

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Parwati dan Sakti (2012) melakukan penelitian mengenai pengendalian kualitas produk cacat dengan pendekatan *kaizen* dan menganalisis masalah dengan *seven tools*. Tujuan dari penelitian ini adalah mengendalikan kualitas produk sarung tangan dengan menurunkan jumlah cacat produk. Penelitian ini menggunakan *quality tools* yaitu peta pengendali p, *fishbone*, histogram, dan diagram *pareto* sehingga dapat dilakukan analisis masalah mengenai penyebab kecacatan produk. Melalui penerapan 5S yang sesuai dengan konsep *Kaizen*, diperoleh hasil bahwa terdapat penurunan cacat terbesar yaitu pada benang (meleset, loncat, kendor) sebesar 15,4% dari 35,33% menjadi 19,93%. Penelitian ini mendasari penelitian sekarang untuk melakukan penurunan jumlah cacat produk dengan menggunakan *seven tools*.

Hermawan (2013) melakukan penelitian mengenai implementasi metode *six sigma* pada PT. Surya Milinia Abadi di Ngoro Industri Mojokerto. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan *six sigma* pada perusahaan sehingga jumlah kecacatan menurun. Penelitian ini berfokus pada produk *lens for wash door* yang mengalami masalah pada pengendalian kualitas yang disebabkan oleh adanya kecacatan yang melebihi batas toleransi yaitu sebesar 5%. Penelitian dilakukan menggunakan metode *six sigma* dan *tool of quality*, yaitu histogram, *check sheet*, DPMO, diagram *pareto*, diagram *ishikawa*, dan metode 5W+1H. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyebab kecacatan berasal dari *man*, *material*, dan *machine*. Perusahaan diberikan rekomendasi berupa pengendalian kualitas secara *periodic*, menambah daftar *check sheet*, form kegiatan harian untuk perawatan mesin, dan form untuk pemeriksaan material. Perusahaan melakukan implementasi perbaikan dan mendapat peningkatan nilai *sigma* sebesar 2,99. Penelitian ini mendasari penelitian sekarang untuk membandingkan penggunaan *checksheet* sebagai hasil laporan produksi.

Ghiffari dkk (2013) melakukan penelitian mengenai analisis *six sigma* untuk mengurangi jumlah cacat di stasiun kerja sablon di CV. Miracle. Tujuan dari penelitian ini adalah mengurangi jumlah cacat di stasiun kerja sablon. Stasiun kerja sablon merupakan stasiun kerja kritis, karena menghasilkan cacat paling banyak. Jumlah cacat yang paling banyak terdiri dari cacat warna leber dan cacat

terkelupas. Penelitian ini menggunakan *Failure Mode Effect Analysis*, sehingga diperoleh sumber cacat sablon berasal dari metode penjemuran yang tidak sempurna dan penggunaan *tinner* yang tidak tepat. Perbaikan dilakukan dengan perancangan eksperimen dengan merancang *standard operational procedure*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat peningkatan nilai sigma dari 1,3 menjadi 2,05, serta penurunan *cost of poor quality* dari Rp 417.920,- menjadi Rp 205.042,-. Penelitian ini menjadi dasar penelitian sekarang untuk membandingkan usulan rancangan SOP (*Standard Operational Procedure*).

Christianawati (2015) melakukan penelitian mengenai pengendalian kualitas roti dengan metode *seven steps* menggunakan *old* dan *new seven tools* di Berly Bakery. Tujuan dari penelitian ini adalah mengurangi jumlah kecacatan roti dengan memberikan usulan perbaikan berkaitan permasalahan tersebut. Penelitian ini menggunakan *old* dan *new seven tools* dalam menganalisis permasalahan, antara lain *x* dan *R chart*, diagram *fishbone*, dan lain-lain. Dari penelitian tersebut terlihat bahwa jenis cacat yang terbesar yaitu roti ukuran tidak seragam. Oleh karena itu, pada penelitian ini diusulkan pembuatan cetakan roti serta SOP berkaitan dengan proses pembuatan roti. Hasil penelitian memberikan penurunan persentase kecacatan ukuran roti tidak seragam dari sebesar 9,47% menjadi 0%. Penelitian ini mendasari penelitian sekarang untuk melakukan penurunan jumlah cacat produk dengan menggunakan metode *seven steps*.

Polomarto dkk (2013) melakukan penelitian mengenai implementasi pengendalian kualitas pada proses produksi karton kotak makan duplex 22 x 22 x 8 cm di UD. Wing On Surabaya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi dan solusi atas masalah kecacatan yang terjadi pada UD Wing On. Pengendalian kualitas yang dilakukan menggunakan *Check Sheet*, diagram pareto, peta kendali (*p-chart*), diagram sebab akibat, dan tabel FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*). Produksi karton kotak makan duplex 22 x 22 x 8 cm masih di luar batas kendali, sehingga diusulkan desain *Check Sheet* yang baru agar pencatatan lebih efektif dan efisien, memperketat pengawasan terhadap karyawan, pemeriksaan stok bahan baku, dan melakukan perawatan pada peralatan dan mesin setelah digunakan. Penelitian ini mendasari penelitian sekarang untuk melakukan analisis menggunakan FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*).

