasilkan dan juga membantu mengidentifikasi penyebab terjadinya kecacatan produk, sehingga produk yang dihasilkan PT. XYZ tidak melebihi standar kualitas yang telah ditetapkan perusahaan, dan juga bahkan sampai bisa mendekati *zero defect*. Dengan adanya rancangan atau proyek *six sigma* harapannya perusahaan dapat menghasilkan kualitas produk yang berkualitas baik dan juga sesuai dengan apa yang diinginkan konsumen, karena dapat meningkatkan keuntungan bagi perusahaan dan juga menurunkan pengeluaran.

5.1.2. Tahap *Measure*

Tahap *measure* adalah tahap kedua dalam melakukan peningkatan kualitas produk menggunakan metode *six sigma*. Pada tahap *measure* juga melakukan pengukuran tingkat kecacatan, yaitu adalah sebagai berikut:

a. Menentukan *Critical to Quality* (CTQ)

Hasil wawancara dan observasi langsung dengan pihak terpercaya yang ada di perusahaan PT. XYZ peneliti mendapatkan hasil bahwa terdapat banyak kecacatan produk tetapi terdapat 4 jenis CTQ yang sering kali muncul yang dapat mempengaruhi kualitas dari produk tutup botol. Jenis cacat dari 4 CTQ adalah sebagai berikut:

1. Tutup botol terkena oli.
2. Tutup botol terdapat bintik hitam.
3. Tutup botol keroak (berlubang)
4. Tutup botol jatuh.

b. Melakukan perhitungan nilai DPMO (*defect per million opportunities*) dan tingkat *sigma*.

Perhitungan nilai DPMO dan tingkat *sigma* untuk menunjukkan seberapa jauh produk yang dihasilkan sesuai dengan apa yang diinginkan konsumen. Berikut merupakan hasil dari perhitungan tingkat kegagalan serta hasil perhitungan tingkat *sigma* pada produk tutup botol di PT. XYZ selama bulan Agustus 2020. Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan didapatkan hasil jumlah produksi sebanyak 2.309.165 dengan total produk cacat sebanyak 54.340 dan banyaknya CTQ 4. Hasil rata-rata perhitungan proporsi sebesar 0,241 dengan nilai DPMO

sebesar 5928,71 dengan tingkat *sigma* sebesar 4,2. Sedangkan data dari perusahaan pada bulan Juni 2020 dan Juli hasil yang didapatkan berbeda data dan hasil pada bulan Juni 2020 sebesar 1.994.600 dengan nilai *DPMO* sebesar 7900,58 dan nilai *sigma* sebesar 3,91 dan bulan Juli sebesar 1.723.925 dengan nilai *DPMO* sebesar 9131,78 dan nilai *sigma* sebesar 3,86. Hal ini menunjukkan bahwa perusahaan masih bisa meningkatkan kualitas produksi hingga sampai 6 *sigma*.

- c. Membuat peta kendali (*u-chart*) yang digunakan untuk mengukur tingkat kecacatan dan proporsi jumlah cacat pada produk tutup botol di PT. XYZ.

Dibuatnya peta kendali untuk menunjukkan dalam produk cacat yang dihasilkan masih dalam batas yang telah ditentukan perusahaan atau belum. Perhitungan produk cacat tutup botol dihitung dengan cara membagi jumlah unit yang cacat dan jumlah unit yang sedang diperiksa. Dari hasil perhitungan didapatkan nilai CL (centerline) sebesar 1811,33 kemudian untuk UCL (*upper control limit*) didapatkan hasil sebesar 1939 dan untuk LCL (*lower control limit*) didapatkan hasil sebesar 1683,65. Dan dari hasil tersebut dibuatkan grafik untuk melihat apakah masih dalam control atau tidak, ternyata dari Gambar. 13 menunjukkan bahwa produk yang dihasilkan selama bulan Agustus 2020 masih ada yang diluar kontrol. Kemudian hal yang harus dilakukan adalah dengan melakukan iterasi, dimana data yang keluar dari batas kontrol dihilangkan dan dihitung kembali, setelah menghilangkan data yang keluar batas control dan juga melihat pada Gambar. 14, bahwa data yang sudah diiterasi masih dalam batas kontrol. Meskipun perusahaan telah menentukan standar yang telah ditentukan, tetapi perusahaan juga harus melakukan perbaikan terus menerus untuk meneruskan ketahap selanjutnya yaitu *analyze* yang membantu perusahaan dalam menentukan penyebab kecacatan produk.

