

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teknik Industri

2.1.1 Pengertian Teknik Industri

Definisi Teknik Industri menurut *American Institute of Industrial Engineering* (AIIE) yang dikutip oleh Zandin & Maynard (2001), Teknik Industri adalah ilmu yang berkaitan dengan perancangan, perbaikan, dan instalasi sistem terintegrasi seperti orang, material, informasi, peralatan, dan energi dan dibangun atas pengetahuan dan keahlian khusus dalam bidang matematika, fisika, dan ilmu sosial bersama-sama dengan prinsip dan metode analisis rekayasa dan desain untuk menetapkan, memprediksi, dan mengevaluasi hasil yang akan dicapai dari suatu sistem. Aktivitas-aktivitas yang dapat digarap oleh disiplin Teknik Industri menurut AIIE adalah :

1. Perencanaan dan pemilihan metode-metode kerja yang efektif dan efisien dalam proses produksi.
2. Pemilihan dan perancangan dari perkakas kerja serta peralatan yang dibutuhkan dalam proses produksi.
3. Desain fasilitas pabrik, termasuk perencanaan tata letak fasilitas produksi, peralatan pemindahan bahan dan fasilitas untuk penyimpanan bahan baku atau produk jadi.
4. Desain dan perbaikan sistem perencanaan dan pengendalian untuk distribusi barang atau jasa produksi, pengendalian persediaan, pengendalian kualitas dan rehabilitas.
5. Pengembangan sistem pengendalian ongkos produksi seperti pengendalian *budget*, analisis biaya dan standar biaya produksi.
6. Penelitian dana pengembangan produk.
7. Desain dan pengembangan sistem pengukuran performa standar kerja.
8. Pengembangan dan penerapan sistem pengupahan dan pemberian insentif.
9. Perencanaan dan pengembangan organisasi, prosedur kerja, sistem pemrosesan data.

10. Analisis lokasi dengan mempertimbangkan potensi pemasaran, sumber bahan baku dan suplai tenaga kerja.
11. Aktivitas penyelidikan operasional dengan analisa matematika, sistem simulasi, program linier, teori pengambilan keputusan dalam rangka pengambilan keputusan.

2.1.2 Ruang Lingkup Penelitian ini pada Displin Teknik Industri

Penelitian ini bertujuan untuk pengendalian kualitas dari hasil produksi dimana dalam pengendalian kualitas tersebut dibutuhkan beberapa metode seperti six sigma dan dibutuhkan alat bantu yaitu *seven tools* dan dalam penelitian ini berhubungan dengan manusia, peralatan, bahan baku yang dimana semua itu berhubungan dengan teknik industri. Ruang lingkup penelitian ini pada disiplin teknik industri adalah proses perbaikan dimana pengendalian kualitas yang sudah ada diperbaiki agar bisa menjadi lebih baik.

2.2 Kualitas

Kualitas merupakan faktor penting dalam sebuah produk maupun jasa. Perusahaan berusaha untuk mempertahankan kualitas karena produk-produk berkualitas yang dibuat melalui suatu proses yang berkualitas akan memiliki sejumlah keistimewaan yang mampu meningkatkan kepuasan konsumen atas penggunaan produk tersebut. Pengertian/definisi kualitas sangat beragam dan relatif dapat berubah-ubah dihadapi. Begitu juga dengan pengertian kualitas menurut para ahli.

Pengertian kualitas menurut *American Society For Quality* yang dikutip oleh Heizer & Render (2010) kualitas/mutu adalah keseluruhan fitur dan karakteristik dari produk atau jasa yang mampu untuk memuaskan kebutuhan yang tampak jelas maupun yang tersembunyi. Menurut Prawirosentono (2007), pengertian kualitas suatu produk adalah “Keadaan fisik, fungsi, dan sifat suatu produk bersangkutan yang dapat memenuhi selera dan kebutuhan konsumen dengan memuaskan sesuai nilai uang yang telah dikeluarkan”.

Dilihat dari kedua pengertian tersebut, kualitas adalah keadaan suatu produk yang dapat memuaskan kebutuhan konsumennya. Kualitas sifatnya sangat subjektif bila dilihat dari sisi konsumen, karena konsumen/pelanggan memiliki spesifikasi tersendiri mengenai kualitas menurut versi mereka. Perusahaan hanya bisa

menentukan standar produksi sesuai dengan segmen pasar yang ada, berbeda segmen pasar pemahaman mengenai kualitas pun akan menjadi berbeda.

