

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab II ini akan diuraikan mengenai teori-teori dan referensi yang menunjang permasalahan pada penelitian. Teori-teori ini yang selanjutnya akan digunakan sebagai dasar pemahaman materi berkaitan dengan permasalahan yang diangkat serta digunakan dalam menganalisis data. Tinjauan pustaka bersumber dari jurnal, penelitian terdahulu, buku, dan internet.

### 2.1 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian tentang *lean six sigma* yang telah dilakukan dapat digunakan sebagai referensi penulis dalam melakukan penelitian ini. Penelitian terdahulu juga digunakan sebagai perbandingan untuk mengetahui perbedaan penelitian yang dilakukan saat ini. Berikut disajikan uraian penelitian terdahulu berkenaan dengan metode *lean six sigma*:

1. Ni'matul Fitriyah (2012), dalam penelitiannya yang berjudul "Peningkatan Mutu Produk Kain Grei pada Departemen *Weaving* III PT Dan Liris Sukoharjo dengan Menggunakan Pendekatan *Lean Six Sigma*", membahas tentang pemborosan yang terjadi pada PT Dan Liris Sukoharjo. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi masalah yang berkaitan dengan kualitas dan memberikan usulan perbaikan kepada perusahaan dengan menggunakan pendekatan *Lean Six Sigma*. Pada penelitian ini menentukan karakteristik kualitas yang diinginkan pelanggan (CTQ). Berdasarkan hasil pengamatan, terdapat 15 macam jenis cacat (CTQ) yang setelah dilakukan analisis menggunakan diagram pareto diperoleh 4 CTQ kunci, yaitu jenis cacat lusi putus, benang pakan slub, benang lusi slub, dan cacat pakan rapat. Selain mengidentifikasi cacat produk, penelitian ini menemukan beberapa aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*non value added activity*) yang meliputi *rework*, *motion* dan *delay (waiting time)*.
2. Shulton Mawardi, Haryono, Lucia Aridinanti (2012), dalam penelitiannya yang berjudul "Peningkatan Efisiensi Aktifitas IPQC *Inspector* dengan Pendekatan *Lean Six Sigma* di PT X", membahas mengenai tugas IPQC *Inspector* sebagai petugas yang melakukan proses kontrol untuk parameter produksi. Dari penelitian ini didapatkan data bahwa terjadi peningkatan permintaan lampu di PT X sehingga perlu dilakukan analisis untuk meningkatkan efisiensi aktifitas IPQC

dalam menginspeksi lampu. Metode *lean six sigma* digunakan untuk mengurangi variasi proses serta mereduksi pemborosan-pemborosan yang terjadi untuk meningkatkan efisiensi kerja. Tahapan pada *lean six sigma* adalah dilakukan pengukuran kerja (*stopwatch time study*) untuk mengetahui waktu standar dan produktifitas IPQC *Inspector*. Melalui pengukuran kerja, dilakukan eliminasi terhadap tipe *waste transportation, defect, motion, inappropriate process* dan *waiting*. Penelitian ini menggunakan metode VALSAT (*Value Stream Analysis Tools*) dalam mendefinisikan *waste* dan memberikan usulan perbaikan berupa *future state* yang menghasilkan pengurangan waktu aktifitas IPQC *Inspector* sebesar 15,8% dari waktu standar awal.

3. Umami Isti Izzati, Retno Astuti dan Shyntia Atica Putri (2013), dalam penelitiannya yang berjudul “Analisis Pengendalian Kualitas Proses Produksi Susu Bubuk Dengan Metode *Lean Six Sigma* (Studi Kasus di PT Tigaraksa Satria Tbk Yogyakarta)”, membahas tentang aktivitas proses produksi, *waste* (pemborosan) dan kapabilitas proses produksi serta faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya penyimpangan produk pada PT Tigaraksa Satria Tbk Yogyakarta. Metode pengolahan dan analisis data dilakukan dengan menggunakan metode *Lean Six Sigma*. *Waste* yang diidentifikasi terjadi pada kategori E,D,W,T,I,M, dan E. Pada penelitian ini menggunakan metode FMEA untuk menganalisis penyebab terjadinya variasi.

Perbandingan penelitian terdahulu dengan penelitian sekarang dapat dilihat pada Tabel 2.1.

## 2.2 Kualitas

Kualitas merupakan totalitas bentuk dan karakteristik barang atau jasa yang menunjukkan kemampuannya untuk memuaskan kebutuhan-kebutuhan yang tampak jelas maupun yang tersembunyi (Heizer dan Barry, 2006). Sedangkan menurut Sudaryanto (2006), kualitas merupakan salah satu keunggulan bersaing bagi perusahaan untuk memuaskan dan mempertahankan kesetiaan pelanggan.

## 2.3 Pengendalian Kualitas

### 2.3.1 Pengertian Pengendalian Kualitas

Agar suatu proses produksi berhasil dicapai, maka perlulah dibuat suatu perencanaan produksi yang baik. Suatu rencana yang sempurna belumlah berarti dapat



dilaksanakan dengan baik, karena selama proses produksi berlangsung sering terjadi penyimpangan-penyimpangan yang tak terduga. Oleh karena itu perlu adanya pengendalian atas pelaksanaannya, sehingga penyimpangan tersebut dapat segera diketahui untuk kemudian diambil tindakan perbaikan secepatnya.

Pengendalian kualitas dapat didefinisikan sebagai suatu sistem yang digunakan untuk menjaga kualitas barang atau jasa agar berada pada tingkat kualitas yang diharapkan (Samadhi, 2008). Pengendalian kualitas juga disimpulkan sebagai alat penting bagi manajemen untuk memperbaiki kualitas produk bila diperlukan, mempertahankan kualitas yang sudah tinggi dan mengurangi jumlah barang yang rusak (Reksohadiprodjo dan Sudarmo, 2000).