5.1.3. Tahap Analyze

Pada tahap *analyze* ini digunakan untuk menentukan penyebab serta permasalahan yang terjadi, untuk upaya peningkatan kualitas 6 *sigma*. Tahap ini juga dapat dipergunakan dalam menentukan permasalahan yang terjadinya dari sumber kecacatan produk tutup botol pada PT. XYZ. cara yang tepat untuk melakukannya antara sebagai berikut:

- a. Menentukan kemampuan proses kecacatan produk tutup botol di PT. XYZ dengan menggunakan diagram batang.

Dalam menentukan kapabilitas proses dengan melakukan perhitungan frekuensi disetiap jenis penyebab cacat pada produk tutup botol. Pada tabel. 8 dan di buat diagram batang dapat diketahui cacat paling banyak yaitu tutup botol untuk bulan Agustus 2020 terdapat bintik hitam dengan jumlah 54.340 dengan presentase sebesar 67%, dan untuk jenis cacat terkena oli sebesar 21.703 dengan presentase sebesar 23%, jenis cacat keroak (berlubang) dengan cacat sebanyak 7.028 dengan presentase sebesar 7% dan cacat jatuh dengan cacat sebanyak 2.400 dengan presentase sebesar 3%. Sedangkan pada data sampel yang didapatkan jumlah cacat juga hampir sama yaitu cacat paling besar terdapat pada tutup botol terdapat bintik hitam dengan jumlah 126 dengan presentase 33% terkena oli dengan jumlah cacat sebanyak 89 dengan presentase 24% cacat keroak (berlubang dengan jumlah cacat 86 dengan presentase sebanyak 23%, dan cacat lecak akibat jatuh dengan total 76 dengan presentase sebanyak 20%

- b. Menentukan target kinerja dari CTQ dalam pengendalian kualitas produk tutup botol PT. XYZ.

Dari keempat jenis cacat yang dihasilkan, cacat paling tinggi didapatkan dengan jenis tutup botol terkena bintik hitam dengan kecacatan sebesar 54340 dengan presentase sebesar 67%. Dan hal yang harus dilakukan adalah dengan melakukan tindakan perbaikan.

- c. Mengidentifikasi sumber penyebab kecacatan produk tutup botol pada PT. XYZ dengan menggunakan diagram *fishbone*.

Dari diagram *fishbone* yang telah dibuat penyebab terjadinya kecacatan produk paling banyak diakibatkan oleh faktor manusia dan mesin. Dimana faktor manusia karena kurang teliti dalam melakukan pekerjaan kurang fokus dan terpacu oleh target produksi. Dan untuk faktor mesin dikarenakan mesin yang dipakai untuk proses *maintenance* kurang rutin dilakukan, diperbaiki jika mengalami kendala atau kerusakan, serta *settingan* mesin dari operator yang berubah ubah membuat komposisi bahan menjadi kurang baik, dan juga hasil yang didapatkan kurang maksimal.

5.1.4. Tahap *Improve*

Tahap *improve* adalah tahap untuk melakukan rencana tindakan perbaikan yang dilakukan sesuai dengan faktor penyebab kecacatan produk yang ada di diagram *fishbone*. Untuk perbaikan yang harus dilakukan adalah mengetahui penyebab dari cacat produk yang paling banyak dihasilkan yaitu terdapat bintik hitam pada produk tutup botol dengan menggunakan analisis 5W+1H. Dari hasil pengamatan peneliti yang sudah dilakukan, dibawah ini merupakan faktor yang akan dilakukan perbaikan antara lain adalah faktor manusia, mesin, karena faktor tersebut merupakan faktor yang mengakibatkan terjadinya kecacatan produk tutup botol dengan cacat terdapat bintik hitam paling banyak. Oleh karena itu dilakukannya usulan atau rekomendasi perbaikan, antara lain sebagai berikut:

Tabel 20. Tabel Rekomendasi Perbaikan

Faktor	Akar Permasalahan	Kondisi Awal	Target	Solusi
Manusia	Kurang teliti dan kurang fokus	Kriteria produk yang dipahami masih kurang Kelelahan dan mengakibatkan kurang teliti dan kurang fokus	Dapat memahami lebih dalam tentang kriteria kecacatan produk Kondisi fisik harus sesuai dengan kondisi lingkungan produksi	Dilakukan <i>training</i> kepada operator sesuai bagiannya dan lebih mempelajari tentang kecacatan produk. Dilakukannya perbaikan lingkungan guna membuat

				nyaman pegawai.
Mesin	Proses <i>Maintenance</i> dilakukan jika mesin sedang rusak	Meisn produksi akan dioerbaiki jika mengalami <i>problem</i> saat proses produksi	Dilakukan perawaratan mesin yang terjadwal	Dilakukan pengecekan secara rutin sebelum dan sesudah proses produksi.
		Jobdesk teknisi sedikit dan hanya operator tertentu yang memperbaiki.	Memiliki teknisi khusus memperbaiki mesin	