2.3 Dimensi kualitas

Perspektif kualitas yang berbeda-beda bisa menyebabkan pengertian yang berbeda juga, karena itu terdapat dimensi-dimensi kualitas yang biasanya digunakan sebagai kerangka pengukuran terhadap kualitas pada produk manufaktur. Dimensi kualitas menurut Gasperz (2001) adalah sebagai berikut :

1. Performansi (*performance*) , berkaitan dengan aspek fungsional dari produk tersebut dan merupakan karakteristik utama yang dipertimbangkan oleh konsumen dalam melakukan keputusan pembelian.
2. Keistimewaan (*feature*), merupakan sebuah tambahan atau pelengkap dari dimensi kualitas yang pertama yaitu performansi.
3. Keandalan (*reliability*) , berkaitan dengan tingkat keberhasilan produk tersebut berfungsi dalam berbagai kondisi.
4. Konformasi (*conformance*), berkaitan dengan tingkat kesesuaian produk terhadap spesifikasi yang telah ditetapkan sebelumnya berdasarkan keinginan pelanggan.
5. Daya tahan (*durability*), merupakan ukuran masa pakai suatu produk. Karakteristik ini berkaitan dengan daya tahan produk tersebut.
6. Kemampuan pelayanan (*service ability*) , merupakan karakteristik yang berkaitan dengan kecepatan, kompetensi, kemudahan, serta akurasi dalam perbaikan.
7. Estetika (*esthetics*) , merupakan karakteristik yang bersifat subjektif sehingga berkaitan dengan pertimbangan pribadi sesuai preferensi tiap individu.

2.4 Pengukuran Performansi Kualitas

Pengukuran Performansi kualitas dapat dilakukan pada tiga tingkat menurut (Gasperz, 2001) , yaitu :

1. Pengukuran pada tingkat proses , mengukur setiap langkah atau aktivitas dalam proses dan karakteristik input yang diserahkan oleh pemasok yang mengendalikan karakteristik output yang diinginkan. Tujuan dari pengukuran ini adalah mengidentifikasi dan menggunakan ukuran-ukuran ini untuk

mengendalikan operasi serta memperkirakan output yang akan dihasilkan sebelum output itu diproduksi atau diserahkan ke pelanggan. Beberapa contoh ukuran pada tingkat proses yang menggambarkan performansi kualitas adalah: lama waktu menjawab panggilan telepon, persentase material cacat yang diterima dari pemasok, siklus waktu produk.

2. Pengukuran pada tingkat output , mengukur karakteristik output yang dihasilkan dibandingkan dengan spesifikasi karakteristik yang diinginkan pelanggan. salah satu contoh pengukuran pada tingkat ini adalah banyaknya unit produk yang tidak memenuhi spesifikasi tertentu yang ditetapkan (banyaknya produk cacat).
3. Pengukuran pada tingkat outcome , mengukur bagaimana baiknya suatu produk memenuhi kebutuhan dan ekspektasi pelanggan, jadi mengukur tingkat kepuasan pelanggan dalam mengkonsumsi produk yang diserahkan.

2.5 Pengendalian kualitas

Kualitas produk yang dihasilkan harus selalu sama atau sesuai standar yang telah ditentukan, karena hal ini akan berkaitan dengan kepuasan konsumen. Standar kualitas yang telah dibuat perusahaan mengikuti preferensi segmen konsumennya sehingga bagaimanapun kualitas produk harus selalu terjaga agar tidak mengecewakan konsumen atau menurunkan citra perusahaan. Hal yang bisa dilakukan oleh perusahaan adalah dengan melakukan pengendalian kualitas pada proses produksi. (Gasperz, 2001)

2.5.1 Tujuan Pengendalian Kualitas

Pelaksanaan pengendalian kualitas dijalankann bukan tanpa tujuan,berikut penjelasan tujuan dari pengendalian kualitas menurut Gasperz (2001):

1. Agar barang hasil produksi dapat mencapai standar kualitas yang telah ditetapkan
2. Mengusahakan agar biaya inspeksi dapat menjadi sekecil mungkin
3. Mengusahakan agar biaya desain dari produk dan proses dengan menggunakan kualitas produksi tertentu dapat menjadi sekecil mungkin
4. Mengusahakan agar biaya produksi dapat menjadi serendah mungkin.

Maka disimpulkan, pengendalian kualitas tidak hanya soal menjaga kualitas produk namun juga terdapat hubungan antara kualitas dan biaya. Biaya produksi akan meningkat jika terjadi produk cacat dan harus diperbaiki. Maka dengan diterapkannya pengendalian kualitas diharapkan bisa mencegah terjadinya produk cacat sehingga biaya produksi tidak tinggi.

2.6 Produk dan Produk Cacat

Produk merupakan sesuatu yang dapat dimanfaatkan oleh konsumen untuk memenuhi kebutuhannya. Perusahaan dituntut untuk menciptakan suatu produk yang sesuai dengan permintaan konsumen. Pengertian produk menurut Ahyari (2001) yaitu Produk adalah hasil dari kegiatan produksi yang mempunyai wujud tertentu, mempunyai sifat-sifat fisik dan kimia tertentu.

Salah satu tujuan perusahaan dalam kegiatan pengendalian kualitas adalah menekan jumlah produk cacat dan produk rusak sehingga biaya produk yang dikeluarkan tidak terlalu besar dan produk sesuai dengan permintaan konsumen. Pengertian produk rusak menurut Mulyadi (2007) adalah produk yang tidak memenuhi standar mutu yang telah ditetapkan, secara ekonomis tidak dapat diperbaiki menjadi produk yang baik.

