

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Minimasi *waste* merupakan hal yang penting untuk mendapatkan *value stream* yang baik. Produktivitas yang meningkat mengarah pada operasi yang lebih baik, yang membantu menentukan *waste* dan problem kualitas di dalam sistem. Penanganan *waste* secara sistematis secara tidak langsung merupakan pemecahan sistematis terhadap faktor-faktor yang mengakibatkan problem pada manajemen (Hines & Taylor, 2000). *Lean manufacturing* adalah filosofi manajemen proses yang berasal dari *Toyota Production System* (TPS), dengan tujuan peningkatan kepuasan konsumen secara keseluruhan (Liker, 2006). Beberapa penelitian yang berkaitan dengan implementasi pendekatan *lean manufacturing* telah banyak dilakukan. Baik yang bertujuan untuk minimasi *waste* dan analisis peningkatan produktivitas serta perbaikan proses produksi.

Sigalingging et al., (2014) melakukan penelitian tentang aplikasi *lean manufacturing* untuk mereduksi *waste* dengan menggunakan WAM (*Waste Assessment Model*) dan Metode Taguchi pada produksi filter rokok yang berlokasi di Sidoarjo. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui *waste* yang paling dominan dan membutuhkan perbaikan dengan segera. Hasil identifikasi dengan menggunakan *Waste Assessment Model* akan diketahui pemborosan yang paling dominan. *Waste* tersebut kemudian akan dianalisis lebih lanjut dan dilakukan perbaikan guna meminimasi *waste* pada proses produksi. Usulan rekomendasi perbaikan yang diberikan terkait adanya *defect waste* pada proses pembuatan produk filter ACM502205 adalah dengan menerapkan *setting level* optimal yang didapatkan dengan perhitungan menggunakan Metode Taguchi. Metode ini bertujuan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses dalam waktu yang bersamaan dengan menekan biaya seminimal mungkin. Hasil dari metode Taguchi ini terbukti dapat meningkatkan *hardness* dan mengurangi *defect* filter.

Dalam penelitiannya, Herlina (2013) melakukan penelitian di perusahaan yang bergerak dalam bidang jasa pelabuhan. Proses *unloading cargo iron ore* sering mengalami keterlambatan, sehingga perusahaan tersebut menanggung biaya *penalty* atas keterlambatan tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meminimalisasi *waste* pada aliran proses *unloading cargo iron ore* dan melakukan skenario perbaikan melalui simulasi. Kondisi proses *unloading cargo*

iron ore digambarkan dalam *Big Picture Mapping*, kemudian mengidentifikasi *waste*, sementara pemetaan dilakukan dengan menggunakan *Process Activity Mapping*, dan dilakukan simulasi sebagai usulan perbaikan. Dari hasil pengolahan data diketahui *waste* terbesar yaitu *delay* sebesar (49,28%).

Penelitian sekarang dilakukan di PT. Petrokimia Kayaku, yaitu sebuah industri yang bergerak di bidang produksi pestisida, produk hayati dan bahan kimia pertanian. Pada proses produksi tersebut, masih ditemukan beberapa *waste*. Untuk mereduksi *waste* yang teridentifikasi, digunakan pendekatan *lean manufacturing* dengan salah satu *tools* dalam konsep *lean* yaitu *value stream mapping* (VSM) yang bertujuan menggambarkan aliran produk mulai dari masuknya bahan baku hingga produk jadi. Pada penelitian ini, dilakukan pengambilan data primer, berupa data *cycle time*, jumlah operator dan jumlah mesin, waktu kegiatan non-produktif, dan stasiun kerja di unit kerja produksi cair PT. Petrokimia Kayaku. Data sekunder meliputi data *change over time*, persentase *defect*, waktu kerja, dan *uptime*. Alasan penggunaan konsep dari *lean manufacturing* pada penelitian ini adalah:

- a. *Lean* memiliki landasan untuk meminimasi sumber-sumber daya (termasuk waktu) dalam berbagai aktivitas perusahaan (Gaspersz, 2011).
- b. *Lean* dapat memberikan informasi mengenai keseluruhan aktivitas yang terjadi pada proses produksi produk dengan cara melakukan pemetaan (Gemi Putra et al., 2013).
- c. *Lean* berfokus pada identifikasi dan eliminasi aktivitas-aktivitas tidak bernilai tambah (*non value added activites*) yang berkaitan dengan *customer* (Gaspersz, 2011).
- d. Penggunaan *lean* dapat mengurangi *manufacturing lead time* dan waktu siklus produksi dengan mengurangi *waiting time* antar proses (Gemi Putra et al., 2013).
- e. *Lean* berfungsi untuk meningkatkan produktivitas perusahaan dengan cara menyeimbangkan aliran dalam proses (Gaspersz, 2011).
- f. *Lean* dapat menggunakan banyak *tools* dalam pengerjaan serta penganalisisan yang akan dilakukan (Gemi Putra et al., 2013).

Pengidentifikasian *waste* diawali dengan menggambarkan *current state map*, melalui penggambaran ini maka didapatkan *waste* yang termasuk dalam kategori 8 *waste* dengan lebih detail.

