

BAB II

KAJIAN LITERATUR

2.1 Kajian Induktif

Kajian induktif diperoleh dari beberapa jurnal. Kajian induktif berasal dari penelitian terdahulu yang dilakukan dengan menggunakan penerapan metode *Six Sigma*. Tujuannya untuk menghindari plagiarisme penelitian. Selain itu dapat digunakan sebagai acuan dalam melakukan penelitian.

Penelitian yang dilakukan oleh Pugna et al., (2016), metode *Six Sigma* digunakan untuk meningkatkan proses *assembly* pada perusahaan otomotif. *Six Sigma* dianggap menjadi metode terbaik untuk meningkatkan kualitas agar produk atau layanan yang diberikan perusahaan menjadi lebih baik, cepat, dan murah. Dengan konsep DMAIC, didapatkan hasil untuk jangka pendek tingkat sigma meningkat dari 2,9 menjadi 5,2. Sedangkan untuk jangka panjang juga meningkat menjadi 3,7 dari 1,4. Nilai DPMO berkurang menjadi 108 dari 81.000. Cacat produk pada proses produksi menurun sebesar 40%.

Menurut Srinivasan et al., (2014), penelitiannya yang dilakukan pada perusahaan pembuat tungku menerapkan metode DMAIC *Six Sigma*. Metode tersebut digunakan untuk meningkatkan kualitas tungku. Tujuannya adalah agar energi panas yang terdapat pada gas buang dapat berkurang. Sehingga efisiensi tungku lebih stabil. Hasilnya level sigma meningkat menjadi 2,01 dari 1,34. Dana yang dikeluarkan berkurang sebesar Rs.0,34 juta pertahun.

Erturk et al., (2016), melakukan penelitian pada perusahaan *white goods* Turki. Tujuannya adalah menganalisis dampak *Six Sigma* terhadap kinerja perusahaan. Hasil survey

yang dilakukannya menunjukkan bahwa metode *Six Sigma* mempunyai dampak positif untuk perusahaan. Dilihat dari adanya peningkatan dalam hal pengembangan inovasi dan teknologi baru sebesar 20-39%. Pengembangan produk baru 40-59%, biaya 80-100%, persaingan dan kepuasan konsumen 60-79%, dan pangsa pasar sebesar 60-79%.

Agarwal et al., (2015), penelitiannya bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan keluaran pasien di Catherterization Laboratory. Metode yang digunakan adalah lean *Six Sigma*. Hasilnya menunjukkan keberhasilan dengan adanya peningkatan yang signifikan. Presentase waktu giliran naik sebesar 13%, ketepatan waktu meningkat 21,1%, dan kinerja manual menurun 38%.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Indrawati & Ridwansyah (2015), lean *Six Sigma* digunakan untuk meningkatkan kinerja proses manufaktur. Kuantitas produksi bijih besi menjadi masalah karena tidak mampu memenuhi target produksi. Setelah dilakukan penelitian, kualitas kinerja menghasilkan tingkat sigma sebesar 2,97. Pada proses pengerjaan terdapat nilai NVA sebesar 3,67%, dan NNVA 14,2%. Setelah dianalisis, jenis *waste* yang ada pada industri tersebut adalah *defect*, proses yang tidak sesuai, dan kegiatan menunggu.

Fidiyanti & Susanto (2018), melakukan penelitian pada PT. SM. Dari penelitian tersebut didapatkan nilai cacat kapsul sebesar 5% dari total produksi kapsul pada PT SM. Nilai tersebut tergolong sangat tinggi karena lebih dari batas maksimum yang ditetapkan perusahaan. Kapsul yang cacat membuat perusahaan rugi karena tidak dapat dikerjakan ulang. Untuk mengetahui kemampuan proses produksi kapsul digunakan metode *Six Sigma* dengan DMAIC. Untuk mengidentifikasi masalah perusahaan digunakan diagram *fishbone*, dan didapatkan 9 penyebab permasalahan. Hasil penelitian menunjukkan nilai sigma sebesar 3,41, sehingga dibutuhkan 7 bulan untuk meningkatkan sigma mencapai nilai 4.

Pendekatan yang digunakan untuk mengurangi cacat proses produksi *cast wheels* adalah dengan menggunakan metode *Six Sigma*. Banyak dari perusahaan manufaktur menggunakan *Six Sigma* untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas kerja. Untuk mengurangi cacat yang terjadi pada produksi *cast wheels* diperlukan kontrol rencana yang baik. Setelah dilakukan penelitian, hasil dari cacat retak *cast wheels* berkurang sebesar 0,08% (Manohar & Balakrishna, 2015).

