

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1. Definisi dan Tujuan *Quality Control*

Buku *Fundamentals of Quality Control and Improvement* (edisi kedua) menyebutkan bahwa kata kualitas memiliki beberapa definisi yang berbeda yang diutarakan oleh para ahli. Garvins (1984) memisahkan definisi kualitas kedalam lima kategori yaitu berdasarkan fungsinya, produknya, penggunaannya, produksinya serta berdasarkan manfaatnya. Menurut Garvins (1984) untuk menentukan kualitas produk atau jasa, terdapat kerangka kerja yang berisikan delapan atribut yang digunakan seperti *performance* (kinerja), *features* (fitur), *reliability* (kehandalan), *Conformance* (keamanan), *durability* (ketahanan), *serviceability* (pelayanan), *aesthetics* (estetika), dan *perceived quality* (persepsi kualitas). Definisi kualitas yang sering digunakan diungkapkan oleh Crosby (1979), menurut Crosby kualitas adalah kesesuaian produk dengan ketentuan dan syarat yang dibutuhkan oleh konsumen. Juran (1974) dalam bukunya mengemukakan definisi kualitas yang lebih umum yaitu, kesesuaian produk dengan manfaat atau kegunaannya.

Berdasarkan beberapa pengertian yang telah disebutkan, dapat disimpulkan bahwa kualitas merupakan kesesuaian dari produk atau jasa untuk memenuhi fungsi penggunaan. Fungsi tersebut mencakup kualitas desain (*quality of design*) dan kualitas kinerja (*quality of performance*) yang diharapkan oleh konsumen. Jadi, yang menentukan level kualitas sebuah produk atau jasa dapat dirancang adalah konsumen itu sendiri. Jika kebutuhan konsumen berubah, maka level penentuan kualitasnya pun akan berubah. Kualitas dalam hal ini bukanlah sesuatu yang konstan, melainkan sesuai dengan tingkat harapan yang berbeda untuk sekelompok konsumen. Misalkan, kualitas sebuah restoran di China dinilai baik jika restoran tersebut tidak hanya menyediakan masakan yang enak tetapi konsumen juga disugahi dengan suasana musik yang lembut. Namun bagi sekelompok konsumen yang lain kualitas sebuah restoran dianggap baik jika restoran tersebut menyajikan

makanan yang enak dengan harga yang terjangkau dan disajikan dengan *buffet-style*.

Pengendalian diartikan sebagai suatu proses mengevaluasi kegiatan produksi, membandingkan hasil kegiatan produksi dengan tujuan yang telah ditetapkan serta mengambil tindakan perbaikan terhadap perbedaan hasil proses dengan tujuan tersebut. Menurut definisi tersebut pengendalian dapat diartikan sebagai suatu kegiatan memantau, mengoreksi, serta memastikan bahwa pekerjaan yang dilakukan tidak menyimpang dan sesuai dengan yang sudah direncanakan. Menurut juran, pengendalian dan perencanaan merupakan dua hal yang saling berkaitan dan harus dilakukan dengan sebaik-baiknya agar didapatkan hasil yang sesuai dengan harapan (Mitra., 1998).

Secara keseluruhan, *quality control* atau pengendalian kualitas dapat diartikan sebagai suatu kegiatan dalam perusahaan yang tujuan akhirnya adalah untuk mengendalikan hasil produksi yang didapatkan (Tim dosen., 2014). Pada buku *Fundamentals of Quality Control and Improvement* menyebutkan bahwa pengendalian kualitas memiliki tujuan yang bersifat jangka pendek dan tujuan jangka panjang bagi perusahaan. Tujuan jangka pendek pengaruhnya memang tidak terlalu terlihat bagi perusahaan, sebab tidak bisa dirasakan langsung. Namun tujuan jangka panjang akan memberikan pengaruh yang lebih baik bagi kualitas produk dan keuntungan yang berkelanjutan.

Berikut merupakan tujuan jangka panjang yang didapatkan oleh perusahaan yang mengutamakan pengendalian kualitas:

1. Sebagai reputasi bagi perusahaan

Artinya jika suatu perusahaan menghasilkan produk dengan kualitas yang baik maka akan mendapatkan predikat sebagai perusahaan yang mengutamakan kualitas produknya serta mendapatkan nilai lebih dimata konsumen.

2. Untuk menurunkan biaya produksi

Biasanya, produk yang memiliki kualitas baik identik dengan harga yang mahal. Hal ini terjadi jika perusahaan tersebut masih menganut paradig lama. Produk dibuat sesuai kemampuan perusahaan, sehingga perusahaan lah yang menentukan kualitasnya. Pengendalian kualitas dapat menekan biaya produksi dengan mengurangi jumlah cacat yang terjadi.

3. Agar hasil produksi mencapai standar yang telah ditetapkan

Walaupun biaya produksi ditekan seminim mungkin, namun dengan pengendalian kualitas perusahaan akan tetap memberikan produk yang sesuai dengan spesifikasi pasar.

4. Untuk meningkat pangsa pasar

Jika sudah mencapai minimasi biaya produksi, maka harga penjualan dapat ditekan walau kualitas tetap menjadi yang utama. Harga yang sesuai dengan konsumen namun kualitas tetap baik akan meningkatkan pangsa pasar.

