

## BAB 2 Tinjauan Pustaka

### 2.1. *Quality control*

Kualitas adalah aspek penting dalam sebuah produk. Karena konsumen memiliki kebutuhan dan pendapat yang berbeda-beda, kualitas selalu menjadi prioritas utama. Sekarang, konsep kualitas tidak hanya fokus pada bagaimana produk terlihat baik di mata konsumen, tetapi juga sudah merambah ke berbagai aspek manajemen dalam perusahaan.[4]. Berdasarkan pandangan yang dikemukakan oleh tim dosen teknik industri Unikom pada tahun 2014, kualitas (*quality*) dapat dipahami sebagai atribut atau ciri khas yang diharapkan dari suatu produk atau layanan. Sementara itu, aspek manajemen atau pengendalian (*control*) merujuk pada serangkaian tindakan yang meliputi proses perencanaan, pengukuran, serta penyesuaian agar memastikan tercapainya standar kualitas yang sudah ditetapkan sebelumnya. Kedua konsep ini memiliki peran penting dalam usaha menjaga dan meningkatkan kualitas produk atau layanan secara konsisten.[5]

kualitas dapat dipahami sebagai karakteristik yang diharapkan dari produk dimsum yang dihasilkan oleh Inmons, mencakup aspek-aspek seperti rasa, tekstur, penampilan, dan kebersihan. Sementara itu, pengendalian mengacu pada upaya-upaya yang dilakukan oleh UMKM ini untuk memastikan bahwa produk dimsum yang dihasilkan secara konsisten memenuhi standar kualitas yang telah ditetapkan.

Permasalahan yang dihadapi UMKM Dimsumkemungkinan besar berkaitan dengan tantangan dalam menjaga konsistensi kualitas produk mereka. Sebagai usaha kecil menengah, Inmons mungkin menghadapi kendala dalam hal sumber daya, baik itu bahan baku, peralatan, maupun tenaga kerja terampil, yang dapat mempengaruhi kualitas produk akhir. Penerapan konsep kualitas dan pengendalian seperti yang dijelaskan oleh tim dosen Unikom menjadi sangat relevan dalam mengatasi tantangan ini. Dengan memahami atribut kualitas yang diharapkan dari produk dimsum mereka dan menerapkan sistem pengendalian yang efektif - meliputi perencanaan produksi, pengukuran kualitas secara konsisten, dan penyesuaian proses bila diperlukan - UMKM Dimsumdapat meningkatkan standar

kualitas produknya secara signifikan. Hal ini pada gilirannya dapat meningkatkan kepuasan pelanggan, serta memperkuat posisi mereka di pasar

## **2.2. Waste**

produksi merupakan hal yang sangat diperlukan suatu industri. Tetapi hal itu tidak akan terjadi jika masih terdapat *waste*/pemborosan di dalam proses produksi. Dalam meningkatkan kualitas pada proses produksi dengan mengurangi atau mengeliminasi *waste* adalah *Lean Manufacturing*. *Lean Manufacturing* merupakan pendekatan yang digunakan untuk meminimasi *waste* dengan tujuan meningkatkan nilai bagi pelanggan, mengurangi jumlah sumber daya yang dikonsumsi dan waktu siklus melalui penghapusan *waste*. *Waste* berasal dari Jepang yang dikenal dengan sebutan “Muda” yang awalnya dikembangkan oleh Taiichi Ohno sebagai inti dari sistem produksi Toyota, yang juga dikenal dengan sebutan *Lean Manufacturing*. *Waste* dikategorisasikan menjadi 7 jenis yaitu: *overproduction*, *waiting*, *transportation*, *inappropriate processing*, *unnecessary inventory*, *unnecessary motion*, dan *defect* [6]

Berikut ini merupakan definisi masing masing dari *seven waste*

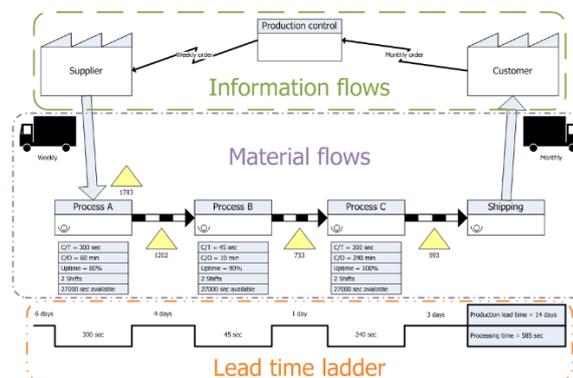
- a. *Overproduction*, terjadi ketika produk dibuat lebih banyak dari yang diperlukan. Hal ini mengakibatkan penumpukan persediaan, pemborosan ruang penyimpanan, dan risiko kerusakan produk.
- b. *Waiting*, merupakan waktu henti yang tidak bernilai tambah, seperti menunggu bahan baku, instruksi, atau proses selanjutnya. Hal ini dapat disebabkan oleh ketidakseimbangan lini produksi, jadwal yang tidak terkoordinasi, atau kurangnya komunikasi.
- c. *Transportation*, terjadi ketika material, produk setengah jadi, atau produk jadi dipindahkan secara tidak perlu. Hal ini membuang waktu dan tenaga, meningkatkan risiko kerusakan, dan memperpanjang waktu tunggu.

