

TUGAS AKHIR

“Analisa Pengendalian Kualitas Cat *Pail* 20 L Menggunakan Metode *SIX SIGMA* - DMAIC Di PT. XYZ”.

Diajukan Sebagai salah satu syarat dalam

Mencapai gelar sarjana Strata Satu (S1)



Disusun Oleh :

Nama : Hadi Maulana

NIM : 41612110087

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS

MERCUBUANA JAKARTA

2017

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Hadi Maulana

N.I.M : 41612110087

Jurusan : Teknik Industri

Fakultas : Teknik

Judul Skripsi : Pengendalian Kualitas Cat *Paint* 20 L Menggunakan Metode *Six Sigma* - DMAIC Di PT. XYZ.

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan skripsi yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Skripsi ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas Mercu Buana.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Penulis,



METERAI
TEMPEL
6000
RUPIAH

Hadi Maulana

LEMBAR PENGESAHAN

Disusun Oleh

Nama : Hadi Maulana
Nim : 41612110087
Program Studi : Teknik Industri

Pembimbing



(Popy Yuliaty, ST, MT)

Mengetahui

Koordinator Tugas Akhir / Ketua Program Studi



(Dr. Ir. Zulfa Fitri Ikatrianasari, MT)

ABSTRAK

PT. XYZ merupakan perusahaan *Coating Industry* yang memproduksi cat kapal, *offshore*, industri, jembatan dan lain-lain. Dalam menjaga kualitas produk, telah terdapat pengendalian kualitas yang dilakukan oleh Divisi QC. Pengendalian kualitas yang dilakukan berupa inspeksi yang dilakukan pada setiap tahap, yaitu mulai dari penyortiran pada bahan baku hingga proses *packing* dalam *box*. Dengan adanya proses inspeksi yang dilakukan sebanyak ini diharapkan dapat membantu menghindari adanya produk cacat sampai ke tangan konsumen. Namun ternyata produk cacat yang dihasilkan masih terbilang cukup banyak. Guna meminimalkan jumlah produk cacat dan sekaligus menjaga serta meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan, maka dilakukan suatu penelitian dengan topik analisis *process control*.

Tujuan utama dari tugas akhir ini adalah mengetahui faktor – faktor apa saja yang menyebabkan kecacatan utama pada produk cat *pail* 20L, serta memberikan usulan perbaikan yang dapat meminimalkan kecacatan yang terjadi sekaligus kerugian yang diterima.

Hasil pengamatan terhadap sampel produk *pail* 20L terdapat beberapa jenis ketidaksesuaian atau cacat produk pada sample cat *pail* 20L antara lain: tutup tidak rapat dengan prosentase sebesar 33,45%, kaleng bocor dengan prosentase sebesar 21,95%, kaleng pesok dengan prosentase sebesar 20,21% dan volume kurang dengan prosentase sebesar 24,39%.

Metode pemecahan masalah yang dipakai adalah menggunakan metode *Define, Measure, Analyse, Improve, Control* (DMAIC). Hasil dari pengolahan data tersebut akan menghasilkan suatu solusi pemecahan masalah yang akan dibuat dengan metode 5W + 1H. Dengan metode inilah diharapkan akan diketahui tindakan yang akan dilakukan untuk menanggulangi masalah cacat yang terjadi

Kata Kunci : Pengendalian kualitas, Produksi, DMAIC

ABSTRACT

PT. XYZ Coating Industry is a company that produces marine coating, interior, industry, offshore. In keeping with the quality of the products, there has been a quality control is done by the Quality Assurance Division. Quality control is done in the form of inspections carried out at each stage, starting from the selection of raw materials to the packing box. With the inspection process done as much as it is expected to help avoid a defective product reaches the consumer. But apparently defective products generated is still quite a lot. In order to minimize the number of defective products and at the same time maintaining and improving the quality of products produced, then conducted a study on the topic analysis of process control.

The main purpose of this lecture final task was to determine the factors - factors that cause major disability in paint pail 20L beverage products, and proposing improvements that can minimize defects that occur at the same time acceptable losses.

The observation of sample 20L pail products are several kinds of discrepancies or product defects on the sample paint 20L pail, among others: the lid is not tight with a percentage of 33.45%, leaking cans with a percentage of 21.95%, dented cans with a percentage of 20, 21% less volume with a percentage of 24.39%.

Problem-solving method is to use a method Define, Measure, analys, Improve, Control (DMAIC). The results of the data processing will result in a problem-solving solutions that will be made by the method of 5W + 1H. With this method is expected to be known to measures to be taken to address the problem of defects that occur.

Keywords: Quality Control, Production, DMAIC

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum, Wr. Wb.

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis diberikan kekuatan, kesabaran, ketabahan dan ketenangan untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “ Analisa Pengendalian Kualitas Cat *Pail* 20 L Menggunakan Metode *Six Sigma* - DMAIC Di PT. XYZ” yang merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Industri.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini mungkin masih jauh dari sempurna. Dengan adanya masukan dan kritik dari pembaca semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Orang Tua tercinta yang telah mendoakan dan memberikan dukungannya
2. Bapak Dr. Ir. Zulfa Fitri Ikatrianasari, MT. Ketua Program Studi Universitas Mercu Buana
3. Ibu Popy Yuliarty, ST, MT yang telah membantu dalam melaksanakan dan mengarahkan dalam pelaksanaan dan pembuatan Laporan Tugas Akhir.
4. Team QC dan QA yang telah bekerja sama dan membantu dalam mengumpulkan dan memberikan data pendukung.
5. Seluruh Teman - teman Angkatan 2012 atas kerjasamanya.
6. Dan yang terakhir, ucapan terima kasih kepada rekan-rekan, sahabat dan semua pihak yang membantu secara langsung dan tidak langsung demi terselesainya Tugas Akhir ini yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa memberikan segala yang terbaik untuk mereka semua. Akhirnya, semoga Laporan Kerja Praktek ini dapat bermanfaat dan menjadi tambahan referensi bagi pembaca.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Jakarta, 15 Maret 2017

Penyusun,

Hadi Maulana

DAFTAR ISI

	Halaman
TUGAS AKHIR	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
 BAB I	
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Sistematika Penulisan	5
 BAB II	
TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Sistem Produksi	7

2.2	Pengertian Produk dan Produktivitas.....	8
2.3	Pengertian Kualitas	10
2.4	Pengendalian Kualitas.....	13
2.5	Six Sigma.....	15
2.5.1	Definisi Six Sigma	15
2.5.2	Konsep Dasar Six Sigma.....	16
2.5.3	Tahapan-tahapan Six Sigma.....	17
2.5.4	Alat Bantu yang Digunakan dalam Six Sigma.....	24
2.5.5	Istilah-istilah dalam Six Sigma	32

BAB III

METODE PENELITIAN.....	36
3.1 Studi Literatur dan Observasi Pendahuluan.....	36
3.2 Perumusan dan Batasan Masalah.....	37
3.3 Pengumpulan dan Pengolahan Data.....	38
3.3.1 Tahap Define	38
3.3.2 Tahap Measure	38
3.4 Analisa Hasil	39
3.4.1 Tahap Analyze.....	39
3.4.2 Tahap Improve	39
3.4.3 Tahap Control.....	39
3.5 Kesimpulan dan Saran	39

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	42
4.1 Profil Perusahaan	42
4.1.1 Visi, misi, dan Kebijakan Mutu	43
4.1.2 Jam kerja	44
4.1.3 Pemasaran.....	45

4.2 Pengumpulan Data	46
4.2.1 Tahap Define	46
4.3 Pengolahan Data	59
4.3.1 Tahap Measure	59
BAB V	
ANALISA DATA	66
5.1 Tahap Analyze	66
5.1.1 Cause & Effect Diagram	66
5.2 Tahap Control	80
BAB VI	
KESIMPULAN DAN SARAN.....	81
6.1 Kesimpulan	81
6.2 Saran	82
DAFTAR PUSTAKA	83
LAMPIRAN.....	88

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 3. 1 METODOLOGI TUGAS AKHIR	40
GAMBAR 4. 1 DIAGRAM SIPOC PROSES PEMBUATAN CAT KEMASAN PAIL 20L	57
GAMBAR 5. 1 DIAGRAM SEBAB AKIBAT TUTUP TIDAK RAPAT	67
GAMBAR 5. 2 DIAGRAM SEBAB AKIBAT KALENG BOCOR.....	70
GAMBAR 5. 3 DIAGRAM SEBAB AKIBAT KALENG PESOK.....	72
GAMBAR 5. 4 DIAGRAM SEBAB AKIBAT VOLUME KURANG	74
GAMBAR 5. 6 USULAN PERBAIKAN DENGAN METODE 5W + 1H.....	77

DAFTAR TABEL

TABEL 4. 1 DATA JENIS CACAT CAT KEMASAN PAIL 20L OKTOBER 2016	60
TABEL 4. 2 DATA KUMULATIF JENIS CACAT PRODUK	61
TABEL 4. 3 NILAI DPMO (DEFECT PER MILION OPPORTUNITIES)CAT KEMASAN PAIL 20L	63
TABEL 5.3 USULAN PERBAIKAN DENGAN METODE 5W + 1H	79

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Untuk dapat memenangkan persaingan dalam era pasar bebas, setiap perusahaan dituntut untuk senantiasa melakukan upaya perbaikan kinerja dari satu periode ke periode berikutnya. Peningkatan kinerja tersebut dapat dicapai antara lain dengan melakukan *process improvement*, yaitu suatu aktivitas perusahaan untuk melakukan peningkatan proses yang dapat meningkatkan nilai tambah secara terus menerus. Dengan melakukan *process improvement* diharapkan perusahaan akan dapat memenuhi keinginan pelanggan.

Salah satu langkah melakukan *process improvement* adalah dengan menerapkan metode *six sigma*. *Six sigma* merupakan sebuah metodologiterstruktur untuk memperbaiki proses yang difokuskan pada usaha mengurangi variasi proses (*process variances*) sekaligus mengurangi cacat (produk/jasa yang di luar spesifikasi) dengan menggunakan statistik dan *problem solving tools* secara intensif. Metode *six sigma* ini juga menekankan

pada suatu peningkatan yang sangat signifikan dimana keinginan konsumen diterjemahkan ke dalam kegiatan – kegiatan peningkatan kualitas di perusahaan.

Metode ini mampu melakukan peningkatan kualitas secara bertahap menuju tingkat kegagalan nol (*zero defect*). PT XYZ merupakan salah satu perusahaan yang memproduksi produk cat yang sangat variatif. PT XYZ memiliki visi untuk selalu mengutamakan kepuasan pelanggan dengan memberikan produk yang aman dan berkualitas kepada pelanggan.

Permasalahan yang saat ini sering terjadi di PT XYZ adalah tingginya kerusakan / *defect* salah satu produk yang diproduksi oleh PT XYZ yaitu produk cat kemasan *pail* 20L yang mengakibatkan tingkat produktivitas menurun. Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka perusahaan mencoba menerapkan *process improvement* dengan menggunakan metode *SixSigma*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dalam latar belakang masalah di atas, perumusan masalah yang menjadi obyek kajian dalam tugas akhir ini adalah :

1. Jenis kerusakan apa yang terjadi pada cat kemasan *pail* 20 L?
2. Faktor-faktor apa yang menyebabkan terjadinya kerusakan pada produk cat kemasan *pail* 20 L?
3. Berapa nilai kualitas cat kemasan *pail* 20 L jika dihitung menggunakan metode *six sigma*?
4. Tindakan perbaikan apa yang bisa dilakukan untuk menurunkan tingkat kecacatan cat kemasan *pail* 20 L dengan menggunakan metode *six sigma*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk:

1. Mengetahui jenis-jenis kerusakan yang terjadi pada produk cat kemasan *pail* 20 L.
2. Mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan kerusakan pada produk cat kemasan *pail* 20 L.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah:

1. Penelitian dilakukan di PT XYZ.
2. Penelitian difokuskan pada proses produksi cat kemasan *pail* 20 L.
3. Data yang digunakan adalah data produksi cat kemasan *pail* 20 L bulan Agustus 2016.
4. Pengambilan data produk dilakukan pada hari senin-jum'at (*dailly*).
5. Penelitian tidak sampai tahap implementasi.

1.5 Sistematika Penulisan

Untuk memberikan gambaran umum dan memperjelas isi tugas akhir, maka penulis mengelompokkan penyusunan tugas akhir ini berdasarkan sistematika pembahasan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bagian ini menjelaskan secara umum tentang latar belakang masalah, perumusan permasalahan, tujuan penelitian, manfaat tugas akhir, dan ruang lingkup yang digunakan dalam tugas akhir secara keseluruhan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan tentang teori, pendapat pakar, tulisan ilmiah, dan sejenisnya yang dibutuhkan untuk mendukung dan memberikan landasan atau kerangka konsep berpikir yang kuat dan relevan.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai langkah-langkah sistematis yang dilakukan dalam penyusunan tugas akhir yaitu rumusan masalah, studi literatur, pengumpulan data, pengolahan dan analisa data, serta kesimpulan saran. Metodologi tugas akhir ini berguna sebagai acuan dalam melakukan tugas akhir sehingga tugas akhir dapat berjalan secara sistematis, tujuan tercapai dan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan sebelumnya.

BAB IV PENGUMPULAN DATA DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini menguraikan tentang pelaksanaan tugas akhir yang telah dilakukan dengan wawancara, pengukuran langsung, dan pengumpulan data historis mengenai kegiatan produksi cat . Selanjutnya, dilakukan pengolahan data yang tersedia dengan mempertimbangkan teori-teori yang terkait.

BAB V ANALISA / PEMECAHAN MASALAH

Bab ini berisi analisa pemecahan masalah berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan pada bab sebelumnya.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini menguraikan tentang kesimpulan yang dapat diambil melalui tugas akhir yang telah dilakukan. Penarikan kesimpulan ini merupakan jawaban dari tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya. Selain itu disampaikan juga saransaran yang diperlukan untuk penyusunan tugas akhir selanjutnya.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Sistem Produksi

Kegiatan utama yang bersangkutan dengan manajemen produksi adalah proses produksi. Proses produksi adalah metode dan teknik untuk menciptakan atau menambah kegunaan suatu barang atau jasa dengan menggunakan sumber-sumber antara lain tenaga kerja, bahan-bahan, dana dan sumber daya lain yang dibutuhkan. Produksi merupakan suatu sistem dan di dalamnya terkandung tiga unsur yaitu input, proses, dan output. Input dalam proses produksi terdiri atas bahan baku/ bahan mentah, energi yang digunakan dan informasi yang diperlukan. Proses merupakan kegiatan yang mengolah bahan, energi dan informasi perubahan sehingga menjadi barang jadi. Output merupakan barang jadi sebagai hasil yang dikehendaki. Proses produksi pada umumnya dapat dipisahkan menurut berbagai segi. Pemilihan sudut pandang yang akan digunakan untuk pemisahan proses produksi dalam perusahaan ini akan tergantung untuk apa pemisahan tersebut dilaksanakan

serta penentuan tipe produksi didasarkan faktor seperti volume atau jumlah 7 produk yang akan dihasilkan, kualitas produk yang diisyaratkan dan peralatan yang tersedia untuk melaksanakan proses.

2.2 Pengertian Produk dan Produktivitas

Dalam bisnis, produk adalah barang atau jasa yang dapat dijual beli. Dalam marketing, produk adalah apapun yang bisa ditawarkan ke sebuah pasar dan bisa memuaskan sebuah keinginan atau kebutuhan (Kotler, 2006). Dalam tingkat pengecer, produk sering disebut sebagai merchandise. Dalam manufaktur, produk dibeli dalam bentuk barang mentah dan dijual sebagai barang jadi. Produk yang berupa barang mentah seperti metal atau hasil pertanian sering pula disebut sebagai komoditas.

Kata produk berasal dari bahasa Inggris product yang berarti "sesuatu yang diproduksi oleh tenaga kerja atau sejenisnya". Bentuk kerja dari kata product, yaitu produce, merupakan serapan dari bahasa latin *prōdūce(re)*, yang berarti (untuk) memimpin atau membawa sesuatu untuk maju. Pada tahun 1575, kata "produk" merujuk pada apapun yang diproduksi ("anything produced"). Namun sejak 1695, definisi kata product lebih merujuk pada sesuatu yang diproduksi ("thing or things produced"). Produk dalam pengertian ekonomi diperkenalkan pertama kali oleh ekonom-politisi Adam Smith. Dalam penggunaan yang lebih luas, produk dapat merujuk pada sebuah barang atau unit, sekelompok produk yang sama, sekelompok barang dan jasa, atau sebuah pengelompokan industri untuk barang dan jasa. Produktivitas merupakan istilah dalam kegiatan produksi sebagai perbandingan antara luaran (output) dengan masukan (input). Menurut

Herjanto, produktivitas merupakan suatu ukuran yang menyatakan bagaimana baiknya sumber daya diatur dan dimanfaatkan untuk mencapai hasil yang optimal (Herjanto.E, 2007).

Produktivitas dapat digunakan sebagai tolak ukur keberhasilan suatu industri atau UKM dalam menghasilkan barang atau jasa. Sehingga semakin tinggi perbandingannya, berarti semakin tinggi produk yang dihasilkan. Ukuranukuran produktivitas bisa bervariasi, tergantung pada aspek-aspek output atau input yang digunakan sebagai agregat dasar, misalnya: indeks produktivitas buruh, produktivitas biaya langsung, produktivitas biaya total, produktivitas energi, produktivitas bahan mentah, dan lain-lain (Budiwati, S.I, 1985). Siklus produktivitas merupakan salah satu konsep produktivitas yang membahas upaya <http://digilib.mercubuana.ac.id/> 11 peningkatan produktivitas terusmenerus. Ada empat tahap sebagai satu siklus yang saling terhubung dan tidak terputus (Gaspers, V, 2000):

1. Tidak ada evaluasi produktivitas
2. Keterlambatan pengambilan keputusan oleh manajemen
3. Motivasi rendah dalam pekerjaan.
4. Perusahaan tidak mampu berkompetisi dan beradaptasi pada kemajuan teknologi dan informasi.

Upaya peningkatan produktivitas membutuhkan beberapa indikator sebagai evaluasi. Salah satu diantaranya adalah metode OEE (Overall Equipment Effectiveness). Sementara identifikasi permasalahan dapat dilakukan dengan pendekatan lean production. Proses produksi harus dipandang sebagai suatu perbaikan terus-menerus yang dimulai dari sederet siklus sejak adanya ide-ide

untuk menghasilkan suatu produk, pengembangan produk, proses produksi, sampai distribusi kepada konsumen (Gasperzs, V, 2001).

2.3 Pengertian Kualitas

Secara umum dapat dikatakan bahwa kualitas atau mutu adalah karakteristik dari suatu produk atau jasa yang ditentukan oleh pemakai atau customer dan diperoleh melalui pengukuran proses serta melalui perbaikan yang berkelanjutan (*Continuous Improvement*). Beberapa definisi tentang kualitas antara lain:

- a. Menurut Deming (1986), kesulitan dalam pendefinisian kualitas adalah mentranslate atau mengubah kebutuhan yang akan datang dari user atau pengguna kedalam suatu karakteristik yang dapat diperlakukan, supaya sebuah produk dapat didesain dan diubah untuk memberikan kepuasan dengan harga yang akan dibayar oleh *user* atau pemakai.
- b. Menurut Crosby (1979), kualitas adalah kesesuaian dari permintaan atau spesifikasi.
- c. Menurut Juran (1974), kualitas adalah kelayakan atau kecocokan penggunaan. Kecocokan penggunaan tersebut didasarkan pada 5 ciri-ciri utama adalah teknologi (kekuatan atau daya tahan), psikologis (cita rasa atau status), waktu (keandalan), kontraktual (adanya jaminan), dan etika (sopan santun, ramah atau jujur). Kecocokan penggunaan produk seperti dikemukakan diatas memiliki 2 aspek utama yaitu ciri-ciri produknya memenuhi tuntutan pelanggan dan tidak memiliki kelemahan. Ciri-ciri produk yang memenuhi permintaan pelanggan adalah apabila produk berkualitas tinggi, memiliki ciri-ciri khusus atau istimewa sehingga

berbeda dari produk pesaing dan dapat memenuhi harapan atau tuntutan akan kepuasan pelanggan. Ciri-ciri produk yang bebas dari kelemahan adalah jika produk berkualitas tinggi dan pada produk tersebut tidak memiliki kelemahan (cacat) sehingga sangat menguntungkan perusahaan karena perusahaan dapat mengurangi tingkat kesalahan, pengerjaan kembali, pemborosan, ketidakpuasan pelanggan, dan waktu pengiriman produk ke pasar.

- d. Menurut Hence, kualitas dari suatu produk atau jasa adalah kelayakan atau kecocokan dari produk atau jasa tersebut untuk memenuhi kegunaannya sehingga sesuai dengan yang diinginkan oleh *customer*.
- e. Menurut A. V. Feigenbaum (1983), kualitas ialah sesuatu yang diputuskan oleh pelanggan berdasarkan pengalaman aktual terhadap suatu produk atau jasa yang diukur berdasarkan persyaratan dari pelanggan tersebut, baik dinyatakan atau tidak dinyatakan, disadari atau tidak disadari, dimana kualitas tersebut telah menjadi sasaran dalam pasar yang penuh persaingan.
- f. Menurut Scherkenbach (1991), kualitas ialah suatu produk yang ditentukan oleh pelanggan, dimana pelanggan menginginkan produk dan jasa yang sesuai dengan kebutuhan dan harapannya pada suatu tingkat harga tertentu yang menunjukkan nilai produk tersebut.
- g. Menurut Elliot (1993), kualitas ialah sesuatu yang berbeda untuk orang yang berbeda dan tergantung pada waktu dan tempat, dikatakan sesuai dengan tujuan.

Meskipun tidak ada definisi mengenai kualitas yang diterima secara universal, namun dari kelima definisi di atas terdapat beberapa persamaan yaitu dalam elemen-elemen sebagai berikut :

- a. Kualitas mencakup usaha memenuhi atau melebihi harapan pelanggan
- b. Kualitas mencakup produk, tenaga kerja, proses, dan lingkungan
- c. Kualitas merupakan kondisi yang selalu berubah, misalnya apa yang dianggap berkualitas saat ini mungkin dianggap kurang berkualitas pada masa mendatang.

