

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab tinjauan pustaka ini berisi tentang studi pustaka terhadap buku, artikel, jurnal ilmiah dan penelitian sebelumnya terkait dengan topik pembahasan pada penelitian tugas akhir yang dijadikan dasar penelitian tugas akhir ini. Penjelasan dalam tinjauan pustaka ini diarahkan untuk menyusun kerangka pemikiran atau konsep konsep yang akan dipakai dalam penelitian ini.

### **2.1 Lean Konsep**

Sistem produksi Toyota adalah konsep yang dikembangkan oleh perusahaan Toyota, Jepang setelah perang dunia II. Sistem Produksi Toyota sering disebut dengan *Lean Manufacturing*. Keunggulan sistem berpusat pada konsep mengurangi pemborosan, sehingga menghasilkan kualitas (*Quality*) yang tinggi dengan biaya (*Cost*) yang rendah. (Martono, 2019)

Definisi sistem produksi Toyota adalah usaha untuk menghilangkan pemborosan dan meningkatkan produktivitas secara berkelanjutan (*Continuous Improvement*). Konsep *lean* secara general didefinisikan sebagai suatu pendekatan sistemik dan untuk mengidentifikasi serta menghilangkan pemborosan (*waste*) atau aktivitas – aktivitas yang tidak mempunyai nilai tambah (*non value added activities*) melalui peningkatan terus menerus radikal (*radical continuous improvement*) dengan cara mengalirkan produk (*material, work in process*) produk akhir dan informasi menggunakan sistem tarik (*pull system*) dari pelanggan internal dan eksternal untuk mengejar keunggulan dan kesempurnaan berupa produk – produk berkualitas, superior yang diproduksi dengan cara – cara paling efisien untuk memperoleh biaya minimum dan diserahkan tepat waktu kepada pelanggan dari produk itu. Menciptakan aliran lancar produk sepanjang proses *value stream* (Value Stream Process) dan menghilangkan semua jenis pemborosan (Gasperz, 2006). Value stream sebagai proses untuk memproduksi dan menyerahkan produk (barang / jasa) ke pasar.

Lima prinsip dasar *Lean*. yaitu: (Gasperzs, 2006)

1. Mengidentifikasi nilai produk (Barang dan/jasa) berdasarkan prespektif pelanggan. dimana pelanggan menginginkan produk (barang / jasa) berkualitas superior. dengan harga yang kompetitif pada penyerahan yang tepat waktu.
2. Mengidentifikasi *value stream process mapping* (pemetaan proses pada value stream) untuk setiap produk (barang/jasa).
3. Menghilangkan pemborosan yang tidak bernilai tambah dari semua aktivitas sepanjang proses *value stream*
4. Mengorganisasikan agar material, informasi dan produk agar mengalir secara lancar dan efisien sepanjang proses *value stream* menggunakan sistem tarik (*Pull System*).
5. Mencari terus menerus berbagai teknik dan alat – alat peningkatan (*improvement tools and techniques*) untuk mencapai keunggulan (*excellence*) dan peningkatan terus-menerus (*Continous Improvement*)

### **2.1.1 Lean Manufacturing**

*Lean Manufacturing* merupakan pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi dan mengeliminasi *waste* melalui perbaikan yang berlanjut dari produk untuk memenuhi permintaan konsumen secara sempurna. Keunggulan sistem berpusat pada konsep mengurangi pemborosan. sehingga menghasilkan kualitas (*Quality*) yang tinggi dengan biaya (*Cost*) yang rendah. Dengan menggunakan *Lean Manufacturing*. Toyota memiliki proses pengembangan produk baru tercepat di dunia yang hanya memerlukan waktu 18-24 bulan. bahkan bisa kurang. sementara pesaingnya perlu waktu sampai 36 bulan. *Value* dari *lean manufacturing* merupakan pendekatan kerja sama. menghargai pendapat. tidak saling menyalahkan. keberhasilan dan kegagalan adalah hasil kerja sama tim.

Budaya *Lean manufacturing* dilakukan dengan menyebar nilai – nilai perusahaan. menyatukan tujuan dan strategi antar karyawan dan antar bagian di organisasi. mendorong orang untuk bekerja lebih baik.

Definisi sistem produksi toyota adalah usaha untuk menghilangkan pemborosan (*Waste*) dan meningkatkan produktivitas secara berkelanjutan (*Continuous Improvement*). Konsep ini merupakan sistem manufaktur yang bertujuan mengoptimalkan proses dan prosedur dengan cara menghilangkan (atau, mengurangi) pemborosan. Yang di produksi dan dikirim kepada konsumen hanya produk yang sesuai jenis, jumlah, dan waktu yang di butuhkan. Pada perkembangannya, konsep lean diterapkan pada industri lain, seperti rumah sakit dan perbankan. Disini efisiensi proses dapat mengurangi biaya proses yang signifikan.

Tujuan dari Sistem produksi Toyota adalah membawa aliran/ *flow* barang dari suatu proses ke proses berikutnya sampai barang diterima oleh konsumen berjalan selancar mungkin, dengan menghilangkan atau meminimalkan pemborosan (*waste*). Strategi produksinya adalah *assembly-to-order* (ATO), yaitu merakit modul standart untuk menghasilkan bermacam – macam varian produk akhir. Pengelolaan inventori dan sistem produksi bersifat *pull system* (menarik/pull permintaan konsumen ke produksi dan dari produksi ke pemasok). (Fontana, 2011)

Metode *lean manufacturing* jika digunakan dengan baik dapat memperbaiki kinerja aspek aspek mesin, manusia, material, metode, dan lingkungan kerja. Lebih jauh berhasil meningkatkan kualitatif lain yang didapat dengan menerapkan metode *Lean Manufacturing* seperti :

1. Reduksi waktu siklus dan *lead time*.
2. Minimasi persediaan pada semua bagian produksi.
3. Peningkatan produktifitas pekerja.
4. Peningkatan efisiensi penggunaan peralatan dan ruang produksi.
5. Peningkatan output.
6. Reduksi biaya produksi.