Dalam UKM industri tekstil tas, diperlukan usaha untuk meminimalkan produk cacat agar konsumen puas dan dapat meningkatkan laba UKM. Perbaikan proses produksi

dibutuhkan dengan metode *Six Sigma* untuk menganalisis tingkat cacat produk. Kemudian diintegrasikan dengan Fuzzy AHP, dan *failure mode and effect analysis* (FMEA) untuk menganalisis resiko cacat. Penelitian yang dilakukan mendapatkan hasil bahwa nilai DPMO berkurang menjadi 11185,73 dari 200003,75. Sedangkan tingkat *Six Sigma* meningkat menjadi 3,86 dari 3,61. Dengan menggunakan metode ini, pemberian solusi pada industri tekstil tas memberikan efek signifikan dalam pengurangan cacat produksi (Purnama et al., 2018).

Menurut Almansur et al., (2017), dengan menggunakan metode DMAIC dari Lean *Six Sigma* dan diintegrasikan menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk menganalisis *waste* dan meningkatkan *performance* dari proses produksi biskuit. Penelitian di PT. XYZ Jababeka dan menghasilkan nilai DPMO sebesar 29632,607 serta tingkat sigma 3,39. Dengan menggunakan FMEA sebagai alat untuk menganalisis didapatkan rekomendasi perbaikan pada setiap tahapan proses produksi. Metodologi ini berhasil meningkatkan kondisi proses dengan solusi yang sederhana dan tanpa mengeluarkan biaya yang besar bagi perusahaan.

Shieddieque & Hijuzaman (2015), Perusahaan dituntut untuk menyediakan produk yang berkualitas agar dapat memenangkan persaingan global. Hal tersebut diperlukan agar konsumen merasa puas dengan produk yang ditawarkan. Sehingga perusahaan harus selalu melakukan perbaikan sistem kerjanya. Pada penelitian yang dilakukan di PT. XYZ, metode *Six Sigma* dan FMEA digunakan dengan tujuan untuk mengidentifikasi produk yang tidak sesuai dengan tujuan perusahaan. Produk yang diteliti adalah komponen elektronik kapasitor. Pengimpletasian *Six Sigma* berjalan dengan baik, dan dapat dilihat pada hasil penelitian. Dimana menunjukkan penurunan nilai DPMO menjadi 2,8 dari 15,410. Nilai DPMO turun secara signifikan, sehingga sistem kerja dapat dikatakan meningkat sesuai dengan visinya.

2.2 Kajian Deduktif

2.2.1 Kualitas

Kualitas adalah suatu kata yang merujuk pada *value* yang ditawarkan dalam dunia industri manufaktur atau jasa untuk menciptakan kepuasan konsumen. Namun sebenarnya kualitas memiliki definisi yang sangat luas. Oleh karena itu beberapa ahli memiliki teori tersendiri mengenai pengertian kualitas.

Kualitas yaitu kemampuan dari produk atau jasa yang mempunyai ciri dan karakteristik menyeluruh untuk dapat memberikan kepuasan kepada konsumen (Irwan & Haryono, 2015). Sifat atau atribut yang ada dalam suatu barang tertentu juga disebut kualitas (Ahyari, 2000). Sedangkan menurut Prawirosentono (2007), kualitas merupakan suatu hal yang dapat memenuhi selera, kebutuhan, dan kepuasan sesuai dengan uang yang dikeluarkan konsumen dalam wujud fisik.

Feigenbaum (1986), berpendapat bahwa kualitas sepenuhnya ada kepuasan yang diharapkan konsumen. Pengertian kualitas menurut Juran (1993), yaitu adanya kecocokan konsumen saat menggunakan produk yang dapat memenuhi kebutuhannya sehingga merasa puas. Garvin (1988), juga berpendapat bahwa kualitas merupakan hubungan antara produk, manusia, proses, dan lingkungan yang telah mencapai harapan dari konsumen.

Dari beberapa pengertian kualitas menurut para ahli diatas, didapatkan beberapa persamaan pada elemennya. Baik buruknya kualitas juga dapat dilihat dalam dimensinya. Menurut Garvin (1987), terdapat 8 (delapan) dimensi kualitas, yaitu:

1. *Performance* (Kinerja)

Dimensi ini merupakan aspek fungsional utama yang konsumen pertimbangkan sebelum membeli produk.

2. *Features* (Fitur)

Fitur merupakan pelengkap tambahan dari suatu produk yang ditawarkan. Dimensi inilah yang memberikan berbagai pilihan konsumen dalam menentukan produk.

3. *Reability* (Kehandalan)

Dimensi *reability* dapat memungkinkan suatu produk berjalan sesuai fungsinya dalam waktu tertentu.

4. *Conformance* (Kesesuaian)

Setiap produk mempunyai standar yang sudah ditentukan. Kualitas dari produk tersebut diharapkan sesuai dengan standarnya.