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Saat Ini

Peneliti	Judul	Waste	Tahapan DMAIC	Metode/Tools
Fitriyah (2012)	Peningkatan Mutu Produk Kain Grei pada Departemen Weaving III PT Dan Liris Sukoharjo dengan Menggunakan Pendekatan <i>Lean Six Sigma</i>	<i>Defect, unnecessary motion, inappropriate process, dan waiting (delay)</i>	DMAI	<i>Metode Lean Six Sigma</i> dengan menentukan karakteristik kualitas yang diinginkan pelanggan (CTQ)
Mawardi, Haryono, dan Aridinanti (2012)	Peningkatan Efisiensi Aktifitas IPQC dengan Pendekatan <i>Lean Six Sigma</i> di PT X	<i>Transportation, defect, motion, inappropriate process dan waiting</i>	DMAI	Pendekatan <i>Lean Six Sigma</i> dengan metode <i>Stopwatch Time Study</i> dan VALSAT
Izzati, Astuti dan Putri (2013)	Analisis Pengendalian Kualitas Proses Produksi Susu Bubuk dengan Metode <i>Lean Six Sigma</i> (Studi Kasus di PT Tigaraksa Satria Tbk Yogyakarta)	E,D,W,T,I,M, dan E	DMA	Metode <i>Lean Six Sigma</i> dengan pendekatan FMEA
Penelitian ini	Pendekatan <i>Lean Six Sigma</i> untuk Mengurangi Waste Proses Produksi <i>Brown Paper</i> (Studi Kasus: PT Kertas Leces, Kabupaten Probolinggo)	<i>Seven waste</i>	DMAI	Integrasi metode <i>Lean Six Sigma</i> dan FMEA.

### 2.3.2 Maksud dan Tujuan Pengendalian Kualitas

Menurut Assauri (2004) bahwa maksud dari pengendalian kualitas adalah agar spesifikasi produk yang telah ditetapkan sebagai standar dapat tercermin dalam produk atau hasil akhir.

Secara terperinci dapat dikatakan bahwa tujuan dari pengendalian kualitas adalah:

1. Agar barang hasil produksi dapat mencapai standar kualitas yang telah ditetapkan.
2. Mengusahakan agar biaya inspeksi dapat menjadi sekecil mungkin.
3. Mengusahakan agar biaya desain dari produk dan proses dengan menggunakan kualitas produksi tertentu dapat menjadi sekecil mungkin.
4. Mengusahakan agar biaya produksi dapat menjadi serendah mungkin.

## 2.4 Konsep *Lean*

### 2.4.1 Pengertian *Lean*

Menurut Gaspersz (2007), *Lean* adalah suatu upaya terus-menerus untuk menghilangkan pemborosan (*waste*) dan meningkatkan nilai tambah (*value added*) produk (barang dan/atau jasa) agar memberikan nilai kepada pelanggan (*customer value*). Tujuan *Lean* adalah meningkatkan terus-menerus *customer value* melalui peningkatan terus-menerus rasio antara nilai tambah terhadap *waste* (*the value-to-waste ratio*).

APICS *dictionary* mendefinisikan *Lean* sebagai suatu filosofi bisnis yang berlandaskan pada minimasi penggunaan sumber-sumber daya (termasuk waktu) dalam berbagai aktivitas perusahaan. *Lean* berfokus pada identifikasi dan eliminasi aktivitas-aktivitas tidak bernilai tambah (*non-value adding activities*) dalam desain, produksi (untuk bidang manufaktur) atau bidang operasi (untuk bidang jasa) dan *supply chain management* yang berkaitan langsung dengan pelanggan.

### 2.4.2 Prinsip Dasar *Lean*

Lima prinsip dasar dalam *Lean* (Gaspersz, 2007) adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi nilai produk (barang dan/atau jasa) berdasarkan perspektif pelanggan dimana pelanggan menginginkan produk (barang dan/atau jasa) berkualitas superior, dengan harga yang kompetitif dan penyerahan yang tepat waktu.
2. Mengidentifikasi aliran proses produksi (pemetaan proses pada *mapping* yang dibuat) untuk setiap produk (barang dan/atau jasa).



3. Menghilangkan pemborosan yang tidak bernilai tambah dari semua aktivitas sepanjang *process mapping* tersebut.
4. Mengorganisasi agar material, informasi, dan produk itu mengalir secara lancar dan efisien sepanjang *process mapping* menggunakan sistem tarik (*pull system*).
5. Terus-menerus mencari berbagai teknik dan alat peningkatan (*improvement tools and techniques*) untuk mencapai keunggulan dan peningkatan terus-menerus.

## 2.5 Six Sigma

*Six Sigma* menurut Evans (2005) didefinisikan sebagai metode peningkatan proses bisnis yang bertujuan untuk menemukan dan mengurangi faktor-faktor penyebab kecacatan dan kesalahan, mengurangi waktu siklus dan biaya operasi, meningkatkan produktivitas, memenuhi kebutuhan pelanggan dengan lebih baik, mencapai tingkat pendayagunaan aset yang lebih tinggi, serta mendapat imbal hasil atas investasi yang lebih baik dari segi produksi ataupun pelayanan. Metode ini disusun berdasarkan sebuah metodologi penyelesaian masalah yang sederhana—DMAIC yang merupakan singkatan dari *Define* (merumuskan), *Measure* (mengukur), *Analyze* (menganalisis), *Improve* (meningkatkan/memperbaiki), dan *Control* (mengendalikan) yang menggabungkan bermacam-macam perangkat statistik serta pendekatan perbaikan proses lainnya.

