

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Kualitas**

##### **2.1.1 Pengertian kualitas**

Kualitas adalah suatu kunci untuk meraih kemenangan antar persaingan perusahaan di pasar. Saat perusahaan bisa memproduksi barang berkualitas artinya perusahaan sudah berhasil membuat pondasi untuk menciptakan kepuasan pelanggan.

Kualitas bisa dipengaruhi oleh perspektif tiap orang. Kualitas adalah keadaan yang terkait dengan produk, jasa, individu, ukuran serta lingkungan yang memenuhi atau melampaui asumsi. Kualitas menggarisbawahi bagian dari hasil akhir, namun kualitas berubah menjadi kebutuhan dan keinginan pembeli.

Berdasarkan pengertian diketahui kualitas ialah faktor utama dalam manajemen operasi perusahaan. Berikut beberapa macam definisi kualitas yang telah dirumuskan oleh para ahli :

- a. Sofjan assauri. (1999), Kualitas ialah faktor yang berpengaruh penting pada suatu produk barang ataupun jasanya yang dihasilkan, apakah barang tersebut sesuai dengan kriteria konsumen dan bagaimana spesifikasi yang diinginkan konsumen.
- b. Suyadi prawirosentono (2007), kualitas barang adalah kondisi fungsi, dan gagasan suatu barang yang dikhawatirkan bisa memenuhi preferensi dan persyaratan pembeli yang bisa diterima ditunjukkan dengan nilai uang yang sudah dikeluarkan.
- c. Sunyoto (2012), kualitas adalah suatu tindakan dalam mengevaluasi suatu barang atau jasanya yang sekarang memiliki nilai kegunaan sesuai keinginan atau dengan demikian produk atau jasa dianggap berkualitas jika mampu atau memiliki nilai kegunaan sesuai keinginannya.

### 2.1.2 Manfaat Kualitas

Sebagaimana ditunjukkan oleh Edvarsdsson dalam buku Tjiptono dan Chandra (2011: 171-173), produktivitas selalu dihubungkan dengan kualitas dan profitabilitas. Bagaimanapun, ketiga gagasan itu mempunyai berbagai aksentuasi:

- a. Produktivitas menggarisbawahi penggunaan aset, yang sering diikuti oleh penekanan biaya dan legitimasi modal. Sorotan utama adalah pada produksinya atau operasinya.
- b. Kualitas menggarisbawahi bagian dari loyalitas dan pendapatan konsumen. Pusat fundamental adalah utilitas klien..
- c. Profitabilitas adalah konsekuensi dari hubungan antara penghasilan, pengeluaran serta modal yang dipakai.

### 2.1.3 Penting nya kualitas

Kualitas menjadi faktor penting dalam perusahaan. Ada tujuh alasan perlunya kualitas bagi sebuah perusahaan yang dikemukakan oleh Russel dan Taylor dalam Ariani (2008) yaitu:

- a. Reputasi Perusahaan

Perusahaan atau asosiasi yang sudah menciptakan barang atau jaanya yang berkualitas akan mendapatkan predikat sebagai perusahaan yang berfokus pada kualitasnya. Dengan demikian, perusahaan tersebut dikenal lebih luas dan mendapat "lebih" penghargaan di masyarakatnya.

- b. Penurunan biaya

Dalam pandangan dunia lama, untuk mengirimkan barang-barang berkualitas secara konsisten mempengaruhi biaya yang meningkat. Barang yang berkualitas secara konsisten tidak dapat dipisahkan dari biaya yang mahal. Sementara pandangan dunia baru mengatakan bahwa untuk memberikan barang atau layanan berkualitas.

c. Peningkatan Pangsa

Pangsa pasar akan meningkat setiap kali meminimalkan biaya tercapainya, karena perusahaan bisa mengurangi biaya, meskipun kualitas tetap menjadi bagian yang paling penting.

d. Pertanggung jawaban Produk dan Jasa

Persaingan yang berkembang dalam sifat produk atau jasa yang dibuat mengharuskan perusahaan atau asosiasi untuk secara konsisten bertanggung jawab untuk menangani kebutuhan dan asumsi klien, sehingga diperlukan norma-norma yang merupakan prinsip-prinsip kerangka manajemen mutu serta pedoman kualitas barang dan jasanya.

#### **2.1.4 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kualitas**

Secara garis besar, ada berbagai faktor yang bisa mempengaruhi kualitas termasuk fasilitas operasi, peralatan dan perlengkapan, bahan atau bahan mentah serta pekerja atau staf asosiasi. Dalam Yamit (2003:350) unsur-unsur yang mempengaruhi kualitas secara eksplisit digambarkan seperti dibawah ini:

- a. Pasar atau tingkat persaingan bisa dimanfaatkan saat menentukan tingkat sifat hasil perusahaan. Semakin tinggi tingkat persaingan akan mempengaruhi perusahaan untuk memberikan barang yang berkualitas. Apalagi saat ini banyak pembeli yang mengharapkan harga murah akan mendapatkan barang yang berkualitas.
- b. Tujuan otoritatif tiap perusahaan masing-masing mempunyai tujuannya dalam mengoperasikan perusahaan dan membuat pembeli menyukai barang yang mereka hasilkan. Terdapat perusahaan yang bermaksud mengirimkan barang dagangan bervolume tinggi dan bernilai rendah (barang berbiaya rendah), sementara ada perusahaan yang bermaksud membuat barang mahal selektif. Kurangnya pengujian item pada item berikutnya bisa mengakibatkan