Produk cacat berbeda dengan sisa bahan karena sisa bahan merupakan bahan yang mengalami kerusakan dalam proses produksi, sehingga belum sempat menjadi produk, sedangkan produk rusak merupakan produk yang telah menyerap biaya bahan, biaya tenaga kerja dan biaya overhead pabrik.

Pengertian Produk cacat menurut Bustami dan Nurlela (2006), Produk rusak adalah produk yang dihasilkan dalam proses produksi, dimana produk yang dihasilkan tersebut tidak sesuai dengan standar mutu yang ditetapkan, tetapi secara ekonomis produk tersebut dapat diperbaiki dengan mengeluarkan biaya tertentu.

2.7 Six Sigma

Six Sigma yaitu merupakan pendekatan organisasi untuk menghilangkan penyimpangan dan mengurangi pemborosan pada proses dengan menggunakan pendekatan ilmu statistik. *Six Sigma* pertama kali dimunculkan pada pertengahan

1980-an oleh para insinyur di *Motorola Incorporated*. Kemudian pada tahun 1991 Motorola membuat sertifikasi berupa “*black belt*” bagi ahli *Six Sigma* yang pertama. Pada tahun 1995 *Six Sigma* diterapkan pada perusahaan *General Electric* oleh CEO Jack Welch. Setelah diterapkannya *Six Sigma*, perusahaan bisa menghemat pengeluaran sampai US\$ 750 juta. *Six Sigma* adalah strategi perbaikan bisnis untuk menghilangkan pemborosan, mengurangi biaya karena kualitas yang buruk, dan memperbaiki efektivitas semua kegiatan operasi. Dalam upaya peningkatan kualitas pada suatu perusahaan maka terlebih dahulu harus mengetahui tingkat kemampuan proses yang telah dimiliki oleh perusahaan tersebut, hal ini dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana *output* akhir dari proses itu dapat memenuhi kebutuhan pelanggan, sehingga dengan mengetahui tingkat kemampuan prosesnya maka dapat dijadikan dasar untuk melakukan pengendalian dan peningkatan kualitas dari karakteristik *output* yang diukur.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengetahui kemampuan proses dari suatu proses produksi berdasarkan hasilnya adalah metode *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) yang menunjukkan ukuran kegagalan persatu juta kesempatan. Artinya, dalam suatu unit produksi tunggal terdapat rata-rata kesempatan untuk gagal dari suatu karakter *Critical to Quality* (CTQ) maksimal 3,4 per satu juta kesempatan atau atau mengharapkan bahwa 99,99966 persen dari apa yang diharapkan pelanggan akan ada dalam produk itu (Gasperz, 2002).

Terdapat enam aspek kunci yang perlu diperhatikan dalam aplikasi konsep *Six Sigma* (Gasperz, 2002) yaitu :

1. Identifikasi pelanggan anda
2. Identifikasi produk anda
3. Identifikasi kebutuhan anda dalam memproduksi produk untuk pelanggan
4. Definisikan proses anda
5. Hindarkan kesalahan dalam proses anda dan hilangkan semua pemborosan yang ada
6. Meningkatkan proses secara terus-menerus menuju target *Six Sigma*

Menurut Gasperz (2002) apabila konsep *Six Sigma* akan diterapkan dalam bidang manufaktur, maka perhatikan enam aspek berikut:

1. Identifikasi karakteristik produk yang akan memuaskan pelanggan
2. Mengklasifikasikan semua karakteristik kualitas sebagai CTQ (individual
3. Menentukan apakah setiap CTQ itu dapat dikendalikan melalui pengendalian material, mesin, proses kerja dll.
4. Menentukan batas maksimum toleransi untuk setiap CTQ sesuai yang diinginkan pelanggan (menentukan nilai *Upper Control Limit* (UCL) dan *Lower Control Limit* (LCL)
5. Menentukan maksimum variasi proses (menentukan nilai maksimum standar deviasi)
6. Mengubah desain produk dan/atau proses sedemikian rupa agar mampu mencapai nilai target *Six Sigma*, yang berarti memiliki indeks kemampuan proses, $C_p \geq 2$.

Menurut Gasperz (2002) untuk mewujudkan *Six Sigma*, diperlukan langkah-langkah yang disingkat dengan *Define, Measure, Analyze, Improve, and Control* (DMAIC). Berikut penjelasan pada setiap langkah :

a. *Define*

Merupakan langkah awal dalam pelaksanaan *Six Sigma*. Langkah ini bertujuan untuk mendefinisikan rencana-rencana tindakan (*action plans*) yang harus dilakukan untuk melaksanakan peningkatan dari setiap tahap proses bisnis kunci. Pada tahap ini perusahaan harus bisa mendefinisikan/menjelaskan permasalahan yang terjadi secara jelas. Define bertujuan untuk mengidentifikasi produk atau proses yang akan diperbaiki dan menentukan sumber-sumber apa yang dibutuhkan dalam pelaksanaan proyek.