*Lean manufacturing* membutuhkan tidak hanya pemahaman teknis secara menyeluruh dari sistem manufaktur, tetapi juga membutuhkan pemahaman mengenai hubungan yang ada antara manufaktur dan area-area lain dalam perusahaan seperti manajemen rantai pasok, permintaan dan persepsi konsumen, distribusi dan logistic. Permasalahan yang kerap terjadi pada umumnya mempunyai ciri yang sama dan terfokus pada aspek mesin, manusia, material, metode, dan lingkungan kerja. Metode

lean manufacturing jika digunakan dengan baik dapat memperbaiki kinerja aspek aspek mesin. manusia. material. metode. dan lingkungan kerja. Lebih jauh (Badurdeen, 2007) juga berhasil meningkatkan kualitatif lain yang didapat dengan menerapkan metode *Lean Manufacturing* seperti :

1. Kerjasama tim yang baik akan mendukung kemajuan organisasi / perusahaan.
2. Pekerja lebih kreatif.
3. Kondisi kerja menjadi menyenangkan.
4. Peningkatan kepuasan pekerja.
5. Umur mesin yang relatif lebih panjang.
6. Pendekatan yang dilakukan lebih sistematis.
7. Tingkat fleksibilitas meningkat.
8. Lingkungan kerja lebih nyaman.

Menurut penelitian J. killpatrik (2006) yang dimuat dalam “The National Institute Of Standart And Technology”, 40 perusahaan yang menetapkan filosofi Toyota ini mampu melakukan improvement sebagai berikut :

1. Mengurangi lead time sebesar 90%
2. Meningkatkan produktivitas sebesar 50%
3. Mengurangi WIP inventory sebesar 80%
4. Mengurangi penggunaan ruang untuk proses operasional sebesar 75%.

## **2.2 Six sigma**

*Six sigma* merupakan konsep statistik yang mengukur suatu proses yang berkaitan dengan cacat atau kerusakan. *Six sigma* merupakan proses disiplin tinggi yang membantu mengembangkan dan menghantarkan produk mendekati sempurna. Apabila produk (Barang / Jasa) di proses pada tingkat kinerja kualitas Six Sigma. perusahaan boleh mengharapkan 3.4 kegagalan per satu juta kesempatan (DPMO) atau bahkan 99.99966 persen dari apa yang diharapkan pelanggan akan ada dalam produk.

*Six sigma* dapat dijadikan ukuran target kinerja proses industri tentang bagaimana baiknya suatu proses transaksi produk antara pemasok dan pelanggan. Mencapai enam *sigma* berarti bahwa suatu proses menghasilkan hanya 3 hingga 4 cacat

per sejuta peluang. *Six sigma* juga diartikan sebagai falsafah manajemen yang berfokus untuk menghapus cacat dengan cara menekankan pemahaman, pengukuran, dan perbaikan proses. Konsep dari six sigma sebenarnya berasal dari gabungan konsep TQM (*total quality management*) dan *statistical process control* (SPC) dimana kedua konsep tersebut berasal dari pemikiran – pemikiran pakar seperti Deming, Ishikawa, Walter Shewhart dan Crosby. (Gasperz. 2006)

*Six sigma* Motorola merupakan suatu metode atau teknik pengendalian dan peningkatan kualitas dramatik yang diterapkan oleh perusahaan motorola sejak 1986. yang merupakan terobosan baru dalam bidang manajemen kualitas. banyak ahli manajemen kualitas menyatakan bahwa metode *Six Sigma* motorola dikembangkan dan diterima secara luas oleh dunia industri. Karena manajemen industri frustrasi terhadap sistem – sistem manajemen kualitas yang ada, yang tidak mampu melakukan peningkatan kualitas secara dramatik menuju tingkat kegagalan nol (*Zero Defect*). Banyak sistem manajemen kualitas, seperti *Malcolm Baldrige National Quality Award* (MBNQA), ISO 9000 dan lain – lain. Hanya menekan pada upaya peningkatan terus – menerus berdasarkan kesadaran mandiri manajemen, tanpa memberikan solusi yang ampuh bagaimana terobosan – terobosan harus dilakukan untuk meningkatkan kualitas untuk menuju kegagalan nol (*Zero Defect*). (Fontana, 2011)

Beberapa keberhasilan Motorola menggunakan aplikasi program six sigma yang patut dicatat adalah sebagai berikut :

1. Peningkatan produktivitas rata – rata 12,3% pertahun,
2. Peurunan COPQ (Cost Of Poor Quality) lebih dari 84%,
3. Eliminasi kegagalan proses sekitar 99,7%,
4. Penghematan biaya manufacturing lebih dari 11 miliar dolar dan,
5. Peningkatan tingkat pertumbuhan tahunan rata – rata 17% dalam penerimaan, keuntungan dan harga saham mototola.