1. Faktor Manusia

Tindakan korektif yang diambil untuk faktor manusia, yaitu melalui pengujian atau pelatihan untuk mempelajari lebih lanjut tentang standar produk cacat dan standar yang sesuai dengan bidang yang dipilih. Dimana *training* ini dilakukan untuk mengetahui tentang pengetahuan tentang produk cacat yang terdapat pada tutup botol dari hasil produksi. Dari *training* ini diharapkan dapat menambah pengetahuan tentang kriteria produk tutup botol yang mengalami cacat. Karena jumlah pesanan tutup botol yang di pesan tidaklah sedikit maka perlu ketelitian dan fokus dalam mengenal produk cacat tutup botol serta dibuatkan Susana lingkuga kerja yang nyaman agar pekerja nyaman dalam melakukan pekerjaannya. Dan dengan dilakukan hal tersebut dapat membuat kualitas produk meningkat.

2. Faktor Mesin

Tindakan korektif yang dilakukan untuk faktor mesin yaitu mengatur perawatan mesin atau pengecekan mesin yang dilakukan setelah dan sesudah dilakukannya proses produksi. Karena sistem perawatan mesin tidak ada, jika terdapat mesin yang rusak atau mengalami *trouble* akan diperbaiki oleh pekerja yang ada. Dan dengan adanya penjadwalan perawatan mesin diharapkan akan membuat mesin bisa bertahan lama dan jobdesk perawatan mesin agar ditambah. Perawatan mesin ini dilakukan di ruang kerja produksi dan yang bertanggung jawab adalah bagian kepala produksi.



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dianalisis dapat diambil kesimpulan seperti dibawah ini:

1. Berdasarkan hasil *CTQ* yang telah didapatkan, terdapat 4 jenis kecacatan diantaranya adalah terkena oli, terdapat bintik hitam, keroak (berlubang) dan lecet akibat jatuh tidak sesuai, dan setelah dibuat diagram batang dan melakukan analisis terdapat kecacatan dari hasil produksi tutup botol dengan presentase sebesar 67% yaitu tutup botol terdapat bintik hitam.
2. Dan untuk hasil dari nilai *DPMO* dan nilai *sigma* setelah melakukan pengolahan data untuk bulan Juni, Juli, Agustus didapatkan hasil nilai *DPMO* bulan Juni sebesar 7900,58 dan nilai *sigma* sebesar 3,91, bulan Juli dengan nilai *DPMO* sebesar 9131,78 dan nilai *sigma* sebesar 3,86 dan bulan Agustus nilai *DPMO* sebesar 5883,08 dan nilai *sigma* sebesar 4,02. Sedangkan pada pengambilan sampel pada bulan September 2020 didapatkan hasil nilai *DPMO* sebesar 104.722,22 dan nilai *sigma* sebesar 2,76. Data bulan Juni, Juli, Agustus digunakan untuk perbandingan yang mana untuk menentukan target yang ingin di capai, karena hasil dari nilai *DPMO* dan nilai *sigma* dari bulan Juni sampai Agustus dibandingkan dengan pengambilan sampel dibulan September hasilnya berbeda. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa produksi tutup botol yang ada diperusahaan setiap bulanya mengeluarkan jumlah yang berbeda, dan juga karena masih berada pada dampak Covid-19.
3. Beberapa rekomendasi atau usulan perbaikan untuk peningkatan kualitas produk tutup botol adalah sebagai berikut :

- a. Faktor Manusia

Rekomendasi perbaikan untuk faktor manusia adalah dengan melakukan pelatihan yang sesuai dengan melakukan pelatihan yang sesuai dengan keahlian yang ada, seperti jika mendaftar dibagian *checker* agar lebih mendalami saat melakukan *training* saat pertama kali bekerja dan saat di

jelaskan oleh pendamping dan lebih meningkatkan wawasan pekerja tentang produk cacat.

b. Faktor Mesin

Rekomendasi perbaikan untuk faktor mesin adalah dengan membuat jadwal perbaikan mesin setiap bulannya dan dilakukan secara rutin sebelum dan sesudah produksi dan dilakukan secara rutin sesudah dan sebelum produksi. Karena *maintenance* mesin dilakukan apabila mesin mengalami kendala saat proses produksi.