Pada dasarnya pelanggan akan merasa puas apabila mereka menerima nilai yang diharapkan mereka. Apabila produk diproses pada tingkat kualitas *Six Sigma*, maka perusahaan boleh mengharapkan 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan atau mengharapkan bahwa 99,9997% dari apa yang diharapkan pelanggan akan ada dalam produk itu. Konversi Yield ke DPMO dan nilai sigma dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Konversi Yield ke DPMO dan Nilai Sigma

Yield (probabilitas tanpa cacat)	DPMO ( <i>Defect Per Million Opportunity</i> )	Nilai 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: Gaspersz, 2007

Menurut Gaspersz (2005) terdapat enam aspek kunci yang perlu diperhatikan dalam aplikasi konsep *Six Sigma*, yaitu:

1. Identifikasi pelanggan.

2. Identifikasi produk.
3. Identifikasi kebutuhan dalam memproduksi produk untuk pelanggan.
4. Definisi proses.
5. Menghindari kesalahan dalam proses dan menghilangkan semua pemborosan yang ada.
6. Tingkatkan proses secara terus-menerus menuju target *Six Sigma*.

## 2.6 *Lean Six Sigma*

*Lean Six Sigma* adalah metode pengendalian kualitas yang merupakan kombinasi antara *Lean* dan *Six Sigma* yang dapat didefinisikan sebagai suatu 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 radikal (*radical continuous improvement*) untuk mencapai tingkat kinerja enam *sigma*, dengan cara mengalirkan produk (*material, work-in-process, output*) dan informasi menggunakan sistem tarik (*pull system*) dari pelanggan internal dan eksternal untuk mengejar keunggulan dan kesempurnaan dengan hanya memproduksi 3,4 cacat untuk setiap satu juta kesempatan atau operasi (Gaspersz, 2006).

## 2.7 Tahap Implementasi Pengendalian Kualitas dengan *Lean Six Sigma*

Menurut Pete dan Holpp (2002), tahap-tahap implementasi peningkatan kualitas dengan *Lean Six Sigma* terdiri dari lima langkah yaitu menggunakan metode DMAIC.

### 2.7.1 *Define*

*Define* adalah penetapan sasaran dari aktivitas peningkatan kualitas *Lean Six Sigma*. Langkah ini untuk mendefinisikan rencana-rencana tindakan yang harus dilakukan untuk melaksanakan peningkatan dari setiap tahap proses bisnis kunci (Gaspersz, 2005).

Menurut Pande, Neuman dan Cavanagh (2002), tiga aktivitas utama yang berkaitan dengan mendefinisikan proses inti 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.



### 2.7.2 Measure

*Measure* merupakan tindak lanjut logis terhadap langkah *define* dan merupakan sebuah jembatan untuk langkah berikutnya. Menurut Pete dan Holpp (2002) langkah *measure* mempunyai dua sasaran utama yaitu:

1. Mendapatkan data untuk memvalidasi dan mengkualifikasikan masalah dan 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.

*Measure* merupakan langkah operasional yang kedua dalam program peningkatan kualitas *Lean Six Sigma*. Terdapat tiga hal pokok yang harus dilakukan, yaitu:

1. Memilih atau menentukan karakteristik kualitas (*Critical to Quality*) kunci. Penetapan *Critical to Quality* kunci harus disertai dengan pengukuran yang dapat dikuantifikasikan dalam angka-angka. Hal ini bertujuan agar tidak menimbulkan persepsi dan interpretasi yang dapat saja salah bagi setiap orang dalam proyek *Lean Six Sigma* dan menimbulkan kesulitan dalam pengukuran karakteristik kualitas keandalan. Dalam mengukur karakteristik kualitas, perlu diperhatikan aspek internal (tingkat kecacatan produk, biaya-biaya karena kualitas jelek dan lain-lain) dan aspek eksternal organisasi (kepuasan pelanggan, pangsa pasar dan lain-lain).

2. Mengembangkan rencana pengumpulan data

Pengukuran karakteristik kualitas dapat dilakukan pada tiga tingkat, yaitu:

- a. Pengukuran pada tingkat proses (*process level*)

Mengukur setiap langkah atau aktivitas dalam proses dan karakteristik kualitas *input* yang diserahkan oleh pemasok (*supplier*) yang mengendalikan dan memengaruhi karakteristik kualitas *output* yang diinginkan.

- b. Pengukuran pada tingkat *output* (*output level*)

Adalah mengukur karakteristik kualitas *output* yang dihasilkan dari suatu proses dibandingkan dengan spesifikasi karakteristik kualitas yang diinginkan oleh pelanggan.

- c. Pengukuran pada tingkat *outcome* (*outcome level*)

Adalah mengukur bagaimana baiknya suatu produk (barang dan/atau jasa) itu memenuhi kebutuhan spesifik dan ekspektasi rasional dari pelanggan.

### 3. Pengukuran *baseline* kinerja pada tingkat *output*

Karena proyek peningkatan kualitas *Lean Six Sigma* yang ditetapkan akan difokuskan pada upaya peningkatan kualitas menuju ke arah *zero defect* sehingga memberikan kepuasan total kepada pelanggan, maka sebelum proyek dimulai, kita harus mengetahui tingkat kinerja yang sekarang atau dalam terminologi. *Lean Six Sigma* disebut sebagai *baseline* kinerja, sehingga kemajuan peningkatan yang dicapai setelah memulai proyek *Lean Six Sigma* dapat diukur selama masa berlangsungnya proyek *Lean Six Sigma*.

Pengukuran pada tingkat *output* ini dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana *output* akhir tersebut dapat memenuhi kebutuhan spesifik pelanggan sebelum produk tersebut diserahkan kepada pelanggan.