Hasil – hasil peningkatan kualitas dramatik yang ditunjukkan di atas, yang diukur berdasarkan presentase antara COPQ (Cost Of Poor Quality) terhadap nilai penjualan (sales value) ditunjukkan pada table berikut : (Gasperz. 2006)

**Tabel 1.1** Manfaat Dari Pencapaian Beberapa Tingkat Sigma

<b>COPQ (Cost Of Poor Quality)</b>		
<b>Tingkat pencapaian sigma</b>	<b>DPMO</b>	<b>COPQ</b>
1-sigma	691.462 (sangat tidak kompetitif)	Tidak dapat dihitung
2-sigma	308.538 (rata – rata indutsri di insonesia)	Tidak dapat dihitung
3-sigma	66.807	25-40% dari penjualan
4-sigma	6.210 (rata – rata industry AS)	15 – 25% dari penjualan
5-sigma	233	5 – 15% dari penjualan
6-sigma	3,4 (industry kelas dunia)	< 1% dari penjualan

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

(Sumber: Gasperz. 2002)

## 2.3 DMAIC

### 2.3.1 Define

*Define* adalah Mendefinisikan secara formal sasaran peningkatan proses yang konsisten dengan permintaan atau kebutuhan pelanggan dan strategi perusahaan. (Fontana, 2011)

Menurut Pande (2002) tiga aktivitas utama yang berkaitan dengan mendefinisikan proses inti dan para pelanggan adalah:

1. Mendefinisikan proses inti mayor dari bisnis.
2. Menentukan output kunci dari proses inti tersebut dan para pelanggan kunci yang mereka layani.
3. Menciptakan peta tingkat tinggi dari proses inti atau proses strategis.

Termasuk dalam langkah definisi ini adalah menetapkan sasaran dari aktivitas peningkatan mutu *six sigma* itu. Pada tingkat manajemen puncak . sasaran – sasaran yang ditetapkan akan menjadi tujuan strategi dari organisasi seperti meningkatkan *return on investement* (ROI) dan pangsa pasar. Pada tingkat operasional. sasaran mungkin untuk meningkatkan output produksi. produktivitas. menurunkan produk cacat dan biaya operasional. Pada tingkat proyek. sasaran juga dapat serupa dengan

tingkat operasional seperti menurunkan tingkat cacat produk. menurunkan *downtime* mesin dan meningkatkan output dari setiap proses produksi.

### 2.3.2 *Measure*

*Measure* merupakan langkah operasional kedua dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Terdapat tiga hal pokok yang harus dilakukan dalam tahap *Measure*. yaitu: (1) Memilih atau menentukan karakteristik kualitas (CTQ) kunci yang berhubungan langsung dengan kebutuhan spesifik dari pelanggan. (2) mengembangkan suatu rencana pengumpulan data melalui pengukuran yang dapat dilakukan pada tingkatan proses. *output*. dan/atau *outcome*. dan (3) Mengukur kinerja sekarang (*current performance*) pada tingkat proses. *output*. dan/atau *outcome* untuk ditetapkan sebagai baseline kinerja (*performance baseline*) pada awal proyek *Six Sigma*. (Gasperz. 2002)

1. Menetapkan Karakteristik Kualitas (CTQ).

Kunci sebelum melakukan pengukuran terhadap setiap karakteristik kualitas (CTQ). maka kita perlu mengevaluasi sistem pengukuran yang ada agar menjamin efektivitas sepanjang waktu.

2. Mengembangkan Rencana Pengumpulan Data

Pada dasarnya pengukuran karakteristik kualitas dapat dilakukan pada tiga tingkat. yaitu:

- a. Pengukuran pada tingkat proses adalah mengukur setiap langkah atau aktivitas dalam proses dan karakteristik kualitas input yang diserahkan oleh pemasok (*supplier*) yang mengendalikan dan mempengaruhi karakteristik kualitas *output* yang diinginkan.
- b. Pengukuran pada tingkat *output* adalah mengukur karakteristik kualitas output yang dihasilkan dari suatu proses dibandingkan terhadap spesifikasi karakteristik kualitas yang diinginkan oleh pelanggan.
- c. Pengukuran pada tingkat *outcome* adalah mengukur bagaimana baiknya suatu produk itu memenuhi kebutuhan spesifik dan ekspektasi rasional dari pelanggan. jadi mengukur tingkat kepuasan pelanggan dalam menggunakan produk yang diserahkan.

### 3. Pengukuran Baseline Kinerja (*Performance Baseline*)

Proyek-proyek peningkatan kualitas *Six Sigma* yang ditetapkan akan berfokus pada upaya-upaya dalam peningkatan kualitas menuju *zero defect*. maka dari itu sebelum suatu proyek *Six Sigma* dimuali. kita harus mengetahui tingkatan kerja yang sekarang. *Baseline* kerja dalam proyek *Six Sigma* biasanya ditetapkan menggunakan suatu pengukuran DPMO (*defects per million opportunities*) dan/atau tingkat kapabilitas *sigma* (*sigma level*). Sesuai dengan konsep pengukuran yang biasa diterapkan pada tingkat proses. *output* dan *outcome*. maka baseline kinerja juga dapat ditetapkan pada tingkat proses. *output* dan *outcome*.

