

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Lean manufacturing adalah filosofi manajemen proses yang berasal dari *Toyota Production System (TPS)*, dengan tujuan peningkatan kepuasan konsumen secara keseluruhan. Konsumen dalam penelitian ini adalah departemen produksi yang menginginkan ketepatan waktu perbaikan, sehingga jadwal produksi tidak terlambat. Beberapa penelitian yang berkaitan dengan implementasi pendekatan *lean manufacture* telah banyak dilakukan. Beberapa diantaranya bertujuan untuk minimasi *waste* dan analisa peningkatan produktivitas serta perbaikan proses produksi (Liker dan Morgan, 2006).

Mengurangi *waste* pada departemen *maintenance* adalah hal yang penting dilakukan untuk meningkatkan kualitas perbaikan mesin yang tepat dan cepat. Penanganan *waste* secara sistematis secara tidak langsung merupakan pemecahan sistematis terhadap faktor-faktor yang mengakibatkan masalah pada manajemen (Hines, et.all). Penelitian sebelumnya yang juga membahas tentang pengurangan pemborosan adalah penelitian yang dilakukan Danang (2010) yaitu penelitian di PT. Wowin Purnomo yang membahas tentang pemborosan yang terjadi karena *over production* pada stasiun kerja pengisian kecap ke botol. Tujuan dari penelitian adalah mengidentifikasi pemborosan yang terjadi, mengetahui *process activity mapping* dan memberikan usulan perbaikan untuk mengurangi pemborosan dengan menggunakan metode *Lean Manufacture* dan *Value Stream Mapping*.

Menurut Herlina (2013) proses *unloading cargo iron ore* pada perusahaan yang bergerak dalam bidang jasa pelabuhan juga sering mengalami keterlambatan, sehingga perusahaan tersebut menanggung biaya *penalty* atas keterlambatan tersebut. Tujuan dari penelitian tersebut adalah untuk meminimalisasi *waste* pada aliran proses *unloading cargo iron ore* dan melakukan scenario 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%).

Waskitomo (2014) melakukan penelitian di perusahaan yang bergerak dalam bidang percetakan. Waktu proses perpindahan material lama dan menyebabkan keterlambatan, sehingga perusahaan tersebut menanggung biaya keterlambatannya. Tujuan dari penelitiannya adalah meningkatkan efisiensi perusahaan dengan pengurangan pemborosan waktu akibat tata letak yang kurang perencanaan sehingga mengakibatkan jarak pemindahan material menjadi panjang. Untuk mengidentifikasi pemborosan yang terjadi metode yang digunakan adalah *Value Stream Mapping* dan *re-layout*, sehingga jarak transportasi material dapat dikurangi dan kerugian waktu dapat dihilangkan.

Keberhasilan metode *lean manufacture* dalam meminimasi *waste* juga ditemukan oleh Prihantoko (2015) dalam penelitiannya di PT Petrokimia Kayaku. Penelitian tersebut bertujuan untuk mengetahui aktivitas produksi apa saja yang termasuk dalam aktivitas *value added* dan *non value added*, mengidentifikasi *waste* yang terdapat pada sistem produksi melalui *value stream mapping* dan membuat rancangan usulan perbaikan untuk meminimalkan *waste* pada proses produksi yang menyebabkan *lead time* panjang. Rancangan perbaikan pada *future state map* berdasarkan hasil rekomendasi perbaikan analisis penyebab timbulnya *waste* dengan menggunakan *fishbone diagram* mampu menurunkan *lead time* produksi sehingga perusahaan dapat memproduksi dengan lebih cepat dan keterlambatan penyerahan produk dapat dihilangkan atau dikurangi.

Berdasarkan penelitian terdahulu dapat diketahui masih ada tempat untuk peneliti sekarang dalam mengembangkan penelitian tentang pemborosan waktu pada perusahaan dan pada bagian yang berbeda dengan penelitian sebelumnya. Penelitian sekarang dilakukan di departemen *maintenance* PT SGM, yaitu bagian perbaikan dan perawatan mesin-mesin produksi yang bergerak di bidang pengolahan susu bubuk. Pada saat jadwal *preventive maintenance*, perbaikan lama dan sering terjadi keterlambatan yang menyebabkan keterlambatan jadwal produksi. Hal tersebut disebabkan masih adanya *waste* diproses perawatan tersebut. 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 perbaikan dan perawatan mesin dimulai dari persiapan perbaikan, proses perbaikan, hingga final setting dan penyerahan ke bagian produksi. Dengan telah teridentifikasinya *waste*, *re-layout* fasilitas *workshop* juga dibutuhkan untuk mengurangi jarak transport yang berulang.