6.2 Saran

Setelah melakukan obeservasi langsung di PT. XYZ peneliti memiliki saran yang harus digunakan agar periode kedepan dapat membuat peningkatan produksi dan menurunkan tingkat kecacatan yang didapatkan dari proses produksi, untuk saran yang diberikan antara lain adalah sebagai berikut:

1. Pengaplikasian *six sigma* dengan menggunakan tahapan *DMAIC* dilakukan sampai tahap *Control*, agar hasil yang didapatkan lebih maksimal dan memperoleh peningkatan dari nilai *sigma* dan hasil *DPMO* dapat menurun.
2. Dan juga perlunya dilakukan proses tahap *improve* dan dilanjutkan sampai ke tahap *control*. Hal tersebut dilakukan untuk upaya mengurangi kecacatan produk tutup botol.
3. Untuk penelitian selanjutnya jika ingin meneruskan penelitian yang sudah dilakukan agar dapat mengulas lebih dalam *Six sigma*, mungkin bisa untuk memberikan usulan rekomendasi yang lebih baik lagi pada faktor yang menyebabkan kecacatan produk tutup botol. Kemudian bisa juga menambahkan perhitunag dalam peningkatan keuntungan dan penurunan biaya terhadap COPQ (*Cost of Poor Quality*).

DAFTAR PUSTAKA

- Ahyari, A. (2000). *Manajemen Produksi*. Yogyakarta: BPFE UGM.
- Ali Elbireer, J.L.C., Brooks Jackson, *Improving laboratory data entry quality using Six sigma*. International Journal of Health Care Quality Assurance, 2013. **26**: p. 496-509.
- Assauri and Sofian, *Manajemen Produksi* 1998. Edisi 4. Jakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia
- Brue, Greg. 2002. *Six sigma for Manager*. Jakarta: Canary
- Bustami Bastian. & Nurlela. (2007). *Akuntansi biaya teori dan aplikasi*. Edisi pertama. penerbit: Graha Ilmu: Yogyakarta.
- Breyfolge III, F. W. (1999). *Implementing Six sigma: Smarter Solutions Using Statistical Methods*. Wiley & Sons Inc.
- Cheng, J.-L., *Linking Six sigma to business strategy: an empirical study in Taiwan*. MEASURING BUSINESS EXCELLENCE, 2013. **17**.
- Fatma, N. F., & Lestari. (2017). Peningkatan Kualitas Produk AX2 Goretex Dengan Metode *Six sigma* di PT. Panarub Industry. *Journal Manufacturing*, 1, 50-57
- Gaspersz, Vincent. 2001a. *Metode Analisa Untuk Pengendalian Kualitas Statistik*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, Vincent. 2001b. *Metode Analisis Untuk Peningkatan Kualitas*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, V., (2002), *Pedoman Implementasi Program Six sigma Terintegrasi ISO 9001 : 2000, MBNQA Dan HACCP*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Gaspersz, Vincent. 2005. *Pedoman Implementasi Program Six sigma Terintegrasi dengan ISO 9001:2000, MBNQA, dan HACCP*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, Vincent, "Total Quality Management," PT. Gramedia Pustaka Utama Jakarta, 2005.
- Gaspersz, V. (2008). *The Executive Guide to Implementing Lean Six sigma*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama

- Ghiffari, I., et al. (2013). "Analisis *Six sigma* Untuk Mengurangi Jumlah Cacat Di Stasiun Kerja Sablon (Studi Kasus: CV. Miracle)." Jurnal Online Institut Teknologi Nasional **1**: 156.
- Gygi, C., Decarlo, N., dan Williams, B., 2005, *Six sigma for Dummies*, Wiley Publishing Inc., Indianapolis.
- Harpensa, A., et al. (2015). "USULAN PERBAIKAN KUALITAS MENGGUNAKAN METODE *SIX SIGMA* UNTUK MENGURANGI UMLAH CACAT PRODUK UBIN TERASO PADA PT. UBIN ALPEN*." Institut Teknologi Nasional **3**: 310-320.
- Irwan, & Haryono, D. (2015). *Pengendalian Kualitas Statistik*. Bandung: Alfabeta
- Juran, J. M. (1974). *Quality Control Handbook*. New York: McGraw-Hill
- Kusumawati, A. and L. Fitriyeni (2017). "Pengendalian Kualitas Proses Pengemasan Gula Dengan Pendekatan *Six sigma*." Sistem dan Manajemen Industri **1**: 43-48.
- Mulyadi, (2012). *Akuntansi biaya*. Edisi lima. Penerbit: UPP STIM YKPN Universitas Gadjah Mada.
- Nurullah, A., et al. (2014). "Perbaikan Kualitas Benang 20S Dengan Menggunakan Penerapan Metode *Six sigma-DMAIC* Di PT. Supratex." Institut Teknologi Nasional **2**.
- Pande, N. (2002). *The Six sigma Way Bagaimana GE, Motorola & perusahaan Terkenal Laninnya Mengasah Kinerja mereka*. Yogyakarta: ANDI.
- Pande, P., & Holpp, L. (2005). *What is Six sigma Berpikir Cepat Six sigma*. Yogyakarta: Andi.
- Prawirosentono, S. (2007). *Filosofi Baru tentang Manajemen Mutu Terpadu Abad 21 Kiat Membangun Bisnis Kompetitif*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Putri, B. A. D., et al. (2019). "ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK LAMPU HIAS MENGGUNAKAN METODE *SIX SIGMA* PADA INDUSTRI KERAJINAN KACA." Seminar Nasional IENACO.
- Render, B., & Heizer, J. (2013). *Manajemen Operasi Edisi 11*. Jakarta: Salemba Empat
- Schroeder, R. G. (2000). *Operations Management*. McGrawHill