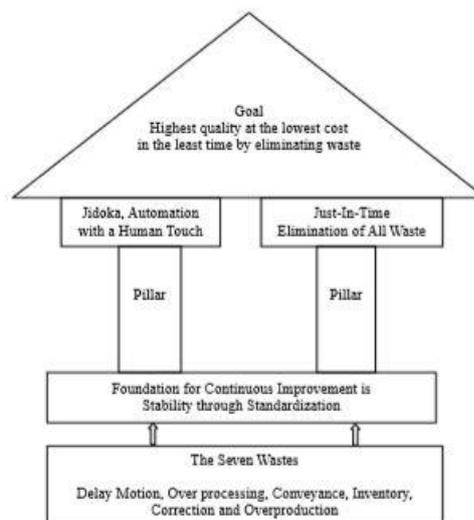
Terdapat banyak cara yang dapat dilakukan untuk mengendalikan kualitas sebuah produk. Seperti perencanaan, perancangan, inspeksi terhadap penyimpangan yang terjadi antara produk atau jasa yang diamati dengan hasil proses dan standar yang ditentukan, serta melakukan perbaikan dengan menggunakan peralatan dan prosedur pengendalian kualitas yang tepat. Adapun prosedur pengendalian kualitas dibagi menjadi tiga sub-area yaitu *off line quality control*, *statistical process control* dan *acceptance sampling plans* (Mitra., 1998).

2.2. Metode *Lean*

Konsep *Lean* pertama kali diperkenalkan dengan tujuan untuk menggambarkan filosofi sistem produksi dari produsen kendaraan di Jepang, khususnya sistem produksi Toyota (*Toyota Production System*). *Lean* secara keseluruhan memberikan penilaian yang terfokus untuk peningkatan proses yang berkelanjutan. APICS dictionary mendefinisikan *lean* sebagai suatu filosofi bisnis yang tujuan utama diadakannya adalah untuk meminimasi penggunaan sumber daya yang tidak efisien dalam berbagai aktifitas produksi. Penggunaan sumber daya yang tidak

efisien dalam hal ini adalah penggunaan biaya, waktu dan proses yang menyebabkan *waste* (pemborosan). Ketika Lean berhasil diimplementasikan dengan baik, maka akan menambah hasil produksi serta mengurangi barang persediaan, barang jadi dan barang dalam proses. Dengan kata lain, *Lean* merupakan pendekatan yang dilakukan untuk meminimasi *waste* (pemborosan) dengan cara menghilangkan *non-value added process* dalam sebuah aliran kerja (Gaspersz & Fontana., 2011).

Lean dapat meningkatkan produktifitas yang akan berpengaruh terhadap kemampuan perusahaan untuk bersaing lebih sukses lagi. Menurut Dennis (2007), tujuan utama diadakannya *Lean System* adalah untuk mengurangi waktu dan biaya produksi sekecil mungkin serta menghilangkan pemborosan. Terdapat dua pilar yang merepresentasikan sebuah *Lean System*, yang pertama *Jidoka* dan yang kedua adalah *Just In Time*. Gambar 1 berikut ini merupakan metode dan konsep dasar *Lean*.



Gambar 2.1. Konsep Dasar *Lean* (Sumber: Dennis., 2007)

Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, *lean* merupakan filosofi manajemen lingkungan kerja yang fokus utamanya adalah untuk menghilangkan *waste* (pemborosan). *Waste* diartikan sebagai segala sesuatu yang tidak memberikan *value added* bagi produk. Pada tabel 2.1 menjelaskan tujuh jenis *waste* (pemborosan) yang harus dihilangkan.

Tabel 2.1. *Waste* Produksi Saus Cabai

<i>Type of Waste</i>	<i>Definiton</i>
<i>Overproduction</i>	Jika produk dibuat tidak berdasarkan kebutuhan atau spesifikasi konsumen, atau memproduksi produk, proses, atau fasilitas manufaktur yang berlebihan dan tidak bernilai tambah
<i>Waiting time</i>	Waktu menunggu bagi pekerja, peralatan atau produk yang tidak menyebabkan nilai tambah bagi produksi, biasanya disebabkan karena adanya inkonsistensi metode kerja
<i>Transportation</i>	Jika terjadi perpindahan produk ke lokasi berbeda yang tidak menambah nilai bagi produk tersebut
<i>Overprocessing</i>	Jika terdapat proses yang tidak memberikan nilai tambah bagi produk
<i>Inventory</i>	Terdapat inventori yang berlebihan dan tidak diperlukan sehingga menambah ongkos biaya simpan
<i>Motion</i>	Terjadi perpindahan aliran data, material, pekerja yang berlebihan dan tidak mendukung proses produksi
<i>Defects (Productive and Design)</i>	Terdapat kesalahan pada proses produksi sehingga harus dilakukan proses pengerjaan ulang bahkan sampai menyebabkan kegagalan produk

Sumber: Gaspersz & Fontana., 2011

Langkah-langkah dalam mengimplementasikan *Lean*:

1. Mengidentifikasi *waste* yang terjadi dalam proses produksi. Perusahaan harus mengetahui *waste* yang terjadi baik yang terlihat maupun yang tidak terlihat.
2. Menghilangkan *waste* yang terjadi dalam sebuah produksi, *waste* tersebut dapat berbeda-beda jenis dan penyebabnya. Terdapat beberapa teknik dan alat yang digunakan untuk menghilangkan *waste* yang dapat kita lihat pada tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2. Fungsi dari Beberapa Alat *Lean*