b. *Measure*

Tahap berikutnya setelah define adalah measure. Dimana tahap ini fokus pada pemahaman kinerja proses yang dipilih untuk diperbaiki pada saat ini serta pengumpulan semua data yang dibutuhkan untuk analisis. Pada tahap pengukuran ini terdapat beberapa hal yang harus dilakukan. Pertama menentukan karakteristik *Critical-to-Quality* (CTQ) kunci yang berhubungan langsung dengan kebutuhan pelanggan. Sehingga pada tahap ini manajemen harus memahami dengan baik proses internal perusahaan yang sangat potensial mempengaruhi mutu output disebut CTQ. Kemudian mengukur besaran

penyimpangan yang terjadi dibandingkan dengan standar CTQ perusahaan. Kedua, mengidentifikasi proses menggunakan grafik pengendali untuk mengukur batas-batas wajar kecacatan dapat terjadi. Terakhir menetapkan target perbaikan yang ingin dicapai.

c. *Analyze*

Pada tahap ini, manajemen harus meneliti mengapa penyimpangan bisa terjadi, dan mencari faktor-faktor penyebabnya. Manajemen dapat mengembangkan hipotesis terlebih dahulu kemudian dilakukan pengujian setelah adanya data. Cara yang digunakan untuk mencari faktor penyebab masalah adalah dengan menggunakan diagram sebab akibat.

d. *Improve*

Langkah ini mengharuskan manajemen untuk mencari cara dan merumuskan suatu rencana tindakan sehubungan dengan peningkatan proses produksi agar menjadi lebih baik, efisien dan cepat. Manajemen juga harus memutuskan target yang ingin dicapai, mengapa rencana tindakan tersebut dilakukan, dimana rencana tindakan itu akan dilakukan, bilamana rencana itu akan dilakukan, siapa penanggung jawab rencana tindakan itu, bagaimana melaksanakan rencana tindakan itu dan berapa besar biaya pelaksanaannya serta manfaat positif dari implementasi rencana tindakan itu. Setiap rencana yang dirumuskan dan akan diimplementasikan harus di evaluasi tingkat efektivitasnya dilihat dari perkembangan *Defects Per Million Opportunities* (DPMO) menuju target *zero defect*.

e. *Control*

Tahap ini merupakan tahap operasional terakhir dalam metode *Six Sigma*. Pada tahap ini manajemen harus bisa mempertahankan perubahan yang telah dilakukan oleh perusahaan dalam rangka meningkatkan kualitas. Terutama jika perubahan tersebut memberikan hasil yang maksimal, sehingga perlu dijadikan standar prosedur untuk karyawan lainnya.

2.8 Analisis DPMO

Penerapan DPMO memungkinkan untuk mengetahui secara lebih spesifik penyebab kegagalan yang terjadi. Perhitungan DPMO menghasilkan produksi jumlah cacat produk maksimal 3,4 per 1 juta produk, dengan kata lain potensi

terjadinya cacat sangat kecil. Berikut adalah tahapan menghitung DPMO (Gasperz, 2002):

1. Langkah 1

Hitung tingkat kecacatan (*Defect Per Unit (DPU)*)

$$DPU = \frac{\text{total produk cacat}}{\text{total produksi}} \dots\dots\dots(2.5)$$

2. Langkah 2

Menentukan banyaknya karakteristik *Critical to Quality (CTQ)*

CTQ merupakan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kualitas, dilihat dari pemerolehan checksheet. Ouput bagian produksi mana saja yang frekuensi produk cacatnya tinggi.

3. Langkah 3

Hitung Peluang tingkat cacat karakteristik CTQ

$$\frac{DPU}{\text{Total Karakteristik CTQ}} \dots\dots\dots(3.6)$$

4. Langkah 4

Menghitung DPMO

$$DPMO = DPU \times 1.000.000 \dots\dots\dots(3.7)$$

5. Langkah 5

Konversi nilai DPMO ke nilai sigma.

Tabel 2.1 Hubungan Sigma dan DPMO

Sigma	DPMO
6 Sigma	3,4 Defects Per Million
5 Sigma	233 Defects Per Million
4 Sigma	6.210 Defects Per Million
3 Sigma	66.807 Defects Per Million
2 Sigma	308.537 Defects Per Million
1 Sigma	690.000 Defects Per Million

(Sumber : Peter Pande,2002)

2.9 Seven tools

Seven tools adalah alat bantu yang digunakan untuk memecahkan masalah dalam suatu proses. *Seven tools* ini pertama kali diperkenalkan oleh Kaoru Ishikawa pada tahun 1968. Ketujuh alat tersebut adalah *Check Sheet*, *Control Chart*, *Cause and Effect Diagram*, *Pareto Diagram*, *Histogram*, *Scatter Diagram* dan *Stratification*. Namun hanya beberapa yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Check Sheet*, *Control Chart* dan *Pareto Diagram*. Berikut adalah penjelasan dari masing-masing alat bantu yang digunakan pada penelitian ini:

1. Checksheets

Merupakan salah satu alat yang paling mudah untuk menghitung seberapa sering sesuatu terjadi dalam bentuk tabel. Data yang dihasilkan akan memperlihatkan daerah dimana kesalahan paling sering terjadi.

