

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Creswell (2012) dalam Sugiyono (2019) menjelaskan bahwa tinjauan pustaka atau studi literatur adalah ringkasan tertulis dari jurnal, artikel, buku-buku, dan dokumen lain, yang berisi tentang uraian informasi masa lalu atau sekarang yang relevan dengan judul penelitian. Studi literatur bermanfaat untuk menjelaskan tentang pentingnya penelitian serta permasalahannya pada masa lalu.

Beberapa penelitian terhadap pengendalian kualitas beserta usulan perbaikannya telah dilakukan di masa lalu dengan menggunakan berbagai metode. Metode yang digunakan di antaranya adalah metode *Statistical Process Control*, metode *Taguchi*, metode *Kaizen*, metode DMAIC, metode FMEA, dan juga terdapat penggunaan secara kombinasi antara metode-metode tersebut. Penelitian tersebut di antaranya adalah pengendalian kualitas plastik oleh Insani *et al.* (2020), pengendalian kualitas kemasan botol plastik oleh Wirawati (2019), pengendalian kualitas produk air minum dalam kemasan oleh Refangga *et al.* (2018), pengendalian kualitas pada produk kopi oleh Desianti (2019), pengendalian kualitas pada proses *hot press* untuk produk sepatu oleh Bastuti *et al.* (2018), pengendalian kualitas pada produk peralatan kamar mandi oleh Solihudin & Kusumah (2017), pengendalian kualitas pada produk *carton box* oleh Rahman & Perdana (2021) serta Nasution & Sodikin (2018). Selain itu, terdapat penelitian mengenai pengendalian kualitas pada produk papan elektronik oleh Vargas *et al.* (2018), pengendalian kualitas pada produk tekstil batik oleh Ginting & Fattah (2020), pengendalian kualitas pada produk asam sulfat oleh Sutikno (2017), dan pengendalian kualitas pada produk *furniture* oleh Sirine *et al.* (2017).

Penelitian tentang pengendalian kualitas yang telah disebutkan menggunakan metode yang berbeda-beda dalam penyelesaian masalahnya. Namun inti dari penelitian-penelitian tersebut bertujuan untuk mengetahui pengendalian kualitas dari suatu proses produksi, mengidentifikasi akar penyebab dari permasalahan kualitas, serta menurunkan persentase cacat produk dengan memberikan usulan perbaikan. Peran kualitas menjadi sangat penting dikarenakan minat konsumen terhadap suatu produk sangat dipengaruhi oleh kualitas produk tersebut (Insani *et al.*, 2020). Hal tersebut juga didukung oleh Refangga *et al.* (2018) bahwa kualitas telah menjadi pertimbangan yang penting sehingga perusahaan tidak boleh

memandang sebelah mata terhadap kualitas. Oleh karena itu, salah satu upaya yang dapat dilakukan perusahaan untuk menjaga kualitas produknya, maka perusahaan berusaha untuk melakukan pengendalian kualitas agar mampu mengidentifikasi perbaikan-perbaikan yang perlu dilakukan agar kualitas produk sesuai dengan standar kualitas yang diinginkan. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Desianti (2019) pada CV. Pusaka Bali Persada, permasalahan yang ditemukan adalah perusahaan sudah melakukan upaya pengendalian kualitas, namun masih ditemukan produk yang tidak sesuai standar. Hal tersebut disebabkan karena produk yang tidak sesuai standar juga dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor lain, seperti faktor manusia, metode, dan mesin. Permasalahan produk yang tidak sesuai standar menyebabkan kerugian bagi perusahaan, baik itu biaya, pikiran, serta energi, seperti yang dialami oleh perusahaan yang memproduksi sepatu yaitu PT. KMK Global Sports 2 (Bastuti *et al.*, 2018). Selain produk yang belum memenuhi standar, kualitas dari produk yang dihasilkan masih belum stabil, sehingga perlu upaya untuk memastikan hal tersebut dengan cara mengukurnya, seperti yang dilakukan oleh Sutikno (2017) dalam penelitiannya untuk merancang sistem pengendalian kualitas di PT. XYZ yang memproduksi asam sulfat.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Solihudin & Kusumah (2017) pada PT. Surya Toto Indonesia, untuk mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan ukuran tidak standar pada proses produksi, maka penelitian tersebut menggunakan metode *Statistical Process Control* serta memanfaatkan bantuan beberapa alat bantu pengendalian kualitas yaitu *seven basic tools of quality*. *Tools* tersebut terdiri dari *check sheets*, *pareto diagram*, *cause and effect diagram*, *process flow diagram*, *scatter diagram*, *histogram*, serta *control charts*. Dalam penelitian tersebut, alat yang digunakan adalah *check sheet*, *pareto diagram*. Hasil analisis dengan *diagram pareto* menyebutkan bahwa *part S16036* memiliki jumlah *reject* yang paling tinggi dan dilanjutkan dengan pembuatan *cause and effect diagram* serta dilakukan konsensus dengan bantuan *Nominal Group Technique* (NGT). Dari hasil analisis tersebut, ditemukan penyebab ukuran tidak standar paling dominan adalah *X Spindle* bergeser. Selanjutnya dilakukan pembuatan peta kendali  $\bar{X}$  dan *R*. Dari penerapan pengendalian kualitas pada penelitian tersebut, kasus pada ukuran tidak standar turun menjadi 1 kasus dari yang sebelumnya 25 kasus. Metode yang sama juga dilakukan oleh Wirawati (2019) untuk mengetahui pengendalian kualitas pada produksi minuman teh, serta mengidentifikasi jenis

cacat yang paling dominan serta akar penyebabnya. Setelah dilakukan analisis, ditemukan bahwa penyebab cacat paling dominan adalah botol penyok.

Penelitian-penelitian yang ada pada umumnya menggunakan satu metode saja dalam melakukan pengendalian kualitas. Berbeda dengan penelitian-penelitian lain, Insani *et al.* (2020) menggunakan metode *Statistical Process Control* sebagai metode untuk mengetahui pengendalian kualitas pada proses produksi plastik jenis *polypropylene*, serta metode *Failure Mode and Effect Analysis* sebagai metode untuk mengidentifikasi faktor penyebab cacat produk untuk dilakukan perbaikan berdasarkan RPN paling besar. Penggunaan metode secara kombinasi antara metode *Statistical Process Control* serta metode *Failure Mode and Effect Analysis* juga dilakukan oleh Bastuti *et al.* (2018). Selain mengkombinasikan metode *Statistical Process Control* (SPC) dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), metode *Statistical Process Control* juga dapat dikombinasikan dengan metode lain seperti *Kaizen* seperti yang dilakukan oleh Refangga *et al.* (2018) pada penelitiannya untuk mengendalikan kualitas air minum dalam kemasan di PT. Tujuh Impian Bersama.

Penelitian sekarang yang saat ini dilakukan pada CV. Cahaya Utama Box yang memproduksi karton *box* yang bertujuan untuk mengurangi persentase kecacatan yang ada pada hasil produksi karton *box* dengan pendekatan perbaikan sistem pengendalian kualitas dengan metode *Statistical Process Control* dan bantuan *seven basic tools of quality*. Penelitian saat ini merupakan penelitian pertama yang membahas kualitas proses produksi di CV. Cahaya Utama Box, sehingga hal tersebut menjadi salah satu keunikan penelitian. Keunikan penelitian yang lainnya antara lain, pengolahan data dilakukan untuk setiap proses produksi yang disebabkan oleh metode inspeksi perusahaan yang dilakukan pada setiap proses produksi. Selain itu, penggunaan *tools*, seperti *pareto diagram* dapat dikombinasikan dengan skor *severity* dari metode FMEA sehingga menjadi *weighted pareto diagram*. Metode FMEA nantinya akan digunakan juga pada saat proses penentuan dan pemilihan solusi setelah melakukan analisis dengan *fishbone diagram*, sehingga penelitian ini mengkombinasikan dua metode dalam penyelesaian permasalahan. Permasalahan yang ada pada penelitian saat ini juga memiliki keunikan yaitu pengendalian kualitas pada perusahaan belum menggunakan metode tertentu atau *tools* untuk menganalisis pengendalian kualitas, serta hanya menerapkan tindakan korektif dan pencatatan kesalahan di buku tulis tentang permasalahan kualitas dan produksi di area produksi.