#### 2.3.3 *Analyze*

*Analyze* merupakan langkah operasional ketiga dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini terdapat beberapa hal perlu dilakukan sebagai berikut: (Gasperz. 2002)

1. Menentukan Stabilitas dan Kemampuan (Kapabilitas) Proses
2. Menetapkan Target Kinerja dari Karakteristik Kualitas (CTQ) Kunci
3. Mengidentifikasi Sumber-sumber dan Akar Penyebab Masalah Kualitas
4. Mengkonversikan Banyak Kegagalan ke dalam Biaya Kegagalan Kualitas (*Cost of Poor Quality = COPQ*)

#### 2.3.4 *Improve*

Setelah sumber – sumber dan akar penyebab masalah kualitas teridentifikasi. maka perlu dilakukan penetapan rencana tindakan untuk melakukan peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada dasarnya rencana – rencana tindakan akan mendeskripsikan tentang alokasi sumber – sumber daya serta prioritas dan / atau alternatif yang dilakukan dalam implementasi dari rencana tersebut.

#### 2.3.5 *Control*

Perlu adanya pengawasan untuk meyakinkan bahwa hasil yang diinginkan sedang dalam proses pencapaiannya. Hasil dari tahap *improve* harus diterapkan dalam kurun waktu tertentu untuk dapat dilihat pengaruhnya terhadap kualitas produk yang



dihasilkan. Pada tahap ini hasil – hasil peningkatan kualitas didokumentasikan dan disebarluaskan. praktek – praktek terbaik yang sukses dalam meningkatkan proses distandarisasi dan disebarluaskan. prosedur – prosedur didokumentasikan dan dijadikan pedoman kerja standar. serta kepemilikan atau tanggung jawab ditransfer dari tim *Six Sigma* kepada pemilik atau penanggung jawab proses.

### **2.3.6 CTQ (*Critical To Quality*)**

*The six Sigma way* (Pande, 2002) CTQ adalah unsur – unsur suatu proses yang secara signifikan mempengaruhi output dari proses itu sendiri. CTQ merupakan atribut yang sangat penting untuk di perhatikan karena berkaitan langsung dengan kebutuhan dan keinginan pelanggan. serta merupakan elemen – elemen dari suatu produk. proses. atau praktek – praktek yang berdampak langsung pada kepuasan konsumen.

CTQ dapat digunakan untuk mengidentifikasi proses atau produk yang akan di perbaiki untuk menerjemahkan permintaan pelanggan. biasanya berupa turunan masalah atau *breakdown* dari semua masalah sampai tercapai atau teridentifikasi masalah yang sesungguhnya guna memenuhi keinginan pelanggan.

### **2.3.7 DPMO (*Defect Per Million Opportunities*)**

*Defects Per Opportunity* (DPO) adalah ukuran kegagalan yang dapat dihitung dalam proyek perbaikan atau kualitas mutu *Six Sigma*. yang menampilkan sejumlah cacat atau kegagalan atau *out spec* per satu kesempatan (Gasperz, Pedoman Implementasi Program *Six Sigma* Terintegrasi Dengan ISO9001 : 2000, MBNQA, dan HACCP, 2002). Berikut rumus perhitungannya:

$$DPO = \frac{\text{jumlah out spec}}{\text{jumlah pemeriksaan (kesempatan)}} \times CTQ$$

*Defects Per Million Opportunity* (DPMO) adalah ukuran kecacatan atau kegagalan dalam proyek perbaikan kualitas atau mutu *Six Sigma*. yang menampilkan sejumlah cacat atau kegagalan atau *out spec* per sejuta kesempatan (Gasperz, Pedoman Implementasi Program *Six Sigma* Terintegrasi Dengan ISO9001 : 2000, MBNQA, dan HACCP, 2002).

$$DPMO = DPO \times 1.000.000$$

*Six Sigma* adalah suatu visi perbaikan kualitas atau mutu dengan target 3.4 kegagalan atau cacat atau *out spec* per sejuta kesempatan atau pemeriksaan (DPMO) untuk setiap transaksi barang/produk dan atau jasa. Tujuan akhirnya adalah menuju kesempurnaan (*zero defect* atau nol cacat).

**Tabel 1.2 Perbedaan True 6-Sigma dengan Motorola's 6-Sigma**

Batas Spesifikasi (LSL – USL)	<i>True 6-Sigma Process (Normal Distribution Centered)</i>		<i>Motorola's 6-Sigma Process (Normal Distribution Shifted 1.5-Sigma)</i>	
	Persentase yang memenuhi spesifikasi (LSL-USL)	DPMO (kegagalan/cacat per sejuta kesempatan)	Persentase yang memenuhi spesifikasi (LSL-USL)	DPMO (kegagalan/cacat per sejuta kesempatan)
$\pm 1\text{-sigma}$	68.27%	317.300	30.8538%	691.462
$\pm 2\text{-sigma}$	95.45%	45.500	69.1462%	308.538
$\pm 3\text{-sigma}$	99.73%	2.700	93.3193%	66.807
$\pm 4\text{-sigma}$	99.9937%	63	99.3790%	6.210
$\pm 5\text{-sigma}$	99.99943%	0.57	99.9767%	233
$\pm 6\text{-sigma}$	99.999998%	0.002	99.99966%	3.4

Sumber: (Gasperz, Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi Dengan ISO9001 : 2000, MBNQA, dan HACCP, 2002)

#### **2.4 Lean Six Sigma**

*Lean Six Sigma* adalah suatu konsep menyeluruh tentang sistem bisnis yang dikembangkan di Amerika Serikat. Kekuatan dari kedua konsep yaitu lean dan six sigma disatukan. dengan sasaran Lean adalah menciptakan aliran lancar produk sepanjang proses value stream (Value Stream Process) dan menghilangkan semua jenis pemborosan. sedangkan six sigma adalah meningkatkan kapabilitas proses sepanjang

value stream untuk mencapai 3.4 nilai sigma dan menghilangkan variasi. (Gasperzs, 2006)