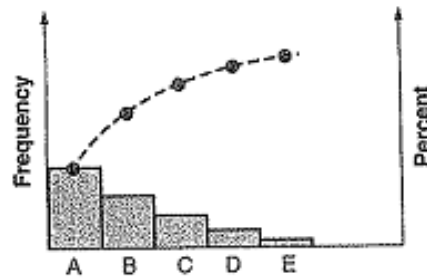
Defect	Hour					
	1	2	3	4	5	6
A	III	I		I	I	II
B	II		II	I		II
C	I	II			II	III

Gambar 2.1 *Checksheets*

(Sumber: Aichouni dan Benchicou, 2009)

2. Pareto chart

Tujuan penggunaan pareto chart adalah agar mengetahui penyelesaian pada masalah yang sedang terjadi. Penggunaan pareto chart ini harus diawali dengan kertas hitung (*tally sheet*), kemudian baru disusun data *sheet* untuk *pareto diagram*. Diagram pareto terdiri dari kesalahan vital yang sering terjadi disusun dari kiri ke kanan. Skala vertikal kanan merupakan persentase dan skala vertikal kiri merupakan frekuensi, setelah disatukan akan terlihat seberapa besar dampak yang diakibatkan oleh kesalahan-kesalahan tersebut.

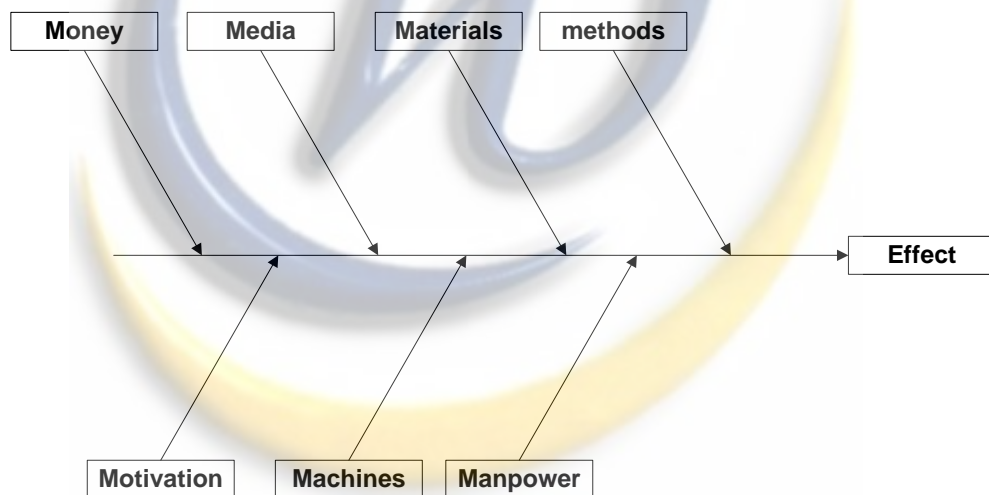


Gambar 2.2 Pareto Chart

(Sumber: Aichouni dan Benchicou, 2009)

2. Cause and effect diagram

Diagram ini dikenal juga dengan sebutan *fish-bone chart* (diagram tulang ikan), digunakan untuk mencari penyebab masalah dari sebuah kejadian. Dimulai dari bahan baku, mesin, manusia dan metode, diujung dari panah-panah tersebut akan berakhir di permasalahan yang sedang terjadi.



Gambar 2.3 Cause and Effect Diagram

(Sumber: Gasperz, 2005)

Sumber penyebab masalah kualitas yang ditemukan berdasarkan pada prinsip 7 M (Gasperz, 2005), yaitu :

- a) Tenaga kerja (*Manpower*), berkaitan dengan kekurangan dalam pengetahuan, kekurangan dalam ketrampilan dasar akibat yang berkaitan dengan mental dan fisik, kelelahan, stress, ketidakpedulian, dll.

- b) Mesin (*Machiness*) dan peralatan, berkaitan dengan tidak ada sistem perawatan preventif terhadap mesin produksi, termasuk fasilitas dan peralatan lain yang tidak sesuai dengan spesifikasi tugas, tidak dikalibrasi, terlalu *complicated*, terlalu panas, dll.
- c) Metode kerja (*Methods*), berkaitan dengan tidak adanya prosedur dan metode kerja yang benar, tidak jelas, tidak diketahui, tidak terstandarisasi, tidak cocok, dll.
- d) Bahan baku dan bahan penolong (*Materials*), berkaitan dengan ketiadaan spesifikasi kualitas dari bahan baku dan bahan penolong yang ditetapkan, ketiadaan penanganan yang efektif terhadap bahan baku dan bahan penolong itu, dll.
- e) (*Media*), berkaitan dengan tempat dan waktu kerja yang tidak memerhatikan aspek-aspek kebersihan, kesehatan dan keselamatan kerja, dan lingkungan kerja yang konduktif, kekurangan dalam lampu penerangan, ventilasi yang buruk, kebisingan yang berlebihan, dll.
- f) Motivasi (*Motivation*), berkaitan dengan ketiadaan sikap kerja yang benar dan profesional, yang dalam hal ini disebabkan oleh sistem balas jasa dan penghargaan yang tidak adil kepada tenaga kerja.
- g) Keuangan (*Money*), berkaitan dengan ketiadaan dukungan *financial* (keuangan) yang mantap guna memperlancar proyek peningkatan kualitas *Six Sigma* yang akan ditetapkan.