- Singh, D.S.a.G., *Critical success factors for Six sigma implementation in Indian SMEs: an evaluation using AHP*. MEASURING BUSINESS EXCELLENCE, 2020.
- Singh, G.S.a.D., *CSFs for Six sigma implementation: a systematic literature review*. JOURNAL OF ASIA BUSINESS STUDIES, 2020.
- Sritomo, W. (2003). *Pengantar Teknik dan Manajemen Industri, Edisi Pertama, Cetakan Pertama*. Surabaya: Guna Widya.
- Syahreza, Suparno dan Suprayanto Hari. 2012. Implementasi *Six sigma* Untuk Meningkatkan *Arc Chute Plate* Dengan Pendekatan Optimasi (Studi Kasus: PT Arto Metal Internasional). *Jurnal Teknik Industri*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Widyarto, W. O., et al. (2019). "ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS AIR MINUM DALAM KEMASAN MENGGUNAKAN METODE *SIX SIGMA*." Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya **5**: 17-22.

LAMPIRAN

Tabel 21. Nilai *DPMO* dari Pencapaian Berbagai Tingkat *Sigma* dan Pergeeran Nilai Rata-rata (Mean) Proses Industri dari Nilai Spesifikasi Target Kualitas (T)

Off-centering Quality Level	1-sigma	1,5-sigma	2-sigma	2,5-sigma	3-sigma	3,5-sigma	4-sigma	4,5-sigma	5-sigma	5,5-sigma	6-sigma
0,00-sigma	317.311	133.614	45.500	12.419	2.700	465	63	7	1	0	0
0,10-sigma	184.060	80.757	28.716	8.198	1.866	337	48	5	0	0	0
0,20-sigma	211.855	96.801	35.930	10.724	2.555	483	72	9	1	0	0
0,30-sigma	241.964	115.070	44.565	13.903	3.467	687	108	13	1	0	0
0,40-sigma	274.253	135.666	54.799	17.864	4.661	968	159	21	2	0	0
0,50-sigma	308.538	158.655	66.807	22.750	6.210	1.350	233	32	3,4	0	0
0,60-sigma	344.578	184.060	80.757	28.716	8.198	1.866	337	48	5	0	0
0,70-sigma	382.089	211.855	96.801	35.930	10.724	2.555	483	72	9	1	0
0,80-sigma	420.740	241.964	115.070	44.565	13.903	3.467	687	108	13	1	0
0,90-sigma	460.172	274.253	135.666	54.799	17.864	4.661	968	159	21	2	0
1,00-sigma	500.000	308.538	158.655	66.807	22.750	6.210	1.350	233	32	3,4	0
1,10-sigma	539.828	344.578	184.060	80.757	28.716	8.198	1.866	337	48	5	0
1,20-sigma	579.260	382.089	211.855	96.801	35.930	10.724	2.555	483	72	9	1
1,30-sigma	617.911	420.740	241.964	115.070	44.565	13.903	3.467	687	108	13	1
1,40-sigma	655.422	460.172	274.253	135.666	54.799	17.864	4.661	968	159	21	2

Off-centering Quality Level	1-sigma	1,5-sigma	2-sigma	2,5-sigma	3-sigma	3,5-sigma	4-sigma	4,5-sigma	5-sigma	5,5-sigma	6-sigma
1,50-sigma	691.462	500.000	308.538	158.655	66.807	22.750	6.210	1.350	233	32	3,4

Sumber Gaspersz, 2002