Roth dan Franchetti (2010) melakukan penelitian mengenai perbaikan proses pada operasi cetak menggunakan pendekatan *Lean Six Sigma* DMAIC. Tujuan dari penelitian ini adalah mengurangi pemborosan proses dan meningkatkan kapasitas produksi agar dapat memenuhi permintaan pasar. Penelitian ini menggunakan Metode *Six Sigma* DMAIC. Pada fase *define*, ditemukan bahwa alah satu pemborosan proses disebabkan karena permasalahan kualitas dari material untuk membuat *sample boards* yang membutuhkan proses inspeksi oleh operator. Selain itu, terdapat pemborosan yang terjadi berupa waktu tunggu *printer* dan waktu ketika operator masih melakukan *setups*. Pada fase *measure*, dilakukan pengukuran *delay*, studi waktu, serta studi *sampling* pekerjaan. *Tools* yang digunakan antara lain adalah diagram pareto. Pada fase *analyze*, dilakukan evaluasi *layout*, penyimpanan material, dan *material handling*, peta manusia-mesin, serta standarisasi pekerjaan. Pada fase *improve*, dilakukan perhitungan maksimum *output*, perbaikan *layout* pabrik, peta manusia-mesin, proses inspeksi, serta menerapkan *e-kanban*. Pada fase *control*, dibuat SOP untuk operator *printer* agar dapat mengurangi variasi proses. Melalui pendekatan *Lean Six Sigma*, perusahaan dapat menentukan jumlah pekerja yang optimal untuk meminimasi biaya tenaga kerja, serta mengurangi jumlah cacat produksi dan meningkatkan kualitas dari produk jadi.

Selejdak (2009) melakukan penelitian mengenai penggunaan metode FMEA untuk mengevaluasi kualitas produk. Penelitian ini dilakukan pada produksi kain tenun. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi jenis ketidaksesuaian pada produk, dan menganalisis menggunakan metode FMEA. Ketidaksesuaian pada kain tenun dapat digolongkan menjadi 2 jenis, yaitu kualitas tenun dan kualitas *finishing*. Perusahaan menetapkan nilai kritis sebesar 120 untuk RPN. Dari analisis menggunakan FMEA, tindakan perbaikan yang dilakukan ada pada nilai RPN di atas 120, yaitu untuk *weft errors* (270), bergaris (200), ketidaksesuaian warna (196), dan *undershoot* (150). Oleh karena itu tindakan perbaikan yang perlu dilakukan adalah melakukan inspeksi pada proses produksi, serta menaati instruksi teknis. Parameter mesin serta *setting* peralatan harus konsisten dan terdokumentasi. Adanya kesinambungan antara kontrol operasi, *maintenance*, serta inspeksi dapat memotivasi pekerja untuk menaati parameter teknis sehingga dapat mengurangi ketidaksesuaian dalam proses produksi.

Tabel 2.1. Perbandingan Penelitian

Variabel Pembanding	Penelitian Terdahulu							Penelitian Sekarang Esther Febeyani (2015)
	Parwati (2012)	Hermawan (2013)	Ghiffari (2013)	Christianawati (2015)	Polomarto (2013)	Roth dan Franchetti (2010)	Selejdak (2009)	
Tujuan Penelitian	Mengendalikan kualitas produk dengan menurunkan jumlah cacat produk	Melakukan implementasi pengendalian kualitas pada perusahaan sehingga jumlah kecacatan menurun dengan batas toleransi kecacatan sebesar 5%	Mengurangi jumlah cacat di stasiun kerja sablon	Mengurangi jumlah kecacatan roti dan memberikan usulan perbaikan terhadap permasalahan kecacatan roti	Memberikan informasi dan solusi atas masalah kecacatan yang terjadi	Mengurangi pemborosan proses dan meningkatkan kapasitas produksi	Mengevaluasi jenis ketidaksesuaian pada produk, dan menganalisis menggunakan metode FMEA	Mengevaluasi kualitas produk sebelum dan sesudah implementasi perbaikan melalui analisis tingkat kecacatan produk, penyebab terjadinya cacat
Obyek Penelitian	Sarung tangan	<i>Lens for wash door</i>	Tas dan tempat pensil	Roti	Karton kotak makan duplex 22x22x8 cm	<i>Printing Sample Boards</i>	Kain tenun	Buku <i>Softcover</i>
Metode	<i>Seven Tools, Kaizen</i>	<i>Six Sigma DMAIC</i>	<i>Six Sigma</i>	<i>Seven Steps</i>	<i>Tools of Quality</i>	<i>Lean Six Sigma DMAIC</i>	<i>FMEA</i>	<i>Seven Steps, Seven Tools</i>

Tabel 2.1. Lanjutan

Variabel Pembanding	Penelitian Terdahulu							Penelitian Sekarang Esther Febeyani (2015)
	Parwati (2012)	Hermawan (2013)	Ghiffari (2013)	Christianawati (2015)	Polomarto (2013)	Roth dan Franchetti (2010)	Selejdak (2009)	
Lokasi	PT. Adi Satria Abadi (PT. ASA)	PT. Surya Milinia Abaadi Mojokerto	CV. Miracle	Berly Bakery	UD. Wing On Surabaya	Perusahaan <i>printing</i> dan <i>visual arts</i> di Toledo, Ohio	-	PT. Macanan Jaya Cemerlang Klaten
<i>Improvement Tools</i>	Menerapkan gerakan 5S sesuai dengan konsep <i>Kaizen, quality tools</i>	Menetapkan rencana tindakan berdasarkan 5W 1H, rekomendasi <i>checksheet</i>	FMEA (<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>), merancang SOP (<i>Standard Operational Procedure</i>)	<i>Old dan new seven tools</i> , merancang SOP	FMEA (<i>Failure Mode Effect Analysis</i>)	Diagram Pareto, SOP, <i>checksheet</i>	FMEA	FMEA (<i>Failure Mode Effect Analysis</i>)

2.2. Landasan Teori

2.2.1. Definisi Kualitas

Kualitas sebuah produk yang diterima konsumen merupakan salah satu kekuatan terpenting yang menentukan keberhasilan, perkembangan, dan keberlanjutan suatu perusahaan. Kualitas produk merupakan segala sesuatu yang diinginkan dan dikehendaki pelanggan. Produk yang dihasilkan harus memiliki kualitas yang bagus, sehingga pelanggan puas dan tetap loyal terhadap produk yang dihasilkan (Prihantoro, 2012).