3. Control Chart

Peta Kendali atribut akan menunjukkan batas-batas wajar produksi sesuai dengan data lampau yang telah diperoleh. Pertama kali diperkenalkan oleh Dr. Walter Andrew Shewhart pada tahun 1924. Terdapat 2 jenis perhitungan pada peta kendali atribut yaitu peta kendali-p untuk menghitung *nonconforming* dan peta kendali-c untuk menghitung *nonconformities*. pada penelitian ini hanya digunakan peta kendali-c untuk menghitung produk yang tidak sesuai dengan standar perusahaan.

Peta kendali-c memiliki cara perhitungan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

Data yang diambil pertama-tama dihitung terlebih dahulu reratanya (*mean*)

$$\bar{c} = \frac{\sum c}{k} \dots \dots \dots (2.1)$$

Kemudian dicari batas atas dan bawah untuk menentukan kontrol atas produk cacat selama periode produksi

Rumus untuk batas kendali atas dan bawah dari diagram C adalah

$$LCL_C = \bar{C} - z\sigma_{\bar{c}} \dots \dots \dots (2.2)$$

$$UCL_C = \bar{C} + z\sigma_{\bar{c}} \dots \dots \dots (2.3)$$

diperkirakan dengan rumus :

$$\sigma_{\bar{c}} = \sqrt{\frac{\bar{c}(1-\bar{c})}{n}} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana n = banyaknya pengamatan pada setiap sampel

2.10 Uji Hipotesis

2.10.1 Pengertian Uji Hipotesis

Hipotesis berasal dari bahasa Yunani, *Hupo* berarti Lemah atau kurang atau di bawah, *Thesis* berarti teori, proposisi atau pernyataan yang disajikan sebagai bukti. Sehingga dapat diartikan sebagai Pernyataan yang masih lemah kebenarannya dan perlu dibuktikan atau dugaan yang sifatnya masih sementara.

Menurut Sudjana (1992) mengartikan hipotesis adalah asumsi atau dugaan mengenai suatu hal yang dibuat untuk menjelaskan hal itu yang sering dituntut untuk melakukan pengecekannya. maka dapat disimpulkan bahwa hipotesis adalah jawaban atau dugaan sementara yang harus diuji lagi kebenarannya.

Dalam Pengujian Hipotesis, diperlukan membuat 2 pernyataan Hipotesis yaitu :

a. Pernyataan Hipotesis Nol (H_0)

- Pernyataan yang diasumsikan benar kecuali ada bukti yang kuat untuk membantahnya.
- Selalu mengandung pernyataan “sama dengan”, “Tidak ada pengaruh”, “Tidak perbedaan”
- Dilambangkan dengan H_0

- Contoh : $H_0 : \mu_1 = \mu_2$ atau $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$

b. Pernyataan Hipotesis Alternatif (H_1)

- Pernyataan yang dinyatakan benar jika Hipotesis Nol (H_0) berhasil ditolak.
- Dilambangkan dengan H_1 atau H_A
- Contoh $H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$ atau $H_1 : \mu_1 > \mu_2$

2.10.2 Langkah-langkah Pengujian Hipotesis

Langkah-langkah pengujian hipotesis menurut Walpole dan Myers (1995) yang digunakan dalam menyelesaikan pengujian hipotesis tersebut adalah menentukan formulasi hipotesis, menentukan taraf nyata, menentukan kriteria pengujian, menentukan nilai uji statistik dan membuat kesimpulan. Berikut ini penjelasan langkah-langkah pengujian hipotesis statistik adalah sebagai berikut :

1. Menentukan Formulasi Hipotesis

Formulasi atau perumusan hipotesis statistik dapat di bedakan atas dua jenis, yaitu sebagai berikut;

a. Hipotesis nol / nihil (H_0)

Hipotesis nol adalah hipotesis yang dirumuskan sebagai suatu pernyataan yang akan di uji. Hipotesis nol tidak memiliki perbedaan atau perbedaannya nol dengan hipotesis sebenarnya.

b. Hipotesis alternatif/ tandingan (H_1 / H_a)

Hipotesis alternatif adalah hipotesis yang di rumuskan sebagai lawan atau tandingan dari hipotesis nol. Dalam menyusun hipotesis alternatif, timbul 3 keadaan berikut:

- H_1 menyatakan bahwa harga parameter lebih besar dari pada harga yang di hipotesiskan. Pengujian itu disebut pengujian satu sisi atau satu arah, yaitu pengujian sisi atau arah kanan.
- H_1 menyatakan bahwa harga parameter lebih kecil dari pada harga yang di hipotesiskan. Pengujian itu disebut pengujian satu sisi atau satu arah, yaitu pengujian sisi atau arah kiri.