- d. *Processing*, mengacu pada langkah-langkah atau proses yang tidak perlu yang dilakukan pada produk. Hal ini bisa disebabkan oleh desain produk yang rumit, metode kerja yang tidak efisien, atau kurangnya standar.
- e. *Inventories*, adalah akumulasi barang mentah, produk setengah jadi, atau produk jadi yang melebihi keperluan. Hal ini memakan ruang penyimpanan, dan berisiko menjadi usang atau rusak.
- f. *Motion*, adalah pergerakan fisik yang dilakukan operator yang tentunya tidak menambah nilai pada produk. aktifitas ini bisa berupa mengambil dan meletakkan barang, mencari alat, atau membungkuk untuk mencapai sesuatu.
- g. *Defects*, yaitu produk yang tidak memenuhi spesifikasi atau standar kualitas. Hal ini menyebabkan *rework*, pemborosan bahan baku, dan ketidakpuasan pelanggan.

### 2.3. Value stream mapping (VSM)

*Value Stream Mapping (VSM)* merupakan metode didalam *Lean Manufacturing* yang digunakan untuk menggambarkan, menganalisis, dan mengoptimalkan aliran material dan informasi yang diperlukan untuk menghasilkan produk atau layanan dari awal hingga akhir.[7]

Dalam penelitian ini penggunaan VSM hanya untuk memvisualisasikan proses produksi dimsum dari awal hingga akhir.



Gambar 2.1. contoh value stream mapping  
(sumber: Wikipedia)

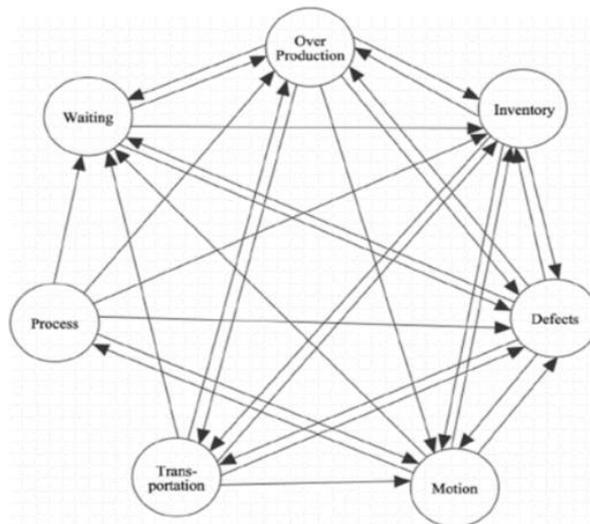
#### 2.4. Waste assesment model (WAM)

Model WAM (*Waste Assessment Model*) adalah alat yang dikembangkan untuk menyederhanakan proses identifikasi masalah terkait pemborosan dalam suatu sistem produksi. Model ini diperkenalkan oleh Ibrahim A. Rawabdeh dalam sebuah artikel yang dimuat di "International Journal of Operations and Production Management" pada tahun 2005.

WAM terdiri dari tiga komponen utama yang saling berkaitan:

##### a. *Seven waste relationship (SWR)*

Dalam proses produksi, ada tujuh jenis pemborosan yang sering terjadi. komponen ini membantu untuk memahami bagaimana pemborosan-pemborosan ini saling berhubungan dan mempengaruhi satu sama lain. Untuk memudahkan dalam memahami hubungan ini, setiap jenis pemborosan diberi kode huruf pertama dari namanya.,misalnya O yaitu *overproduction*, I yaitu *inventory*, D yaitu *defect*, M yaitu *motion*, P yaitu *process*, T yaitu *transpotation* dan W yaitu *waiting* [8]



**Gambar 2.2. Hubungan antar setiap waste**  
(Sumber: Rawabdeh 2005)

Tabel ini merupakan tabel yang menampilkan penjelasan keterkaitan antar jenis *waste* [8]

**Tabel 2.1. Jenis Hubungan antar *waste***  
(Sumber: Rawabdeh 2005)

<b>Jenis Hubungan</b>	<b>Keterangan</b>
O-I	Kelebihan produksi dan kebutuhan bahan baku yang tinggi mengakibatkan penumpukan stok dan <i>work-in-process</i> . Hal ini berdampak pada penggunaan ruang yang berlebih dan perlu dipertimbangkan saat permintaan pelanggan sedang sepi.
O-D	Kelebihan operator produksi dapat menurunkan kualitas
O-M	Produksi berlebihan dapat mendorong kebiasaan non-ergonomis, menyebabkan metode kerja tidak standar dan boros <i>motion</i>
O-T	Produksi berlebihan meningkatkan kebutuhan transportasi guna menangani bahan yang berlebihan juga
O-W	Produksi berlebihan memperpanjang waktu produksi dan waktu tunggu pelanggan berikutnya.
I-O	Persediaan bahan baku tinggi bisa meningkatkan beban kerja dan profitabilitas.
I-D	Peningkatan inventaris meningkatkan risiko cacat produk akibat kurang konsentrasi serta keadaan gudang yang tidak memenuhi.
I-M	Inventaris yang lebih besar memperpanjang waktu pencarian, seleksi, serta perpindahan barang.
I-T	Peningkatan inventaris dapat menghambat akses, memperlambat transportasi dalam produksi.
D-O	Produksi berlebihan mendorong antisipasi kekurangan bahan akibat defect

Tabel 2.1. Jenis Hubungan antar *waste* (Lanjutan)