5. *Durability* (Ketahanan)

Dimensi ini berhubungan dengan ketahanan atau lama produk berfungsi. Pada suatu waktu tertentu produk perlu diganti.

6. *Serviceability* (Layanan)

Layanan yang diberikan oleh perusahaan dan dibutuhkan oleh konsumen. Hal ini diharapkan jika terdapat keluhan dari konsumen yang berkaitan dengan produk dapat segera ditangani.

7. *Aesthetics* (Estetika)

Tampilan dari produk mempengaruhi pribadi dari calon konsumen. Dapat berupa tampilan, aroma, dan rasa.

8. *Perceived Quality* (Kualitas yang dirasakan)

Terakhir adalah kesan yang dirasakan oleh konsumen saat menggunakan produk.

2.2.2 Pengendalian Kualitas

Suatu kegiatan yang berpedoman pada langkah untuk mencegah produk rusak atau cacat, namun tidak terpaku dalam hal melihat adanya kerusakan adalah pengertian pengendalian kualitas (Gaspersz, 2005). Pengendalian kualitas adalah langkah yang dilakukan dari pihak manajemen perusahaan guna memperahankan kualitas produk yang telah disepakati (Ahyari, 1992). Jadi dapat dikatakan bahwa pengendalian kualitas merupakan langkah atau cara untuk mengatur suatu produk mentah menjadi barang jadi hingga sampai ketangan konsumen sesuai dengan standar yang telah dibuat.

Menurut Render & Heizer (2013), tujuan pengendalian kualitas adalah untuk meningkatkan kepuasan konsumen, menekan biaya serendah-rendahnya, dan *output* yang dihasilkan dapat selesai tepat waktu. Sedangkan menurut Assauri (2004), pengendalian kualitas merupakan cerminan hasil akhir dari aktivitas yang bertujuan untuk memastikan

kebijaksanaan dalam hal mutu atau standar. Maksudnya, perusahaan memiliki kebijaksanaan yang digunakan sebagai dasar dimana kualitas barang yang dihasilkan harus sesuai dengan spesifikasi produk yang ada.

Pengendalian kualitas memiliki 3 (tiga) aspek utama, yaitu *quality control* untuk proses produksi, *quality improvement* berguna ketika terdapat produk cacat, dan *quality planning* yang dikerjakan oleh produsen. *Quality planning* berhubungan langsung dengan konsumen. Dalam dunia kerja, pengendalian kualitas dapat diimplementasikan dengan melakukan beberapa tahapan, yaitu (Schroeder, 2000):

1. Menentukan karakteristik kualitas
2. Memutuskan bagaimana cara mengukur setiap karakteristik
3. Menetapkan standar kualitas
4. Menentukan standar kualitas
5. Menentukan tes yang tepat untuk setiap standar
6. Mencari dan memperbaiki kasus berkualitas rendah
7. Selalu melakukan perbaikan secara berulang

2.2.3 *Six Sigma*

Six Sigma adalah satu dari sekian banyak metode yang dapat digunakan untuk menganalisis pengendalian kualitas. Sebenarnya definisi dari *six sigma* sendiri sangat luas. Hal ini dikarenakan para ahli mempunyai pengertian dan teori tersendiri mengenai *six sigma*. Menurut Harry et al., (2000), *six sigma* merupakan suatu strategi bisnis untuk mendapatkan kepuasan konsumen serta meningkatkan lini produksi perusahaan dengan cara merancang dan mengamati kegiatan untuk meminimalkan pemborosan sumber daya.

Six Sigma digunakan para insinyur dan statistikawan untuk memperbaiki produk dan proses. Brue (2004) menyatakan bahwa suatu konsep statistik yang digunakan untuk mengukur kecacatan disebut sebagai metode *six sigma*. Jika nilainya menunjukkan angka 6 sigma, maka proses tersebut memperoleh nilai 3,4 cacat per sejuta kesempatan.

Motorola merupakan perusahaan pertama yang menerapkan konsep *six sigma* dalam fokus manajemen kualitas. Menurut Gaspersz (2007), Motorola selalu dapat mencapai

tingkat 3,4 cacat per sejuta kesempatan selama 10 tahun menerapkan konsep *six sigma*. Setelah motorola sukses menuju tingkat kegagalan nol (*zero defect*), banyak para pelaku industri yang juga mencoba untuk mengaplikasikan konsep *six sigma* agar dapat meningkatkan manajemen kualitasnya. Terdapat beberapa kesuksesan Motorola saat mengaplikasikan konsep *six sigma*, yaitu (Gaspersz, 2007):

A. *Defect per million opportunities* (DPMO)

Ukuran yang menunjukkan kegagalan dari peningkatan kualitas menggunakan metode *six sigma*. Nilainya menunjukkan angka 3,4 DPMO per satu juta kesempatan dari suatu karakteristik kualitas. Untuk menghitung nilai DPMO digunakan rumus sebagai berikut.

