

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Induktif

Kajian induktif menerangkan tentang penelitian-penelitian yang terdahulu yang berkaitan dengan judul “Redesign Proses Produksi Dengan Pendekatan Lean Thinking Pada Batik Ayu Arimbi” dan mengutip fakta-fakta serta data yang sudah ada pada penelitian sebelumnya. Pada penelitian yang dilakukan oleh (Margiati, 2015) yang melakukan penelitian tentang “Optimalisasi *Total Quality Excellence* pada PT. Kutai Timber Indonesia Melalui Perbaikan Proses Produksi Menggunakan Metode VALSAT” didapatkan hasil analisis diperoleh 4 *waste* yang terjadi yaitu *waiting*, *waste defect*, *transportation*, dan *unnecessary inventory* (Zokaei & Hines, 2017). Hasil dari metode VALSAT diperoleh 2 detail *mapping* yang terbesar yaitu *Process Activity Mapping* dan *Supply Chain Response Matrix*.

Hines & Rich (1997) pada penelitiannya tentang “*The Seven Value Stream Mapping Tools*” menjelaskan tentang macam-macam *tools* yang ada dalam VALSAT. pada kesimpulan penelitian didapat bahwa proses pada umumnya didasarkan pada pendekatan yang dirasa paling sesuai dengan *industry* yang diteliti, pekerja, dan tipe dari masalah yang ada. Identifikasi tipe ini berdasarkan *waste* yang terjadi yang akan diminimalisir atau dihilangkan. Prinsip lean ini perlu ditanamkan oleh perusahaan dan didorong dengan usaha perbaikan pengurangan *waste* disetiap bagian yang melakukan produksi.

Penelitian dari Rabbani (2017) memfokuskan penelitian pada pengaplikasian metode “*A Robust credibility-based fuzzy programming*” yang diterapkan pada lingkup optimasi rantai pasok. Menurutnya penerapan lean ini adalah pemilihan beberapa supplier yang memiliki kualitas material yang terbaik dengan waktu pengiriman yang singkat. Perencanaan untuk waktu jangka panjang dan parameter yang subjektif akan menimbulkan ketidakpastian dan tingginya biaya yang tidak terjangkau, oleh karena itu perkembangan RCFP perlu dikembangkan.

Keempat, adalah penelitian dari Intifada (2012) yang berjudul “Minimasi *Waste* (pemborosan) Menggunakan *Value Stream Analysis Tools* untuk Meningkatkan Efisiensi Waktu Produksi” ini menggunakan metode pengumpulan data menggunakan kuisisioner 7 *waste* dan pengolahannya dengan VALSAT. Peta yang digunakan adalah PAM dengan skor pemilihan *tools* sebesar 81. Dari penelitian ini didapat perubahan waktu pengerjaan menjadi 4916,6 hari dari yang semula 4965,6 hari dengan tipe *waiting* sebesar 1,05%.

Penelitian kelima berasal dari Fanani (2011) dengan prinsip lean untuk melakukan penelitian ini didukung dengan metode VALSAT dan dianalisa dimana terjadinya *waste*. Berdasarkan hasil didapatkan *waste* dengan skor yang tinggi diantaranya adalah *waste waiting*, *waste defect*, *waste unnecessary motion*, dan *waste unnecessary inventory*. Usulan perbaikannya antara lain mereduksi *lead time* dan menggunakan ROP untuk perbaikan pada *inventory*.

Jakfar (2014) dalam penelitiannya “ Pengurangan *Waste* Menggunakan Pendekatan *Lean Manufacturing*” dengan menggunakan *value stream mapping* untuk tahap awal maka didapatkan *waste* apa saja yang terjadi dikelompokkan menjadi VA, NVA, dan NNVA. Rekomendasi yang diberikan misalnya untuk *waste overproduction* dengan cara membuat kartu produksi untuk mengontrol jumlah produksi, *waiting time* ditangani dengan bantuan alat *forklift*, sedangkan untuk transportasi maka dibuatkan tatan letak fasilitas dalam proses produksi, dan lain sebagainya.

Pada penelitian Fernando (2014) menggunakan metode VALSAT juga dengan tahapan identifikasi masalah yang ada setelah itu melakukan wawancara dan membuat *current state map*, selanjutnya membuat pembobotan pemborosan, kemudian pemilihan *tools* pada VALSAT, membuat *Future state map*, dan melakukan perbaikan dengan membandingkan *current state map* dan *future state map*. Usulan perbaikan tersebut berupa perubahan *cycle time* dan *lead time*.