Berikut ini merupakan definisi dan konsep kualitas menurut para ahli yang dikutip dalam Prihantoro (2012) :

a. Joseph M. Juran

Kualitas sebagai kecocokan untuk pemakaian (*fitness for use*). Definisi ini menekankan orientasi pada pemenuhan harapan pelanggan.

b. Kaoru Ishikawa

Berpendapat bahwa mutu berarti kepuasan pelanggan. Dengan demikian, setiap proses dalam organisasi memiliki pelanggan.

c. Philip B. Crosby

Kualitas merupakan kesesuaian terhadap spesifikasi. Kesesuaian dengan kebutuhan yang meliputi *availability*, *delivery*, *reliability*, *maintainability*, dan *cost effectiveness*. Crosby dalam mencapai mutu menekankan pentingnya melibatkan setiap orang dalam organisasi proses, dengan jalan menekankan kesesuaian terhadap permintaan atau spesifikasi. Pengertian mutu Crosby kemudian lebih ditekankan pada aspek *zero defect*.

d. W. Edwards Deming

Kualitas harus bertujuan memenuhi kebutuhan pelanggan sekarang dan di masa mendatang. Penekanan utamanya adalah perbaikan dan pengukuran mutu secara terus menerus sehingga dikenal dengan konsep pengendalian mutu statistik (*statistical process control*).

Berdasarkan definisi tersebut, dapat disimpulkan bahwa kualitas merupakan kesesuaian terhadap spesifikasi yang berkaitan dengan kebutuhan pelanggan (*customer requirements*).

Karakteristik kualitas dapat dikelompokkan menjadi 2, yaitu variabel dan atribut (Mitra, 1998). Karakteristik kualitas yang dapat diukur dan dapat dinyatakan dalam skala numerik disebut variabel. Misalnya diameter yang diukur dalam satuan millimeter, massa jenis suatu zat cair yang diukur dalam satuan gram per

sentimeter kubik, dan resistansi yang diukur dalam satuan ohm. Sedangkan karakteristik kualitas yang tidak dapat diukur dan dinyatakan dalam skala numerik disebut variabel. Misalnya bau dari sebuah parfum yang dikategorikan bau atau tidak.

Beberapa istilah dalam kualitas adalah sebagai berikut (Mitra, 1998) :

a. *Nonconformity*

Nonconformity merupakan karakteristik kualitas yang tidak memenuhi dengan spesifikasi atau standar yang telah ditentukan.

b. *Nonconforming*

Nonconforming dapat diartikan ketika suatu produk memiliki satu atau lebih *nonconformities* sehingga produk tidak memenuhi standar dan tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya.

c. *Defect*

Defect atau cacat merupakan suatu kriteria yang berkaitan dengan karakteristik kualitas yang tidak sesuai dengan standar yang ditentukan.

d. Spesifikasi

Spesifikasi merupakan suatu pernyataan yang tepat untuk merumuskan kebutuhan dari konsumen, yang berkaitan dengan produk, proses, atau jasa.

2.2.2. Dimensi Kualitas

Menurut Besterfield (1990), kualitas memiliki 9 dimensi, yaitu :

a. *Performance*

Performansi merupakan karakteristik utama dari sebuah produk. Misalnya tingkat kecerahan dari sebuah gambar.

b. *Features*

Features merupakan karakteristik sekunder atau pelengkap.

c. *Conformance*

Konformasi merupakan kesesuaian produk dengan spesifikasi yang telah ditentukan.

d. *Reliability*

Kehandalan merupakan konsistensi dari performansi yang dilakukan dari waktu ke waktu.

e. *Durability*

Daya tahan merupakan ukuran masa pakai suatu produk.

f. *Service*

Kemampuan pelayanan merupakan karakteristik yang berkaitan dengan kecepatan, kemudahan, kompetensi, dan akurasi dalam melakukan reparasi.

g. *Response*

Respon merupakan karakteristik yang berkaitan dengan antar muka, kesopanan.

h. *Aesthetics*

Estetika merupakan karakteristik yang berkaitan dengan sensor, keindahan, atau daya tarik.

i. *Reputation*

Reputasi merupakan karakteristik yang berkaitan dengan performansi sebelumnya yang dirasakan oleh konsumen terhadap produk tersebut.

Dimensi kualitas tersebut dapat bersifat independen. Sebuah produk dapat memenuhi suatu dimensi secara sempurna dan bisa juga buruk dalam dimensi yang lain. Dimensi kualitas dapat diterjemahkan ke dalam kebutuhan akan pengembangan suatu produk baru atau perbaikan dari produk yang sudah ada.

2.2.3. Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas adalah aktivitas untuk menjaga, mengarahkan, dan mempertahankan kualitas produk dari suatu perusahaan sehingga perusahaan dapat menghasilkan produk sesuai standar yang telah ditentukannya dan produk tersebut dapat diterima oleh konsumen (Hermawan, 2013:1).

Menurut Mitra (1998), tujuan dari pengendalian kualitas antara lain sebagai berikut:

- a. Meningkatkan kualitas suatu produk atau jasa.
- b. Melakukan evaluasi dan modifikasi terhadap kebutuhan konsumen yang selalu berubah secara terus menerus.
- c. Meningkatkan produktivitas sehingga dapat mengurangi *scrap* maupun *rework*.
- d. Mengurangi biaya *rework*.
- e. Meningkatkan ketepatan *lead time* sehingga dapat menjalin relasi yang lebih baik dengan konsumen.

- f. Menjaga kondisi lingkungan di mana setiap orang berusaha untuk meningkatkan kualitas dan produktivitas.