$$DPMO = \frac{Defects}{Units \times Opportunities} \times 1.000.00 \quad (\text{Persamaan 2.1 Rumus DPMO})$$

Dimana:

DPMO = *Defect per million opportunities*

Defects = Jumlah produk cacat

Units = Jumlah unit produksi

Opportunities = Jumlah peluang yang mengakibatkan cacat

Setelah mendapatkan nilai DPMO maka selanjutnya adalah menghitung tingkat pencapaian sigma. Nilai sigma dihitung dengan menggunakan *software* Microsoft Excel. Rumus yang digunakan untuk menghitung nilai sigma yaitu: (Gaspersz, 2002)

$$= \text{normsinv}((1000000 - DPMO) / 1000000) + 1.5 \quad (\text{Persamaan 2.2 Rumus Sigma})$$

B. *Process capability*

Proses kapabilitas adalah kemampuan untuk memproses *output* sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan konsumen. Adanya peningkatan kapabilitas proses untuk menghasilkan produk mendekati *zero defect* merupakan tujuan *six sigma* yang dapat dikatakan berhasil. Jadi perlu adanya perhitungan kapabilitas proses (C_{pm}) untuk mengerjakan konsep *six sigma*.

C. Cost of poor quality (COPQ)

Biaya yang disebabkan oleh akibat dari kualitas yang buruk disebut *cost of poor quality* (COPQ).

Menurut Gaspersz (2002), tingkat pencapaian sigma dapat dilihat pada tabel 2.1 dibawah ini.

Tabel 2.1 Tingkat Pencapaian Sigma

Persentase yang memenuhi spesifikasi	DPMO	Level Sigma	Keterangan
31%	69,462	1-sigma	Sangat tidak kompetitif
69,20%	308,538	2-sigma	Rata-rata industri Indonesia
93,32%	66,807	3-sigma	
99,379%	6,210	4-sigma	Rata-rata industri USA
99,977%	233	5-sigma	
99,9997%	3,4	6-sigma	Industri kelas dunia

Six Sigma merupakan metode pengendalian kualitas yang berfokus pada sistem produksi perusahaan. Tujuan dilakukannya *six sigma* adalah agar perusahaan dapat menghasilkan peningkatan yang berkelanjutan. Pendekatan yang digunakan dalam *Six Sigma* adalah dengan metodologi DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*).

Langkah-langkah dari DMAIC saling berhubungan dan membentuk siklus karena bersifat interatif atau berulang. Metode ini dipengaruhi oleh kebutuhan konsumen berdasarkan fakta, data, ilmu pengetahuan, dan pengukuran. Langkah-langkah pengendalian kualitas yang harus dilalui dalam perhitungan *Six Sigma* menggunakan metode DMAIC adalah seperti berikut:

1. *Define*

Langkah pertama yang perlu dilakukan dalam metode *six sigma* adalah *define*. Dimana merupakan proses mengidentifikasi permasalahan cacat produk yang menentukan perlu tidaknya dilakukan perbaikan.

2. *Measure*

Tahap kedua adalah *measure*, yaitu tindak lanjut dari langkah pertama (*define*).

Terdapat 3 (tiga) langkah dalam melakukan pengukuran, yaitu:

- a. Menentukan karakteristik kualitas kunci (CTQ).
- b. Melakukan pengukuran pada tingkat proses, *output*, dan *outcome* untuk mengembangkan rencana pengumpulan data.
- c. Menetapkan *baseline* kinerja awal dengan cara mengukur kinerja sekarang pada tingkat proses *output*, *input*, dan *outcome*. Nilai dari DPMO (*defect per millions opportunities*) dijadikan sebagai ukuran hasil *baseline* kinerja awal.

3. *Analyze*

Analyze adalah tahap untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah. Ada beberapa langkah yang diperlukan dalam tahap *analyze*, yaitu:

- a. Menentukan stabilitas dan kapabilitas proses.
- b. Menentukan target kinerja dari karakteristik kualitas kunci (CTQ) yang dipertimbangkan untuk ditingkatkan.
- c. Mengidentifikasi akar penyebab kecacatan yang mempengaruhi kualitas.

4. *Improve*

Improve merupakan tahap dimana peningkatan kualitas dilakukan. Tahap ini dilakukan setelah mengidentifikasi penyebab dari masalah yang ada. Untuk melakukan *improve* harus mengetahui target yang ingin dicapai.

5. *Control*

Pengawasan perlu dilakukan agar dapat memastikan bahwa target sudah tercapai. Pada tahap *control* tentu memerlukan waktu yang cukup lama agar pengaruh pada kualitas produk dapat benar-benar terlihat.