<i>Tools</i>	<i>Function</i>
JIT	Untuk memenuhi kebutuhan pelanggan dalam waktu yang tepat, tujuannya untuk menghindari <i>waste overproduction</i>
KAIZEN	Menemukan, menargetkan, dan menghilangkan pemborosan yang terjadi pada mesin, pekerja, dan produksi secara berkelanjutan

Tabel 2.2. Fungsi dari Beberapa Alat *Lean* (Lanjutan)

<i>Tools</i>	<i>Function</i>
Kanban	Menjabarkan perpindahan material dari satu <i>workstation</i> ke <i>workstation</i> lain dalam bentuk kartu berjalan
<i>Value Stream Mapping</i>	Mengurangi <i>lead time</i> dengan cara menghilangkan pemborosan yang terjadi pada <i>value stream mapping</i>
<i>Poka Yoke</i>	Disebut juga sebagai pembuktian kesalahan yang menekankan pada metode perbaikan yang diberikan serta mengoreksi masalah yang terjadi.
<i>Waste Elimination</i>	Menghilangkan hal yang tidak memberikan nilai tambah bagi produk akhir
5S	Sebagai alat untuk menyortir, mengatur, menstandarisasikan dan mempertahankan lingkungan kerja yang produktif

Sumber: Dennis, 2th edition., 2007

3. Menemukan akar masalah yang menyebabkan terjadinya *waste*. Kemudian kita harus mengidentifikasi efek dari *waste* yang terjadi bagi seluruh sistem.
4. Terakhir memberikan solusi dan mengimplementasikannya pada sistem.

2.3. Metode *Six Sigma*

Six Sigma merupakan salah satu metode pengendalian kualitas berbasis statistik (*Statistical Process Control*). Pertama kali diaplikasikan oleh Motorola pada tahun 1980 untuk memperbaiki kualitas produksinya yang memiliki kualitas rendah (*cost of poor quality*) serta terjadi banyak variasi dalam banyak proses. Motorola memiliki dua alasan untuk memperkenalkan *six sigma*, alasan yang pertama adalah karena sistem produksi massal, sedangkan alasan yang kedua karena adanya ancaman produk Jepang lainnya di pasar Amerika. Buku *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries* menyebutkan bahwa prinsip-prinsip pengendalian kualitas *six sigma* yang diperkenalkan oleh Motorola mampu mencapai kualitas 3,4 *defets per million opportunities* (DPMO). Jika perusahaan telah mencapai tingkat DPMO 3,4, artinya perusahaan telah memenuhi hampir 100% dari standar atau kebutuhan konsumen. Terdapat beberapa keberhasilan

Motorola yang tercatat dalam buku *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries* dalam mengimplementasikan *six sigma* selama 10 tahun, yaitu:

1. Peningkatan rata-rata hasil produktivitas Motorola menjadi 12,3% per tahun.
2. *Cost of Poor Quality* (COPQ) mengalami penurunan, yaitu lebih dari 84%.
3. Motorola berhasil mengeleminasi *failure process* yang terjadi sebesar 99,7%.
4. Peningkatan harga saham, penerimaan, serta keuntungan tahunan rata-rata Motorola menjadi 17%.
5. Motorola dapat menghemat biaya *manufacturing* lebih dari \$11 Milyar.

Pencapaian tingkat kinerja proses produksi suatu perusahaan dapat dilihat dari tingkat sigma yang dicapai, semakin tinggi tingkat sigma yang dicapai, maka semakin baik pula kinerja proses yang telah dilakukan. Pencapaian tingkat sigma dapat diukur dari jumlah *defect per million opportunity* dan dari *cost of poor quality* terhadap presentase nilai penjualan yang terjadi. Pencapaian tingkat sigma tersebut dapat dilihat pada tabel 2.3 berikut ini:

Tabel 2.3. Pencapaian tingkat sigma

Tingkat Sigma	DPMO	COPQ	Kapabilitas
6 Sigma	3,4	<10% dari penjualan	Industri kelas dunia
5 Sigma	230	10%-15% dari penjualan	-
4 Sigma	6210	15%-20% dari penjualan	Rata-rata industri Indonesia
3 Sigma	67000	20%-30% dari penjualan	Rata-rata industri Indonesia
2 Sigma	308538	30%-40% dari penjualan	-
1 Sigma	691462	Tidak dapat dihitung	Tidak kompetitif

Sumber: Gasperz., 2002

Adapun keuntungan dalam mengimplementasikan *six sigma* dikutip oleh M. Gamal Aboelmaged (2010) yaitu keuangan dan laba perusahaan akan lebih lebih, sedangkan dari segi manufaktur keuntungan yang didapatkan perusahaan yang mengimplementasikan *six sigma* dengan baik yaitu:

1. Pengurangan variabilitas proses

2. Meminimasi jumlah *defect* produk jadi
3. Meminimasi waktu inspeksi perbaikan
4. Meningkatkan kapasitas waktu siklus
5. Mengurangi keluhan pelanggan dan meningkatkan penjualan.