2.4 Pengendalian Kualitas

Secara umum, pengendalian kualitas dapat diartikan sebagai proses pemeliharaan atau menjaga suatu standar yang telah ditetapkan atau disetujui pada suatu produk mulai dari tahap desain sampai penggunaan produk tersebut di tangan konsumen, sesuai dengan ketahanan pakai dan kondisi yang telah ditetapkan. Menurut beberapa ahli manajemen, pengertian pengendalian kualitas adalah sebagai berikut :

- a. Menurut A. V. Feigenbaum (1983), pengendalian kualitas didefinisikan sebagai suatu system yang terdiri dari pemeriksaan atau pengujian, analisa dan tindakan-tindakan yang harus diambil dengan memanfaatkan kombinasi seluruh peralatan, metode dan tindakan yang harus dilakukan untuk mengendalikan kualitas produk dengan ongkos seminimal mungkin sesuai dengan keinginan konsumen tertentu.
- b. Menurut Kaoru Ishikawa (1985), pengendalian kualitas ialah keseluruhan cara yang digunakan untuk menetapkan dan mencapai standar mutu atau dapat dikatakan bahwa pengawasan mutu adalah suatu sistem yang terdiri

atas pengujian, analisis, dan tindakan yang harus diambil yang berguna untuk mengendalikan mutu suatu produk sehingga mencapai standar yang diinginkan.

- c. Menurut Assourri Sofjan (1993), pengendalian kualitas ialah suatu tindakan atau kegiatan untuk memastikan apakah kebijaksanaan dalam hal mutu dapat tercermin pada hasil akhir. Perkataan lain pengawasan mutu ialah usaha untuk mempertahankan mutu dari barang yang dihasilkan agar sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan berdasarkan kebijaksanaan perusahaan.

Kegiatan pengendalian kualitas pada dasarnya terdiri dari 3 langkah yaitu :

1. Menentukan standar
2. Memeriksa, melakukan evaluasi dan membandingkan dengan standar
3. Mengambil tindakan yang diperlukan

2.5 Six Sigma

2.5.1 Definisi Six Sigma

Secara etimologi *six sigma* tersusun dari 2 kata yaitu : *six* yang berarti enam dan *sigma* yang merupakan simbol dari standard deviasi atau dapat pula diartikan sebagai ukuran satuan statistik yang menggambarkan kemampuan suatu proses dan ukuran nilai sigma dinyatakan dalam DPU (*Defect Per Unit*) atau PPM (*Part Per Million*). Dapat dikatakan bahwa proses dengan nilai *sigma* yang lebih tinggi (pada suatu proses) akan mempunyai *defect* yang lebih sedikit (baik jumlah *defect* maupun jenis *defect*). Secara epistimologi *six sigma* merupakan sebuah metodologi terstruktur untuk memperbaiki suatu proses dengan memfokuskan pada

usaha-usaha untuk memperkecil variasi yang terjadi (*process variance*) sekaligus mengurangi cacat produk atau jasa yang keluar dari spesifikasi dengan menggunakan metode statistik dan *tools quality* lainnya secara intensif.

Secara sederhana *six sigma* (6 *sigma*) dapat diterjemahkan sebagai suatu proses yang mempunyai kemungkinan cacat (*defect opportunity*) sebanyak 3,4 buah dalam satu juta produk (jasa). *Defect* ialah kegagalan alam menghasilkan suatu produk yang sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan sedangkan yang dimaksud dengan *opportunity* (kesempatan) antara lain : kualitas produk, kualitas komponen, perbedaan material, kapasitas, dll.

2.5.2 Konsep Dasar Six Sigma

Secara umum six sigma memiliki 2 buah konsep dasar yaitu :

1. Six Sigma sebagai suatu aktivitas

Untuk mencapai target kemungkinan cacat 3,4 buah dalam satu juta produk atau jasa, maka aktivitas six sigma yang perlu dilakukan adalah:

- a. Memahami dan mendefinisikan suatu proses *design, manufacturing* dan *service* secara jelas
- b. Aplikasi untuk *six sigma statistic tools* dan proses.
- c. Mengidentifikasi faktor penyebab *defect*.
- d. Analisa dan *improvement* (perbaikan).
- e. Melalui penurunan *defect ratio* akan meningkatkan *yield* dan total kepuasan pelanggan.

f. *Management innovation tool* memberikan kontribusi terhadap *management out put*.

2. Six sigma sebagai suatu strategi bisnis

Secara umum ada enam komponen utama konsep six sigma sebagai strategi bisnis (Peter S. Pande, 2002:8), yaitu :

a. *Customer service oriented* (mengutamakan pelayanan kepada pelanggan)

Definisi *customer* (pelanggan) bukan hanya terbatas pada pembeli saja tetapi juga berarti rekan kerja kita, orang/ pihak yang akan menerima hasil kerja kita, masyarakat umum sebagai pengguna jasa, pemerintah, dll. *Six sigma* mampu memberikan informasi kepada kita mengenai seberapa bagus produk, service kita dan proses didalamnya serta membantu kita untuk menentukan langkah-langkah demi kepuasan *customer* secara total.

b. Manajemen yang berdasarkan data dan fakta.

c. Fokus pada proses, manajemen dan perbaikan.

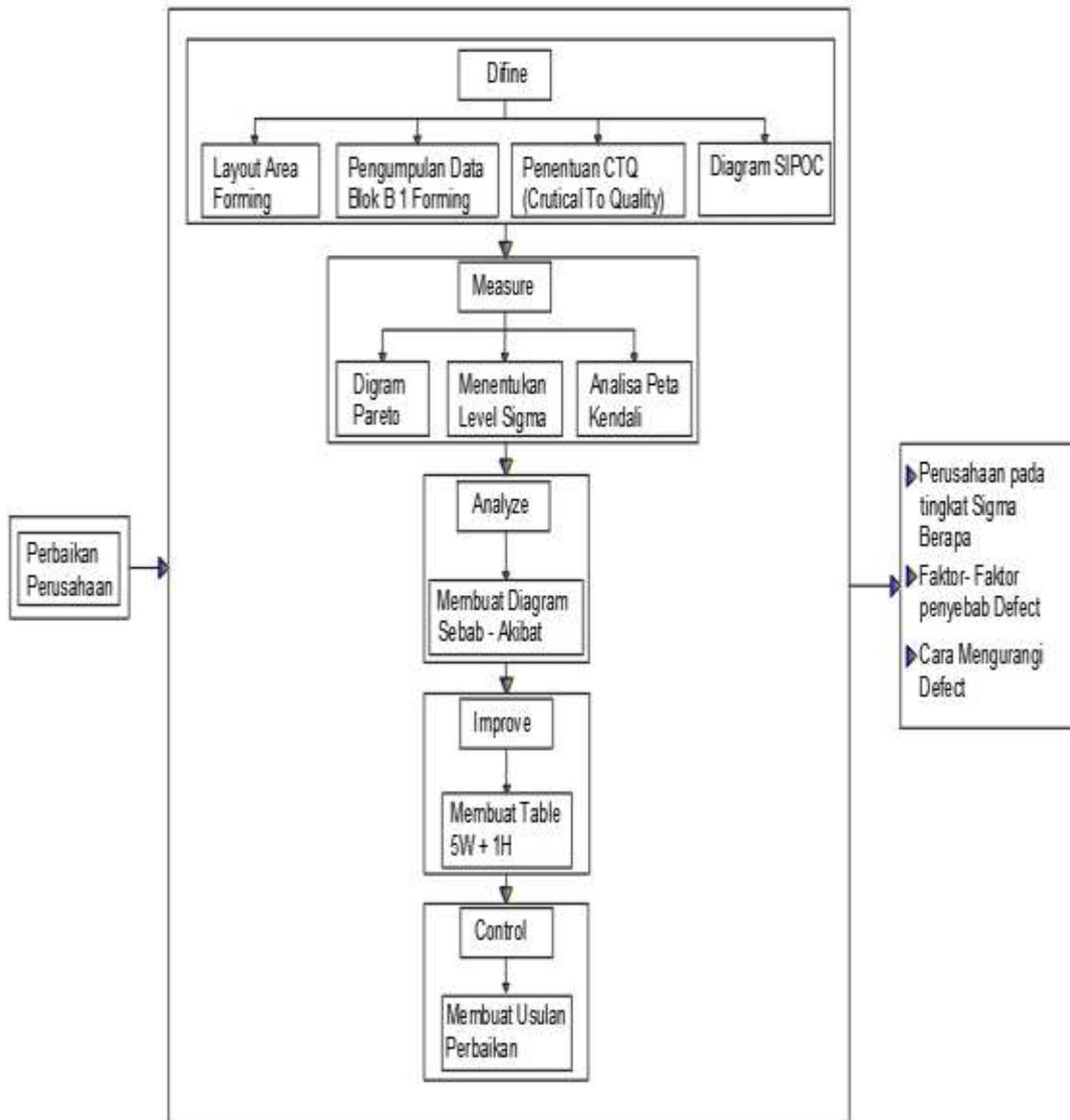
d. Manajemen yang proaktif

e. Kerjasama tim yang bagus

f. Selalu mengejar kesempurnaan.

2.6 Kerangka Pemikiran

Gambar 2.1 Berikut ini merupakan kerangka pemikiran



Gambar 2.1 Kerangka Pemikiran

Sumber: Pengolahan data

Keterangan :

Dari kerangka pemikiran diatas merupakan suatu konsep untuk meningkatkan kualitas dengan metode DMAIC.

Sebagaimana telah dikemukakan sebelumnya bahwa *six sigma* merupakan suatu metode terstruktur. Terstruktur disini dapat diartikan karena *six sigma* mempunyai sedikitnya ada lima tahapan, yakni :

1. Define

Define adalah penetapan sasaran dari aktivitas peningkatan kualitas *six sigma*. Pada tahapan ini tim pelaksana akan mengidentifikasi masalah, menentukan target waktu, mendefinisikan spesifikasi customer (*critical to quality*), mendefinisikan dan menggambarkan QC *flow chart* serta menentukan tujuan yang ingin dicapai (misal : pengurangan cacat, biaya, dll).

Define merupakan langkah operasional pertama dalam proyek peningkatan kualitas *six sigma* yang meliputi : (Gasperz, 2002:31)

- Pendefinisian kriteria proyek *six sigma*, dimana pemilihan proyek terbaik adalah berdasarkan identifikasi proyek yang terbaik sepadan dengan kebutuhan, kapabilitas, dan tujuan organisasi sekarang.
- Pendefinisian peran orang-orang yang terlibat dalam proyek *six sigma* sesuai dengan pekerjaannya.
- Pendefinisian kebutuhan pelanggan dalam proyek *six sigma* berdasarkan kriteria pemilihan proyek *six sigma* dimana proses transformasi pengetahuan dan metodologi *six sigma* melalui sistem

pelatihan yang terstruktur dan sistematis untuk kelompok orang yang terlibat dalam program *six sigma*.

- Pendefinisian proses kunci beserta pelanggan dari proyek *six sigma* yang dilakukan sebelum mengetahui model proses SIPOC (Supplier-Input-Process-Output-Customer). SIPOC adalah alat yang berguna dan paling banyak digunakan dalam manajemen dan peningkatan proses.
- Pendefinisian kebutuhan spesifik dari pelanggan yang terlibat dalam proyek *six sigma*.
- Pendefinisian pernyataan tujuan proyek *six sigma*, dimana pernyataan tujuan proyek yang harus ditetapkan untuk setiap proyek *six sigma* terpilih adalah benar apabila mengikuti prinsip SMART yaitu *Specific, Measure, Achievable, Result Oriented, Time Bound*.
- Daftar periksa pada tahap *define* untuk memudahkan sekaligus meyakinkan kita bahwa kita telah menyelesaikan tahap *define* dengan baik.

2. *Measure*

Measure merupakan tindak lanjut dari tahapan *define* dan merupakan jembatan untuk langkah berikutnya. Pada tahapan ini akan dilakukan pengukuran-pengukuran pada proses atau kinerja produksi yang berlangsung. Pengukuran tersebut menjadi suatu standar terhadap CTQ yang teridentifikasi dan telah didefinisikan sebelum dilakukan perbaikan-perbaikan. Menurut Pande dan Holpp (2003:48) langkah *measure* mempunyai 2 sasaran utama yaitu :

- Mendapatkan data untuk memvalidasi dan mengklasifikasikan masalah dan peluang. Biasanya ini merupakan informasi kritis untuk memperbaiki dan melengkapi anggaran dasar proyek yang pertama.
- Memulai dan menyentuh fakta dan angka-angka yang memberikan petunjuk tentang akar masalah.

Measure merupakan langkah operasional kedua dalam program peningkatan kualitas six sigma. Terdapat 3 hal pokok yang harus dilakukan dalam tahap *measure*, yaitu :

- Memilih atau menentukan karakteristik kualitas (Critical to Quality) kunci. Penetapan CTQ kunci harus disertai dengan pengukuran yang dapat dikuantifikasikan dalam angka-angka. Hal ini bertujuan agar tidak menimbulkan persepsi dan interpretasi yang dapat saja salah bagi setiap orang dalam proyek six sigma dan menimbulkan kesulitan dalam pengukuran karakteristik kualitas.
- Mengembangkan rencana pengumpulan data

Pengukuran karakteristik kualitas dapat dilakukan pada tingkat :

- Pengukuran pada tingkat proses (*process level*)
Mengukur setiap langkah atau aktivitas dalam proses dan karakteristik kualitas input yang diserahkan oleh pemasok (*supplier*) yang mengendalikan dan mempengaruhi karakteristik kualitas output yang diinginkan.
- Pengukuran pada tingkat output (*output level*)

Mengukur karakteristik kualitas output yang dihasilkan dari suatu proses dibandingkan terhadap spesifikasi karakteristik kualitas yang diinginkan oleh pelanggan.

- Pengukuran pada tingkat outcome (*outcome level*)

Mengukur bagaimana baiknya suatu produk (barang dan atau jasa) itu memenuhi kebutuhan spesifik dan ekspektasi rasional dari pelanggan.

- Pengukuran baseline kinerja pada tingkat output

Karena proyek peningkatan kualitas six sigma yang ditetapkan akan difokuskan pada upaya peningkatan kualitas menuju ke arah zero defect sehingga memberikan kepuasan total kepada pelanggan, maka sebelum proyek dimulai kita harus mengetahui tingkat kinerja yang sekarang atau dalam terminology six sigma disebut sebagai baseline kinerja, sehingga kemajuan peningkatan yang dicapai setelah memulai proyek six sigma dapat diukur selama masa berlangsungnya proyek six sigma.

Pengukuran pada tingkat output ini dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana output akhir tersebut dapat memenuhi kebutuhan spesifik pelanggan sebelum produk tersebut diserahkan kepada pelanggan.

3. Analyze

Tahap ini bertujuan untuk menguji data yang dikumpulkan pada fase *measure* untuk menentukan daftar prioritas dari sumber variasi. Dalam fase tersebut tim proyek mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang faktor-faktor apa saja yang berpengaruh pada proses

dan bagaimana mengidentifikasi masalah yang terjadi di perusahaan. Langkah berikutnya adalah mencari variable utama penyebab terjadinya kecacatan atau ketidakpuasan yang terjadi saat ini untuk segera dapat diperbaiki sehingga dapat meminimalkan terjadinya permasalahan yang sama pada masa yang akan datang.

Pendekatan *Six Sigma* menerapkan *statistical tool* untuk memvalidasi akar permasalahan. Tujuan dari tahap ini adalah untuk mengetahui seberapa baik proses yang berlangsung dan mengidentifikasi akar permasalahan yang mungkin menjadi penyebab timbulnya variasi dalam proses. Hal-hal yang perlu dilakukan pada tahap analyze yang merupakan langkah ketiga dalam langkah operasional peningkatan kualitas six sigma ini adalah :

- Menentukan stabilitas dan kapabilitas dari proses
- Menetapkan target-target kinerja dari karakteristik kunci (CTQ) yang akan ditingkatkan dalam proyek six sigma
- Mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab kegagalan atau kecacatan
- Mengkonversikan banyak kegagalan ke dalam biaya kegagalan kualitas (*cost of poor quality*).

4. *Improve*

Setelah akar penyebab dari masalah kualitas teridentifikasi, maka perlu dilakukan penetapan rencana tindakan untuk melaksanakan peningkatan kualitas. Pada tahapan ini kita akan mendiskusikan dan membahas tentang ide-ide untuk melakukan suatu improvement

berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan. Selain itu juga dilakukan percobaan untuk melihat efektifitas hasil improvement. Menurut Gasperz (2002:282) hal yang perlu diperhatikan dalam menetapkan suatu rencana tindakan untuk melakukan peningkatan kualitas six sigma adalah :

- Dilakukan setelah sumber-sumber dan akar penyebab masalah teridentifikasi
- Rencana tindakan mendeskripsikan tentang alokasi sumber-sumber daya serta prioritas dan / atau alternatif yang dilakukan dalam implementasi dari rencana itu
- Untuk mengembangkan rencana tindakan dapat menggunakan metode 5W-2H
- Tim proyek dapat menggunakan metode pendekatan dengan menggunakan alat seperti diagram CEDAC (Cause and Effect Diagram with Additional Curve) atau FMEA (Failure Mode and Effect Analysis).
- Efektifitas dari rencana tindakan yang dilakukan akan tampak dari:
 - Penurunan presentase biaya kegagalan kualitas / *Cost of Poor Quality* (COPQ) terhadap nilai penjualan total sejalan dengan meningkatnya kapabilitas sigma.
 - Penurunan *Defect per Million Opportunity* (DPMO) menuju target kegagalan nol (zero defect) atau mencapai kapabilitas proses pada tingkat lebih besar atau sama dengan 6-sigma.

5. *Control*

Setelah keempat tahapan diatas sudah dilakukan, maka langkah selanjutnya adalah membuat suatu rencana dan merancang pengukuran atas hasil improvement yang sudah dilakukan agar dapat dikontrol dan diawasi secara berkesinambungan. Hasil improvement tersebut didokumentasikan dan disebarluaskan, praktek-praktek terbaik yang sukses dalam meningkatkan proses distandarisasikan dan disebarluaskan, prosedur-prosedur didokumentasikan dan dijadikan sebagai pedoman standar, serta kepemilikan atau tanggung jawab ditransfer dari tim kepada pemilik atau penanggung jawab proses (Gasperz, 2002:293). Tahap control ini merupakan tahapan untuk mengontrol kinerja proses dan menjamin cacat tidak muncul. Menurut Pande dan Holpp (2003:57) tugas-tugas khusus control yang harus diselesaikan oleh Black Belt dan tim DMAIC adalah :

1. Mengembangkan proses monitoring untuk melacak perubahan-perubahan yang harus ditentukan
2. Menciptakan rencana tanggapan untuk menangani masalah –masalah yang mungkin muncul
3. Membantu memfokuskan perhatian manajemen terhadap ukuran - ukuran kritis yang memberikan informasi terkini mengenai hasil dari proyek (Y) dan terhadap ukuran-ukuran proses kunci (X).

Alat yang paling umum digunakan untuk mengontrol kinerja proses adalah diagram kontrol (SPC). Fungsi umum diagram kontrol ini adalah :

- Membantu mengurangi variabilitas
- Memonitor kinerja setiap saat
- Memungkinkan proses koreksi setiap saat untuk mencegah penolakan
- Trend dan kondisi diluar kendali terdeteksi secara cepat.

2.5.4 Alat Bantu yang Digunakan dalam Six Sigma

1. Alat-alat untuk Menghasilkan Ide dan Mengorganisasikan Informasi

a. Brainstorming

Brainstorming merupakan pola pengumpulan pendapat / ide dengan partisipasi dari seluruh peserta. Brainstorming dapat merangsang timbulnya pemikiran-pemikiran baru dan berguna untuk mendapatkan ide-ide cemerlang dalam waktu yang minimum. Brainstorming juga secara efektif melibatkan seluruh anggota kelompok karena brainstorming menggunakan baik fungsi kreatif, intuitif, logika, analitis dari pikiran. Ketika orang mengerjakan proses brainstorming secara kreatif dan intuitif akan menghasilkan ide-ide awal dan secara logika analitis akan mengkombinasikan ide tersebut menjadi beberapa bagian komponen.

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

Setiap proyek Six Sigma yang telah dipilih harus didefinisikan proses-proses kunci, sekuens proses, beserta interaksinya serta

pelanggan yang terlibat dalam setiap proses itu. Pelanggan ini dapat menjadi pelanggan internal maupun eksternal. Sebelum mendefinisikan proses kunci beserta pelanggan dalam proyek Six Sigma, kita perlu mengetahui model proses SIPOC (*supplier, input, process, output, customer*). Dalam manajemen dan perbaikan proses, diagram SIPOC merupakan salah satu teknik yang paling berguna dan paling sering digunakan.

Diagram ini digunakan untuk menyajikan sekilas dari aliran kerja. SIPOC berasal dari lima elemen yang ada pada diagram, yaitu :

- *Supplier* : orang atau kelompok orang yang memberikan informasi kunci, material atau sumber daya lain kepada proses. Jika suatu proses terdiri dari beberapa sub proses maka subproses sebelumnya dapat dianggap sebagai pemasok internal (*internal supplier*)
- *Input* : Segala sesuatu yang diberikan oleh pemasok (*supplier*) kepada proses untuk menghasilkan output.
- *Process* : merupakan sekumpulan langkah yang mentransformasi dan serta ideal menambah nilai kepada input (proses transformasi nilai tambah kepada input). Suatu proses biasanya terdiri dari beberapa sub proses.
- *Output* : merupakan produk (barang atau jasa) dari suatu proses. Dalam industri manufaktur, *output* dapat berupa barang setengah jadi maupun barang jadi (*final product*). Termasuk di dalam *output* adalah informasi-informasi kunci dari proses.

- *Customer* : merupakan orang atau kelompok orang atau sub proses yang menerima output. Jika suatu proses terdiri dari beberapa subproses maka sub proses sesudahnya dapat dianggap sebagai pelanggan internal (*internal customer*). (Gasperz, 2002: 47, Pande P.S dkk, 2003: 179)

c. *Flow Chart*

Flow chart digunakan untuk menunjukkan detail-detail sebuah proses, meliputi tugas dan prosedur, jalur alternative, poin-poin keputusan dan pengerjaan ulang. *Flow chart* dapat dianggap sebagai peta saat ini yang menunjukkan bagaimana proses seharusnya bekerja. Tingkat detail akan bervariasi tergantung sasarannya.

d. *Cause Effect Diagram / Fishbone Diagram*

Cause Effect Diagram adalah salah satu metode / *tool* di dalam upaya meningkatkan kualitas. Diagram ini digunakan untuk menganalisis dan menemukan faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan dalam menentukan karakteristik kualitas *output* hasil proses produksi. Diagram ini juga sering disebut dengan diagram tulang ikan atau *fishbone diagram*. Penemunya adalah seorang ilmuwan Jepang pada tahun 60-an bernama Dr. Kaoru Ishikawa.

e. *Six Sigma Calculator*

Six sigma calculator ini digunakan untuk mengetahui berapa sigma sebuah proses produksi.

f. *Failure Mode and Effect Analysis*

FMEA (*failure mode and effect analysis*) adalah suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (*failure mode*). FMEA digunakan untuk mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab dari suatu masalah kualitas. Suatu mode kegagalan adalah apa saja yang termasuk dalam kecacatan/kegagalan dalam desain, kondisi diluar batas spesifikasi yang telah ditetapkan, atau perubahan dalam produk yang menyebabkan terganggunya fungsi dari produk itu. Terdapat dua penggunaan FMEA yaitu dalam bidang desain (FMEA Desain) dan dalam proses (FMEA Proses). FMEA Desain yang terkait dengan desain, misalnya kegagalan karena kekuatan yang tidak tepat, material yang tidak sesuai, dan lain-lain. FMEA Proses akan menghilangkan kegagalan yang disebabkan oleh perubahan-perubahan dalam variabel proses, misal kondisi diluar batas-batas spesifikasi yang ditetapkan seperti ukuran yang tidak tepat, tekstur dan warna yang tidak sesuai, ketebalan yang tidak tepat, dan lain-lain.