- H_1 menyatakan bahwa harga parameter tidak sama dengan harga yang di hipotesiskan. Pengujian itu disebut pengujian dua sisi atau dua arah, yaitu pengujian sisi atau arah kanan dan kiri sekaligus.

Apabila hipotesis nol (H_0) diterima (benar) maka hipotesis alternatif (H_a) di tolak. Demikian pula sebaliknya, jika hipotesis alternatif (H_a) di terima (benar) maka hipotesis nol (H_0) ditolak. Secara umum, formulasi hipotesis dapat di tuliskan :

1. $H_0 : \theta = \theta_0$
2. $H_0 : \theta > \theta_0$
3. $H_0 : \theta < \theta_0$
4. $H_0 : \theta \neq \theta_0$

2. Menentukan Taraf Nyata (α)

Taraf nyata adalah besarnya batas toleransi dalam menerima kesalahan hasil hipotesis terhadap nilai parameter populasinya. Semakin tinggi taraf nyata yang di gunakan, semakin tinggi pula penolakan hipotesis nol atau hipotesis yang di uji, padahal hipotesis nol benar.

Besaran yang sering di gunakan untuk menentukan taraf nyata dinyatakan dalam %, yaitu: 1% (0,01), 5% (0,05), 10% (0,1), sehingga secara umum taraf nyata di tuliskan sebagai $\alpha_{0,01}$, $\alpha_{0,05}$, $\alpha_{0,1}$. Besarnya nilai α bergantung pada keberanian pembuat keputusan yang dalam hal ini berapa besarnya kesalahan (yang menyebabkan resiko) yang akan di tolerir. Besarnya kesalahan tersebut di sebut sebagai daerah kritis pengujian atau daerah penolakan

Nilai α yang dipakai sebagai taraf nyata di gunakan untuk menentukan nilai distribusi yang di gunakan pada pengujian, misalnya distribusi normal (Z), distribusi t , dan distribusi X^2 . Nilai itu sudah di sediakan dalam bentuk tabel di sebut nilai kritis.

3. Menentukan Kriteria Pengujian

Kriteria Pengujian adalah bentuk pembuatan keputusan dalam menerima atau menolak hipotesis nol (H_0) dengan cara membandingkan nilai α tabel distribusinya (nilai kritis) dengan nilai uji statistiknya, sesuai dengan bentuk

pengujiannya. Yang di maksud dengan bentuk pengujian adalah sisi atau arah pengujian. (Walpole dan Myers, 1995)

- a) Penerimaan H_0 terjadi jika nilai uji statistiknya lebih kecil atau lebih besar daripada nilai positif atau negatif dari α tabel. Atau nilai uji statistik berada di luar nilai kritis.
- b) H_0 terjadi jika nilai uji statistiknya lebih besar atau lebih kecil daripada nilai positif atau negatif dari α tabel. Atau nilai uji statistik berada di luar nilai kritis.

4. Menentukan Nilai Uji Statistik

Uji statistik merupakan rumus-rumus yang berhubungan dengan distribusi tertentu dalam pengujian hipotesis. Uji statistik merupakan perhitungan untuk menduga parameter data sampel yang di ambil secara random dari sebuah populasi. Misalkan, akan di uji parameter populasi (P), maka yang pertama-tam di hitung adalah statistik sampel (S).

5. Membuat Kesimpulan

Pembuatan kesimpulan merupakan penetapan keputusan dalam hal penerimaan atau penolakan hipotesis nol (H_0) yang sesuai dengan kriteria pengujiaanya. Pembuatan kesimpulan dilakukan setelah membandingkan nilai uji statistik dengan nilai α tabel atau nilai kritis.

- a) Penerimaan H_0 terjadi jika nilai uji statistik berada di luar nilai kritisnya.
- b) Penolakan H_0 terjadi jika nilai uji statistik berada di dalam nilai kritisnya.

2.10.3 Jenis Uji Hipotesis

Menurut Walpole (1995) uji hipotesis memiliki 2 jenis yaitu uji hipotesis satu populasi yang bisa menggunakan pengujian z, pengujian t dan pengujian proporsi dan uji hipotesis dua populasi yang bisa menggunakan pengujian t dan pengujian proporsi. Dalam penelitian ini digunakan uji hipotesis jenis uji hipotesis dua populasi dengan pengujian dua proporsi. Pengujian dua proporsi mempunyai rumus sebagai berikut :

$$\hat{p} = \frac{x_1 + x_2}{n_1 + n_2}$$

$$z = \frac{(\hat{p}_1 - \hat{p}_2)}{\sqrt{\hat{p}(1 - \hat{p}) \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