2.4. *Lean Six Sigma*

2.4.1. Implementasi *Lean Six Sigma*

Six sigma dan *lean* keduanya merupakan pendekatan yang digunakan untuk memperbaiki produktifitas perusahaan. Tujuan akhirnya sama, yaitu meningkatkan kinerja produksi. Bedanya, *six sigma* berfokus pada faktor yang dapat meningkatkan kinerja suatu proses dan mempertahankannya secara berkelanjutan, sedangkan fokus utama *lean* yaitu meminimasi kompleksitas pada produksi dengan cara menghilangkan pemborosan yang terjadi. Namun, metode *lean six sigma* muncul sebagai kombinasi yang menggabungkan manfaat dari metode *six sigma* dengan metode pengurangan *waste* dari *lean*. Penggabungan dua metode tersebut, jika diimplementasikan dengan baik dapat meningkatkan kinerja proses sehingga kepuasan pelanggan dan hasil produktifitas dapat meningkat. *Lean six sigma* membantu perusahaan untuk memenuhi harapan pelanggan, dimana pelanggan menginginkan kualitas produk yang baik (tanpa cacat), pengiriman yang cepat, namun tetap dengan harga yang murah. *Lean six sigma* dapat diimplementasikan kedalam proses DMAIC (*define, measure, analyze, improve, and control*) (Wedgwood., 2007). Berikut akan diuraikan tiap tahap DMAIC serta *tools* yang digunakan.

1. *Define*

Tahap ini merupakan awal dari pengimplemntasian *lean six sigma*. Terdapat beberapa hal yang harus dilakukan pada tahap *define* yaitu identifikasi kriteria yang dijadikan pedoman untuk memilih proyek *six sigma*. Istilah proyek *six sigma* berarti peningkatan kualitas hanya untuk proses tertentu yang harus ditingkatkan berdasarkan kebutuhan dari organisasi tersebut dan tidak diadakan secara terus menerus. Jika ruang lingkup dan kebutuhan organisasi berubah, proyek *six sigma* dapat berakhir dan digantikan dengan proyek lain. Dalam

memilih proyek *six sigma* hal yang harus diperhatikan adalah menetapkan masalah yang menjadi prioritas dan memerlukan penanganan terlebih dahulu, selain itu harus berkaitan dengan tujuan diadakannya proyek *six sigma*.

Hal lain yang perlu diperhatikan pada tahap *define* yaitu mengidentifikasi organisasi yang terlibat dalam proyek *six sigma*. Identifikasi organisasi berkaitan dengan identifikasi orang-orang yang terlibat serta peranannya. Selanjutnya pada tahap *define*, kita perlu menentukan proses-proses kunci dalam proyek *six sigma* serta kebutuhan spesifik dari pelanggan (Gaspersz., 2002).

2. *Measure*

Tahap yang kedua dalam pengimplementasian *six sigma* adalah *measure*. Pada implementasi *six sigma measure* berkaitan dengan kegiatan mengukur atau menentukan karakteristik kualitas kunci yang sesuai dengan spesifikasi pelanggan. Karakteristik kualitas yang ditetapkan dikenal dengan istilah *critical to quality* (CTQ). Untuk melakukan peningkatan kualitas *six sigma*, perlu dilakukan pengukuran terhadap hal-hal yang sesuai dan memiliki keterkaitan dengan pelanggan. Oleh karena itu, penentuan CTQ merupakan elemen penting dalam implementasi *six sigma*. Selain menentukan *critical to quality*, pada tahap *measure* hal lain yang harus dilakukan untuk peningkatan kualitas adalah menentukan rencana untuk melakukan pengumpulan data terhadap *input*, proses, dan *outcome* yang sesuai dengan proyek *six sigma*. Serta mengukur kinerja proses, *input*, dan *output* untuk dijadikan acuan pada awal proyek *six sigma*. Pengukuran *output* ditentukan dari hasil kinerja menggunakan satuan pengukuran *defect per million opportunities* (DPMO) serta tingkat *six sigma* yang telah dicapai. Pengukuran tersebut bertujuan untuk mengukur sejauh mana *output* yang dihasilkan dapat memenuhi spesifikasi pelanggan (Gaspersz., 2002).

3. *Analyze*

Tahap ketiga dalam pengimplementasian *six sigma* adalah *analyze*. Terdapat beberapa hal yang perlu dilakukan pada tahap ini, yaitu menentukan kapabilitas proses, menentukan target kinerja pada kualitas kunci yang akan diperbaiki dalam peningkatan kualitas *six sigma*, menganalisis penyebab kegagalan pada kualitas kunci, serta menghitung biaya yang dikeluarkan karena kegagalan tersebut (Gaspersz., 2002).

4. *Improve*

Tahap selanjutnya pada proses pengimplementasian *six sigma* adalah *improve*, tahap ini merupakan tahap menentukan metode terbaik yang digunakan untuk melakukan perbaikan kualitas. Setelah mengetahui penyebab kegagalan kualitas kunci, *improve* digunakan sebagai tahap untuk mengembangkan rencana tindakan perbaikan dengan berpacu pada tujuan awal proyek *six sigma* diadakan. Hal yang harus dilakukan pada tahap ini adalah menentukan apa target utama yang perlu diperbaiki, kenapa perlu mengadakan tindakan perbaikan, dimana dan kapan perbaikan dilakukan, siapa yang harus melakukan tindakan perbaikan, metode apa yang tepat untuk melakukan perbaikan serta berapa biaya yang diperlukan untuk melakukan metode tersebut (Gaspersz., 2002).

5. *Control*

Setelah melakukan tindakan perbaikan, agar peningkatan kualitas dilakukan secara terus menerus perlu diadakan pengontrolan terhadap perbaikan yang dilakukan. Tujuannya adalah untuk mengetahui apakah metode yang dipilih telah tepat dan membawa perubahan pada kegagalan kualitas kunci (Gaspersz., 2002).