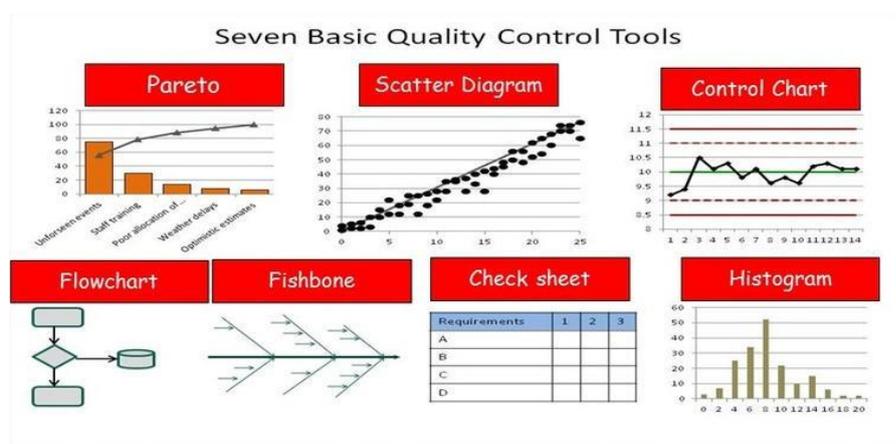
- c. ketidakmampuan untuk mengungkap kekurangan yang ada pada item tersebut.
- d. Banyak pembeli melihat barang dari desainnya yang ditampilkan. Kadang - kadang apabila desain yang ditampilkan tidak sesuai, pembeli juga ragu untuk mengetahui apa manfaat atau kegunaan suatu barang. Dengan cara ini, bagaimana merencanakan suatu barang dapat menentukan sifat barang yang sebenarnya.
- e. Ukuran pembuatan strategi produksi barang bisa menentukan sifat barang yang dikirim

## 2.2 Pengendalian Kualitas

### 2.2.1 Pengertian pengendalian kualitas

Sebuah metode dan kegiatan yang perlu dilakukan sebelum memulai berlangsungnya proses produksi sampai berakhirnya proses produksi. Agar dapat menciptakan produk jadi yang berkualitas. Standart mutu ini ditentukan mulai dari kualitas material, proses produksi. Selain itu pengendalian kualitas merupakan penjamin kualitas suatu produk dan menjaga suatu batang/jasanya agar sesuai ketentuannya atau memenuhi keinginan konsumen. Seven tools ialah 7 alat yang dilakukan sebagai pendukung pengendalian kualitas.

Berikut ini gambar seven tools yang digunakan :



Gambar 2.1 : Seven tools

### **2.2.2 Tujuan pengendalian kualitas**

Adapun tujuan dari pengendalian mutu menurut (Sofjan assauri, 1999:210) adalah :

- a. Produk yang dibuat bisa memenuhi standar kualitasnya yang sudah ditentukan.
- b. Berusaha untuk menjaga biaya inspeksi agar menjadi seminimal yang diharapkan.
- c. Berusaha agar biaya mendesain suatu barang dan siklus dengan menggunakan karakteristik produksi tertentu menjadi sesedikit yang bisa diharapkan.
- d. Berusaha agar biaya pembuatan bisa serendah yang diharapkan.

### **2.2.3 Ruang lingkup pengendalian kualitas**

Menurut Sofjan Assauri pengendalian kualitas bisa dibedakan menjadi dua tahapan (Assauri, 1999)., yaitu :

- a. Pengendalian kualitas merupakan proses pengelolaan selama proses pembuatan. Contohnya sampel dari hasil diambil dalam waktu bersamaan. Kemudian di lanjutkan dengan proses pengecekan secara menyeluruh guna mengetahui apakah proses produksi menggunakan bahan baku yang baik.
- b. Pengendalian kualitas terhadap produk guna melindungi agar produk hasilnya cukup baik kualitasnya dan tidak banyak terjadi *defect* yang keluar atau lolos dari pabrik sampai ke konsumen.

### **2.2.4 Faktor yang mempengaruhi pengendalian kualitas**

Sebagaimana ditunjukkan oleh Zulian (2013) menyatakan bahwa faktor yang mempengaruhi pengendalian kualitas perusahaan yaitu :

- a. Kemampuan proses

Titik batas yang harus dicapai harus disesuaikan berdasarkan kapasitas siklus saat ini. Tidak ada alasan untuk mengendalikan siklus di

dalam batas yang melampaui kemampuan atau kapasitas interaksi saat ini.

b. Spesifikasi yang berlaku

Penentuan hasil produksi yang ingin dicapai harus relevan, jika dilihat dari segi kemampuan prosesnya atau kebutuhan pembeli yang ingin dicapai dari hasil produksinya.

c. Tingkat ketidaksesuaian yang dapat diterima

Motivasi di balik pengendalian interaksi adalah untuk mengurangi item yang berada di bawah standar. Tingkat pengendalian yang diterapkan bergantung pada jumlah item yang berada di bawah prinsip yang memadai

d. Biaya mutu

Biaya kualitas berpengaruh pada tingkat kontrol nilai dalam memberikan item di mana biaya kualitas memiliki hubungan positif dengan pencapaian item nilai.

### 2.3 Six Sigma

Six Sigma adalah strategi peningkatan interaksi bisnis yang bermaksud menemukan dan mengurangi komponen yang menyebabkan cacat atau salah, mengurangi durasi proses dan biaya kerja, meningkatkan efisiensi, mengatasi masalah klien dengan lebih baik, meningkatkan sumber daya, dan meningkatkan keuntungan yang lebih baik dari produksi ataupun pelayanannya (Evans, 2007).

Six Sigma mempunyai tujuan guna mempercepat kemajuan dan mencapai tingkat eksekusi yang luar biasa dengan memusatkan perhatian pada kualitas yang umumnya penting bagi klien dan membedakan atau menghilangkan alasan kesalahan atau kecacatan dalam tindakan (Evans, 2007).

Berikut ini table dalam persentasi item tanpa cacat dalam “level sigma” :

Tabel 2.1 Tingkat pencapaian sigma

Sumber : Vincent Gaspersz (2008)

Presentase yang memenuhi spesifikasi	DPMO	Sigma
30.25	697.7	1
69.13	308.7	2
93.32	66.800	3
99.379	6.210	4
99.9767	233	5
99.99966	3.4	6

Yang menjadi kunci utama konsep *Six Sigma* sebagai berikut:

- a. *Critical-to-Quality* (CTQ) ialah komponen utama yang harus difokuskan karena secara langsung berhubungan dengan kebutuhan dan kepuasan pelanggannya.
- b. *Defect* adalah gagal dalam memberikan sesuatu yang diinginkan pelanggannya.
- c. DPMO (*Defect per million opportunity*) adalah ukuran kegagalan pada six sigma yang menunjukkan kegagalan persejuta kesempatan.
- d. DMAIC - *Define, Measure, Analyze, Improve and Control* ialah siklus dalam meningkatkan target *Six Sigma*.