Pendekatan *Lean Manufacturing* dalam penelitian ini menggunakan beberapa tahapan (Abdulmalek dan Rajgopal, 2007), yaitu:

- a. Memilih produk atau famili produk tertentu sebagai target perbaikan.
- b. Menggambarkan *current state map* yang merupakan gambaran bagaimana kondisi perusahaan saat ini untuk menentukan akar permasalahan yang terjadi pada perusahaan. Dalam tahapan ini, dilakukan penggambaran kondisi saat ini (*current state mapping*), analisis akar masalah (*root cause analysis*) dan menginformasikan manajemen terhadap apa yang terjadi. Pada tahap ini dapat menggunakan tools: *Value Stream Mapping* (VSM), *Supplier-Input-Process-Output-Customer* (SIPOC), *Fishbone Diagram*, dan lainnya.
- c. Merancang *future state map*.
Dalam tahap ini dilakukan analisis dan perancangan tindakan perbaikan yang akan dilaksanakan.
- d. Tahapan implementasi.
Tindakan implementasi dilakukan pada tahapan ini dari hasil perancangan.

2.2. Konsep Dasar *Lean Manufacturing*

Lean manufacturing atau *lean production* atau lebih dikenal sebagai *lean*, merupakan metode optimal untuk memproduksi barang melalui peniadaan waste (Lonnie, 2010). Metode ini terdiri dari sekumpulan teknik yang jika dikombinasi akan mengurangi dan menghilangkan waste. *Lean* sebagai suatu filosofi bisnis yang berlandaskan pada minimasi penggunaan sumber daya termasuk waktu dalam berbagai aktivitas perusahaan (Gaspersz, 2011). Konsep pendekatan ini dirintis oleh Taichi Ohno dan Shigeo Shingo dimana implementasi dari konsep ini didasarkan pada 5 prinsip, yaitu *understand the customer value*, *value stream analysis*, *flow*, *pull*, dan *perfection* (Anvari & Hojjati, 2011). Karakteristik dari *lean* meliputi struktur rantai produksi yang aktif melakukan pemecahan masalah dengan penerapan *kaizen* dan *continuous improvement*, serta pelaksanaan *lean manufacturing* melalui tingkat *inventory* yang rendah, manajemen kualitas yang mengutamakan tindakan *preventive* (pencegahan) dibandingkan tindakan *corrective* (perbaikan), penggunaan pekerja yang sedikit, ukuran lot yang kecil serta penerapan konsep *Just-in-Time* (JIT) (William, 2001). *Lean manufacturing* adalah filosofi manajemen proses yang berasal dari *Toyota Production System* (TPS), yang terkenal karena menitikberatkan pada peniadaan waste dengan

tujuan peningkatan kepuasan konsumen secara keseluruhan (Liker, 2006)..

Konsep dasar dalam *lean manufacturing* dapat diringkas sebagai berikut:

a. Pendefinisian *waste* (pemborosan)

Dari seluruh aktivitas untuk menghasilkan produk dari tahap awal hingga akhir dapat dikategorikan atas *value added* (yang memberikan nilai tambah) dan *non-value added* (tidak memberikan nilai tambah). Setiap proses yang *non-value added* dari sudut pandang konsumen harus dieliminasi.

b. Standardisasi proses

Lean menuntut adanya implementasi dari panduan produksi yang rinci, disebut sebagai standarisasi kerja. Ini mengeliminasi variasi pekerja dalam melakukan pekerjaannya.

c. *Continuous flow*

Lean bertujuan mengimplementasikan aliran produksi kontinu, bebas dari *bottlenecks*, *interruption*, atau *waiting*. Bila hal ini berhasil diimplementasikan maka waktu siklus produksi dapat dikurangi hingga 90%.

d. *Pull production*

Disebut juga *Just-in-Time* (JIT) yang bertujuan memproduksi produk yang dibutuhkan dan pada waktu dibutuhkan.

e. *Quality at the source*

Lean bertujuan mengeliminasi sumber kecacatan dan pemeriksaan kualitas dilakukan pekerja pada lini proses produksi.

f. *Continuous Improvement*

Lean ditujukan mencapai kesempurnaan dengan perbaikan bertahap untuk mengeliminasi pemborosan secara terus menerus.

2.3. Jenis-jenis *Waste*

Lean berfokus pada peniadaan atau pengurangan pemborosan (atau “muda”, bahasa Jepang untuk pemborosan) dan juga peningkatan atau pemanfaatan secara total aktivitas yang akan meningkatkan nilai ditinjau dari sudut pandang konsumen. Dari sudut pandang konsumen, nilai sama artinya dengan segala sesuatu yang ingin dibayar oleh konsumen untuk suatu produk atau jasa. Semua kegiatan tersebut dapat dikategorikan sebagai berikut:

i. Menciptakan nilai bagi produk (*value added activities*) adalah aktivitas yang mentransformasi material atau informasi yang diinginkan dari sudut pandang konsumen.

- ii. Tidak dapat menciptakan nilai, tapi tidak dapat dihindari dengan teknologi dan asset yang sekarang dimiliki dan dibutuhkan untuk mengtransformasi material menjadi produk (*necessary non value added activities*)
- iii. Tidak dapat menciptakan nilai bagi produk (*non value added activities*)

Pemborosan (*waste*) didefinisikan sebagai segala aktivitas pemakaian sumber daya yang tidak memberikan nilai tambah pada produk. Pada dasarnya semua *waste* yang terjadi berhubungan erat dengan dimensi waktu. Menurut Liker (2006), mendefinisikan ada 8 jenis *waste* yang tidak memberikan nilai dalam proses bisnis atau manufaktur, antara lain adalah sebagai berikut:

a. Produksi yang berlebih (*overproduction*)

Kriteria *overproduction* adalah:

- i. Memproduksi sesuatu lebih awal dari yang dibutuhkan
- ii. Memproduksi dalam jumlah yang lebih besar dari pada yang dibutuhkan oleh pelanggan.