2.2.4 *Tools Six Sigma*

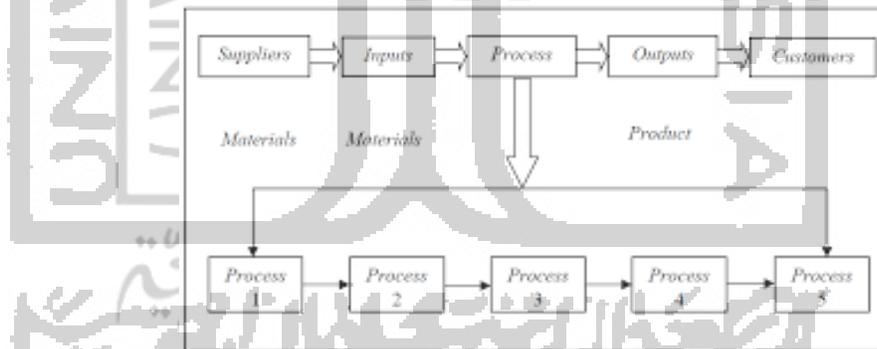
1. Diagram SIPOC

Diagram SIPOC (*supplier-input-process-output-customer*) adalah *tools* yang digunakan untuk membantu dalam memahami ruang lingkup proses produksi.

Menurut Gaspersz (2002), SIPOC adalah akronim dari elemen yang ada pada kualitas, yaitu:

- a. *Suppliers* yaitu pemberi informasi mengenai material, kunci, dan lain sebagainya yang didapat dari suatu kelompok maupun perorangan. Jika terdapat sub proses dalam suatu proses, maka sub proses sebelumnya dianggap sebagai *internal suppliers*.
- b. *Input* merupakan sekumpulan hal yang diberikan dari pemasok kepada proses.
- c. *Process* merupakan langkah yang mentransformasi dan dapat memberi nilai tambah pada *input*. Dimana terdapat beberapa sub proses dalam sebuah proses.
- d. *Output* adalah hasil jadi dari suatu proses, dapat berupa barang atau jasa. *Output* yang dihasilkan oleh industri manufaktur biasanya berupa barang setengah jadi maupun barang jadi.
- e. *Customer* merupakan seseorang atau sekelompok orang yang menerima *output* dari proses. Dimana jika terdapat beberapa sub proses dalam suatu proses, maka sub proses setelahnya merupakan *internal customers*.

Dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut merupakan contoh dari diagram SIPOC.



Gambar 2.1 Diagram SIPOC

2. Diagram Pareto

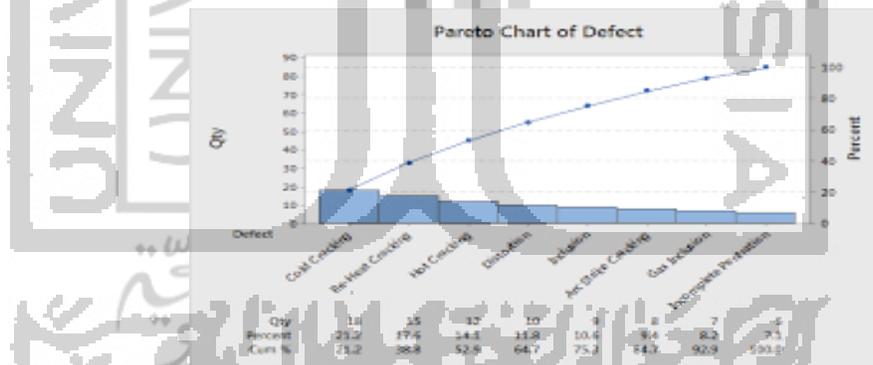
Menurut Mitra (1993), diagram pareto dapat digunakan untuk mengetahui perbaikan kualitas yang diperlukan untuk mengidentifikasi masalah. Diagram pareto berguna memberikan petunjuk untuk mengalokasikan sumber daya. Diagram ini dapat

menggambarkan hasil dengan mengurutkan klasifikasi data dari rangking tertinggi hingga terendah dari sisi kiri ke kanan.

Prinsip pareto biasa dikenal dengan prinsip 80/20. Hal itu dikarenakan adanya “asumsi Juran” yang menyebutkan bahwa 20% dari masalah memiliki 80% dari dampak, dan hanya 20% dari masalah yang ada adalah penting. Menurut Besterfield (1990), untuk dapat membuat diagram pareto kita perlu melakukan beberapa tahapan, yaitu:

1. Menentukan metode untuk mengklasifikasikan data. Harus berdasar pada masalah, penyebab, jenis cacat, dan lain-lain.
2. Menentukan frekuensi dalam mengurutkan data.
3. Mengumpulkan data sesuai dengan interval waktu.
4. Meringkas data, lalu mengurutkan sesuai dengan urutan tertinggi hingga terendah.
5. Menghitung presentase kumulatif.
6. Membuat diagram.