#### 2.7.2.1 Defect Per Million Opportunities (DPMO)

Pada fase *Measure*, dilakukan pengukuran terhadap nilai DPMO pada *waste defect*. DPMO merupakan ukuran kegagalan yang dihitung berdasarkan banyaknya kegagalan per satu juta kesempatan. Target yang ingin dicapai adalah adanya kegagalan produk sebesar 3,4 tiap satu juta kesempatan. Menurut Gaspersz (2007), DPMO dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{DPMO} = \text{DPO} \times 1.000.000 \quad (2-1)$$

dengan nilai DPO didapat dari rumus:

$$\text{DPO} = \frac{\text{banyaknya kegagalan}}{\text{jumlah unit yang diperiksa}} \times \text{CTQ} \quad (2-2)$$

Adapun langkah-langkah perhitungan DPMO dan level sigma secara sistematis dijelaskan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Perhitungan DPMO dan Level Sigma

Langkah	Tindakan	Persamaan
1	Berapa jumlah produk yang diinspeksi	-
2	Berapa jumlah produk yang gagal/ <i>defect</i>	-
3	Hitung tingkat kecacatan = (2)/(1)	=(langkah 2/ langkah 1)
4	Banyaknya CTQ potensial	=banyaknya karakteristik CTQ
5	Peluang tingkat kegagalan per karakteristik CTQ	=(langkah 3/ langkah 4)
6	Kemungkinan gagal per sejuta kemungkinan	=(langkah 5x1.000.000)
7	Konversi DPMO ke Level Sigma	-
8	Buat kesimpulan	-

Sumber: Gaspersz, 2002



### 2.7.3 Analyze

Merupakan langkah operasional yang ketiga dalam program peningkatan kualitas *Lean Six Sigma*. Ada beberapa hal yang harus dilakukan pada tahap ini yaitu:

1. Menetapkan target kinerja dari karakteristik kualitas (CTQ) kunci.

Secara konseptual penetapan target kinerja dalam proyek peningkatan kualitas *Lean Six Sigma* merupakan hal yang sangat penting dan harus mengikuti prinsip:

- a. *Specific*, yaitu target kinerja dalam proyek peningkatan kualitas *Lean Six Sigma* harus bersifat spesifik dan dinyatakan secara tegas.
- b. *Measureable*, target kinerja dalam proyek peningkatan kualitas *Lean Six Sigma* harus dapat diukur menggunakan indikator pengukuran (matrik) yang tepat, guna mengevaluasi keberhasilan, peninjauan ulang, dan tindakan perbaikan di waktu mendatang.
- c. *Achievable*, target kinerja dalam proyek peningkatan kualitas harus dapat dicapai melalui usaha-usaha yang menantang (*challenging efforts*).
- d. *Result-Oriented*, yaitu target kinerja dalam proyek peningkatan kualitas *Lean Six Sigma* harus berfokus pada hasil-hasil berupa peningkatan kinerja yang telah didefinisikan dan ditetapkan.
- e. *Time-Bound*, target kinerja dalam proyek peningkatan kualitas *Lean Six Sigma* harus menetapkan batas waktu pencapaian target kinerja dari setiap karakteristik kualitas (CTQ) kunci itu dan target kinerja harus dicapai pada batas waktu yang telah ditetapkan (tepat waktu).

2. Mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab masalah kualitas.

Untuk mengidentifikasi masalah dan menemukan sumber penyebab masalah kualitas, digunakan alat analisis diagram sebab akibat atau diagram tulang ikan.

### 2.7.4 Improve

Pada langkah ini diterapkan suatu rencana tindakan untuk melaksanakan peningkatan kualitas *Lean Six Sigma*. Rencana tersebut mendeskripsikan tentang alokasi sumber daya serta prioritas atau alternatif yang dilakukan. Tim peningkatan kualitas *Lean Six Sigma* harus memutuskan target yang harus dicapai, mengapa rencana tindakan tersebut dilakukan, dimana rencana tindakan itu akan dilakukan, bilamana rencana itu akan dilakukan, siapa penanggungjawab rencana tindakan itu, bagaimana melaksanakan rencana tindakan itu dan berapa besar biaya pelaksanaannya serta manfaat positif dari implementasi rencana tindakan itu. Tim proyeksi *Lean Six Sigma*

telah mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab masalah kualitas sekaligus memonitor efektifitas dari rencana tindakan yang akan dilakukan di sepanjang waktu. Efektivitas dari rencana tindakan yang dilakukan akan tampak dari penurunan persentase biaya kegagalan kualitas (COPQ) terhadap nilai penjualan total sejalan dengan meningkatnya kapabilitas *Sigma*. Seyogyanya setiap rencana tindakan yang diimplementasikan harus dievaluasi tingkat efektivitasnya melalui pencapaian target kinerja dalam program peningkatan kualitas *Six sigma* yaitu menurunkan DPMO menuju target kegagalan nol (*zero defect oriented*) atau mencapai kapabilitas proses pada tingkat lebih besar atau sama dengan *6-Sigma*, serta mengkonversikan manfaat hasil-hasil ke dalam penurunan persentase biaya kegagalan kualitas (COPQ).

### 2.7.5 Control

Menurut Susetyo (2011), *Control* merupakan tahap operasional terakhir dalam upaya peningkatan kualitas berdasarkan *Six Sigma*. Pada tahap ini hasil peningkatan kualitas didokumentasikan dan disebarluaskan, praktik-praktik terbaik yang sukses dalam peningkatan proses distandarisasi dan disebarluaskan, prosedur didokumentasikan dan dijadikan sebagai pedoman standar, serta kepemilikan atau tanggung jawab ditransfer dari tim kepada pemilik atau penanggung jawab proses.

## 2.8 Waste

### 2.8.1 Pengertian Waste

*Waste* dapat didefinisikan sebagai segala aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses transformasi *input* menjadi *output* sepanjang *process mapping*. Proses transformasi *input* menjadi *output* dari beberapa industri manufaktur dan jasa ditunjukkan dalam Tabel 2.4.