Memproduksi lebih awal atau lebih cepat dari yang dibutuhkan pelanggan menciptakan pemborosan lain seperti biaya kelebihan tenaga kerja, penyimpanan dan transportasi karena persediaan berlebih. Persediaan dapat berupa fisik atau antrian informasi.

b. Waktu menunggu (*waiting time*)

Kriteria waktu menunggu adalah:

- i. Pekerja berdiri menunggu tahap selanjutnya dari proses baik menunggu alat, pasokan, komponen dan lain sebagainya, atau menganggur karena kehabisan material, keterlambatan proses, kerusakan mesin dan *bottleneck*.
- ii. Waktu menunggu informasi
- iii. Material yang keluar dari satu proses dan tidak langsung dikerjakan di proses selanjutnya

c. Transportasi (*transportation*)

Kriteria transportasi adalah:

- i. Memindahkan barang dalam proses dari satu tempat ke tempat yang lain dalam satu proses, bahkan jika hanya dalam jarak dekat.
- ii. Menciptakan angkutan yang tidak efisien.
- iii. Pemindahan yang repetitif dan menempuh jarak jauh.

d. Proses yang berlebih (*processing*)

Kriteria proses berlebih adalah:

- i. Melakukan langkah yang tidak diperlukan untuk memproses komponen.
 - ii. Melaksanakan pemrosesan yang tidak efisien karena alat dan rancangan produk yang buruk, menyebabkan gerakan yang tidak perlu sehingga memproduksi barang cacat.
- e. Persediaan berlebih (*inventory*)
- Salah satu kriteria persediaan berlebih adalah persediaan yang dapat meningkatkan resiko barang kadaluarsa, barang rusak. Menurut Toyota persediaan adalah pemborosan. Bahan baku, barang dalam proses atau barang jadi yang berlebih menyebabkan *lead time* yang panjang, peningkatan biaya pengangkutan dan penyimpanan, serta keterlambatan. Persediaan berlebih juga menyembunyikan masalah seperti ketidakseimbangan produksi, keterlambatan pengiriman dari pemasok, produk cacat, mesin rusak, dan waktu *set up* yang panjang.
- f. Gerakan yang tidak perlu (*motion*)
- Kriteria gerakan yang tidak perlu adalah:
- i. Gerakan tersebut tidak memberikan nilai tambah bagi produk seperti mencari, memilih atau menumpuk komponen, alat dan lain sebagainya.
 - ii. Berjalan juga merupakan pemborosan.
- g. Produk cacat (*product defect*)
- Memproduksi komponen cacat atau yang memerlukan perbaikan. Perbaikan atau pengerjaan ulang, *scrap*, memproduksi barang pengganti, dan inspeksi berarti tambahan penanganan, waktu, dan upaya yang sia-sia.
- h. Kreativitas karyawan yang tidak dimanfaatkan
- Kehilangan waktu, gagasan, keterampilan, peningkatan, dan kesempatan belajar karena tidak melibatkan atau mendengarkan karyawan.

2.4. Metode yang Digunakan dalam *Lean Manufacturing*

Perusahaan dapat memilih metode sesuai dengan kebutuhan dan tujuan yang ingin dicapai serta kemungkinan penerapannya di perusahaan. Beberapa metode yang dapat digunakan untuk menerapkan *lean manufacturing* adalah standarisasi kerja, pembuatan diagram SIPOC (*supplier, input, process, output, customer*), dan *value stream mapping*.

2.4.1. Standardisasi Kerja

Pembentukan proses dan prosedur yang terstandarisasi merupakan kunci dalam menciptakan kinerja yang konsisten. Standarisasi digerakkan oleh pekerja, bukan

diterapkan pada pekerja. Pekerja yang memahami pekerjaannya dengan cukup detail dapat memberikan kontribusi yang besar terhadap standarisasi. Standarisasi pekerjaan dapat diartikan bahwa proses dan panduan dalam proses produksi didefinisikan dan dikomunikasikan secara jelas, dengan tingkat kerincian yang tinggi, untuk mengeliminasi variasi dan asumsi yang salah dalam melakukan pekerjaan. Presiden Toyota, Cho, menyatakan bahwa terdapat 3 elemen dalam standarisasi kerja (Liker, 2006), yaitu:

- i. Standardisasi urutan pekerjaan, merupakan aturan bagi pekerja dalam melakukan tugasnya, termasuk gerakan dan urutan proses.
- ii. Standardisasi *timing*, merupakan *takt time*. *Takt* dalam bahasa Jerman artinya *ritme* atau meter. *Takt time* digunakan untuk menunjukkan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu pekerjaan sesuai dengan tingkat kecepatan permintaan pelanggan. *Takt time* dapat digunakan untuk menetapkan kecepatan produksi dan memberi sinyal kepada para pekerja jika mereka terlalu cepat atau terlalu lambat.
- iii. Standardisasi persediaan antar proses, merupakan jumlah minimum unit persediaan yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan yang terstandarisasi tersebut. Hal ini diperlukan untuk menjaga supaya proses produksi dapat berjalan dengan lancar.