## 2.2. Dasar Teori

Teori merupakan sebuah definisi yang tergeneralisasi yang dimanfaatkan untuk melihat serta menjelaskan fenomena secara sistematis dari hubungan antar variabel. Oleh karena itu, penelitian ini membutuhkan adanya teori agar mempunyai dasar yang kokoh serta mendukung aktivitas pengendalian kualitas, seperti kualitas, *variables & attributes*, sistem pengendalian kualitas, metode yang digunakan, alat pengendalian kualitas, Standar Operasional Prosedur, serta instruksi kerja.

### 2.2.1. Kualitas

*American Society of Quality* mengartikan kualitas sebagai keseluruhan karakteristik atau ciri-ciri suatu barang atau jasa yang diberikan yang mampu memenuhi kebutuhan. Besterfield (2013) mengartikan kualitas sebagai bertemunya ekspektasi *customer* atau melebihi ekspektasi *customer* terhadap barang atau jasa. Crosby (1979) dalam Mitra (2016) mengemukakan definisi kualitas sebagai kesesuaian antara kebutuhan dan spesifikasi. Menurut Juran dan Godfrey (1999), kualitas merupakan fitur atau karakteristik produk yang mampu memenuhi kebutuhan *customer* serta memberikan kepuasan bagi *customer*. Montgomery (2019) menyebutkan kualitas sebagai kecocokan pengguna, serta berbanding terbaik dengan variabilitas. Berdasarkan pengertian atau definisi yang dikemukakan oleh beberapa ahli, maka disimpulkan bahwa kualitas adalah kondisi di mana ekspektasi *customer* pada suatu spesifikasi atau karakteristik dari barang atau jasa, bertemu dengan kebutuhannya atau bahkan melebihi ekspektasinya, sehingga *customer* merasa cocok saat menggunakan barang atau jasa tersebut.

### 2.2.2. Karakteristik Kualitas

Kualitas dari suatu produk atau layanan terdiri dari sebuah elemen atau lebih dari satu elemen yang dapat menentukan tingkatan kualitas dari suatu produk atau layanan tertentu merupakan pengertian dari karakteristik kualitas (Mitra, 2016). Karakteristik kualitas dibagi menjadi empat kategori, yaitu karakteristik struktural (panjang komponen produk, berat kaleng, viskositas cairan), karakteristik sensoris (rasa makanan, bau wewangian), karakteristik berorientasi waktu (waktu pemrosesan pesanan, garansi, perawatan), serta karakteristik etikal (kejujuran, keramahan). Selain itu, secara luas, karakteristik kualitas juga dapat dibedakan menjadi dua hal, yaitu *variables* serta *attribute*. *Variables* merupakan karakteristik yang dapat diukur serta dinyatakan dengan skala numeris. Contoh dari

karakteristik kualitas *variables* adalah waktu tunggu, massa jenis, kecepatan pemrosesan komputer. *Attribute* merupakan karakteristik yang tidak dapat diukur dengan skala numeris. Contoh dari karakteristik kualitas *attribute* adalah bau parfum, warna kain.

Dalam proses penentuan *attribute*, perlu ditentukan terlebih dahulu apakah *attribute* tersebut termasuk ke dalam *nonconformity* atau *nonconforming unit*. Karakteristik kualitas suatu barang/jasa yang tidak memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan disebut sebagai *nonconformity*. Jika *attribute* tersebut termasuk ke dalam *nonconforming unit*, maka terdapat satu atau lebih *nonconformities* pada suatu barang atau jasa, sehingga produk tersebut tidak memenuhi standar yang ditentukan. Karakteristik kualitas suatu barang/jasa dapat ditentukan sebagai *attribute* bila saat ditentukan, barang/jasa tersebut termasuk ke dalam *conforming* atau *nonconforming* dari spesifikasi yang telah ditentukan.

Terkait dengan karakteristik kualitas, terdapat istilah *defect* yang diartikan sebagai karakteristik kualitas yang tidak memenuhi standar yang telah ditentukan. Tingkat *severity* terhadap satu *defect* atau lebih dari satu *defect* dalam suatu barang/jasa dapat menyebabkan barang/jasa tersebut tidak dapat diterima atau *defective*. Dalam ketentuan modern, *defect* berarti *nonconformity*, sedangkan *defective* berarti *nonconforming unit*.

### **2.2.3. Sistem Pengendalian Kualitas**

Menurut Besterfield (2013), pengendalian kualitas merupakan teknik yang digunakan serta aktivitas untuk mencapai dan menjaga kualitas suatu produk maupun layanan yang diberikan. Menurut Mitra (2016), sistem pengendalian kualitas didefinisikan sebagai sistem yang mempertahankan suatu tingkatan kualitas tertentu, melalui *feedback* dari karakteristik suatu barang atau jasa, serta penerapan tindakan perbaikan apabila ditemukan penyimpangan karakteristik barang atau jasa dari standar yang telah ditentukan. Secara umum, pengendalian kualitas dapat dibagi menjadi tiga area yang diuraikan sebagai berikut:

#### **a. Off-Line Quality Control**

*Off-line quality control* adalah pengukuran untuk memilih parameter dari produk serta proses yang terkendali dalam rangka untuk meminimalisir penyimpangan yang terjadi antara *output* dari produk atau proses dengan standar yang ada.

#### **b. Statistical Process Control**

*Statistical process control* merupakan salah satu area pengendalian kualitas yang melibatkan perbandingan antara *output* dari suatu proses atau pelayanan dengan standar yang telah ada sebelumnya, serta jika terdapat ketidaksesuaian antara kedua hal tersebut, maka perlu adanya pengambilan tindakan perbaikan. Selain itu, *statistical process control* juga melibatkan penentuan apakah proses yang terjadi dapat menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi atau kebutuhan yang diinginkan atau tidak.

#### c. *Acceptance Sampling Plans*

*Acceptance Sampling Plans* merupakan area yang melibatkan proses inspeksi terhadap suatu produk atau pelayanan. Dalam kasus tertentu, di mana kegiatan inspeksi secara menyeluruh pada suatu produk tidak mungkin dilakukan, maka diperlukan penentuan *sampling*. *Sampling* ditentukan jumlah produk yang hendak dijadikan *sample* atau *sample* dalam satuan *batch*.

Dalam jangka panjang, perusahaan yang menerapkan sistem pengendalian kualitas akan mendapatkan keuntungan sebagai berikut:

- a. Kualitas dari suatu produk atau pelayanan mengalami peningkatan.
- b. Dalam memenuhi kebutuhan *customer* yang selalu berubah-ubah, sistem pengendalian kualitas akan dievaluasi serta dimodifikasi secara terus menerus.
- c. Sistem pengendalian kualitas mampu meningkatkan produktivitas yang menjadi tujuan dari setiap organisasi atau perusahaan.
- d. Dengan produksi dengan sedikit *nonconforming unit*, maka biaya yang dikeluarkan akan berkurang, kemudian harga jual dapat menurun dan mampu meningkatkan daya saing produk.
- e. Produktivitas yang meningkat mampu mengurangi *lead time* dari proses produksi *part* maupun *sub-assemblies*.
- f. Sistem pengendalian kualitas mampu menjaga lingkungan dengan peningkatan di dalamnya, di mana semua orang berusaha untuk melakukan peningkatan terhadap kualitas serta produktivitas.