Dimana :

z = z statistic

n = jumlah sampel

\hat{p} = proporsi sampel

2.11 FMEA

Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) FMEA adalah sebuah teknik rekayasa yang digunakan untuk menetapkan, mengidentifikasi, dan untuk menghilangkan kegagalan yang diketahui, permasalahan, error, dan sejenisnya dari sebuah sistem, desain, proses, dan atau jasa sebelum mencapai konsumen (Stamatis, 1995). Dari definisi FMEA di atas, yang lebih mengacu pada kualitas, dapat disimpulkan bahwa FMEA merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisa suatu kegagalan dan akibatnya untuk menghindari kegagalan tersebut. Dalam konteks kesehatan dan keselamatan kerja (K3), kegagalan yang dimaksudkan dalam definisi di atas merupakan suatu bahaya yang muncul dari suatu proses. Kegagalan dikelompokkan berdasarkan dampak yang diberikan terhadap kesuksesan suatu misi dari sebuah sistem. Secara umum, FMEA didefinisikan sebagai sebuah teknik yang mengidentifikasi tiga hal yaitu :

1. Penyebab kegagalan yang potensial dari sistem, desain, produk, dan proses selama siklus hidupnya.
2. Efek dari kegagalan tersebut.
3. Tingkat kekritisan efek kegagalan terhadap fungsi sistem, desain, produk, dan proses.

Menurut Sellappan & Palanikumar (2013) penggunaan FMEA dilakukan dengan proses diskusi dari divisi yang berbeda pada perusahaan untuk menganalisis penyebab kegagalan terhadap komponen dan subsistem pada suatu proses atau

produk. FMEA menggunakan kriteria-kriteria kemungkinan kejadian (*occurrence*), deteksi (*detection*), dan tingkat kerusakan (*severity*) untuk menentukan *risk priority numbers* (RPN) dan *risk score value* (RSV) agar nantinya digunakan untuk menentukan aksi dari risiko yang diprioritaskan.

Dalam penentuan nilai RPN dan RSV, terdapat kriteria dalam melakukan penilaian tersebut. RPN merupakan sebuah nilai yang didasarkan pada tiga penilaian: *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D). Sedangkan RSV hanya menggunakan *severity* (S) dan *occurrence* (O). Skala penilaian tersebut mulai dari 1 hingga 10. Berikut merupakan perhitungan untuk menentukan nilai RPN dan RSV:

$$\begin{aligned} \text{RPN} &= \text{O} \times \text{S} \times \text{D} \\ \text{RSV} &= \text{O} \times \text{S} \end{aligned}$$

Berikut merupakan tabel yang menunjukkan keterangan dalam melakukan penilaian *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D).

Tabel 2.1 Skala Peringkat *Severity*

Skor	Dampak	Tingkat Kerusakan
1	Tidak ada efek	Tidak ada
2	Sangat kecil/ minor	Penyebab diketahui, sedikit kerusakan pada prosedur
3	Kecil/ minor	Penyebab diketahui, sedikit kerusakan pada proses
4	Sangat rendah	Penyebab diketahui, sedikit kerusakan pada peraturan
5	Rendah	Penyebab diketahui, banyak kerusakan pada prosedur
6	Sedang	Penyebab diketahui, banyak kerusakan pada proses
7	Tinggi	Penyebab diketahui, banyak kerusakan pada peraturan
8	Sangat tinggi	Penyebab tidak diketahui, masalah diketahui dan dapat diatasi
9	Serius	Penyebab tidak diketahui, masalah diketahui dan tidak dapat diatasi
10	Sangat berbahaya/ serius	Penyebab tidak diketahui, masalah tidak diketahui

(Sumber: Faizal & Palaniappan, 2014)

Tabel 2.2 Skala Peringkat *Occurrence*

Skor	Kemungkinan Kejadian	Tingkat Terjadinya Risiko
1	<1 dari 1.500.000	Hampir tidak pernah
2	1 dari 150.000	Sangat jarang
3	1 dari 15.000	Cukup jarang
4	1 dari 2.000	Sedikit jarang
5	1 dari 400	Jarang
6	1 dari 80	Sedikit sering
7	1 dari 20	Cukup sering
8	1 dari 8	Sering
9	1 dari 3	Sangat Sering
10	>1 dari 2	Hampir selalu terjadi

(Sumber: Faizal & Palaniappan, 2014)

Tabel 2.3 Skala Peringkat *Detection*

Skor	Deteksi	Kemungkinan Dideteksi
1	Hampir pasti	Pengendalian pasti dapat mencegah risiko
2	Sangat mudah	Sangat besar risiko dapat dicegah
3	Mudah	Besar risiko dapat dicegah
4	Cukup mudah	Kemungkinan risiko dapat dicegah
5	Biasa saja	Risiko cukup berkesempatan untuk dapat dicegah
6	Agak sulit	Kecil kemungkinan risiko dapat dicegah
7	Cukup sulit	Cukup kecil kemungkinan risiko dapat dicegah
8	Sulit	Tipis kemungkinan risiko dapat dicegah
9	Sangat sulit	Sangat tipis kemungkinan risiko dapat dicegah
10	Hampir tidak mungkin	Pengendalian tidak dapat mencegah risiko

(Sumber: Faizal & Palaniappan, 2014)