

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 *Lean Manufacturing*

##### 2.1.1 Konsep Dasar *Lean*

Menurut Gaspersz, (2017) *Lean* adalah suatu upaya terus - menerus (*continuous improvement efforts*) untuk menghilangkan pemborosan (*waste*) dan meningkatkan nilai tambah (*value added*) produk (barang atau jasa) agar memberikan nilai kepada pelanggan (*customer value*). *Lean* dapat disimpulkan sebagai suatu pendekatan sistematis untuk mengeliminasi pemborosan seperti mengurangi waktu tunggu, produksi berlebih, produk cacat atau aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non value added*) melalui serangkaian peningkatan aktivitas terus-menerus. Tujuan *lean* menciptakan aliran yang lancar sepanjang proses *value stream* dan menghilangkan semua jenis pemborosan (*waste*). Berikut beberapa tujuan dari *lean* antara lain:

- a. Meminimalisir pemborosan yang terjadi dalam bentuk waktu, usaha dan material pada saat melakukan proses produksi.
- b. Memproduksi produk sesuai pesanan konsumen.
- c. Mengurangi biaya seiring dengan meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan.

##### 2.1.2 Prinsip-Prinsip *Lean*

Gaspersz, (2017) menyatakan terdapat lima prinsip dasar dari *Lean* yaitu:

- a. Mengidentifikasi nilai produk (barang/jasa) berdasarkan perspektif pelanggan, dimana pelanggan menginginkan produk yang berkualitas.
- b. Mengidentifikasi *value stream process mapping* (pemetaan proses pada *value stream*) untuk setiap produk (barang/jasa).
- c. Menghilangkan pemborosan yang tidak bernilai tambah dari semua aktivitas sepanjang *value stream*.
- d. Mengorganisasikan agar material, informasi dan produk mengalir lancar dan efisien sepanjang proses *value stream* menggunakan sistem tarik pull system)
- e. Terus menerus mencari berbagai teknik dan alat peningkatan (*improvement tools and techniques*) untuk mencapai keunggulan dan peningkatan terus-menerus

Pendekatan *Lean* berfokus pada peningkatan terus menerus terhadap *customer value* melalui identifikasi dan eliminasi aktivitas-aktivitas tidak bernilai tambah yang merupakan pemborosan (*waste*).

### 2.1.3 Pemborosan (*waste*)

Menurut Gaspersz (2017), pemborosan merupakan segala aktivitas yang tidak bernilai tambah dalam proses, dimana aktivitas-aktivitas itu hanya menggunakan sumber daya namun tidak memberikan nilai tambah kepada pelanggan. Menurut Gaspersz (2017), pemborosan dibagi ke dalam 9 (sembilan) kategori yang memiliki akronim E-DOWNTIME, yaitu:

1. *Environmental, Health and Safety (EHS)*

Merupakan jenis pemborosan yang terjadi karena kelalaian dalam memperhatikan hal-hal yang berkaitan dengan prinsip-prinsip Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3).

2. *Defects*

Merupakan jenis pemborosan yang terjadi karena kecacatan atau kegagalan produk (barang/jasa).

3. *Overproduction*

Merupakan jenis pemborosan yang terjadi karena produksi berlebih dari kuantitas yang dipesan oleh pelanggan.

4. *Waiting*

Merupakan jenis pemborosan yang terjadi karena menunggu atau tidak aktifnya manusia, informasi yang menyebabkan aliran terganggu dan panjangnya lead time.

5. *Not utilizing employees knowledge, skills and ability*

Merupakan jenis pemborosan sumberdaya manusia (SDM) yang terjadi karena tidak menggunakan pengetahuan, keterampilan, dan kemampuan dari karyawan secara optimal.

6. *Transportation*

Merupakan jenis pemborosan yang terjadi karena transportasi yang berlebihan sepanjang proses *value stream*.

7. *Inventories*

Merupakan jenis pemborosan yang terjadi karena persediaan yang berlebihan.

#### 8. *Motion*

Merupakan jenis pemborosan yang terjadi karena pergerakan yang tidak diperlukan sepanjang proses *value stream*.

#### 9. *Excess processing*

Merupakan jenis pemborosan yang terjadi karena langkah-langkah proses yang lebih panjang daripada yang seharusnya.

### 2.1.4 Tipe Aktivitas

Tipe aktivitas dalam organisasi adalah (Hines dan Taylor dalam Zaenuri, 2015):

1. Value adding (VA), aktivitas ini menurut konsumen mempunyai nilai tambah terhadap produk atau jasa
2. Non-value adding (NVA), aktivitas ini menurut konsumen tidak mempunyai nilai tambah terhadap produk atau jasa. Aktivitas ini termasuk waste dan harus dieliminasi.
3. Necessary but non-value adding (NNVA), aktivitas ini menurut konsumen tidak mempunyai nilai tambah terhadap produk atau jasa tetapi dibutuhkan, misalnya proses inspeksi.

### 2.1.5 *Big picture mapping*

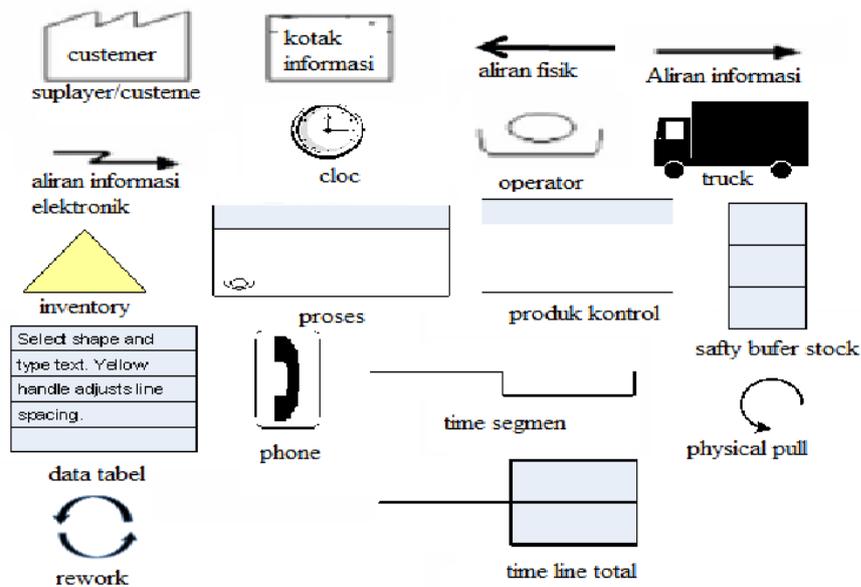
*Big picture mapping* merupakan *tool* yang digunakan untuk menggambarkan sistem secara keseluruhan dan *value stream* yang ada didalamnya. *Tool* ini juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi dimana terdapat pemborosan, serta mengetahui keterkaitan antara aliran informasi dan aliran material ( Hines dalam Zaenuri, 2015).

Untuk melakukan pemetaan terdapat aliran informasi dan material atau produk secara fisik, langkah-langkah yang harus dilakukan adalah sebagai berikut:

- Mengidentifikasi jenis dan jumlah produk yang diinginkan *customer*, *timing* munculnya kebutuhan akan produk tersebut, kapasitas dan frekuensi pengirimannya, pengemasannya, serta jumlah persediaan yang disimpan untuk keperluan *customer*,
- Selanjutnya menggambarkan aliran informasi dari *customer* ke *supplier*.
- Menggambarkan aliran fisik yang berupa aliran material atau produk dalam perusahaan.

- Menghubungkan aliran informasi dan fisik dengan anak panah yang dapat berisi informasi jadwal yang digunakan, instruksi pengiriman, kapan dan dimana biasanya terjadi masalah dalam aliran fisik.
- Melengkapi peta atau gambar aliran informasi dan fisik, dilakukan dengan menambahkan *lead time* dan *value added* dibawah gambar yang dibuat.

Simbol-simbol yang digunakan dalam Big picture mapping adalah sebagai berikut:



Gambar 2.1. *Icon Big Picture Mapping*  
( Sumber : Minto Waloyo dalam Zaenuri, 2015)

## 2.2 Six Sigma

Menurut Fakhrus (2015), *Six Sigma* merupakan salah satu metode untuk peningkatan kualitas menuju target 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan (*Defect Per Million Opportunities-DPMO*) untuk setiap transaksi produk (barang atau jasa) atau sebuah upaya giat menuju kesempurnaan (kegagalan *nol-zero defect*).

*Six Sigma* merupakan suatu visi peningkatan kualitas yang terus menerus dilakukan untuk mengurangi kegagalan dalam proses. Menurut Pande Pete (2003), ada tiga bidang utama yang menjadi target usaha *Six Sigma* yaitu

1. Meningkatkan kepuasan pelanggan.
2. Mengurangi waktu siklus.
3. Mengurangi *defect* (produk cacat).

Tujuan dari metode *six sigma* dapat dilihat dari dua kategori, yaitu umum dan tujuan khusus. Tujuan umum dari metode *Six Sigma* adalah untuk memperbaiki system manajemen suatu perusahaan atau instansi lain yang terkait dengan pelanggan. Hal ini berarti *Six Sigma* membantu perusahaan atau instansi dalam suatu proses guna meningkatkan kualitas produk atau layanan yang bebas cacat. Sedangkan tujuan khusus dari metode *Six Sigma* ini adalah untuk memperbaiki proses produksi yang difokuskan pada usaha mengurangi variasi proses sekaligus mengurangi cacat, sedemikian sehingga dapat mencapai 3,4 DPMO. Metode *six sigma* dapat dijelaskan dalam dua perspektif. Yaitu :

1. Perspektif Statistik, Sigma dalam statistic dikenal sebagai standar deviasi yang menyatakan nilai simpangan terhadap nilai tengah. Standar deviasi adalah cara statistikal untuk menggambarkan seberapa banyak variasi terjadi dalam sekumpulan data, sekelompok item, atau sebuah proses (Pande Pete, 2003). Suatu proses dikatakan baik apabila berjalan pada suatu rentang yang disepakati. Rentang tersebut memiliki batas, batas atas atau USL (upper Specification Limit) dan batas bawah atau LSL (lower Specification Limit) proses yang terjadi di luar rentang disebut cacat (*defect*). Proses *Six Sigma* adalah proses yang menghasilkan hanya 3,4 DPMO (*defect permillion opportunity*)

Tabel 2.1 Konversi Yield ke DPMO dan Nilai Sigma

| <b>YIELD (%)</b><br><b>(Probabilitas tanpa cacat)</b> | <b>DPMO</b><br><b>(defect permillion opportunity)</b> | <b>SIGMA</b> |
|---|---|--------------|
| 30.85 (%)   | 691500  | 1            |
| 69.15 (%)   | 308500  | 2            |
| 93.32 (%)   | 66800   | 3            |
| 99.38 (%)   | 6200  | 4            |
| 99.977(%)   | 230   | 5            |
| 99.99966 (%)  | 3.4   | 6            |

(Sumber: Pande, Pete 2003)

2. Perspektif Metodologi, *Six Sigma* merupakan pendekatan menyeluruh untuk menyelesaikan masalah peningkatan proses melalui fase DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) DMAIC merupakan kunci analisis *Six Sigma* yang menjamin voice of customer bejalan dalam keseluruhan proses sehingga produk yang dihasilkan dapat memuaskan pelanggan.

### 2.2.1 Tahapan DMAIC dalam Metode Six Sigma

Menurut Pande dan Holpp dalam Aditya (2017), tahap-tahap implementasi peningkatan kualitas *Six sigma* terdiri dari lima langkah yaitu menggunakan metode DMAIC atau *Define, Measure, Analyse, Improve, and Control*. Dimana DMAIC merupakan proses untuk peningkatan terus menerus menuju target *Six sigma*. DMAIC dilakukan secara sistematis, secara sistematis, berdasarkan ilmu pengetahuan dan fakta (*systematic, scientific and fact based*). Proses *closed-loop* ini (DMAIC) menghilangkan langkah-langkah proses yang tidak produktif, sering berfokus pada pengukuran-pengukuran baru dan menerapkan teknologi untuk peningkatan kualitas menuju target *Six sigma*.

#### 1. *Define* (mendefinisikan)

Merupakan langkah operasional pertama dalam program peningkatan kualitas *six sigma*. Yaitu mendefinisikan tindakan-tindakan (*action plan*) yang harus dilakukan untuk melaksanakan peningkatan dari setiap tahap proses bisnis kunci itu. Adapun yang dilakukan pada fase ini adalah (Gaspersz dalam Aditya 2017):

1. Pemilihan proyek terbaik berdasarkan pada identifikasi proyek yang sesuai dengan kebutuhan, kapabilitas dan tujuan organisasi.
2. Mendefinisikan peran orang-orang yang terlibat dalam proyek *six sigma*.
3. Mendefinisikan proses kunci dan pelanggan.
4. Mendefinisikan tujuan proyek *six sigma*.

#### 2. *Measure* (mengukur)

Menurut Pande Pete (2003), *Measure* merupakan tindak lanjut logis terhadap langkah *define* dan merupakan sebuah jembatan untuk langkah berikutnya, yaitu *analyze*. Dalam tahap ini diukur besaran penyimpangan yang mempengaruhi mutu output (*critical to quality/CTQ*). Untuk mengetahui besarnya penyimpangan yang terjadi harus dibandingkan dengan standar baku mutu perusahaan. Dengan diketahuinya *CTQ*, kemudian bisa ditentukan berapa target yang ingin dicapai dari proses atau produk yang ingin diperbaiki (Kholil, 2015).

Menurut Pande Pete (2003), langkah *measure* memiliki dua sasaran utama, yaitu:

1. Mendapatkan data untuk memvalidasi dan mengkuantifikasi masalah/peluang. Biasanya ini merupakan informasi kritis untuk memperbaiki dan melengkapi anggaran dasar proyek yang pertama.

2. Memulai menyentuh fakta dan angka-angka yang memberikan petunjuk tentang akar masalah.

3. *Analyze* (menganalisa)

Dalam tahap *analyze*, adalah proses dimana dilakukan upaya-upaya memahami alasan-alasan yang mengakibatkan masalah bisa terjadi (root cause). Root cause ini berdasarkan hipotesa atau asumsi dugaan-dugaan faktor-faktor penyebab terjadinya permasalahan. Faktor-faktor penyebab ini kemudian diuji, dan ditentukan factor-faktor penyebab yang paling dominan (Kholil, 2015). Karena dari sekian banyak factor penyebab, pasti ada faktor yang dominan sebagai sebab timbulnya suatu masalah.

4. *Improve* (memperbaiki)

Pada tahap ini dilakukan rencana perbaikan yang berasal dari faktor-faktor penyebab dominan yang diketahui. Diukur masing masing faktor dominant (x) dan pengaruhnya terhadap hasil (Y). Hasilnya diidentifikasi untuk ditentukan faktor mana yang menjadi penyebab penyimpangan terjadi (Kholil, 2015).

5. *Control* (pengendalian)

Pada tahap ini dilakukan upaya pengontrolan untuk menjaga dan mempertahankan perubahan-perubahan yang sudah dilakukan. Kemudian secara berkala dilakukan pengecekan agar terpantau. Setiap data hasil perubahan diambil dan dianalisa untuk dinilai.

Menurut Pande Pete (2003), Tugas-tugas Khusus Control yang harus diselesaikan yaitu:

- Mengembangkan proses monitoring untuk melacak perubahan perubahan yang harus ditentukan.
- Menciptakan rencana tanggapan untuk menangani masalah masalah yang mungkin muncul.
- Membantu memfokuskan perhatian manajemen terhadap ukuran ukuran kritis yang memberikan informasi terkini mengenai hasil akhir dari proyek, dan terhadap ukuran ukuran proses kunci .

### **2.2.2 Critical to Quality (CTQ)**

*The Six Sigma Way* (Pande dalam Isnu, 2013) CTQ adalah unsur-unsur suatu proses yang secara signifikan mempengaruhi output dari proses itu sendiri. CTQ merupakan atribut yang sangat penting untuk diperhatikan 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 diperbaiki untuk menerjemahkan permintaan pelanggan. Biasanya berupa turunan masalah atau breakdown dari semua masalah sampai tercapai atau teridentifikasi masalah yang sesungguhnya guna memenuhi keinginan pelanggan.

### 2.2.3 Penentuan DPMO dan Tingkat Sigma Proses

Menurut Vincent Gaspersz dalam Rofaidah (2017), Ukuran kegagalan dalam program peningkatan kualitas *six sigma* yang menunjukkan kegagalan per sejuta kesempatan. DPMO merupakan ukuran kegagalan dalam program peningkatan kualitas *Six sigma*, yang menunjukkan kegagalan per sejuta kesempatan. Target dari pengendalian kualitas *Six sigma* Motorola sebesar 3,4 DPMO diinterpretasikan sebagai dalam suatu unit produk tunggal terdapat rata-rata kesempatan untuk gagal dari suatu karakteristik CTQ adalah hanya 3,4 kegagalan per satu juta kesempatan. Besarnya kegagalan per satu juta kesempatan (DPMO) dihitung berdasarkan persamaan yaitu :

$$\text{DPMO} = \frac{\text{Banyaknya Kegagalan}}{\text{Jumlah unit yang diperiksa} \times \text{CTQ Potential}} \times 1.000.000$$

Gambar 4.2 Rumus DPMO

Dimana CTQ = Jumlah jenis kecacatan

Besarnya tingkat sigma dihitung menggunakan bantuan software Microsoft Excel berdasarkan formula yaitu:

$$\text{Nilai Sigma} = \text{NORMSINV}((1000000 - \text{CELL}) / 1000000) + 1,5$$

### 2.3 Lean Six Sigma

Menurut Gaspersz (2017), *Lean six sigma* adalah kombinasi antara *lean* dan *six sigma*, yang merupakan filosofi bisnis, pendekatan sistemik dan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) atau aktivitas - aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non value added activities*) melalui peningkatan terus - menerus secara radikal (*radical continuous improvement*) untuk mencapai tingkat kinerja enam sigma, dengan cara mengalirkan produk (*material, work in process, output*) dan informasi menggunakan sistem tarik (*full sytem*) dari pelanggan internal dan

eksternal, untuk mengejar keunggulan dan kesempurnaan hanya dengan memproduksi 3,4 cacat untuk setiap satu juta kesempatan atau operasi 3,4 DPMO (*Defect Per Million Oppertunities*).

Kombinasi *Lean* dan *Six Sigma* semakin mendapatkan pengakuan oleh para ahli dalam menyelesaikan permasalahan identifikasi dan eliminasi *defect product* serta pengukuran sistem kualitas (Hu et al, dalam Purnawan 2017). *Six Sigma* yang dikombinasikan dengan filosofi *Lean* menyajikan solusi untuk menangani problem secara spesifik yang telah diidentifikasi sebelumnya (Wheat, Mills, & Carnell, dalam Purnawan 2017).

Alasan Dasar yang membedakan antara *lean* dan *six sigma* yaitu:

1. *Lean* berfokus Pada Minimasi *waste* yang terjadi pada value stream, namun tidak mampu memberikan analisis dan control statistic.
2. *Six sigma* berfokus pada peningkatan kualitas namun kurang dalam upaya meningkatkan kecepatan proses.

Fokus *Lean* dan fokus *six sigma* dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Fokus *Lean* dan *Six Sigma*

| <b>Fokus <i>Lean</i></b>                               | <b>Fokus <i>Six Sigma</i></b>  |
|--|--|
| Pemborosan material, waktu, aktivitas, dll             | Variansi proses  |
| Menyeimbangkan aliran dalam proses <i>value stream</i> | Identifikasi akar-akar penyebab dari masalah                             |
| Reduksi Cycle time                                     | Menciptakan output proses yang seragam bebas cacat                       |
| Sangat penting untuk meningkatkan produktivitas        | Sangat penting untuk meningkatkan kapabilitas proses dan kualitas produk |

(Sumber: Gaspersz, 2017)

#### **2.4 Diagram Sebab Akibat (*Fishbone Diagram*)**

Menurut Pande Pete (2003), Diagram sebab akibat merupakan alat yang berguna untuk membantu mengumpulkan ide-ide mengenai dimana masalah muncul, dan membantu untuk memikirkan semua penyebab yang mungkin dengan mengklarifikasi kategori-kategori mayor. Diagram ini merupakan teknik populer yang juga disebut diagram Ishikawa.

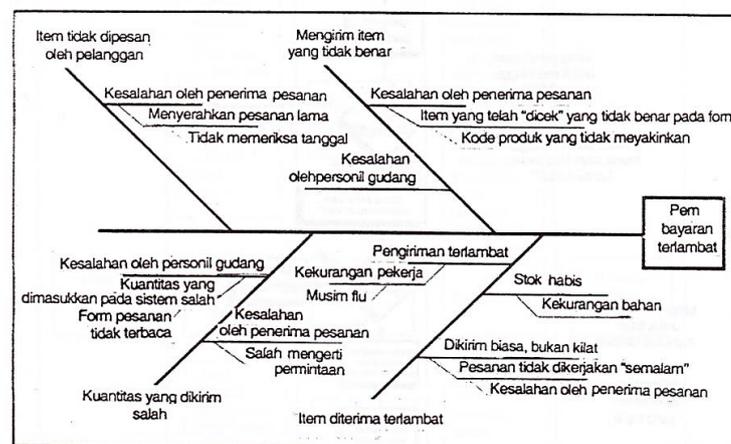
Menurut Wignjosobroto dalam Rofaidah (2017), untuk mencari faktor-faktor penyebab terjadinya penyimpangan kualitas hasil kerja, maka orang akan selalu

mendapatkan bahwa 5 (lima) faktor penyebab utama yang signifikan yang perlu diperhatikan, yaitu :

1. Manusia (*man*)
2. Metode kerja (*work-method*)
3. Mesin atau peralatan kerja lainnya (*machine/equipment*)
4. Bahan-bahan baku (*raw-materials*)
5. Lingkungan kerja (*work-environment*)

Langkah – langkah dalam pembuatan diagram sebab akibat yaitu :

- a. Menentukan dahulu apa yang menjadi masalah atau penyimpangan yang penting dan mendesak untuk diselesaikan. Teknik menentukan masalah bisa dilakukan berbagai cara seperti diagram pareto, distribusi frekuensi dan peta kontrol.
- b. Tuliskan pernyataan masalah itu di kepala ikan, yang merupakan akibat. Tuliskan pada sisi sebelah kanan dari kertas, kemudian gambarkan tulang belakang (anak panah dari kiri kekanan) dan tempatkan pernyataan masalah tersebut dalam kotak.
- c. Tuliskan faktor – faktor utama yang menimbulkan masalah sebagai tulang besar (yang ditulis hanyalah kemungkinan yang bersifat garis besar).
- d. Jabarkan secara lebih rinci (penyebab sekunder), dinyatakan sebagai tulang – tulang berukuran sedang lalu tulang – tulang berukuran kecil sebagai penyebab – penyebab tersier.
- e. Tentukan item – item yang penting dari setiap faktor dan tandailah faktor – faktor penting tertentu yang kelihatannya memiliki pengaruh nyata terhadap masalah utama.
- f. Periksa apakah tiap item dalam diagram mempunyai hubungan sebab akibat secara signifikan.



Gambar 2.3 Contoh Diagram Sebab Akibat  
(Sumber: Pande Pete, 2003)

## 2,5 Diagram Pareto

Diagram pareto (*pareto chart*) merupakan diagram batang yang khusus yang membagi satu kelompok berdasarkan kategori, dan membandingkannya dari yang terbesar sampai terkecil (Pande Pete, 2003). Diagram ini digunakan untuk mencari bagian terbesar dari masalah.

Klasifikasi data diurutkan dari kiri ke kanan menurut urutan ranking tertinggi hingga terendah. Ranking tertinggi merupakan masalah prioritas atau masalah yang terpenting untuk segera diselesaikan, sedangkan ranking terendah merupakan masalah yang tidak harus segera diselesaikan.

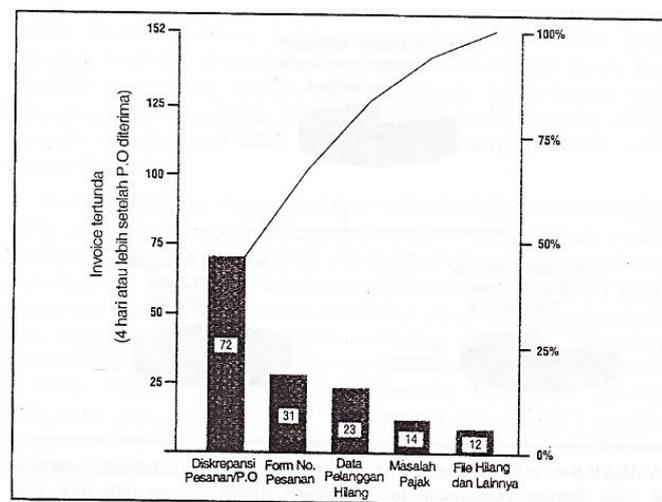
Prinsip *pareto chart* sesuai dengan hukum Pareto yang menyatakan bahwa sebuah grup selalu memiliki persentase terkecil (20%) yang bernilai atau memiliki dampak terbesar (80%). *Pareto chart* mengidentifikasi 20% penyebab masalah vital untuk mewujudkan 80% *improvement* secara keseluruhan. (Wignjosobroto dalam Rofaidah 2017). Kegunaan dari diagram pareto adalah :

1. Menunjukkan persoalan utama yang dominan dan perlu segera diatasi.
2. Menyatakan perbandingan masing-masing persoalan yang ada dan kumulatif secara keseluruhan.
3. Menunjukkan tingkat perbaikan setelah tindakan koreksi dilakukan pada daerah yang terbatas.
4. Menunjukkan perbandingan masing-masing persoalan sebelum dan sesudah perbaikan.

Adapun cara untuk menganalisis digram pareto adalah sebagai berikut :

1. Tentukan klasifikasi (kategori pareto) untuk grafik.
2. Pilih interval waktu untuk analisis.
3. Tentukan kejadian total (misalnya biaya, jumlah kerusakan dll) untuk setiap kategori. Jika ada beberapa kategori yang menyebabkan hanya bagian kecil dari total, kelompokkan ini kedalam kategori yang disebut "lain-lain".
4. Hitung presentase dari setiap kategori dengan membagi kategori total dengan keseluruhan dan kalikan dengan 100.
5. Urutkan peringkat dari kejadian total terbesar sampai terkecil.
6. Hitung presentasi kumulatif dengan menambah untuk setiap kategori pada beberapa kategori yang terdahulu.

7. Buat bagan dengan sumbu vertikal kiri beskala dari 0 sampai sedikitnya 100%, dengan 100% pada sisi kanan sama tingginya dengan total keseluruhan pada sisi kiri.
8. Beri label horizontal dengan nama kategori. Kategori paling kiri harus yang terbesar, kedua terbesar berikutnya dan begitu seterusnya.
9. Gambar dalam batang yang mewakili jumlah setiap kategori. Tinggi batang ditentukan oleh sumbu vertikal kiri.
10. Gambar satu garis yang menunjukkan kolom presentasi kumulatif dari tabel analisis pareto. Garis presentase kumulatif ditentukan dengan sumbu vertikal kanan.



Gambar 2.4 Contoh Diagram Pareto

(Sumber: Pande Pete, 2003)

## 2.6 FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*)

*Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) adalah metodologi yang merancang untuk mengidentifikasi mode kegagalan potensial pada suatu produk atau proses sebelum terjadi, mempertimbangkan resiko yang berkaitan dengan mode kegagalan tersebut, mengidentifikasi serta melaksanakan tindakan korektif untuk mengatasi masalah yang paling penting. (Budi Nia, 2014). Suatu, metode kegagalan adalah apa saja yang termasuk dalam kecacatan/ kegagalan dalam desain, kondisi diluar batas spesifikasi yang telah ditetapkan atau perubahan dalam produk yang menyebabkan terganggunya fungsi dari produk itu sendiri. Dengan menghilangkan

mode kegagalan, maka FMEA akan meningkatkan keandalan dari produk sehingga meningkatkan kepuasan pelanggan yang menggunakan produk tersebut.

Tahapan FMEA sendiri adalah:

1. Menetapkan batasan proses yang akan dianalisa.
2. Melakukan pengamatan terhadap proses yang akan dianalisis.
3. Hasil pengamatan digunakan untuk menemukan kesalahan/*defect* potensial pada proses.
4. Mengidentifikasi potensial cause (penyebab dari kesalahan/*defect* yang terjadi).
5. Mengidentifikasi akibat (*effect*) yang ditimbulkan.
6. Menetapkan nilai-nilai (dengan jalan *brainstroming*) dalam point:
  - Keseriusan akibat kesalahan terhadap proses lokal, lanjutan dan terhadap konsumen (*severity*)
  - Frekuensi terjadi kesalahan (*occutance*)
  - Alat kontrol akibat potensial cause (*detection*)
7. Memasukkan kriteria nilai sesuai dengan 3 kriteria yang telah dibuat sebelumnya.
8. Dapatkan nilai RPN (*Risk Potensial Number*) dengan jalan mengalihkan SOD (*Severity, Occurance, Detection*)
9. Pusatkan perhatian pada nilai RPN yang tertinggi, segera lakukan perbaikan terhadap potensial *cause*, alat control dan efek yang diakibatkan.
10. Buat *implementation action plan*, lalu terapkan.
11. Ukur perubahan yang terjadi dalam RPN dengan langkah-langkah yang sama diatas.
12. Apabila ada perubahan maka pusatkan perhatian pada potensial cause yang lain.  
Tidak ada angka acuan RPN untuk melakukan perbaikan.

Fungsi FMEA:

1. Fungsi proses  
Mendiskripsikan singkat mengenai proses pembuatan produk yang dimana akan dilakukan analisa.
2. Bentuk kegagalan potensial  
Merupakan suatu kejadian dimana proses dapat dikatakan gagal untuk memenuhi kebutuhan proses.
3. Efek dari Kegagalan

Merupakan bentuk dari kegagalan terhadap konsumen maupun efek terhadap kelangsungan proses.

#### 4. *Severity* (tingkat keparahan)

Merupakan proses produksi yang berhubungan dengan seberapa besar kemungkinan terjadinya dampak yang ditimbulkan akibat adanya kegagalan atau kecacatan yang terjadi. Terdiri dari 1-10 kriteria dari setiap ratig severity, semakin parah efek yang ditimbulkan maka semakin tinggi nilai rating yang diberikan.

Tabel 2.3 Skala Penilaian *Severity*

| <b>Rating</b> | <b>Kreteria</b>           | <b>Deskripsi</b>  |
|---------------|---------------------------|---|
| 1             | Negligible severity       | Pengaruh buruk yang dapat di abaikan  |
| 2             | Mild severity             | Pengaruh yang ringan atau sedikit   |
| 3             | Mild severity             | Pengaruh yang ringan atau sedikit   |
| 4             | Moderate severity         | Pengaruh buruk yang moderat (masih dalam batas toleransi)   |
| 5             | Moderate severity         | Pengaruh buruk yang moderat (masih dalam batas toleransi)   |
| 6             | Moderate severity         | Pengaruh buruk yang moderat (masih dalam batas toleransi)   |
| 7             | High severity             | Pengaruh buruk yang tinggi (berada diluar batas toleransi)  |
| 8             | High severity             | Pengaruh buruk yang tinggi (berada diluar batas toleransi)  |
| 9             | Potential safety problems | Akibat yang ditimbulkan sangat berbahaya dan berpengaruh terhadap keselamatan pengguna. (masalah keamanan potensial). |
| 10            | Potential safety problems | Akibat yang ditimbulkan sangat berbahaya dan berpengaruh terhadap keselamatan pengguna. (masalah keamanan potensial). |

(Sumber : Gaspersz dalam Alfatih, 2017)

#### 5. Penyebab kegagalan

Penyebab kegagalan ini dapat didefinisikan sebagai penjelasan mengapa kegagalan pada proses tersebut bisa terjadi.

#### 6. *Occurrence* (keterjadian)

Merupakan proses yang dapat dilakukan untuk melihat dan mengetahui seberapa sering kemungkinan terjadinya suatu kegagalan pada proses produksi. Sama seperti severity yang terjadi dari rating 1-10. Semakin sering penyebab kegagalan terjadi, makin tinggi nilai rating yang diberikan.

Tabel 2.4 Skala Penilaian *Occurrence*

| Rating | Tingkat Kegagalan | Deskripsi  |
|--------|-------------------|--|
| 1      | 1 dalam 1.000.000 | Tidak mungkin bahwa penyebab ini yang menyebabkan mode kegagalan |
| 2      | 1 dalam 20.000    | Kegagalan akan jarang terjadi                                    |
| 3      | 1 dalam 4.000     | Kegagalan akan jarang terjadi                                    |
| 4      | 1 dalam 1.000     | Kegagalan agak mungkin terjadi                                   |
| 5      | 1 dalam 400       | Kegagalan agak mungkin terjadi                                   |
| 6      | 1 dalam 80        | Kegagalan 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 : Gaspersz dalam Alfatih, 2017)

#### 7. Kontrol yang dilakukan

Dilakukanya pengontrolan untuk mendeteksi penyebab kegagalan yang terjadi pada proses produksi.

#### 8. *Detection* (deteksi)

Merupakan proses yang bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kemungkinan kegagalan tersebut dapat dideteksi dengan maksimal. Sama seperti severity dan occurrence yang terjadidari 1-10. Semakin sulit mendeteksi penyebab kegagalan yang terjadi, maka semakin tinggi nilai rating yang diberikan.

Tabel 2.5 Skala Penilaian *Detection*

| Level     | Deskripsi  | Rating |
|-----------|--|--------|
| Very high | Otomatis proses dapat mendeteksi kesalahan yang terjadi (komputerisasi)                                  | 1      |
| Very high | Hampir semua kesalahan dapat dideteksi oleh alat kontrol (visual pada bentuk barang dan double checking) | 2      |
| High      | Alat kontrol cukup andal untuk mendeteksi kesalahan (visual pada bentuk barang)                          | 3      |
| High      | Alat kontrol relatif andal untuk mendeteksi kesalahan (visual pada bentuk barang)                        | 4      |
| Moderate  | Alat kontrol bisa mendeteksi kesalahan (visual pada susunan barang)                                      | 5      |
| Moderate  | Alat kontrol cukup bisa mendeteksi kesalahan   | 6      |

|          |  |    |
|----------|--|----|
|          | (visual pada susunan barang)   |    |
| Low      | Keandalan alat kontrol untuk mendeteksi kesalahan rendah (pengamatan fisik)                    | 7  |
| Low      | Keandalan alat kontrol untuk mendeteksi kesalahan sangat rendah (pengamatan warna)             | 8  |
| Very Low | Alat kontrol bisa diandalkan untuk mendeteksi kesalahan (feeling bedasar pengalaman masa lalu) | 9  |
| Very Low | Tidak ada alat kontrol yang bisa digunakan untuk mendeteksi kesalahan.                         | 10 |

(Sumber : Gaspersz dalam Alfatih, 2017)

### 9. Risk Priority Number (RPN)

RPN merupakan perkalian dari rating *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D).

$$RPN = S \times O \times D$$

Angka ini digunakan sebagai panduan untuk mengetahui masalah yang paling serius, dengan indikasi angka yang paling tinggi memerlukan prioritas penanganan serius.

Tabel 2.6 Contoh Tabel FMEA

| Process Function Requirement     | Potential Failure Mode                            | Potential Failure Effects                 | Sev | Potential Causes  | Occ | Current Control | Det | RPN | Action Recommended  |
|----------------------------------|---|---|-----|---|-----|-----------------|-----|-----|---|
| Seluruh Kegiatan Proses Produksi | Kaki terluka                                      | Pekerja tidak dapat melanjutkan pekerjaan | 8   | Tidak adanya ketersediaan sepatu boot di perusahaan   | 7   | Tidak Ada       | 2   | 56  | Diusulkan hendaknya pihak perusahaan menyediakan alat pelindung diri dan membuat gantungan tempat alat-alat tersebut  |
|                                  | Tangan terluka                                    | Pekerja tidak dapat melanjutkan pekerjaan | 8   | Pihak perusahaan telah menyediakan sarung tangan kain tetapi kurang kesadaran pekerja untuk menggunakan | 7   | Tidak Ada       | 2   | 56  | Diusulkan hendaknya pihak perusahaan menyediakan alat pelindung diri dan membuat gantungan tempat alat-alat tersebut  |
| Seluruh Kegiatan Proses Produksi | Cetakan tidak sempurna                            | Defect Produk                             | 8   | Operator tidak mengisi cetakan sampai penuh merata  | 5   | Tidak Ada       | 5   | 200 | Membuat penanda cetakan berupa kayu berbentuk (T) untuk meratakan cetakan   |
|                                  | Pecah   | Defect Produk                             | 8   | Ketidakhati-hatian pekerja dalam melakukan penumpukan dan mengangkut produk                             | 8   | Tidak Ada       | 5   | 320 | Memberikan himbauan pekerja untuk secara hati-hati menumpuk produk dan mengangkutnya (prosedur penumpukan dan pengangkutan produk)  |
| Kebijakan Perusahaan             | Jumlah produksi melebihi jumlah order (penjualan) | Terdapat inventori produk                 | 2   | Perusahaan telah menetapkan jumlah produksi perharinya  | 3   | Tidak Ada       | 2   | 12  | Menyesuaikan jumlah pembelian konsumen dengan jumlah produksi   |
| Proses Pencetakan                | Menunggu bahan campuran untuk mesin press         | Waktu proses produksi bertambah           | 5   | Operator menunggu bahan campuran sampai habis dialirkan ke mesin press menggunakan konveyor             | 5   | Tidak Ada       | 7   | 175 | Operator melakukan persiapan bahan-bahan yang akan dicampurkan ketika mesin pengaduk mengaduk bahan campuran dan mengalirkan bahan dalam bentuk prosedur proses pencampuran |

Sumber: Ambar, 2014

## 2.7 Penelitian Terdahulu

### 1. Munawaroh, Amelia dan Moses Laksono Singgih (2017)

Reduksi Produk Cacat pada Produksi Benang dengan Pendekatan Metode *Lean Six Sigma*.

Penelitian ini yaitu bertujuan untuk mengurangi jumlah *defect* yang ada pada rantai produksi. Langkah yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan tahapb DMAIC. Fase Define yaitu dimulai dengan mengidentifikasi kondisi eksisting melalui penggambaran *Value Stream Mapping* (VSM), activity Classification Diagram, dan juga melakukan penyebaran kuisisioner menggunakan metode AHP untuk mengidentifikasi *waste* kritis, serta identifikasi dari macam-macam *Critical to Quality* (CTQ). Pemborosan yang paling sering terjadi pada pada proses produksi yaitu terdapatnya *defect*. Fase Measure yaitu dimulai dengan melakukan penghitungan nilai sigma dan pemilihan *defect* yang kritis menggunakan tools diagram pareto.

Dari hasil penelitian didapatkan tiga akar prmasalahan yang memiliki nilai RPN terbesar yaitu proses perawatan dan pengecekan komponen pada mesin produksi benang yang kurang baik, operator juga kurang memperhatikan standardisasi dalam peraturan (setting) mesin, dan komponen mesin pada proses produksi mengalami aus. Pada fase Improve diberikan rekomendasi perbaikan sesuai dengan akar permasalahan tersebut. Rekomendasi perbaikan yang akan diusulkan adalah adanya pembuatan SOP yang baik dan benar serta ditempel pada setiap mesin produksi, pembuatan form pengontrolan kondisi mesin, dan adanya pengadaan pengawas lapangan serta pemberia training secara rutin kepada operator dengan interval 3 bulan sekali. Dengan improvement tersebut, *defect* dapat direduksi sebesar 45,72% dan nilai sigma meningkat menjadi 3,77 sigma.

### 2. Sugiono, dkk (2014)

Pendekatan *Lean Six Sigma* untuk mengurangi *Waste* Proses Produksi Brown Paper.

Penelitian ini yaitu bertujuan untuk meminimalkan *waste* yang terjadi pada proses produksi. Hasil penelitian menunjukkan teridentifikasi 5 jenis *waste* pada proses produksi brown paper yakni *defect*, waiting, unnecessary inventory, inappropriate processing, dan excess transportation. Rekomendasi usulan perbaikan diberikan terhadap *waste* dengan nilai Risk Priority Number (RPN) terbesar sesuai dengan pengolahan data pada Failure Mode and Effect Analyze (FMEA). Rekomendasi perbaikan yang diberikan yaitu dengan mengganti alat material handling dengan

menggunakan tangga berjalan, melakukan kegiatan maintenance yang tepat dengan melakukan penggantian periodik pada komponen Wire Part, penggunaan label peringatan, serta evaluasi dan pemilihan supplier yang optimal. Setelah diberikan rekomendasi perbaikan, langkah selanjutnya adalah memperkirakan penurunan nilai RPN pada FMEA berdasarkan rekomendasi yang diberikan.

3. Purnawan Adi Wicaksono, dkk (2017)

Peningkatan Pengendalian Kualitas Melalui Metode *Lean Six Sigma*

Penelitian ini yaitu membahas mengenai permasalahan produk cacat yang terjadi pada lintasan 6 PT. CCAI Semarang khususnya pada produk Coca-Cola 1000 ml. Hal tersebut dikarenakan tingkat prosentase cacat dari produk Coca-Cola 1000 ml memiliki prosentase yang melebihi dari batas toleransi yang diberikan.

Permasalahan tersebut diselesaikan menggunakan konsep *Lean Six Sigma* dengan menggunakan tools diagram Pareto dan diagram tulang ikan. Dari hasil penelitian, PT. CCAI Semarang disarankan harus memberikan pelatihan-pelatihan mengenai manajemen waktu pada karyawan-karyawannya, terutama pada karyawan-karyawan baru. Selain itu, PT. CCAI Semarang juga harus melakukan pengecekan pada mesin yang lebih rutin dan lebih memperhatikan lingkungan di area produksi.

4. Ambar, Pertiwi, dkk (2014)

Pendekatan *Lean Six Sigma* Guna Mengurangi *Waste* Pada Proses Produksi Genteng dan Paving (STUDI KASUS DI PT. MALANG INDAH).

Penelitian ini yaitu dilakukan untuk mengidentifikasi waste apa saja yang terjadi dan upaya apa yang dapat dilakukan untuk bisa meminimasi waste tersebut. Penelitian ini menggunakan pendekatan dengan konsep *Lean Six Sigma* untuk mengidentifikasi dan meminimasi waste. Dengan pendekatan *Lean Six Sigma*, diharapkan waste yang terjadi di PT.Malang Indah bisa berkurang tiap bulannya. Tahapan penelitian yang dilakukan mengikuti siklus DMAIC. Tool FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) digunakan untuk menganalisa dan dicari kemungkinan kegagalan (failure) yang akan terjadi atau yang sudah terjadi. Berdasarkan failure yang ditemukan, usulan perbaikan disusun untuk mencegah kesalahan mengatasi kesalahan yang terjadi terutama akibat human error. Usulan perbaikan disusun menggunakan tool poka yoke, dimana tool ini dapat mengantisipasi kegagalan yang mungkin terjadi dan meningkatkan ketelitian karyawan dalam bekerja.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan adanya 6 jenis waste yang terjadi pada proses produksi genteng royal yaitu Environmental, Health, and Safety (EHS), Defect, Overproduction, Waiting, Transportation, dan Excess Processing serta 5 jenis waste yang terjadi pada proses produksi paving kotak yaitu Environmental, Health, and Safety (EHS), Defect, Overproduction, Waiting, dan Excess Processing. Usulan perbaikan yang diberikan berupa pembuatan penahan dari kayu, penempelan peringatan berbentuk poster dinding di area proses pencetakan, prosedur penumpukan dan pengangkutan produk, alat perata cetakan berbentuk (T) terbuat dari kayu, dan SOP proses pencampuran paving kotak.