#### **2.2.4. Metode *Statistical Process Control***

Menurut Smith (2003), *statistical process control* adalah kumpulan dari metode-metode produksi dan konsep manajemen yang dapat digunakan untuk mendapatkan efisiensi, produktivitas dan kualitas untuk memproduksi produk yang kompetitif dengan tingkat yang maksimum, dimana *statistical process control* melibatkan penggunaan signal-signal statistik untuk meningkatkan performa dan

untuk memelihara pengendalian dari produksi pada tingkat kualitas yang lebih tinggi. Montgomery (2019) menjelaskan bahwa *statistical process control* merupakan salah satu *problem-solving tool* yang bermanfaat untuk mendapatkan stabilitas suatu proses melalui pengurangan dari variabilitas. Berdasarkan definisi metode *statistical process control* yang dikemukakan oleh beberapa ahli, dapat disimpulkan bahwa metode *statistical process control* merupakan metode yang menggunakan teknik statistik yang digunakan untuk memastikan proses produksi memenuhi standar yang ada, kemudian dilakukan pengukuran, serta tindakan perbaikan, untuk mencapai stabilitas proses. Untuk menggunakan metode *statistical process control*, maka diperlukan alat bantu yang disebut *seven basic tools of quality*.

#### **2.2.5. Seven Basic Tools of Quality**

Menurut Mitra (2016), *seven basic tools of quality* atau tujuh alat dasar kualitas merupakan sebuah alat atau *tools* analisis dengan memanfaatkan diagram atau grafik tertentu untuk membuat keputusan yang rasional berdasarkan data yang didapatkan dari produk, proses, layanan, atau dari konsumen. *Seven basic tools of quality* memiliki tujuh jenis diagram yang memiliki fungsi masing-masing, diantaranya adalah *check sheets*, *pareto diagram*, *cause and effect diagram*, *process flow diagram*, *scatter diagram*, *histogram*, serta *control charts*.

##### **a. Check Sheets**

*Check sheets* merupakan salah satu alat bantu kualitas yang digunakan untuk pencatatan data secara akurat serta teliti dalam bentuk *form* yang dapat digunakan secara cepat dan mudah serta dapat digunakan untuk melakukan analisis. *Check sheets* dapat digunakan untuk penggunaan dalam proses inspeksi harian maupun mingguan. Contoh penggunaan *check sheets* adalah untuk mengetahui jumlah *nonconformities* produk, merekapitulasi data pengukuran seperti temperatur, serta dapat digunakan untuk kegiatan *maintenance*. *Check sheets* juga dapat dibuat dengan memberikan informasi seperti waktu pencatatan, letak cacat pada sebuah *outline* produk yang diinspeksi. Contoh *check sheets* ditampilkan pada Gambar 2.1.

CHECK SHEET		
<b>Product:</b> Bicycle—32	<b>Date:</b> Jan. 21	
<b>Stage:</b> Final Inspection	<b>ID:</b> Paint	
<b>Number Inspected:</b> 2217	<b>Inspector/Operator:</b> Jane Doe	
Nonconformity Type	Check	Total
Blister		21
Light Spray		38
Drips		22
Overspray		11
Splatter		8
Runs		47
Others		12
	Total	159
Number Nonconforming		113

**Gambar 2.1. Check Sheets**

Sumber: Besterfield (2013)

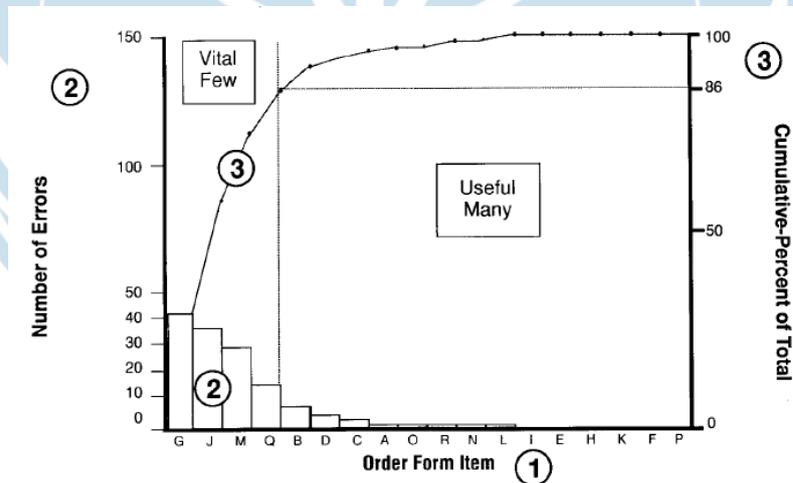
b. *Pareto Diagram*

Juran & Godfrey (1999) menjelaskan bahwa *pareto diagram* dimanfaatkan untuk menentukan prioritas permasalahan yang ada, serta membagi masalah atau kesalahan yang terjadi menjadi “*vital few*” serta “*useful many*” (Aturan 80/20 di mana 80% keluaran/*output* berasal dari 20% aktivitas/proses), berdasarkan peringkat masalah atau kesalahan yang paling dominan atau paling banyak terjadi, yang diekspresikan dengan skala numeris. Diagram pareto menampilkan persentase kumulatif yang ditunjukkan dengan garis di atas histogramnya. Diagram pareto juga seringkali digunakan sebagai acuan untuk mengambil tindakan perbaikan. Contoh tabel untuk pembuatan diagram pareto serta bentuk diagramnya ditampilkan pada Gambar 2.2. serta Gambar 2.3.

① Order-Form Item	② Number of Errors	Percent of Total	③ Cumulative-Percent of Total
G	44	29	
J	38	25	29
M	31	21	54
Q	16	11	75
B	8	5	86
D	5	3	91
C	3	2	95
A	1	0.67	97
O	1	0.67	98
R	1	0.67	98
N	1	0.67	99
L	1	0.66	99
I	0	0	100
E	0	0	100
H	0	0	100
K	0	0	100
F	0	0	100
P	0	0	100
TOTAL	150	100	100

**Gambar 2.2. Tabel Pembuatan Diagram Pareto**

Sumber: Juran & Godfrey (1999)



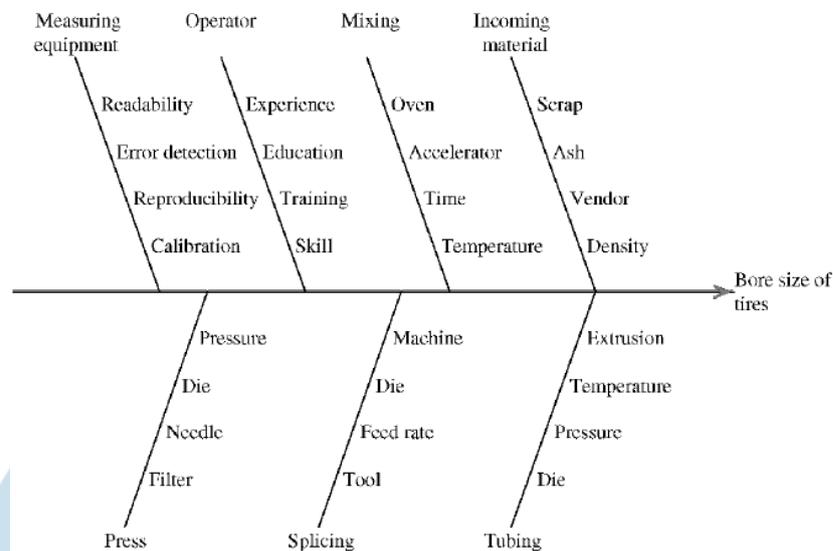
**Gambar 2.3. Pareto Diagram**

Sumber: Juran & Godfrey (1999)

c. *Cause and Effect Diagram*

Mitra (2016) menyebutkan bahwa Kaoru Ishikawa mengembangkan sebuah diagram yang dinamakan *cause and effect diagram* atau *fishbone diagram* pada tahun 1943. Diagram tersebut memiliki manfaat untuk mengidentifikasi serta menentukan beberapa penyebab yang paling berdampak kepada sebuah permasalahan, karena diagram tersebut secara sistematis menampilkan banyak

penyebab yang dapat dikaitkan dengan permasalahan yang ada. Gambar 2.4. menampilkan contoh diagram sebab akibat.