2.4.2. Diagram SIPOC (Supplier, Input, Process, Output, Customer)

Diagram SIPOC dapat digunakan untuk memberikan batasan atau ruang lingkup penelitian sepanjang *value stream*. Diagram SIPOC adalah alat yang digunakan untuk mengidentifikasi elemen yang berkaitan untuk pengembangan proses sebelum proses pengembangan itu dimulai. Penggambaran ruang lingkup dilakukan sebelum penggambaran lebih rinci untuk setiap proses. Nama SIPOC merupakan akronim dari lima elemen utama dalam sistem kualitas, yaitu:

- a. *Suppliers* adalah orang, departemen atau organisasi yang memberikan informasi kunci, material, atau sumber daya lain kepada proses. Jika suatu proses terdiri dari beberapa sub proses, maka sub proses sebelumnya dapat dianggap sebagai petunjuk pemasok internal.
- b. *Inputs* adalah segala sesuatu yang diberikan oleh pemasok (*suppliers*) kepada proses.
- c. *Process* adalah sekumpulan langkah yang mentransformasi dan secara ideal menambah nilai kepada *inputs* (proses transformasi nilai tambah kepada *inputs*). Suatu proses biasanya terdiri dari beberapa sub-proses.

- d. *Outputs* adalah produk (barang atau jasa) dari suatu proses. Dalam industri manufaktur *outputs* dapat berupa barang setengah jadi maupun barang jadi (*final product*). Termasuk kedalam *outputs* adalah informasi-informasi kunci dari proses.
- e. *Customers* adalah orang atau kelompok orang, atau sub proses yang menerima *outputs*. Jika suatu proses terdiri dari beberapa sub proses, maka sub proses sesudahnya dapat dianggap sebagai pelanggan internal (*internal customers*).

Langkah-langkah dalam membuat Diagram SIPOC adalah:

- a. Membuat suatu wilayah diagram yang memungkinkan untuk diisi dengan elemen-elemen berkaitan. Diagram diberi keterangan *Supplier*, *Input*, *Process*, *Output*, dan *Customer* pada bagian atas.
- b. Identifikasikan setiap level proses produksi.
- c. Identifikasikan *output* dari setiap proses.
- d. Identifikasikan konsumen yang akan menerima *output* dari proses.
- e. Identifikasikan *input* yang diperlukan untuk setiap proses agar dapat berfungsi dengan baik.
- f. Identifikasikan *supplier* dari *input* yang dibutuhkan proses.
- g. Identifikasikan kebutuhan dari konsumen.

2.4.3. Value Stream Mapping

Menurut Mike & John (2003), *Value Stream Mapping* adalah salah satu metode pemetaan aliran produksi dan aliran informasi untuk memproduksi satu produk atau satu *family* produk, tidak hanya pada masing-masing area kerja, tetapi pada tingkat total produksi serta mengidentifikasi kegiatan yang *value added* dan *non value added*

Value Stream Mapping secara visual memetakan aliran material dan informasi secara menyeluruh dimulai dari kedatangan bahan baku dari *supplier* melalui semua tahap proses produksi hingga pengiriman produk kepada pelanggan akhir.

Tujuan pemetaan ini adalah untuk mengidentifikasi seluruh jenis pemborosan di sepanjang proses produksi dan untuk mengambil langkah dalam upaya mengeliminasi pemborosan tersebut. Langkah yang diambil dalam upaya mengeliminasi pemborosan adalah dengan cara memperbaiki keseluruhan aliran bukan hanya mengoptimalkan aliran secara sepotong-sepotong. Hal ini dapat

membantu pihak perusahaan mengambil keputusan dalam memperbaiki keseluruhan proses produksi.

Value stream mapping dapat menyajikan suatu titik balik yang optimal bagi setiap perusahaan yang ingin menjadi *lean*. Keuntungan-keuntungan yang diperoleh dengan penerapan konsep *value stream mapping* adalah sebagai berikut:

- a. Membantu perusahaan menggambarkan aliran produksi secara keseluruhan mulai dari proses awal hingga proses akhir, bukan hanya satu proses tunggal. Dengan demikian akan terlihat jelas seluruh aliran.
- b. Pemetaan membantu perusahaan melihat segala pemborosan dan sumber pemborosan yang terjadi di sepanjang aliran produksi
- c. *Value stream mapping* memberikan pemahaman mengenai proses manufaktur dalam bahasa yang umum.
- d. *Value stream mapping* menggabungkan antara teknik dan konsep *lean* yang dapat membantu perusahaan untuk menghindari pemilihan teknik dan konsep yang asal-asalan.
- e. Sebagai dasar dari rencana implementasi. Dengan membantu perusahaan merancang bagaimana mengoperasikan keseluruhan aliran dari setiap proses kegiatan. *Value stream map* merupakan sebuah rencana dalam strategi implementasi *lean*
- f. *Value stream mapping* menunjukkan hubungan antara aliran informasi dan aliran material.
- g. *Value stream mapping* jauh lebih berguna dibandingkan metode kuantitatif lainnya yang menghasilkan perhitungan *non value added*, *lead time*, jarak perpindahan, jumlah persediaan, dsb. *Value stream mapping* merupakan sebuah metode kualitatif yang menggambarkan secara terperinci bagaimana seharusnya fasilitas produksi dioperasikan dalam usaha menciptakan aliran. *Value stream mapping* merupakan metode yang bagus digunakan untuk menggambarkan apa yang sebenarnya akan dilakukan dalam upaya untuk memberikan pengaruh terhadap perhitungan-perhitungan yang dilakukan.