### 2.8.2 Jenis-jenis Pemborosan (Waste)

*Waste* yang hendak dihilangkan dalam perspektif *Lean* terbagi menjadi dua kategori utama, yaitu *Type One Waste* dan *Type Two Waste* (Gaspersz, 2007):

*Type One Waste* adalah aktivitas kerja yang tidak menciptakan nilai tambah dalam proses transformasi *input* menjadi *output* sepanjang *process mapping*, namun aktivitas tersebut pada saat sekarang tidak dapat dihilangkan dikarenakan beberapa alasan. Misalnya, pengawasan terhadap aktivitas orang, merupakan aktivitas yang tidak bernilai



tambah berdasarkan perspektif *Lean*, namun hal tersebut masih dibutuhkan dikarenakan orang baru tersebut direkrut untuk mengerjakan hal tersebut.

Dalam jangka panjang, aktivitas *Type One Waste* tersebut harus dihilangkan atau minimal dikurangi. *Type One Waste* ini sering disebut sebagai *Incidental Activity* atau *Incidental Work* yang termasuk aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non value adding work or acivity*).

Jenis *waste* yang berikutnya adalah *Type Two Waste*, merupakan aktivitas yang tidak menciptakan nilai tambah dan dapat dihilangkan dengan segera. Misalnya, menghasilkan cacat produk (*defect*) atau melakukan kesalahan (*error*). *Type Two Waste* ini sering disebut sebagai *waste* saja, karena merupakan pemborosan dan harus diidentifikasi dan dihilangkan dengan segera.

Tabel 2.4 Beberapa Contoh Sistem Operasi Jasa dan Produksi Manufaktur

No.	Sistem	Input	Output
1.	Bank	Karyawan, fasilitas gedung dan peralatan kantor, modal, energi, informasi, manajerial, dll.	Pelayanan finansial bagi nasabah (deposito, pinjaman, dll)
2.	Rumah Sakit	Dokter, perawat, karyawan, fasilitas gedung dan peralatan medik, laboratorium, modal, energi, informasi, manajerial, dll.	Pelayanan medik bagi pasien, dll.
3.	Rumah Makan	Tukang masak, pelayan, bahan, peralatan, ruangan, bumbu, modal, energi, informasi, manajerial, dll.	Pelayanan makanan, hiburan, kenyamanan, dll.
4.	Universitas	Dosen, asisten, mahasiswa, karyawan, fasilitas gedung dan peralatan kuliah, perpustakaan, laboratorium, modal, energi, informasi, manajerial, dll.	Pelayanan akademik bagi mahasiswa untuk menghasilkan Sarjana (S1), Magister (S2), Doktor (S3), penelitian, pelayanan masyarakat, konsultasi, dll.
5.	Transportasi Udara	Pilot, pramugari, tenaga mekanik, karyawan, pesawat terbang, fasilitas gedung dan peralatan kantor, energi, informasi, manajerial, dll.	Transportasi udara bagi orang dan barang dari satu lokasi ke lokasi lain.
6.	Manufaktur	Karyawan, fasilitas gedung dan peralatan pabrik, material, modal, energi, informasi, manajerial, dll.	Barang jadi, dll.

Sumber: Gaspersz, 2007

### 2.8.3 Konsep *Seven Waste*

Dalam upaya untuk meminimasi pemborosan (*waste*), langkah awal yang perlu dilakukan adalah mengetahui macam-macam dan pengertian *waste*. Macam-macam *waste* dan pengertiannya dijelaskan pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Tipe-tipe Waste

Type	Jenis Waste	Pengertian
1	<i>Overproduction</i>	Produksi barang jadi yang melebihi permintaan
2	<i>Delays (waiting time)</i>	Proses menunggu kedatangan material, informasi, peralatan dan perlengkapan yang tidak memberikan nilai tambah
3	<i>Excessive Transportation</i>	Pergerakan material, informasi, peralatan atau perlengkapan dalam pabrik yang tidak memberikan nilai tambah
4	<i>Inappropriate Processesing</i>	Ketidaksesuaian proses/metode operasi produksi yang diakibatkan oleh penggunaan <i>tool</i> yang tidak sesuai dengan fungsinya, kesalahan prosedur atau operasi
5	<i>Excessive Inventories</i>	Penumpukan produk jadi, <i>Work In Process</i> (WIP) atau bahan baku di gudang atau di aliran produksi
6	<i>Unnecessary Motions</i>	Pergerakan operator yang tidak ergonomis atau tidak perlu, baik karena rancangan stasiun kerja yang salah atau rancangan metode yang buruk
7	<i>Defect</i>	Ketidaksempurnaan produk yang dapat menyebabkan adanya alokasi tenaga kerja untuk proses pengerjaan ulang ( <i>rework</i> ).

Sumber: Ohno (dalam Hicks), 2004

## 2.9 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

FMEA adalah suatu cara dimana suatu bagian atau suatu proses yang mungkin gagal memenuhi suatu spesifikasi, menciptakan cacat atau ketidaksesuaian dan dampaknya pada pelanggan bila mode kegagalan itu tidak dicegah atau dikoreksi (Crow, 2002 ).

FMEA merupakan sebuah metodologi yang digunakan untuk menganalisis dan menemukan:

1. Semua kegagalan-kegagalan yang potensial terjadi pada suatu sistem.
2. Efek-efek dari kegagalan ini yang terjadi pada sistem dan bagaimana cara untuk memperbaiki atau meminimalis kegagalan-kegagalan atau efek-efeknya pada sistem (perbaikan dan minimalis yang dilakukan biasanya berdasarkan pada sebuah ranking dari *severity* dan *probability* dari kegagalan).