Tabel 2.2 Pencapaian beberapa tingkat sigma

Sumber Vincent Gaspersz and fontana (2008)

Tingkat pencapaian sigma	PPM ( <i>Part per million</i> )	Kategori	COPQ ( <i>Cost Of Poor Quality</i> )
1 Sigma	690,000	Perusahaan sangat tidak kompetitif	Tidak dapat dihitung
2 Sigma	308,537	Rata-rata Industri Indonesia	Tidak dapat dihitung
3 Sigma	66,807	Rata-rata Industri penjualan	25-40% dari rata-rata Industri
4 Sigma	6,21	Rata-rata Industri USA	15-25% dari Penjualan
5 Sigma	233	Rata-rata Industri jepang	5-15% dari penjualan
6 Sigma	3.4	Industri kelas dunia	< 1% dari penjualan

### 2.3.3 Metode Six Sigma

Proporsi kegagalan pada Six Sigma yang menandakan gagal dalam per sejuta kebebasan disebut *Defects Per Million Opportunities* (DPMO). Sifat CTQ (*Critical to quality*) ialah tujuan dari kontrol Six Sigma dari 3,4 kegagalan per juta kebebasan (DPMO).

Perhitungan DPMO dan tingkat sigma tujuannya untuk mengukur kapasitas dan kemampuan sigma saat ini. Sifat-sifat yang dibutuhkan untuk mengetahui nilai DPMO yang harus diketahui yaitu satuan yang menyatakan jumlah barang yang diperiksa selama pemeriksaan selama waktu persepsi, *Defect* (D) yang menyatakan jumlah barang cacat yang terjadi selama waktu persepsi. *Opportunity* (OP) mengatakan atribut yang memiliki potensi akibat kecacatan.

Berikut ini cara menentukan DPMO dan tingkat sigma :

- a. Hitung *Defect per Unit* (DPU)

$$DPU = \frac{\text{Total Deffect (cacat)}}{\text{Total di produksi}}$$

- b. Hitung *Defect per Million Opportunity* (DPMO) Proporsi kegagalan pada Six Sigma yang menandakan gagal dalam per sejuta kebebasan. Target dari pengendalian mutu *six sigma* sebesar 3,4 DPMO.

$$DPMO = \frac{DPU}{CTQ} \times 1.000.000$$

- c. Hitung tingkat *sigma*, tingkatan *sigma* dapat dengan mudah dihitung dengan *Microsoft excel* menggunakan formula sebagai berikut:

$$\text{Tingkat sigma} = \text{NORMSINV}(1 - \text{DPMO}/1.000.000) + 1,5$$

- d. Menghitung rata-rata DPMO dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Rata - rata DPMO} = \frac{\text{Total DPMO 3 bulan}}{\text{Total bulan}}$$

- e. Menghitung rata-rata sigma dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Rata - rata sigma} = \frac{\text{Total sigma 3 bulan}}{\text{Total bulan}}$$

## 2.4 Konsep Lean

Lean adalah pekerjaan tanpa henti untuk membuang limbah dan meningkatkan nilai tambahan tenaga kerja dan produk untuk menawarkan beberapa manfaat bagi pembeli.

Seperti yang ditunjukkan oleh (Evans 2007) aturan lean thinking adalah menemukan cara siklus untuk membuat item dengan kualitas terbaik dan memperjelas secara lebih efektif. Lean Thinking memberikan lebih

sedikit individu, peralatan, waktu, dan ruang, namun semakin dekat dengan pembeli.

Menurut Vincent Gaspersz (2008) "mencirikan lean merupakan teori bisnis melalui cara yang tepat untuk menangani mengenali dan menghilangkan pemborosan dalam kegiatan perusahaan yang berbeda". Seperti yang ditunjukkan oleh Vincent Gaspersz (2008) ada lima standar lean yang mendasar, khususnya:

- a. Membedakan nilai barang (barang atau jasa) menurut sudut pandang klien, di mana klien membutuhkan barang berkualitas dengan biaya serius untuk layanan yang tepat.
- b. Membedakan ukuran aliran nilai (merencanakan siklus transfer nilai) untuk setiap item (produk/jasa)
- c. Buang pemborosan yang tidak mempunyai nilai dari gerakan apa pun di sepanjang aliran nilai
- d. Mengkoordinasikan agar bahan, data, dan barang mengalir tanpa hambatan dan dengan lancar melalui ukuran arus yang layak menggunakan kerangka kerja kekuatan.
- e. Terus mencari metode dan perangkat peningkatan yang berbeda untuk mencapai kehebatan dan peningkatan terus-menerus.

#### **2.4.1 Pemborosan (Waste)**

Seperti yang ditunjukkan oleh Vincet Gaspersz (2007) Pemborosan dapat dicirikan sebagai semua kegiatan kerja yang tidak menawarkan manfaat tambahan selama waktu yang dihabiskan untuk mengubah kontribusi ke hasil di sepanjang aliran nilai (langkah-langkah untuk membuat, produksi, dan menyampaikan item baik barang atau jasa ke pasar).

Signifikansi masing-masing pemborosan itu sendiri mempunyai implikasi yang beragam, untuk itu diambil beberapa sumber sebagai berikut:

tujuh macam sampah yang tidak menambah harga diri (Vincent Gaspersz 2007):

a. **Waste of Overproduction (Produksi yang berlebihan)**

Terjadinya pemborosan karena banyaknya persediaan sebagai Barang Jadi (Finished Goods) dan WIP (Barang Setengah Jadi) namun belum ada pesanan dari Pelanggan.

b. **Waste of Inventory (Inventori)**

Terjadinya pemborosan karena persediaan merupakan kumpulan dari barang jadi (Finished Goods), WIP (Semi-Finished Goods) dan Raw Material pada semua tahapan pembuatan sehingga membutuhkan ruang penyimpanan.

c. **Waste of Defects (Cacat / Kerusakan)**

Terjadinya pemborosan karena kualitas yang rendah atau adanya kerusakan (imperfection) maka memerlukan perbaikan. Sehingga mengakibatkan biaya tambahan seperti biaya pekerjaan, komponenan yang dipakai dalam perbaikan dan biaya lain.

d. **Waste of Transportation (Pemindahan/Transportasi)**

Terjadinya pemborosan karena tata letak yang tidak layak, organisasi lingkungan kerja yang tidak baik yang mengharuskan pemindahan produk dimulai dari satu tempat kemudian ke tempat berikutnya.

e. **Waste of Motion (Gerakan)**

Terjadinya pemborosan karena pengembangan pekerja dan mesin yang tidak berguna dan tidak meningkatkan item.