Pengendalian kualitas dapat digolongkan menjadi tiga kelompok, yaitu pengendalian kualitas secara *off-line*, pengendalian proses statistik, dan *acceptance sampling plans*. Prosedur pengendalian kualitas *off-line* dilakukan dengan pengukuran untuk memilih produk yang akan diamati dan parameter-parameter proses di mana penyimpangan antara produk atau hasil proses dengan standar atau spesifikasi dapat diminimalkan. Pengendalian proses statistik dilakukan dengan membandingkan hasil dari sebuah proses atau jasa dengan standar dan mengambil tindakan perbaikan akibat adanya ketidaksesuaian antara keduanya. Selain itu, pengendalian proses statistik juga menentukan apakah suatu proses dapat menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Pengendalian proses statistik secara *on-line* berarti bahwa informasi mengenai produk, proses, dan jasa digabungkan jika diperlukan. Ketika *output* berbeda dengan nilai yang sudah ditentukan, tindakan perbaikan harus dilakukan pada tahap operasional. *Acceptance sampling plans* menginspeksi sebuah produk atau jasa dengan mengambil beberapa sampel sesuai dengan keputusan persentase yang telah ditentukan.

Menurut Juran (1993), pengendalian kualitas dilakukan dengan tahap sebagai berikut :

- a. Menentukan subyek kontrol
Memilih karakteristik produk yang akan dikendalikan agar produk memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan.
- b. Menentukan satuan pengukuran
Berdasarkan karakteristik kualitas yang telah dipilih untuk dikendalikan perlu dilakukan penentuan satuan pengukuran yang sesuai.
- c. Menentukan tujuan dari subyek kontrol
Setiap subyek kontrol harus memiliki target kualitas. Misalnya tingkat error suatu pada suatu departemen ditargetkan maksimum sebanyak 2 dari 100 dokumen.
- d. Membuat *sensor* yang dapat mengukur subyek kontrol dalam satuan pengukuran
Sensor dirancang untuk menyediakan informasi berkaitan satuan pengukuran yang dilakukan.
- e. Melakukan pengukuran terhadap performansi aktual

- f. Menghitung perbedaan antara performansi aktual dengan tujuan (standar)
Membandingkan hasil pengukuran antara performansi aktual dengan standar dan memutuskan tindakan yang perlu dilakukan jika terdapat perbedaan yang signifikan.
- g. Melakukan tindakan yang diperlukan terhadap perbedaan yang terjadi

2.2.4. Seven Steps Method

Seven steps method merupakan suatu pendekatan terstruktur yang digunakan untuk memecahkan masalah dan perbaikan proses (Mitra, 1998). Metode *Seven steps* adalah sebagai berikut :

- a. Menentukan masalah
 - i. Menentukan permasalahan berdasarkan perbedaan apa yang terjadi dengan apa yang seharusnya terjadi.
 - ii. Memberikan alasan mengapa permasalahan tersebut dianggap penting.
 - iii. Menentukan data yang akan digunakan untuk melakukan pengukuran.
- b. Mempelajari situasi sekarang
 - i. Menentukan data yang menjadi *baseline* dan memetakannya. Dapat digunakan *run chart* atau peta kendali.
 - ii. Membuat *flow charts* (diagram alir proses).
 - iii. Menyediakan sketsa atau gambar proses.
 - iv. Mengidentifikasi semua variabel yang mungkin berpengaruh terhadap masalah tersebut. Dapat menggunakan pertanyaan berbentuk apa, di mana, untuk apa, dan siapa.
 - v. Merancang alat pengumpulan data.
 - vi. Mengumpulkan data dan meringkas variabel-variabel yang mempengaruhi permasalahan.
 - vii. Menentukan informasi tambahan yang dapat membantu.
- c. Menganalisis penyebab potensial dari permasalahan
 - i. Menentukan penyebab potensial dari situasi sekarang.
 - ii. Menentukan apakah dibutuhkan data tambahan.
 - iii. Jika dimungkinkan, melakukan pemeriksaan faktor penyebab melalui observasi atau mengendalikan faktor penyebab secara langsung.
- d. Mengimplementasikan solusi permasalahan
 - i. Membuat daftar solusi permasalahan.

- ii. Memutuskan solusi yang akan dicoba.
- iii. Menentukan bagaimana solusi tersebut akan dilakukan.
- iv. Mengimplementasikan solusi permasalahan.
- e. Memeriksa hasil dari pelaksanaan solusi permasalahan
 - i. Menentukan apakah solusi permasalahan dapat dilakukan secara efektif.
 - ii. Mendeskripsikan penyimpangan yang terjadi antara rencana dengan pelaksanaannya.
- f. Menetapkan standar perbaikan
 - i. Melakukan standarisasi terhadap perbaikan yang dilakukan.
- g. Membuat rencana selanjutnya
 - i. Menentukan rencana selanjutnya yang akan dilakukan.
 - ii. Membuat ringkasan dari pengalaman tim proyek dan membuat rekomendasi untuk tim proyek selanjutnya.

Secara keseluruhan, tujuan dari metode *seven steps* adalah untuk memfasilitasi perbaikan proses secara terus menerus.

2.2.5. Seven Quality Control Tools

Seven quality control tools merupakan kumpulan alat-alat yang dipakai dalam manajemen kualitas yang biasanya digunakan dalam metode *seven steps of quality improvement*. 7 QC tools terdiri dari (Magar, 2014) :