Proses FMEA merupakan sebuah teknik analisis yang digunakan oleh tim *manufacturing* yang bertanggung jawab untuk meyakinkan bahwa untuk memperluas kemungkinan cara-cara kegagalan dan mencari penyebab yang berkaitan yang telah



dipertimbangkan dan dituangkan kedalam bentuk *form* yang tepat, sebuah FMEA merupakan ringkasan dari pemikiran tim *engineering* (termasuk analisis dari item-item yang dapat berjalan tidak sesuai dengan keinginan berdasarkan pengalaman dan pemikiran masa lalu) sebagaimana proses dikembangkan (Lange, 2001). Proses FMEA:

1. Mengidentifikasi produk yang potensial yang berkaitan dengan cara-cara kegagalan proses.
2. Memperkirakan efek bagi konsumen yang potensial yang disebabkan oleh kegagalan.
3. Mengidentifikasi sebab-sebab yang potensial pada proses perakitan dan mengidentifikasi variabel-variabel pada proses yang berguna untuk memfokuskan pada pengendalian untuk mengurangi kegagalan atau mendeteksi keadaan-keadaan kegagalan.
4. Mengembangkan sebuah daftar peringkat dari cara-cara kegagalan yang potensial, langkah ini menetapkan sebuah sistem prioritas sebagai pertimbangan untuk melakukan tindakan perbaikan.
5. Mendokumentasikan hasil-hasil dari proses produksi atau proses perakitan.

Metodologi *Risk Priority Number* (RPN) merupakan sebuah teknik untuk menganalisis risiko yang berkaitan dengan masalah-masalah yang potensial yang telah diidentifikasi selama pembuatan FMEA (Stamatis, 2003).

Sebuah FMEA dapat digunakan untuk mengidentifikasi cara-cara kegagalan yang potensial untuk sebuah produk atau proses. Metode RPN kemudian memerlukan analisis dari tim untuk menggunakan pengalaman masa lalu dan keputusan *engineering* untuk memberikan peringkat pada setiap potensial masalah menurut *rating* skala berikut:

1. *Severity*, merupakan skala yang memeringkatkan *severity* dari efek-efek yang potensial dari kegagalan.
2. *Occurance*, merupakan skala yang memeringkatkan kemungkinan dari kegagalan akan muncul.
3. *Detection*, merupakan skala yang memeringkatkan kemungkinan dari masalah akan dideteksi sebelum sampai ke tangan pengguna akhir atau konsumen.

Setelah pemberian *rating* dilakukan, nilai RPN dari setiap penyebab kegagalan dihitung dengan rumus:

$$RPN = Severity \times Occurance \times Detection \quad (2-3)$$

Nilai RPN dari setiap masalah yang potensial dapat kemudian digunakan untuk membandingkan penyebab-penyebab yang teridentifikasi selama dilakukan analisis. Pada umumnya RPN jatuh di antara batas yang ditentukan, tindakan perbaikan dapat diusulkan atau dilakukan untuk mengurangi risiko. Ketika menggunakan teknik *risk assessment*, sangat penting untuk mengingat bahwa tingkat RPN adalah relatif terhadap analisis tertentu (dilakukan dengan sebuah set skala peringkat yang umum dan analisis tim yang berusaha untuk membuat peringkat yang konsisten untuk semua penyebab masalah yang teridentifikasi selama melakukan analisis). Untuk itu, sebuah RPN di dalam suatu analisis dapat dibandingkan dengan RPN yang lainnya di dalam analisis yang sama, tapi dapat menjadi tidak dapat dibandingkan terhadap RPN di dalam satu analisis yang lain.

Meskipun ada banyak tipe dan standar, kebanyakan FMEA terdiri dari suatu kumpulan prosedur yang umum. Secara umum, analisis FMEA dipengaruhi oleh tim yang bekerja secara *cross function* pada tahap yang bervariasi pada waktu desain, proses pengembangan dan perakitan dan pada umumnya terdiri dari:

1. *Item/Process*: mengidentifikasi item atau proses yang akan menjadi subyek dari analisis. Termasuk beberapa penyelidikan terhadap desain dan karakteristik-karakteristik reliabilitas.
2. *Function*: mengidentifikasi fungsi-fungsi dimana item atau proses diharapkan untuk bekerja.
3. *Failures*: mengidentifikasi kegagalan yang diketahui dan potensial yang dapat mencegah atau menurunkannya kemampuan dari item atau proses untuk bekerja sesuai dengan fungsinya.
4. *Failure effect*: mengidentifikasi efek-efek yang diketahui dan potensial yang mungkin muncul dari setiap kegagalan yang terjadi.
5. *Failure Cause*: mengidentifikasi penyebab yang diketahui dan potensial untuk setiap kegagalan.
6. *Curent Control*: memeriksa mekanisme kontrol yang akan ada untuk mengeliminasi atau menurunkan kemungkinan kegagalan akan muncul.
7. *Recommended action*: mengidentifikasi tindakan perbaikan yang perlu dilakukan yang bertujuan untuk mengeliminasi atau menurunkan risiko dan dilanjutkan dengan memberikan *recommended action*.
8. *Prioritize issues*: memprioritaskan tindakan perbaikan yang harus dilakukan menurut standar yang konsisten yang telah ditentukan oleh perusahaan. Peringkat



RPN adalah metode yang umum untuk memprioritaskan tingkat kegagalan.

9. *Other Details*: tergantung pada situasi tertentu dan petunjuk untuk melakukan analisis yang diadaptasi oleh perusahaan, keterangan yang lain mungkin dipertimbangkan selama melakukan analisis, seperti cara operasional ketika kegagalan muncul.
10. *Report*: membuat laporan dari analisis dalam bentuk format standar yang telah ditentukan oleh perusahaan. *Report* ini pada umumnya berbentuk format tabel. Sebagai tambahan laporan dapat menyertakan diagram berbentuk blok dan atau diagram alir untuk mengilustrasikan item atau proses yang merupakan subjek dari analisis. Contoh analisis FMEA ditampilkan pada Gambar 2.1.