Dalam *value stream mapping*, ada dua pemetaan yang harus digambarkan yaitu pembuatan *current state map* dan *future state map*. Pembuatan *current state map* dilakukan untuk memetakan kondisi rantai produksi aktual, dimana segala informasi yang terdapat dalam setiap proses dicantumkan dalam pemetaan. *Current state map* digunakan untuk mengidentifikasi pemborosan dan sumber pemborosan yang terjadi. Setelah identifikasi pemborosan dilakukan, maka dapat

digambarkan *future state map*. *Future state map* merupakan pemetaan kondisi perusahaan di masa mendatang sebagai usulan rancangan perbaikan dari *current state map* yang ada.

Petunjuk pembuatan *current state map* adalah sebagai berikut:

a. Penentuan *Family Product* yang akan dijadikan sebagai *Model Line*

Tahap ini merupakan tahap awal dalam menggambar *Current State Map*. Setelah mengetahui konsep yang benar tentang *Lean*, maka pada tahap ini perlu ditentukan produk yang akan dijadikan *model line* sebagai target perbaikannya. Tujuan pemilihan *model-line* adalah agar penggambaran sistem fokus pada satu produk saja yang bisa dianggap sebagai acuan dan representasi dari sistem produksi yang ada. Womack, et al. (1996) menyatakan bahwa langkah pertama dalam memetakan aktivitas adalah dengan mengidentifikasi famili produk. Famili produk merupakan sekumpulan produk yang memiliki tahapan dan menggunakan mesin yang sama dalam pemrosesan. Mengidentifikasi suatu *family product* dapat dilakukan baik dengan menggunakan produk dan matriks proses untuk mengklasifikasikan langkah proses yang sama untuk produk yang berbeda. Untuk menentukan famili produk mana yang akan dipetakan tergantung keputusan perusahaan yang dapat ditentukan dari pandangan bisnis seperti tingkat penjualan, atau menurut fokus perusahaan.

b. Penentuan *Value Stream Manager*

Untuk melihat *value-stream* suatu produk secara keseluruhan tentunya perusahaan perlu dilihat sebagai satu kesatuan yang utuh, sehingga batasan-batasan organisasi dalam perusahaan perlu diterobos. Karena pada dasarnya perusahaan cenderung terorganisir untuk setiap departemen (proses) dan terbatas pada fungsinya masing-masing. Sehingga biasanya orang hanya bertanggungjawab pada apa yang menjadi bagiannya (pada areanya saja) tanpa perlu mengetahui proses secara keseluruhan menurut sudut pandang *value-stream*. Oleh karena itu dalam memetakan *value-stream* agar nantinya dapat dibuat suatu usulan perancangan, diperlukan seorang *value-stream manager* yakni orang yang paham mengenai proses keseluruhan dalam *value-stream* suatu produk sehingga dapat membantu dalam memberikan saran bagi perbaikan *value-stream* produk tersebut.

c. Pembuatan Peta Untuk Setiap Kategori Proses (*Door to Door Flow*) di Sepanjang *value-stream*

Keadaan sebenarnya di lapangan diperoleh saat penggambar berjalan di sepanjang proses aktual *value stream* dari proses produksi yang aktual. Melakukan pengamatan mendetail untuk setiap kategori proses. Untuk setiap proses, maka seluruh informasi kritis termasuk *lead time*, *cycle time*, *changeover time*, *defect*, *uptime*, ukuran *batch* produksi, jumlah mesin, jumlah operator, dan waktu kerja (sudah dikurangi dengan waktu istirahat). Yang semuanya akan dimasukkan dalam suatu *data box* untuk masing-masing proses. Level *inventory* pada peta seharusnya disesuaikan dengan level pada waktu pemetaan aktual dan bukan berdasarkan rata-rata karena penting untuk menggunakan gambar aktual daripada rata-rata historis yang disediakan oleh perusahaan.

Untuk setiap pembuatan *data box*, maka ukuran-ukuran yang diperlukan antara lain:

a. *Cycle Time (C/T)*

Cycle time (C/T) merupakan salah satu ukuran penting yang dibutuhkan dalam kegiatan *Lean* selain *Value-creating time (VCT)* dan *Lead time (L/T)*. *Cycle time* menyatakan waktu yang dibutuhkan oleh satu operator untuk menyelesaikan seluruh elemen/kegiatan kerja dalam membuat satu *part* sebelum mengulangi kegiatan untuk membuat *part* berikutnya. *Value-creating time (VCT)* menyatakan waktu keseluruhan elemen kerja yang biasa mentransformasikan suatu produk dalam cara yang rela dibayar oleh konsumen. *Lead time (L/T)* menyatakan waktu yang dibutuhkan untuk seluruh proses atau dalam satu *value stream*, mulai dari awal hingga akhir proses.

Biasanya : $VCT < C/T < L/T$

b. *Change-over Time (C/O)*

Menyatakan waktu yang dibutuhkan untuk merubah posisi (*switch*) dari memproduksi satu jenis produk menjadi produk yang lainnya. Dalam hal ini biasanya *changeover time* menyatakan waktu untuk memindahkan dari posisi kiri menjadi posisi kanan dalam pembuatan satu produk simetris.

c. *Uptime*

Menyatakan kapasitas mesin yang digunakan dalam mengerjakan satu proses. Kapasitas mesin bersifat *on-demand machine uptime*. Artinya informasi mesin ini tetap.

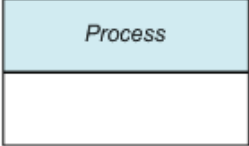
d. Jumlah Operator

Menyatakan jumlah orang yang dibutuhkan saat untuk satu proses.