Jenis Hubungan	Keterangan
D-I	Produksi WIP cacat memerlukan pengerjaan ulang, meningkatkan inventaris work-in-process.
D-M	Produk cacat memperpanjang waktu pencarian, seleksi, dan inspeksi.
D-T	Pemindahan produk cacat ke stasiun sebelumnya menyebabkan pemborosan transportasi.
D-W	Pengerjaan ulang menunda proses selanjutnya.
M-I	Metode kerja non-standar meningkatkan WIP
M-D	minimnya <i>training</i> serta standarisasi dapat meningkatkan tingkat <i>defect</i> .
M-P	<i>Job desk</i> tidak terstandar dapat meningkatkan <i>waste</i> proses akibat kesalahpahaman kapasitas.
M-W	Tanpa standar, waktu terbuang untuk mencari, mengambil, dan berpindah, meningkatkan waktu tunggu antar stasiun
T-O	Produksi melebihi kapasitas meninggikan pemindahan barang.
T-I	Kekurangan peralatan material handling dapat menyebabkan <i>work-in-process</i> dan mengganggu proses selanjutnya.
T-D	Material <i>handling equipment</i> (MHE) bertugas vital dalam efisiensi transportasi. MHE yang tak sesuai bisa merusak barang dan menimbulkan <i>defect</i> .
T-M	Transportasi item yang tidak perlu berpotensi menyebabkan pemborosan pergerakan.
T-W	Kekurangan MHE menyebabkan item menganggur menunggu pemindahan.
P-O	Upaya meminimalisir harga operasi tiap waktu mesin mendorong pembuatan berlebih.
P-I	Gabungan tahap di satu sel menurunkan work-in-process dengan menghapus buffer.

Tabel 2.1. Jenis Hubungan antar *waste* (Lanjutan)

Jenis Hubungan	Keterangan
P-D	Perawatan mesin yang tidak memadai dapat menyebabkan cacat produk.
P-M	Kurangnya pelatihan alat baru menghasilkan <i>waste</i> pergerakan manusia.
P-W	Alat tidak sama meningkatkan waktu persiapan dan downtime, meningkatkan waktu menunggu.
W-O	Mesin menunggu pasokan dapat dipaksa memproduksi lebih untuk menjaga kelangsungan proses.
W-I	Menunggu mengakibatkan penumpukan item (bahan baku, work-in-process, atau produk jadi) melebihi kebutuhan.
W-D	Item yang menunggu berisiko cacat dalam kondisi penyimpanan yang tidak sesuai.

Berikut ini merupakan tabel kriteria pengukuran terdiri dari enam pertanyaan, dengan bobot jawaban 0-4 untuk setiap pertanyaan. Hubungan antar jenis *waste* direpresentasikan menggunakan huruf awal masing-masing *waste*. [8]

Tabel 2.2. Jenis kriteria untuk pembobotan kekuatan *waste relationship*

(Sumber: Rawabdeh 2005)

No	Soal	Jawaban pilihan	Skor
1	Apakah i menghasilkan j	a. Selalu	4
		b. Kadang	2
		c. Kadang	0
2	Bagaimana jenis hubungan antara i dan j	a. jika I naik maka j naik	2
		b jika I naik maka j tetap	1
		c. tidak tentu, tergantung keadaan	0
3	Dampak terhadap j karena i	a. Tampak secara langsung dan jelas	4
		b. butuh waktu untuk muncul	2
		c. Tidak sering muncul	0
4	Menghilangkan dampak I terhadap j dapat dicapai dengan cara	a. Metode Engineering	2
		b. Sederhana dan langsung	1
		c. Solusi untuk intruksional	0

Tabel 2.2. Jenis kriteria untuk pembobotan kekuatan *waste relationship* (lanjutan)

(Sumber: Rawabdeh 2005)

No	Soal	Jawaban pilihan	Skor
5	Dampak I terhadap j terutama mempengaruhi	a.Kualitas produk	1
		b.Produktifitas sumber daya	1
		c.lead time	1
		d. Kualitas dan produktivitas	2
		e. Kualitas dan leadtime	2
		f. Produktifitas dan leadtime	2
		g.kualitas,produktifitas,dan lead time	4
6	Sebesar apa dampak I terhadap j akan meningkatkan lead time	a.sangat tinggi	4
		b.sedang	2
		c.rendah	0

b. *Waste relationship matrix* (WRM)

Merupakan alat analisis berbentuk matriks yang menggambarkan hubungan antar jenis *waste*. Baris matriks menunjukkan pengaruh satu jenis *waste* kepada enam jenis lainnya, sementara bagian kolom menggambarkan bagaimana suatu jenis pemborosan diakibatkan oleh enam jenis lainnya. WRM membantu memvisualisasi hubungan yang rumit antara berbagai jenis pemborosan dalam sistem produksi. [8]

Tabel 2.3. Contoh *waste relationship matrix*

(Sumber: Rawabdeh 2005)

dari/untuk	O	I	D	M	T	P	W
O							
I							
D							
M							
T							
P							
W							

**Tabel 2.4. Konversi rentang skor keterkaitan antar waste**

(Sumber: Rawabdeh 2005)

<b>Range</b>	<b>Jenis hubungan</b>	<b>Simbol</b>
17-20	<i>Absolutely Necessary</i>	A
13-16	<i>Especially Important</i>	E
9-12	<i>Important</i>	I
5-8	<i>Ordinary Closeness</i>	O
1-4	<i>Unimportant</i>	U

c. *Waste assessment questionnaire (WAQ)*

*Waste Assessment Questionnaire (WAQ)* adalah alat yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mengalokasikan pemborosan (*waste*) dalam proses produksi. Alat ini terdiri dari 68 pertanyaan yang dirancang untuk memahami hubungan antar berbagai jenis pemborosan. Pertanyaan-pertanyaan ini dibagi menjadi dua kategori: "*from*" yang menyelidiki bagaimana suatu pemborosan dapat menyebabkan pemborosan lain, dan "*to*" yang melihat bagaimana suatu pemborosan dapat diakibatkan oleh pemborosan lainnya.

Dalam menggunakan WAQ, responden diminta untuk menjawab setiap pertanyaan dengan memilih salah satu dari dua kategori utama: A (ada pemborosan) atau B (tidak ada pemborosan). Untuk memberikan penilaian yang lebih akurat, responden dapat memilih "Ya" (diberi bobot 1), "Sedang" (bobot 0,5), atau "Tidak" (bobot 0). Pendekatan ini memungkinkan penilaian yang lebih terperinci terhadap tingkat pemborosan yang terjadi dalam proses produksi.