FMEA merupakan salah satu alat dari *Six Sigma* untuk mengidentifikasi sumber-sumber atau penyebab dari suatu masalah kualitas. Menurut Chrysler (1995), FMEA dapat dilakukan dengan cara

1. Mengenali dan mengevaluasi kegagalan potensi suatu produk dan efeknya.

2. Mengidentifikasi tindakan yang bisa menghilangkan atau mengurangi kesempatan dari kegagalan potensi terjadi.
3. Pencatatan proses (*document the process*).

Sedangkan manfaat FMEA adalah sebagai berikut :

1. Hemat biaya. Karena sistematis maka penyelesaiannya tertuju pada *potensial causes* (penyebab yang potential) sebuah kegagalan / kesalahan.
 2. Hemat waktu ,karena lebih tepat pada sasaran.
2. Alat-alat untuk Mengumpulkan Data

a. *Check Sheet*

Check Sheet atau lembar periksa adalah form yang digunakan untuk memudahkan pengambilan data. Hal-hal penting yang harus ada dalam *check sheet* adalah tipe data yang dikumpulkan, jumlah aktivitas, tanggal, analisa, dan informasi lainnya yang berguna dalam memeriksa performa. Selain itu desain *check sheet* harus sederhana, mudah dipahami dan mudah digunakan.

b. *Sampling*

Untuk melakukan inspeksi terhadap hasil proses produksi, tidak mungkin mengukur semua output dari mesin. Karena hal ini akan membutuhkan waktu yang lama dan biaya yang besar. Terutama untuk inspeksi yang sifatnya destruktif. Oleh karena itu dibutuhkan metode pengambilan data secara acak dan diharapkan dapat mewakili populasi dari hasil produksi. Sampling dapat menghemat uang dan waktu. Hasil dari sampling yang besar akan memberikan

data yang sesuai dengan kebutuhan untuk pengukuran dan analisa masalah.

c. *Voice of Customer*

Voice of Customer (VOC) adalah suatu istilah yang digunakan untuk melambangkan proses mencari tahu apa yang sebenarnya diinginkan atau diharapkan oleh konsumen mengenai suatu produk. VOC biasanya digunakan ketika akan membuat produk baru. Yang biasa dilakukan dalam melakukan pengumpulan voice of customer antara lain dengan memposisikan diri sebagai pelanggan, analisa complain, survey, wawancara, *focus group discussion*, dan gamba. *Focus group discussion* dapat dilakukan dengan cara mengundang 8-10 orang konsumen untuk diajak berdiskusi mengenai produk. Sedangkan gamba merupakan suatu cara dengan melakukan pengamatan langsung pada produk yang dihasilkan perusahaan untuk digunakan oleh konsumen.

3. Alat-alat untuk Analisa Proses dan Data

a. Pareto Chart

Diagram ini digunakan untuk mengklasifikasikan masalah menurut sebab dan gejalanya. Masalah didiagramkan menurut prioritas atau tingkat kepentingannya dengan menggunakan formal grafik batang, dimana 100% menunjukkan kerugian total. Prinsip yang mendasari diagram ini adalah aturan 80-20 yang menyatakan bahwa 80% masalah berasal dari 20% masalah.

b. Scatter Diagram :

Scatter diagram berfungsi untuk melihat dengan singkat apakah ada korelasi antara sumbu Y dengan sumbu X. Hubungan antara faktor dapat berupa korelasi positif, negative, dan tidak ada korelasi.

c. Histogram

Histogram terdiri merupakan grafik batang dengan lebar tiap batang sama dengan lebar interval kelas dan tinggi batang sama dengan frekuensi tiap-tiap kelas. Histogram berfungsi untuk menggambarkan bentuk distribusi kelompok data, lebar sebaran data, dan tingkat penyimpanan data dari standarnya.

d. Pie Chart

Pie chart merupakan grafik yang menggambarkan proporsi dari masing-masing data yang diwujudkan dalam lingkaran. Dari diagram ini, dapat diketahui perbandingan proporsi suatu data terhadap populasi yang diambil.

e. Peta Kendali (Control Chart)

Peta Kontrol pertama diperkenalkan oleh Dr. Walter Andrew Shewhart dari Bell Telephone Laboratories, Amerika Serikat, pada tahun 1924 dengan maksud untuk menghilangkan variasi tidak normal melalui pemisahan variasi yang disebabkan oleh penyebab khusus (special causes variation), dari variasi yang disebabkan oleh penyebab umum (common causes variation).

Pada dasarnya semua proses menampilkan variasi, namun manajemen harus mampu mengendalikan proses dengan cara menghilangkan variasi

penyebab khusus dari proses itu, sehingga variasi yang melekat pada proses hanya disebabkan oleh variasi penyebab umum. Peta-peta kontrol merupakan alat ampuh dalam mengendalikan proses, asalkan penggunaannya dipahami dengan benar. Pada dasarnya peta-peta kontrol dipergunakan untuk:

- Menentukan apakah suatu proses berada dalam pengendalian statistical atau tidak. Dengan demikian peta-peta kontrol digunakan untuk mencapai suatu keadaan terkendali secara statistik, dimana semua nilai rata-rata dan range dari subgrup contoh berada dalam batas-batas pengendalian (Control Limits), oleh karena itu variasi penyebab khusus menjadi tidak ada lagi di dalam proses.
- Memantau proses terus-menerus sepanjang waktu agar proses tetap stabil secara statistik dan hanya mengandung variasi penyebab umum.
- Menentukan kemampuan proses (*process capability*).

Setelah proses berada dalam batas pengendalian statistik, batas-batas dari variasi proses dapat ditentukan.

Pengelompokan jenis-jenis peta kendali tergantung pada tipe datanya. Gaspersz (1998) menjelaskan bahwa dalam konteks pengendalian proses statistikan dikenal dua jenis data, yaitu:

- Data Variabel (Variabel data), merupakan data kuantitatif yang diukur untuk keperluan analisis. Contoh dari data variabel karakteristik kualitas adalah: diameter pipa, ketebalan produk kayu

lapis, berat semen dalam kantong, dll. Ukuran-ukuran berat, panjang, lebar, tinggi, diameter, volume biasanya data variabel.

- Data Atribut (Attributes Data), merupakan data kualitatif yang dapat dihitung untuk pencatatan dan analisis. Contoh dari data atribut karakteristik kualitas adalah ketiadaan label pada kemasan produk, kesalahan proses administrasi, banyaknya jenis cacat pada produk, banyaknya produk kayu lapis yang cacat karena corelap, dll. Data atribut biasanya diperoleh dalam bentuk unit-unit non conforms atau ketidaksesuaian dengan spesifikasi atribut yang ditetapkan.

Berdasarkan kedua tipe data tersebut, maka jenis-jenis peta kendali terbagi atas peta kendali untuk data variabel dan data atribut. Beberapa peta kendali yang termasuk dalam peta kendali untuk data variabel adalah peta kendali \bar{X} dan R, serta peta kendali individual \bar{X} dan MR. Sedangkan peta kendali yang termasuk dalam peta kendali untuk data atribut adalah peta kendali p, peta kendali np, peta kendali c dan peta kendali u. Dan menurut Gasperz (1998) juga, pada prinsipnya setiap peta kendali mempunyai:

- Garis Tengah (Central Line), yang biasanya dinotasikan CL.
- Sepasang batas kendali atas (Upper Control Limit), biasanya dinotasikan sebagai UCL, dan yang satu lagi ditempatkan di bawah garis tengah yang dikenal sebagai batas kendali bawah (Lower Control Limit), biasanya di notasikan sebagai LCL.
- Tebaran nilai-nilai karakteristik kualitas yang menggambarkan keadaan dari proses. Jika semua nilai ditebarkan (diplot) pada peta

itu berada di dalam batas-batas kendali tanpa memperlihatkan kecenderungan tertentu, maka proses yang berlangsung dianggap berada dalam kendali atau terkendali secara statistik. = Namun jika nilai-nilai yang ditebarkan pada peta itu jatuh atau berada di luar batas-batas kendali atau memperlihatkan kecenderungan tertentu atau memiliki bentuk yang aneh, maka proses yang berlangsung dianggap berada di luar kendali (tidak terkendali) sehingga perlu diambil tindakan korektif untuk memperbaiki proses yang ada. Peta kendali yang digunakan adalah Peta Kendali P karena jenis data yang diambil adalah jenis data atribut yang digunakan untuk mengendalikan proporsi dari item-item yang tidak memenuhi syarat spesifikasi yang ditetapkan yang berarti dikategorikan cacat. Untuk itu definisi operasional secara tepat tentang apa yang dimaksud ketidaksesuaian atau apa yang dimaksud cacat sangatlah penting dan harus dipahami oleh setiap pengguna peta kendali P.

2.5 Istilah-istilah dalam Six Sigma

1. *Defects Per Unit* : Jumlah Defect per unit

Menentukan proses tidak bagus atau kita tidak dapat mengetahui bahwa bahwa proses tersebut mengandung defect. Six Sigma dapat mengatasi hal tersebut, contoh : Sebuah Laporan komplain terdiri dari 10 halaman, 2 halaman diantaranya salah sehingga $DPU = \text{Defect} / \text{Unit yang diperiksa} = 2 / 1 = 2$

2. *Defects Per Opportunity*

Jumlah Defect disesuaikan dengan kesempatan defect per unit. DPO merupakan pengembangan dari konsep DPU ditambah dengan variabel opportunity (Kemungkinan). Contoh : Sebuah laporan komplain terdiri dari 10 halaman, 2 halaman diantaranya salah sehingga :

$$\text{DPO} = \text{jumlah defect} / \text{jumlah unit diperiksa} \times \text{opportunity}$$

$$\text{DPO} = 2 \text{ Defect} / (1 \text{ unit} \times 10 \text{ opportunity})$$

$$\text{DPO} = 0,2$$

3. *Defect Per Million Opportunities (DPMO)*

ukuran kegagalan dalam program peningkatan kualitas six sigma, yang menunjukkan kegagalan per sejuta kesempatan. DPMO dapat dihitung dengan

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

Mengubah DPO menjadi sejuta unit karena dalam sigma biasanya menggunakan PPM (Part Per Million).

$$\text{Contoh : DPMO} = 0.2 \text{ DPO} \times 1.000.000 = 200.000$$

4. *Z-Value*

Z merupakan perbandingan Nilai Perbedaan antara X (USL atau LSL) dan target dibagi dengan standard deviation (sigma). Z-Value merupakan Standard terhadap nilai normal untuk Variasi Normal Distribusi sehingga memudahkan untuk analisa statistik. Z-Value adalah bagian dari sigma level. Bila nilai Z adalah 6, ini merupakan 6 sigma level.

5. *Normal distribution*

Menunjukkan suatu bentuk distribusi, sisi kanan dan sisi kiri jaraknya sama dengan sumbu Mean (M).

6. *Standard normal distribution*

Standard Deviasi 0 maka Normal Distribusinya adalah 1.

7. *Process Capability*

Merupakan kemampuan proses untuk memproduksi atau menyerahkan output sesuai dengan ekspektasi atau kebutuhan pelanggan. Process capability merupakan suatu ukuran kinerja kritis yang menunjukkan proses mampu menghasilkan sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan oleh manajemen berdasarkan kebutuhan dan ekspektasi pelanggan.

8. *Variation*

Merupakan apa yang pelanggan lihat dan rasakan dalam proses transaksi antara pemasok dan pelanggan itu. Semakin kecil variasi akan semakin disukai karena menunjukkan konsistensi dalam kualitas. Variasi mengukur satu perubahan dalam proses atau praktek bisnis yang mungkin mempengaruhi hasil yang diterapkan.

2.6 Penelitian Terdahulu

Pada tabel berikut ini menjelaskan ringkasan dari beberapa penelitian terdahulu yang mempunyai hubungan antara hasil produksi dan produk *defect*.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

NO	Penulis	Volume	Judul	Uraian
1	K.Ganguly	<i>International Journal For Quality Research</i> Vol 6, No. 3, 2012	<i>Improvement Proses For Rolling Mill Throught The DMAIC Six Sigma Approach</i>	Eisenhower (2008) menggunakan metodologi DMAIC untuk menunjukkan bahwa data kinerja kualitas dinyatakan sebagai biasa persentase tingkat cacat bisa diubah menjadi berbagai vital, metrik Six Sigma dan bahwa ini dapat digunakan untuk mengembangkan wawasan sistem mutu perusahaan
2	Ripon Kumar Chakraborty1 Tarun Kumar Biswas Iraj Ahmed	<i>International Journal For Quality Research</i> VOL 7(1) 127 -140 UDC – 65.018 Accepted 26 February 2013	<i>Reducing Process Variability By Using DMAIC Model ; A Case Study In Bangladesh</i>	Ditahardiyani et.al (2008) telah disajikan enam sigma metodologi dan implementasinya dalam proses pengemasan primer dari Cranberry minum. pendekatan DMAIC telah digunakan untuk menganalisis dan meningkatkan kemas primer proses, yang memiliki variabilitas yang tinggi dan cacat <i>output</i>
3	Md. Enamul Kabir, S. M. Mahbubul Islam Boby, Mostafa Lutfi	<i>International Journal of Engeneering and Technology</i> Volume 3 No. 12, December, 2013	<i>Productivity Improvement by using Six-Sigma</i>	Metodologi DMAIC menggunakan struktur proses-langkah. Langkah umumnya berurutan; Namun, beberapa kegiatan dari berbagai langkah dapat terjadi bersamaan atau mungkin berulang. Kiriman untuk langkah yang diberikan harus diselesaikan sebelum persetujuan gerbang formil.
4	Nilmani Sahu1 & Sridar2	<i>International Journal of Mechanical and Produkction Engineering Reseach and Development</i> (IJMPERD)Vol. 3, Issue 4, Oct 2013, 11-22	<i>Six Sigma Implentation Using DMAIC Approach- A Case Study In A Cylinder Liner Manufacture</i>	Tushar Desai dan. Shrivastava (2008) berkaitan dengan penerapan Six Sigma DMAIC (<i>Define-Measure-Analis-Improve-Control</i>) metodologi dalam suatu industri yang menyediakan kerangka kerja untuk mengidentifikasi, mengukur dan menghilangkan sumber variasi dalam proses operasional yang bersangkutan, untuk mengoptimalkan variabel operasi, meningkatkan dan mempertahankan kinerja.

NO	Penulis	Volume	Judul	Uraian
5	L Ramanan1 , Dr M Kumar2 , Dr Kpv Ramanakumar3	<i>International Journal of Business and Management invention</i> Volume 3 Issue 1(January. 2014) PP.36-40	Six Sigma - DMAIC <i>Framework for Enhancing Quality in Engineering Educational Institutions</i>	Upaya telah dilakukan dalam pekerjaan ini untuk memberikan kerangka yang lebih luas dari pendekatan DMAIC mempengaruhi kualitas pendidikan teknik di tingkat mikro dari Institusi sendiri dengan memanfaatkan keberhasilan Industries dalam menerapkan enam sigma untuk masalah yang kompleks
6	Dino Caesaron, Tandianto	Jurnal PASTI UMB Volume IX No 3, 248 – 256	Penerapan Metode Six Sigma Dengan Pendekatan DMAIC Pada Proses Handling Painted Body BMW X3 (Study Kasus PT.TJAHJA)	DMAIC dilakukan secara sistematis berdasarkan ilmu pengetahuan dan fakta menuju target six sigma yaitu 3,4 DPMO (<i>Defect per Million Opportunity</i>) serta tentunya meningkatkan profitabilitas dari perusahaan (Vanany dkk., 2007).
7	Seftyan Vendi Irawan	Jurnal PASTI UMB Volume VIII No 3, 411 – 422	Pendekatan Metode Six Sigma (DMAIC) Dan Proses Audit (CPPP) Untuk Peningkatan Kualitas di PT.IGP	Peningkatan kualitas dengan metode <i>Six Sigma (DMAIC)</i> dengan proses audit (<i>CPPP</i>) pada dasarnya mempunyai tujuan yang sama yaitu, peningkatan kualitas menurunkan nilai variasi proses sebagai langkah <i>preventif action</i> dengan memperketat <i>level</i> kualitas dari suatu produk.
8	Syaifulloh	Jurnal PASTI Volume VIII No 3, 340 – 348	Analisa Pengendalian Aerosol Cab Dengan Menggunakan Metode DMAIC Pada Line ABM 1 DI Perusahaan Perkalengan Indonesia	Metode Six Sigma ini disusun berdasarkan sebuah metodologi penyelesaian masalah yang sederhana-DMAIC, yang merupakan singkatan dari <i>Define</i> (merumuskan), <i>Measure</i> (mengukur), <i>Analyze</i> (menganalisa), <i>Improve</i> (meningkatkan/memperbaiki) dan <i>Control</i> (mengendalikan), yang menggabungkan bermacam – macam perangkat statistik serta pendekatan perbaikan proses yang lainnya.

NO	Penulis	Volume	Judul	Uraian
9	Ferdian Hartoyo; Yudha Yudhistira; Andry Chandra; Ho Hwi Chie	Jurnal ComTech Vol.4 No. 1 Juni 2013: 381- 393	Penerapan Metode DMAIC Dalam Peningkatan Acceptance Rate Untuk Produk Panjang Produk Bushing	DMAIC adalah salah satu prosedur pemecahan masalah yang dipakai secara luas dalam masalah peningkatan kualitas dan perbaikan proses (Desai & Shrivastava, 2008; Evans & Lindsay 2007). DMAIC selalu diasosiasikan dengan aktivitas <i>six sigma</i> , dan hampir semua penerapan <i>six sigma</i> menggunakan pendekatan DMAIC
10	Dino Caesaron, Stenly Yohanes P. Simatupang	Jurnal Metris, VOL 16 (2015): 91 – 96	Implementasi Pendekatan DMAIC untuk Perbaikan Proses Produksi Pipa PVC (Studi Kasus PT. Rusli Vinilon)	DMAIC merupakan proses peningkatan terus-menerus menuju target <i>six sigma</i> . DMAIC menghilangkan langkah-langkah proses yang tidak produktif, dan fokus pada pengukuran-pengukuran baru, penerapan teknologi untuk peningkatan kualitas menuju target <i>six sigma</i> .

BAB III

METODE PENELITIAN

Penyelesaian masalah yang diteliti dalam tugas akhir ini memerlukan teori-teori atau tinjauan pustaka yang dapat mendukung pengolahan data. Beberapa teori tersebut digunakan sebagai dasar dan penunjang pemecahan masalah.

1.1 Sistem Produksi

Kegiatan utama yang bersangkutan dengan manajemen produksi adalah proses produksi. Proses produksi adalah metode dan teknik untuk menciptakan atau menambah kegunaan suatu barang atau jasa dengan menggunakan sumber-sumber antara lain tenaga kerja, bahan-bahan, dana dan sumber daya lain yang dibutuhkan. Produksi merupakan suatu sistem dan di dalamnya terkandung tiga unsur yaitu input, proses, dan output. Input dalam proses produksi terdiri atas bahan baku/bahan mentah, energi yang digunakan dan informasi yang diperlukan. Proses merupakan kegiatan yang mengolah bahan, energi dan informasi perubahan sehingga menjadi barang jadi. *Output* merupakan barang jadi sebagai hasil yang dikehendaki. Proses produksi pada umumnya dapat dipisahkan menurut berbagai segi. Pemilihan sudut pandang yang akan digunakan untuk pemisahan proses produksi dalam perusahaan

ini akan tergantung untuk apa pemisahan tersebut dilaksanakan serta penentuan tipe produksi didasarkan faktor seperti *volume* atau jumlah 7 produk yang akan dihasilkan, kualitas produk yang diisyaratkan dan peralatan yang tersedia untuk melaksanakan proses.

1.2 Pengertian Produk dan Produktivitas

Dalam bisnis, produk adalah barang atau jasa yang dapat dijual beli. Dalam marketing, produk adalah apapun yang bisa ditawarkan ke sebuah pasar dan bisa memuaskan sebuah keinginan atau kebutuhan (Kotler, 2006). Dalam tingkat pengecer, produk sering disebut sebagai *merchandise*. Dalam manufaktur, produk dibeli dalam bentuk barang mentah dan dijual sebagai barang jadi. Produk yang berupa barang mentah seperti metal atau hasil pertanian sering pula disebut sebagai komoditas.

Kata produk berasal dari bahasa Inggris *product* yang berarti "sesuatu yang diproduksi oleh tenaga kerja atau sejenisnya". Bentuk kerja dari kata *product*, yaitu *produce*, merupakan serapan dari bahasa latin *prōdūce(re)*, yang berarti (untuk) memimpin atau membawa sesuatu untuk maju. Pada tahun 1575, kata "produk" merujuk pada apapun yang diproduksi ("*anything produced*"). Namun sejak 1695, definisi kata *product* lebih merujuk pada sesuatu yang diproduksi ("*thing or things produced*"). Produk dalam pengertian ekonomi diperkenalkan pertama kali oleh ekonom-politisi Adam Smith. Dalam penggunaan yang lebih luas, produk dapat merujuk pada sebuah barang atau unit, sekelompok produk yang sama, sekelompok barang dan jasa, atau sebuah pengelompokan industri untuk barang dan jasa. Produktivitas merupakan istilah dalam kegiatan produksi sebagai perbandingan antara luaran (*output*) dengan masukan (*input*). Menurut Herjanto, produktivitas merupakan suatu ukuran yang menyatakan bagaimana baiknya sumber daya diatur dan dimanfaatkan untuk mencapai hasil yang optimal (Herjanto.E, 2007).