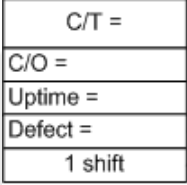
e. Waktu Kerja

Waktu kerja yang dibutuhkan untuk tiap *shift* pada suatu proses sesudah dikurangi dengan waktu istirahat (*break*), waktu rapat (*meeting*), dan waktu membersihkan area kerja (*cleanup times*).

Tabel 2.1. Lambang-Lambang yang Digunakan pada Peta Kategori Proses

No.	Nama	Lambang	Fungsi
1	<i>Customer/Supplier</i>		Merepresentasikan <i>Supplier</i> bila diletakkan di kiri atas, yakni sebagai titik awal yang umum digunakan dalam penggambaran aliran material. Sementara gambar akan merepresentasikan <i>Customer</i> bila ditempatkan di kanan atas, biasanya sebagai titik akhir aliran material.
2	<i>Dedicated Process</i>		Merepresentasikan pergerakan material dari satu proses menuju proses berikutnya. <i>Push</i> (mendorong) memiliki arti bahwa proses dapat memproduksi sesuatu tanpa memandang kebutuhan cepat dari proses yang bersifat <i>downstream</i> .
3	<i>Shared Process</i>		Menyatakan operasi proses, departemen atau stasiun kerja dengan famili-famili yang saling berbagi dalam <i>value-stream</i> . Perkiraan jumlah operator yang dibutuhkan dalam <i>value-stream</i> dipetakan, bukan sejumlah operator yang dibutuhkan untuk memproduksi seluruh produk.

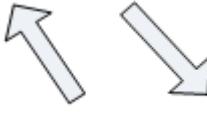
**Tabel 2.1. Lambang-Lambang yang Digunakan pada Peta Kategori Proses
(Lanjutan)**

No.	Nama	Lambang	Fungsi
4	<i>Data Box</i>		Lambang ini memiliki lambang-lambang didalamnya yang menyatakan informasi/data yang dibutuhkan untuk menganalisis dan mengamati sistem
5	<i>Operator</i>		Lambang ini merepresentasikan operator. Lambang ini menunjukkan jumlah operator yang dibutuhkan dalam proses.
6	<i>Work Cell</i>		Mengindikasi banyak proses yang terintegrasi dalam sel-sel kerja manufaktur, seperti sel-sel yang biasa memproses famili terbatas dari produk yang sama atau produk tunggal. Produk berpindah dari satu langkah proses ke langkah proses lain dalam berbagai <i>batch</i> yang kecil atau bagian-bagian tunggal.
7	<i>Inventory</i>		Menunjukkan keberadaan suatu inventori diantara dua proses. Ketika memetakan <i>current state</i> , jumlah inventori dapat diperkirakan dengan satu perhitungan cepat, dan jumlah tersebut dituliskan dibawah gambar segitiga. Jika terdapat lebih dari satu akumulasi inventori, gunakan satu lambang untuk masing-masing inventori.

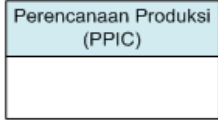
d. Pembuatan Peta Aliran Material dan Informasi Keseluruhan Pabrik

Kesatuan peta alur *value-stream* juga mencakup aliran material yang harus ada dalam peta. Selain aliran material, maka yang tak kalah pentingnya dalam peta *value-stream* adalah aliran informasi yang juga mencakup aliran yang ditunjukkan dengan ikon *push arrow*. Penggambaran *shipments* dan *lead-time bar* dari bahan mentah hingga produk jadi (*finished good*) yang telah berada di *shipping-end* untuk dikirim ke konsumen. Dengan demikian peta *Current State Map* telah lengkap. Pada tahapan ini, maka gambar yang telah dibuat pada tahap sebelumnya, disempurnakan dengan lambang-lambang yang dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Lambang-Lambang yang Melengkapi Peta Keseluruhan

No.	Nama	Lambang	Fungsi
1	<i>Shipment</i>		Merepresentasikan pergerakan <i>raw material</i> dari <i>supplier</i> hingga menuju gudang penyimpanan akhir di pabrik. Atau pergerakan dari produk akhir di gudang penyimpanan pabrik hingga sampai ke konsumen.
2	<i>Push Arrows</i>		Merepresentasikan pergerakan material dari satu proses menuju proses berikutnya. <i>Push</i> (mendorong) memiliki arti bahwa proses dapat memproduksi sesuatu tanpa memandang kebutuhan cepat dari proses yang bersifat <i>downstream</i> .
3	<i>External Shipments</i>		Lambang ini berarti pengiriman yang dilakukan dari <i>supplier</i> ke konsumen atau pabrik ke konsumen dengan menggunakan pengangkutan eksternal (di luar pabrik).

**Tabel 2.2. Lambang-Lambang yang Melengkapi Peta Keseluruhan
(Lanjutan)**

No.	Nama	Lambang	Fungsi
4	<i>Production Control</i>		Merepresentasikan penjadwalan produksi utama atau departemen pengontrolan, orang atau operasi.
5	<i>Manual Info</i>		Gambar anak panah yang lurus dan tipis menunjukkan aliran informasi umum yang bisa diperoleh melalui catatan, laporan ataupun percakapan. Jumlah dan jenis catatan lain bisa jadi relevan.
6	<i>Electronic Info</i>		Merepresentasikan aliran elektronik seperti melalui: <i>Electronic Data Interchange (EDI)</i> , internet, intranet, LANs (<i>Local Area Network</i>), WANS (<i>Wide Area Network</i>). Melalui anak panah ini, maka dapat diindikasikan jumlah informasi atau data yang dipertukarkan, jenis media yang digunakan seperti fax, telepon, dll
7	<i>Timeline</i>		Menunjukkan waktu yang memberikan nilai tambah (<i>cycle times</i>) dan waktu yang tidak memberikan nilai tambah (waktu menunggu). Gunakan lambang ini untuk menghitung <i>Lead Time</i> dan <i>Total Cycle Time</i> .