Tabel 2.4 berikut merupakan beberapa *tools* yang dapat digunakan pada tahap-tahap DMAIC, namun hanya beberapa *tools* yang digunakan pada pengolahan data bab 4.

Tabel 2.4. *Tools lean six sigma*

<i>Steps</i>	<i>Tools</i>
<i>Define</i>	SIPOC map, Value stream Mapping, flowchart, CTQ, costumer requirements trees, voice of costumer, paretto
<i>Measure</i>	Sigma capability, OEE, input/output analysis.
<i>Analyze</i>	Fishbone diagram, failure mode and effect analysis,
<i>Improve</i>	5 why, 5 W + 1H
<i>Control</i>	Statistical process control

Sumber : Gaspersz., 2002.

2.4.2. *Tools dalam Implementasi Lean Six Sigma*

2.4.2.1. SIPOC Map (*Supplier, Inputs, Process, Output, Customers*)

SIPOC merupakan alat *six sigma* yang digunakan untuk mengidentifikasi seluruh elemen produksi pada tahap *define*. Elemen produksi dimulai dari *supplier* (pemasok), *inputs* (masukan), *process*, *output* (keluaran), dan *customers* (pelanggan). SIPOC merupakan salah satu *tools define* yang paling sering digunakan untuk mengidentifikasi aliran produksi (Gaspersz., 2002).

1. *Suppliers* merupakan orang yang menyediakan *inputs* yang dibutuhkan dalam sebuah *process*, berupa informasi kunci, bahan baku, atau sumber daya lain yang dibutuhkan.
2. *Inputs* merupakan hal yang diberikan oleh *supplier* untuk diolah oleh *process* dan menghasilkan *outputs*.
3. *Process* merupakan serangkaian langkah yang dilakukan untuk mengolah *inputs* dengan tujuan menambah nilai *inputs*. Proses yang dilakukan dari awal sampai akhir hingga menghasilkan *outputs* berupa produk atau jasa.
4. *Outputs* merupakan hasil dari *inputs* setelah melalui proses, *output* dapat berupa produk setengah jadi atau produk jadi, atau dapat juga berupa jasa.
5. *Customers* merupakan orang yang menerima *outputs* berupa barang jadi. *Customer* dapat pula berupa sub proses, jika didalam suatu proses terdapat sub proses, maka sub proses sesudahnya dianggap sebagai pelanggan internal.

2.4.2.2. Value Stream Mapping

Value stream mapping (VSM) merupakan kunci dalam *lean six sigma* yang melibatkan proses-proses yang rumit. VSM dalam *lean six sigma* mirip dengan *flowchart* yang digunakan dalam metode peningkatan kualitas lainnya, dengan perbedaan utama yaitu (Wedgwood., 2007):

1. VSM berpusat pada entitas utama dalam proses. Contohnya jika entitas utamanya adalah tentang pesanan, maka seluruh proses akan berkaitan dengan pesanan dan apa yang terjadi padanya.
2. Aktifitas pada VSM menjadi bahan evaluasi apakah proses akan membawa *value* pada konsumen akhir.
3. VSM digunakan untuk mengukur kinerja setiap proses didalamnya.

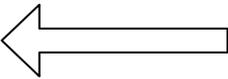
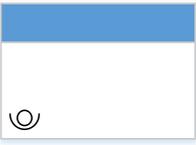
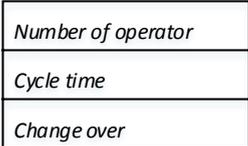
Pada implementasi *lean six sigma*, VSM memiliki dua versi yang berbeda sesuai fungsinya.

1. *High level* VSM pada tahap *define* digunakan untuk mulai memahami proses produksi. *High level* VSM berisi langkah-langkah utama dalam proses serta komponen proses, seperti waktu siklus proses, tingkat *defect*, tingkat penyimpanan, *supplier*, *inputs*, *output* dan konsumen.
2. *Detailed* VSM yang dibuat pada tahap *measure* digunakan untuk memahami seluruh aliran proses secara rinci. Pada *detailed* VSM proses dipecahkan menjadi aktifitas-aktifitas terkecil dari proses. Aktifitas tersebut terdiri dari:
 - a. Aktifitas *value added* yaitu aktifitas yang dapat menambah nilai pada produk atau proses tersebut. Pada produk biasanya terjadi perubahan ukuran, bentuk, dan fungsi.
 - b. Aktifitas *non value added but required* merupakan aktifitas yang tidak membawa nilai tambah bagi konsumen namun perlu dilakukan karena beberapa alasan. Contoh kegiatan yang *non value added but required* adalah memasukan data kedalam sistem dan menampilkan sebuah pengecekan kualiti.

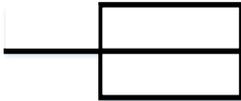
- c. Aktifitas *non value added* merupakan aktifitas yang tidak diperlukan dan paling baik adalah untuk menghilangkan aktifitas tersebut, hal ini disebabkan karena aktifitas tersebut tidak memberikan *value* pada proses atau produk. Beberapa aktifitas yang dianggap sebagai aktifitas *non value added* adalah aktifitas menunggu, pengerjaan ulang, pembuangan material, pemindahan material, dan beberapa aktifitas yang tidak diharapkan.