Penelitian yang dilakukan Misbah (2015) dengan meminimalkan non *value added* dengan *Lean Manufacturing*. Tahapan yang dilakukan dengan pendekatan *value stream mapping*, VALSAT, dan *failure mode and affect abalysis* didapatkan kesimpulan bahwa urutan *waste* yang paling besar terjadi pada cacat (*defect*) sehingga dilakukan usulan perbaikan dengan FMEA berupa

pengecekan yang lebih teliti dari operator, mulai dari pembersihan dan perisapan mesin setiap awal *shift* serta perbaikan SOP. Perbaikan rancangan pada *future state map* adalah mengurangi *lead time* sesuai usulan.

Penelitian yang dilakukan oleh Hazmi (2012) yang bertempat di PT Arisu sama seperti penelitian sebelumnya tahapannya hanya yang berbeda penggunaan visual 5S, *root cause analysis* dan analisis resiko yang terjadi. Kesimpulan yang didapat terjadi aktivitas yang *non value added* sebesar 41,18% dan dilakukan usulan penyebab yang potensial terjadi untuk pemborosan kritis dengan pemberian label peringatan, pelatihan dan perawatan berkala.

Penelitian yang berjudul “ Penerapan *Supply Chain* dengan Usulan Perbaikan Menggunakan Metode DMAIC “ permasalahan yang dihadapi perusahaan masih banyak ditemukan *lead time* yang panjang yang menjadi penyebab pemborosan dengan menggunakan pendekatan *define, measure, analyze* , dan *improve control* dan didukung dengan penggunaan VALSAT maka didapatkan hasil usulan perbaikan seperti menghilangkan aktivitas *non value added* seperti aktivitas *delay*, menghilangkan aktivitas di *storage*, serta memberikan training kepada seluruh supir untuk mematuhi SOP yang telah ditentukan agar tepat waktu selama 65 menit. Pada aktivitas *iron ore* menghilangkan aktivitas *briefing chief officer* dengan operator kapal, sedangkan pada proses unloading sudah ditetapkan waktu selama 2 menit. Dari usulanperbaikan tersebut maka didapat penghematan *lead time* 11324,884 menit menjadi 9425,191 menit (Prabowo, 2013).

2.2 Kajian Deduktif

2.2.1 Konsep *Lean Manufacturing*

Lean adalah sistem produksi yang menciptakan *one piece flow* dan *pull system* yang juga dikenal dengan istilah *Just In Time* atau *Toyota Production System Lean* adalah sekumpulan *technical analysis tools (toolset)* untuk memperpendek proses *leadtime* dengan meningkatkan produktivitas mesin, *manpower*, dan material. *Lean* adalah *management system* yang mendayagunakan setiap karyawan untuk mencapai tujuan organisasi dengan konsep terencana (Panwar & Jain, 2015) . *Lean*

manufacturing juga merupakan metode yang ideal untuk mengoptimalkan performansi dari sistem dan proses produksi karena mampu mengidentifikasi, mengukur, menganalisa dan mencari solusi perbaikan atau peningkatan performansi secara komprehensif. Pendekatan *lean* berfokus pada efisiensi tanpa mengurangi efektifitas proses diantaranya peningkatan operasi yang *value added*, mereduksi pemborosan (*waste*), dan memenuhi kebutuhan *customer* (Hines & Rich, 1997).

Just In Time (JIT) nama lain dari *Pull System* (kehendak konsumen) merupakan sebuah dasar tujuan pendekatan yang bertujuan untuk meminimasi waste yang sistematis merupakan salah satu definisi *Lean Manufacturing* (Monden, 2011). Terdapat 5 prinsip dalam lean manufacturing:

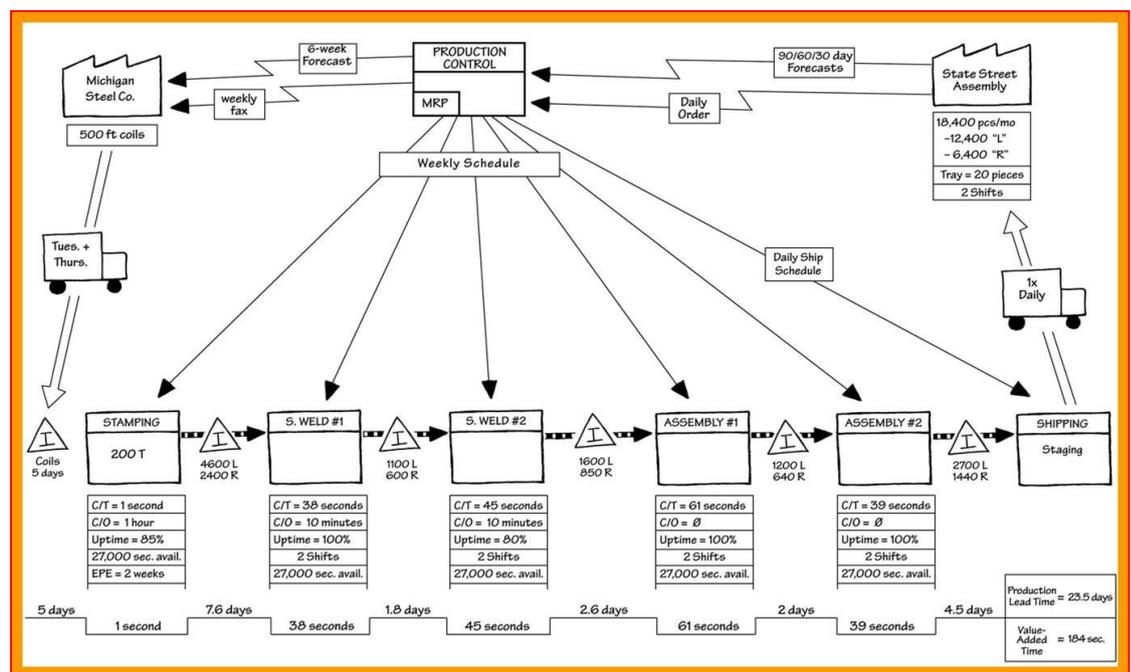
- a) Mengidentifikasi nilai pada barang tersebut sesuai dengan sudut pandang pelanggan dengan harga yang sesuai.
- b) Mengidentifikasi *value stream mapping* (pemetaan proses pada value stream) untuk setiap produk dari semua aktivitas sepanjang proses *value stream* itu.
- c) Mengatur segala kebutuhan material dan informasi agar sesuai dan berjalan efisien sesuai proses value stream berdasarkan sistem tarik (*pull system*).
- d) Terus menerus mencari berbagai teknik dan alat peningkatan (*improvement Tools and techniques*) untuk mencapai keunggulan dan peningkatan terus menerus.

2.2.2 *Value Stream Mapping (VSM)*

Metode *Value Stream Mapping* dapat digunakan untuk mengurangi *lead time* pada proses produksi sehingga produktivitas dapat ditingkatkan (Tyagi, 2015). Kelebihan VSM dibanding metode lain yaitu VSM dapat menggambarkan seluruh proses produksi dan dapat memberikan gambaran aktivitas yang tidak memberi nilai tambah dan perlu dihilangkan. Berbeda dengan metode lain yang hanya terfokus pada satu permasalahan dan kurang menyeluruh. Pada penelitian ini akan mencoba mengaplikasikan konsep *lean production* dengan menggunakan *value stream mapping* guna meningkatkan produktivitas sistem produksi pada usaha kecil dan menengah.

Value Stream Mapping mencakup seperangkat semua aktivasi (nilai tambah serta non-nilai tambah) yang penting untuk membawa produk melalui arus utama, dimulai dengan bahan baku, dan berakhir dengan pelanggan. Tujuan utama dari *Value Stream Mapping* adalah untuk menemukan jenis pemborosan yang terjadi dan solusi untuk menghilangkannya. Langkah pertama adalah untuk memilih produk tertentu atau keluarga produk sebagai target untuk perbaikan. Langkah kedua adalah bahwa untuk mengembangkan peta keadaan saat itu menangkap bagaimana proses saat ini sedang dilakukan. Langkah ketiga adalah untuk menggambar peta untuk perbaikan serta solusi yang bisa memecahkan masalah pemborosan yang terjadi. Peta usulan perbaikan diterapkan sebagai dasar untuk membuat perubahan penting ke sistem.

Tujuan dari pengembangan alat *Value Stream Mapping* adalah untuk mengeksplorasi saling ketergantungan dari dua departemen yang terpisah dan mengatasi situasi di mana alat-alat teknik industri konvensional untuk menangkap holistik lihat yang negatif ditemukan (Seth & Gupta, 2007).



Gambar 2.1 *Value Stream Mapping*

(Sumber: Hines & Rich, 1997)

Value Stream Mapping terdiri dari 2 tipe (Tilak, 2010) yaitu :

- a. *Current state map* merupakan konfigurasi value stream produk saat ini, menggunakan ikon dan terminologi spesifik untuk mengidentifikasi *waste* dan area untuk perbaikan atau peningkatan (*improvement*).
- b. *Future state map* merupakan bentuk dari perbaikan lean yang diinginkan.

Kedua tipe diatas mengindikasikan semua informasi penting terkait *value stream* produk seperti *cycle time*, *level inventory*, dan lain-lain yang akan membantu untuk membuat perbaikan yang nyata.