**f. Waste of Waiting (Menunggu)**

Pada saat Orang atau Mesin tidak melakukan pekerjaannya, keadaan ini disebut delay. Menahan bisa karena interaksi yang tidak seimbang sehingga ada buruh dan mesin yang harus stand by untuk menangani kerjanya.

**g. Waste of Overprocessing (Proses yang berlebihan)**

Beberapa dari setiap siklus bisa menawarkan manfaat tambahan untuk item yang dibuat ataupun pelanggan. Siklus yang tidak menawarkan manfaat tambahan ini adalah pemborosan atau interaksi yang tidak perlu.

**2.4.2 Value stream mapping**

Value Stream Mapping adalah teknik visual untuk perencanaan dan data dari setiap stasiun kerja. Value Stream Mapping bisa digunakan sebagai tahap awal bagi perusahaan untuk membedakan pemborosan dan mengenali penyebabnya. Seperti yang ditunjukkan oleh Nash dan Polling. (2008) “kata Value Stream Mapping adalah suatu alat perencanaan interaksi yang berfungsi untuk membedakan perkembangan bahan dan data dalam siklus pembuatan dari bahan menjadi barang jadi”.

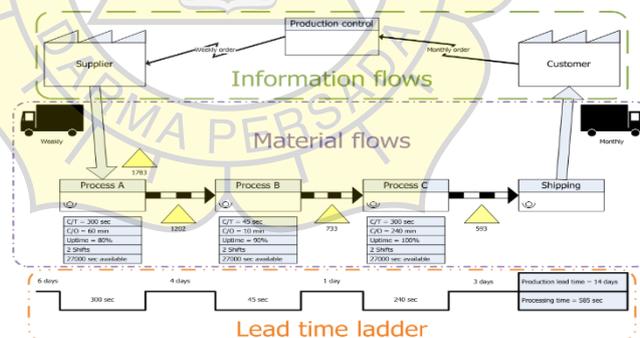
Berikut ini penjelasan aktivitas-aktivitas yang terjadi pada value state mapping :

1. Value adding activity, yaitu suatu tindakan yang menurut klien bisa memberikan manfaat tambahan pada suatu barang/administrasi sehingga klien akan membayar tindakan tersebut. Misalnya memperbaiki kendaraan yang rusak di jalan tol.
2. Non value adding activity, yaitu tindakan yang tidak menambah nilai suatu barang atau jasa menurut klien. Gerakan ini adalah pemborosan yang harus segera dibuang dalam sistem produksinya. Misalnya, memindahkan material mulai dari satu rak kemudian ke rak

berikutnya sehingga akan membuat operator bergerak di sekitar jalur produksi.

3. Necessary non value adding activity adalah tindakan yang tidak meningkatkan nilai barang atau jasa menurut klien, namun diperlukan dalam strategi atau kerangka kerja yang ada. Kegiatan ini tidak bisa dihapus untuk sementara waktu tetapi dapat dibuat lebih produktif. Untuk menghilangkan gerakan ini diperlukan perubahan besar pada kerangka kerja yang membutuhkan waktu yang cukup lama. Misalnya, melakukan inspeksi pada setiap item pada setiap mesin karena pembuatannya menggunakan mesin lama. Sementara Necessary non value adding activity mungkin bisa menjadi pemborosan, namun dilihat dari sistem kerjanya terlebih dahulu. contoh: memindahkan peralatan dimulai dengan satu tangan kemudian ke tangan berikutnya

Berdasarkan pengertian value state mapping diatas, untuk memperjelas berikut ini gambar dari value state mapping :



Gambar 2.2 : Value stream mapping

Sumber: <https://en.wikipedia.org/>

- a. A/T: Available Time ialah ketersediaan waktu dalam stasiun kerja per hari untuk melakukan produksi.
- b.  $A/T = \text{Total waktu kerja} - \text{waktu istirahat}$
- c. C/T: Cycle Time adalah waktu yang dibutuhkan setiap stasiun kerja untuk melakukan proses produksi pada satu kali siklus.
- d.  $C/T = (\text{Available Time} - \text{Volume produksi})$

- e. Lead time ialah jangka waktu yang diperlukan saat dimulainya pemesanan hingga datang nya bahan baku yang di pesan.

#### **2.4.2.1 Langkah-langkah pembuatan Value stream mapping**

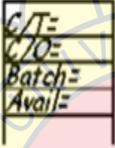
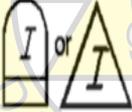
Adapun langkah-langkah pembuatan value stream mapping sebagai berikut (Gaspersz, 2007) :

- a. Tentukan satu item, atau beberapa item yang akan direncanakan dan pilih item yang memenuhi model kemudian memiliki volume pembuatan yang tinggi, biaya pembuatan yang tinggi dan mempunyai standar yang sangat penting bagi perusahaan.
- b. Menggambarkan proses produksinya, memanfaatkan gambar untuk merencanakan siklus.
- c. Menambahkan aliran material ke panduan yang dibuat, menunjukkan pengembangan semua aktivitas produksi, informasi yang dikumpulkan, misalnya, waktu persiapan per unit, Takt Rate, Persentase terjadinya kecacatan, Jumlah pekerja yang dibutuhkan, Persentase downtime, Total WIP, dalam Ukuran Batch.
- d. Kemudian, periksa untuk membuat korelasi antara Value Stream Mapping yang telah dibuat dengan keadaan sebenarnya.