Produktivitas dapat digunakan sebagai tolak ukur keberhasilan suatu industri atau UKM dalam menghasilkan barang atau jasa. Sehingga semakin tinggi perbandingannya, berarti semakin tinggi produk yang dihasilkan. Ukuran ukuran produktivitas bisa bervariasi, tergantung pada aspek-aspek output atau input yang digunakan sebagai agregat dasar, misalnya: indeks produktivitas buruh, produktivitas biaya langsung, produktivitas biaya total, produktivitas energi, produktivitas bahan mentah, dan lain-lain (Budiwati, S.I, 1985). Siklus produktivitas merupakan salah satu konsep produktivitas yang membahas upaya peningkatan produktivitas terus menerus. Ada empat tahap sebagai satu siklus yang saling terhubung dan tidak terputus (Gaspers, V, 2000):

1. Tidak ada evaluasi produktivitas
2. Keterlambatan pengambilan keputusan oleh manajemen
3. Motivasi rendah dalam pekerjaan.
4. Perusahaan tidak mampu berkompetisi dan beradaptasi pada kemajuan teknologi dan informasi.

Upaya peningkatan produktivitas membutuhkan beberapa indikator sebagai evaluasi. Salah satu diantaranya adalah metode OEE (*Overall Equipment Effectiveness*). Sementara identifikasi permasalahan dapat dilakukan dengan pendekatan lean production. Proses produksi harus dipandang sebagai suatu perbaikan terus-menerus yang dimulai dari sederet siklus sejak adanya ide-ide untuk menghasilkan suatu produk, pengembangan produk, proses produksi, sampai distribusi kepada konsumen (Gasperzs, V, 2001).

1.3 Pengertian Kualitas

Secara umum dapat dikatakan bahwa kualitas atau mutu adalah karakteristik dari suatu produk atau jasa yang ditentukan oleh pemakai atau customer

dan diperoleh melalui pengukuran proses serta melalui perbaikan yang berkelanjutan (*Continuous Improvement*). Beberapa definisi tentang kualitas antara lain:

- a. Menurut Deming (1986), kesulitan dalam pendefinisian kualitas adalah mentranslate atau mengubah kebutuhan yang akan datang dari user atau pengguna kedalam suatu karakteristik yang dapat diperlakukan, supaya sebuah produk dapat didesain dan diubah untuk memberikan kepuasan dengan harga yang akan dibayar oleh *user* atau pemakai.
- b. Menurut Crosby (1979), kualitas adalah kesesuaian dari permintaan atau spesifikasi.
- c. Menurut Juran (1974), kualitas adalah kelayakan atau kecocokan penggunaan. Kecocokan penggunaan tersebut didasarkan pada 5 ciri-ciri utama adalah teknologi (kekuatan atau daya tahan), psikologis (cita rasa atau status), waktu (keandalan), kontraktual (adanya jaminan), dan etika (sopan santun, ramah atau jujur). Kecocokan penggunaan produk seperti dikemukakan diatas memiliki 2 aspek utama yaitu ciri-ciri produknya memenuhi tuntutan pelanggan dan tidak memiliki kelemahan. Ciri-ciri produk yang memenuhi permintaan pelanggan adalah apabila produk berkualitas tinggi, memiliki ciri-ciri khusus atau istimewa sehingga berbeda dari produk pesaing dan dapat memenuhi harapan atau tuntutan akan kepuasan pelanggan. Ciri-ciri produk yang bebas dari kelemahan adalah jika produk berkualitas tinggi dan pada produk tersebut tidak memiliki kelemahan (cacat) sehingga sangat menguntungkan perusahaan karena perusahaan dapat mengurangi ingkat kesalahan, pengerjaan kembali, pemborosan, ketidakpuasan pelanggan, dan waktu pengiriman produk ke pasar.
- d. Menurut Hence, kualitas dari suatu produk atau jasa adalah kelayakan atau kecocokan dari produk atau jasa tersebut untuk memenuhi kegunaannya sehingga sesuai dengan yang diinginkan oleh *customer*.

- e. Menurut A. V. Feigenbaum (1983), kualitas ialah sesuatu yang diputuskan oleh pelanggan berdasarkan pengalaman aktual terhadap suatu produk atau jasa yang diukur berdasarkan persyaratan dari pelanggan tersebut, baik dinyatakan atau tidak dinyatakan, disadari atau tidak disadari, dimana kualitas tersebut telah menjadi sasaran dalam pasar yang penuh persaingan.
- f. Menurut Scherkenbach (1991), kualitas ialah suatu produk yang ditentukan oleh pelanggan, dimana pelanggan menginginkan produk dan jasa yang sesuai dengan kebutuhan dan harapannya pada suatu tingkat harga tertentu yang menunjukkan nilai produk tersebut.
- g. Menurut Elliot (1993), kualitas ialah sesuatu yang berbeda untuk orang yang berbeda dan tergantung pada waktu dan tempat, dikatakan sesuai dengan tujuan.
- h. Menurut Goetch dan Garvin (1995), kualitas ialah suatu kondisi dinamis yang berkaitan dengan produk, pelayanan, manusia, proses dan tugas, serta lingkungan yang memenuhi atau melebihi harapan pelanggan atau konsumen.
- i. Menurut Gasperz Vincent (1998), determinologi kualitas ialah konsistensi peningkatan atau perbaikan dan penurunan variasi karakteristik dari suatu produk, baik barang maupun jasa yang dihasilkan agar dapat memenuhi kebutuhan yang telah dispesifikasikan, guna meningkatkan kepuasan pelanggan internal maupun eksternal.
- j. Menurut Assourri Sofjan (1999), kualitas ialah faktor-faktor yang terdapat dalam suatu barang atau hasil tersebut sesuai dengan tujuan untuk apa barang atau hasil itu dimasukkan atau dibutuhkan.

Meskipun tidak ada definisi mengenai kualitas yang diterima secara universal, namun dari kelima definisi di atas terdapat beberapa persamaan yaitu dalam elemen-elemen sebagai berikut :

- a. Kualitas mencakup usaha memenuhi atau melebihi harapan pelanggan

- b. Kualitas mencakup produk, tenaga kerja, proses, dan lingkungan
- c. Kualitas merupakan kondisi yang selalu berubah, misalnya apa yang dianggap berkualitas saat ini mungkin dianggap kurang berkualitas pada masa mendatang.

1.4 Pengendalian Kualitas

Secara umum, pengendalian kualitas dapat diartikan sebagai proses pemeliharaan atau menjaga suatu standar yang telah ditetapkan atau disetujui pada suatu produk mulai dari tahap desain sampai penggunaan produk tersebut di tangan konsumen, sesuai dengan ketahanan pakai dan kondisi yang telah ditetapkan. Menurut beberapa ahli manajemen, pengertian pengendalian kualitas adalah sebagai berikut :

- a. Menurut A. V. Feigenbaum (1983), pengendalian kualitas didefinisikan sebagai suatu system yang terdiri dari pemeriksaan atau pengujian, analisa dan tindakan-tindakan yang harus diambil dengan memanfaatkan kombinasi seluruh peralatan, metode dan tindakan yang harus dilakukan untuk mengendalikan kualitas produk dengan ongkos seminimal mungkin sesuai dengan keinginan konsumen tertentu.
- b. Menurut Kaoru Ishikawa (1985), pengendalian kualitas ialah keseluruhan cara yang digunakan untuk menetapkan dan mencapai standar mutu atau dapat dikatakan bahwa pengawasan mutu adalah suatu sistem yang terdiri atas pengujian, analisis, dan tindakan yang harus diambil yang berguna untuk mengendalikan mutu suatu produk sehingga mencapai standar yang diinginkan.
- c. Menurut Assourri Sofjan (1993), pengendalian kualitas ialah suatu tindakan atau kegiatan untuk memastikan apakah kebijaksanaan dalam hal mutu dapat tercermin pada hasil akhir. Perkataan lain pengawasan mutu ialah usaha untuk mempertahankan mutu dari barang yang dihasilkan agar sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan berdasarkan kebijaksanaan perusahaan.

- d. Menurut Gasperz Vincent (1998), pengendalian kualitas ialah aktivitas teknik dan manajemen dari mana harus mengukur karakteristik kualitas barang atau jasa yang dihasilkan, kemudian membandingkan hasil pengukuran dengan spesifikasi output yang diinginkan pelanggan serta mengambil tindakan perbaikan yang tepat apabila ditemukan perbedaan antara performansi aktual dan standar.

Kegiatan pengendalian kualitas pada dasarnya terdiri dari 3 langkah yaitu :

1. Menentukan standar
2. Memeriksa, melakukan evaluasi dan membandingkan dengan standar
3. Mengambil tindakan yang diperlukan

1.5 Six Sigma

1.5.1 Definisi Six Sigma

Secara etimologi *six sigma* tersusun dari 2 kata yaitu: *six* yang berarti enam dan *sigma* yang merupakan simbol dari standard deviasi atau dapat pula diartikan sebagai ukuran satuan statistik yang menggambarkan kemampuan suatu proses dan ukuran nilai *sigma* dinyatakan dalam DPU (*Defect Per Unit*) atau PPM (*Part Per Million*). Dapat dikatakan bahwa proses dengan nilai *sigma* yang lebih tinggi (pada suatu proses) akan mempunyai *defect* yang lebih sedikit (baik jumlah *defect* maupun jenis *defect*). Secara epistemologi *six sigma* merupakan sebuah metodologi terstruktur untuk memperbaiki suatu proses dengan memfokuskan pada usaha-usaha untuk memperkecil variasi yang terjadi (*process variance*) sekaligus mengurangi cacat produk atau jasa yang keluar dari spesifikasi dengan menggunakan metode statistik dan *tools quality* lainnya secara intensif.

Secara sederhana *six sigma* (6 *sigma*) dapat diterjemahkan sebagai suatu proses yang mempunyai kemungkinan cacat (*defect opportunity*) sebanyak 3,4 buah dalam satu juta produk (jasa). *Defect* ialah kegagalan alam menghasilkan suatu produk yang sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan sedangkan

yang dimaksud dengan *opportunity* (kesempatan) antara lain : kualitas produk, kualitas komponen, perbedaan material, kapasitas, dll.

2.5.2 Konsep Dasar Six Sigma

Secara umum *six sigma* memiliki 2 buah konsep dasar yaitu :

1. *Six Sigma* sebagai suatu aktivitas

Untuk mencapai target kemungkinan cacat 3,4 buah dalam satu juta produk atau jasa, maka aktivitas *six sigma* yang perlu dilakukan adalah:

- a. Memahami dan mendefinisikan suatu proses *design, manufacturing* dan *service* secara jelas.
- b. Aplikasi untuk *six sigma statistic tools* dan proses.
- c. Mengidentifikasi faktor penyebab *defect*.
- d. Analisa dan *improvement* (perbaikan).
- e. Melalui penurunan *defect ratio* akan meningkatkan *yield* dan total kepuasan pelanggan.
- f. *Management innovation tool* memberikan kontribusi terhadap *management out put*.

2. *Six sigma* sebagai suatu strategi bisnis

Secara umum ada enam komponen utama konsep *six sigma* sebagai strategi bisnis (Peter S. Pande, 2002:8), yaitu :

- a. *Customer service oriented* (mengutamakan pelayanan kepada pelanggan)

Definisi *customer* (pelanggan) bukan hanya terbatas pada pembeli saja tetapi juga berarti rekan kerja kita, orang/ pihak yang akan menerima hasil kerja kita, masyarakat umum sebagai pengguna jasa, pemerintah, dll. *Sixsigma* mampu memberikan informasi kepada kita mengenai seberapa bagus produk, service kita dan proses didalamnya serta membantu kita untuk menentukan langkah-langkah demi kepuasan *customer* secara total.

- b. Manajemen yang berdasarkan data dan fakta.
- c. Fokus pada proses, manajemen dan perbaikan.
- d. Manajemen yang proaktif
- e. Kerjasama tim yang bagus
- f. Selalu mengejar kesempurnaan.

2.5.3 Tahapan-tahapan *Six Sigma*

Sebagaimana telah dikemukakan sebelumnya bahwa *six sigma* merupakan suatu metode terstruktur. Terstruktur disini dapat diartikan karena *six sigma* mempunyai sedikitnya ada lima tahapan, yakni :

1. *Define*

Define adalah penetapan sasaran dari aktivitas peningkatan kualitas *six sigma*. Pada tahapan ini tim pelaksana akan mengidentifikasi masalah, menentukan target waktu, mendefinisikan spesifikasi customer (*critical to quality*), mendefinisikan dan menggambarkan *QC flow chart* serta menentukan tujuan yang ingin dicapai (misal : pengurangan cacat, biaya, dll).

Define merupakan langkah operasional pertama dalam proyek peningkatan kualitas *six sigma* yang meliputi: (Gasperz, 2002:31)

- Pendefinisian kriteria proyek *six sigma*, dimana pemilihan proyek terbaik adalah berdasarkan identifikasi proyek yang terbaik sepadan dengan kebutuhan, kapabilitas, dan tujuan organisasi sekarang.
- Pendefinisian peran orang-orang yang terlibat dalam proyek *six sigma* sesuai dengan pekerjaannya.
- Pendefinisian kebutuhan pelanggan dalam proyek *six sigma* berdasarkan kriteria pemilihan proyek *six sigma* dimana prosestransformasi pengetahuan

dan metodologi *six sigma* melalui sistem pelatihan yang terstruktur dan sistematis untuk kelompok orang yang terlibat dalam program *six sigma*.

- Pendefinisian proses kunci beserta pelanggan dari proyek *six sigma* yang dilakukan sebelum mengetahui model proses SIPOC (*Supplier-Input-Process-Output-Customer*). SIPOC adalah alat yang bergunadan paling banyak digunakan dalam manajemen dan peningkatan proses.
- Pendefinisian kebutuhan spesifik dari pelanggan yang terlibat dalam proyek *six sigma*.
- Pendefinisian pernyataan tujuan proyek *six sigma*, dimana pernyataan tujuan proyek yang harus ditetapkan untuk setiap proyek *six sigma* terpilih adalah benar apabila mengikuti prinsip SMART yaitu *Specific, Measure, Achievable, Result Oriented, Time Bound*.
- Daftar periksa pada tahap define untuk memudahkan sekaligus meyakinkan kita bahwa kita telah menyelesaikan tahap *define* dengan baik.

2. *Measure*

Measure merupakan tindak lanjut dari tahapan *define* dan merupakan jembatan untuk langkah berikutnya. Pada tahapan ini akan dilakukan pengukuran-pengukuran pada proses atau kinerja produksi yang berlangsung. Pengukuran tersebut menjadi suatu standar terhadap CTQ yang teridentifikasi dan telah didefinisikan sebelum dilakukan perbaikan-perbaikan. Menurut Pande dan Holpp (2003:48) langkah *measure* mempunyai 2 sasaran utama yaitu :

- Mendapatkan data untuk memvalidasi dan mengklasifikasikan masalah dan peluang. Biasanya ini merupakan informasi kritis untuk memperbaiki dan melengkapi anggaran dasar proyek yang pertama.
- Memulai dan menyentuh fakta dan angka-angka yang memberikan petunjuk tentang akar masalah.

Measure merupakan langkah operasional kedua dalam program peningkatan kualitas *six sigma*. Terdapat 3 hal pokok yang harus dilakukan dalam tahap *measure*, yaitu :

- Memilih atau menentukan karakteristik kualitas (*Critical to Quality*) kunci. Penetapan CTQ kunci harus disertai dengan pengukuran yang dapat dikuantifikasikan dalam angka-angka. Hal ini bertujuan agar tidak menimbulkan persepsi dan interpretasi yang dapat saja salah bagi setiap orang dalam proyek *six sigma* dan menimbulkan kesulitan dalam pengukuran karakteristik kualitas.
- Mengembangkan rencana pengumpulan data

Pengukuran karakteristik kualitas dapat dilakukan pada tingkat :

- Pengukuran pada tingkat proses (*process level*)
Mengukur setiap langkah atau aktivitas dalam proses dan karakteristik kualitas input yang diserahkan oleh pemasok (*supplier*) yang mengendalikan dan mempengaruhi karakteristik kualitas output yang diinginkan.
- Pengukuran pada tingkat output (*output level*)
Mengukur karakteristik kualitas output yang dihasilkan dari suatu proses dibandingkan terhadap spesifikasi karakteristik kualitas yang diinginkan oleh pelanggan.
- Pengukuran pada tingkat outcome (*outcome level*)
Mengukur bagaimana baiknya suatu produk (barang dan atau jasa) itu memenuhi kebutuhan spesifik dan ekspektasi rasional dari pelanggan.
- Pengukuran baseline kinerja pada tingkat output

Karena proyek peningkatan kualitas *six sigma* yang ditetapkan akan difokuskan pada upaya peningkatan kualitas menuju ke arah *zero*

defect sehingga memberikan kepuasan total kepada pelanggan, maka sebelum proyek dimulai kita harus mengetahui tingkat kinerja yang sekarang atau dalam terminology *six sigma* disebut sebagai baseline kinerja, sehingga kemajuan peningkatan yang dicapai setelah memulai proyek *six sigma* dapat diukur selama masa berlangsungnya proyek *six sigma*.

Pengukuran pada tingkat output ini dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana output akhir tersebut dapat memenuhi kebutuhan spesifik pelanggan sebelum produk tersebut diserahkan kepada pelanggan.

3. *Analyze*

Tahap ini bertujuan untuk menguji data yang dikumpulkan pada fase *measure* untuk menentukan daftar prioritas dari sumber variasi. Dalam fase tersebut tim proyek mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang faktor-faktor apa saja yang berpengaruh pada proses dan bagaimana mengidentifikasi masalah yang terjadi di perusahaan. Langkah berikutnya adalah mencari variabel utama penyebab terjadinya kecacatan atau ketidakpuasan yang terjadi saat ini untuk segera dapat diperbaiki sehingga dapat meminimalkan terjadinya permasalahan yang sama pada masa yang akan datang.

Pendekatan *Six Sigma* menerapkan *statistical tool* untuk memvalidasi akar permasalahan. Tujuan dari tahap ini adalah untuk mengetahui seberapa baik proses yang berlangsung dan mengidentifikasi akar permasalahan yang mungkin menjadi penyebab timbulnya variasi dalam proses. Hal-hal yang perlu dilakukan pada tahap *analyze* yang merupakan langkah ketiga dalam langkah operasional peningkatan kualitas *six sigma* ini adalah :

- Menentukan stabilitas dan kapabilitas dari proses

- Menetapkan target-target kinerja dari karakteristik kunci (CTQ) yang akan ditingkatkan dalam proyek *six sigma*
- Mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab kegagalan atau kecacatan
- Mengkonversikan banyak kegagalan ke dalam biaya kegagalan kualitas (*cost of poor quality*).

4. *Improve*

Setelah akar penyebab dari masalah kualitas teridentifikasi, maka perlu dilakukan penetapan rencana tindakan untuk melaksanakan peningkatan kualitas. Pada tahapan ini kita akan mendiskusikan dan membahas tentang ide-ide untuk melakukan suatu improvement berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan. Selain itu juga dilakukan percobaan untuk melihat efektifitas hasil improvement. Menurut Gasperz (2002:282) hal yang perlu diperhatikan dalam menetapkan suatu rencana tindakan untuk melakukan peningkatan kualitas six sigma adalah :

- Dilakukan setelah sumber-sumber dan akar penyebab masalah teridentifikasi
- Rencana tindakan mendeskripsikan tentang alokasi sumber-sumber daya serta prioritas dan / atau alternatif yang dilakukan dalam implementasi dari rencana itu
- Untuk mengembangkan rencana tindakan dapat menggunakan metode 5W-1H
- Tim proyek dapat menggunakan metode pendekatan dengan menggunakan alat seperti diagram CEDAC (*Cause and EffectDiagram with Additional Curve*) atau FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*).
- Efektifitas dari rencana tindakan yang dilakukan akan tampak dari:

- Penurunan presentase biaya kegagalan kualitas / *Cost of Poor Quality* (COPQ) terhadap nilai penjualan total sejalan dengan meningkatnya kapabilitas sigma.
- Penurunan *Defect per Million Opportunity* (DPMO) menuju target kegagalan nol (*zero defect*) atau mencapai kapabilitas proses pada tingkat lebih besar atau sama dengan 6-sigma.

5. *Control*

Setelah keempat tahapan diatas sudah dilakukan, maka langkah selanjutnya adalah membuat suatu rencana dan merancang pengukuran atas hasil improvement yang sudah dilakukan agar dapat dikontrol dan diawasi secara berkesinambungan. Hasil improvement tersebut didokumentasikan dan disebarluaskan, praktek-praktek terbaik yang sukses dalam meningkatkan proses distandarisasikan dan disebarluaskan, prosedur-prosedur didokumentasikan dan dijadikan sebagai pedoman standar, serta kepemilikan atau tanggung jawab ditransfer dari tim kepada pemilik atau penanggung jawab proses (Gasperz, 2002:293). Tahap control ini merupakan tahapan untuk mengontrol kinerja proses dan menjamin cacat tidak muncul. Menurut Pande dan Holpp (2003:57) tugas-tugas khusus control yang harus diselesaikan oleh Black Belt dan tim DMAIC adalah :

1. Mengembangkan proses monitoring untuk melacak perubahan-perubahan yang harus ditentukan
2. Menciptakan rencana tanggapan untuk menangani masalah –masalah yang mungkin muncul
3. Membantu memfokuskan perhatian manajemen terhadap ukuran - ukuran kritis yang memberikan informasi terkini mengenai hasil dari proyek (Y) dan terhadap ukuran-ukuran proses kunci (X).

Alat yang paling umum digunakan untuk mengontrol kinerja proses adalah diagram kontrol (SPC). Fungsi umum diagram kontrol ini adalah :

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

2.5.4 Alat Bantu yang Digunakan dalam Six Sigma

1. Alat-alat untuk Menghasilkan Ide dan Mengorganisasikan Informasi

a. *Brainstorming*

Brainstorming merupakan pola pengumpulan pendapat / ide dengan partisipasi dari seluruh peserta. *Brainstorming* dapat merangsang timbulnya pemikiran-pemikiran baru dan berguna untuk mendapatkan ide-ide cemerlang dalam waktu yang minimum. *Brainstorming* juga secara efektif melibatkan seluruh anggota kelompok karena *brainstorming* menggunakan baik fungsi kreatif, intuitif, logika, analitis dari pikiran. Ketika orang mengerjakan proses *brainstorming* secara kreatif dan intuitif akan menghasilkan ide-ide awal dan secara logika analitis akan mengkombinasikan ide tersebut menjadi beberapa bagian komponen.