Tabel 2.1. Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Sekarang

Penelitian	Obyek	Tujuan	Metode
Danang (2010)	Pemborosan yang terjadi karena <i>over production</i> pada PT Wowin Purnomo	Mengetahui <i>process activity mapping</i> dan memberikan usulan perbaikan untuk mengurangi pemborosan	<i>Lean Manufacture</i> dan <i>Value Stream Mapping</i>
Alfia Maya (2010)	Tingginya pemborosan waktu di divisi Finishing sandal jepit pada PT. Mulia Sentosa	Meningkatkan kondisi kinerja	Proses Value Analysis dan Value Stream Mapping
Ardhiansah (2013)	Pemborosan yang terjadi pada PT. X	Mengevaluasi dan melakukan minimasi dan identifikasi pemborosan	<i>Value Stream Mapping Activity</i> dan <i>Fishbone Diagram</i>
Waskitomo (2014)	Menganalisa pemborosan waktu yang terjadi di rantai produksi pada PT. Solindo Grapika	Meningkatkan efisiensi perusahaan dengan mengurangi pemborosan waktu akibat tata letak yang kurang perencanaan sehingga mengakibatkan jarak pemindahan material menjadi panjang	<i>Value Stream Mapping</i> dan <i>re-layout</i>
Stefanus Anjasmoro Prihantoko (2015)	Mininase waste PT Petrokimia Kayaku	Megetahui cara <i>minimasi waste</i>	<i>Lean Manufacture</i>

2.2. Lean Manufacturing

Lean manufacturing atau *lean production* 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*. 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 dan 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 *Just-in-Time* (William, 2001).

Konsep dasar *lean manufacturing* sebagai berikut:

a. Pendefinisian *waste* (pemborosan)

Aktivitas menghasilkan produk dikategorikan menjadi *value added* (pemberiaan nilai tambah) dan *non-value added* (tidak memberikan nilai tambah).

b. Standardisasi proses

Standardisasi kerja merupakan implementasi dari panduan produksi yang rinci untuk mengeliminasi variasi pekerja dalam melakukan pekerjaannya.

c. *Continuous flow*

Lean bertujuan mengimplementasikan aliran produksi kontinue, bebas dari *bottleneck*, *interruption*, atau *waiting*. Waktu siklus produksi dapat berkurang hingga 90% dengan keberhasilan implementasi.

d. *Pull production (Just-in Time)*

Tujuan konsep ini memproduksi produk yang dibutuhkan.

e. *Quality at the source*

Tujuan *lean* mengeliminasi sumber kecacatan dan pemeriksaan kualitas pekerja pada proses produksi.

f. *Continuous Improvement*

Tujuan *lean* untuk mencapai kesempurnaan untuk mengeliminasi pemborosan secara terus menerus yang dilakukan dengan perbaikan bertahap.

2.2.1. Standardisasi Kerja

Pembentukan proses dan prosedur yang terstandarisasi merupakan kunci dalam menciptakan kinerja yang konsisten. Standardisasi digerakkan oleh pekerja, bukan diterapkan pada pekerja. Pekerja yang memahami pekerjaannya dengan cukup detail dapat memberikan kontribusi yang besar terhadap standardisasi. Standardisasi 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 standardisasi kerja (Liker, 2006), yaitu:

a. Standardisasi urutan pekerjaan, merupakan aturan bagi pekerja dalam melakukan tugasnya, termasuk gerakan dan urutan proses.

- b. 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.
- c. Standardisasi persediaan antar proses, merupakan jumlah minimum unit persediaan yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan yang terstandardisasi tersebut. Hal ini diperlukan untuk menjaga supaya proses produksi dapat berjalan dengan lancar.

2.2.2. 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.