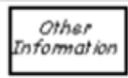
#### **2.4.2.2 Simbol dalam Value stream mapping**

Berikut ini beberapa simbol- simbol dalam value stream mapping yang di gunakan untuk menggambarkan aliran bahan dan aliran informasi :

Tabel 2.3: Simbol pada peta Value stream mapping

No.	Nama	Simbol	Fungsi
1	Customer / Supplier		Penggambaran aliran material. Sementara gambar akan mempresentasikan Customer bila ditempatkan di kanan atas, biasanya sebagai titik akhir aliran material.
2	Dedicated proses		Menyatakan proses, operasi, mesin atau departemen yang melalui aliran material. Secara khusus, untuk menghindari pemetaan setiap langkah proses yang tidak diinginkan.
3	Data Box		Lambang ini memiliki keterangan yang menyatakan informasi/ data yang dibutuhkan untuk menganalisis dan mengamati sistem.
4	Inventory		Lambang ini juga dapat digunakan untuk mempresentasikan penyimpanan bagi raw material dan finished goods
5	Operator		Lambang ini mempresentasikan operator. Lambang ini menunjukkan jumlah operator yang dibutuhkan untuk melakukan suatu proses.

Tabel 2.4 : Simbol pelengkap peta value stream mapping

No.	Nama	Simbol	Fungsi
1	Shipments		Merepresentasikan pergerakan raw material dari supplier hingga menuju gudang penyimpanan akhir di pabrik, atau pergerakan dari produk akhir di gudang penyimpanan pabrik hingga ke konsumen
2	Push Arrows		Merepresentasikan pergerakan material dari satu proses menuju proses berikutnya. Push memiliki arti bahwa proses dapat memproduksi sesuatu tanpa memandang kebutuhan cepat dari proses yang bersifat downstream.
3	External Shipments		Melambungkan pengiriman yang dilakukan dari supplier ke konsumen atau pabrik ke konsumen dengan menggunakan pengangkutan eksternal ( diluar pabrik).
4	Production Control		Merepresentasikan penjadwalan produksi utama atau departemen pengontrolan, orang atau operasi
5	Manual Info		Gambar anak panah yang lurus dan tipis menunjukkan aliran informasi umum yang bisa diperoleh melalui catatan, laporan ataupun percakapan. Jumlah dan jenis catatan lain bisa jadi relevan.
6	Electronic Info		Melalui anak panah ini , jumlah informasi atau data yang dipertukarkan, jenis media yang digunakan seperti fax, telepon, dan lain - lain dan juga jenis data yang di pertukarkan itu sendiri.
7	Other		Menyatakan informasi atau hal lain yang penting.
8	Timeline		Menunjukkan waktu yang memberikan nilai tambah ( cycle times) dan waktu yang tidak memberikan nilai tambah (waktu menunggu). Lambang ini digunakan untuk menghitung lead time dan Total cycle time.

## 2.2 Design of experiment (DOE)

Desain of Experiments (DOE) merupakan prosedur pengujian yang membantu mengeksplorasi perpaduan terbaik dari batas siklus, jumlah yang diubah, laju dan campuran untuk memperoleh hasil statis yang solid. DOE adalah metode yang teratur yang dapat diikuti untuk menemukan

jawaban atas masalah interaksi modern sebagai objektivitas akan lebih penting adanya penggunaan strategi dalam perhitungan eksperimen dengan statistik. Berikut adalah cara untuk melakukan DEO

a. Penentuan jumlah level dan faktor control

Tahap pengujian ini adalah untuk mengumpulkan informasi yang digunakan sebagai rencana pengujian, khususnya menentukan faktor kontrol dan level untuk pengujian yang diselesaikan dengan mempertimbangkan konsekuensi dari pengaturan pengujian. Berikutnya adalah contoh tabel data

Kode	Faktor Kontrol	Faktor Level		
		Low (L)	Standar (S)	High (H)
A	Speed Conveyor Belt	10 Hz	12 Hz	14 Hz
B	Suhu Cokelat	28 °C	29 °C	30 °C
C	Material Hardener	0,5 Kg	1 Kg	1,5 Kg

Gambar 2.3 : Contoh data penentuan faktor level dan faktor kontrol

b. Penetapan orthogonal array

Tahap ini membutuhkan nilai tingkat peluang dari variabel yang akan dimanfaatkan dalam uji coba.

c. Pelaksanaan eksperimen

Perkembangan ini untuk menyelesaikan penilaian item berikutnya. Kemudian, jumlah barang yang rusak dicatat tergantung pada jenis cacatnya. Berikut ini contoh tabel data hasil eksperimen. Berikut ini gambar contoh data hasil pelaksanaan eksperimen

Eksperimen	Faktor Kontrol			Hasil Cacat Lembek (Kg)			Jumlah Cacat (Kg)	Rata-Rata Cacat (Kg)
	A	B	C	Jam I	Jam II	Jam III		
1	L	L	L	8,5	8	10	26,5	8,83
2	L	S	S	7	9	8	24	8,00
3	L	H	H	8	9	9,5	26,5	8,83
4	S	L	S	7	9	9	25	8,33
5	S	S	H	7	6	5	18	6,00
6	S	H	L	8	8	8	24	8,00
7	H	L	H	7	8	8	23	7,67
8	H	S	L	9	8	9	26	8,67
9	H	H	S	10,5	9	9	28,5	9,50
Total				72	74	75,5	221,5	73,83

Gambar 2.4 : Contoh data hasil eksperimen

d. Perhitungan data dalam hasil eksperimen dengan data rata-rata cacat

Jumlah data cacat = percobaan + percobaan 2 + percobaan 3

$$\text{Rata-rata cacat} = \frac{\text{percobaan} + \text{percobaan 2} + \text{percobaan 3}}{3}$$

e. Pembuatan table respon

$$R1 = \frac{\text{Jumlah rata – rata faktor level 1 (low) pada faktor kontrol A}}{3}$$

$$R2 = \frac{\text{Jumlah rata – rata faktor level 1 (standart) pada faktor kontrol A}}{3}$$

$$R3 = \frac{\text{Jumlah rata – rata faktor level 1 (high) pada faktor kontrol A}}{3}$$

ANOVA merupakan teknik analisis statistika yang mempunyai tempat dengan menggunakan wawasan akfisasi. Pada tulisan Indonesia, seni manajemen ini dikenal dengan aneka macam, mirip analisis raga, sidik ragam, dan analisis variansi. Berikut langkah-langkah perhitungannya:

a. Menghitung jumlah kuadrat total (SST)

$$\text{Rumus : } SST = \sum y^2$$

b. Menghitung jumlah homogen rata kuadrat (SSmean)