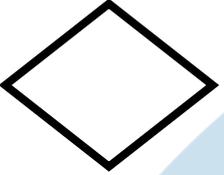
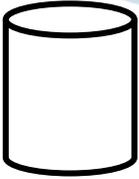
**Gambar 2.4. Cause and Effect Diagram**

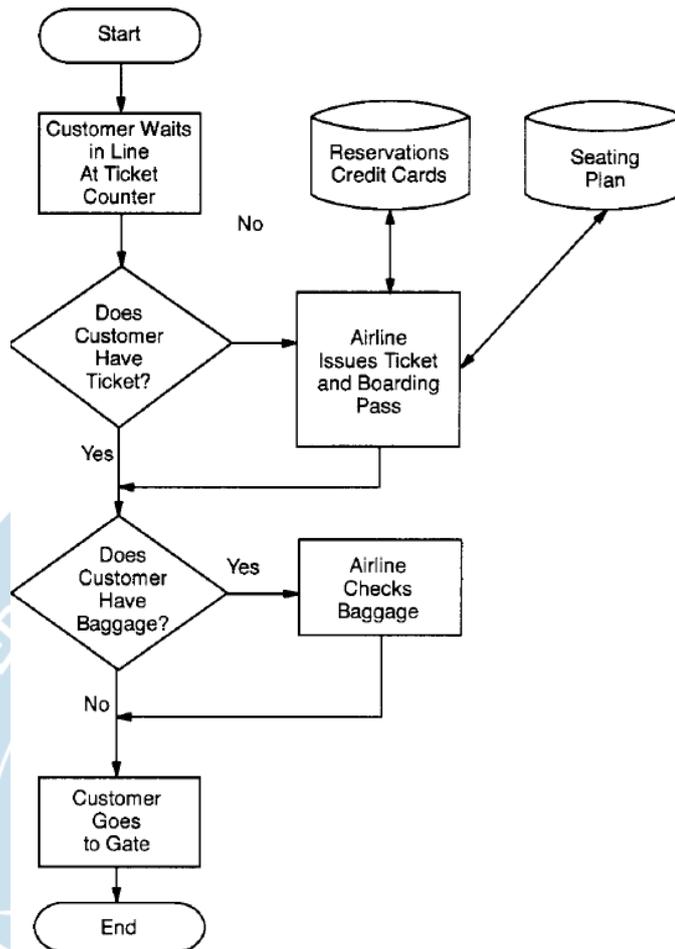
Sumber: Mitra (2016)

#### d. Process Flow Diagram

*Process flow diagram* atau *flowcharts* merupakan diagram yang menampilkan aliran atau urutan atau langkah yang diperlukan pada masing-masing departemen untuk menghasilkan *output* yang diinginkan. *Flowcharts* sangat bermanfaat untuk menggambarkan sistem yang ada pada sebuah organisasi atau perusahaan, serta melakukan proses identifikasi pada potensi permasalahan. *Flowcharts* juga sering digunakan untuk menyederhanakan sebuah sistem dengan cara menghilangkan aktivitas yang tidak bernilai tambah atau proses yang berulang pada sebuah sistem. Pembuatan *flowcharts* memanfaatkan simbol-simbol yang masing-masing memiliki arti tertentu. Tabel 2.1. menunjukkan jenis-jenis simbol yang digunakan dalam pembuatan *process flow diagram* menurut Juran & Godfrey (1999) serta Gambar 2.5. menampilkan contoh dari *process flow diagrams*.

**Tabel 2.1. Jenis Simbol Diagram Alir**

Simbol	Nama	Pengertian
	<i>Activity</i>	Simbol berbentuk persegi panjang yang mengindikasikan sebuah langkah tunggal dalam suatu proses.
	<i>Decision</i>	Simbol berbentuk wajik yang menunjukkan keputusan pada suatu proses. Keputusan yang diambil akan menentukan aliran yang akan dilalui pada suatu proses.
	<i>Terminal</i>	Simbol persegi panjang yang membulat mengidentifikasi awal atau akhir dari suatu proses.
	<i>Flow Line</i>	Simbol anak panah melambangkan urutan pengerjaan suatu langkah. Bagian kepala anak panah menunjukkan arah dari aliran proses.
	<i>Document</i>	Simbol tersebut menunjukkan informasi atau dokumen tertulis yang dilampirkan pada proses yang bersangkutan.
	<i>Data base</i>	Simbol silinder menunjukkan penyimpanan informasi secara elektronik di dalam pangkalan data pada proses yang bersangkutan.
	<i>Connector</i>	Simbol lingkaran mengindikasikan suatu proses di diagram alir bersambung ke diagram alir yang lain.



**Gambar 2.5. Process Flow Diagram**

Sumber: Juran & Godfrey (1999)

e. *Scatter Diagram*

Besterfield (2013) menjelaskan bahwa *scatter diagram* merupakan sebuah diagram atau grafik yang menggambarkan hubungan atau korelasi antara dua variabel, yaitu variabel terkontrol (Sumbu x) serta variabel bebas (Sumbu y). Diagram tersebut pada umumnya digunakan setelah penggunaan *cause and effect diagram* untuk mengetahui seberapa kuat hubungan antara akar permasalahan yang ditemukan dengan permasalahan yang ada. Gambar 2.6. menampilkan contoh dari *scatter diagram*.



**Gambar 2.6. Scatter Diagram**

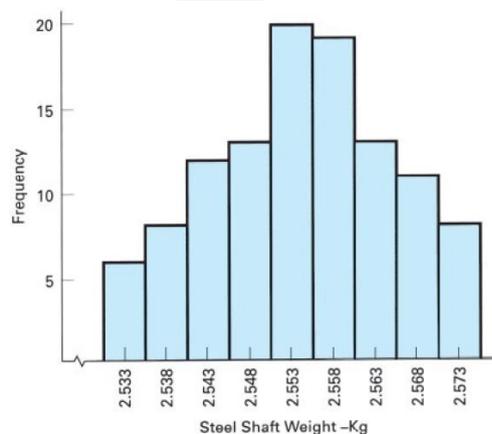
Sumber: Besterfield (2013)

f. *Histogram*

*Histogram* merupakan grafik yang menampilkan variasi data yang terbagi ke dalam suatu kelas atau kategori tertentu. Data yang ditampilkan pada *histogram* digambarkan dengan persegi panjang yang mewakili frekuensi untuk kelas atau kategorinya. Besterfield (2013) menyebutkan *histogram* mendeskripsikan variasi di dalam suatu proses yang berguna untuk hal-hal sebagai berikut:

- i. Menyelesaikan masalah.
- ii. Menentukan kapabilitas proses.
- iii. Membandingkan spesifikasi.
- iv. Menyarankan bentuk populasi.
- v. Menunjukkan perbedaan atau kesenjangan pada data.

Contoh dari *histogram* ditampilkan pada Gambar 2.7.