2.3. Macam-macam waste

Pemborosan (*waste*) adalah segala aktivitas pemakaian sumber daya yang tidak memberikan nilai tambah pada produk. Semua *waste* yang terjadi berhubungan erat dengan dimensi waktu. Secara konseptual, *waste* adalah segala aktifitas dan kejadian di dalam value stream (aliran nilai) yang termasuk non value added (NVA). Penggolongan ini mengacu pada kategorisasi aktivitas dalam sebuah perusahaan oleh Hines dan Taylor (2000) yang mengelompokkan aktivitas dalam organisasi menjadi tiga: *Value Added (VA)*, *Non Value Added (NVA)*, *Necessary but Non Value Added (NNVA)*.

Aktivitas VA adalah memberikan nilai tambah bagi konsumen akhir, sedangkan jika tidak memberikan nilai tambah bagi konsumen akhir maka aktivitas tersebut tergolong NVA. Diantara dua kelompok tersebut terdapat kelompok (NNVA) terakhir yang tidak memberikan nilai tambah tetapi diperlukan misalkan waktu istirahat dan material *handling*. Menurut Gaspersz (2011), kelompok NNVA, meskipun tidak harus segera, sebisa mungkin dikurangi atau dihilangkan sedangkan NVA harus segera diprioritaskan untuk dihilangkan.

Menurut Liker (2006), ada delapan jenis *waste* yang tidak memberikan nilai dalam proses bisnis dan manufaktur, antara lain sebagai berikut:

- a. Produksi yang berlebih (*over production*)

Kriteria *over production* adalah:

- i. Memproduksi sesuatu lebih awal dari yang dibutuhkan.
- ii. Memproduksi dalam jumlah yang lebih besar daripada 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.

b. Waktu menunggu (*waiting time*)

Kriteria waktu menunggu antara lain:

- i. Pekerja berdiri menunggu tahap selanjutnya dari proses baik menunggu pasokan, alat, 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 tidak langsung dikerjakan di proses selanjutnya.

c. Transportasi

Kriteria transportasi yaitu:

- 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 (*over processing*)

Kriteria proses berlebih adalah:

- i. Melakukan langkah yang tidak diperlukan dalam 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 (*waste of inventory*)

- i. Salah satu kriteria persediaan berlebih adalah persediaan yang dapat meningkatkan resiko barang kadaluarsa dan barang rusak.
- ii. Tidak ada sistem penyimpanan yang baik sehingga terjadi kesulitan dalam mencari barang yang disimpan.

f. Gerakan yang tidak perlu (*motion*)

Kriteria gerakan yang tidak perlu antara lain:

- 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, ketrampilan, peningkatan dan kesempatan belajar karena tidak melibatkan dan mendengarkan karyawan.

2.4. Value Stream Mapping

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* (Rother dan Shook, 2003). *Value Stream Mapping* dapat digunakan untuk memetakan aliran aktifitas perbaikan dan informasi secara menyeluruh dimulai dari kedatangan teknisi ke mesin yang akan diperbaiki lalu melalui semua tahap proses perbaikan sesuai list pekerjaan hingga setting akhir dan penyerahan kepada bagian produksi untuk menghasilkan output.

Identifikasi seluruh jenis pemborosan di sepanjang proses perbaikan dapat dipetakan dengan VSM untuk 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 antara perbaikan mesin dan proses produksi.

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.

Value stream mapping terdiri dari dua pemetaan yang harus digambarkan yaitu pembuatan *current state map* dan *future state map* (Taylor dan Brunt, 2001). Pembuatan *current state map* dilakukan untuk memetakan kondisi aktual, dimana segala informasi yang terdapat dalam setiap proses dicantumkan dalam pemetaan. *Current state map* digunakan untuk mengidentifikasi pemborosan dan sumber pemborosan yang terjadi. *Future state map* dibuat setelah usulan perbaikan diketahui.

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 dan Jones (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 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 perbaikan *preventive* yang aktual. Melakukan pengamatan mendetail untuk setiap kategori proses. Untuk setiap proses, maka seluruh informasi kritis termasuk *lead time*, *cycle time*, *changeover time*, jumlah teknisi, dan waktu kerja (sudah dikurangi dengan waktu istirahat). Yang semuanya akan dimasukkan dalam suatu *data box* untuk masing-masing proses.

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 *change over time* menyatakan waktu untuk memindahkan dari posisi kiri menjadi posisi kanan dalam pembuatan satu produk simetris.