- Total cacat keseluruhan
- Rata-rata cacat keseluruhan ( $\bar{y}$ ) =  $\frac{\text{Total cacat}}{N}$
- $SS_{\text{mean}} = N \times \left(\frac{\bar{y}}{N}\right)^2$
- $SSt = SST - S_{\text{mean}}$

c. Perhitungan total kuadrat setiap faktor

$$F1 = (A1^2 \times n_1) + (A2^2 \times n_2) + (A3^2 \times n_3) - S_{\text{mean}}$$

d. Perhitungan total kuadrat error (SSerror)

$$SS_{\text{error}} = SST - SS_{\text{mean}} - \text{jumlah kuadrat masing-masing faktor}$$

e. Menghitung derajat kebebasan faktor

- Faktor Kontrol A =  $VA = (\text{Faktor Level} - 1)$
- Rata jumlah kuadrat A =  $MSA = \frac{\text{jumlah kuadrat masing-masing faktor}}{\text{derajat kebebasan faktor}}$
- Rata jumlah kuadrat error =  $MS_{\text{error}} = \frac{SS_{\text{error}}}{DB_{\text{error}}}$

f. Perhitungan total Ratio F (f Ratio)

- $F \text{ Ratio } A = \left( \frac{MSA}{Merror} \right)$

g. Perhitungan total SS' pada setiap faktor

- $SS' \text{ faktor } A = \text{jumlah kuadrat masing-masing faktor} - (V_a \times M_{error})$

h. Menghitung RHO % (presentase rasio akhir)

- $RHO\% A = \left( \frac{SS'a}{SSt} \right)$

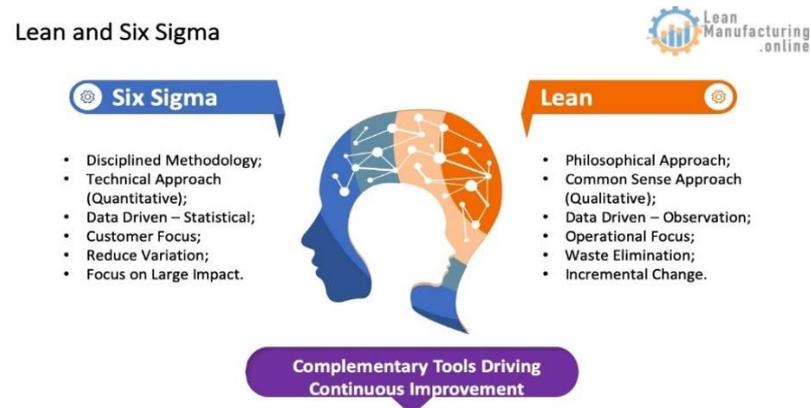
Dari perhitung ANOVA di atas dibuatkan tabel pengolahan data Berikut ini contoh gambar tabel nya :

Sumber	SS	DF	MS	F-Ratio	SS'	Ratio %
A	7,79 6	2	3,89 8	4,587	6,09 7	16,644
B	6,79 6	2	3,39 8	3,999	5,09 7	13,914
C	6,74 1	2	3,37 0	3,966	5,04 1	13,762
Error	15,2 96	18	0,85 0		24,0 78	65,733
SSt	36,6 30	26	1,40 9		36,6 30	
Mean	1817 ,120	1				
Total	1854	27				

Gambar 2.5 : Contoh tabel hasil pengolahan data ANOVA

### 2.3 Lean Six Sigma

Seperti yang ditunjukkan oleh Gaspersz (2011;92) *Lean Six Sigma* yang merupakan perpaduan antara Lean dan Six Sigma bisa dicirikan sebagai teori bisnis, cara yang mendasar dan disengaja untuk menangani mengenali dan membuang limbah atau kegiatan yang tidak menambah nilai melalui perbaikan terus-menerus. untuk mencapai tingkat eksekusi six sigma.



Gambar 2.6 Antara lean dan six sigma

### 2.3.3 Penerapan DMAIC dalam lean six sigma

Terdapat lima tahapan atau langkah fundamental dalam menjalankan sistem Six Sigma ini, lebih spesifiknya Define - Measure - Analyze - Improve - Control (DMAIC), dimana tahapan tersebut merupakan tahapan suram atau menyusun siklus peningkatan kualitas dengan Six Sigma. siklus DMAIC dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.7 Siklus DMAIC

#### 2.3.3.1 Define (D)

Ini adalah kemajuan fungsional utama dalam program peningkatan kualitas Six Sigma. Pada tahap Define, pekerjaan individu dilakukan untuk mengenali mereka yang secara langsung diidentifikasi dengan persyaratan khusus klien dan bisa diklarifikasi dengan kontrak proyek, grafik SIPOC. Alasan untuk *define* adalah untuk mengenali item atau siklus yang akan diperbaiki dan mencari tahu aset apa yang diperlukan dalam pelaksanaan produksi.

a. Project charter

Untuk mengkarakterisasi masalah yang akan ditangani, mengkarakterisasi tujuan dan ruang lingkup proyek, mengumpulkan data mengenai siklus dan klien, dan mengkarakterisasi harapan kepada klien.