Setelah semua pertanyaan dijawab, WAQ menggunakan delapan tahap perhitungan untuk menganalisis data. Tahapan ini dirancang untuk mengolah jawaban-jawaban tersebut dan menghasilkan peringkat pemborosan. Peringkat ini menunjukkan jenis-jenis pemborosan yang paling signifikan dalam proses produksi, membantu perusahaan untuk fokus pada area-area yang memerlukan perbaikan paling mendesak.[8]

Berikut merupakan delapan tahap perhitungan untuk menentukan peringkat pemborosan antara lain:

1. Kelompokkan dan hitung pertanyaan berdasarkan jenisnya.

2. Beri bobot awal tiap jenis pemborosan untuk setiap jenis pertanyaan menggunakan nilai dari WRM.
3. Normalkan bobot memberi bobot tiap baris dengan total pertanyaan dalam kelompok ( $N_i$ ) menggunakan persamaan Rawabdeh (2005).

$$S_j = \sum_{k=1}^k \frac{W_{j,k}}{N_i} \dots\dots\dots (2.1)$$

4. Menjumlah jumlah skor ( $S_j$ ) berdasarkan persamaan 3 dan frekuensi ( $F_j$ ) dari munculnya nilai pada tiap kolom *waste* dengan mengabaikan nilai 0 (nol).

$$F_j = N - F_0 \dots\dots\dots (2.2)$$

5. Memasukkan nilai rata-rata dari jawaban (terlampir) dari hasil kuesioner ke dalam tiap bobot nilai di tabel dengan menggunakan persamaan berikut:

$$S_j = \sum_{k=1}^k x_k \frac{W_{j,k}}{N_i} \dots\dots\dots (2.3)$$

6. Menghitung jumlah skor ( $s_j$ ) berdasarkan persamaan 5 dan frekuensi ( $f_j$ ) untuk tiap nilai bobot pada kolom *Waste f*

$$j = N - f_0 \dots\dots\dots (2.4)$$

7. Hitung indikator awal untuk tiap *waste* ( $Y_j$ ) dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Y_j = \frac{s_j}{S_j} \times \frac{f_j}{F_j} \dots\dots\dots (2.5)$$

8. Menghitung nilai final *waste* faktor ( $Y_{jfinal}$ ) dengan menyelipkan aspek probabilitas pengaruh tiap jenis *waste* ( $P_j$ ) didasari total "from" dan "to" pada WRM. Mengkategorikan bentuk  $Y_{jfinal}$  yang didapat sehingga bisa diidentifikasi tingkat level dari masing-masing *waste*.  $Y_{jfinal}$  dapat dihasilkan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Y_{jfinal} = Y_j \times P_j \dots\dots\dots (2.6)$$

Dengan menggunakan ketiga komponen ini secara berurutan, WAM memungkinkan perusahaan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mengevaluasi pemborosan dalam sistem produksi mereka dengan lebih efektif dan efisien. Pendekatan terstruktur ini membantu manajer dan tim produksi untuk fokus pada area-area yang paling membutuhkan perbaikan, sehingga upaya peningkatan efisiensi dapat dilakukan dengan lebih terarah.

## **2.6. Lean six sigma**

*Lean Six Sigma* merupakan filosofi bisnis yang menggabungkan prinsip *Lean* dan *six sigma*. *Lean* membantu mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan, sementara *Six Sigma* fokus pada mengurangi variasi dan cacat dalam proses. Bersama-sama, mereka membentuk metodologi yang kuat untuk perbaikan proses dan peningkatan kualitas. Pendekatan ini secara sistematis mengidentifikasi dan mengeliminasi pemborosan serta kegiatan yang tidak bernilai tambah. Tujuannya adalah menggapai kinerja tingkat enam sigma melalui perbaikan berkelanjutan dengan fokus pada pengurangan *Defect Per Million Opportunities* (DPMO).[9]

### **2.6.1. Lean**

Definisi dasar *Lean* berarti "ramping" atau "efisien". *Lean* berfokus pada pengurangan pemborosan (*waste*) dalam proses produksi atau layanan. Tujuan utamanya adalah meningkatkan efisiensi dan produktivitas dengan menghilangkan aktivitas-aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah.

Prinsip-prinsip utama *Lean* meliputi:

- a. Identifikasi nilai dari sudut pandang pelanggan: Prinsip ini menekankan pentingnya memahami apa yang dianggap bernilai oleh pelanggan. Dalam konteks dimsum Inmons, ini berarti memahami apa yang pelanggan harapkan dari produk dimsum, seperti rasa yang enak, tekstur yang tepat, penampilan yang menarik, kebersihan, dan harga yang sesuai.
- b. Memetakan aliran nilai (*value stream*): Prinsip ini melibatkan identifikasi dan analisis setiap langkah dalam proses produksi dimsum, dari awal hingga akhir. Tujuannya adalah untuk memahami bagaimana nilai ditambahkan pada setiap tahap dan mengidentifikasi area yang tidak efisien atau tidak menambah nilai.

Untuk Inmons, ini bisa berarti memetakan proses dari pemilihan bahan baku, persiapan adonan, pembentukan dimsum, pengukusan, hingga pengemasan dan distribusi. Dengan pemetaan ini, perusahaan dapat mengidentifikasi langkah-langkah yang bisa dioptimalkan atau dihilangkan.