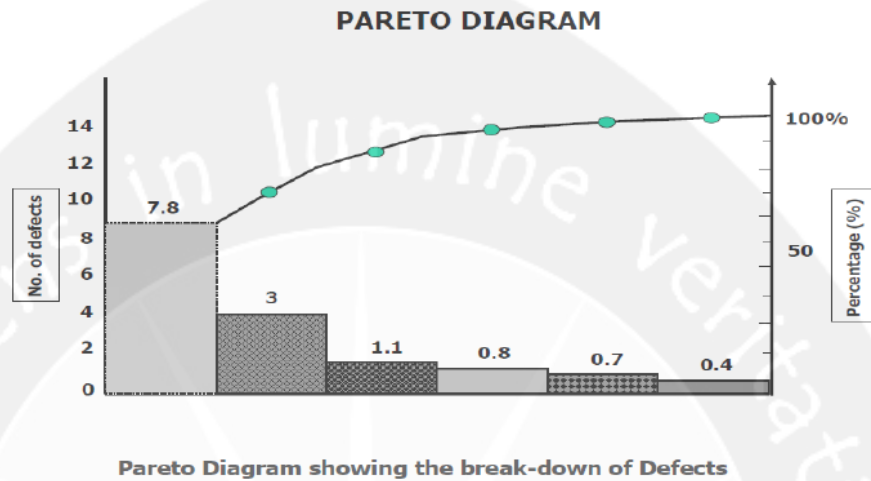
a. Diagram Pareto

Diagram pareto merupakan sebuah diagram yang mengurutkan data dari kiri ke kanan berdasarkan banyaknya kejadian (Besterfield, 1990). Alat ini digunakan dalam *Statistical Process Control* dan perbaikan kualitas untuk memprioritaskan proyek perbaikan, mengidentifikasi produk yang paling banyak mendapatkan keluhan, serta mengidentifikasi penyebab terbanyak dari penolakan suatu produk. Prinsip dari Pareto dikenal sebagai aturan 80/20, yaitu 80% masalah atau kerugian disebabkan oleh 20% dari masalah kualitas.

Menurut Besterfield (1990), terdapat 6 langkah dalam membuat diagram pareto, yaitu :

- i. Menentukan metode dalam mengklasifikasikan data, berdasarkan permasalahan, penyebab, jenis kecacatan, dan sebagainya.
- ii. Menentukan frekuensi yang digunakan untuk mengurutkan data.

- iii. Mengumpulkan data dalam interval waktu yang sesuai.
- iv. Meringkas data dan mengurutkan kategori dari yang terbesar hingga terkecil.
- v. Menghitung persentase kumulatif.
- vi. Membuat diagram pareto.



Gambar 2.1. Diagram Pareto

Sumber : Girish (2013)

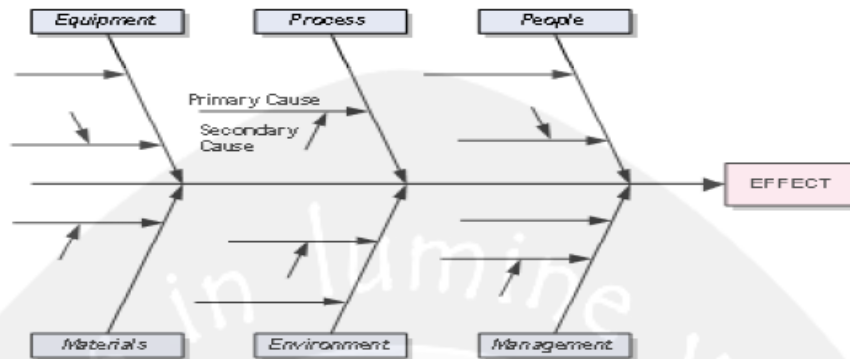
b. Diagram Sebab Akibat

Diagram sebab akibat merupakan sebuah diagram yang terdiri dari garis dan simbol yang menunjukkan hubungan antara sebab dan akibat. Diagram ini diciptakan oleh Dr. Kaoru Ishikawa pada tahun 1943, dan dikenal sebagai diagram Ishikawa. Diagram ini digunakan untuk menganalisis akibat buruk dan mengambil tindakan untuk memperbaiki penyebabnya atau menganalisis akibat baik dan mempelajari penyebabnya. Akibat yang terjadi merupakan karakteristik kualitas yang memerlukan perbaikan. Sedangkan penyebabnya dapat digolongkan ke dalam penyebab utama, dilihat dari metode kerja, material, pengukuran, manusia, dan lingkungan (Besterfield, 1990).

Langkah-langkah dalam membuat diagram sebab akibat :

- i. Menentukan akibat (*effect*) berupa permasalahan dan meletakkan pada bagian paling kanan dari diagram.
- ii. Menentukan penyebab utama dari permasalahan.
- iii. Melakukan *brainstorming* untuk menentukan penyebab-penyebab lain yang mungkin.

- iv. Setelah diagram telah dibuat, melakukan analisis dan menentukan penyebab-penyebab yang penting.



Gambar 2.2. Diagram Sebab Akibat

Sumber : Magar (2014)

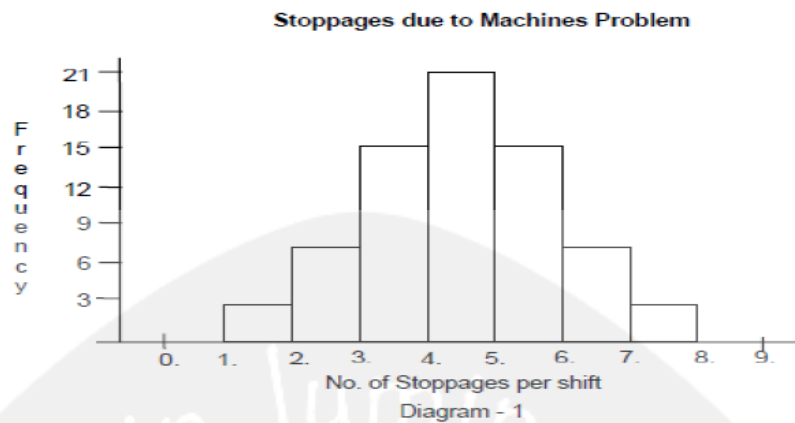
c. Histogram

Histogram terdiri dari kumpulan persegi yang menunjukkan frekuensi di tiap kategori. Histogram merupakan alat yang digunakan untuk menunjukkan variasi dalam proses, dan digunakan untuk :