Berikut merupakan contoh tabel *project charter* :

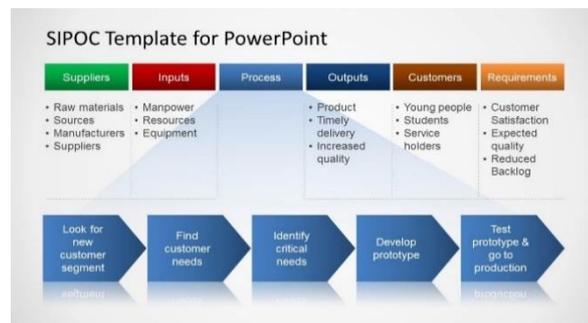
Tabel 2.5 Contoh project charter

INFORMASI PENELITIAN			
Nama Penelitian		Tempat Penelitian	
Judul penelitian		Mulai penelitian	
Institusi pendidikan		Selesai penelitian	
Pembimbing Skripsi		Alamat Penelitian	
		Pembimbing di perusahaan	
Tujuan dari penelitian		Permasalahan	

b. Diagram SIPOC

Ini menelusuri komponen penting dalam sebuah siklus dan mencirikan siapa pelaku utama dalam prosesnya. Berikutnya adalah seperti yang ditunjukkan oleh (Evans, 2007) interaksi SIPOC, yang menjelaskan: :

- 1) *supplier* – orang atau kelompok yang memberikan material
- 2) *input* – barang atau jasa yang diberikan oleh supplier dan dibutuhkan oleh suatu proses untuk menghasilkan output.
- 3) *process* – langkah-langkah yang mentransformasikan dan mengubah *input* menjadi sebuah *output*;
- 4) *Output* – hasil dari suatu proses berbentuk benda fisik.
- 5) *customer* – orang atau perusahaan yang menerima *output* berdasarkan tingkat kebutuhan yang telah ditentukan.



Gambar 2.8 Contoh diagram SIPOC

### 2.3.3.2 Measure (M)

*Measure* adalah kemajuan fungsional kedua dalam program peningkatan kualitas Six Sigma, ada beberapa perhatian utama yang harus dilakukan, untuk lebih spesifiknya:

- Kembangkan rencana pengumpulan data yang bisa dilakukan pada tingkat siklus.
- Ukur eksekusi saat ini untuk ditetapkan sebagai pola presentasi menuju awal proyek Six Sigma..

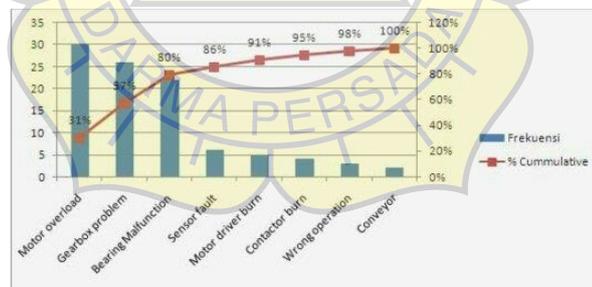
Hitung presentase kecacatan untuk membuat grafik Pareto, hitung 3 sigma untuk membuat peta kendali P, dan pastikan nilai DPMO dan sigma. Berikut adalah bagian dari instrumen yang digunakan pada tahap *measure*:

- Diagram pareto

Adalah grafik batang yang menunjukkan masalah dalam permintaan jumlah acara. Isu-isu yang paling banyak terjadi ditunjukkan oleh grafik batang utama yang paling tinggi dan ditempatkan di paling kiri, sedangkan masalah yang paling sedikit ditunjukkan oleh diagram referensi terakhir dan diletakkan di paling kanan. Berikutnya adalah sarana untuk membuat grafik Pareto (Vincent Gaspersz, 1997: 53):

- 1) Menentukan masalah apa yang akan direnungkan dan mengenali alasan masalah yang akan dianalisis. Setelah itu lakukan pengumpulan data
- 2) Membuat ringkasan daftar atau tabel yang mencatat perulangan kejadian dari isu yang telah diamati.
- 3) Membuat ikhtisar masalah secara berurutan tergantung pada pengulangan peristiwa dari yang paling tinggi ke yang paling rendah, dan memastikan pengulangan agregat, total presentase tingkat kejadian.
- 4) Gambar dua garis vertikal di kiri dan kanan, dan satu garis datar.
- 5) Buatlah histogram pada grafik Pareto.
- 6) Gambarlah tikungan agregat dan gabungkan kualitasnya di kanan atas peregangan untuk setiap hal masalah.
- 7) Memutuskan untuk melakukan langkah restoratif pada pendorong yang mendasari masalah yang ada.

Berikut ini contoh gambar diagram pareto :



Gambar 2.9 Diagram Pareto

#### b. Control chart (Peta Kendali P)

Digunakan untuk mengukur sejauh mana ketidaksesuaian (penyimpangan atau biasa disebut *defect*). Dengan demikian diagram kontrol p digunakan untuk mengontrol tingkat dan hal-hal yang tidak memenuhi penentuan kualitas atau tingkat item yang tidak sempurna yang dibuat dalam suatu siklus. Berikut ini adalah cara untuk membuat peta kendali P (Gaspersz, 1997):

- 1) Tentukan ukuran (sampel) yang cukup besar ( $n > 30$ ).
- 2) Kumpulkan 20-25 set ukuran (sampel)
- 3) Hitung nilai proporsi *defect*, yaitu :

$$n - \text{bar} = \frac{\text{Total produksi}}{\text{Total bulan}}$$

$$p - \text{bar} = \frac{\text{Total produksi cacat}}{\text{Total produksi}}$$

- 4) Hitung nilai simpangan baku, yaitu :

$$Sp = \sqrt{\frac{p - \text{bar} (1 - p - \text{bar})}{n - \text{bar}}}$$

- 5) Hitung batas-batas control 3 sigma, yaitu :

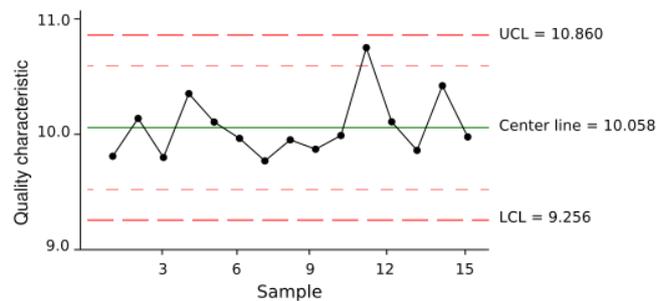
$$CL = p - \text{bar}$$

$$UCL = p - \text{bar} + 3 \sqrt{\frac{p - \text{bar} (1 - p - \text{bar})}{n}}$$

$$LCL = p - \text{bar} - 3 \sqrt{\frac{p - \text{bar} (1 - p - \text{bar})}{n}}$$

- 6) Plot atau tebarkan data proporsi defect serta mengamati apakah data itu berada dalam pengendalian statistikal.
- 7) Jika data pengamatan menunjukkan bahwa proses berada dalam pengendalian statistikal, tentukan kapabilitas proses untuk menghasilkan produk yang sesuai (tidak defect).
- 8) Apabila data pengamatan menunjukkan bahwa proses berada dalam pengendalian statistikal, maka peta kendali p untuk memantau proses terus-menerus.