**Gambar 2.7. Histogram**

Sumber: Besterfield (2013)

#### g. *Control Charts*

Besterfield (2013) menyebutkan bahwa *control charts* atau peta kendali merupakan teknik yang luar biasa untuk keperluan penyelesaian masalah serta peningkatan kualitas pada produk yang dihasilkan. Peta kendali juga menjadi pembuat keputusan yang baik karena pola yang dibentuk dari titik-titik pada peta kendali akan menentukan apakah kegiatan tersebut termasuk baik, buruk, atau tidak berdampak kepada proses. Menurut Mitra (2016), peta kendali adalah sebuah alat grafik yang digunakan untuk memantau aktivitas suatu proses di perusahaan yang sedang berlangsung. Walter A. Shewart merupakan orang yang pertama kali mengenalkan teori tentang peta kendali tersebut, oleh karena itu peta kendali terkandung disebut dengan *Shewart control charts*. Menurut Juran & Godfrey (1999), peta kendali adalah peta yang memiliki batas kendali atas serta batas kendali bawah di mana beberapa ukuran statistik untuk beberapa sampel atau *sub-group* diplot berdasarkan urutan waktu atau urutan sampel tersebut diambil. Berdasarkan definisi dari beberapa ahli, dapat disimpulkan bahwa peta kendali merupakan sebuah teknik yang berwujud peta/grafik yang memiliki batas kendali atas dan batas kendali bawah untuk memantau aktivitas suatu proses yang sedang berlangsung dengan memanfaatkan sejumlah sampel atau *sub-group* yang diplot berdasarkan urutan waktu atau urutan sampel tersebut diambil. Pembuatan peta kendali dapat memberikan beberapa keuntungan dengan mengindikasikan hal-hal sebagai berikut (Mitra, 2016):

- i. Waktu yang tepat (Terjadi kesalahan) untuk mengambil tindakan perbaikan  
Pembagian ke data variabel dan atribut.
- ii. Jenis tindakan perbaikan yang dibutuhkan berdasarkan pola pada peta kendali yang mendiagnosa penyebab yang mungkin terjadi.
- iii. Waktu yang tepat untuk meninggalkan proses sendiri karena peta kendali menunjukkan kapan variabilitas yang ditampilkan adalah normal, serta kontrol yang berlebihan melalui penyesuaian yang sering dapat menyebabkan meningkatnya variabilitas proses.
- iv. Kapabilitas suatu proses dapat diestimasi agar paham kemampuannya untuk memenuhi kebutuhan *customer*.

Berikut ini merupakan langkah-langkah untuk memulai pembuatan peta kendali (Juran & Godfrey, 1999):

- i. Menentukan karakteristik kualitas yang hendak dipetakan pada peta kendali

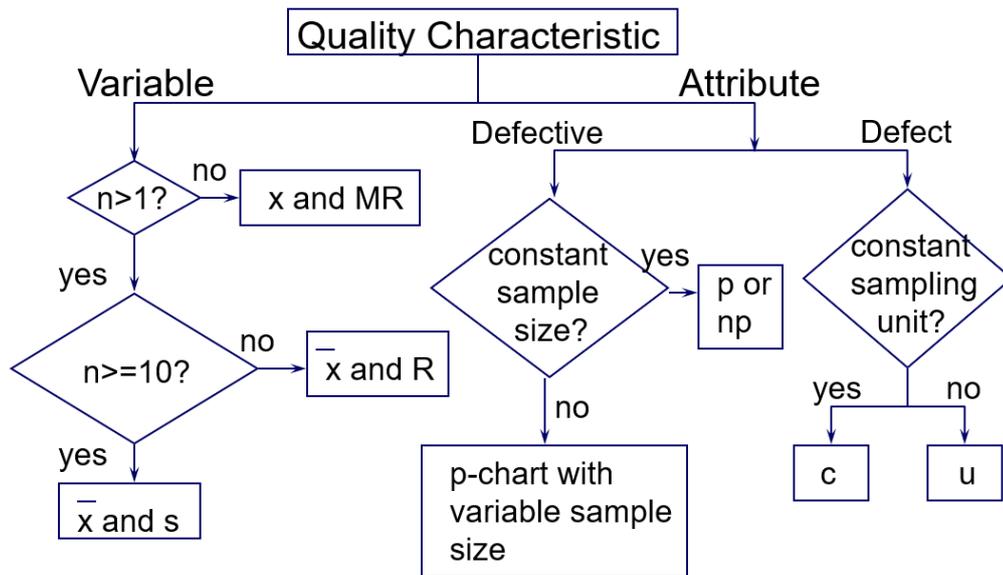
- ii. Menentukan jenis peta kendali yang sesuai dengan karakteristik kualitas apakah hendak menggunakan peta kendali variabel atau atribut. Setiap jenis peta tersebut mempunyai tipe peta yang lebih spesifik .
- iii. Menentukan *center line* serta dasar-dasar yang diperlukan untuk menghitung *control limits* (Batas kendali).
- iv. Menentukan sampel atau *sub-group* yang rasional.
- v. Menyediakan sistem untuk proses pengumpulan data.
- vi. Menghitung *control limits* serta memberikan instruksi kepada pihak yang terlibat tentang pengertian serta interpretasi dari hasil analisis dengan peta kendali.

Dalam penentuan tipe peta kendali yang hendak digunakan, perlu diketahui terlebih dahulu dua jenis peta kendali, yaitu ada peta kendali variabel dan peta kendali atribut. Peta kendali variabel mempunyai beberapa tipe, yaitu peta kendali untuk *mean* dan *range* (Peta kendali  $\bar{X}$  dan  $R$ ), peta kendali untuk *mean* dan *standard deviation* (Peta kendali  $S$ ), serta peta kendali untuk unit individu (Peta kendali  $I - MR$ ). Peta kendali atribut juga memiliki beberapa tipe, yaitu peta kendali untuk proporsi *nonconforming* (Peta kendali  $p$ ), peta kendali untuk jumlah *item* yang *nonconforming* (Peta kendali  $np$ ), peta kendali untuk jumlah *nonconformities* (Peta kendali  $c$ ), serta peta kendali untuk jumlah *nonconformities* per *item* (Peta kendali  $u$ ). Gambar 2.8. menampilkan panduan dalam memilih tipe peta kendali atribut sedangkan Gambar 2.9. menampilkan diagram pemilihan tipe peta kendali secara keseluruhan.

		Attribute Chart	
		Nonconforming Units	Nonconformities
Sample Size	Constant	$np$	$c$ ( $n = 1$ )
	Constant or Varies	$p$	$u$

**Gambar 2.8. Panduan Memilih Tipe Peta Kendali Atribut**

Sumber: Besterfield (2013)



**Gambar 2.9. Diagram Pemilihan Peta Kendali**

Sumber: Besterfield (2013)

i. Peta Kendali Variabel

Contoh karakteristik kualitas yang dapat dianalisis dengan menggunakan peta kendali variabel adalah ukuran panjang, ukuran lebar, ukuran tinggi, ukuran ketebalan, suhu, diameter. Langkah awal untuk mulai membuat peta kendali untuk variabel, khususnya adalah peta kendali untuk  $\bar{X}$  dan  $R$  adalah menghitung *mean* dan *range* pada setiap sampel yang diperoleh dengan rumus sebagai berikut.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (2.1)$$

$$R = X_{Max} - X_{Min} \quad (2.2)$$

Keterangan simbol:

$\bar{X}$  : Mean

$R$  : Range

$X_i$  : Data ke-i

$X_{Max}$  : Data terbesar

$X_{Min}$  : Data terkecil

$n$  : Ukuran sampel

Selanjutnya, untuk memperoleh *centerline* serta *trial control limits*, maka dilakukan kalkulasi untuk mendapatkan *centerline*  $\bar{\bar{X}}$  untuk peta kendali  $\bar{X}$  dengan rumus sebagai berikut.

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^g \bar{X}_i}{g} \quad (2.3)$$

Untuk mendapatkan *centerline*  $\bar{R}$  untuk peta kendali  $R$ , digunakan rumus sebagai berikut.