Setelah membuat *Current State Map*, maka langkah terakhir dalam *value stream mapping* adalah membuat suatu *future state map*. Tujuan dari *value stream mapping* adalah untuk mengetahui dengan jelas sumber-sumber pemborosan dan membantu membuat area target bagi proses perbaikan yang nyata. *Future*

state map tidaklah lebih dari sekedar pengimplementasian rencana yang menjelaskan jenis *tool* yang dibutuhkan dalam proses *lean* untuk mengeliminasi pemborosan dan dimana (pada proses apa) *tool* tersebut diperlukan dalam *value stream* suatu produk. Pembuatan suatu *future state map* diawali dengan menjawab serangkaian pertanyaan terkait masalah yang menyebabkan perlu dibangunnya suatu *future state map*, dan juga implementasi teknis terkait penggunaan *tools* dalam proses *lean*. Penemuan akar masalah menggunakan *Fishbone Diagram*. *Future State Map* ini diperoleh berdasarkan analisis dari *Current State Map* yang telah dibuat sebelumnya dan dengan menerapkan *tool* yang sesuai untuk digunakan.

2.5. Diagram Sebab Akibat (*Fishbone Diagram*)

Beberapa penelitian yang berkaitan dengan menggunakan diagram sebab akibat (*fishbone diagram*) yang bertujuan untuk mengidentifikasi akar permasalahan yang ada.

Cahyanti et al., (2013) melakukan penelitian tentang upaya pengurangan *waste* pada proses produksi botol x menggunakan metode *lean sigma*. Penelitian tersebut bertujuan mengidentifikasi *waste-waste* yang terjadi dalam proses produksi, menganalisis faktor-faktor penyebab *waste*, dan memberikan usulan rekomendasi perbaikan untuk meminimasi *waste*. Penelitian ini dilakukan sebagai upaya *continuous improvement* untuk perbaikan proses dalam langkah kerja *Six Sigma* (DMAIC). Rekomendasi perbaikan yang diusulkan dalam penelitian ini ini didasarkan dari hasil identifikasi *CTQ waste* yang telah dianalisis akar permasalahan penyebab *waste* yang paling berpengaruh menggunakan *fishbone diagram*. Berdasarkan analisis faktor-faktor penyebab *waste* dengan menggunakan *fishbone diagram*, teridentifikasi empat jenis *waste* dalam proses produksi botol X, yaitu *defect*, *overproduction*, *waiting*, dan *inventories*.

Dalam penelitiannya, Musthofa et al., (2014) melakukan penelitian pada salah satu perusahaan yang bergerak pada bidang *garment* border terbesar di Jawa Timur. Pada proses produksi, masih ditemukan beberapa *waste*. Untuk mengurangi *waste* yang telah teridentifikasi dengan pendekatan *lean manufacturing* yaitu *value stream mapping* (VSM), maka dianalisis akar penyebab *waste* pada proses produksi menggunakan *fishbone diagram*. *Waste* yang berhasil diidentifikasi maka dicari akar penyebab masalahnya menggunakan *fishbone diagram* dan hasilnya adalah sebagai berikut: *excessive*

transportation, waiting, inappropriate processing, defect, overproduction, unnecessary inventory, dan unnecessary motion.

Penelitian yang dilakukan di PT. Petrokima Kayaku pada unit produksi cair masih ditemui aktivitas yang tidak bernilai tambah (*waste*) pada aliran proses produksi. Untuk mereduksi *waste* yang teridentifikasi, digunakan pendekatan *lean manufacturing* dengan salah satu *tools* dalam konsep *lean* yaitu *value stream mapping* (VSM). Langkah selanjutnya yaitu melakukan analisis penyebab timbulnya *waste*. Untuk mengetahui akar penyebab dari timbulnya *waste* disini maka akan dianalisis menggunakan *fishbone diagram*. Setelah diidentifikasi penyebab-penyebab dari permasalahan, maka dapat segera dilakukan tindakan perbaikan.

Diagram Sebab Akibat adalah sebuah diagram yang menunjukkan hubungan antara karakteristik mutu dan faktor (Grant, 1991). Menurut Nasution (2005), diagram sebab-akibat adalah suatu pendekatan terstruktur yang memungkinkan dilakukan suatu analisis lebih terperinci dalam menemukan penyebab-penyebab suatu masalah, ketidaksesuaian, dan kesenjangan yang terjadi. Diagram ini lebih dikenal dengan istilah *fishbone diagram* atau diagram tulang ikan dikenalkan oleh Kaoru Ishikawa yang pada awalnya digunakan oleh bagian pengendali kualitas untuk menemukan potensi penyebab masalah dalam proses manufaktur yang biasanya melibatkan banyak variasi dalam sebuah proses. Kegunaan utama diagram ini adalah untuk menganalisis timbulnya akibat, yaitu dengan mencari atau menemukan dan menggambarkan faktor-faktor yang menjadi penyebab dari suatu masalah.