Dapat dilihat pada gambar 2.2 dibawah merupakan contoh dari diagram pareto.

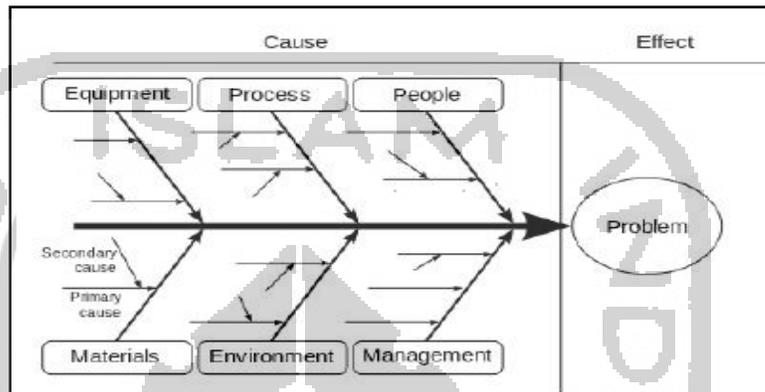


Gambar 2.2 Diagram Pareto

3. Diagram Sebab-Akibat

Menurut Ishikawa (1960), diagram sebab-akibat atau *fishbone diagram* adalah sebuah konsep untuk mendefinisikan penyebab dan akibat dari suatu masalah yang dituangkan dalam kerangka tulang ikan. Ishikawa adalah seorang penemu konsep

diagram sebab-akibat. Konsep ini pertama kali digunakan di perusahaan Kawasaki dalam fokus manajemen kualitas. Gambar 2.3 dibawah menunjukkan bentuk dari diagram sebab-akibat.



Gambar 2.3 Diagram Sebab Akibat

Untuk menganalisis akar penyebab permasalahan dengan menggunakan diagram sebab-akibat perlu adanya *brainstorming* atau diskusi. Dalam proses diskusi dilakukan bersama orang-orang yang mempunyai keahlian dalam bidangnya. Kemudian akan didapatkan beberapa kemungkinan yang saling berkaitan, sehingga menimbulkan masalah.

Dalam industri manufaktur, pengaplikasian diagram sebab-akibat mempunyai banyak manfaat. Contohnya untuk menganalisis tingkat cacat produk yang tinggi, keterlambatan proses produksi, hingga tidak sedikitnya keluhan dari konsumen. Perusahaan dapat melakukan evaluasi untuk perbaikan kedepannya. Diagram sebab-akibat mempunyai 6 prinsip untuk industri manufaktur yang digunakan oleh *Toyota Production System*, yaitu:

1. *Machine*

Machine atau mesin merupakan peralatan penunjang pekerjaan. Mesin dapat membuat pekerjaan menjadi lebih efisien.

2. *Method*

Metode adalah acuan perusahaan dalam melakukan suatu pekerjaan. Jika metode tidak sesuai maka pekerjaan akan mendapatkan masalah.

3. *Materials*

Untuk dapat menghasilkan produk, dibutuhkan bahan baku yang memiliki standar sesuai dengan spesifikasi tertentu.

4. *Man Power*

Manpower atau tenaga manusia merupakan faktor yang paling penting. Karena proses kerja tidak akan berjalan tanpa adanya manusia. Kesalahan yang umum dilakukan oleh manusia faktor kurangnya pengalaman kerja.

5. *Measurement*

Pengukuran atau inspeksi yang tidak dilengkapi SOP akan berpengaruh pada kinerja perusahaan.

6. *Mother Nature*

Atau yang biasa dikenal sebagai faktor lingkungan berpengaruh pada kondisi produk yang dihasilkan serta keselamatan dan kesehatan kerja bagi operator

Ada beberapa tahap untuk membuat diagram sebab-akibat. Hal ini dilakukan agar terhindar dari kesalahan. Berikut merupakan langkah-langkah dalam membuat diagram sebab-akibat (Team, 2014).

1. Mengidentifikasi Masalah

Langkah pertama adalah pengidentifikasian dengan menuliskan poin-poin permasalahan. Tulis masalah utama pada kertas yang dibuat dengan bentuk kotak.

2. Mengidentifikasi faktor utama masalah

Setelah diketahui masalah utama, tentukan faktor yang mempengaruhi adanya masalah tersebut. Faktor-faktor ini yang dibuat menjadi kerangka tulang ikan.

3. Mengidentifikasi kemungkinan penyebab

Kemudian pangkal penyebab masalah faktor utama dituliskan pada setiap kerangka tulang untuk didapatkan akar permasalahan.