Indeks pengukuran atau indikator performance dari *Value Stream Mapping* adalah kualitas, biaya, dan *lead time* (Wee & Simon, 2009) secara detail diantaranya yaitu:

- 1) FTT (*first time through*): persentase unit yang diproses sempurna dan sesuai dengan standard kualitas pada saat pertama proses (tanpa scrap, rerun, retest, repair atau *returned*).
- 2) BTS (*build to schedule*): pembuatan penjadwalan untuk melihat eksekusi rencana pembuatan produk yang tepat pada waktu dan urutan yang benar.
- 3) DTD (*dock to dock time*): waktu antara unloading raw material dan selesainya produk jadi untuk siap dikirim.
- 4) OEE (*overall equipment effectiveness*): mengukur ketersediaan, efisiensi dan kualitas dari suatu peralatan dan juga sebagai batasan utilisasi kapasitas dari suatu operasi.
- 5) *Value rate (ratio)*: persentase dari seluruh kegiatan yang *value added*
- 6) Indikator lainnya:

- *A/T: Available Time*

adalah waktu yang tersedia pada stasiun kerja per hari untuk melakukan produksi

$A/T = \text{Total waktu kerja} - \text{waktu istirahat}$

- *C/T: Cycle Time*

Adalah waktu yang dibutuhkan setiap stasiun kerja untuk melakukan proses produksi pada satu kali siklus.

$C/T = (Available\ Time - Rataan\ Downtime - Defect\ time) / Volume\ produksi$

- *Lead time* merupakan waktu rata-rata untuk proses mengalirnya produk dari hulu ke hilir (dari awal hingga akhir), termasuk didalamnya waktu tunggu antara proses yang ada.

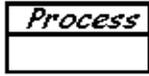
Simbol-simbol dalam *Value Stream Mapping*

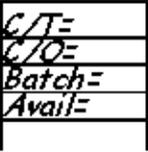
Simbol-simbol umum yang digunakan dalam penggambaran *Value Stream Mapping* biasanya dikelompokkan menjadi empat kategori bagian (Rother et al,1990) antara lain:

1. *Value Stream Mapping Process Symbols*

Bentuk simbol proses dalam *Value Stream Mapping* akan ditunjukkan pada tabel 2.1 dibawah ini

Tabel 2.1 Simbol Proses Dalam *Value Stream Mapping*

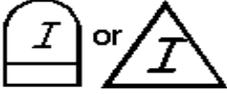
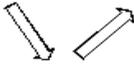
 Customer/Supplier	Simbol ini melambangkan <i>supplier</i> jika diletakkan disebelah kiri atas pada VSM, sebagai titik awal permulaan untuk aliran material. Jika diletakkan di sebelah kanan atas pada VSM maka simbol ini melambangkan <i>customer</i> .
 Dedicated Process	Simbol ini melambangkan suatu proses, operasi, mesin atau departemen yang dilalui oleh material.

 Shared Process	<p>Simbol ini melambangkan proses operasi, departemen, pusat kerja yang digunakan bersama dengan <i>value stream families</i> yang lain.</p>
 Data Box	<p>Lambang ini berada di bawah lambang lainnya yang memiliki informasi yang signifikan atau data yang dibutuhkan untuk menganalisa dan mengobservasi sistem. Informasi yang khusus ditempatkan dalam <i>Data Box</i> dibawah lambang <i>Factory</i> adalah frekuensi pengiriman selama beberapa <i>shift</i>, informasi <i>material handling</i>, ukuran <i>batch</i> yang dikirim, jumlah permintaan per periode, dll. Informasi khusus di dalam <i>Data Box</i> di bawah lambang proses produksi: C/T yaitu waktu siklus yang dibutuhkan untuk memproduksi satu barang sampai barang yang akan diproduksi selanjutnya datang. C/O yaitu <i>Changeover Time</i>, waktu pergantian produksi satu produk dalam suatu proses untuk yang lainnya. <i>Uptime</i> yaitu persentase waktu yang tersedia pada mesin untuk proses. EPE (pengukuran tingkat produksi) yaitu singkatan dari “<i>Every Part Every</i>”. <i>Number of operators</i> yaitu menggunakan lambang operator di dalam kotak proses. <i>Available Capacity Scrap</i> yaitu tingkat untuk transfer ukuran <i>batch</i>.</p>
 Workcell	<p>Simbol ini melambangkan beberapa proses yang diintegrasikan dalam sebuah <i>workcell</i>. <i>Cell</i> seperti ini biasanya memproses produk yang masih berada dalam satu <i>product family</i>, produk yang sama, atau sebuah produk tunggal. Produk berpindah dari satu proses ke proses selanjutnya dalam <i>batch</i> yang kecil atau <i>single pieces</i>.</p>