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^g R_i}{g} \quad (2.4)$$

Keterangan simbol:

$\bar{\bar{X}}$  : *average* dari *sub-group averages*

$\bar{R}$  : *average* dari *sub-group ranges*

$\bar{X}_i$  : rata-rata *sub-group* ke- $i$

$R_i$  : *range* dari *sub-group* ke- $i$

$g$  : Nomor *sub-group*

Setelah mendapatkan *centerline*-nya, maka selanjutnya melakukan kalkulasi terhadap *control limit*. Untuk peta kendali  $\bar{X}$ , kalkulasi *control limit* yang dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut.

$$(UCL_{\bar{X}}, LCL_{\bar{X}}) = \bar{\bar{X}} \pm A_2 \bar{R} \quad (2.5)$$

Sedangkan untuk peta kendali  $R$ , kalkulasi *control limit* yang dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut.

$$UCL_R = D_4 \bar{R} \quad (2.6)$$

$$LCL_R = D_3 \bar{R} \quad (2.7)$$

Keterangan simbol:

$UCL$  : batas kendali atas (*Upper Control Limit*)

$LCL$  : batas kendali bawah (*Lower Control Limit*)

$A_2, D_4, D_3$  : Ditampilkan pada *Appendix A-7* di Lampiran 4

Peta kendali  $\bar{X}$  juga dapat dikombinasikan penggunaannya dengan peta kendali  $S$ , untuk ukuran *sub-group* sama dengan atau lebih dari sepuluh. Tingkat keakuratan peta kendali  $S$  lebih tinggi dibandingkan kombinasi dengan peta kendali  $R$ . Langkah awal untuk menggunakan peta kendali  $S$  adalah dengan menghitung standar deviasi dari sampel pada *sub-group* dengan rumus sebagai berikut.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} \quad (2.8)$$

Selanjutnya, untuk memperoleh *centerline* serta *trial control limits*, maka dilakukan kalkulasi untuk mendapatkan *centerline*  $\bar{s}$  untuk peta kendali  $S$  dengan rumus sebagai berikut.

$$\bar{s} = \frac{\sum_{i=1}^g s_i}{g} \quad (2.9)$$

Kemudian dilakukan kalkulasi *control limit* yang dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut.

$$UCL_S = B_4 \bar{s} \quad (2.10)$$

$$LCL_S = B_3 \bar{s} \quad (2.11)$$

Keterangan simbol:

$s$  : standar deviasi

$s_i$  : standar deviasi *sub-group* ke- $i$

$B_4, B_3$  : Ditampilkan pada *Appendix A-7* pada Lampiran 4

Peta kendali variabel memiliki tipe peta kendali yang dapat digunakan untuk sampel yang hanya berjumlah 1 unit, yaitu peta kendali  $I - MR$ . Hal tersebut disebabkan karena tingkat produksi perusahaan yang rendah serta biaya produksi untuk 1 unit tersebut bisa jadi sangat tinggi atau proses pengujian dapat bersifat destruktif. Langkah awal pembuatan peta kendali  $I - MR$  adalah kalkulasi untuk mendapatkan *centerline*  $CL_{MR}$  untuk peta kendali  $I - MR$  dengan rumus sebagai berikut.

$$CL_{MR} = \overline{MR} \quad (2.12)$$

Kemudian dilakukan kalkulasi *control limit* yang dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut.

$$UCL_{MR} = D_4 \overline{MR} \quad (2.13)$$

$$LCL_{MR} = D_3 \overline{MR} \quad (2.14)$$

Keterangan simbol:

$\overline{MR}$  : rata-rata dari *moving ranges*

$D_4, D_3$  : Ditampilkan pada *Appendix A-7* pada Lampiran 4

## ii. Peta Kendali Atribut

Contoh karakteristik kualitas yang dapat dianalisis dengan menggunakan peta kendali atribut adalah rasa makanan dan tingkat kecerahan warna pada pengecatan. Pada peta kendali  $p$ , langkah awal untuk membuat peta kendali tersebut adalah melakukan kalkulasi untuk mendapatkan *centerline*  $CL_p$  untuk peta kendali  $p$  dengan rumus sebagai berikut.

$$CL_p = \frac{\sum_{i=1}^g x_i}{ng} \quad (2.15)$$

Kemudian dilakukan kalkulasi *control limit* yang dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut.

$$UCL_p = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}} \quad (2.16)$$

$$LCL_p = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}} \quad (2.17)$$

$\bar{p}$  merupakan simbol dari rata-rata proporsi sampel di dalam *sub-group* yang *nonconforming*.  $\bar{p}$  dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} \quad (2.18)$$

Keterangan simbol:

$np$  : Jumlah produk yang *nonconforming* pada *sub-group*

$n$  : Ukuran *sub-group*

Selanjutnya pada peta kendali  $np$ , langkah awal untuk membuat peta kendali tersebut adalah melakukan kalkulasi untuk mendapatkan *centerline*  $CL_{np}$  untuk peta kendali  $p$  dengan rumus sebagai berikut.

$$CL_{np} = \frac{\sum_{i=1}^g x_i}{g} = n\bar{p} \quad (2.19)$$

Kemudian dilakukan kalkulasi *control limit* yang dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut.

$$UCL_{np} = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1 - \bar{p})} \quad (2.20)$$

$$LCL_{np} = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1 - \bar{p})} \quad (2.21)$$

Selanjutnya pada peta kendali  $c$ , langkah awal untuk membuat peta kendali tersebut adalah melakukan kalkulasi untuk mendapatkan *centerline*  $CL_c$  untuk peta kendali  $c$  dengan rumus sebagai berikut.

$$CL_c = \bar{c} \quad (2.22)$$

Kemudian dilakukan kalkulasi *control limit* yang dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut.

$$UCL_c = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}} \quad (2.23)$$

$$LCL_c = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}} \quad (2.24)$$

$\bar{c}$  merupakan simbol dari rata-rata *nonconformities* dalam setiap sampel.

Selanjutnya pada peta kendali  $u$ , langkah awal untuk membuat peta kendali tersebut adalah melakukan kalkulasi untuk memperoleh  $\bar{u}$  dengan rumus sebagai berikut.

$$\bar{u} = \frac{\sum c}{\sum n} \quad (2.25)$$

$\bar{u}$  merupakan simbol dari rata-rata *nonconformities* dalam setiap sampel. Perbedaan simbol  $\bar{u}$  dengan  $\bar{c}$  terletak pada ukuran *sub-group* yang lebih variasi pada peta kendali  $u$ . Selanjutnya, proses kalkulasi untuk memperoleh *control limit* pada peta kendali  $u$  dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$UCL_u = \bar{u} + 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{n_i}} \quad (2.26)$$

$$LCL_u = \bar{u} - 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{n_i}} \quad (2.27)$$

#### 2.2.6. Standar Operasional Prosedur

Sailendra (2015) menjelaskan bahwa Standar Operasional Prosedur (SOP) adalah panduan yang digunakan untuk memastikan kegiatan operasional suatu perusahaan atau organisasi berjalan lancar. Berdasarkan Peraturan Menteri Negara Pendayagunaan Aparatur Negara Nomor PER/21/M.PAN/11/2008 tentang Pedoman Penyusunan Standar Operasional Prosedur Administrasi Pemerintahan, beberapa contoh manfaat umum dari suatu Standar Operasional Prosedur untuk sebuah organisasi dijelaskan sebagai berikut:

- a. Sebagai standarisasi pegawai saat menyelesaikan pekerjaan yang telah menjadi tugasnya.
- b. Mengurangi kesalahan serta kelalaian yang mungkin dapat dilakukan pegawai saat bekerja.
- c. Melakukan peningkatan efektivitas dan efisiensi bekerja beserta tanggung jawab masing-masing pekerja.
- d. Membantu pekerja untuk tidak selalu bergantung pada manajemen, sehingga pekerja menjadi mandiri.
- e. Meningkatkan rasa pertanggung jawaban saat bekerja.