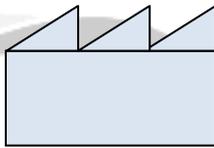
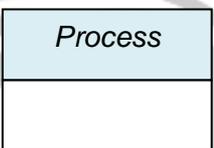
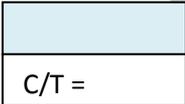
c. Jumlah Operator

Menyatakan jumlah orang yang dibutuhkan saat untuk satu proses.

d. Waktu Kerja

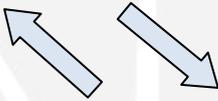
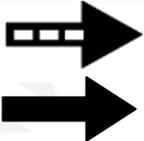
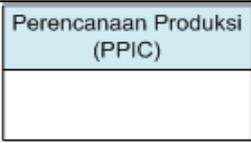
Waktu kerja yang dibutuhkan untuk tiap *shift* pada suatu proses sesudah dikurangi dengan waktu istirahat (*break*), waktu rapat (*meeting*), dan waktu membersihkan area kerja (*cleanup times*).

Tabel 2.2. 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 teknisi dan bagian mesin yang diperbaiki dari satu proses menuju proses berikutnya.
3	<i>Data box</i>		Lambang ini memiliki lambang didalamnya yang menyatakan informasi/data yang dibutuhkan untuk menganalisis dan mengamati sistem
4	<i>Inventory</i>		Menunjukkan keberadaan suatu inventori diantara dua proses. Ketika memetakan current state, 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.

e. 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 2.3.

Tabel 2.3. Lambang-Lambang yang Melengkapi Peta Keseluruhan

No.	Nama	Lambang	Fungsi
1.	<i>Shipment</i>		Merepresentasikan pergerakan <i>raw material</i> dari supplier hingga gudang penyimpanan akhir pabrik. Atau pergerakan dari proses akhir perbaikan hingga sampai ke konsumen.
2.	<i>Push Arrows</i>		Merepresentasikan pergerakan dari satu proses menuju proses berikutnya. <i>Push arrows</i> putus-putus melambangkan ada jarak antar proses.
3.	<i>Production Control</i>		Merepresentasikan penjadwalan produksi utama atau departemen pengontrolan, orang atau operasi
4.	<i>Electronic Info</i>		Merepresentasikan aliran elektronik melalui: Electronic Data Interchange (EDI), Internet, Intranet, LANS (Local Area Network), WANS (Wide Area Network). Melalui anak panah ini, maka dapat diindikasikan jumlah informasi atau data yang dipertukarkan, jenis media yang digunakan seperti fax, telepon, dll
5.	Timeline		Menunjukkan waktu yang memberikan nilai tambah (<i>cycle times</i>) dan waktu yang tidak memberikan nilai tambah (waktu menunggu). Gunakan lambang ini untuk menghitung Lead Time dan total Cycle Time

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 perbaikan yang akan dilakukan. Penyebab pemborosan yang terjadi, kemudian akan dianalisa menggunakan *fishbone* diagram.

2.5. Diagram Sebab Akibat (*Fishbone Diagram*)

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*)
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.

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*.

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 *et all*, 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.

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

Keterangan :

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

$\sum Xi$ = 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.

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

Keterangan :

σ = Standar deviasi dari waktu penyelesaian

X_i = Data ke- i

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

N = Jumlah data

d. Menghitung standar deviasi dari distribusi nilai 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 :

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

\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:

- a. Tingkat ketelitian menunjukkan penyimpangan maksimum hasil pengukuran dari waktu penyelesaian sebenarnya dan dinyatakan dalam persen.
- b. Tingkat keyakinan menunjukkan besarnya keyakinan pengukur bahwa hasil yang diperoleh memenuhi syarat ketelitian dan dinyatakan dalam persen. Sitalaksana (2006) merumuskan perhitungan uji kecukupan data dengan menggunakan persamaan 2.7.