*Value Stream* merupakan proses – proses untuk membuat, memproduksi, dan menyerahkan produk (Barang/Jasa) ke pasar. Untuk proses pembuatan barang (Goods). *Value Stream* terdiri atas pemasok bahan baku, manufaktur dan perakitan barang, dan jaringan pendistribusian kepada pengguna barang tersebut. (Gasperzs, 2006)

*Lean Six Sigma* merupakan suatu filosofi bisnis ini mengikuti pendekatan sistematis dan sistemik untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) atau aktivitas - aktivitas yang tidak bernilai tambah atau *non value added activities* melalui peningkatan terus-menerus radikal (*radikal continuous improvement*) untuk mencapai tingkat kinerja 6 sigma. hal ini dapat dilakukan dengan cara mengalirkan produk (*material, work in proses and output*) dan informasi menggunakan sistem tarik (*pull system*) dari pelanggan internal dan eksternal untuk mengejar keunggulan dan kesempurnaan yaitu hanya memproduksi 3.4 cacat untuk setiap satu juta kesempatan atau operasi. (Gasperzs, 2006)

*Lean six sigma* berarti mengerjakan sesuatu dengan cara sederhana dan seefisien mungkin namun tetap memberikan kualitas superior dan pelayanan yang sangat cepat manajemen organisasi perlu menyerap pemikiran *lean - sigma* yang dibangun dengan menanamkan dalam bentuk, ukuran-ukuran atau matrix kebijakan-kebijakan or politik prosedur-prosedur dan pada akhirnya alat-alat atau teknik-teknik *lean six sigma*. (Gasperzs, 2006)

Pendekatan *lean six sigma* berlandaskan pada prinsip 5P (*Profit, Produk, Processes, Project By Project, And People*) yang saling berkaitan, yaitu : (Gasperzs, 2006)

1. *Profits* (Keuntungan perusahaan) akan meningkat apabila kinerja produk (*Product Performance*) meningkat sesuai atau melebihi kebutuhan dan ekspektasi pelanggan;
2. *Products* (Produk – barang dan/ jasa) akan meningkat kinerjanya apabila *Processes* (Proses – Proses) yang menghasilkan produk itu meningkat;

3. *Processes* (Proses – proses) akan memingkat hanya apabila dilakukan peningkatan proses *Value Stream* melalui *Lean Six Sigma Continuous Improvement Project (Project-by-Project)*;
4. *Project* (Proyek – proyek peningkatan terus -menerus) akan berhasil apabila *People* (Orang – orang) meningkatkan pembelajaran dan pertumbuhan (*Learnig and growth*).

Konsep *lean* berakar dari konsep sistem manajemen toyota yang dikembangkan dan diperluas sedangkan konsep *six sigma* berakar dari konsep sistem manajemen motorola kekuatan dari kedua konsep ini disatukan atau di sinergi kan dengan konsep *lean six sigma* atau *lean - sigma* sedangkan sasaran *lean* adalah untuk menciptakan aliran lancar dari produk sepanjang proses *value stream* proses dan menghilangkan semua jenis pemborosan yang ada sedangkan sasaran *six sigma* adalah meningkatkan kapabilitas proses sepanjang *value stream* untuk mencapai *titik zero defect* dan menghilangkan variasi yang ada.

## 2.5 Waste

*Waste* dapat diartikan sebagai kehilangan atau kerugian berbagai sumber daya. yaitu material, waktu (yang berkaitan dengan tenaga kerja dan peralatan) dan modal, yang diakibatkan oleh kegiatan kegiatan yang membutuhkan biaya secara langsung maupun tidak langsung tetapi tidak menambah nilai kepada produk akhir bagi pihak pengguna jasa konstruksi

*Waste* adalah hasil dari penggunaan berlebih sumber daya yang dibutuhkan untuk menghasilkan produk atau jasa. *Lean Sigma* approach terdapat 9 *waste* yang dapat didefinisikan dalam sebuah perusahaan atau yang bisa disingkat dengan E – DOWNTIME. (Gasperz. 2006)

Macam-macam E - DOWNTIME dan penjelasanya adalah sebagai berikut :

### 1. *Environmental Health And Safety*

jenis pemborosan yang terjadi karena kelalaian dalam memperhatikan hal-hal yang berkaitan dengan prinsip - prinsip EHS

### 2. *Defect*

Jenis pemborosan yang terjadi karena kecacatan atau kegagalan produk (barang dan / atau jasa)

### 3. *Overproduction*

Jenis pemborosan yang terjadi karena produksi berlebih dari kuantitas yang dipesan oleh pelanggan memproduksi lebih dari yang dibutuhkan dan stok yang berlebih merupakan *waste* Pada kategori ini.

### 4. *Waiting*

Jenis pemborosan yang terjadi karena menunggu.

### 5. *Not Utilizing Employs Knowledge Skills And Abilities*

Jenis pemborosan sumber daya manusia yang terjadi karena tidak menggunakan pengetahuan keterampilan dan kemampuan karyawan secara optimal.

### 6. *Transportation.*

Jenis pemborosan yang terjadi karena transportasi yang berlebihan sepanjang proses value stream.

### 7. *Inventory*

*waste* ini terjadi karena inventories yang berlebihan.

### 8. *Motion*

Jenis pemborosan yang terjadi karena pergerakan yang lebih banyak daripada yang seharusnya sepanjang proses value stream.