Untuk menggambarkan seluruh proses dan informasi proses pada VSM digunakan beberapa symbol. Symbol-symbol tersebut dapat dilihat pada tabel 2.5.

Tabel 2.5. VSM symbols

Name	Deskripsi	Simbol
<i>Outside organization</i>	Merupakan symbol yang menggambarkan organisasi diluar sistem, seperti <i>supplier</i> dan <i>costumer</i>	
<i>Abroad arrow / Transportation arrow</i>	Merupakan symbol yang menggambarkan perpindahan material atau produk	
<i>Process box</i>	Merupakan symbol yang menggambarkan proses dalam aliran material	
<i>Data box</i>	Menggambarkan informasi / data yang terdapat pada proses	
<i>Inventory</i>	Menggambarkan lokasi dan jumlah inventori	
<i>Manual information flow</i>	Menggambarkan aliran informasi secara manual	

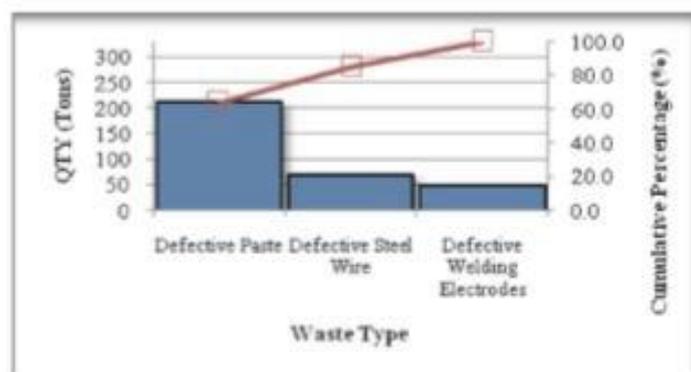
Tabel 2.5. VSM symbols

Name	Deskripsi	Simbol
<i>Electronic information flow</i>	Menggambarkan aliran informasi yang disampaikan melalui media elektronik	
<i>Timeline</i>	Menggambarkan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu proses (<i>cycle time</i>) dan waktu yang dibutuhkan untuk perpindahan satu proses ke proses selanjutnya (<i>lead time</i>)	
<i>Timeline total</i>	Menggambarkan total waktu <i>cycle time</i> dan <i>lead time</i>	
<i>Push arrow</i>	Menggambarkan aliran material dari satu proses ke proses selanjutnya	

Sumber : Rother & Shook., 1999

2.4.2.3. Pareto Chart

Pareto merupakan alat pada *lean six sigma* yang diperlukan untuk mengetahui volum atau jumlah data agar proyek *six sigma* berfokus pada data dengan jumlah terbesar. *Pareto* biasanya bergantung pada data atribut yang telah didapatkan (melalui pengumpulan data atau data historis). Berikut adalah contoh *pareto* yang menggambarkan jenis dan jumlah *waste* (Wedgwood., 2007).



Gambar 2.2. Pareto chart (Sumber: M.K Hassan., 2013)

Dalam membuat *pareto* data yang diperlukan adalah jumlah atau frekuensi *defect*, presentase *defect*, dan kumulatif presentasi *defect*. Untuk mengetahui presentase *defect* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.1 berikut:

$$P_{defect\ n} = \frac{Jumlah\ defect}{Total\ defect} \times 100\% \quad (2.1)$$

Sedangkan untuk menghitung kumulatif presentasi menggunakan persamaan 2.2 berikut:

$$PK_{defect\ n} = P_{defect\ n} + PK_{defect\ n-1} \quad (2.2)$$

Keterangan:

$P_{defect\ n}$ adalah presentase dari jumlah *defect* ke-n

$PK_{defect\ n}$ adalah presentase kumulatif *defect* ke-n

$PK_{defect\ n-1}$ adalah presentase kumulatif *defect* sebelumnya

2.4.2.4. Defect per Million Opportunities dan Kapabilitas Sigma

Defect per Million Opportunities (DPMO) merupakan satuan pengukuran dari suatu kinerja proses. Target *six sigma* sebenarnya adalah untuk mencapai nilai 3,4 DPMO, jika sudah mencapai tahap tersebut maka suatu proses dapat dinyatakan memiliki kinerja proses yang baik. Namun untuk menghitung nilai DPMO, perlu terlebih dahulu menetapkan kriteria kualitas produk yang dianggap gagal atau cacat (*defect*). Kriteria kegagalan produk tersebut dalam konsep *six sigma* disebut sebagai *critical to quality* (CTQ). CTQ dapat berupa kegagalan produk yang memiliki warna, bentuk, ukuran yang tidak sesuai dengan spesifikasi pelanggan. Setelah mengetahui banyaknya CTQ potensial, barulah kita dapat menghitung nilai DPMO menggunakan persamaan 2.3 berikut ini (Gasperzs., 2002).

$$DPMO = \frac{Jumlah\ Produk\ cacat}{Jumlah\ produk\ yang\ diperiksa \times CTQ} \times 1.000.000 \quad (2.3)$$

Kapabilitas *sigma* menunjukkan tingkat *sigma* yang telah dicapai suatu proses. DPMO dan kapabilitas *sigma* memiliki hasil yang berbanding terbalik. Jika suatu

proses dikendalikan dan terus menerus mengalami peningkatan, maka nilai DPMO akan mengalami penurunan, sedangkan kapabilitas *sigma* akan mengalami peningkatan. Kapabilitas *sigma* suatu proses dapat diketahui dengan cara mengkonversi nilai DPMO kedalam tingkat *sigma* menggunakan konsep Motorola (Gasperzs,2002). *Level sigma* dapat dihitung menggunakan persamaan 2.4 berikut.

$$\text{Level sigma} = \text{normsinv} \left(1 - \frac{\text{DPMO}}{1000000} \right) + 1,5 \quad (2.4)$$

Nilai 1,5 merupakan nilai rata-rata pergeseran peningkatan nilai sigma yang diperbolehkan pada konsep Motorola's. Selain menggunakan persamaan 2.4, *level sigma* dapat pula diketahui dengan melihat tabel pada lampiran 1. Berikut adalah contoh tabel konversi ke *level sigma* berdasarkan konsep Motorolas's.