4. Menganalisis diagram

Setelah diagram selesai dibuat, penyebab dari permasalahan dapat dilihat dan dianalisis. Sehingga didapatkan solusi dari permasalahan.

4. Peta Kendali

Menurut Sumayang (2003), peta kendali adalah sarana yang utama untuk melaksanakan metode pengendalian kualitas statistik. Peta kendali merupakan

kumpulan data yang ditulis dalam bentuk grafik dan digunakan untuk membuat penilaian status pengendalian kualitas pada sebuah proses produksi. Manfaat yang didapat dari peta kendali adalah:

1. Menentukan apakah suatu proses produksi masih berada didalam batas-batas kendali atau tidak terkendali.
2. Memantau proses produksi secara terus-menerus agar tetap stabil.
3. Menentukan kemampuan proses (*capability process*).

Untuk mengetahui baik atau buruknya kualitas produk, perlu menggunakan peta kendali atribut. Dimana peta kendali atribut terdiri dari beberapa jenis, diantaranya yaitu:

a. Peta Kendali p

Peta kendali p bertujuan untuk mengetahui kualitas produk yang dianggap cacat saat dilakukan inspeksi karena tidak sesuai dengan spesifikasi. Jumlah sampel yang digunakan pada perhitungan peta kendali p adalah tidak konstan. Setelah itu dibuatlah grafik perbandingan antara jumlah produk cacat dengan total produk yang diinspeksi (Nasution, 2006). Terdapat beberapa langkah yang perlu dilakukan untuk menghitung peta kendali p, yaitu:

1. Menghitung Proporsi

$$p = \frac{\text{Jumlah cacat (np)}}{\text{Ukuran subgrup (n)}} \quad (\text{Persamaan 2.3 Rumus Proporsi Peta Kendali p})$$

2. Menghitung Garis Pusat (*Center Line / CL*)

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum \text{Cacat total}}{\sum \text{Total yang diperiksa}} \quad (\text{Persamaan 2.4 Rumus CL Peta Kendali p})$$

3. Menghitung Batas Kendali Atas (*Upper Control Limit / UCL*)

$$UCL = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (\text{Persamaan 2.5 Rumus UCL Peta Kendali p})$$

4. Menghitung Batas Kendali Bawah (*Lower Control Limit / LCL*)

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (\text{Persamaan 2.6 Rumus LCL Peta Kendali } p)$$

b. Peta Kendali np

Tujuan dari peta kendali np adalah untuk mengukur jumlah produk cacat yang telah diinspeksi. Namun jenis sampel yang digunakan harus konstan tiap waktu inspeksi. Perhitungan peta kendali np dapat dilakukan seperti langkah dibawah.

$$\bar{p} = \frac{P1 + P2 + \dots + Pn}{n}$$

$$CL = \bar{P}$$

$$UCL = \bar{P} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(100-\bar{p})}{n}}$$

$$LCL = \bar{P} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(100-\bar{p})}{n}}$$

(Persamaan 2.7 Rumus Peta Kendali np)

c. Peta Kendali c

Peta kendali c digunakan jika jumlah sampel sama dengan satu unit pemeriksaan. Total produk yang diinspeksi untuk peta kendali c harus konstan. Grafik peta kendali c ini juga dapat digunakan untuk mengendalikan performansi dari operator. Untuk menghitung peta kendali c dapat menggunakan langkah sebagai berikut.

1. Menghitung c

$$\bar{c} = \frac{\Sigma \text{Cacat total}}{\Sigma \text{Total yang diperiksa}} \quad (\text{Persamaan 2.8 Rumus Peta Kendali } c)$$

2. Menghitung Batas Kendali Atas (*Upper Control Limit / UCL*)

$$UCL = c + 3\sqrt{c} \quad (\text{Persamaan 2.9 Rumus UCL Peta Kendali } c)$$

3. Menghitung Batas Kendali Bawah (*Lower Control Limit / LCL*)

$$LCL = c - 3\sqrt{c} \quad (\text{Persamaan 2.10 Rumus LCL Peta Kendali } c)$$

5. *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA)

Stamatis (2003), mengungkapkan bahwa *failure mode effect analysis* (FMEA) merupakan sebuah metode pendekatan yang digunakan untuk mengurangi potensial suatu masalah sehingga dapat meningkatkan kepuasan konsumen. Sedangkan menurut McDermott et al., (2009), *failure mode effect analysis* (FMEA) adalah suatu metode pendekatan yang dapat mencegah adanya cacat produk mulai saat proses produksi berlangsung hingga menjadi barang jadi. Perhitungan *failure mode effect analysis* (FMEA) perlu dilakukan karena mempunyai beberapa tujuan, yaitu seperti berikut (Carlson, 2014).