Standar Operasional Prosedur atau instruksi kerja termasuk ke dalam dokumen mutu yang diperlukan perusahaan yang sesuai dengan ISO 9001:2015 dalam klausul 7.5 tentang informasi terdokumentasi, 7.5.1 tentang umum, 7.5.2 tentang membuat dan memutakhirkan, dan 7.5.3 tentang pengendalian informasi

terdokumentasi. ISO 9001 merupakan salah satu seri standar manajemen mutu atau *Quality Management System (QMS)* dari keluarga ISO 9000. Menurut Gaspersz (2001), definisi standar ISO 9000 sebagai sistem manajemen mutu adalah struktur organisasi, tanggung jawab, prosedur-prosedur, proses-proses, dan sumber daya untuk penerapan manajemen kualitas. Sistem manajemen kualitas di dalam ISO 9000 juga menjadi sebuah standar internasional. Selain ISO 9001, ISO 9000 memiliki beberapa seri lain seperti ISO 9002, ISO 9003, serta ISO 9004. Perusahaan diharapkan dapat memperoleh manfaat seperti meningkatnya kesadaran terhadap kualitas di perusahaan, serta meningkatnya kepercayaan dan kepuasan oleh pelanggan melalui jaminan kualitas yang sistematis dengan ISO 9000 pada perusahaan.

Contoh format yang biasa terdapat pada SOP ditampilkan pada Tabel 2.2. sebagai berikut:

**Tabel 2.2. Contoh Format Standar Operasional Prosedur**

<b>Format</b>	<b>Penjelasan</b>
Nama SOP	Nama terkait dengan prosedur yang akan dibuat SOP.
Unit Kerja	Nama area/unit kerja/pekerjaan
Nomor Dokumen	Nomor SOP yang dibuat
Tanggal Dibuat/Direvisi	Tanggal pembuatan dan revisi SOP
Keterkaitan	Memberikan penjelasan tentang hubungan SOP dengan SOP lainnya.
Peringatan	Memberikan penjelasan tentang kemungkinan yang terjadi jika dilaksanakan maupun tidak dilaksanakan.
Peralatan dan Perlengkapan	Penjelasan daftar peralatan serta perlengkapan yang dibutuhkan.
Uraian	Penjelasan secara rinci serta sistematis dari prosedur yang hendak distandarisasi.

### 2.2.7. Instruksi Kerja

Menurut Lestari (2017), instruksi kerja merupakan sebuah instruksi yang memberikan cara menyelesaikan tugas dengan detail yang sangat jelas tentang kebutuhan serta hal yang perlu dilaksanakan hingga mencapai tujuan akhir. Instruksi kerja menampilkan langkah-langkah pengerjaan sebuah tugas yang dapat ditampilkan dalam format teks dan visual. Keuntungan yang diperoleh dalam menggunakan instruksi kerja adalah sebagai berikut:

- a. Menyediakan dokumen cetak yang dapat dimanfaatkan untuk keperluan pelatihan karyawan baru.
- b. Membantu melaksanakan suatu tugas/pekerjaan.
- c. Menjaga pekerjaan yang dilakukan karyawan tetap seragam pada suatu organisasi.
- d. Menjaga pekerja saat bekerja agar lebih aman.

Selain keuntungan, berikut ini merupakan langkah-langkah yang diperlukan untuk membuat instruksi kerja:

- a. Menetapkan aktivitas yang perlu dokumentasi
- b. Menetapkan tingkatan kemampuan serta ilmu dari objek yang hendak menjalankan instruksi kerja.
- c. Membuat format instruksi kerja
- d. Membuat instruksi kerja
- e. Melakukan uji coba instruksi kerja terhadap orang yang tidak terbiasa dengan tugas untuk melaksanakan tugas tersebut.
- f. Melakukan penerbitan instruksi kerja tersebut serta memastikan proses akan selalu diperbaharui.

Contoh format yang biasa diterapkan pada instruksi kerja ditampilkan pada Tabel 2.3. sebagai berikut:

**Tabel 2.3. Contoh Format Instruksi Kerja**

<b>Format</b>	<b>Penjelasan</b>
Tujuan	Mejelaskan tujuan pembuatan dokumen instruksi kerja.
Ruang Lingkup	Menentukan area batasan instruksi kerja akan dilaksanakan.
Dokumen Terkait	Memberikan keterangan tentang dokumen lain yang berhubungan dengan instruksi kerja.
Definisi	Memberikan definisi tentang terminology yang unik.
Pihak Penanggung Jawab	Menuliskan pihak yang terlibat/bertanggung jawab terhadap instruksi kerja.
<i>Tools</i>	Menuliskan daftar kebutuhan peralatan untuk menjalankan pekerjaan sesuai instruksi kerja.
<i>Safety Requirement</i>	Menuliskan daftar kebutuhan keselamatan saat bekerja.
Instruksi	Memberikan seluruh tahapan/langkah yang perlu dikerjakan secara urut.

#### **2.2.8. Failure Mode and Effect Analysis**

Besterfield (2013) mengatakan bahwa *Failure Mode and Effect Analysis* merupakan teknik analisis yang mengkombinasikan teknologi dan pengalaman pekerja dalam mengidentifikasi penyebab kegagalan suatu produk, layanan, proses dan merencanakan proses eliminasi penyebab tersebut. Metode ini lebih berfokus kepada identifikasi penyebab kegagalan atau munculnya cacat dengan memanfaatkan skor berupa *Risk Priority Number* (RPN). Menurut Pyzdek & Keller (2010), *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) merupakan sebuah upaya yang merepresentasikan semua kemungkinan kegagalan, dampaknya kepada sistem, seberapa sering kemungkinan terjadi, dan kemungkinan kegagalan tidak terdeteksi. Metode ini dapat digunakan sebagai metode pemilihan alternatif solusi. Untuk bisa mendapatkan *Risk Priority Number* (RPN), identifikasi terdapat potensi mode kegagalan, penyebab kegagalan, dan dampak kegagalan perlu dilakukan, sehingga *rating* atau nilai dari *severity*, *occurrence*, dan *detection* dapat ditentukan dengan melihat panduan penilaiannya yang ditampilkan pada Tabel 2.4.

**Tabel 2.4. Panduan Penilaian *Severity*, *Occurence*, *Detection* Pada Metode FMEA**

Nilai/Rating	<i>Severity</i>	<i>Occurence</i>	<i>Detection</i>
1	<i>Minor</i> . <i>Customer</i> tidak akan menyadarinya	Tidak mungkin	Hampir pasti terdeteksi sebelum sampai <i>customer</i>
2	<i>Customer</i> akan menyadari dampaknya	Tingkat kegagalan rendah dan terdokumentasi	Peluang sangat rendah sampai <i>customer</i> tanpa terdeteksi
3	<i>Customer</i> kurang puas karena performansi penggunaan berkurang	Tingkat kegagalan rendah dan tidak terdokumentasi	Peluang rendah sampai <i>customer</i> tanpa terdeteksi
4	Rendah. <i>customer</i> tidak puas karena performansi penggunaan berkurang	Kegagalan terjadi dari waktu ke waktu	Kemungkinan terdeteksi sebelum sampai <i>customer</i>
5	Produktifitas <i>customer</i> berkurang	Tingkat kegagalan sedang dan terdokumentasi	Mungkin terdeteksi sebelum sampai <i>customer</i>
6	<i>Customer</i> akan <i>complain</i> .	Tingkat kegagalan sedang dan tidak terdokumentasi	Tidak mungkin terdeteksi sebelum sampai <i>customer</i>
7	Kritis. <i>Customer</i> mulai kurang percaya	Tingkat kegagalan tinggi dan terdokumentasi	Ketidakmungkinan terdeteksi sebelum sampai <i>customer</i> tinggi
8	<i>Customer</i> kehilangan niat baik	Tingkat kegagalan tinggi dan tidak terdokumentasi	Peluang terdeteksi buruk