Tabel 2.6. konversi DPMO ke *sigma*

DPMO	Nilai <i>sigma</i>
0,00	933,193
0,01	931,888
0,12	916,207
1,40	539,828
2,03	298,056

Sumber : Gasperzs., 2002

2.4.2.5. *Fishbone Diagram*

Fishbone diagram adalah salah satu alat peningkatan kualitas yang digunakan untuk menganalisis penyebab dan akar penyebab dari suatu masalah kritis yang ditemukan. Analisis penyebab dapat dilakukan dengan menggunakan pendekatan *brainstorming* dan pengamatan secara langsung. Masalah yang terjadi dapat berkaitan langsung dengan 6 komponen sistem produksi, yaitu (Wedgwood., 2007):

1. *Man* berkaitan dengan ketidakmampuan pekerja terhadap kemampuan dasar yang harus dimiliki, kurang terlatih, kurang berpengalaman, kurangnya pengetahuan, atau dapat disebabkan karena beban mental pekerja.

2. *Machine* berkaitan dengan kurangnya tingkat keandalan mesin, daya tahan mesin kurang, kurangnya perawatan mesin, dan sebagainya.
3. *Material* berkaitan dengan bahan baku yang tidak sesuai spesifikasi kualitas, serta kurangnya penanganan yang efektif terhadap spesifikasi kualitas.
4. *Measurement* berkaitan dengan kurangnya keakuratan produk dengan spesifikasi.
5. *Method* berkaitan dengan prosedur kerja yang kurang tepat, tidak jelas, dan tidak sesuai standar atau tidak memiliki standar.
6. *Environment* berkaitan dengan segala sesuatu yang terjadi pada lingkungan sekitar yang menyebabkan kegagalan.

2.4.2.6. Failure Mode and Effect Analysis

Failure mode and effect analysis (FMEA) merupakan alat peningkatan kualitas yang biasanya digunakan pada tahap analisis *six sigma*. FMEA digunakan untuk menganalisis *failure mode*, penyebabnya, serta efek yang ditimbulkannya. *Failure mode* dalam hal ini adalah hal-hal yang berkaitan dengan kecacatan produk, kondisi yang tidak memenuhi spesifikasi, atau produk yang fungsinya tidak terpenuhi. Terdapat tiga jenis FMEA yang digunakan dalam *lean six sigma* (Gasperzs., 2002).

1. FMEA Desain akan membantu menghilangkan mode kegagalan yang berkaitan dengan desain, misalnya fungsi yang tidak tepat, atau material yang digunakan tidak sesuai spesifikasi.
2. FMEA Proses akan membantu menganalisis dan menghilangkan mode kegagalan yang disebabkan karena kesalahan dalam proses-proses produksi.
3. FMEA perawatan (FMEA *maintenance*) berkaitan dengan kegiatan mengevaluasi peralatan mekanikal, elektrik, dan sebagainya. Selain itu, FMEA perawatan juga digunakan untuk mengevaluasi keamanan dan keselamatan kerja, serta kapasitas mesin yang digunakan.

Namun yang akan digunakan peneliti pada pengolahan data bab 4 adalah FMEA proses, karena berkaitan dengan usaha mengurangi proses-proses yang tidak sesuai spesifikasi, misalnya proses menunggu, pengerjaan ulang produk atau proses yang

tidak bernilai tambah lainnya (*non value added*). Berikut adalah beberapa hal yang berkaitan dengan FMEA proses:

1. Mode kegagalan potensial merupakan kegagalan yang terjadi berupa proses atau produk yang tidak sesuai spesifikasi dan menyebabkan perubahan pada variabel-variabel proses lainnya.
2. Penyebab mode kegagalan potensial merupakan hal-hal yang menyebabkan proses tersebut mengalami kegagalan dan menghasilkan produk yang tidak sesuai spesifikasi.
3. *Effect* mode kegagalan potensial adalah hal-hal yang akan dirasakan oleh pengguna akhir sebagai akibat dari mode kegagalan.
4. *Severity* atau pengaruh buruk merupakan estimasi tentang bagaimana buruknya akibat yang dapat timbul karena adanya mode kegagalan pada suatu proses. Penilaian estimasi tersebut diberikan secara subyektif berdasarkan kejadian. *Severity* dari satu mode kegagalan dapat dinyatakan dengan skala 1 sampai 10 dengan ketentuan yang dapat dilihat pada tabel 2.7.