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

Setiap proyek *Six Sigma* yang telah dipilih harus didefinisikan proses-proses kunci, sekuens proses, beserta interaksinya serta pelanggan yang terlibat dalam setiap proses itu. Pelanggan ini dapat menjadi pelanggan *internal* maupun *eksternal*. Sebelum mendefinisikan proses kunci beserta pelanggan dalam proyek *Six Sigma*, kita perlu mengetahui model proses

SIPOC (*supplier, input, process, output, customer*). Dalam manajemen dan perbaikan proses, diagram SIPOC merupakan salah satu teknik yang paling berguna dan paling sering digunakan.

Diagram ini digunakan untuk menyajikan sekilas dari aliran kerja. SIPOC berasal dari lima elemen yang ada pada diagram, yaitu :

- *Supplier* : orang atau kelompok orang yang memberikan informasi kunci, material atau sumber daya lain kepada proses. Jika suatu proses terdiri dari beberapa sub proses maka subproses sebelumnya dapat dianggap sebagai pemasok internal (*internal supplier*)
- *Input* : Segala sesuatu yang diberikan oleh pemasok (*supplier*) kepada proses untuk menghasilkan output.
- *Process* : merupakan sekumpulan langkah yang mentransformasi dan serta ideal menambah nilai kepada input (proses transformasi nilai tambah kepada input). Suatu proses biasanya terdiri dari beberapa sub proses.
- *Output* : merupakan produk (barang atau jasa) dari suatu proses. Dalam industri manufaktur, *output* dapat berupa barang setengah jadi maupun barang jadi (*final product*). Termasuk di dalam *output* adalah informasi-informasi kunci dari proses.
- *Customer* : merupakan orang atau kelompok orang atau sub proses yang menerima output. Jika suatu proses terdiri dari beberapa subproses maka sub proses sesudahnya dapat dianggap sebagai pelanggan internal (*internal customer*). (Gasperz, 2002: 47, Pande P.S dkk, 2003: 179)

c. *Flow Chart*

Flow chart digunakan untuk menunjukkan detail-detail sebuah proses, meliputi tugas dan prosedur, jalur alternative, poin-poin keputusan dan

pengerjaan ulang. *Flow chart* dapat dianggap sebagai peta saat ini yang menunjukkan bagaimana proses seharusnya bekerja. Tingkat detail akan bervariasi tergantung sasarannya.

d. *Cause Effect Diagram / Fishbone Diagram*

Cause Effect Diagram adalah salah satu metode / *tool* di dalam upaya meningkatkan kualitas. Diagram ini digunakan untuk menganalisis dan menemukan faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan dalam menentukan karakteristik kualitas *output* hasil proses produksi. Diagram ini juga sering disebut dengan diagram tulang ikan atau *fishbone diagram*. Penemunya adalah seorang ilmuwan Jepang pada tahun 60-an bernama Dr. Kaoru Ishikawa.

e. *Six Sigma Calculator*

Six sigma calculator ini digunakan untuk mengetahui berapa sigma sebuah proses produksi.

2. Alat-alat untuk Mengumpulkan Data

a. *Check Sheet*

Check Sheet atau lembar periksa adalah form yang digunakan untuk memudahkan pengambilan data. Hal-hal penting yang harus ada dalam *check sheet* adalah tipe data yang dikumpulkan, jumlah aktivitas, tanggal, analisa, dan informasi lainnya yang berguna dalam memeriksa performa. Selain itu desain *check sheet* harus sederhana, mudah dipahami dan mudah digunakan.

b. *Sampling*

Untuk melakukan inspeksi terhadap hasil proses produksi, tidak mungkin mengukur semua output dari mesin. Karena hal ini akan membutuhkan waktu yang lama dan biaya yang besar. Terutama untuk inspeksi yang sifatnya destruktif. Oleh karena itu dibutuhkan metode pengambilan data

secara acak dan diharapkan dapat mewakili populasi dari hasil produksi. *Sampling* dapat menghemat uang dan waktu. Hasil dari *sampling* yang besar akan memberikan data yang sesuai dengan kebutuhan untuk pengukuran dan analisa masalah.

c. *Voice of Customer*

Voice of Customer (VOC) adalah suatu istilah yang digunakan untuk melambangkan proses mencari tahu apa yang sebenarnya diinginkan atau diharapkan oleh konsumen mengenai suatu produk. VOC biasanya digunakan ketika akan membuat produk baru. Yang biasa dilakukan dalam melakukan pengumpulan *voice of customer* antara lain dengan memposisikan diri sebagai pelanggan, analisa complain, survey, wawancara, *focusgroup discussion*, dan gema. *Focus group discussion* dapat dilakukan dengan cara mengundang 8-10 orang konsumen untuk diajak berdiskusi mengenai produk. Sedangkan gema merupakan suatu cara dengan melakukan pengamatan langsung pada produk yang dihasilkan perusahaan untuk digunakan oleh konsumen.

3. Alat-alat untuk Analisa Proses dan Data

a. *Pareto Chart*

Diagram ini digunakan untuk mengklasifikasikan masalah menurut sebab dan gejalanya. Masalah didiagramkan menurut prioritas atau tingkat kepentingannya dengan menggunakan formal grafik batang, dimana 100% menunjukkan kerugian total. Prinsip yang mendasari diagram ini adalah aturan 80-20 yang menyatakan bahwa 80% masalah berasal dari 20% masalah.

b. *Scatter Diagram* :

Scatter diagram berfungsi untuk melihat dengan singkat apakah ada korelasi antara sumbu Y dengan sumbu X. Hubungan antara faktor dapat berupa korelasi positif, negative, dan tidak ada korelasi.

c. Histogram

Histogram terdiri merupakan grafik batang dengan lebar tiap batang sama dengan lebar interval kelas dan tinggi batang sama dengan frekuensi tiap-tiap kelas. Histogram berfungsi untuk menggambarkan bentuk distribusi kelompok data, lebar sebaran data, dan tingkat penyimpanan data dari standarnya.

d. *Pie Chart*

Pie chart merupakan grafik yang menggambarkan proporsi dari masing-masing data yang diwujudkan dalam lingkaran. Dari diagram ini, dapat diketahui perbandingan proporsi suatu data terhadap populasi yang diambil.

e. Peta Kendali (*Control Chart*)

Peta Kontrol pertama diperkenalkan oleh Dr. Walter Andrew Shewhart dari *Bell Telephone Laboratories*, Amerika Serikat, pada tahun 1924 dengan maksud untuk menghilangkan variasi tidak normal melalui pemisahan variasi yang disebabkan oleh penyebab khusus (*special causes variation*), dari variasi yang disebabkan oleh penyebab umum (*common causes variation*).

Pada dasarnya semua proses menampilkan variasi, namun manajemen harus mampu mengendalikan proses dengan cara menghilangkan variasi penyebab khusus dari proses itu, sehingga variasi yang melekat pada proses hanya disebabkan oleh variasi penyebab umum. Peta-peta kontrol merupakan alat ampuh dalam mengendalikan proses, asalkan penggunaannya dipahami dengan benar. Pada dasarnya peta-peta kontrol dipergunakan untuk:

- Menentukan apakah suatu proses berada dalam pengendalian statistical atau tidak. Dengan demikian peta-peta kontrol digunakan untuk mencapai suatu keadaan terkendali secara statistik, dimana semua nilai rata-rata dan range dari subgrup contoh berada dalam batas-batas pengendalian (*Control Limits*), oleh karena itu variasi penyebab khusus menjadi tidak ada lagi di dalam proses.
- Memantau proses terus-menerus sepanjang waktu agar proses tetap stabil secara statistik dan hanya mengandung variasi penyebab umum.
- Menentukan kemampuan proses (*process capability*).
Setelah proses berada dalam batas pengendalian statistik, batas-batas dari variasi proses dapat ditentukan.

Pengelompokan jenis-jenis peta kendali tergantung pada tipe datanya. Gaspersz (1998) menjelaskan bahwa dalam konteks pengendalian proses statistikan dikenal dua jenis data, yaitu:

- Data Variabel (Variabel data), merupakan data kuantitatif yang diukur untuk keperluan analisis. Contoh dari data variabel karakteristik kualitas adalah: diameter pipa, ketebalan produk kayu lapis, berat semen dalam kantong, dll. Ukuran-ukuran berat, panjang, lebar, tinggi, diameter, volume biasanya data variabel.
- Data Atribut (Attributes Data), merupakan data kualitatif yang dapat dihitung untuk pencatatan dan analisis. Contoh dari data atribut karakteristik kualitas adalah ketiadaan label pada kemasan produk, kesalahan proses administrasi, banyaknya jenis cacat pada produk, banyaknya produk kayu lapis yang cacat karena corelap, dll. Data atribut biasanya diperoleh dalam bentuk unit-unit non conforms atau ketidaksesuaian dengan spesifikasi atribut yang ditetapkan.

Berdasarkan kedua tipe data tersebut, maka jenis-jenis peta kendali terbagi atas peta kendali untuk data variabel dan data atribut. Beberapa peta kendali yang termasuk dalam peta kendali untuk data variabel adalah peta kendali \bar{X} dan R, serta peta kendali individual \bar{X} dan MR. Sedangkan peta kendali yang termasuk dalam peta kendali untuk data atribut adalah peta kendali p, peta kendali np, peta kendali c dan peta kendali u. Dan menurut Gasperz (1998) juga, pada prinsipnya setiap peta kendali mempunyai:

- Garis Tengah (*Central Line*), yang biasanya dinotasikan CL.
- Sepasang batas kendali atas (*Upper Control Limit*), biasanya dinotasikan sebagai UCL, dan yang satu lagi ditempatkan di bawah garis tengah yang dikenal sebagai batas kendali bawah (*Lower Control Limit*), biasanya di notasikan sebagai LCL.
- Tebaran nilai-nilai karakteristik kualitas yang menggambarkan keadaan dari proses. Jika semua nilai ditebarkan (diplot) pada peta itu berada di dalam batas-batas kendali tanpa memperlihatkan kecenderungan tertentu, maka proses yang berlangsung dianggap berada dalam kendali atau terkendali secara statistik. = Namun jika nilai-nilai yang ditebarkan pada peta itu jatuh atau berada di luar batas-batas kendali atau memperlihatkan kecenderungan tertentu atau memiliki bentuk yang aneh, maka proses yang berlangsung dianggap berada di luar kendali (tidak terkendali) sehingga perlu diambil tindakan korektif untuk memperbaiki proses yang ada. Peta kendali yang digunakan adalah Peta Kendali P karena jenis data yang diambil adalah jenis data atribut yang digunakan untuk mengendalikan proporsi dari item-item yang tidak memenuhi syarat spesifikasi yang ditetapkan yang berarti dikategorikan cacat. Untuk itu definisi operasional secara tepat tentang apa yang dimaksud

ketidaksesuaian atau apa yang dimaksud cacat sangatlah penting dan harus dipahami oleh setiap pengguna peta kendali.

2.5.5 Istilah-istilah dalam *Six Sigma*

1. *Defects Per Unit* : Jumlah *Defect per unit*

Menentukan proses tidak bagus atau kita tidak dapat mengetahui bahwa bahwa proses tersebut mengandung defect. Six Sigma dapat mengatasi hal tersebut, contoh : Sebuah Laporan komplain terdiri dari 10 halaman, 2 halaman diantaranya salah sehingga $DPU = \text{Defect} / \text{Unit yang diperiksa} = 2 / 1 = 2$

2. *Defects Per Opportunity*

Jumlah Defect disesuaikan dengan kesempatan defect per unit. DPO merupakan pengembangan dari konsep DPU ditambah dengan variabel opportunity (Kemungkinan). Contoh : Sebuah laporan komplain terdiri dari 10 halaman, 2 halaman diantaranya salah sehingga :

$DPO = \text{jumlah defect} / \text{jumlah unit diperiksa} \times \text{opportunity}$

$DPO = 2 \text{ Defect} / (1 \text{ unit} \times 10 \text{ opportunity})$

$DPO = 0,2$

3. *Defect Per Million Opportunities* (DPMO)

Ukuran kegagalan dalam program peningkatan kualitas *six sigma*, yang menunjukkan kegagalan per sejuta kesempatan. DPMO dapat dihitung dengan

rumus : $DPMO = DPO \times 1.000.000$

Mengubah DPO menjadi sejuta unit karena dalam sigma biasanya menggunakan PPM (Part Per Million).

Contoh : $DPMO = 0.2 \text{ DPO} \times 1.000.000 = 200.000$

4. *Z-Value*

Z merupakan perbandingan Nilai Perbedaan antara X (USL atau LSL) dan target dibagi dengan standard deviation (σ). Z-Value merupakan Standard terhadap nilai normal untuk Variasi Normal Distribusi sehingga memudahkan untuk analisa statistik. Z-Value adalah bagian dari sigma level. Bila nilai Z adalah 6, ini merupakan 6 *sigma level*.

5. *Normal distribution*

Menunjukkan suatu bentuk distribusi, sisi kanan dan sisi kiri jaraknya sama dengan sumbu Mean (M).

6. *Standard normal distribution*

Standard Deviasi 0 maka Normal Distribusinya adalah 1.

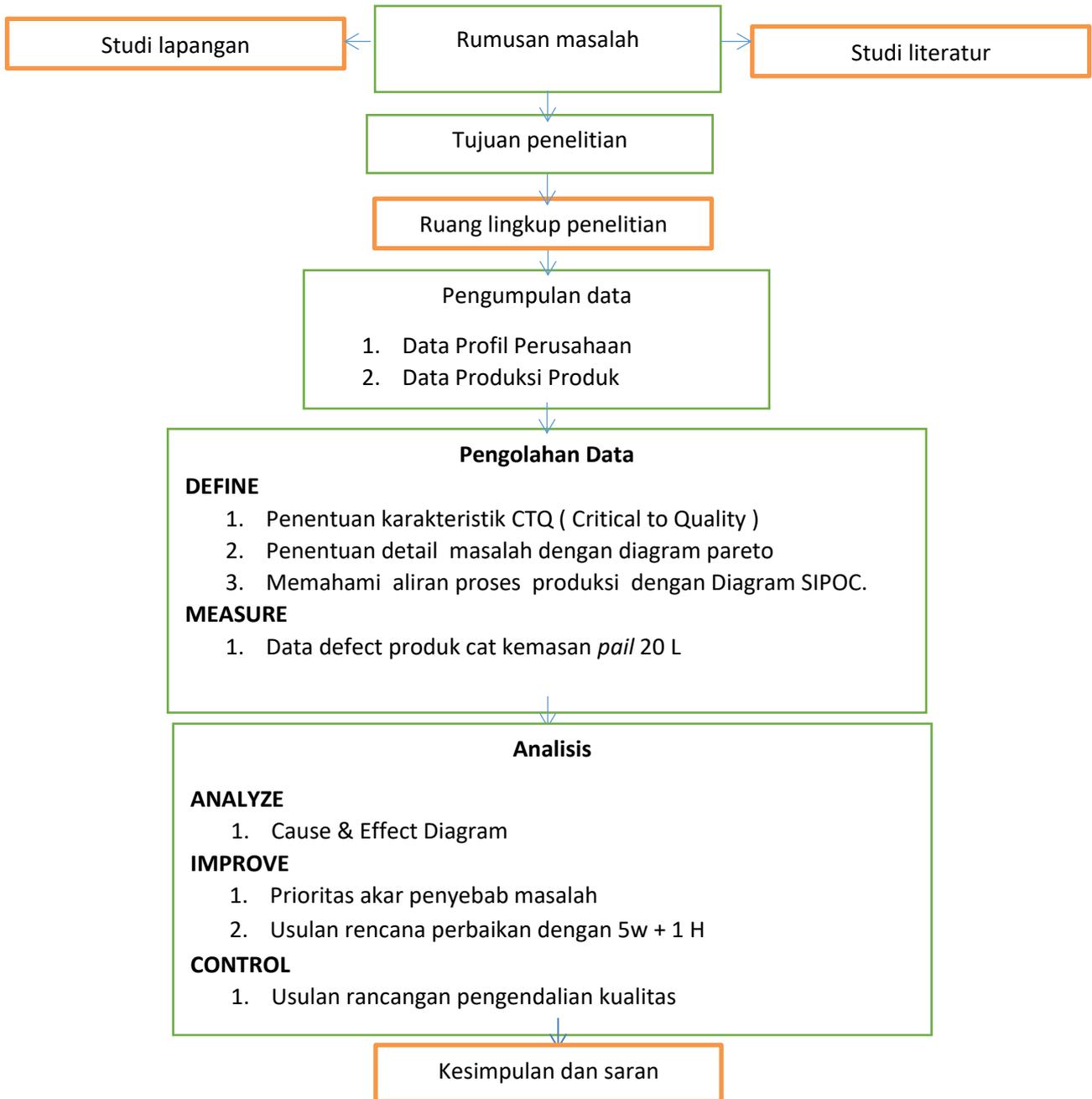
7. *Process Capability*

Merupakan kemampuan proses untuk memproduksi atau menyerahkan output sesuai dengan ekspektasi atau kebutuhan pelanggan. Process capability merupakan suatu ukuran kinerja kritis yang menunjukkan proses mampu menghasilkan sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan oleh manajemen berdasarkan kebutuhan dan ekspektasi pelanggan.

8. *Variation*

Merupakan apa yang pelanggan lihat dan rasakan dalam proses transaksi antara pemasok dan pelanggan itu. Semakin kecil variasi akan semakin disukai karena menunjukkan konsistensi dalam kualitas. Variasi mengukur satu perubahan dalam proses atau praktek bisnis yang mungkin mempengaruhi hasil yang diterapkan.

Gambar 3. 1 Metode Tugas akhir



BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

1.1 Profil Perusahaan

PT. XYZ merupakan sebuah perusahaan swasta yang secara resmi didirikan pada tanggal 25 Juni 1988. Tujuan utama pendirian perusahaan ini adalah untuk memproduksi "*Specialty Coatings*" guna memenuhi kebutuhan industri pembuatan kapal/*marine*. PT. XYZ telah mendapatkan hk lisensi secara teknis dari Allied Colloids Ltd Inggris untuk memproduksi "*solvent base*" sejak bulan Januari 1989 dan secara komersil mulai beroperasi pada tahun 1990.

PT XYZ memproduksi Cat Kapal, *Offshore*, Industri, Jembatan dan lain - lain dengan merek XYZ. Teknologi kami di dukung oleh beberapa industri resin dan *curing agent* dari benua Eropa serta teknologi yang kami dapat sejak kerjasama dengan Berger Paints yang berasal dari Inggris dalam bentuk lisensi (memproduksi dan memasarkan di seluruh wilayah Indonesia) dari tahun 2001, untuk itu PT XYZ mengucapkan terima kasih atas alih teknologi yang diberikan

oleh Berger Paints. Sesuai dengan visi negara Republik Indonesia untuk meningkatkan produksi dalam negeri, maka sejak awal tahun 2010 PT XYZ memutuskan menggunakan produk dalam negeri dengan merk PT XYZ dengan Nomor Register IDM000054168.

Hasil produksi PT XYZ telah dipakai di perusahaan perkapalan baik swasta maupun milik Negara, kilang minyak milik Pertamina, pabrik pupuk, pabrik kertas, dan lain-lain. Untuk meningkatkan kapasitas produksi, maka sejak September 2007 PT XYZ mengembangkan Cat Industri dan Otomotif yang di kelola oleh tenaga ahli yang berpengalaman. Sejak berdiri PT XYZ memformulasikan strategi kepuasan pelanggan yaitu berupa "Pelayanan Purna Jual" di mana menempatkan tenaga pengawas pada saat aplikasi produk dengan tujuan agar tepat guna serta hasil akhir tercapai sesuai kualitas yang kami tawarkan dan sesuai yang di harapkan pembeli.

Untuk menjaga mutu dari hasil produksi, PT XYZ telah menempatkan tenaga ahli *Quality Control* yang mempunyai kemampuan dan pengalaman yang sangat baik, PT XYZ juga mempunyai team *Research and Development* untuk mengembangkan produk sesuai permintaan pasar atau pelanggan. Saat ini PT XYZ mempekerjakan tenaga kerja profesional yang berpengalaman lebih dari 25 tahun dibidang produksi cat, *baik marine offshore protective coating (MOPC)* maupun Cat Industri. PT XYZ berkomitmen mengimplementasikan " SISTEM MANAJEMEN QHSE – integrasi yang sudah mendapatkansertifikat ISO 9001: 2008, ISO 14001 : 2004, OHSAS 18001 : 2007 dari Badan Sertifikasi Nasional "KAN" dan dari Badan Sertifikasi Internasional "UKAS".

1.1.1 Visi, misi, dan Kebijakan Mutu

Visi :

PT XYZ didirikan dengan visi dan misi sebagai berikut :

1. Menjadi perusahaan manufaktur terdepan di Asia Tenggara yang berfokus pada produksi “*Specialty Coatings*” untuk kebutuhan industri pembuatan kapal/*docking*.
2. Memproduksi dan menyediakan “*Specialty Coatings*” yang bermutu tinggi melalui pengembangan produk serta tetap menjaga kualitas produk dan pelayanan guna memenuhi kepuasan pelanggan.

1.1.2 Jam kerja

Waktu kerja karyawan adalah tujuh hari kerja namun setiap karyawan memiliki waktu libur satu kali dalam tujuh hari kerja tersebut. Apabila karyawan sakit bisa ijin tidak kerja namun harus disertai dengan keterangan dari dokter. Bila karyawan tiba-tiba ada kepentingan mendadak, maka karyawan boleh meminta ijin namun hari kerjanya diganti dengan dengan hari libur. Istirahat mingguan tidak selalu jatuh pada hari minggu. Pekerja yang karena sifat pekerjaannya, maka jam kerja dan jam atau jam istirahat atau jam kerja lembur diatur secara tersendiri oleh masing-masing departemen. Jam kerja yang berlaku adalah 40 (empat puluh) jam seminggu, dengan istirahat antara jam kerja

sekurang-kurangnya ½ (setengah) jam sehari dan 1 (satu) hari istirahat mingguan dalam seminggu.

1. Pada tenaga kerja dibagian produksi, yaitu sebagai berikut:

a. produksi

Senin – Jum’at : 07:00 – 15:00; jam istirahat 12:00 – 13:00

Sabtu : 07:00 – 12:00

2. Jam kerja karyawan kantor jam operasi kerja adalah sebagai berikut:

Senin – Jum’at : 07:30 – 16:30; jam istirahat 12:00 – 13:00

Sabtu : *Off*

Hari Jum’at : Istirahat dari 11:30 – 13:00

1.1.3 Pemasaran

Daftar Pelanggan

Berikut adalah daftar pelanggan dari PT. XYZ:

1. PT. Samudra Marine Indonesia : Industri Pembuatan Kapal
2. PT. Pertamina Perseero : BUMN
3. PT. Indah Kiat Pulp & Paper : Industri Kertas
4. PT. Pindo Deli Pulp & Paper : Industri Kertas
5. PT. UNICO : Industri Pembuatan Kapal

6. PT. Cahaya Warna : Industri Pembuatan Kapal
7. PT. Dong Guan Sea Dragon : Industri Pembuatan Kapal

1.2 Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data ini akan diuraikan dengan menggunakan tahapan DMAIC yaitu *Define, Measure, Analyze, Improve dan Control*.