**Tabel 2.4. Lanjutan**

Nilai/Rating	Severity	Occurence	Detection
9	<i>Keamanan customer</i> atau karyawan dipertanyakan. Kepatuhan terhadap aturan dipertanyakan	Kegagalan umum	Peluang terdeteksi sangat buruk
10	Bencana. <i>Customer</i> atau karyawan terancam bahaya tanpa peringatan. Pelanggaran terhadap aturan	Kegagalan hampir selalu terjadi	Hampir pasti kegagalan tidak akan terdeteksi

### 2.2.9. Uji Hipotesis

Menurut Mitra (2016), uji hipotesis merupakan pengujian yang dilakukan dengan tujuan untuk menentukan apakah klaim pada produk atau proses yang ada merupakan hal yang valid atau tidak. Selain itu, uji hipotesis dapat digunakan sebagai pengujian untuk pembuktian kebenaran dari suatu dugaan. Uji hipotesis juga dapat digunakan sebagai alat pengambil keputusan. Dalam sebuah pengujian hipotesis, terdapat dua jenis hipotesis, yaitu *null hypothesis* ( $H_0$ ) dan hipotesis alternatif ( $H_1$ ). *Null hypothesis* digunakan untuk menggambarkan dugaan saat ini yang tidak ditolak sampai terbukti salah. Sedangkan hipotesis alternatif menggambarkan harapan yang diinginkan. Berikut ini merupakan langkah-langkah untuk melakukan uji hipotesis.

- a. Menentukan *null hypothesis* dan hipotesis alternatif
- b. Menentukan *test statistic*
- c. Menentukan area penolakan *null hypothesis* berdasarkan *level of significance*
- d. Membuat keputusan apakah menolak *null hypothesis* atau tidak menolak *null hypothesis*.

Uji hipotesis dapat digunakan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan dari dua buah proporsi yang disebut uji beda dua proporsi. Uji beda dua proporsi adalah uji hipotesis yang digunakan untuk melakukan pembuktian terhadap adanya perbedaan proporsi dari kedua sampel. Dalam melakukan uji hipotesis untuk melihat perbedaan antara dua proporsi, diasumsikan bahwa ukuran sampel cukup besar sehingga memungkinkan sebuah distribusi normal untuk perbedaan antara kedua proporsi sampel. Selain itu, pertimbangan yang ada terhadap *null hypothesis* yang menyatakan perbedaan antara kedua proporsi adalah 0 (nol). Oleh karena itu, pada Tabel 2.5., *null hypothesis* ditampilkan dan hipotesis alternatifnya.

**Tabel 2.5. Hipotesis Null dan Alternatif Uji Beda Dua Proporsi**

<b>Null dan Hipotesis Alternatif</b>	<b>Area Penolakan</b>
$H_0: p_1 = p_2$ $H_1: p_1 \neq p_2$	$Z_0 > Z_{\alpha/2}$ atau $Z_0 < -Z_{\alpha/2}$
$H_0: p_1 = p_2$ $H_1: p_1 > p_2$	$Z_0 > Z_{\alpha}$
$H_0: p_1 = p_2$ $H_1: p_1 < p_2$	$Z_0 < -Z_{\alpha}$

Kedua jenis sampel yang dinyatakan dalam proporsi tersebut dapat digabungkan menjadi sebuah estimasi gabungan yang dinyatakan dalam rumus sebagai berikut.

$$\hat{p} = \frac{x_1 + x_2}{n_1 + n_2} = \frac{\bar{p}_1 n_1 + \bar{p}_2 n_2}{n_1 + n_2} \quad (2.28)$$

Keterangan simbol:

- $\hat{p}$  : Estimasi proporsi gabungan
- $\bar{p}_1$  atau  $\bar{p}_2$  : Proporsi sampel 1 atau sampel 2
- $n_1$  atau  $n_2$  : Jumlah sampel 1 atau sampel 2

Berikut ini merupakan formula dari uji hipotesis beda dua proporsi, untuk menyatakan uji statistik terhadap  $H_0$ .

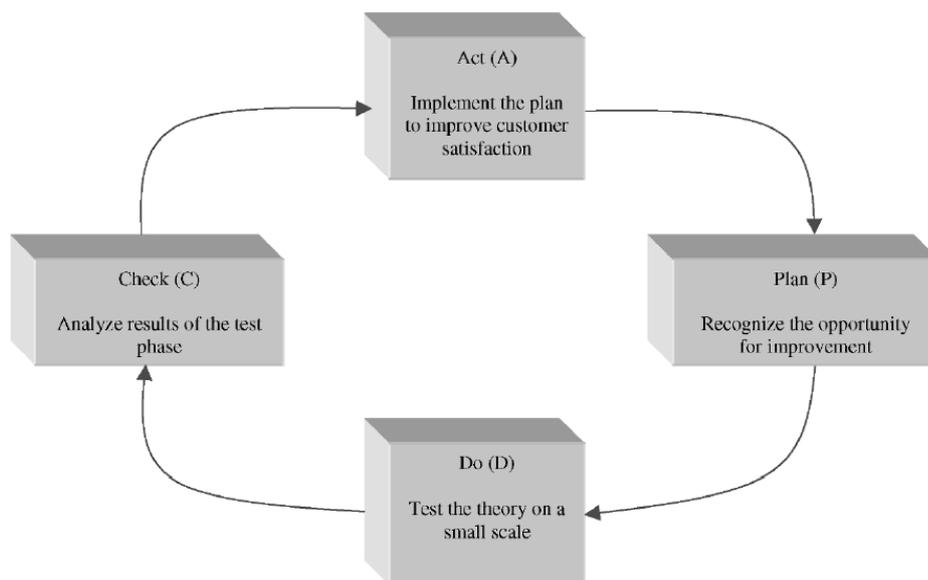
$$Z_0 = \frac{\bar{p}_1 - \bar{p}_2}{\sqrt{\hat{p}(1 - \hat{p})\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}} \quad (2.29)$$

Untuk membuat keputusan dari uji statistik tersebut, maka nilai  $Z_0$  perlu dibandingkan apakah lebih besar dari  $Z_{\alpha/2}$  atau  $Z_{\alpha}$  atau lebih kecil daripada  $-Z_{\alpha}$ . Jika menggunakan *software* statistika seperti *minitab*, maka cukup dengan melihat apakah *P-value* lebih kecil daripada  $\alpha$  (*Level of significance* atau batas kesalahan maksimum yang ditetapkan oleh peneliti, misal 0,05 atau 0,01).

### 2.2.10. Siklus PDCA

Menurut Mitra (2016), siklus PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) merupakan sebuah *tools* untuk melakukan perencanaan berulang atau sebuah siklus untuk perbaikan suatu proses yang berkelanjutan yang didasarkan oleh suatu metode ilmiah, yang awalnya disebut dengan *Shewart Cycle* oleh penciptanya yaitu Walter A. Shewart, dan kemudian dinamakan kembali oleh W. Edwards Deming menjadi *Deming Cycle*. Siklus ini memiliki empat tahap yang dilakukan berulang, yaitu tahap *plan*,

tahap *do*, tahap *check*, dan tahap *act*. Tahap *plan* merupakan tahap awal sebuah *Deming Cycle* di mana tahap ini, kesempatan untuk melakukan perbaikan perlu dikenali dan direncanakan. Tahap *do* merupakan tahap untuk melakukan uji coba pada skala yang kecil. Tahap *check* merupakan tahap untuk melakukan analisis hasil dari percobaan pada tahap uji coba. Tahap *act* merupakan tahap untuk mengimplementasikan rencana perbaikan dan dilanjutkan mengulangi siklus kembali mulai dari tahap *plan*. Gambar 2.10. menampilkan sebuah *Deming Cycle* atau siklus PDCA yang dilakukan secara berulang atau perbaikan secara terus menerus.



**Gambar 2.10. Siklus PDCA**