- a. Mengidentifikasi dan memahami moda kegagalan potensial dan penyebab dan efek kegagalan pada sistem atau pengguna akhir untuk produk atau proses tertentu.
- b. Menilai resiko dengan moda kegagalan yang teridentifikasi, efek dan penyebab, serta memprioritaskan pokok permasalahan untuk diberi tindakan perbaikan.
- c. Mengidentifikasi dan melaksanakan tindakan korektif untuk mengatasi masalah yang paling serius.

Dengan digunakannya metode FMEA, perusahaan akan lebih mengerti permasalahan yang ada. Setelah itu langkah preventif akan dilakukan untuk mengurangi kegagalan yang terjadi. Metode ini juga dapat menjadi acuan untuk melakukan evaluasi proses. Agar dapat memudahkan ketika membuat FMEA, dibutuhkan hasil dari RPN (*risk priority number*).

Fungsi dari nilai RPN sendiri adalah untuk merangking atau mengurutkan kelemahan proses agar dapat lebih baik. Dimana nilai terbesar adalah penting untuk segera dilakukan perbaikan. Untuk menghitung nilai RPN digunakan rumus seperti dibawah ini.

$$RPN = Severity \times Occurrence \times Detection \quad (\text{Persamaan 2.11 Rumus RPN})$$

Dimana:

RPN = Risk Priority Number

Severity = Nilai Dampak

Occurrence = Nilai Kemungkinan

Detection = Nilai Deteksi

Severity merupakan dampak dari suatu kegagalan. Nilai *severity* dapat diketahui dengan jelas karena berkaca pada pengalaman. Namun jika berkebalikan maka bisa jadi operator belum berpengalaman. Menurut Stamatis (1995), tingkat *severity* dalam proses FMEA dapat dilihat dalam tabel 2.2 dibawah.

Tabel 2.2 Tingkat Severity

Rank	Severity	Deskripsi
10	Berbahaya tanpa peringatan	Kegagalan sisem yang menghasilkan efek yang sangat berbahaya
9	Berbahaya dengan peringatan	Kegagalan sistem yang menghasilkan efek yang berbahaya
8	Sangat tinggi	Sistem tidak beroperasi
7	Tinggi	Sistem beroperasi tetapi tidak dapat di jalankan secara penuh
6	Sedang	Sistem beroperasi dan aman tetapi mengalami penurunan performa sehingga mempengaruhi <i>output</i>
5	Rendah	Mengalami penurunan kinerja secara bertahap
4	Sangat rendah	Efek yang kecil pada performa sistem
3	Kecil	Sedikit berpengaruh pada kinerja sistem

Rank	Severity	Deskripsi
2	Sangat kecil	Efek yang diabaikan pada kinerja sistem
1	Tidak ada efek	Tidak ada efek

Occurance didapatkan dari data aktual. Jika data aktual tidak ada, tim FMEA harus menghitung berapa jumlah kegagalan sering muncul. Tabel 2.3 dibawah merupakan tingkat *occurance* dalam proses FMEA (Stamatis, 1995).

Tabel 2.3 Tingkat *Occurance*

Rangking	Occurance	Deskripsi
9-10	Sangat tinggi	Sering gagal
7-8	Tinggi	Kegagalan yang berulang
5-6	Sedang	Jarang terjadi kegagalan
3-4	Rendah	Sangat kecil terjadi kegagalan
1-2	Tidak ada efek	Hampir tidak ada kegagalan

Detection dilakukan dengan melihat penyebab dan akibat kegagalan. Kemampuan deteksi dikatakan rendah jika tidak ada pengendalian setelah ditemukan kegagalan. Tingkat *detection* dapat dilihat pada tabel 2.4 dibawah ini (Stamatis, 1995).

Tabel 2.4 Tingkat *Detection*

Rank	Detection	Deskripsi
10	Tidak pasti	Perawatan preventif akan selalu tidak mampu untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
9	Sangat kecil	Perawatan preventif memiliki kemungkinan “ <i>very remote</i> ” untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
8	Kecil	Perawatan preventif memiliki kemungkinan “ <i>remote</i> ” untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.

Rank	Detection	Deskripsi
7	Sangat rendah	Perawatan preventif memiliki kemungkinan sangat rendah untuk mampu mendeteksi penyebab potensial kegagalan dan mode kegagalan
6	Rendah	Perawatan preventif memiliki kemungkinan rendah untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
5	Sedang	Perawatan preventif memiliki kemungkinan “moderate” untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
4	Menengah ke atas	Perawatan preventif memiliki kemungkinan “ <i>moderately High</i> ” untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
3	Tinggi	Perawatan preventif memiliki kemungkinan tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
2	Sangat tinggi	Perawatan preventif memiliki kemungkinan sangat tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
1	Hampir pasti	Perawatan preventif akan selalu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan