

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kualitas

Kualitas merupakan suatu hal yang perlu diperhatikan dalam setiap proses produksi. Sebagai upaya memuaskan kebutuhan pelanggan, penting bagi suatu perusahaan untuk memperhatikan kualitas produk yang dihasilkan. Semakin tinggi tingkatan kualitas dari suatu produk, semakin tinggi tingkat terpenuhinya kebutuhan pelanggan yang bisa dinyatakan oleh tingkat kepuasan pelanggan. Pengendalian kualitas menurut Montgomery (1993) merupakan salahsatu aktivitas manajemen untuk mengukur ciri-ciri kualitas produk dan membandingkan dengan spesifikasi yang ada sehingga dapat diambil tindakan perbaikan yang sesuai apabila ada perbedaan karakteristik yang sebenarnya dengan standar yang ditetapkan. Pengendalian kualitas dikatakan berhasil jika proses yang dijalankan sesuai dengan yang diharapkan dan kecacatan produk dapat dikurangi sehingga menjadi seminimal mungkin.

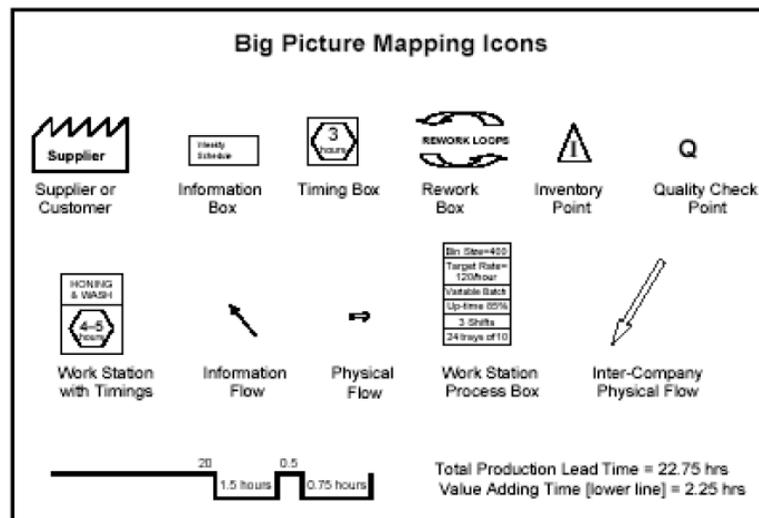
2.2 Big Picture Mapping

Big picture mapping merupakan tool yang digunakan untuk menggambarkan sistem secara keseluruhan dan value stream yang ada di dalamnya. *Tool* ini juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi dimana terdapat pemborosan, serta mengetahui keterkaitan antara aliran informasi dan aliran material (Hines, 2000). Untuk melakukan pemetaan terdapat aliran informasi dan material atau produk secara fisik, langkah-langkah yang harus dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi jenis dan jumlah produk yang diinginkan konsumen, timing munculnya kebutuhan akan produk tersebut, kapasitas dan frekuensi pengirimannya, pemesanannya serta jumlah persediaan yang disimpan untuk keperluan konsuen.
2. Selanjutnya menggambarkan aliran informasi dari konumen ke supplier.

3. Menggambarkan aliran fisik yang berupa aliran material atau produk dalam perusahaan
4. 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.
5. Melengkapi peta atau gambar aliran informasi dan fisik, dilakukan dengan menambahkan lead time dan value added dibawah gambar yang dibuat.

Berikut merupakan gambar symbol-simbol yang digunakan dalam Big Picture Mapping :



Gambar 2.1 Simbol-simbol *Big Picture Mapping*
Sumber :Hines, 2000

2.3 Lean Manufacturing

2.3.1 Konsep Dasar *Lean*

Lean menurut Gaspresz (2011) adalah suatu upaya terus-menerus untuk menghilangkan pemborosan (*waste*) dan meningkatkan nilai tambah (*value added*) produk (barang/jasa) agar memberikan nilai kepada pelanggan (*customer value*). *Lean* dapat didefinisikan sebagai suatu pendekatan sistemik untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) atau aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non-value-adding activities*) melalui peningkatan terus-menerus secara radikal dengan cara mengalirkan produk dan informasi menggunakan system tarik

dari pelanggan internal dan eksternal untuk mengejar keunggulan dan kesempurnaan. Tujuan *lean* adalah menciptakan aliran yang lancar sepanjang proses *value stream* dan menghilangkan semua jenis pemborosan. Berikut beberapa tujuan dari *lean* antara lain:

- a. Mengeliminasi 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.

2.3.2 Prinsip-Prinsip *Lean*

Gaspersz (2011) menyatakan terdapat lima prinsip dasar dari *Lean* diantaranya :

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

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

2.3.3 Pemborosan

Dalam perspektif *lean*, pemborosan (*waste*) menurut Gaspersz (2007) dapat didefinisikan sebagai segala aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah

dalam proses transformasi input menjadi output sepanjang *value stream*. *Value stream* adalah proses untuk membuat, memproduksi dan menyerahkan produk (barang/jasa) ke pasar (Tunggal,2009). Untuk proses manufacturing, *value stream* mencakup pemasok bahan baku, manufaktur dan perakitan barang, serta jaringan pendistribusian kepada pengguna barang tersebut. Berikut 9 macam waste yang dikenal sebagai “*OMIT What U DO*” :

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

Jenis pemborosan yang terjadi karena kelalaian dalam memperhatikan aspek-aspek yang berkaitan dengan prinsip-prinsip EHS

b. *Defects*.

Adanya cacat disebabkan kesalahan yang terjadi pada proses pengerjaan, permasalahan pada kualitas produk yang dihasilkan. *Defect* tidak hanya menyebabkan dibutuhkannya ekstra jaminan dan biaya pengiriman, tetapi ketidakpuasan konsumen mungkin dapat menyebabkan berkurangnya kesempatan bisnis dan *market share*.

c. *Overproduction*.

Waste ini terjadi karena proses melakukan produksi produk yang melebihi permintaan. Sehingga dapat menyebabkan inventory yang berlebihan dan terganggunya aliran informasi perusahaan, apalagi ketika permintaan pasar terhadap perusahaan sedang sepi maka hal ini bisa menjadi masalah yang serius.

d. *Waiting*.

Pemborosan ini disebabkan oleh penggunaan waktu yang tidak efisien, yang dapat berupa ketidakaktifan dari pekerja, informasi, material atau produk dalam periode waktu yang cukup panjang sehingga menyebabkan aliran yang terganggu dan memperpanjang *lead time* produksi, contohnya seperti tenaga kerja yang menganggur yang sudah menyelesaikan tugasnya, atau pegawai yang menghabiskan waktu menunggu material yang terlambat datang.

e. *Underutilized people*

Jenis pemborosan sumber daya manusia (SDM) yang terjadi Karena tidak menggunakan pengetahuan, keterampilan dan kemampuan karyawan secara

optimum. Hal ini dapat menyebabkan adanya kelalaian pekerja sehingga mengakibatkan defect atau *waiting* akibat kurang terampilnya operator.

f. *Transportasi.*

Pemborosan yang terjadi karena pergerakan yang berlebihan dari orang, informasi atau produk dan material sehingga menyebabkan pemborosan waktu, usaha dan biaya. Pemborosanyang timbul oleh transportasi berkaitan dengan layout lantai produksi dan fasilitas penyimpanan yang dapat menyebabkan jarak tempuh yang jauh pada saat transportasi dan perpindahan material.

g. *Inventories,*

Persediaan yang tidak perlu terjadi dikarenakan penyimpanan barang yang berlebihan serta delay informasi produk/material yang menyebabkan peningkatan biaya dan penurunan pelayanan terhadap konsumen.

h. *Motion.*

Dapat didefinisikan sebagai segala sesuatu yang berkaitan dengan penggunaan waktu yang tidak memberikan nilai tambah untuk produksi maupun proses. Pemborosan jenis ini biasanya terjadi pada aktivitas tenaga kerja di pabrik, terjadi karena kondisi lingkungan kerja dan peralatan kerja yang tidak ergonomic sehingga menyebabkan rendahnya produktifitas kerja dan berakibat pada tergantungnya *lead time* produksi serta aliran informasi.

i. *Over Processing.*

Jenis pemborosan yang disebabkan oleh proses produksi yang tidak tepat karena prosedur salah, penggunaan peralatan atau mesin yang tidak sesuai dengan kapasitas dan kemampuan dalam suatu operasi kerja.

2.4 Six Sigma

Six Sigma adalah usaha yang terus menerus untuk mengurangi *waste*, menurunkan variance dan mencegah *defect*. Tujuan dari metode peningkatan kualitas *six sigma* dapat dilihat dari dua kategori, yaitu umum dan tujuan khusus. Tujuan umum dari metode *Six Sigma* ini 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 memiliki dukungan tinggi terhadap 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 ini memperhatikan indikator berupa nilai sigma terhadap proses produksi yang dihasilkan. 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. 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 (Hasil) ke DPMO dan Nilai Sigma

Yield (Probabilitas tanpa Cacat)	DPMO (<i>defect permillion opportunity</i>)	Sigma
30,9%	690.000	1
69,2%	308.000	2
93,3%	66.800	3
99,4%	6.210	4
99,98%	320	5
99,9997%	3,4	6

Sumber : Gasprsz, 2011

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

2.5 Lean Six Sigma

Menurut Gaspersz (2007) *LeanSix Sigma* dapat didefinisikan sebagai filosofi bisnis, pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan

atau aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah melalui (*radical continuous improvement*) untuk mencapai tingkat kerja enam sigma dengan hanya memproduksi 3,4 cacat untuk setiap satu juta kesempatan operasi (3,4 DPMO).

Tabel 2.2 Manfaat Pencapaian Beberapa tingkat Sigma

Tingkat Pencapaian Sigma	DPMO
1-sigma	691.462 (sangat tidak kompetitif)
2-sigma	308.538 (rata-rata industri Indonesia)
3-sigma	66.807
4-sigma	6.210 (rata-rata industri AS)
5-sigma	2.33
6-sigma	3,4 (industri kelas dunia)

Sumber: Gaspersz, 2011

Alasan dasar yang membedakan antara lean manufacturing dengan six sigma adalah:

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

Perbandingan antara lean manufacturing dengan *six sigma* dapat dilihat pada tabel 2.4 berikut

Tabel 2.3 Perbandingan Lean manufacturing dan Six Sigma

Faktor Pembeda	Sig Sixma	Lean
Tujuan	Mengurangi Variasi	Eliminasi Waste
Fokus	Masalah	Aliran
Efek Utama	Output Proses Seragam	Mengurangi cycle time
Efek Sekunder	Variasi berkurang Persediaan berkurang Peningkatan kualitas	Waste berkurang Persediaan berkurang Peningkatan kualitas
Kelemahan	Kecepatan proses tidak diperhatikan Peningkatan proses secara independen	Statistik atau analisis system tidak ada

Sumber : Gaspersz (2011)

Dengan mengintegrasikan kekuatan-kekuatan dari *Lean* dan *six sigma* dapat membangun kerangka kerja *Leansix sigma*, berikut prinsip dasar dalam penerapan lean *six sigma* menurut Gaspersz (2007) :

1. Mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (waste) atau aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non value added activities*)
2. Melakukan Peningkatan secara terus menerus (*continuous improvement*) untuk mencapai tingkat kerja enam sigma.
3. Mengorganisasikan material, informasi dan produk agar mengalir secara lancar dan efisien sepanjang *value stream*.
4. Mengejar keunggulan dan kesempurnaan hanya dengan memproduksi 3,4 cacat untuk setiap satu jam kesempatan atau operasi (3,4 DPMO)

2.6 Model Pemecahan Masalah DMAIC

Menurut Gaspersz (2007), upaya peningkatan menuju target *six sigma* dapat dilakukan menggunakan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) yang terdiri dari lima tahapan utama yang digunakan untuk meningkatkan proses yang telah ada.

2.6.1 *Define* (Mendefinisikan)

Tahap pertama dari DMAIC adalah *define*, pada tahap ini dilakukan kegiatan identifikasi aktivitas (*stopwatch time study*), mengidentifikasi aktivitas pada proses produksi berdasarkan jenis aktivitas (*value added, non-value added, dan necessary but non-value added*). Untuk mengidentifikasi terjadinya *waste* pada proses produksi digunakan *tool value stream mapping* sebagai visualisasi secara menyeluruh, dan diinterpretasikan baik aliran material juga aliran informasi.

Gaspersz (2006) menyatakan bahwa salah satu tools yang sangat penting dalam penerapan *lean manufacturing* adalah VSM (*Value Stream Mapping*). *Value Stream Mapping* adalah suatu alat yang digunakan untuk memetakan aliran nilai (*value stream*) secara mendetail untuk mengidentifikasi terjadinya pemborosan serta memberikan cara yang tepat untuk menghilangkan atau menguranginya. *Value stream mapping* memberikan gambaran yang nyata dan kekuatan teknik yang digunakan untuk mengidentifikasi aktifitas tambahan yang tidak bernilai (*non value added activities*) dalam perusahaan. *Value stream mapping* merupakan titik awal bagi perusahaan untuk mengenali pemborosan dan mengidentifikasi penyebabnya.

Menggunakan *value stream* berarti memulai dengan gambaran besar dalam menyelesaikan permasalahan bukan hanya pada proses-proses tunggal dan melakukan peningkatan secara menyeluruh dan bukan hanya pada proses-proses tertentu saja.

Pembuatan *value stream mapping* dimulai dengan membuat sketsa dari proses yang dilakukan perusahaan agar dapat membantu karyawan untuk mengerti tentang aliran material dan informasi yang dibutuhkan untuk memproduksi barang atau jasa . Diagram yang dihasilkan biasanya memvisualisasikan aliran produk dari pelanggan sampai kepada supplier dan menggambarkan juga keadaan sekarang dan yang ingin dicapai.

2.6.2 *Measure* (Mengukur)

Tahap *measure* bertujuan untuk mengetahui proses yang sedang terjadi, mengumpulkan data mengenai kecepatan proses dan kualitas produk, serta mengukur kinerja dasar proses sebelum dilakukan upaya perbaikan. Ukuran yang digunakan untuk mengukur kinerja proses adalah DPMO atau *level sigma*. Tahap ini dilakukan dengan mengukur *Critical to Quality* (CTQ) pada *waste* yang paling berpengaruh dan mengukur kapabilitas proses *level six sigma* atau aktivitas pada *waste* yang paling berpengaruh. Menurut Gaspersz (2002) *Critical to Quality* adalah atribut-atribut yang sangat penting untuk diperhatikan karena berkaitan langsung dengan kebutuhan dan kepuasan pelanggan. CTQ merupakan elemen dari suatu produk, proses atau praktek-praktek yang berdampak langsung pada kepuasan pelanggan.

Menurut Goldsby (2005) Kinerja terhadap tujuan *six sigma* diukur dalam cacat per juta peluang (DPMO). DPMO dapat diterapkan pada salah satu dari beberapa tingkatan analisis yang berbeda. Gaspersz (2007) menyatakan, kesempatan gagal dari suatu karakteristik CTQ atau *defect opportunities* dengan target sebesar 3,4 DPMO per satu juta kesempatan. DPMO dapat dihitung dengan rumus:

$$DPMO = \frac{\text{Defect}}{2 \text{defectopportunitiesperunit} \times \text{unitmeasures}} \times 1.000.000$$

Sumber : Goldsby (2005)

Adapun rumus perhitungan DPMO menurut Gaspersz (2007) sebagai berikut :

$$DPMO = \frac{\text{Banyaknya kegagalan}}{\text{jumlah unit yang diperiksa} \times \text{CTQ}} \times 1.000.000$$

Sumber : Gaspersz (2007)

2.6.3 *Analyze* (Menganalisa)

Tahap *analyze* yaitu tahap untuk menganalisa hubungan sebab-akibat berbagai faktor yang dipelajari untuk mengetahui faktor-faktor dominan yang perlu dikendalikan.

a. *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA)

Failure mode and effects analysis (FMEA) adalah salah satu metode analisa failure yang diterapkan dalam *product development*, *system engineering* dan manajemen operasional. Metode ini merupakan salah satu tool yang digunakan dalam metode *lean six sigma*. FMEA dilakukan untuk menganalisa potensi kesalahan/kegagalan dalam system, dan potensi yang teridentifikasi akan diklasifikasikan menurut besarnya potensi kegagalan dan efeknya terhadap proses. Metode ini membantu tim proyek untuk mengidentifikasi *potential failure mode* yang berbasis kepada kejadian dan pengalaman yang telah lalu yang berkaitan dengan produk atau proses yang serupa. FMEA membuat tim mampu merancang proses yang bebas *waste* dan meminimalisir kesalahan serta kegagalan.

Secara umum, sebelum melakukan FMEA perlu dilakukan beberapa identifikasi informasi terkait:

- 1) Produk/ Barang/ jasa
- 2) Fungsi
- 3) Efek dari kegagalan/kesalahan
- 4) Penyebab kesalahan
- 5) Kontrol yang dilakukan saat ini untuk mencegah kesalahan
- 6) Cara penanggulangan yang direkomendasikan
- 7) Detail-detail lain yang relevan.

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) atau Analisa potensi kegagalan dari produk/jasa dan efek-efeknya merupakan suatu kegiatan mendokumentasikan

pengidentifikasi tindakan untuk menghilangkan atau mengurangi kemungkinan potensi kegagalan yang terjadi. Kegagalan digolongkan berdasarkan dampak yang diberikan terhadap kesuksesan suatu misi dari sebuah system.

FMEA merupakan alat yang digunakan untuk menganalisa keandalan suatu system dan penyebab kegagalannya untuk mencapai persyaratan keandalan dan keamanan system, desain dan proses dengan memberikan informasi dasar mengenai prediksi keandalan system, desain, dan proses. Terdapat lima tipe FMEA yang bisa diterapkan dalam sebuah industri manufaktur yaitu:

- 1) *System*, berfokus pada fungsi system secara global
- 2) *Design*, berfokus pada desain produk
- 3) *Process*, berfokus pada proses produksi dan perakitan
- 4) *Service*, berfokus pada fungsi jasa
- 5) *Software*, berfokus pada fungsi software

Output dari proses FMEA adalah:

- 1) Daftar mode kegagalan yang potensial pada proses
- 2) Daftar critical characteristic dan significant characteristic
- 3) Daftar tindakan yang direkomendasikan untuk menghilangkan penyebab munculnya mode kegagalan atau untuk mengurangi tangka kejadiannya dan untuk meningkatkan deteksi terhadap produk cacat bila kapabilitas proses tidak dapat ditinkatkan.

Langkah-langkah dalam menggunakan FMEA adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi proses, produk atau jasa.
2. Membuat kolom-kolom dalam sebuah *spreadsheet*. Masing-masing kolom tersebut diberi nama : *process functional requirements, potential failure mode, potential failure effects, severity, potential causes, occurance, current process controls, detection, risk priority number (RPN) and action recommended.*
3. Membuat daftar masalah-masalah yang mungkin muncul.
4. Mengidentifikasi semua penyebab dari setiap permasalahan yang muncul

5. Menentukan akibat dari setiap masalah tersebut. Kemudian mengidentifikasi akibat potensial dari masalah terhadap pelanggan, produk dan proses.
6. Membuat tabel keterangan nilai-nilai yang akan ditentukan. Untuk mengisi kolom *severity*, *occurance*, and *detection* dibuat sebuah tabel *consensus* dari nilai-nilai relative untuk mengasumsikan frekuensi muncul (*occurance*), seberapa besar pengaruh efek kegagalan yang terjadi (*severity*), kemungkinan masalah tersebut terdeteksi dan diatasi sekarang ini (*detection*). Selanjutnya mengisi nilai yang sesuai untuk kolom-kolom diatas berdasarkan tabel yang dibuat.
7. Menghitung Nilai resiko (RPN) dari tiap masalah dengan rumus:

$$RPN = severity \times Occurance \times Detection$$

Sumber : Kelly,2012
8. Menyusun masalah berdasarkan nilai RPN, dengan urutan dari nilai RPN tertinggi ke terendah.
9. Mengambil tindakan untuk mengurangi resiko pada masalah berdasarkan rangkingnya. Berikut contoh tabel FMEA.

Tabel 2.4 FMEA

Process Function Requirment	Potential Failure Mode	Potential Failure effects	SEV	Potential Causes	OCC	Current Process Controls	DET	RPN	Action Recommended

Sumber : Kelly, 2012

Nilai *occurance* (OCC), *severity* (SEV), dan *detection* (DET) besarnya antara 1-10. Ketentuan pemberian besarnya nilai dapat dilihat pada tabel berikut

2.6.4 *Improve* (Memperbaiki)

Pada tahap *improve* diharapkan ada tindakan perubahan pada proses yang dapat meminimasi *waste*, biaya dan lain-lain. Memberikan rekomendasi sebagai rencana tindakan perbaikan dilakukan sesuai dengan permasalahan yang berhasil di analisis pada tahap sebelumnya.

2.4.5 Control (Pengendalian)

Tujuan yang ingin dicapai pada tahap *control* adalah mencegah kembalinya system ke prosedur atau kondisi semula dan langkah yang dilakukan pada tahap *control* adalah menyampaikan hasil proses perbaikan kepada manajemen puncak serta memastikan bahwa setiap orang yang bekerja telah dilatih untuk melakukan prosedur perbaikan baru.

2.5 Penelitian Sebelumnya

1. Pertiwi, Nasir dan Ceria (2004)

Pendekatan Lean Six Sigma guna mengurangi waste pada proses produksi genteng dan paving. (Studi kasus di PT. Malang indah. Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi waste apa saja yang terjadi dan upaya apa yang dapat dilakukan untuk mengurangi waste tersebut. Penelitian ini menggunakan pendekatan konsep Lean Six Sigma untuk mengidentifikasi dan meminimasi waste. Hasil 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.

2. Mutiarahadi, Hafidh dan ida (2005)

Pendekatan metode lean six sigma untuk menganalisis proses produksi pada batik printing puspa kencana laweyan . Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Muhamadiyah Surakarta.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui jenis waste apa saja yang ada di batik printing Puspa Kencana dan menurunkan waste yang tertinggi melalui usulan perbaikan di produksi batik printing. Dari penelitian ini didapatkan beberapa jenis waste yang terjadi di Batik Printing Puspa Kencana yaitu waktu tunggu, transportasi, proses tidak sesuai, persediaan, produk cacat dan gerakan

tidak perlu. Dengan dilakukannya penyebaran waste workshop didapatkan waste defect (produk cacat) adalah waste yang tertinggi yang sering terjadi di Batik Printing Puspa Kencana. setelah didapatkan waste tertinggi adalah defect (produk cacat) dan ditemukan cacat warna hilang dengan prosentase yang paling banyak dan yang kedua adalah defect kain terkena noda maka dari itu di lakukan perbaikan dengan menggunakan 5R (Ringkas, Rapi, Rawat, Resik, dan Rajin) dengan mengontrolnya

3. Rahman, Nasir, Putri (2010)

Pendekatan lean sigma sebagai upaya untuk meminimasi *waste* pada proses pengemasan indutri farmasi. Proceeding seminar nasional IV manajemen dan rekayasa kualitas, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis-jenis waste yang terjadi dalam proses pengemasan, mengukur kinerja proses, menganalisis faktor-faktor penyebab *waste*, serta memberikan usulan perbaikan untuk meminimalisir *waste*. Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode lean sigma, terdapat sembilan jenis waste yang teridentifikasi, lima jenis waste dalam proses pengemasan primer, yaitu defect, waiting, transportation, inventories, dan excess processing, sedangkan pada proses pengemasan sekunder berhasil mengidentifikasi empat jenis waste, yaitu defect, waiting, transportation, dan excess processing.