Menurut Ishikawa (1985), kegunaan dari diagram sebab-akibat adalah untuk mengidentifikasi penyebab-penyebab dari permasalahan kualitas agar dapat diperbaiki dan dapat dipakai untuk menganalisis hampir semua permasalahan. Struktur dalam diagram membantu untuk berpikir secara sistematis (Stefanovic et al., 2014). Diagram sebab akibat tersebut menunjukkan hubungan antara :

1. Akibat (*effect*) : Berupa mutu (*Quality*) dan
2. Sebab (*cause*) : Berupa faktor-faktor yang berpengaruh.

Faktor-faktor yang berpengaruh, biasanya terdapat 5 (lima) faktor utama, yaitu: manusia (*man*), bahan (*material*), metode (*method*), mesin (*machine*), dan lingkungan (*environment*). Biasanya disingkat dengan 4M dan 1E. Sebab-sebab

yang mungkin dapat dikumpulkan, tidak selamanya meliputi kelima kelompok faktor diatas.

2.6. Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data dilakukan jika data-data sudah dikumpulkan. Data dikatakan seragam jika berasal dari sistem sebab yang sama dan berada diantara kedua batas kontrol, dan dikatakan tidak seragam jika berasal dari sistem sebab yang berbeda dan berada diluar batas kontrol (Sutalaksana, 2006).

Tahap-tahap melakukan uji keseragaman data adalah sebagai berikut :

a. Menentukan jumlah *subgroup*

Data-data yang dikumpulkan dibagi kedalam beberapa *subgroup*. Menentukan jumlah *subgroup* dapat dirumuskan seperti yang ditunjukkan persamaan 2.1.

$$k = 1 + 3,3 \log N \quad (2.1)$$

Keterangan :

k = Jumlah *subgroup*

N = Jumlah pengamatan

b. Menghitung rata-rata dari harga rata-rata *subgroup*

Menghitung rata-rata dari harga rata-rata *subgroup* dapat dirumuskan seperti yang ditunjukkan persamaan 2.2.

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum \bar{X}_i}{k} \quad (2.2)$$

Keterangan :

$\bar{\bar{X}}$ = Rata-rata dari harga rata-rata *subgroup* (detik)

$\sum \bar{X}_i$ = Jumlah rata-rata *subgroup* (detik)

k = Jumlah *subgroup*

c. Menghitung standar deviasi sebenarnya dari waktu penyelesaian

Menghitung standar deviasi sebenarnya dari waktu penyelesaian dapat dirumuskan seperti yang ditunjukkan persamaan 2.3.

$$\sigma = SD = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N - 1}} \quad (2.3)$$

Keterangan :

σ = Standar deviasi dari waktu penyelesaian

X_i = Data ke-i

$\bar{\bar{X}}$ = Rata-rata dari harga rata-rata *subgroup* (detik)

N = Jumlah data

- d. Menghitung standar deviasi dari distribusi harga rata-rata *subgroup*

Menghitung standar deviasi dari distribusi nilai rata-rata *subgroup* dapat dirumuskan seperti yang ditunjukkan persamaan 2.4.

$$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{N}} \quad (2.4)$$

Keterangan :

$\sigma_{\bar{X}}$ = Standar deviasi dari distribusi nilai rata-rata *subgroup*

σ = Standar deviasi dari waktu penyelesaian

N = Jumlah data setiap *subgroup*

- e. Menghitung Batas Kendali Atas (BKA) dan Batas Kendali Bawah (BKB)

Menghitung Batas Kendali Atas (BKA) dan Batas Kendali Bawah (BKB) dapat dirumuskan seperti yang ditunjukkan persamaan 2.5. dan 2.6.

$$BKA = \bar{\bar{X}} + 3 \sigma_{\bar{X}} \quad (2.5)$$

$$BKB = \bar{\bar{X}} - 3 \sigma_{\bar{X}} \quad (2.6)$$

Keterangan :

$\sigma_{\bar{X}}$ = Standar deviasi dari nilai rata-rata *subgroup*

$\bar{\bar{X}}$ = Rata-rata *subgroup* (detik)

Data yang diperhatikan dalam uji keseragaman adalah data yang berada dalam batas-batas kontrol, yaitu yang berada dalam nilai BKA dan BKB. Hal ini dikarenakan data-data ini akan digunakan dalam proses perhitungan berikutnya.

2.7. Uji Kecukupan Data

Sutalaksana (2006) menyatakan bahwa uji kecukupan data dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu tingkat ketelitian dan tingkat keyakinan yang berarti pencerminan tingkat kepastian yang diinginkan oleh pengukur setelah memutuskan tidak akan melakukan pengukuran yang sangat banyak. Kedua faktor tersebut dijelaskan sebagai berikut:

- Tingkat ketelitian menunjukkan penyimpangan maksimum hasil pengukuran dari waktu penyelesaian sebenarnya. Dinyatakan dalam persen.
- Tingkat keyakinan menunjukkan besarnya keyakinan pengukur bahwa hasil yang diperoleh memenuhi syarat ketelitian dan dinyatakan dalam persen.

Sutalaksana (2006) merumuskan perhitungan uji kecukupan data dengan menggunakan persamaan 2.7.

$$N' = \left(\frac{\frac{K}{S} \sqrt{N(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right)^2 \quad (2.7)$$

Keterangan:

N' = Jumlah pengukuran yang diperlukan

N = Jumlah pengukuran yang telah dilakukan

K = Tingkat keyakinan

S = Tingkat ketelitian

X_i = Data ke- i