2. Value Stream Mapping Material Symbols

Bentuk simbol material dalam *Value Stream Mapping* akan ditunjukkan pada tabel 2.2 dibawah ini

Tabel 2.2 Simbol Material Dalam *Value Stream Mapping*

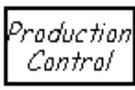
 Inventory	<p>Simbol ini melambangkan inventori yang terdapat diantara proses. Lambang ini juga mewakili penyimpanan untuk material bahan baku dan produk jadi.</p>
 Shipments	<p>Simbol ini melambangkan perpindahan <i>raw material</i> dari <i>supplier</i> ke tempat penerimaan material di perusahaan atau pergerakan produk jadi dari gudang ke konsumen.</p>
 Push Arrow	<p>Lambang ini mewakili arah material dari satu proses ke proses selanjutnya.</p>
 Supermarket	<p>Lambang ini merupakan sebuah <i>inventory</i> “<i>supermarket</i>” (<i>kanban stockpoint</i>). Seperti <i>supermarket</i>, sebuah <i>inventory</i> kecil tersedia dan satu atau lebih <i>downstream customer</i> datang ke <i>supermarket</i> untuk mengambil apa yang mereka perlukan. <i>Upstream workcenter</i> kemudian menyediakan <i>stock</i> seperti yang dibutuhkan.</p>
 Material Pull	<p>Supermarket berhubungan ke proses <i>downstream</i> dengan lambang “<i>pull</i>” ini yang mengidentifikasi penghilangan fisik.</p>
 FIFO Lane	<p>Simbol ini melambangkan inventori <i>first in first out</i>.</p>
 Safety Stock	<p>Simbol ini melambangkan inventori pengaman (<i>safety stock</i>) untuk mengatasi masalah seperti <i>downtime</i>, fluktuasi permintaan <i>customer</i>, atau bentuk kegagalan sistem yang lainnya.</p>

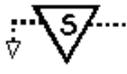
 External Shipment	Simbol ini menggambarkan pengiriman dari <i>supplier</i> atau pengiriman kepada konsumen menggunakan transportasi eksternal.
---	--

3. Value Stream Mapping Information Symbol

Bentuk simbol informasi dalam *Value Stream Mapping* akan ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.3 Simbol Informasi Dalam *Value Stream Mapping*

 Production Control	Kotak ini mempresentasikan penjadwalan produksi yang berasal dari pusat atau departemen kontrol, orang, ataupun operasi.
 Manual Info	Simbol ini melambangkan aliran informasi secara manual dalam bentuk laporan.
 Electronic Info	Simbol ini melambangkan aliran informasi secara elektronik dalam bentuk system, internet, <i>fax</i> , dan telepon.
 Production Kanban	Lambang ini mewakili kartu yang memerintah untuk menyediakan barang yang dibutuhkan ke tempat produksi.
 	Lambang ini mewakili kartu atau alat yang memerintah <i>material handler</i> untuk mengirim <i>part</i> dari supermarket ke tempat proses

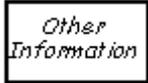
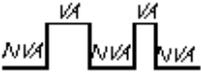
Withdrawal Kanban	produksi. <i>Material handler</i> (atau operator) pergi ke supermarket dan mengambil barang yang diperlukan.
 Signal Kanban	Lambang ini digunakan ketika tingkat persediaan ditangan dalam supermarket di antara dua proses berada di titik minimum. Ketika kanban segitiga datang ke proses suplai, hal tersebut memberi tanda sebuah <i>changeover</i> .
 Kanban Post	Suatu lokasi di mana kanban menandakan tempat untuk diangkat. Sering digunakan dengan <i>system</i> dua kartu untuk menukar kanban penarikan dan kanban produksi.
 Sequenced Pull	Lambang ini mewakili sistem tarik yang memberikan perintah untuk proses sebelum perakitan untuk memproduksi tipe <i>predetermined</i> dan jumlah produk, secara tipe satu unit, tanpa menggunakan supermarket.
 Load Leveling	Lambang ini alat untuk menjumlah kanban untuk menunjukkan volume produksi dan bercampur selama periode waktu tertentu.
 MRP/ERP	Penjadwalan menggunakan MRP/ERP atau sistem terpusat yang lainnya.
 Go See	Mengumpulkan informasi melalui visual atau langsung ke lapangan.
 Verbal	Simbol ini melambang aliran informasi secara verbal atau perorangan.