- c. Menciptakan aliran yang lancar: Setelah aliran nilai dipetakan, prinsip ini berfokus pada menciptakan proses produksi yang mengalir tanpa hambatan. Untuk dimsum Inmons, ini bisa berarti mengatur tata letak dapur produksi agar bahan dan produk bergerak efisien dari satu tahap ke tahap berikutnya tanpa penundaan atau penumpukan. Misalnya, memastikan bahwa begitu kulit dimsum siap, area pembentukan dimsum sudah siap menerima, dan begitu dimsum dibentuk, *box packing* dimsum sudah siap digunakan.
- d. Menerapkan sistem tarik (*pull system*): Sistem tarik berarti memproduksi berdasarkan permintaan aktual, bukan berdasarkan perkiraan atau produksi massal. Untuk Inmons, ini bisa berarti memproduksi dimsum berdasarkan pesanan atau perkiraan permintaan jangka pendek yang akurat. Tujuannya adalah menghindari *overproduction* yang bisa mengakibatkan pemborosan atau penurunan kualitas karena produk terlalu lama disimpan.
- e. Terus-menerus mencari kesempurnaan: Prinsip ini menekankan pentingnya perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement*). Dalam konteks Inmons, ini berarti selalu mencari cara untuk meningkatkan kualitas dimsum, efisiensi produksi, dan kepuasan pelanggan. Ini bisa melibatkan pengumpulan umpan balik pelanggan secara rutin, mendorong saran perbaikan dari karyawan, dan selalu terbuka terhadap inovasi dalam resep, metode produksi, atau teknologi baru.

*Lean* berfokus pada optimalisasi proses secara keseluruhan, bukan hanya pada bagian-bagian tertentu. Metode ini berusaha mengurangi tujuh jenis pemborosan utama: *overproduction, waiting, transportation, over-processing, inventory, motion, dan defects*.

### 2.6.2. Six sigma

*Six Sigma* adalah metodologi perbaikan proses yang bertujuan untuk mengurangi variasi dan cacat dalam produk atau layanan. Nama "*Six Sigma*" mengacu pada tujuan statistik di mana 99.99966% dari semua peluang menghasilkan produk bebas cacat. *Six Sigma* menggunakan metodologi DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) untuk memecahkan masalah dan meningkatkan kualitas. [2]

Gasperz menjelaskan bahwa implementasi *Six Sigma* mengikuti metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). DMAIC merupakan proses perbaikan berkelanjutan untuk mencapai target *six sigma*, yang terdiri dari lima tahapan sistematis untuk peningkatan kualitas.[10]

- a. *Define* (definisikan) adalah tahap awal *Six Sigma* yang menetapkan sasaran peningkatan kualitas. Pada tahap ini, akan mengidentifikasi masalah yang ingin dipecahkan, menentukan tujuan proyek, apa yang pelanggan inginkan, dan apa yang perlu diperbaiki. Fokusnya adalah mengidentifikasi masalah dalam proses produksi dari awal sampai akhir.
- b. *Measure* (ukur) adalah tahap dimana, dilakukan identifikasi masalah dan penelitian akar penyebabnya. Menurut Peter Pande (2005), *Measure* melibatkan mengukur stabilitas proses, menghitung peluang *defect* dan proporsi *defect*. Kemudian didalam tahap *measure*, ada tiga hal utama yang perlu dilakukan, yaitu: [11]
  1. Didalam tahapan *measure*, penting untuk menentukan *critical to quality* atau CTQ agar dapat diukur secara kuantitatif. Ini mencegah kesalahpahaman dalam tim *Six Sigma* dan memudahkan pengukuran. Pengukuran harus mempertimbangkan aspek dari dalam (seperti tingkat *defect* dan biaya mutu) serta eksternal (seperti kepuasan pelanggan dan pangsa pasar).
  2. Memperbesar rencana pengumpulan data.
  3. Mengukur *baseline* kinerja pada tingkat *output*  
 DPMO memberikan gambaran awal tentang kinerja proses sebelum perbaikan dilakukan. DPMO (*defects per million opportunities*) adalah metode untuk menghitung jumlah cacat per satu juta peluang dalam suatu

proses. Rumus ini digunakan untuk mengukur tingkat kualitas proses secara kuantitatif.

$$DPMO = \frac{D}{U \times O} \times 1000000 \dots \dots \dots (2.14)$$

Keterangan:

D = Jumlah produk cacat

U = Jumlah produk yang diperiksa

O = Jumlah kemungkinan cacat

Nilai sigma diperoleh sesudah menghitung DPMO. Konversi DPMO ke nilai sigma dapat dilakukan melalui tabel konversi atau menggunakan rumus fungsi logika di *Microsoft Excel*, seperti yang diusulkan oleh Gasperz (2002). Rumus fungsi logika yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Nilai Sigma} = \text{normsinv} \left( \frac{(1000000 - DPMO)}{1000000} \right) + 1,5 \dots \dots \dots (2.15)$$

Menurut Gasperz dan fontana (2018) berikut ini adalah tabel pencapaian level sigma sebagai berikut:

**Tabel 2.5. Penentuan nilai severity**  
(sumber Gasperz dan fontana (2018))

<i>COPQ (Cost of Poor Quality)</i>		
<i>Tingkat Pencapaian Sigma</i>	<i>DPMO</i>	<i>COPQ</i>
1-sigma	691.462 (sangat tidak kompetitif)	Tidak dapat dihitung
2-sigma	308.538 (rata-rata industri Indonesia)	Tidak dapat dihitung
3-sigma	66.807	25-40% dari penjualan
4-sigma	6.210 (rata-rata industri USA)	15-25% dari penjualan
5-sigma	233	5-15% dari penjualan
6-sigma	3,4 (industri kelas dunia)	< 1% dari penjualan

Setiap peningkatan atau pergeseran 1-sigma akan memberikan peningkatan keuntungan sekitar 10% dari penjualan

Tabel *Cost of Poor Quality (COPQ)* atau Biaya Kualitas Buruk menunjukkan hubungan antara tingkat sigma dengan biaya kualitas buruk dalam sebuah organisasi. Mari saya jelaskan dari tingkat sigma 1 hingga 6:

- a) 1-sigma: Pada level ini, COPQ tidak dapat dihitung. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas sangat buruk sehingga sulit untuk mengukur biayanya secara akurat. DPMO (*Defects per million opportunities*) sangat tinggi yakni 691.462, yang berarti kinerja sangat tidak kompetitif.
- b) 2-sigma: COPQ juga tidak dapat dihitung pada level ini. DPMO sebesar 308.538, yang merupakan rata-rata industri di Indonesia. Ini menunjukkan

bahwa banyak perusahaan di Indonesia masih beroperasi pada tingkat kualitas yang relatif rendah.