Berikut adalah penjabaran dari masing-masing tahapan :

1.2.1 Tahap *Define*

Pada tahap *define* ini akan di kumpulkan data untuk mengidentifikasi kecacatan yang terjadi pada produk cat kemasan *pail* 20L.

1. Penentuan CTQ (*Critical to Quality*)

Dalam CTQ ini akan di bahas keterangan jenis cacat produk yang biasanya di sebabkan oleh tutup tidak rapat, kaleng pesok, kaleng bocor, *volume* kurang. Tutup tidak rapat, kaleng pesok, volume kurang lebih banyak disebabkan oleh faktor sistem mesin sedangkan kaleng bocor lebih banyak di sebabkan oleh faktor material. Berikut jenis – jenis cacat pada produk cat *pail* kemasan 20L :

1. Tutup tidak rapat

Kaleng pada tutup cat tidak rapat terjadi krena banyak faktor, diantaranya faktor manusia, mesin, metode dan lain-lain. Tutup cat tidak rapat dapat menyebabkan efek buruk diantaranya umur cat menjadi lebih pendek dari standar waktu yang telah

ditentukan, permukaan cat timbul *skin* dan cat menjadi lebih cepat mengering karena sudah terkontaminasi dengan udara, dan menyebabkan perubahan-perubahan spesifikasi lain pada cat tersebut. Selain itu banyak masalah lain yang dapat ditimbulkan karena jenis cacat yang satu ini diantaranya, cat dengan tutup yang tidak rapat dapat mengkontaminasi cat yang lainnya karena tumpahan yang terjadi akibat tutup tidak rapat. Berikut gambar tutup tidak rapat :



Gambar 4. 2.1 Tutup Tidak Rapat
(Sumber : PT XYZ)

Pada gambar diatas menunjukkan ketidak sesuaian *packaging* yang seharusnya dibandingkan standar. Hal ini dapat menyebabkan kerugian

pada konsumen sehingga akan adanya ketidakpuasan konsumen dan beresiko dapat mengakibatkan kerugian pada perusahaan.

2. Kaleng Bocor

Kaleng bocor adalah kondisi dimana terjadi kebocoran pada kemasan *pail* pada bagian tertentu. Biasanya kebocoran pada kaleng kemasan *pail* sering terjadi pada bagian pegangan atau pada bagian bawah permukaan kaleng yang disebabkan oleh faktor-faktor tertentu sehingga menyebabkan kaleng menjadi bocor. Berikut gambar kaleng bocor pada produk cat kemasan *pail* 20L :



Gambar 4. 2.2 Kaleng Bocor pada Produk Cat Kemasan Pail 20L

(Sumber : PT XYZ)

Dari gambar tersebut bisa dilihat cacat kaleng bocor yang terjadi. Hal ini sangat sering terjadi karna faktor material yang buruk atau juga metode

yang salah. Hal ini juga mengakibatkan *loss* produk sehingga terjadi kerugian perusahaan.

3. Kaleng pesok

Kaleng pesok adalah suatu kondisi dimana bagian tertentu pada kemasan cat pesok atau bentuk dimensi yang kurang baik. Faktor kesalahan pada cacat ini terjadi apabila adanya metode penyimpanan yang salah atau terjadi benturan-benturan dengan kaleng cat kemasan yang lain pada saat proses pengemasan atau terjadi karena material kemasan cat yang buruk. Berikut gambar produk cacat cat kemasan *pail* 20L yang disebabkan oleh kaleng pesok:



Gambar 4. 2.3 Kaleng Pesok

(Sumber : PT XYZ)

4. *Volume* kurang

Volume kurang merupakan jenis cacat yang terjadi ketika kondisi *volume* bersih cat kemasan *pail* 20L tidak mencapai standar. *Volume* kurang dapat menyebabkan penurunan kualitas pada spesifikasi cat tersebut terutama untuk cat jenis *epoxy* dua komponen, jika *volume* cat atau hardenernya kurang, hal ini akan menyebabkan cat tidak akan kering atau kering lebih lambat dari standar yang telah ditentukan. *Volume* kurang dapat berakibat merugikan pelanggan karena membeli produk yang tidak sesuai *content* yang dicantumkan pada kemasan.

Berikut gambar *volume* kurang cat tidak sesuai standar produksi :

PENIMBANGAN SESUAI STANDAR

PENIMBANGAN TIDAK SESUAI STANDAR



Gambar 4. 2.4 Volume Kurang Produk Cat Kemasan Pail
(Sumber : PT XYZ)

Berat standar produk cat kemasan *pail* 20L adalah (20-19) kg. Berat tersebut lalu dikurangi hasil berat kemasan *pail* kosong. Dimana berat kemasan *pail* kosong adalah 1kg. Berikut perhitungan isi bersih produk cat kemasan *pail* 20L:

Isi bersih (Kg) = Hasil penimbangan (Kg) – 1 (Kg)

Isi bersih (Kg) = 20 Kg – 1 Kg

Isi bersih (Kg) = 19 Kg

Sehingga bisa diartikan isi bersih yang berada di produk cat kemasan *pail* 20L tersebut adalah 19Kg, karena berat jenis isi produk tersebut adalah 0.95 gram/mililiter.

2. Diagram Pareto Jumlah Produksi Cacat

PT XYZ memiliki jumlah produksi yang banyak sehingga mempunyai jumlah produk cacat yang banyak juga setiap harinya. Hal ini bila dibiarkan akan terus membuat kerugian pada perusahaan karena tingginya *defect* produk akan mempengaruhi produktivitas dan *profit* perusahaan.

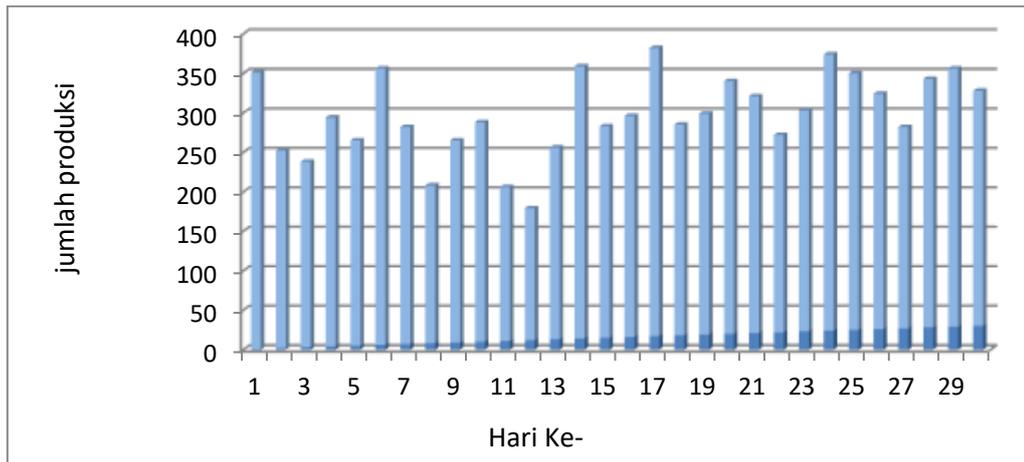
Oleh karena itu, Diagram Pareto digunakan untuk mengetahui penyumbang terbesar dalam kecacatan produk cat kemasan *pail* 20L. Berikut tabel 4.1 yang merupakan tabel rekapitulasi jumlah produksi yang diamati selama peneliti melakukan pengamatan dan kemudian dituangkan ke dalam histogram pada gambar 4.6.

Tabel 4. 2 Tabel Rekapitulasi Jumlah Cat Kemasan Pail 20L Oktober 2016

Hari ke -	Hasil Produksi Cat (<i>Pail</i>)
1	350
2	250
3	235
4	290
5	260
6	350
7	275
8	200
9	256
10	278
11	195
12	167
13	243
14	345
15	268
16	280
17	365
18	267
19	280
20	320
21	300
22	250
23	280
24	350
25	325
26	298
27	255
28	315
29	327
30	298

(Sumber : PT XYZ)

Keterangan: 1 *Pail* = 20L



Gambar 4.2 Histogram Produk Cat Pail 20L Oktober 2016

Sumber : Pengolahan data

Setiap harinya jumlah produksi berbeda-beda mengakibatkan ketidakstabilan produktivitas. Berdasarkan dari diagram pareto diatas maka diketahui bahwa produksi terbanyak pada hari ke- 17 pengamatan sebanyak 365 *pail* dan produksi terendah berada di hari ke- 12 sebanyak 167 *pail*.

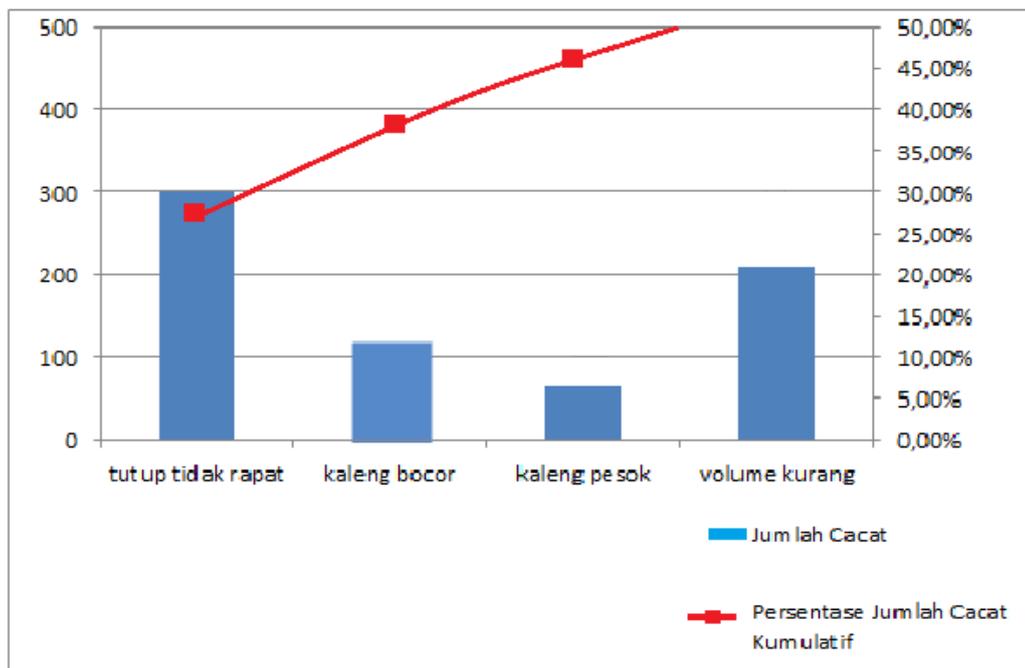
Terdapat jumlah produk cacat yang berbeda-beda penyebabnya dikarenakan banyak faktor juga yang mengakibatkan produk cacat itu sendiri. Berikut tabel 4.2 yang merupakan tabel rekapitulasi pengumpulan data kecacatan produk cat kemasan *pail* 20L yang menerangkan jumlah produk cacat berdasarkan penyebabnya.

Gambar 4.2 Tabel Rekapitulasi Data Kecacatan Produk Cat Kemasan *Pail* 20L

Hari ke -	Jenis Cacat				Jumlah Cacat
	tutup tidak rapat	kaleng bocor	kaleng pesok	volume kurang	
1	15	6	3	10	34
2	7	3	2	5	17
3	6	2	1	4	13
4	12	4	2	9	27
5	9	4	2	7	22
6	11	5	3	9	28
7	7	3	1	6	17
8	8	4	2	6	20
9	9	3	1	7	20
10	11	6	3	8	28
11	7	3	1	5	16
12	6	2	1	4	13
13	7	4	2	5	18
14	13	5	3	10	31
15	11	5	3	8	27
16	9	4	2	7	22
17	14	5	4	11	34
18	10	3	2	8	23
19	10	3	2	8	23
20	13	4	2	7	26
21	9	3	3	2	17
22	14	5	3	4	26
23	12	3	2	6	23
24	11	4	1	9	25
25	9	6	3	7	25
26	14	3	3	5	25
27	8	5	1	9	23
28	9	4	4	10	27
29	7	3	2	6	18
30	13	5	1	8	27
TOTAL	301	119	65	210	695

Sumber : PT XYZ

Dalam tabel 4.2 bisa diketahui jumlah cacat sebanyak 695 *pail* dengan total cacat yang paling tinggi disebabkan tutup tidak rapat, kaleng bocor, *volume* kurang dan yang paling rendah adalah kaleng pesok. Dalam hal ini produktivitas produk dan *yield* produk akan terganggu secara signifikan hanya karena besarnya jumlah produk cacat yang terjadi setiap harinya. Kemudian data jumlah cacat ini dituangkan kepada diagram pareto di bawah ini :



Gambar 4.3 Diagram Pareto Jumlah Cacat Akumulatif

Sumber : Pengolahan data

Dari gambar diatas dapat diketahui jumlah terbanyak cacat produk disebabkan oleh tutup tidak rapat yaitu sebanyak 301 produk, kaleng bocor sebanyak 119 produk, kaleng pesok sebanyak 65 produk dan yang terakhir disebabkan oleh *volume* kurang 210 produk.

Data jumlah produksi cacat tersebut kemudian diakumulatifkan seperti dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Gambar 4.3 Data Akumulatif Produk Cacat Oktober 2016

Jenis Cacat	Jumlah Cacat	Jumlah Cacat Kumulatif	Persentase Jumlah Cacat	Persentase Jumlah Cacat Kumulatif
<i>tutup tidak rapat</i>	301	301	43,31%	43,31%
kaleng bocor	119	420	17,12%	60,43%
kaleng pesok	65	485	9,35%	69,78%
volume kurang	210	695	30,22%	100,00%

Sumber : Pengolahan data

Dari tabel diatas dapat diketahui persentase jumlah cacat terbesar disebabkan oleh tutup tidak rapat sebanyak 43,31%, kaleng bocor sebanyak 17,12%, volume kurang sebanyak 30,22%, dan yang paling terendah disebabkan oleh kaleng pesok sebanyak 9,35%.

2. Diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Customer*)

Diagram ini dibuat untuk memahami proses *mixing* cat kemasan *pail* 20L yang terjadi antara *input* yang diperlukan, proses yang dijalankan dan *output* yang dihasilkan. Proses yang dijalankan dalam proses pembuatan produk cat kemasan *pail* 20L dapat dilihat pada diagram SIPOC dibawah ini

Gambar 4. 4 Diagram SIPOC Proses Pembuatan Cat Kemasan pail 20L

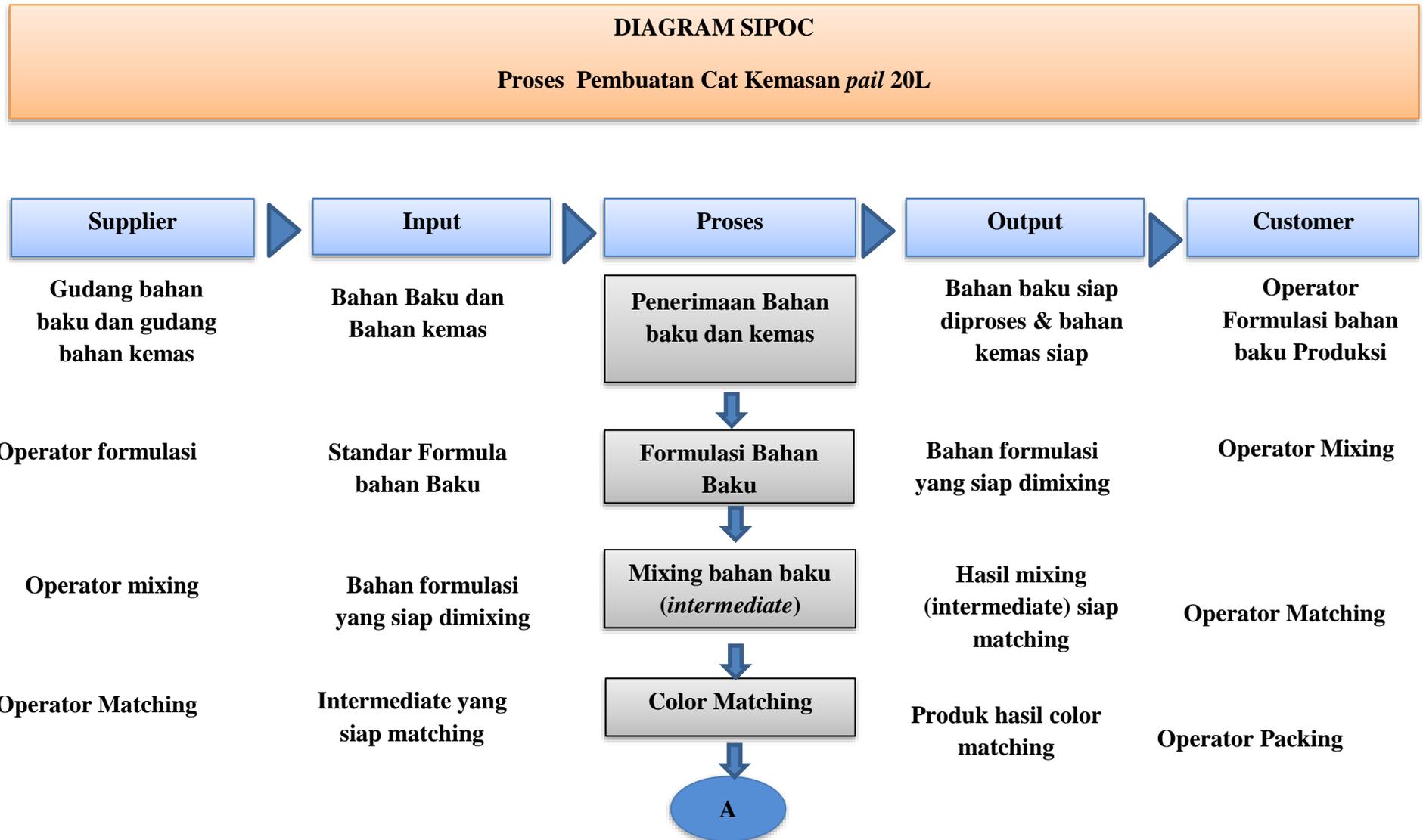
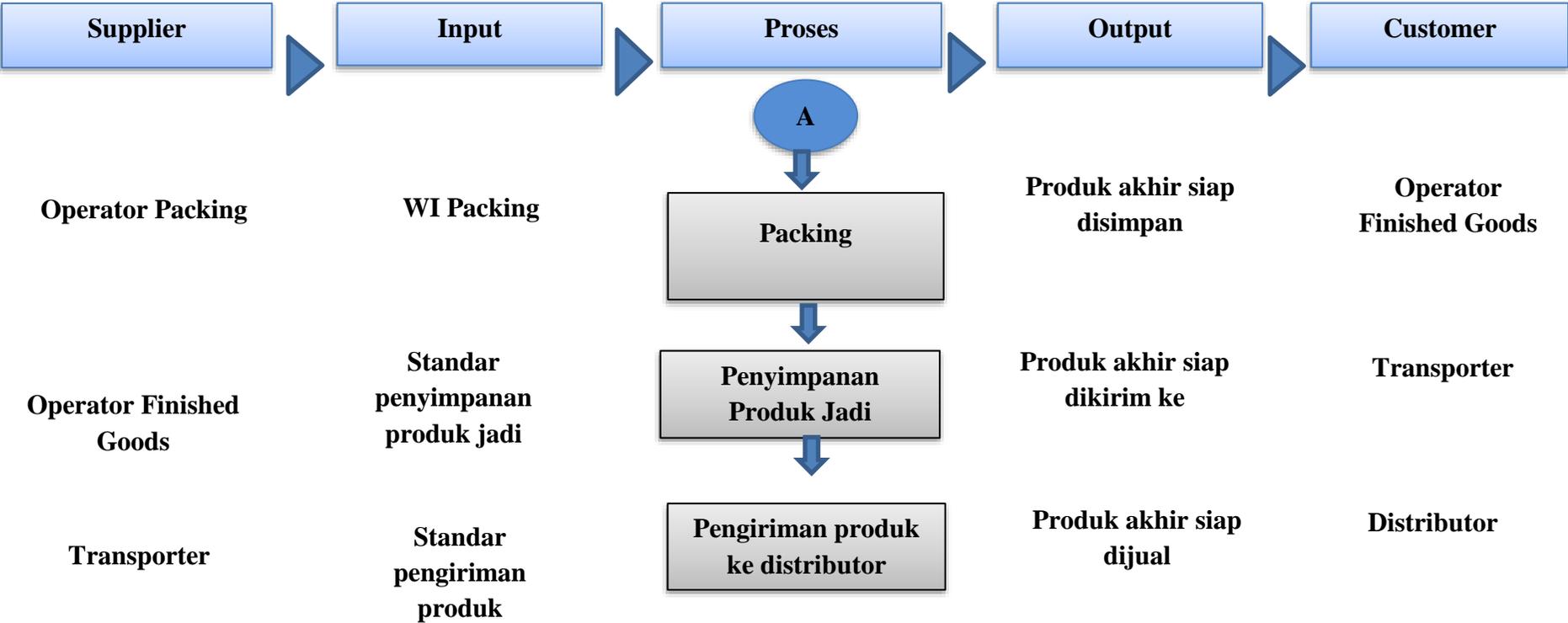


DIAGRAM SIPOC
Proses Pembuatan Cat Kemasan *pail* 20L



1.3 Pengolahan Data

Tahap ini merupakan tahap untuk mengukur keadaan dan kondisi perusahaan.

Pada tahap ini akan diuraikan tentang data-data *defect* produk cat kemasan *pail* 20L dan kapabilitas proses produksi saat ini.