System	1-Automobile		<b>POTENTIAL</b>				No.FMEA	1450	
Subsystem	2-Closures		<b>FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS</b>				Page	1 of 1	
			<b>Front Door L.H.</b>						
Component	3-Front Door LH.		Process Responsibility	Body Engineering			Prepared By	J.Ford	
Model	199X/Lion4dr/Wagon		Key Date	3/31/2003			Date	3/10/2003	
Core Team	A.Tate Body Engrg, Maintenance		J.Smith-OC, R.James-Production, J.Jones-						

  

Process Function Requirement	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Sev	Potential Cause/ Mechanism of Failure	Occ	Current Process Control Detection	Det	RPN	Recom mended Action	Actions Taken				
										Action Taken	Sev	Occ	Det	RPN
Manual application of wax inside door  To cover inner door. Lower surface at minimum wax thickness to retard corrosion	Insufficient wax coverage over specified surface.	Deteriorated life of door leading to: - Unsatis factory appearance due to rust through paint over time. - Impaired function of interior door hardware.	7	Manually inserted spray head not inserted far enough.	8	Visual check each hour-1/ shift for film thickness (depth meter) and coverage.	5	280	Add positive depth stop to sprayer.	Stop added, sprayer checked on line	7	2	5	70
				Spray had cloggee -Viscosity too high -Pressure too low	5	Test spray pattern at start-up and after idle periods	3	105			7	1	3	21
				Spray head deformed due to impact	2	Preventive maintenance program to manntain heads.	2	28			7	2	2	28
				Spray time insufficient	8	Operator instructions and lot sampling (10 doors/ shift) to check for coverage of crtical areas.	7	392			7	1	7	49

Gambar 2.1 Contoh analisis FMEA

Sumber: Crow, 2002

## 2.10 Pemindehan Bahan

Pemindehan bahan atau material (*material handling*) adalah suatu aktivitas yang sangat penting dalam kegiatan produksi dan memiliki kaitan erat dengan perencanaan tata letak fasilitas produksi. Aktivitas ini sendiri sebetulnya merupakan aktivitas yang diklarifikasikan “non produktif” sebab tidak memberikan nilai perubahan apa-apa

terhadap material atau bahan yang dipindahkan. Di sini tidak akan terjadi perubahan bentuk, dimensi maupun sifat-sifat fisik atau kimiawi dari material yang dipindahkan (Wignjosoebroto, 2009).

Peralatan pemindahan bahan memiliki banyak pengaruh terhadap kecepatan pemindahan bahan, biaya operasi, dan juga efisiensi total dari seluruh unit-unit proses manufakturing. Pemilihan peralatan pemindahan merupakan salah satu faktor kunci yang harus diperhatikan dalam melakukan proses pemindahan. Terdapat empat tipe dasar peralatan untuk pemindahan bahan yang dapat dijadikan sebagai pertimbangan (Wignjosoebroto, 2009) yaitu:

1. Peralatan Pemindahan Bahan dengan Lintasan Tetap

Kadang-kadang peralatan tipe ini disebut pula sebagai “*gravity (powered) devices*” dan umumnya digunakan untuk memindahkan beban-beban yang *uniform* secara kontinyu dari suatu lokasi ke lokasi yang lain melalui lintasan yang tetap. Fungsi utama peralatan tipe ini adalah membawa bahan atau produk yang ada. Termasuk dalam kelompok peralatan ini adalah *conveyor* dengan segala macam tipe/modelnya, *monorail* dan *rail-road systems*, *elevator*, *skip hoists*, *piping/duct systems*, dan peralatan pemindahan bahan lain-lain yang secara permanen terpasang sesuai dengan lintasan yang harus dilaluinya.

2. Peralatan Pemindahan Bahan untuk Area Terbatas

Adalah suatu “*overhead devices*” yang umumnya digunakan untuk menggerakkan atau memindahkan bermacam-macam beban secara berganti-ganti, tidak kontinyu (*intermittent*), di antara beberapa lokasi dalam satu area. Fungsi utama dari peralatan ini adalah untuk memindahkan (transfer) benda kerja dan biasanya lokasinya tetap serta ditunjang/bergerak melintasi rel dalam area kerja yang terbatas. Termasuk dalam kelompok peralatan ini ialah *bridge & jib cranes*, *cable & boom systems*, *gantry cranes*, dan peralatan pemindahan bahan lain-lain yang secara fleksibel dapat beroperasi dalam area kerja yang terbatas.

3. Peralatan Pemindahan Material yang Bergerak Bebas (*Mobile*)

Adalah suatu “*hand atau powered vehicles (non highway)*” yang digunakan untuk memindahkan beban baik yang *uniform* ataupun tidak secara berganti-ganti dan tidak kontinyu melalui berbagai lintasan. Fungsi utama dari peralatan tipe ini ialah *manuvering* atau *transporting* benda kerja dan bergerak sepanjang jalan lintasan (*aisles*). Termasuk dalam kelompok peralatan ini ialah *fork-lift truck*, *skid truck*,



*tractor & trailers, pedestrian power trucks, dan industrial vehicles* lain yang dirancang untuk pemakaian di dalam maupun di luar pabrik.

#### 4. Peralatan Bantu Pemindahan Bahan

Adalah peralatan yang umum dipergunakan bersama-sama dengan peralatan dalam bahan dan dimaksudkan untuk membuat lebih efektifnya aktivitas pemindahan bahan yang diinginkan. Termasuk di sini jenis pesawat angkat yang umumnya dipergunakan di dalam gudang (*store*) untuk keperluan penyimpanan atau pengambilan *stock*. Termasuk pula dalam kelompok peralatan ini antara lain *hand trucks, hand jacks, casters, dollies, chain hoist, power pullers, dock plates, pallets, skid boxes, scale, racks, bins, shelves*, dan lain-lain.

Banyak faktor yang harus diperhatikan di dalam proses pemilihan peralatan *material handling* baik yang menyangkut masalah teknis maupun masalah ekonomisnya. Pemilihan ataupun perencanaan peralatan pemindahan bahan yang hendak diterapkan dalam suatu industri pada hakekatnya adalah merupakan tanggung jawab dari seorang *material handling engineer* atau *production engineer*. Mengenai perencanaan proses *maintenance* selanjutnya adalah merupakan tanggung jawab daripada *maintenance engineer*. Satu hal yang penting dan harus diperhatikan pula ialah pada saat merencanakan peralatan pemindahan bahan yang hendak diterapkan hendaknya selalu dikait orientasikan dengan perencanaan tata letak pabriknya kelak.