- c) 3-sigma: COPQ mulai dapat diukur, berkisar antara 25-40% dari penjualan. DPMO turun menjadi 66.807, menunjukkan peningkatan kualitas yang signifikan.
- d) 4-sigma: COPQ menurun menjadi 15-25% dari penjualan. DPMO turun drastis menjadi 6.210, yang merupakan rata-rata industri di USA. Ini menunjukkan tingkat kualitas yang jauh lebih baik.
- e) . 5-sigma: COPQ semakin menurun menjadi 5-15% dari penjualan. DPMO hanya 233, menandakan kualitas yang sangat tinggi.
- f) 6-sigma: COPQ mencapai level terendah, kurang dari 1% dari penjualan. DPMO hanya 3,4, yang merupakan standar industri kelas dunia. Ini menunjukkan tingkat kualitas yang luar biasa tinggi dengan hampir tidak ada cacat.

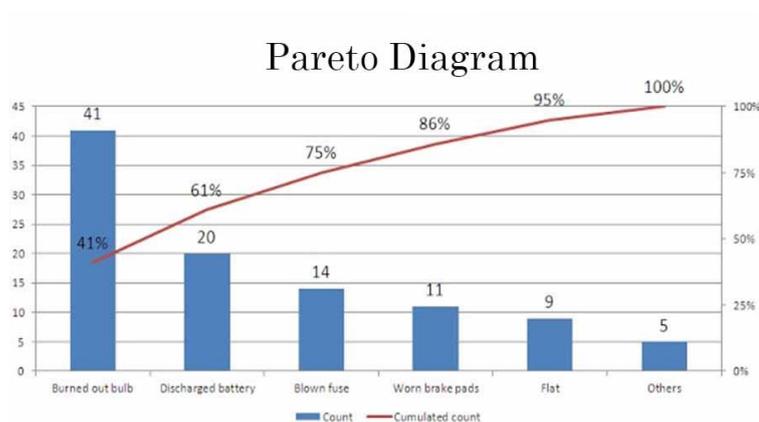
Tabel ini juga mencatat bahwa setiap peningkatan atau pergeseran 1-sigma akan memberikan peningkatan keuntungan sekitar 10% dari penjualan. Ini menunjukkan betapa pentingnya peningkatan kualitas untuk profitabilitas perusahaan.

- c. *Analyze* (analisa) tahapan ketiga didalam *Six Sigma*, fokus pada analisis akar masalah dalam proses.[10] tahap ini bertujuan mengidentifikasi penyebab utama variasi dan masalah. Pande (2000) menambahkan bahwa tujuannya juga untuk menentukan langkah yang diperlukan guna meningkatkan proses serta mengurangi sumber variasi utama. Tahap ini penting untuk memahami kinerja proses saat ini dan mengidentifikasi area-area yang membutuhkan perbaikan.
- d. *Improve* (perbaiki), Di fase ini dijalankan perbaikan berdasarkan unsur-unsur paling berpengaruh yang disadari. Setiap unsur dominan (x) dan dampaknya kepada hasil (Y) diukur. Identifikasi hasil dan identifikasi unsur-unsur yang menyebabkan penyimpangan.[9]
- e. *Control* (kendalikan), adalah langkah akhir didalam tahapan *Six Sigma* Pada tahapan ini, hasil peningkatan kualitas didokumentasikan dan disebarluaskan. Hasil

memuaskan distandardisasi untuk memastikan keberlanjutan. Proyek-proyek *Six Sigma* selanjutnya menggunakan konsep DMAIC untuk mengatasi masalahlain. Sasaran yang tercapai dipromosikan ke seluruh organisasi melalui manajemen, dan metode-metode yang berhasil distandardisasi untuk penggunaan di masa depan. Ini memastikan perbaikan berkelanjutan dan penerapan praktik terbaik di seluruh organisasi.[12]

## 2.7. Diagram pareto

Diagram Pareto adalah alat visual yang digunakan dalam pengendalian kualitas untuk mengidentifikasi dan memprioritaskan masalah atau penyebab utama dalam suatu proses. Diagram ini berbentuk grafik batang yang mengurutkan data dari nilai tertinggi ke terendah, dilengkapi dengan garis kumulatif. Kemudian pemecahan masalah haruslah berfokus atau memprioritaskan 80% penyebab dominan terlebih dahulu [13]. Berikut merupakan contoh diagram pareto:



**Gambar 2.3. Contoh diagram pareto**

(Sumber: mgtlogistik)

## 2.8. Diagram *p-chart*

Diagram *p-chart*, juga dikenal sebagai diagram proporsi, adalah alat statistik yang digunakan dalam pengendalian kualitas untuk memantau proporsi item cacat atau tidak sesuai dalam suatu proses produksi. Tujuan utama diagram *p-chart* adalah untuk mengidentifikasi dan menganalisis variasi yang tidak wajar dalam proses,

sehingga memungkinkan perusahaan untuk mendeteksi masalah kualitas secara dini dan mengambil tindakan perbaikanyang tepat.[9]

Berikut merupakan rumus untuk menghitung proporsi *defect* dalam *p-chart*:

1. Menghitung jumlah ukuran sampel

$$\Sigma = \text{Jumlah produksi} \dots\dots\dots (2.7)$$

2. Menghitung jumlah *defect*

$$\Sigma = \text{Jumlah defect} \dots\dots\dots (2.8)$$

3. Menghitung pbar

$$pbar = \frac{\text{Banyaknya defect}}{\text{jumlah sampel}} \dots\dots\dots (2.9)$$

4. Menghitung proporsi presentase *defect* periode januari

$$\text{Proporsi} = \frac{\text{nilai yang defect}}{\text{nilai ukuran sampel}} \dots\dots\dots (2.10)$$

5. Menghitung CL

$$CL = \frac{\text{jumlah produk defect}}{\text{jumlah sampel}} \dots\dots\dots (2.11)$$

6. Menghitung *Upper Control Limit* (UCL) dan *Lower Control Limit* (LCL) periode januari

$$UCL = pbar + 3 \times \sqrt{\left[ \frac{p \text{ bar} \times (1 - p \text{ bar})}{n} \right]} \dots\dots\dots (2.12)$$

$$LCL = pbar - 3 \times \sqrt{\left[ \frac{p \text{ bar} \times (1 - p \text{ bar})}{n} \right]} \dots\dots\dots (2.13)$$

Keterangan:

Pbar = rata rata kerusakan produk

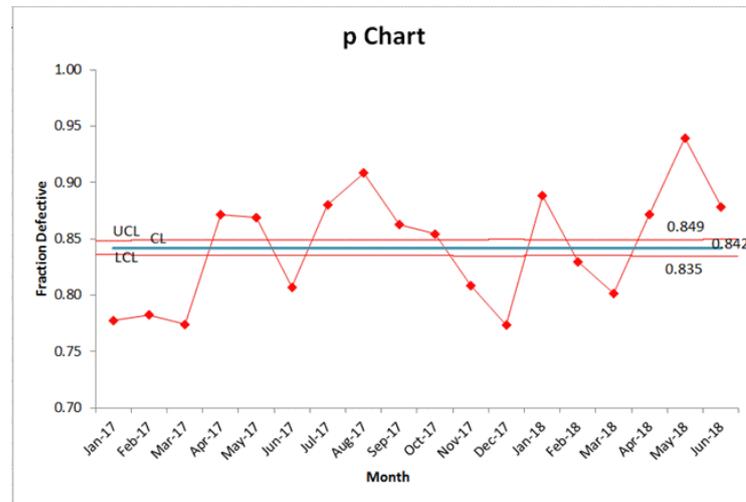
N = banyakn sampel yang diambil dalam inspeksi

UCL = garis batas atas untuk suatu penyimpangan yang masih diijinkan

CL = garis tengah

LCL = garis batas bawah untuk suatu penyimpangan yang masih diijinkan

Berikut ini merupakan contoh peta kendali (*p-chart*)

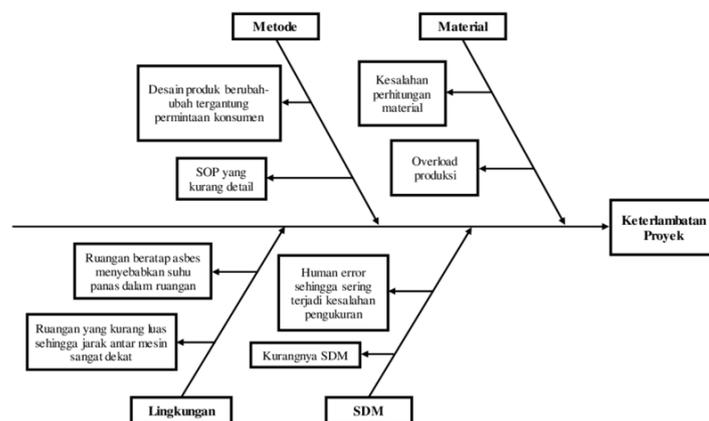


**Gambar 2.4. Contoh diagram P-chart**

(Sumber: QI macros for excel)

## 2.9. Diagram *fishbone*

Diagram Tulang Ikan diperkenalkan oleh Dr. Kaoru Ishikawa untuk mengidentifikasi penyebab masalah. Diagram ini terdiri dari *head* (masalah) dan *body* (penyebab) dengan faktor 5M+1E yaitu mesin, pengukuran, metode, material, manusia, dan lingkungan. Tujuan utama diagram *fishbone* adalah untuk mengidentifikasi berbagai faktor yang berkontribusi terhadap suatu masalah atau efek tertentu. Dibawah ini merupakan contoh *fishbone*



**Gambar 2.5. Contoh diagram fishbone**

(Sumber: inmarketing)

### 2.10. Failure mode and effect analysis (FMEA)

*Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) adalah metode sistematis yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mencegah berbagai kemungkinan kegagalan dalam suatu sistem, produk, atau proses. Metode ini berfokus pada tiga aspek utama: mengidentifikasi penyebab potensial kegagalan, menganalisis dampak dari kegagalan tersebut, dan menentukan seberapa kritis efek kegagalan terhadap fungsi keseluruhan.[14]

proses.berikut ini merupakan arti FMEA secara harfiah:

- a. *Failure*: Memperkirakan potensi kegagalan atau ketidaksempurnaan produk
- b. *Mode*: Mengidentifikasi berbagai cara terjadinya kegagalan.
- c. *Effect*: Mengevaluasi dampak setiap elemen terhadap kemungkinan terjadinya kesalahan.
- d. *Analysis*: Merumuskan langkah-langkah perbaikan berdasar pada hasil analisis terhadap faktor-faktor penyebab.