1.3.1 Tahap *Measure*

a. Data Cacat Produk Cat Kemasan *Pail* 20L

Contoh untuk menghitung besarnya sample pada hari ke-1 dengan menggunakan metode slovin sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{1 + N(e)^2}$$

$$n = \frac{350}{1 + 350(0.1)^2}$$

$$n = 77.77$$

$$n = 78$$

Berikut adalah data jenis cacat produk produk cat kemasan *pail* 20L pada Oktober 2016 :

Tabel 4. 5 Data Jenis Cacat Cat kemasan pail 20L Oktober 2016

Hari ke -	Sampling Produk	JENIS CACAT PRODUK				Jumlah Cacat Produk
		Tutup tidak rapat	Kaleng bocor	Kaleng pesok	Volume kurang	
1	78	6	3	4	1	14
2	71	2	4	4	4	14
3	70	6	2	0	2	10
4	74	0	0	3	6	9
5	72	7	0	0	3	10
6	78	0	0	4	2	6
7	73	7	0	0	0	7
8	67	6	3	0	3	12
9	72	6	3	0	0	9
10	74	0	3	3	3	9
11	66	0	3	3	4	10
12	63	0	0	4	0	4
13	71	6	0	3	4	13
14	78	0	4	3	6	13
15	73	5	3	4	3	15
16	74	0	4	0	3	7
17	78	0	4	3	4	11
18	73	4	3	0	0	7
19	74	0	4	3	0	7
20	76	0	3	3	4	10
21	75	5	2	0	4	11
22	71	6	0	0	3	9
23	74	3	0	1	2	6
24	78	4	0	3	3	10
25	76	4	3	2	3	12
26	75	2	6	3	0	11
27	72	3	3	0	0	6
28	76	5	0	2	2	9
29	77	4	0	0	1	5
30	75	5	3	3	0	11
TOTAL	2202	96	63	58	70	287

Sumber : Pengolahan data

Berdasarkan data tabel diatas, dapat diketahui bahwa jenis cacat yang terjadi pada produk produk cat kemasan *pail* 20L adalah tutup tidak rapat, kaleng bocor, kaleng pesok dan *volume* kurang. *Defect* yang paling banyak terjadi pada produk produk cat kemasan *pail* 20L adalah jenis tutup tidak rapat sebanyak 96 produk cacat dan yang terendah adalah kaleng pesok sebanyak 58 produk cacat. Walau jarang terjadi untuk cacat kaleng pesok ini setiap harinya namun jika terjadi, perolehan jumlah cacat yang disebabkan kaleng pesok sangat banyak jumlahnya dalam setiap kejadian. Kemudian data tersebut diakumulatifkan seperti tabel dibawah ini .

Tabel 4. 6 Data Kumulatif Jenis Cacat Produk

Jenis Cacat	Jumlah Cacat	Jumlah Cacat Kumulatif	Persentase Jumlah Cacat	Persentase Jumlah Cacat Kumulatif
Tutup tidak rapat	96	96	33,45%	33,45%
Kaleng bocor	63	159	21,95%	55,40%
Kaleng pesok	58	217	20,21%	75,61%
Volume kurang	70	287	24,39%	100,00%

Sumber : Pengolahan data

Dari tabel diatas dapat diketahui persentase jumlah cacat terbesar disebabkan oleh tutup tidak rapat sebanyak 33,45%, kaleng bocor 21,95%, *volume*

kurang sebanyak 24,39% dan yang paling terendah disebabkan kaleng pesoksebanyak 20,21%.

b. Pengukuran *Baseline* Kinerja

Pengukuran baseline kinerja dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana suatu produk dapat memenuhi kebutuhan spesifik pelanggan, sebelum produk itu diserahkan kepada pelanggan. Dalam pengukuran baseline kinerja digunakan satuan pengukuran DPMO (*Defect Per Million Opportunities*). Berikut nilai DPMO dan tingkat sigma proses pembuatan produk cat kemasan *pail* 20L.

Tabel 4.7 Nilai DPMO (*Defect Per Miliun Opportunities*) Cat Kemasan Pail 20L

Hari ke -	Sampling Produk	JENIS CACAT PRODUK				Jumlah Cacat Produk	CTQ Potensi Penyebab Kecelakaan	DPO	DPMO	SIGMA
		Tutup tidak rapat	Kaleng bocor	Kaleng pesok	Volume kurang					
1	78	6	3	4	1	14	4	0,045	45000	3,20
2	71	2	4	4	4	14	4	0,049	49000	3,15
3	70	6	2	0	2	10	4	0,036	35638	3,30
4	74	0	0	3	6	9	4	0,030	30259	3,38
5	72	7	0	0	3	10	4	0,035	34615	3,32
6	78	0	0	4	2	6	4	0,019	19286	3,57
7	73	7	0	0	0	7	4	0,024	23864	3,48
8	67	6	3	0	3	12	4	0,045	45000	3,20
9	72	6	3	0	0	9	4	0,031	31289	3,36
10	74	0	3	3	3	9	4	0,031	30594	3,37
11	66	0	3	3	4	10	4	0,038	37821	3,28
12	63	0	0	4	0	4	4	0,016	15988	3,64
13	71	6	0	3	4	13	4	0,046	45874	3,19
14	78	0	4	3	6	13	4	0,042	41920	3,23
15	73	5	3	4	3	15	4	0,051	51493	3,13
16	74	0	4	0	3	7	4	0,024	23750	3,48
17	78	0	4	3	4	11	4	0,035	35034	3,31
18	73	4	3	0	0	7	4	0,024	24054	3,48
19	74	0	4	3	0	7	4	0,024	23750	3,48
20	76	0	3	3	4	10	4	0,033	32813	3,34
21	75	5	2	0	4	11	4	0,037	36667	3,29
22	71	6	0	0	3	9	4	0,032	31500	3,36
23	74	3	0	1	2	6	4	0,020	20357	3,55

Hari ke -	Sampling Produk	JENIS CACAT PRODUK				Jumlah Cacat Produk	CTQ Potensi Penyebab Kecelakaan	DPO	DPMO	SIGMA
		Tutup tidak rapat	Kaleng bocor	Kaleng pesok	Volume kurang					
24	78	4	0	3	3	10	4	0,032	32143	3,35
25	76	4	3	2	3	12	4	0,039	39231	3,26
26	75	2	6	3	0	11	4	0,037	36728	3,29
27	72	3	3	0	0	6	4	0,021	20882	3,54
28	76	5	0	2	2	9	4	0,030	29643	3,39
29	77	4	0	0	1	5	4	0,016	16323	3,64
30	75	5	3	3	0	11	4	0,037	36728	3,29
TOTAL	2202	96	63	58	70	287	4	0,977	977243	3,36

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa sampling produk diambil 73-78 produk perharinya lalu diamati. Sehingga akan bisa menghasilkan nilai DPMO yang berada di tabel 4.7 tersebut. Nilai DPMO rata – rata proses produksi cat kemasan *pail* 20L adalah 977.243 artinya setiap memproduksi sebanyak satu juta produk, terdapat kemungkinan cacat sebanyak 977.243 produk. Sedangkan rata – rata tingkat Sigmanya adalah 3.36. Tingkat sigma 3.36 merupakan tingkat *sigma* yang rendah dan perlu lebih diperhatikan untuk meningkatkan tingkat sigma sehingga dapat mengurangi variasi cacat produk dan dapat menaikkan produktivitas produksi.

BAB V

ANALISA DATA

1.1 Tahap Analyze

Pada tahap ini penyusun akan menganalisis hambatan dan kendala yang terjadi pada perusahaan yang telah menurunkan keuntungan dan merugikan perusahaan. Alat yang digunakan dalam tahapan analisis ini adalah diagram sebab akibat / *cause effect diagram* untuk mencari penyebab-penyebab potensial dari suatu akibat, dan diagram pareto untuk mengetahui akar penyebab masalah paling dominan / prioritas masalah.

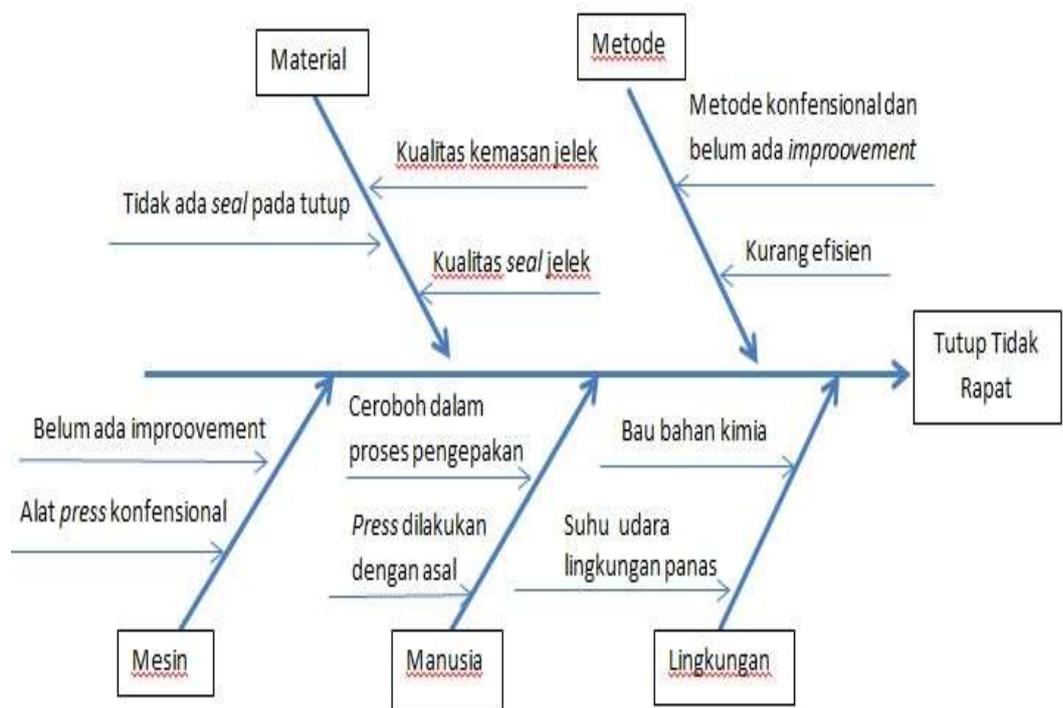
1.1.1 Cause & Effect Diagram

Penyebab cacat dapat dianalisis dengan menggunakan diagram sebab akibat / *cause effect diagram* atau tulang ikan, yang tujuannya tidak lain untuk mencari unsur-unsur penyebab berdasarkan faktor-faktor tertentu. Berdasarkan analisa dengan diagram sebab akibat, penyebab cacat kerja didapat terdiri atas 5 faktor yaitu manusia, metode,

material, mesin dan lingkungan. Jenis cacat produk pada bulan Oktober 2016 didominasi oleh tutup tidak rapat sebanyak 29 unit. Jadi perbaikan dapat dilakukan dengan memfokuskan pada jenis cacat produksi yang paling dominan atau terbesar yaitu tutup tidak rapat.

1. Tutup Tidak Rapat

Berikut diagram sebab akibat terjadinya Tutup tidak rapat pada cat kemasan *pail* 20 L :



Gambar 5. 1 Diagram Sebab Akibat Tutup Tidak Rapat

Berdasarkan gambar diatas, terdapat 5 faktor yang menyebabkan tutup tidak rapat pada produk cat kemasan *pail* 20L yaitu ;

a. Material

Berikut penyebab terjadinya masalah dalam faktor material :

- Metode konvensional dan belum ada *improvement*
- Kurang Efisien
- Kualitas seal jelek

Dalam faktor material ini terdapat masalah yang biasanya disebabkan dari pihak pemasok yang mengirim material yang kurang bagus dan kualitas kemasan yang jelek sehingga mengakibatkan tutup tidak rapat pada produk cat kemasan *pail* 20L.

b. Metode

Berikut penyebab terjadinya masalah dalam faktor metode :

- Metode konvensional dan belum ada *improvement*
- Kurang efisien

Penyebab terjadinya masalah dalam faktor metode adalah, metode yang digunakan masih konvensional dan belum ada *improvement*, yaitu dengan menggunakan alat *press* manual sehingga kemungkinan tutup tidak rapat bisa terjadi pada kemasan *pail* 20L. Selanjutnya metode ini kurang efisien sehingga selain akan terjadinya kemungkinan-kemungkinan tutup cat tidak rapat, juga tidak efisien dalam waktu penyelesaiannya.

c. Manusia

Berikut penyebab terjadinya masalah dalam faktor manusia :

- Ceroboh dalam proses pengepakan
- *Press* dilakukan dengan asal

Dalam faktor manusia ini biasanya terdapat masalah *human error* yaitu dimana kondisi seorang pekerja yang bisa mengakibatkan kesalahan

dalam pekerjaannya sendiri seperti terjadinya kelelahan karena faktor pekerja yang kurang sehat ataupun bekerja terlalu berat. Ketidaktelitian pekerja juga mengakibatkan kelalaian dalam melakukan proses pengepakan. Dalam proses ini pekerja sering sekali tidak memperhatikan cara yang benar untuk mengepak dengan baik, seperti pekerja tidak melakukan *press* antara tutup dan kaleng cat dengan sempurna pada saat proses pengepakan.

d. Mesin

Berikut penyebab terjadinya masalah dalam faktor mesin :

- Belum ada *improovement*
- Alat *press* konvensional

Alat *press* yang konvensional dan ditambah dengan belum ada *improovement* pada alat mengakibatkan hasil dari pengepakan tidak maksimal sehingga menimbulkan masalah seperti tutup tidak rapat pada produk cat kemasan *pail* 20L.

e. Lingkungan

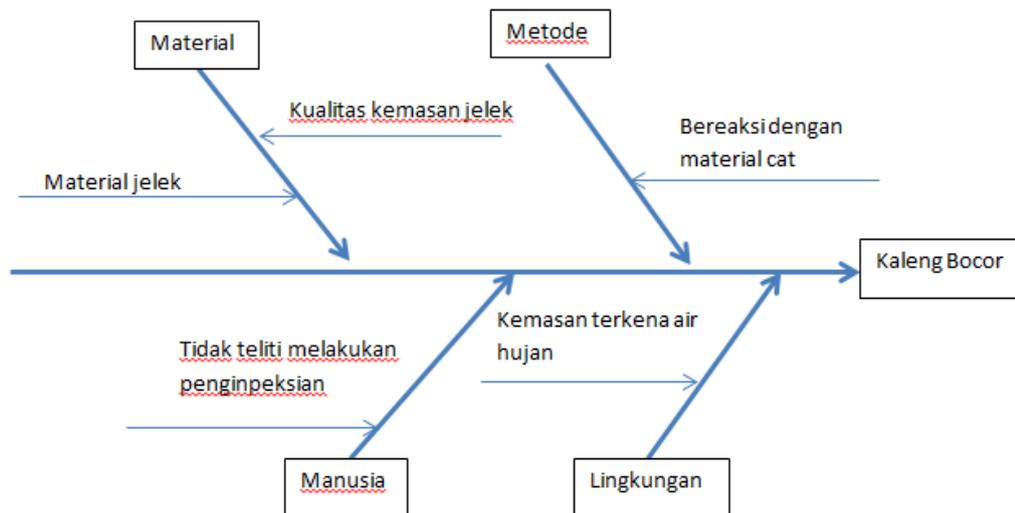
Berikut penyebab terjadinya masalah dalam faktor lingkungan :

- Bau bahan kimia
- Suhu udara lingkungan kerja panas

Bau bahan kimia dan suhu udara lingkungan kerja panas juga dapat berpengaruh pada hasil kerja pekerja karna kondisi yang tidak nyaman ini. Dengan suhu ruang yang panas dapat mempengaruhi kinerja pekerja.

2. Kaleng Bocor

Berikut diagram sebab akibat terjadinya Tutup tidak rapat pada cat kemasan *pail* 20 L :



Gambar 5.2 Diagram Sebab Akibat Kaleng Bocor

Berdasarkan gambar diatas, terdapat 4 faktor yang menyebabkan kaleng bocor pada produk cat kemasan *pail* 20L yaitu ;

a. Material

Berikut penyebab terjadinya masalah dalam faktor material :

- Material jelek
- Kualitas kemasan jelek

Dalam faktor material ini terdapat masalah yang biasanya disebabkan dari pihak pemasok yang mengirim material yang kurang bagus dan kualitas kemasan yang jelek sehingga mengakibatkan kaleng bocor pada produk cat kemasan *pail* 20L.

b. Metode

Berikut penyebab terjadinya masalah dalam faktor metode :

- Bereaksi dengan material cat

Penyebab terjadinya masalah dalam faktor metode adalah, metode yang digunakan masih ada kesalahan seperti, cat tertentu yang mengandung bahan-bahan yang bersifat asam, sebaiknya tidak boleh disimpan dalam *packaging* kaleng yang menyebabkan kaleng bereaksi dengan bahan tersebut sehingga menyebabkan korosi dan kaleng bocor pada kemasan *pail* 20L.

c. Manusia

Berikut penyebab terjadinya masalah dalam faktor manusia :

- Tidak teliti dalam melakukan penginspeksian

Penyebab terjadinya masalah dalam faktor manusia adalah, kurang teliti dalam melakukan penginspeksian, seperti pada saat menyortir kaleng tersebut, selain kaleng bocor yang disebabkan oleh reaksi dengan bahan cat, kaleng sering terjadi kebocoran yang disebabkan oleh pegangan cat yang lepas, sehingga menyebabkan kaleng bocor pada bagian tersebut.

d. Lingkungan

Berikut penyebab terjadinya masalah dalam faktor lingkungan :

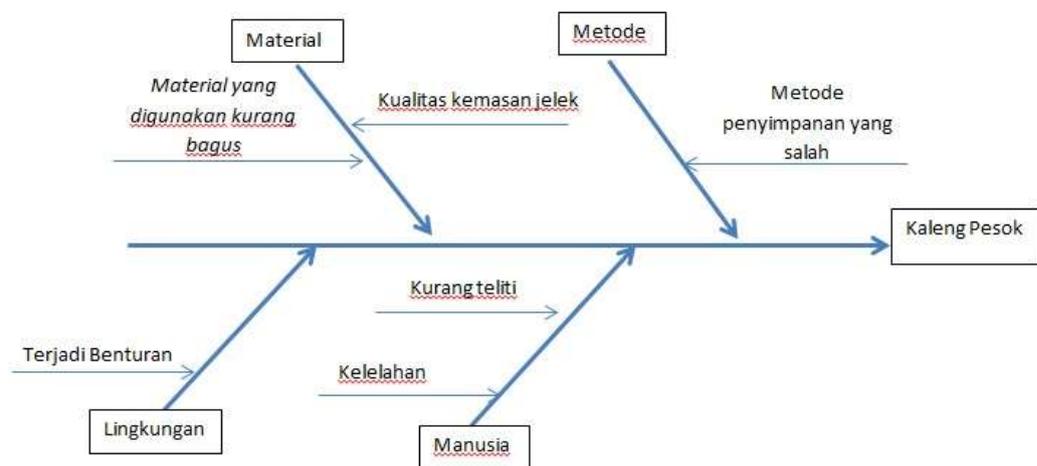
- Kemasan terkena air hujan

Lingkungan yang baik adalah lingkungan yang bersih dan kering, membuat material menjadi baik dan tidak cepat rusak. Kaleng kemasan yang terkena air hujan karena penyimpanan yang kurang benar

mengakibatkan kemasan menjadi basah sehingga mengakibatkan kemasan menjadi rusak dan berdampak pada produk.

1. Kaleng Pesok

Berikut diagram sebab akibat terjadinya kaleng pesok pada cat kemasan *pail* 20 L :



Gambar 5. 3 Diagram Sebab Akibat Kaleng Pesok

Berdasarkan gambar diatas, terdapat 4 faktor yang menyebabkan kaleng pesok pada produk cat kemasan *pail* 20L yaitu ;

a. Material

Berikut penyebab terjadinya masalah dalam faktor material :

- Material jelek
- Kualitas kemasan jelek

Dalam faktor material ini terdapat masalah yang biasanya disebabkan dari pihak pemasok yang mengirim material yang kurang bagus dan

kualitas kemasan yang jelek sehingga mengakibatkan kaleng pesok pada produk cat kemasan *pail* 20L.

b. Manusia

Berikut penyebab terjadinya masalah dalam faktor manusia :

- Tidak teliti melakukan penginspeksian
- Ceroboh

Penyebab terjadinya masalah dalam faktor manusia adalah, tidak teliti melakukan penginspeksian yang masih berkaitan dengan kecerobohan pada proses pengemasan, seperti pada proses ini ketika kemasan selesai dikemas, biasanya operator pengemasan ceroboh dalam menyimpan atau menaruh kaleng dengan asal yang sesekali menimbulkan benturan-benturan antara kaleng satu dengan kaleng yang lainnya yang mengakibatkan kaleng pesok pada cat kemasan *pail* 20L.

c. Lingkungan

Berikut penyebab terjadinya masalah dalam faktor lingkungan :

- Terjadi benturan

Penyebab terjadinya masalah dalam faktor lingkungan sangat kecil kemungkinannya dibandingkan dengan faktor-faktor lainnya, seperti benturan yang terjadi di dalam mobil ekspedisi pada saat proses pengiriman karena guncangan-guncangan yang ada yang menyebabkan kaleng pesok pada keemasan *pail* 20L.

d. Metode

Berikut penyebab terjadinya masalah dalam faktor metode :

- Metode penyimpanan yang salah

Penyebab terjadinya masalah dalam faktor metode sangat kecil kemungkinannya dibandingkan dengan faktor-faktor lainnya, metode penyimpanan yang seharusnya, cat boleh ditumpuk maksimal 3 *pail* keatas, metode penyimpanan yang salah seperti menumpuk *pail* lebih dari 3 *pail* menyebabkan kaleng pesok pada keemasan *pail* 20L.

1. Volume Kurang

Berikut diagram sebab akibat terjadinya volume kurang pada cat kemasan *pail* 20 L :



Gambar 5. 4 Diagram Sebab Akibat Volume Kurang

Berdasarkan gambar diatas, terdapat 4 faktor yang menyebabkan volume kurang pada produk cat kemasan *pail* 20L yaitu ;

a. Material

Berikut penyebab terjadinya masalah dalam faktor material :

- Material digunakan kurang bagus

- Kualitas kemasan jelek

Dalam faktor material ini terdapat masalah yang biasanya disebabkan dari pihak pemasok yang mengirim material yang kurang bagus dan kualitas kemasan yang jelek sehingga mengakibatkan kaleng pesok pada produk cat kemasan *pail* 20L.

b. Metode

Berikut penyebab terjadinya masalah dalam faktor metode:

- Metode yang digunakan *untuk set volume* kurang tepat
- Timbangan belum ditera

Penyebab terjadinya masalah dalam faktor metode adalah, metode yang digunakan untuk *set volume* produk kurang tepat sehingga mengakibatkan ketidakstabilan *volume* produk dalam produk cat kemasan *pail* 20L. Timbangan belum ditera mengakibatkan kesalahan ketetapan penimbangan dan bisa mengubah hasil timbangan produk itu sendiri.

c. Manusia

Berikut penyebab terjadinya masalah dalam faktor manusia :

- Kurang teliti
- Kelelahan
- Penimbangan dilakukan dengan asal

Dalam faktor manusia ini biasanya terdapat masalah *human eror* yaitu dimana kondisi seorang pekerja yang bisa mengakibatkan kesalahan dalam pekerjaannya sendiri seperti terjadinya kelelahan karena faktor pekerja yang kurang sehat ataupun bekerja terlalu berat. Ketidaktelitian

pekerja juga mengakibatkan kelalaian dalam menjaga mesin. Dalam penimbangan produk pekerja sering sekali tidak memperhatikan cara yang benar untuk menimbang, seperti pekerja tidak melakukan tera sebelum penimbangan.

d. Mesin

Berikut penyebab terjadinya masalah dalam faktor mesin :

- *Maintenance* buruk
- Mesin sudah tua

Mesin yang sudah tua ditambah dengan *maintenance* mesin yang buruk mengakibatkan kerusakan pada mesin yang bisa menimbulkan masalah terhadap produk seperti kurangnya *volume* pada produk.