Information	
-------------	--

4. Value Stream Mapping General Symbols

Bentuk simbol umum dalam *Value Stream Mapping* akan ditunjukkan pada tabel 2.4 dibawah ini

Tabel 2.4 Simbol Umum dalam *Value Stream Mapping*

 Kaizen Burst	Simbol ini digunakan untuk menyorot kebutuhan kemajuan dan merencanakan <i>kaizen workshops</i> pada proses spesifik yang penting untuk mencapai <i>future state map</i> dari sebuah <i>value stream</i> .
 Operator	Simbol ini melambangkan jumlah operator yang dibutuhkan pada suatu stasiun kerja.
 Other	Simbol ini melambangkan tambahan informasi lain.
 Timeline	Simbol ini melambangkan <i>timeline</i> yang menunjukkan <i>value added times</i> (waktu siklus) dan <i>non-value added</i> (waktu tunggu). <i>Timeline</i> ini digunakan untuk menghitung <i>Lead Time</i> dan total waktu siklus.

2.2.3 Pemborosan

Pada sistem tidak mungkin menghilangkan limbah sepenuhnya yang memiliki limbah sebagai bagian dari sistem. Lain kata untuk beberapa sistem jumlah limbah minimum diperlukan untuk menjalankan fungsinya. Pada beberapa sistem ada yang pemborosan / limbah bisa langsung dihapuskan tetapi juga ada yang bergantung pada limbah (Gopinath & Freiheit, 2009). Hines & Rich

(1997) mendefinisikan 7 jenis *muda* atau 7 *waste* dalam teori *Toyota Production System*:

- a) Produksi Berlebih (*overproduction*).
Memproduksi barang-barang yang belum dipesan, akan menimbulkan pemborosan seperti kelebihan tenaga, kelebihan tempat penyimpanan dan biaya transportasi yang meningkat karena adanya persediaan berlebih.
- b) Waktu menunggu (*waiting time*).
Pada kondisi ini pekerja yang bersangkutan hanya diam tidak melakukan kegiatan apapun karena menunggu untuk melanjutkan ke proses selanjutnya. Selain itu terjadi karena beberapa factor antara lain kekosongan material, proses yang terlambat, mesin yang rusak, dan *bottleneck*.
- c) Transportasi yang tidak perlu (*transportation*).
Membawa barang dalam proses (*Work In Process*) dalam jarak yang jauh, menciptakan angkutan yang tidak efisien, atau memindahkan material, komponen, atau barang jadi ke dalam atau ke luar gedung atau antar proses.
- d) Proses yang berlebih atau keliru (*processing*).
Melakukan langkah yang tidak sesuai dengan SOP atau tidak efisien disertai dengan gerakan yang tidak dibutuhkan saat memproses produk.
- e) Persediaan berlebih (*inventory*).
Kelebihan persediaan dapat menjadi masalah seperti tidak seimbangny produksi, pengiriman yang terlambat, *deffect*, mesin rusak, dan waktu set up yang lama.
- f) Gerakan yang tidak perlu (*motion*).
Gerakan yang tidak mendukung saat melakukan proses produksi yang tidak sesuai dengan SOP.
- g) Produk cacat (*defect*).
Produk yang tidak sesuai dengan standard yang tidak bisa digunakan akan menimbulkan kelebihan penanganan dan waktu untuk melakukan penggantian.

2.2.4 Value Stream Analysis Tools

Terdapat 7 macam *detailed mapping Tools* yang paling umum digunakan (Hines & Rich, 1997)

yaitu:

1. *Process Activity Mapping (PAM)*

Tool ini dipergunakan untuk mengidentifikasi lead time dan produktivitas baik aliran produk fisik maupun aliran informasi, tidak hanya dalam ruang lingkup perusahaan maupun juga pada area lain dalam *supply chain*. Tools ini digunakan untuk memetakan semua aktivitas (operasi, transportasi, inspeksi, delay, dan storage). Tahap selanjutnya dengan mengelompokkan sesuai dengan tipe aktivitas yang ada, yaitu *value adding activities (VA)*, *necessary but non-value adding activities (NNVA)*, dan *non-value adding activities (NVA)*. *Value added* adalah aktivitas yang memberikan nilai terhadap produk dan pelanggan sehingga aktivitas ini harus selalu ditingkatkan. *Necessary non value added* adalah aktivitas yang masih diperlukan dalam melakukan proses produksi tetapi tidak memberikan nilai tambah terhadap produk. *Non value added* adalah aktivitas yang ada dalam proses yang tidak memiliki nilai tambah untuk produk. Hal ini bertujuan untuk memahami aliran proses dan dimana terjadi *waste* agar dapat dilakukan perbaikan. Ada lima tahap pendekatan dalam *process activity mapping* secara umum :

- a) Memahami aliran proses.
- b) Mengidentifikasi pemborosan.
- c) Mempertimbangkan apakah proses dapat disusun ulang pada rangkaian yang lebih efisien.
- d) Mempertimbangkan aliran yang lebih baik, melibatkan aliran layout dan rute transportasi yang berbeda.
- e) Mempertimbangkan apakah segala sesuatu yang telah dilakukan pada tiap stage benar-benar perlu dan apa yang akan terjadi jika hal-hal yang berlebihan tersebut dihilangkan.