FMEA membantu tim untuk mengantisipasi masalah sebelum terjadi, sehingga tindakan pencegahan dapat diambil lebih awal. Metode ini menggunakan tabel untuk mencatat dan menganalisis informasi, yang memudahkan tim dalam mengidentifikasi prioritas perbaikan berdasarkan tingkat risiko yang dihitung menggunakan *Risk Priority Number* (RPN), hasil perkalian skor *severity*, *occurrence*, dan *detection* (skala 1-10).

- a. Nilai *severity*

Keparahan (*severity*) mengukur dampak kegagalan dengan skala 1-10, di mana 10 paling parah.

**Tabel 2.5. Penentuan nilai *severity***

Rating	Kriteria
1	<i>Negligible severity</i> (efek buruk yang dapat diabaikan). Kita tidak perlu berpikir bahwa konsekuensi ini akan berdampak pada kualitas produk.
2	Pelanggan mungkin tidak menyadari cacatnya.
3	<i>Mild severity</i> (pengaruh buruk ringan). Konsekuensinya adalah ringan, pelanggan tidak akan merasakan penurunan kualitas.
4	
5	<i>Sedange severity</i> (pengaruh buruk sedang). Pelanggan akan merasakan penurunan kualitas, namun masih dalam batas toleransi..
6	
7	
8	<i>High severity</i> (pengaruh buruk yang tinggi). Pelanggan akan merasakannya penurunan kualitas yang melampaui batas toleransi.
9	
10	<i>High severity</i> (pengaruh buruk yang tinggi). Pelanggan akan merasakan

b. Nilai *Occurrence*

Jika rating untuk proses *severity* sudah ditentukan, maka tahapan selanjutnya yaitu menentukan rating terhadap proses *occurrence*. Kejadian (*occurrence*) menilai frekuensi atau probabilitas terjadinya kegagalan, juga dengan skala 1-10.

**Tabel 2.6. Penentuan nilai *occurrence***

<i>Degree</i>	Berdasarkan Frekuensi kejadian	Rating
<i>Remote</i>	0.01 / 1000 item	1
<i>Low</i>	0.1 / 1000 item	2
	0.5 / 1000 item	3
<i>Sedang</i>	1 / 1000 item	4
	2 / 1000 item	5
<i>High</i>	5 / 1000 item	6
	10 / 1000 item	7
	20 / 1000 item	8
<i>Very high</i>	50 / 1000 item	9
	100 / 1000 item	10

c. Nilai *Detection*

Deteksi (*detection*) yaitu mengukur kemampuan mendeteksi penyebab kegagalan sebelum terjadi.

**Tabel 2.7. Penentuan nilai *detection***

Rating	Kriteria	Berdasarkan Frekuensi kejadian
1	Sistem pencegahannya sangat efektif. Tidak ada kemungkinan menimbulkan masalah	0.01 / 1000 item
2	Kemungkinan terjadinya penyebab masalah sangat kecil.	0.1 / 1000 item
3		0.5 / 1000 item
4	Kemungkinan penyebab kejadian ini adalah sedang.	1 / 1000 item
5	Metode pencegahan terkadang menjadi penyebab terjadinya hal ini	2 / 1000 item
6		5 / 1000 item
7	Kemungkinan penyebab kejadian ini masih tinggi. sistem pencegahannya kurang efektif. Masih terulang kembali	10 / 1000 item
8		20 / 1000 item
9	Kemungkinan terjadinya hal tersebut masih sangat tinggi. Sistem pencegahannya tidak efektif. Penyebabnya masih berulang	50 / 1000 item
10		100 / 1000 item

Setelah mengetahui masing-masing nilai S, O, D selanjutnya menghitung risk priority number (RPN) dihitung dengan rumus:

$$\text{Risk Priority Number (RPN)} = \text{Severity (S)} \times \text{Occurrence (O)} \times \text{Detection (D)}$$

Hasil RPN diurutkan dari tertinggi ke terendah untuk menentukan prioritas tindakan.

### 2.11. 5W+1H

5W+1H adalah metode pengumpulan informasi yang terdiri dari enam pertanyaan dasar: *Who* (Siapa), *What* (Apa), *Where* (Dimana), *When* (Kapan), *Why* (Mengapa), dan *How* (Bagaimana). Metode ini digunakan untuk mendapatkan pemahaman menyeluruh tentang suatu situasi atau masalah.[15].

Tujuan utama dari 5W+1H adalah untuk memastikan bahwa semua aspek penting dari suatu masalah atau situasi telah dipertimbangkan. Dengan mengajukan pertanyaan-pertanyaan ini, pengguna metode dapat mengumpulkan informasi yang komprehensif dan terstruktur, yang sangat berguna dalam proses pengambilan keputusan, perencanaan, atau pemecahan masalah.

Manfaat menggunakan metode 5W+1H sangat beragam. Pertama, metode ini membantu dalam mengorganisir pemikiran dan mengumpulkan informasi secara sistematis. Kedua, ia mendorong pemikiran kritis dan analisis mendalam tentang suatu masalah. Ketiga, 5W+1H membantu dalam mengidentifikasi kesenjangan informasi yang mungkin terlewatkan. Keempat, metode ini berguna dalam komunikasi, memastikan bahwa semua informasi penting tersampaikan dengan jelas. Terakhir, 5W+1H dapat digunakan di berbagai bidang dan situasi, mulai dari jurnalisme, manajemen proyek, hingga pemecahan masalah di tempat kerja.

Dengan menggunakan 5W+1H, individu dan tim dapat memperoleh gambaran yang lebih jelas dan lengkap tentang situasi yang dihadapi, yang pada gilirannya memungkinkan mereka untuk membuat keputusan yang lebih baik dan mengembangkan solusi yang lebih efektif. Berikut ini merupakan contoh tabel 5W+1H