### 9. *Excess Processing*

Jenis pemborosan yang terjadi karena langkah – langkah proses yang panjang dari yang seharusnya sepanjang proses *value stream*.

## **2.6 Tools**

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai dasar teori dari tiap – tiap tools yang digunakan dalam penelitian. Berikut penjelasan dasar teori dari *tools* yang digunakan.

### **2.6.1 Value Stream Mapping (VSM)**

VSM adalah alat bantu untuk mengidentifikasi proses, pemborosan, proses yang terisolasi, untuk perbaikan kinerja proses. VSM menggambarkan semua kegiatan yang

*Value Added* maupun yang berupa *waste* (pemborosan) beserta sumber daya yang dipakai pada setiap kegiatan. (Martono, 2019)

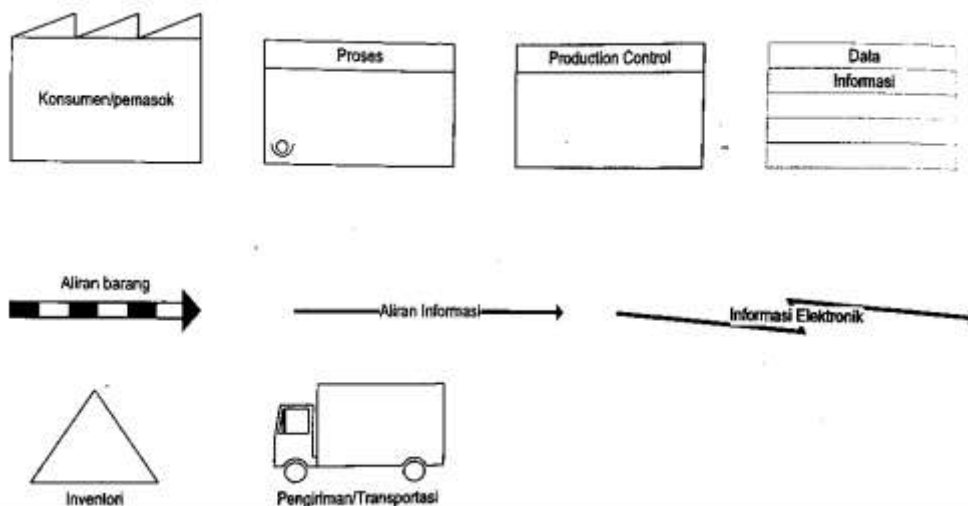
Berikut keuntungan menerapkan VSM :

- a. Organisasi memiliki gambaran proses secara menyeluruh sehingga organisasi bias memprioritaskan kegiatan *improvement* yang memberikan dampak lebih besar terhadap efisiensi seluruh proses.
- b. VSM membantu menemukan sumber pemborosan. Dengan demikian, akar permasalahan dapat ditemukan dan diselesaikan.
- c. Organisasi perlu memahami cara kerja dan sumber daya yang dimiliki, memahami keterkaitan antarproses sehingga *improvement* tidak sebatas perbaikan di suatu tempat saja.

Langkah – langkah menerapkan VSM adalah sebagai berikut :

1. Desain :
  - a. Identifikasi apa adanya semua kegiatan, durasi, dan sumber daya yang digunakan pada setiap proses (*Current State Value Stream Mapping*)
  - b. Sediakan informasi untuk menjalankan *Improvement Process*
2. *Process Improvement*  
Mencari proses yang tidak efisien dan mencari peluang untuk memperbaikinya.
3. Standardisasi  
Mencatat standart waktu dari setiap proses yang telah diperbaiki dan membuat standardisasi kerja supaya durasi proses yang bar uterus dilaksanakan dengan baik (*State value stream mapping*)

Simbol – simbol yang paling umum digunakan :



**Gambar 2.1** Simbol dalam VSM (Martono, 2019)

### **2.6.2 FMEA (*Failed Mode And Effect Analysis*)**

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA ) merupakan metodologi terstruktur untuk mengidentifikasi dan menganalisis kegagalan – kegagalan (Failure) yang sudah terjadi atau yang mungkin terjadi. dengan tujuan mencegah kegagalan tersebut memberikan dampak negatif pada hasil sebuah proses. FMEA banyak digunakan dalam reliability engineering. safety engineering. dan quality engineering. (Soemohadiwidjojo, 2017)

FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) didefinisikan sebagai suatu kumpulan aktifitas sistematis bertujuan :

1. Untuk mengetahui dan mengevaluasi potensial kegagalan (*Potensial Failure*) dari produk ataupun proses dan efek yang ditimbulkan dari kegagalan tersebut.
2. Mengidentifikasi tindakan – tindakan (*Action*) yang dapat mengurangi kesempatan terjadinya kegagalan.
3. Mendokumentasikan seluruh proses.

Dalam FMEA terdapat 3 faktor yang terkait dengan nilai resiko yang secara standart ditetapkan sebagai faktor yang setara dengan perkalian Likelihood dan Consequence. yaitu :

## 1. Severity

Merupakan tingkat dampak yang disebabkan oleh mode kegagalan atau kejadian resiko.