- i. Menentukan kapabilitas proses
- ii. Membandingkan dengan spesifikasi
- iii. Memberikan saran terhadap bentuk populasi
- iv. Melakukan indikasi adanya perbedaan dalam data (*gaps*)

Langkah-langkah dalam membuat histogram adalah sebagai berikut :

- i. Mengumpulkan data dan membuat tabulasi data
- ii. Menentukan *range* data
- iii. Menentukan interval dari tiap kelas
- iv. Menentukan titik tengah dari tiap kelas
- v. Menentukan batas kelas
- vi. Menghitung frekuensi dari tiap kelas



Gambar 2.3. Histogram

Sumber : Girish (2013)

d. *Control Charts* (Peta Kendali)

Peta kendali digunakan untuk menganalisis suatu proses karena grafik ini dapat mendeteksi penyimpangan masalah dengan bantuan suatu standar. Standar yang digunakan antara lain adalah batas kendali atas, batas kendali bawah, dan garis tengah (rata-rata proses).

Peta kendali dapat digunakan untuk pemecahan masalah dan perbaikan kualitas. Perbaikan kualitas dapat terjadi ketika adanya kondisi di luar batas kendali karena penyebab khusus yang dapat diidentifikasi, maka dapat dilakukan tindakan perbaikan sehingga proses menjadi stabil. Selain itu, peta kendali merupakan pembuat keputusan yang baik, karena pola dari titik-titik yang diplotkan dapat menunjukkan apakah kondisi berarti baik, buruk, atau tidak berpengaruh dalam proses.

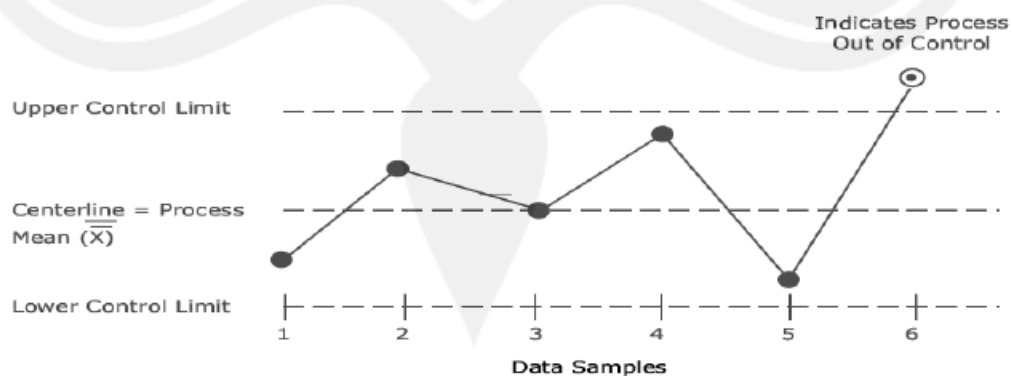


Figure 13. Control Chart

Gambar 2.4. Peta Kendali

Sumber : Alion Science and Technology (2004)

e. *Scatter Diagrams*

Scatter diagram atau diagram pencar merupakan diagram yang menunjukkan hubungan atau korelasi antara penyebab dan akibat. Terdapat korelasi yang mungkin terjadi, yaitu :

i. Korelasi positif

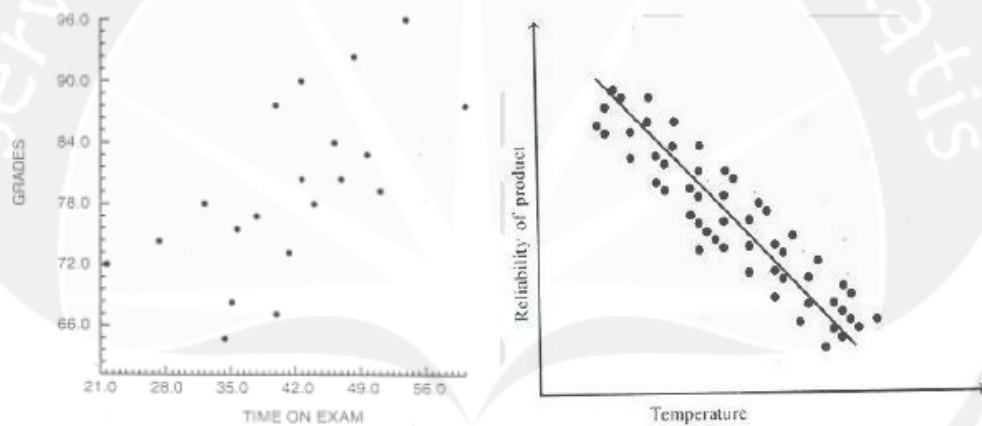
Korelasi positif terjadi ketika variabel x (penyebab) meningkat, maka variabel y (akibat) juga meningkat.

ii. Korelasi negatif

Korelasi negatif terjadi ketika variabel x (penyebab) meningkat, maka variabel y (akibat) akan menurun.

iii. Tidak ada korelasi

Tidak adanya korelasi antara penyebab dan akibat, sehingga tidak berpengaruh.



Gambar 2.5. Scatter Diagram

Sumber : Magar (2014)

f. *Flow Chart*

Flow chart atau diagram alir merupakan diagram yang menunjukkan langkah-langkah atau urutan suatu proses. Diagram ini memudahkan untuk menunjukkan sistem secara keseluruhan, mengidentifikasi titik permasalahan yang potensial, dan meletakkan aktivitas kontrol.