Tabel 2.7. Tingkat *severity*

Ranking	Kriteria	Keterangan
1	<i>Negligible severity</i>	Akibat yang ditimbulkan tidak akan berpengaruh pada kinerja produk.
2 3	<i>Mild severity</i>	Akibat yang ditimbulkan bersifat ringan dan pengguna akhir tidak akan merasakan dampak perubahan dari kinerja produk
4 5 6	<i>Moderate severity</i>	Pengguna akhir akan merasakan dampak perubahan dari kinerja produk, namun masih dalam batas toleransi
7 8	<i>High severity</i>	Pengguna akhir akan merasakan dampak perubahan dari kinerja produk, namun sudah diluar batas toleransi. Perbaikan akan memakan biaya yang mahal dan waktu yang lama
9 10	<i>Potential safety problems</i>	Akibat yang ditimbulkan akan sangat berbahaya

Sumber : Gasperzs., 2002

5. *Occurance* atau kemungkinan merupakan tingkat probabilitas dari munculnya penyebab yang terjadi pada mode kegagalan. *Occurance* dapat dinyatakan dengan skala 1 sampai 10 sebagai berikut:

Tabel 2.8. Tingkat *occurance*

Ranking	Kriteria	Keterangan
1	1 dalam 1.000.000 kemungkinan	Tidak mungkin bahwa penyebab ini yang menyebabkan kegagalan
2	1 dalam 20.000	Mode kegagalan akan jarang terjadi atau penyebab tersebut jarang menyebabkan mode kegagalan (<i>low</i>)
3	1 dalam 40.000	
4	1 dalam 1000	Mode kegagalan akan mungkin terjadi atau penyebab tersebut mungkin yang menyebabkan mode kegagalan (<i>moderate</i>)
5	1 dalam 400	
6	1 dalam 80	
7	1 dalam 40	Mode kegagalan sangat mungkin terjadi atau penyebab tersebut sangat mungkin yang menyebabkan mode kegagalan (<i>high</i>)
8	1 dalam 20	
9	1 dalam 8	Hampir dipastikan bahwa kegagalan akan terjadi.
10	1 dalam 2	

Sumber : Gasperzs., 2002

6. *Detection* atau pencegahan penyebab merupakan perancangan upaya yang dapat dilakukan untuk mencegah penyebab yang akan menimbulkan mode kegagalan. Pada tahap ini, penilaian dilakukan terhadap keefektifan *detection* yang dilakukan. Berikut merupakan skala yang digunakan dalam *detection*:

Tabel 2.9. Tingkat *detection*

Ranking	Kriteria	Keterangan
1	1 dalam 1.000.000 kemungkinan	Jika metode pencegahan diadakan akan sangat efektif, spesifikasi akan sangat terpenuhi secara konsisten
2	1 dalam 20.000	Kemungkinan kecil spesifikasi akan terpenuhi
3	1 dalam 40.000	
4	1 dalam 1000	Kemungkinan bersifat moderat, jika metode pencegahan diadakan masih memungkinkan spesifikasi itu tidak terpenuhi
5	1 dalam 400	
6	1 dalam 80	
7	1 dalam 40	Jika metode pencegahan dilakukan, kemungkinan spesifikasi produk belum terpenuhi masih tinggi
8	1 dalam 20	
9	1 dalam 8	Kemungkinan spesifikasi produk belum terpenuhi masih sangat tinggi
10	1 dalam 2	

Sumber : Gasperzs., 2002

7. Setelah memberikan nilai pada setiap mode kegagalan berdasarkan *severity*, *occurance* dan *detection* tahap selanjutnya pada analisis FMEA yaitu

menentukan nilai *risk priority number* (RPN). Adapun persamaan untuk menghitung nilai RPN dari tiap penyebab yang terjadi dapat dilihat pada persamaan 2.5 berikut.

$$RPN = S \times O \times D \quad (2.5)$$

Keterangan:

S adalah *severity*

O adalah *occurrence*

D adalah *detection*

Selanjutnya perlu dilakukan penentuan mode kegagalan dengan penyebab yang paling kritis, guna mengetahui mode kegagalan mana yang perlu diprioritaskan untuk diperbaiki. Mode kegagalan yang harus diprioritaskan terlebih dahulu adalah mode kegagalan dengan penyebab yang memiliki nilai RPN lebih besar dibandingkan nilai RPN kritis. Berikut merupakan persamaan 2.6 untuk menghitung nilai RPN kritis (Andiyanto. S, dkk., 2013)

$$\text{Nilai RPN kritis} = \frac{\text{Total nilai RPN}}{\text{Jumlah penyebab mode kegagalan}} \quad (2.6)$$

2.4.2.7. What, When, Where, Who, Why, and How (5 W+ 1 H)

Pada tahap *improve* peneliti menggunakan metode 5 W + 1 H untuk membantu memberikan saran perbaikan. Metode 5 W + 1 H merupakan bentuk pertanyaan untuk pengujian kritis yang menunjukkan apa permasalahan yang terjadi atau apa tujuan diadakannya, bagaimana cara memperbaikinya, urutan terjadinya permasalahan, dimana tempat terjadinya permasalahan, serta siapa orang yang melakukan kesalahan. Untuk memberikan suatu saran perbaikan terhadap permasalahan yang terjadi, akan lebih menguntungkan jika menggunakan fakta ketimbang opini. Gunakan pertanyaan 5 W + 1 H untuk mengembangkan pemikiran satu tim dalam proyek *six sigma*, selain itu metode 5 W + 1 H dapat mengendalikan dan memastikan setiap proses peningkatan kualitas agar tidak ada yang terlewat (Macdonald., 1996).