**Tabel 1.3 Nilai kriteria *Severity***

Rating	Kriteria	Deskripsi
1	<i>Negligible Severity</i>	Pengaruh buruk yang dapat diabaikan
2	<i>Mild Severity</i>	Pengaruh buruk yang ringan / Sedikit
3	<i>Mild Severity</i>	Pengaruh buruk yang moderat (masih berada dalam batas toleransi)
4	<i>Moderat severity</i>	Pengaruh buruk yang moderat (masih berada dalam batas toleransi)
5	<i>Moderat severity</i>	Pengaruh buruk yang moderat (masih berada dalam batas toleransi)
6	<i>Moderat severity</i>	Pengaruh buruk yang moderat (masih berada dalam batas toleransi)
7	<i>High Severity</i>	Pengaruh buruk yang tinggi (berada diluar batas toleransi)
8	<i>High Severity</i>	Pengaruh buruk yang tinggi (berada diluar batas toleransi)
9	<i>Potensial Safety Problem</i>	Akibat yang ditimbulkan sangat berbahaya (berkaitan dengan keselamatan/ keamanan potensial)
10	<i>Potensial Safety Problem</i>	Akibat yang ditimbulkan sangat berbahaya (berkaitan dengan keselamatan/ keamanan potensial)

(Sumber : Gasperz. 2002)



## 2. Detection (D)

Merupakan tingkat kemampuan mendeteksi kegagalan sebelum efek kegagalan tersebut benar – benar terjadi.

**Tabel 1.4** Nilai Kriteria *Detection*

<i>Rating</i>	<i>Degree</i>	<i>Deskripsi</i>
<b>1.</b>	<i>Very High</i>	Pengaruh buruk dapat diabaikan
<b>2.</b>	<i>Very High</i>	Secara otomatis bisa mendeteksi kesalahan yang terjadi
<b>3.</b>	<i>High</i>	Secara otomatis bias di deteksi oleh alat control (Visual ada bentuk barang & ada double Checking)
<b>4.</b>	<i>High</i>	Alat kontrol andal untuk mendeteksi kesalahan (Visual pada bentuk barang)
<b>5.</b>	<i>Moderate</i>	Alat kontrol andal untuk mendeteksi kesalahan (Visual pada kode barang)
<b>6.</b>	<i>Moderate</i>	Alat kontrol cukup bisa mendeteksi kesalahan (Visual pada susunan barang)
<b>7.</b>	<i>Low</i>	Keandalan alat control untuk mendeteksi kesalahan rendah (Pengamatan fisik)
<b>8.</b>	<i>Low</i>	Keandalan alat control untuk mendeteksi kesalahan sangat rendah (Perubahan warna)
<b>9.</b>	<i>Very Low</i>	Alat kontrol tidak bisa diandalkan untuk mendeteksi kesalahan (feeling berdasarkan pengalaman masa lalu)
<b>10.</b>	<i>Nil</i>	Tidak ada yang bisa digunakan untuk mendeteksi kesalahan

(Sumber : Gasperz. 2002)

### 3. Occurance (O)

Merupakan tingkat probabilitas atau frekuensi kegagalan dapat terjadi.

**Tabel 1.5 Nilai kriteria Occurance**

<i>Rating</i>	Tingkat kegagalan	Deskripsi
1.	1 dalam satu juta	Tidak mungkin penyebab ini menyebabkan mode kegagalan
2.	1 dalam 20.000	Kegagalan ini jarang terjadi
3.	1 dalam 4.000	Kegagalan ini jarang terjadi
4.	1 dalam 1.000	Kegagalan ini agak mungkin terjadi
5.	1 dalam 400	Kegagalan ini agak mungkin terjadi
6.	1 dalam 80	Kegagalan ini agak mungkin terjadi
7.	1 dalam 40	Kegagalan adalah sangat mungkin terjadi
8.	1 dalam 20	Kegagalan adalah sangat mungkin terjadi
9.	1 dalam 8	Hampir dapat dipastikan bahwa kegagalan akan terjadi
10.	1 dalam 2	Hampir dapat dipastikan bahwa kegagalan akan terjadi

(Sumber : Gasperz. 2002)

FMEA mempunyai tujuan untuk menentukan penyebab ragam kegagalan dan apa yang dapat dilakukan untuk mengeliminasi atau mengurangi kesempatan kegagalan.

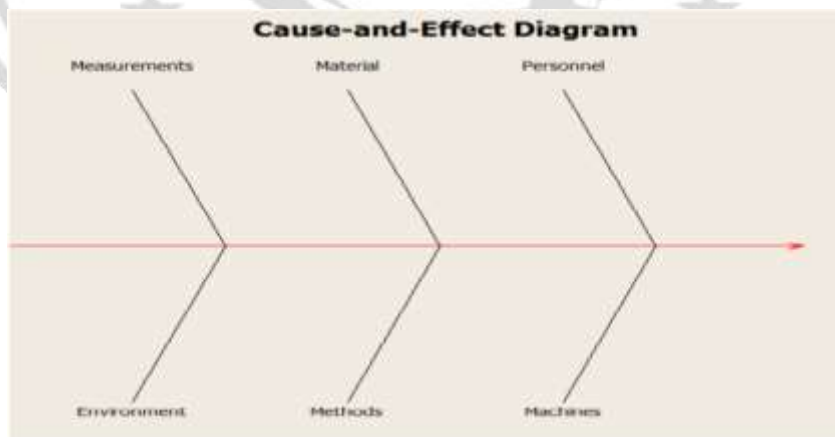
#### 2.6.3 Fishbone Diagram (Cause and Effect Diagram)

Fihbone Diagram atau yang biasa di sebut Cause and Effect Diagram. digunakan untuk desain produk dan mencegah terjadinya *Defect*. dengan menganalisis dan menetapkan faktor penyebab yang paling berpengaruh dalam terjadinya *defect*. Permasalahan yang akan diperbaiki diletakkan pada “Kepala Ikan”. dan setiap “Tulang ikan” terbesar dalam diagram mewakili kategori penyebab utama. Secara umum

kategori – kategori pada diagram tulang ikan terdiri atas hal berikut :  
(Soemohadiwidjojo, 2017)