### 2.11 Strategi Pemilihan *Supplier*

Pemilihan *supplier* umumnya terdiri atas lima fase yang dimulai dengan kesadaran akan perlunya *supplier* baru, memformulasikan kriteria pemilihan, *pre-qualification*, penentuan keputusan pemilihan *supplier*, dan melakukan pengawasan terhadap *supplier* terpilih (Choy dan Lee dalam Mwikali dan Kavale 2012). Fase pertama adalah mengevaluasi dan melakukan penilaian terhadap *supplier* yang sudah ada. Langkah selanjutnya adalah mendefinisikan kriteria-kriteria untuk mengukur kinerja *supplier* kemudian memberikan pembobotan terhadap kriteria untuk mengidentifikasi kontribusi masing-masing kriteria pemilihan dan penilaian. Setelah itu dilakukan pemilihan *supplier* berdasarkan pembobotan kriteria dan dilanjutkan dengan tindakan evaluasi dan penilaian terhadap kriteria yang telah ditentukan sebelumnya.

Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam memilih *supplier* yang optimal menurut Enyinda, Dunu dan Hanyes (2010) adalah sebagai berikut.

1. Mendefinisikan kriteria-kriteria pemilihan *supplier*.  
Proses pemilihan *supplier* melibatkan beberapa kriteria yang dipengaruhi oleh beberapa kriteria *tangible* dan *intangible* yang berbeda seperti kriteria umum yang meliputi kualitas, biaya, *service*, fleksibilitas, dan *delivery performace*. Kriteria yang digunakan dalam pemilihan *supplier* pada beberapa perusahaan tidaklah sama, hal ini bergantung pada beberapa pertimbangan perusahaan dalam memilih *supplier* yang optimal.
2. Memutuskan *supplier* yang akan dipilih.  
Setelah menentukan kriteria-kriteria pemilihan *supplier*, langkah selanjutnya adalah memberikan pembobotan terhadap masing-masing kriteria. Umumnya pembobotan dapat dilakukan melalui kuesioner atau dilakukan oleh ahli. Langkah selanjutnya adalah membuat matriks prioritas dari beberapa alternatif *supplier*. Matriks prioritas dari alternatif *supplier* disajikan pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Matrik Prioritas Pemilihan *Supplier*

Prioritas	Kriteria 1	Kriteria 2	....	Kriteria ke-n	Nilai total prioritas
<i>Supplier 1</i>					
<i>Supllier 2</i>					
.....					
<i>Supplier ke-n</i>					

Sumber: (Enyinda, Dunu dan Hanyes, 2010)

3. Mengawasi kinerja *supplier*.  
Merupakan kegiatan *monitoring* yang dilakukan terhadap *supplier* terbaik yang dipilih berdasarkan pembobotan yang dilakukan. Kegiatan ini dimaksudkan sebagai langkah pengawasan untuk mengevaluasi kinerja *supplier* dan untuk menentukan langkah selanjutnya.

### 2.12 Perawatan (*Maintenane*)

*Maintenane* merupakan suatu kombinasi dari setiap tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang dalam atau untuk memperbaikinya sampai kondisi yang bisa diterima (Corder, 1996). Menurut Corder (1996), secara garis besar tindakan perawatan dibedakan atas dua hal, yaitu:

1. *Planned maintenance*, suatu tindakan atau kegiatan perawatan yang mana pelaksanaannya telah direncanakan terlebih dulu.
2. *Unplanned maintenance*, suatu tindakan atau kegiatan perawatan yang mana pelaksanaannya tidak direncanakan.



Pemilihan kegiatan perawatan tersebut didasarkan atas sifat dari kerusakan atau kegagalan pada peralatan, apakah bersifat terprediksi atau tidak terprediksi. Selain itu pemilihan juga didasari atas biaya yang ditanggung apabila menerapkan salah satu jenis kegiatan perawatan. *Preventive maintenance* adalah tindakan perawatan untuk mencegah terjadinya kerusakan. *Corrective maintenance* adalah tindakan perawatan setelah terjadinya kerusakan. Terdapat kategori kegiatan perawatan pencegahan (*preventive maintenance*) antara lain:

1. *Condition directed* merupakan kegiatan yang bertujuan untuk mendeteksi awal terjadinya kerusakan dan memperkirakan waktu-waktu yang menunjukkan suatu peralatan akan mengalami kegagalan dalam menjalankan operasinya.
2. *Time directed* merupakan kegiatan yang bertujuan secara langsung mencegah atau memperlambat terjadinya kerusakan dan dilakukan secara periodik sampai peralatan tidak dapat diperbaiki kembali.
3. *Failure finding* merupakan kegiatan yang bertujuan menemukan kerusakan yang tersembunyi dalam menjalankan operasinya. Pada sistem yang besar dan kompleks hampir seluruh peralatan pernah mengalami kerusakan tersembunyi.
4. *Run to Failure* merupakan suatu keputusan mengoperasikan peralatan sampai terjadi kerusakan karena ditinjau dari segi ekonomis tidak menguntungkan jika dilakukan perawatan.

*Preventive maintenance* dibedakan atas dua kegiatan (Assauri, 2004) yaitu:

1. *Routine maintenance* yaitu kegiatan pemeliharaan yang dilakukan secara rutin. Contohnya adalah kegiatan pembersihan fasilitas dan peralatan, pemberian minyak pelumas atau pengecekan oli, serta pengecekan bahan bakar dan sebagainya.
2. *Periodic maintenance* yaitu kegiatan pemeliharaan yang dilakukan secara berkala. Perawatan berkala dilakukan berdasarkan lamanya jam kerja mesin produk tersebut sebagai jadwal kegiatan misalnya setiap seratus jam sekali.