5.2. Tahap *Improve*

Pada tahap perbaikan ini memberikan solusi perbaikan atas masalah dan kegagalan yang terjadi. Usulan / konsep perbaikan untuk menyelesaikan akar penyebab dengan menggunakan metode 5W+1H (*What, Why, When, Who dan How*) yaitu apa masalahnya, mengapa harus dilakukan perbaikan, bagaimana melakukan perbaikan, siapa yang melakukan perbaikan dan dimana dan kapan harus melakukan perbaikan. Berikut usulan dengan menggunakan metode 5W+1H:

Gambar 5. 5 Usulan Perbaikan dengan Metode 5W + 1H

No	Akar penyebab	What (usulan perbaikan)	Why	How	Who	Where	When
1	Operator ceroboh dalam proses pengepakan	Training operator tentang cara pengepakan dan proses press kemasan dengan baik	Agar semua operator mengetahui cara pengepakan yang benar	Mensosialisasikan dan mempratekan cara mengemas dengan baik dan benar. Memverifikasi cara pengemasan yang dilakukan oleh operator	Tim Produksi	Area produksi <i>filling</i>	Secepatnya
2	Mesin yang masih konvensional	Lakukan <i>improovement</i> pada mesin/alat <i>press</i>	Untuk meminimalisir terjadinya tutup tidak rapat pada kemasan <i>pail</i>	Penggantian alat yang masih konvensional menjadi alat <i>packing-set</i> . Pelatihan karyawan tentang cara penggunaan alat dan cara pengepakanyang benar	Tim Produksi	Area produksi	Secepatnya
3	WI (<i>Work Instruction</i>) pengepakan tidak	Sosialisasi dan refreshment WI pengepakan	Agar penimbangan dilakukan dengan benar dan	Sosialisasi dan refreshment WI pengepakan ke seluruh operator terkait. Verifikasi	Tim QA dan Tim Produksi	Area produksi	Secepatnya

	dijalankan dengan baik		dilakukan dengan cara yang sama oleh semua operator penimbangan	hasil pengepakan yang dilakukan dengan operator terkait			
--	------------------------	--	---	---	--	--	--

Gambar 5. 6 Usulan Perbaikan dengan Metode 5W + 1H

No	Akar penyebab	What (usulan perbaikan)	Why	How	Who	Where	When
4	<i>Raw material</i> jelek	pengecekan yang lebih teliti terhadap <i>raw material</i> yang datang dari <i>supplier</i>	Agar tidak mengakibatkan kerusakan pada produk	1. lakukan pengecekan yang lebih intensif. Berikan teguran kepada <i>supplier</i> . Mencari <i>supplier</i> baru	Tim QA dan Tim PPIC	Area pengecekan barang datang	Secepatnya

1.2 Tahap Control

Setelah pembuatan usulan perbaikan pada tahap *improve*, langkah selanjutnya adalah tahap *control*. Tahap ini adalah tahap terakhir dari metode *six sigma* yang bertujuan untuk mengendalikan proses sehingga berjalan sesuai dengan tujuan awal dan diharapkan tidak akan terulang kembali. Konsep pengendalian yang diberikan pada dasarnya berupa petunjuk kerja atau instruksi kerja pada saat melakukan proses produksi. Beberapa tindakan pengendalian yang diperlukan adalah sebagai berikut :

1. Melakukan perawatan mesin dan perbaikan mesin secara berkala.
2. Melakukan pengawasan terhadap bahan baku dan karyawan bagian produksi agar mutu barang yang dihasilkan lebih baik.
3. Melakukan pencatatan dan penimbangan produk cacat setiap hari dari masing-masing jenis dan mesin, yang dilakukan oleh karyawan masing-masing bagian.
4. Melaporkan hasil penimbangan produk cacat berdasarkan *type* produk cacat kepada *supervisor*.
5. Menjadwalkan *training* praktek dalam hal penimbangan produk untuk setiap karyawan baru dan *refreshment training* untuk karyawan lama
6. Total produk cacat dicantumkan dalam *Daily Scondary SPV* yang dilakukan oleh karyawan bagian *Finising*.

Total produk cacat dalam periode satu bulan dicantumkan dalam *montly manager Scorecard* atas pertanggungjawaban manajer produksi untuk dilaporkan direktur.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

1.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada PT XYZ terhitung pada tanggal 1 oktober 2016 maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Cacat utama yang sering terjadi selama proses produksi sesuai urutan cacat terbesarnya adalah: Tutup tidak rapat, *volume* kurang, kaleng bocor dan kaleng pesok.
2. Faktor – faktor penyebab terjadinya kecacatan yang teridentifikasi berasal dari manusia, mesin, metode, material dan lingkungan. Faktor – faktor penyebab terjadinya kecacatan dapat dengan mudah diidentifikasi menggunakan *fishbone diagram*.
3. Solusi untuk menanggulangi empat macam kecacatan utama yang ada adalah memberikan usulan perbaikan dengan menggunakan metode 5W + 1H.
4. Rata-rata nilai *sigma* yang didapat adalah 3.36.

1.2 Saran

Saran yang dapat diberikan oleh peneliti bagi PT XYZ adalah sebagai berikut :

1. Cacat yang disebabkan karena faktor mesin sebaiknya ditanggulangi dengan melakukan *maintenance* secara rutin agar mesin tetap dalam kondisi baik.
2. Cacat yang disebabkan karena faktor manusia sebaiknya ditanggulangi dengan cara memberika pelatihan berkala mengenai standar cara kerja, dengan begitu para pekerja dapat lebih teliti dan awas dalam melaksanakan pekerjaannya.
3. Cacat yang disebabkan karena faktor material sebaiknya ditanggulangi dengan mencari *supplier* baru untuk mendapatkan material yang memiliki kualitas baik dengan harga yang sesuai.
4. Cacat yang disebabkan karena faktor metode sebaiknya ditanggulangi dengan menerapkan metode baru yang lebih efektif dan mudah dipahami oleh para pekerja. Lebih baik lagi jika dilakukan pelatihan secara rutin agar pekerja slalu ingat mengenai metode kerja yang ada dalam perusahaan.
5. Cacat yang disebabkan oleh lingkungan sebaiknya ditanggulangi dengan mendesain area kerja yang lebih baik dan memperhatikan ilmu ergonomi agar para pekerja dapat bekerja lebih maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Aquilano, J. 2001. *Operations Management for Competitive Advantage* , 9 th Edition, Mc Graw -Hill Companies, Inc., New York
- Assauri. S. 2004. *Manajemen Pemasaran*. Jakarta: Rajawali Press.
- Bergman & Klefsjo 1994, *Quality: From Customer Needs to Customer Satisfaction*, McGraw-Hill Book Company, Europe.
- Besterfield, D.H. 2001. *Total Quality Management*. Edisi 6. New Jersey: Prentice-Hall.
- Brue, G. 2002. *Six Sigma for Managers. A briefcase Book*, Mc Graw-Hill,
- Crosby. 1997. *Management Quality and Competitiveness (Second Edition)*. Irwin, Chicago. Goffee, R. & G. Jones.
- Dino C. *Penerapan Metode Six Sigma Dengan Pendekatan DMAIC Pada Proses Handling Painted Body BMW X3 (Study Kasus PT.TJAHJA)*, PASTI UMB Volume IX No 3, 248 – 256
- Dino, C. & Yohanes, P.S. 2015. *Implementasi Pendekatan DMAIC untuk Perbaikan Proses Produksi Pipa PVC (Studi Kasus PT. Rusli Vinilon)* VOL 16 . 91 – 96
- Enamul Kabir S.M. 2013 *Productivity Improvement by using Six-Sigma*, Volume 3 No. 12
- Feigenbaum. 1992. *Kendali Mutu Terpadu, Edisi Ketiga*, Penerbit Erlangga

- Ferdian,H. & Yudha Y.A. 2013. *Penerapan Metode DMAIC Dalam Peningkatan Acceptance Rate Untuk Produk Panjang Produk Bushing*. Vol.4 No. 1.381-393
- Ganguly, K. 2012. *Improvement Proses For Rolling Mill Throught The DMAIC Six Sigma Approach*. Vol 6, No. 3
- Gaspersz.V. 2001. “*Total Quality Management*”, Jakarta, PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, V.2002. *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001: 2000 MBNQA dan HCCP*. Jakarta : PT Gramedia PustakaUtama.
- Gaspersz,V. 2003. *Manajemen Bisnis Total - Total Quality Management*. Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Grant,R,M. 1996. *Pengendalian Mutu Statistis*, Edisi Ke Enam, Penerbit Erlangga.
- Handoko, T. H. 2000. *Manajemen. Edisi 2*. Yogyakarta: BPFE
- Harry M & Schroeder R 2000. *Six Sigma-The Break-through Management Strategy Revolutionizing the World's Top Corporations*. Doubleday. New York, USA
- Irawan SFI, *Pendekatan Metode Six Sigma (DMAIC) Dan Proses Audit (CPPP) Untuk Peningkatan Kualitas di PT.IGP, PASTI UMB Volume VIII No 3, 411 – 422*.

- Kumar, R. 2013. *Reducing Process Variability By Using DMAIC Model ; A Case Study In Bangladesh*, VOL 7(1) 127 -140 UDC – 65.018
- Nasution,M.N. 2004. *Manajemen Jasa Terpadu*. Jakarta: PT Ghalia Indonesia.
- Nasution,M.N. 2005. *Manajemen Mutu Terpadu (Total Quality Management)*. Ghalia Indonesia, Bogor.
- Pande,P 2002, *The Six Sigma Way Handbook, Bagaimana GE, Motorola dan Perusahaan Terkenal Lainnya*, Jogjakarta, Penerbit ANDI.
- Ramanan, L. 2014. *Six Sigma - DMAIC Framework for Enhancing Quality in Engineering Educational Institutions*, Volume 3 Issue 1,
- Sahu N & Sridar. 2013. *Six Sigma Implentation Using DMAIC Approach-A Case Study In A Cylinder Liner Manufacture*, Vol. 3, Issue 4,
- Siregar Sofyan, Ir. 2014. *Metode Penelitian Kuantitatif*. Kencana Prenada Media Group; Jakarta.
- Suhartini. 2009. *Analisis Faktor-Faktor Yang Menyebabkan Ketidaksesuaian Produk Pada Sample Produk Cat Tembok Di PT. Propan Raya*. Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Adhi Tana Surabaya. 80 Halaman.
- Sukardi DKK 2011.*Aplikasi Six Sigma Pada Pengujian Kualitas Produk Di UKM Keripik Apel Tinjauan Dari Aspek Proses*. Jurnal Teknologi Pertanian Vol 12.

LAMPIRAN

KONVERSI DPMO ke NILAI SIX SIGMA BERDASARKAN KONSEP MOTOROLA

Nilai Sigma	DPMO						
0,00	933.193	0,51	838.913	1,02	684.386	1,53	488.033
0,01	931.888	0,52	836.457	1,03	680.822	1,54	484.047
0,02	930.563	0,53	833.977	1,04	677.242	1,55	480.061
0,03	929.219	0,54	831.472	1,05	673.645	1,56	476.078
0,04	927.855	0,55	828.944	1,06	670.031	1,57	472.097
0,05	926.471	0,56	826.391	1,07	666.402	1,58	468.119
0,06	925.066	0,57	823.814	1,08	662.757	1,59	464.144
0,07	923.641	0,58	821.214	1,09	659.097	1,60	460.172
0,08	922.196	0,59	818.589	1,10	655.422	1,61	456.205
0,09	920.73	0,60	815.94	1,11	651.732	1,62	452.242
0,10	919.243	0,61	813.267	1,12	648.027	1,63	448.283
0,11	917.736	0,62	810.57	1,13	644.309	1,64	444.33
0,12	916.207	0,63	807.85	1,14	640.576	1,65	440.382
0,13	914.656	0,64	805.106	1,15	636.831	1,66	436.441
0,14	913.085	0,65	802.338	1,16	633.072	1,67	432.505
0,15	911.492	0,66	799.546	1,17	629.3	1,68	428.576
0,16	909.877	0,67	796.731	1,18	625.516	1,69	424.655
0,17	908.241	0,68	793.892	1,19	621.719	1,70	420.74
0,18	906.582	0,69	791.03	1,20	617.911	1,71	416.834
0,19	904.902	0,70	788.145	1,21	614.092	1,72	412.936
0,20	903.199	0,71	785.236	1,22	610.261	1,73	409.046
0,21	901.475	0,72	782.305	1,23	606.42	1,74	405.165
0,22	899.727	0,73	779.35	1,24	602.568	1,75	401.294
0,23	897.958	0,74	776.373	1,25	598.706	1,76	397.432
0,24	896.165	0,75	773.373	1,26	594.835	1,77	393.58
0,25	894.35	0,76	770.35	1,27	590.954	1,78	389.739
0,26	892.512	0,77	767.305	1,28	587.064	1,79	385.908
0,27	890.651	0,78	764.238	1,29	583.166	1,80	382.089
0,28	888.767	0,79	761.148	1,30	579.26	1,81	378.281
0,29	886.86	0,80	758.036	1,31	575.345	1,82	374.484
0,30	884.93	0,81	754.903	1,32	571.424	1,83	370.7
0,31	882.977	0,82	751.748	1,33	567.495	1,84	366.928
0,32	881	0,83	748.571	1,34	563.559	1,85	363.169
0,33	878.999	0,84	745.373	1,35	559.618	1,86	359.424

Nilai Sigma	DPMO						
0,34	876.976	0,85	742.154	1,36	555.67	1,87	355.691
0,35	874.928	0,86	738.914	1,37	551.717	1,88	351.973
0,36	872.857	0,87	735.653	1,38	547.758	1,89	348.268
0,37	870.762	0,88	732.371	1,39	543.795	1,90	344.578
0,38	868.643	0,89	729.069	1,40	539.828	1,91	340.903
0,39	866.5	0,90	725.747	1,41	535.856	1,92	337.243
0,40	864.334	0,91	722.405	1,42	531.881	1,93	333.598
0,41	862.143	0,92	719.043	1,43	527.903	1,94	329.969
0,42	859.929	0,93	715.661	1,44	523.922	1,95	326.355
0,43	857.69	0,94	712.26	1,45	519.939	1,96	322.758
0,44	855.428	0,95	708.84	1,46	515.953	1,97	319.178
0,45	853.141	0,96	705.402	1,47	511.967	1,98	315.614
0,46	850.83	0,97	701.944	1,48	507.978	1,99	312.067
0,47	848.495	0,98	698.468	1,49	503.989	2,00	308.538
0,48	846.136	0,99	694.974	1,50	500	2,01	305.026
0,49	843.752	1,00	691.462	1,51	496.011	2,02	301.532
0,50	841.345	1,01	687.933	1,52	492.022	2,03	298.056
2,04	294.598	2,55	146.859	3,06	59.38	3,57	19.226
2,05	291.16	2,56	144.572	3,07	58.208	3,58	18.763
2,06	287.74	2,57	142.31	3,08	57.053	3,59	18.309
2,07	284.339	2,58	140.071	3,09	55.917	3,60	17.864
2,08	280.957	2,59	137.857	3,10	54.799	3,61	17.429
2,09	277.595	2,60	135.666	3,11	53.699	3,62	17.003
2,10	274.253	2,61	133.5	3,12	52.616	3,63	16.586
2,11	270.931	2,62	131.357	3,13	51.551	3,64	16.177
2,12	267.629	2,63	129.238	3,14	50.503	3,65	15.778
2,13	264.347	2,64	127.143	3,15	49.471	3,66	15.386
2,14	261.086	2,65	125.072	3,16	48.457	3,67	15.003
2,15	257.846	2,66	123.024	3,17	47.46	3,68	14.629
2,16	254.627	2,67	121.001	3,18	46.479	3,69	16.262
2,17	251.429	2,68	119	3,19	45.514	3,70	13.903
2,18	248.252	2,69	117.023	3,20	44.565	3,71	13.553
2,19	245.097	2,70	115.07	3,21	43.633	3,72	13.209
2,20	241.964	2,71	113.14	3,22	42.716	3,73	12.874
2,21	238.852	2,72	111.233	3,23	41.815	3,74	12.545
2,22	235.762	2,73	109.349	3,24	40.929	3,75	12.224
Nilai Sigma	DPMO						

2,23	232.695	2,74	107.488	3,25	40.059	3,76	11.911
2,24	229.65	2,75	105.65	3,26	39.204	3,77	11.604
2,25	226.627	2,76	103.835	3,27	38.364	3,78	11.304
2,26	223.627	2,77	102.042	3,28	37.538	3,79	11.011
2,27	220.65	2,78	100.273	3,29	36.727	3,80	10.724
2,28	217.695	2,79	98.525	3,30	35.93	3,81	10.444
2,29	214.764	2,80	96.801	3,31	35.148	3,82	10.17
2,30	211.855	2,81	95.098	3,32	34.379	3,83	9.903
2,31	208.97	2,82	93.418	3,33	33.625	3,84	9.642
2,32	206.108	2,83	91.759	3,34	32.884	3,85	9.387
2,33	203.269	2,84	90.123	3,35	32.157	3,86	9.137
2,34	200.454	2,85	88.508	3,36	31.443	3,87	8.894
2,35	197.662	2,86	86.915	3,37	30.742	3,88	8.656
2,36	194.894	2,87	85.344	3,38	30.054	3,89	8.424
2,37	192.15	2,88	83.793	3,39	29.379	3,90	8.198
2,38	189.43	2,89	82.264	3,40	28.716	3,91	7.976
2,39	186.733	2,90	80.757	3,41	28.067	3,92	7.76
2,40	184.06	2,91	79.27	3,42	27.429	3,93	7.549
2,41	181.411	2,92	77.804	3,43	26.803	3,94	7.344
2,42	178.786	2,93	76.359	3,44	26.19	3,95	7.143
2,43	176.186	2,94	74.934	3,45	25.588	3,96	6.947
2,44	173.609	2,95	73.529	3,46	24.998	3,97	6.756
2,45	171.056	2,96	72.145	3,47	24.419	3,98	6.569
2,46	168.528	2,97	70.781	3,48	23.852	3,99	6.387
2,47	166.023	2,98	69.437	3,49	23.295	4,00	6.21
2,48	163.543	2,99	68.112	3,50	22.75	4,01	6.037
2,49	161.087	3,00	66.807	3,51	22.215	4,02	5.868
2,50	158.655	3,01	65.522	3,52	21.692	4,03	5.703
2,51	156.248	3,02	64.256	3,53	21.178	4,04	5.543
2,52	153.864	3,03	63.008	3,54	20.675	4,05	5.386
2,53	151.505	3,04	61.78	3,55	20.182	4,06	5.234
2,54	149.17	3,05	60.571	3,56	19.699	4,07	5.085

Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO
4,08	4.94	4,59	1.001	5,10	159	5,61	20
4,09	4.799	4,60	968	5,11	153	5,62	19
4,10	4.661	4,61	936	5,12	147	5,63	18
4,11	4.527	4,62	904	5,13	142	5,64	17
4,12	4.397	4,63	874	5,14	136	5,65	17
4,13	4.269	4,64	845	5,15	131	5,66	16
4,14	4.145	4,65	816	5,16	126	5,67	15
4,15	4.025	4,66	789	5,17	121	5,68	15
4,16	3.907	4,67	762	5,18	117	5,69	14
4,17	3.793	4,68	736	5,19	112	5,70	13
4,18	3.681	4,69	711	5,20	108	5,71	13
4,19	3.573	4,70	687	5,21	104	5,72	12
4,20	3.467	4,71	664	5,22	100	5,73	12
4,21	3.364	4,72	641	5,23	96	5,74	11
4,22	3.264	4,73	619	5,24	92	5,75	11
4,23	3.167	4,74	598	5,25	88	5,76	10
4,24	3.072	4,75	577	5,26	85	5,77	10
4,25	2.98	4,76	557	5,27	82	5,78	9
4,26	2.89	4,77	538	5,28	78	5,79	9
4,27	2.803	4,78	519	5,29	75	5,80	9
4,28	2.718	4,79	501	5,30	72	5,81	8
4,29	2.635	4,80	483	5,31	70	5,82	8
4,30	2.555	4,81	467	5,32	67	5,83	7
4,31	2.477	4,82	450	5,33	64	5,84	7
4,32	2.401	4,83	434	5,34	62	5,85	7
4,33	2.327	4,84	419	5,35	59	5,86	7
4,34	2.256	4,85	404	5,36	57	5,87	6
4,35	2.186	4,86	390	5,37	54	5,88	6
4,36	2.118	4,87	376	5,38	52	5,89	6
4,37	2.052	4,88	362	5,39	50	5,90	5
4,38	1.988	4,89	350	5,40	48	5,91	5
4,39	1.926	4,90	337	5,41	46	5,92	5
4,40	1.866	4,91	325	5,42	44	5,93	5
4,41	1.807	4,92	313	5,43	42	5,94	5
4,42	1.75	4,93	302	5,44	41	5,95	4

Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO
4,43	1.695	4,94	291	5,45	39	5,96	4
4,44	1.641	4,95	280	5,46	37	5,97	4
4,45	1.589	4,96	270	5,47	36	5,98	4
4,46	1.538	4,97	260	5,48	34	5,99	4
4,47	1.489	4,98	251	5,49	33	6,00	3
4,48	1.441	4,99	242	5,50	32	<i>Catatan:</i> Tabel konversi ini	
4,49	1.395	5,00	233	5,51	30		
4,50	1.35	5,01	224	5,52	29	Mencakup pengeseran 1,5-sigma untuk semua nilai Z	
4,51	1.306	5,02	216	5,53	28		
4,52	1.264	5,03	208	5,54	27		
4,53	1.223	5,04	200	5,55	26		
4,54	1.183	5,05	193	5,56	25		
4,55	1.144	5,06	185	5,57	24		
4,56	1.107	5,07	179	5,58	23		
4,57	1.07	5,08	172	5,59	22		
4,58	1.035	5,09	165	5,60	21		

Sumber: nilai-nilai dibangkitkan menggunakan program oleh: Vincent Gaspersz (2002)