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

Keterangan:

N' = Jumlah pengukuran yang diperlukan

N = Jumlah pengukuran yang telah dilakukan

K = Tingkat keyakinan

S = Tingkat ketelitian

Xi = Data ke- i

2.8. *Layout*

Tata letak atau *layout* dipakai untuk menunjukkan pengaturan pabrik dan bagian-bagiannya, sehingga tata letak mencakup lokasi peralatan di dalam bagian yang kecil dan pengaturan letak bagian-bagian di atas sebidang tanah bangunan. Tata letak adalah suatu landasan utama dalam dunia industri. *Layout* dapat didefinisikan sebagai tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas pabrik guna kealncaran proses produksi (Yamit, 1998). Pengaturan tersebut memanfaatkan luas area untuk menempatkan mesin atau fasilitas penunjang produksi lainnya, kelancaran gerak perpindahan material baik bersifat temporer maupun permanen, personal pekerja dan sebagainya. Dalam tata letak terdapat dua hal yang diatur letaknya yaitu pengaturan mesin dan pengaturan *departemen* dalam suatu industri.

Menurut Apple (1990) *layout* adalah perencanaan yang menyeluruh dari tata letak fasilitas produksi yang ada, sehingga pelaksanaan proses produksi didalam perusahaan tersebut akan dapat dengan seoptimal mungkin.

Dengan adanya *layout* yang tepat diharapkan pelaksanaan proses perbaikan akan dapat berjalan dengan lancar dan cepat. Tujuan perencanaan *layout* ini akan mencakup beberapa hal sebagai berikut (Handoko, 1984):

Simplifikasi dari proses produksi

- a. Pengurangan biaya pemindahan bagan atau barang
- b. Tingkat perputaran persediaan barang
- c. Terdapat keamanan kerja dan kepuasan karyawan
- d. Produktifitas kerja para karyawan dapat bertambah.

2.9. Preventive Maintenance

Preventive maintenance adalah salah satu system perbaikan mesin secara *preventive* yang tidak bertujuan untuk mengungkapkan kerusakan mesin tetapi untuk mencegah terjadinya *breakdown* di awal, sebelum jadwal perbaikan mesin dilakukan. Perbaikan mesin secara *preventive* sangat penting dilakukan di setiap mesin produksi menurut Arslankaya dan Atay (2015) meliputi :

a. Inspeksi

Inspeksi adalah pemeriksaan rutin untuk memperoleh data berkaitan dengan kondisi komponen-komponen penting dalam mesin. Kumpulan data inspeksi rutin dapat dibuat grafik analisis untuk menentukan waktu perbaikan atau penggantian selanjutnya.

b. Pelumasan

Pelumasan adalah tindakan berkala berkaitan dengan *part-part* yang berputar atau kontak surface yang memerlukan pelumasan. Penambahan oli pada rumah bearing, penggantian *grease* pada bidang kontak antar roda gigi sangat penting dilakukan agar kinerja dan kondisi mesin lebih tahan lama.

c. *Cleaning*

Aktivitas *cleaning* pada mesin terbagi menjadi 2 yaitu *routine cleaning* dan *deep cleaning*.

i. *Routine cleaning* adalah tindakan pembersihan komponen-komponen mesin yang sederhana, area sisi luar dan yang kontak dengan produk. Sehingga tidak ada deposit yang menyebabkan mekanisme kerja mesin menjadi berat atau terhambat.

ii. *Deep cleaning* adalah tindakan pembersihan komponen mesin saat mesin off dengan membuka cover mesin dan melepas komponen mesin yang akan dibersihkan.

d. *Adjustment* dan Pengencangan

Adjustment dan pengencangan di bagian mesin yang beroperasi secara terus-menerus sangat penting dilakukan. Hal tersebut dilakukan untuk menjaga kondisi mekanisme pergerakan mesin tetap sesuai dengan parameter yang diinginkan. Pengencangan pada bagian-bagian mesin juga sangat penting dilakukan agar saat mesin beroperasi tidak terlepas sehingga menyebabkan kerusakan mesin yang lebih besar.

e. Penggantian

Penggantian mesin berkala dilakukan pada saat jadwal perbaikan *preventive* dilaksanakan. Berdasarkan data inspeksi dan kondisi di mesin *part* mesin yang sudah rusak maupun aus wajib dilakukan penggantian. Penggantian dilakukan untuk meningkatkan keandalan mesin pada saat beroperasi menghasilkan produk *output* sesuai target yang diharapkan.

Menurut pendapat O'Connor dan Patrick (2001) *preventive maintenance* adalah kegiatan perbaikan dan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi atau keadaan yang dapat menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu proses produksi. Jadi, semua fasilitas produksi yang mendapatkan jadwal perawatan (*preventive maintenance*) akan terjamin kontinuitas kerjanya.