1. Man / People : Sumber daya manusia yang terlibat dalam proses.
2. Method : Bagaimana proses dilaksanakan dan persyaratan spesifik apa saja yang dibutuhkan untuk melaksanakan proses tersebut seperti kebijakan, prosedur, dan peraturan perundangan.
3. Machine : Seluruh peralatan, komputer, perangkat yang dibutuhkan untuk melaksanakan proses.
4. Material : Bahan mentah, bahan baku, suku cadang, alat tulis, dan bahan – bahan lainnya yang digunakan sebagai input proses untuk membuat produk akhir.
5. Measurement : Data kuantitas / kualitas kerja yang diperoleh dari proses yang digunakan untuk mengevaluasi mutu serta teknik yang digunakan untuk mengumpulkan data.
6. Environment : Kondisi seperti lokasi, waktu, suhu, dan budaya dimana proses beroperasi.

Untuk menetapkan penyebab terjadinya defect pada proses dapat menggunakan metode *Brainstorming*, untuk kemudian dikelompokkan sesuai dengan kategori pada “Tulang ikan”. penyebab masalah yang lebih detail kemudian ditempatkan sebagai cabang dari “Tulang Ikan” terbesar hingga ditemukan akar masalah.



**Gambar 1.1 Fishbone Diagram**

## 2.7 Penelitian terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu yang telah melakukan proses mengeliminasi *waste* dengan menggunakan metode *lean six sigma* yaitu :

1. Sriutami. I. Singgih. M.L. (2017). Reduksi Waste Pada Proses Kacang Garing Medium Grade dengan Lean Six Sigma. *Jurnal Teknik ITS*. F295-F300.

Dalam penelitian tersebut metode Lean Six Sigma digunakan sebagai metode untuk menyelesaikan permasalahan yang terjadi dalam proses produksi dengan 5 jenis defect yang mengindisikan terjadinya *waste* dalam proses produksi. Pembobotan yang dilakukan oleh peneliti yaitu dengan metode AHP. ditemukan *waste* dengan nilai bobot tertinggi yaitu pada waiting (0.210). Defect (0.346) dan Inventory (0.140). Dengan 33% merupakan product defect pada seluruh proses produksi pada bulan Desember 2016. Terdapat 5 jenis defect yang teridentifikasi dengan masing – masing nilai sigma yaitu 2.69 ; 2.21 ; 2.24 ; 3.02 ; 3.45. Dengan menggunakan 5 whys. Pemilihan waste terkritis dengan menggunakan matriks penilaian risiko.

2. Singgih. M.L. (2017). Reduksi Cacat produksi Benang dengan pendekatan Lean Six Sigma . *Jurnal Teknik ITS*. F301-F307.

Penelitian ini dilakukan pada sebuah perusahaan yang memproduksi benang dan kain dengan permasalahan yang timbul yaitu pemborosan pada departemen dikarenakan adanya complaint dari internal customer. lebih tepatnya departement Weaving. Dengan identifikasi *waste* menggunakan pembobotan AHP di temukan *waste* yang teridentifikasi yaitu Defect (0.305). Overproduction (0.182). Inventory (0.168) dan Inapptopriate Process (0.135). Rata – rata nilai sigma yang di dapat yaitu sebesar 3.5 sigma dari hasil defect terkritis menggunakan digram pareto. Kemudian melakukan tahap analyze dengan menggunakan RCA dan FMEA sebagai metode perbaikan.

3. Sri Indrawati. M.R. (2015). Manufacturing Continous Improvement Using Lean Six Sigma : An Iron Ores Industry Case Application. *Elsevier*. 528 – 534

Penelitian ini di lakukan di industri manufactur biji besi. Permasalahan yang di alami adalah kemampuan pengolahan kuantitas produksi yang kurang kapabel. Nilai sigma yang di dapat yaitu 2.97 dengan 33.67% *non value added activity* dan

14.2% *Necessary non value added activity*. Penggunaan FMEA digunakan untuk proses continuous improvement program.



**Tabel 1.6 Penelitian Terdahulu**

Nama Peneliti (Tahun Penelitian)	Judul Penelitian	Produk	Jenis Waste (Pemborosan) yang teridentifikasi									Metode yang di gunakan			
			E	D	O	W	N	T	I	M	E	Lean Six Sigma	RCA	FMEA	Matriks Penilaian Risk
Sriutami. I. Singgih. M.L. (2017)	Reduksi Waste pada Proses Produksi Kacang Garing Medium Grade dengan Pendekatan Lean Six Sigma	Kacang Garing Medium Grade		✓		✓					✓				✓
Singgih. M.L. (2017)	Reduksi produk cacat pada produksi benang dengan pendekatan metode Lean Six Sigma	Benang		✓	✓					✓	✓	✓	✓	✓	

**Tabel 1.7 Riset Gap Penelitian (Lanjutan)**

Sri Indrawati. M. R. (2015).	Manufacturing Continous Improvement Using Lean Six Sigma : AN Iron Ores Industry Case Application	Iron		✓		✓		✓			✓			✓					
Pengajuan Penelitian Tugas Akhir	Upaya mengurangi waste pada produk Sidamehrin 50 EC dengan penerapan metode Lean Six Sigma di PT. Petrosida Gresik	Insektisida		✓			✓	✓			✓			✓					