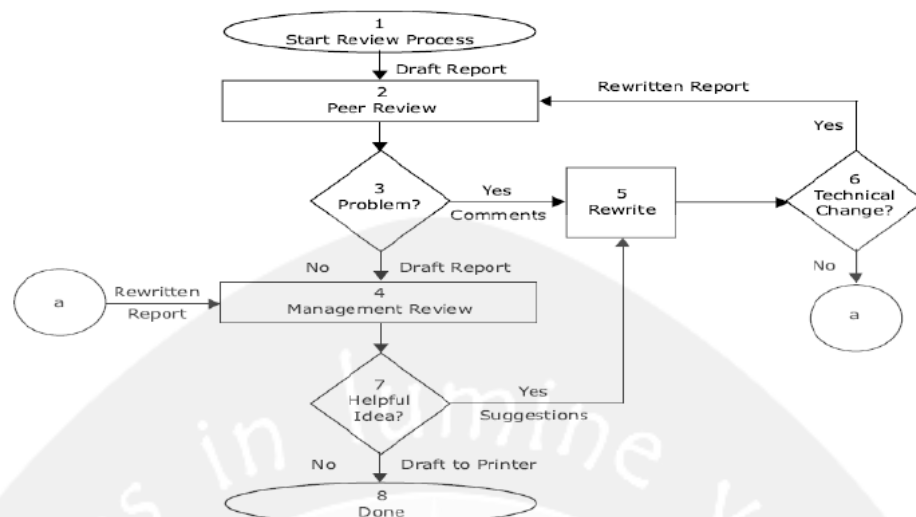


Figure 1. Flow Chart of Review Process

Gambar 2.6. Flow Chart

Sumber : Alion Science and Technology (2004)

g. *Check Sheets*

Check sheet merupakan alat yang digunakan untuk mengumpulkan data. Data ditampilkan dalam sebuah *form* sehingga data dapat lebih mudah digunakan dan dianalisis.

Defect	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Total
Solder	I	II		I		4
Part	II		I	II	I	6
Not-to-Print	III	II	I	III	II	11
Timing		I	I		I	3
Other		I				1

Gambar 2.7. Checksheet

Sumber : Alion Science and Technology (2004)

2.2.5. u-chart

u-chart merupakan peta kendali atribut yang digunakan untuk menghitung *number of nonconformities per unit*. *u-chart* asal mulanya dibentuk dari inspeksi produk 100%. Kenyataannya, produk yang diproduksi selalu tidak sama sehingga ukuran sampel tidak konstan. Hal tersebut mengakibatkan variasi batas kendali akan sesuai dengan ukuran sampel masing-masing subgroup (Montgomery, 1991).

Perhitungan untuk menentukan *average number of nonconformities per unit* untuk ukuran sampel yang berbeda dapat dilihat pada persamaan 2.1.

$$u = \frac{c_i}{n_i} \quad (2.1)$$

Perhitungan CL, UCL, dan LCL dan $\bar{u}$ dapat dilihat pada persamaan 2.2 sampai 2.5.

$$CL = \bar{u} \quad (2.2)$$

$$UCL = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n_i}} \quad (2.3)$$

$$LCL = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n_i}} \quad (2.4)$$

$$\bar{u} = \frac{\sum c_i}{\sum n_i} \quad (2.5)$$

Keterangan :

u = number of nonconformities per unit_i

n_i = ukuran sampel

c_i = jumlah nonconformities

$\bar{u}$ = average number of nonconformities per unit

2.2.6. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Failure Modes and Effects Analysis merupakan sebuah metode sistematis yang berisi tentang kegagalan potensial dari sebuah produk atau proses yang diidentifikasi, dianalisis, dan didokumentasikan.

FMEA terdiri dari *process FMEA* (PFMEA) dan *design FMEA* (DFMEA). PFMEA digunakan untuk menganalisis *manufacturing* atau *assembly*, dan proses lain yang berfokus pada input proses. DFMEA digunakan untuk menganalisis pada fase perancangan yang bertujuan untuk meningkatkan desain.

Menurut Yang dan El-Haik (2003), langkah untuk implementasi PFMEA yaitu :

- a. Menentukan lingkup dan tahapan prosesnya.
- b. Mengidentifikasi *potential failure mode*. *Failure mode* adalah pernyataan fakta yang mendeskripsikan apa yang terjadi ketika sistem, proses, komponen berpotensi untuk gagal memenuhi spesifikasi desain atau persyaratan performansi.

- c. Mengidentifikasi *potential failure effects*. *Effect* merupakan deskripsi mengenai hal apa yang akan terjadi pada pengguna akibat dari kegagalan.
- d. Mengidentifikasi *severity*. *Severity* merupakan ukuran subjektif yang mengindikasikan seberapa buruk atau serius atas efek yang ditimbulkan akibat terjadinya kegagalan. *Severity* diberikan nilai pada skala 1-10 yang berinterpretasi apabila nilai semakin tinggi, *effect* yang diberikan semakin buruk. *Rating* nilai *severity* dapat dilihat pada tabel.

Tabel 2.2. Rating Nilai Severity

Rating	Effect	Deskripsi
1	<i>Neglible severity</i>	Pengguna produk tidak akan memperhatikan kegagalan ini.
2	<i>Mid severity</i>	Efek yang dirasakan bersifat ringan, pengguna tidak merasakan perubahan kinerja produk.
3		
4	<i>Moderate severity</i>	Pengguna akan merasakan penurunan kinerja namun masih berada dalam batas toleransi.
5		
6		
7	<i>High severity</i>	Pengguna merasakan dampak buruk yang tidak dapat diterima dan berada di luar batas toleransi.
8		
9	<i>Potential safety problem</i>	Dampak yang ditimbulkan sangat berbahaya bagi keselamatan dan bertentangan dengan hukum yang berlaku
10		

- e. Menentukan penyebab potensial yang menimbulkan terjadinya kegagalan.
- f. Menentukan probabilitas munculnya kejadian atau *occurance*. *Occurance* dihitung berdasarkan peluang munculnya kejadian gagal dari total kemungkinan yang terjadi. *Rating* untuk nilai *occurance* dapat dilihat pada tabel.