Berikut ini contoh gambar peta kendali P :

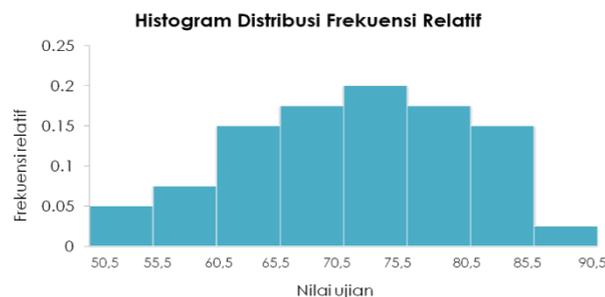


Gambar 2.10 Peta kendali P

### c. Diagram histogram

Histogram adalah alat yang membantu menemukan varietas, dan histogram adalah teknik untuk membuat garis besar informasi sehingga informasi tersebut dianalisis, yang menyajikan informasi secara grafis tentang seberapa sering komponen dalam proses terlihat. Histogram digunakan untuk melihat contoh yang ada, mengenali cakupan faktor, dan merekomendasikan pola fokus dalam variabel. Histogram maju untuk mengatasi masalah untuk menilai informasi yang terjadi pada pengulangan tertentu.

Berikut ini gambar diagram batang histogram untuk menunjukkan frekuensi :



Gambar 2.11 : Contoh diagram histogram

### 2.3.3.3 Analyze (A)

Investigasi adalah penilaian siklus, realitas dan informasi untuk memperoleh pemahaman tentang mengapa suatu masalah terjadi dan di mana ada peluang untuk melakukan peningkatan dan menganalisis dengan 4M+1E dan kemudian membuat grafik keadaan dan hasil logis. Maksudnya adalah untuk menunjukkan unsur-unsur kausal (penyebab) dan atribut kualitas (dampak) yang ditimbulkan oleh unsur-unsur kausal. Pada dasarnya keadaan dan garis besar hasil logis bisa digunakan untuk persyaratan yang menyertainya (Gaspersz, 1997):

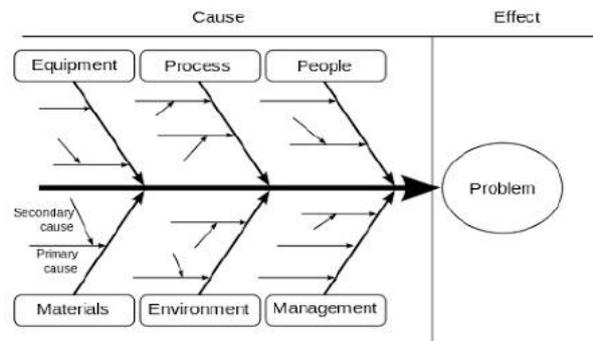
- a. Membantu mencari akar penyebab dari suatu Masalah.
- b. Membantu menemukan ide-ide untuk solusi masalah.
- c. Membantu dalam penyelidikan atau pencarian lebih lanjut.

Berikut langkah pembuatan diagram sebab-akibat (Gaspersz, 1997):

- a. Mulailah dengan mengungkapkan isu-isu mendasar yang signifikan dan sungguh-sungguh untuk ditangani.
- b. Tulis penjelasan masalah pada "kepala ikan", lalu, kemudian, gambarkan "tulang belakang" dari kiri ke kanan dan letakkan artikulasi masalah di dalam kotak.
- c. Tuliskan faktor penyebab prinsip yang mempengaruhi masalah kualitas sebagai "tulang besar". Pengumpulan faktor-faktor penyebab, misalnya, manusia, mesin, peralatan, bahan, teknik kerja, tempat kerja, pengukuran dan lainnya.
- d. Catat penyebab utamanya (tulang besar), dan nyatakan penyebab tambahan sebagai "tulang berukuran sedang".
- e. Catat penyebab tersier yang mempengaruhi penyebab opsional, dikomunikasikan sebagai "tulang kecil".
- f. Tentukan hal-hal yang signifikan dari masing-masing faktor dan masukkan komponen signifikan tertentu yang tampaknya mempengaruhi atribut kualitas.

Berikut ini contoh gambar diagram sebab akibat (fishbone):

## Fishbone Diagram



Gambar 2.12 Contoh fishbone Diagram

### 2.3.3.4 Improve (I)

Setelah sumber dan pendorong yang mendasari masalah nilai dikenali, penting untuk mengatur aktivitas yang dimaksudkan untuk bekerja pada sifat Six Sigma. Dalam mengenali peningkatan menggunakan teknik 5W+1H. Tujuannya adalah untuk memutuskan aktivitas yang layak yang dimaksudkan untuk bekerja pada siklus atau masalah yang sedang terjadi dan mengatasi masalah tersebut, berikut adalah teknik 5W+1H:

- a. *What*, langkah pertama dari metode ini adalah menentukan rencana tindakan yang akan dilaksanakan.
- b. *Why*, mengapa rencana tindakan itu dipilih
- c. *Who*, personal siapa yang bertanggung jawab dalam melaksanakan rencana itu.
- d. *When*, kapan waktu periode pelaksanaan rencana tindakan itu.
- e. *Where*, dalam proses mana rencana tindakan itu akan diterapkan.
- f. *How*, bagaimana rencana tindakan itu diterapkan

### 2.3.3.5 Control (C)

Kontrol adalah kemajuan terakhir dalam ukuran Six Sigma DMAIC, dan merupakan tindakan untuk menjamin peningkatan proyek

terus dilakukan dengan memeriksa tolok ukur eksekusi utama dan CTQ. Sebagai fitur dari pendekatan Six Sigma, manajemen diharapkan untuk menjamin bahwa hasil dalam proses memenuhi pedoman. Apabila tidak memenuhi standart maka perlu dilakukan perbaikan seperti pelatihan karyawan dan merancang sistem baru. (Evans, 2007).