2. *Supply Chain Response Matrix (SCRM)*

Metode ini merupakan sebuah grafik yang menjelaskan hubungan *inventory* dan *lead time* pada jalur distribusi sehingga terlihat perkembangan maupun penurunannya dan bertujuan untuk memperbaiki dan mempertahankan tingkat pelayanan disetiap jalur dengan prinsip biaya rendah.

3. *Production Variety Funnel (PVF)*

Metode ini menggunakan sebuah teknik visual untuk memetakan variasi produk pada tiap tahapan proses. Teknik ini dapat digunakan juga untuk mengidentifikasi produk *generic* menjadi *specific* Merupakan teknik pemetaan visual dengan memetakan jumlah variasi produk pada tiap tahapan proses manufaktur dan dapat menunjukkan area *bottleneck* untuk membuat kebijakan *inventory*.

4. *Quality Filter Mapping (QFM)*

Sebuah tools yang bermanfaat untuk mengidentifikasi letak permasalahan kualitas yang tidak sesuai atau cacat. Tipe cacatnya antara lain product defect (lolos ke tangan customer karena terlewat pada saat inspeksi), scrap defect (cacat tidak sampai ke customer hanya lingkungan perusahaan dan masuk inspeksi), dan service defect (berkaitan dengan cacat kualitas pelayanan).

5. *Demand Amplification Mapping (DAM)*

Peta yang berdasar *law of industrial dynamics*, keadaan dimana sepanjang rantai suplai mengalami variasi kebijakan order dengan berbagai pergerakan dari *downstream* sampai *upstream*. Dari informasi tersebut dapat digunakan dalam pengambilan keputusan dan analisa lebih lanjut baik untuk mengantisipasi adanya perubahan permintaan mengelola fluktuasi, serta evaluasi kebijakan inventori.

6. *Decision Point Analysis (DPA)*

Menjelaskan hubungan *trade off* antara *lead time* sesuai dengan pilihan dan dengan tingkat inventori yang berbeda sesuai dengan kebutuhan untuk

menutupi kebutuhan selama persediaan belum ada dan pilihan untuk melakukan *forecasting*.

7. *Physical Structure (PS)*

Merupakan sebuah *tools* yang digunakan untuk memahami kondisi rantai suplai di lantai produksi. Hal ini diperlukan untuk memahami kondisi industri itu, bagaimana operasinya, Implementasi leandan dalam mengarahkan perhatian pada area yang mungkin belum mendapatkan perhatian yang cukup untuk pengembangan.

Berikut ini merupakan pembanding dari ketujuh *detailed mapping tools* yang telah dijabarkan di atas:

Tabel 2.5 *Detailed Mapping Tools*

Waste	PAM	SCRM	PVF	QFM	DAM	DPA	PS
<i>Overproduction</i>	L	M		L	M	M	
<i>Waiting</i>	H	H	L		M	M	
<i>Transport</i>	H						L
<i>Inappropriate Processing</i>	H		M	L		L	
<i>Unnecessary Inventory</i>	M	H	M		H	M	L
<i>Unnecessary Motion</i>	H	L					
<i>Defects</i>	L			H			
<i>Overall Structure</i>	L	L	M	L	H	M	H

(Sumber: Hines & Rich, 1997)