Tabel 2.3. Rating Nilai Occurance

Rating	Kategori	Peluang muncul	Nilai
1	<i>Remote</i>	1 dalam 1000000	0.0001%
2	<i>Low</i>	1 dalam 200000	0.0005%

Tabel 2.3. Lanjutan

Rating	Kategori	Peluang muncul	Nilai
3	Moderate	1 dalam 40000	0.0025%
4		1 dalam 10000	0.01%
5		1 dalam 4000	0.025%
6	High	1 dalam 80	1.25%
7		1 dalam 40	2.5%
8		1 dalam 20	5%
9	Very high	1 dalam 8	12.5%
10		1 dalam 2	50%

- g. Mengidentifikasi tindakan pengawasan yang dilakukan saat ini. Apabila saat ini tidak ada tindakan, maka diberikan tindakan perbaikan. Apabila tindakan yang ada saat ini masih menimbulkan kegagalan, maka dibuat tindakan perbaikan yang baru. Tindakan pengawasan ini dibuat untuk mendeteksi kegagalan yang terjadi.
- h. Menentukan *detection*. Deteksi merupakan *rating* subjektif berdasarkan kemungkinan sistem untuk mendeteksi kegagalan dan penyebabnya yang terjadi. *Rating detection* dapat dilihat pada tabel 2.4.

Tabel 2.4. Rating Nilai Detection

Rating	Deskripsi	Peluang muncul	Nilai
1	Deteksi sangat efektif. Tidak akan ada kesempatan bagi penyebab untuk muncul lagi.	1 dalam 1000000	0.0001%
2	Kemungkinan penyebab untuk muncul sangat rendah.	1 dalam 200000	0.0005%
3		1 dalam 40000	0.0025%
4	Kemungkinan penyebab untuk muncul bersifat sedang, kadang-kadang penyebab itu terjadi.	1 dalam 10000	0.01%
5		1 dalam 4000	0.025%
6		1 dalam 80	1.25%
7	Kemungkinan penyebab untuk muncul masih tinggi. Metode deteksi kurang efektif karena penyebab sering terjadi.	1 dalam 40	2.5%
8		1 dalam 20	5%

Tabel 2.4. Lanjutan

Rating	Deskripsi	Peluang muncul	Nilai
9	Kemungkinan penyebab untuk muncul sangat tinggi.	1 dalam 8	12.5%
10	Penyebab selalu terjadi karena metode deteksi tidak efektif.	1 dalam 2	50%

i. Menghitung *risk priority number* (RPN)

RPN merupakan skor hasil kalkulasi yang menunjukkan level resiko kegagalan sehingga menjadi prioritas untuk ditingkatkan apabila skor RPN tinggi. Nilai hasil perhitungan RPN berkisar antara 1 sampai 1000.

Perhitungan RPN :

$$\text{RPN} = \text{SEV} \times \text{OCC} \times \text{DET} \quad (2.6)$$

j. Melaksanakan tindakan rekomendasi untuk perbaikan berdasarkan hasil RPN dan tindakan pengawasan yang baru.

k. Menganalisis ulang PFMEA setelah proses pengimplementasian perbaikan untuk mengetahui apakah terjadi penurunan resiko kegagalan atau tidak.

2.2.7. Attribute Agreement Analysis

Measurement system analysis berguna untuk mengkualifikasikan proses pengukuran, mengidentifikasi serta mengestimasi proses *error*. Karakteristik kualitas yang tidak dapat diukur dapat digolongkan menjadi 2 kategori, yaitu *conforming* dan *nonconforming* (Borrer, 2008).

Data atribut yang dipengaruhi oleh tingkat subjektivitas tiap orang dapat distandarkan melalui suatu standar dan diverifikasi dengan MSA (Pyzdek, 2003).

Sistem pengukuran dapat digolongkan dalam kondisi :

a. Akurasi

Akurasi merupakan penilaian kualitatif yang menunjukkan perbedaan antara pengukuran yang dilakukan dengan nilai aktual. Pada MSA atribut, pengukuran akurasi dapat dilihat melalui *each appraisers versus standard* dan *all appraisers versus standard*.

b. Presisi

Presisi merupakan variasi yang muncul ketika dilakukan pengukuran berulang terhadap obyek yang sama dengan sistem pengukuran yang sama. Terdapat 2 komponen dari presisi, yaitu :

i. *Repeatability*

Variasi yang muncul ketika orang yang sama melakukan pengukuran menggunakan alat yang sama secara berulang. Variasi yang muncul disebabkan oleh alat pengukuran.

ii. *Reproducibility*

Variasi yang muncul ketika orang yang berbeda melakukan pengukuran menggunakan alat ukur yang sama pada obyek yang sama. Variasi muncul disebabkan oleh sistem pengukuran.

Sistem pengukuran yang baik dapat dilihat melalui persentase kesepakatan antar inspektor maupun terhadap standar yang ada. Tingkat kesepakatan dapat dilihat melalui koefisien *kappa*, yaitu koefisien kesepakatan antar inspektor atau inspektor terhadap standar dengan penilaian berupa data nominal. Koefisien *kappa* bernilai antara -1 hingga +1, dengan ketentuan sebagai berikut :

- a. Nilai koefisien *kappa* mendekati +1, berarti antar inspektor memiliki kesepakatan yang hampir sama.
- b. Nilai koefisien *kappa* bernilai 0, berarti kesepakatan hanya terjadi pada saat kebetulan saja.
- c. Nilai koefisien *kappa* mendekati -1, berarti antar inspektor memiliki kesepakatan yang bertolakbelakang.

Selain dengan melihat koefisien *kappa*, uji Z juga dapat digunakan untuk mengambil keputusan mengenai signifikansi koefisien *kappa*. Apabila *p-value* bernilai lebih kecil dari tingkat signifikansi, maka koefisien *kappa* signifikan (Fleiss, 1981).