Dimana: H = *High correlation and usefulness* = 9

M = *Medium correlation and usefulness* = 3

L = *Low correlation and usefulness* = 1

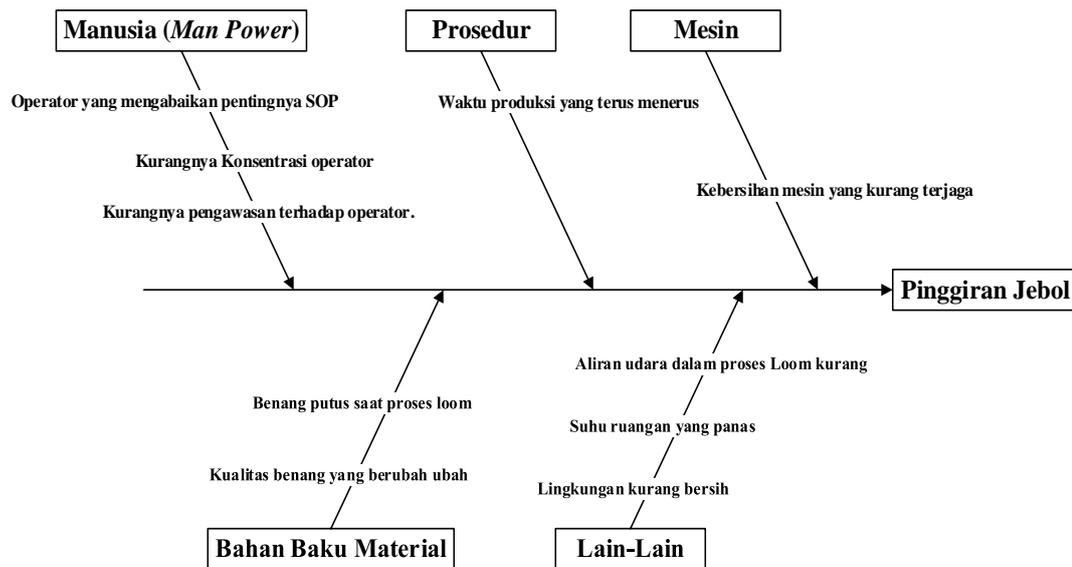
Tabel 2.1 merupakan skala VALSAT. Diketahui bahwa setiap *waste* memiliki skala ordinal *low*, *mid*, dan *high*. Masing-masing skala ordinal tersebut kemudian diubah

menjadi skala numerik, dengan himpunan nilai [1, 3, 9]. Dengan mengalikan bobot *waste* dengan skala tersebut maka akan diperoleh skor *overall structure*. Kemudian diketahui nilai tertinggi dari semua *detailed mapping tools* yang akan digunakan.

2.2.5 *Fishbone* Diagram

Fishbone diagram memiliki nama lain *cause effect* diagram atau Ishikawa diagram, pertama kali dikenalkan oleh Dr. Kaoru Ishikawa pada tahun 1960 merupakan ahli kualitas dari Jepang. *Fishbone* diagram dibuat dengan tujuan mengetahui permasalahan dari dasarnya atau dari akarnya dengan pendekatan yang *user friendly*. Selanjutnya identifikasi masalah-masalah tersebut dipecahkan menjadi beberapa kategori berkaitan, mencakup manusia, marerial, mesin, prosedur, kebijakan, dan lain-lain (Kiran et al, 2015).

Berdasarkan *fishbone* diagram, tanggung jawab dan perencanaan tindakan yang akan dilakukan dapat dikembangkan. Matriks tanggung jawab merupakan sebuah susunan tabulasi susunan identifikasi pada *fishbone* diagram, deskripsi dari penyebab-penyebab yang terjadi, entitas tanggungjawab yang akan dikendalikan, tingkat pengontrolan/pengendalian penyebab-penyebab, dan selanjutnya tindakan apa yang akan dilakukan untuk meringankan dampak negative dari masalah tersebut. Setelah itu akan dilakukan matrix yang berupa perencanaan tindakan yang akan dilakukan untuk melakukan tanggung jawab dari permasalahan yang terjadi dan menugaskan pekerja yang berwenang, perencanaan waktu serta sumber daya apa yang dibutuhkan untuk mendukung tindakan yang akan dilakukan (Desai & Johnson, 2013). Hal yang perlu diperhatikan adalah ergonomis saat melakukan pekerjaan Ergonomi pada tempat kerja menjadi sangat penting karena dapat meningkatkan produktivitas, mengurangi cedera kerja, dan memperbaiki desain dan tata letak *workstation*. Ergonomi dan lean manufacturing memiliki keterkaitan, resiko ergonomis dapat menyebabkan limbah begitu juga sebaliknya (Aqlan & Lam, 2013).



Gambar 2.2 Contoh *Fishbone Diagram*

(Sumber : Prabowo, 2013)

2.2.6 5S (*seiri, seiton, seiso, seiketsu, dan shitsuke*)

Metode 5S ini merupakan suatu metode penataan perusahaan agar terlihat tertata dan rapi karena stasiun kerja yang berantakan dapat menurunkan produktivitas. 5S ini pertama kali diperkenalkan di Jepang. Yang pertama kali dilakukan adalah *seiri*, pemilahan barang yang berguna dan tidak berguna. Kedua, *seiton* merupakan penataan barang yang masih digunakan agar mudah dicari dan aman. Ketiga *seiso*, langkah selanjutnya adalah pembersihan barang yang telah ditata dengan rapi. Keempat *seiketsu*, langkah selanjutnya melakukan penjagaan yang sudah ditata rapi. Yang terakhir adalah *shitsuke*, merupakan penyadaran diri etika kerja seperti disiplin dan saling menghormati.