

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Perawatan

Perawatan atau nama lain dari kata *maintenance* adalah suatu kegiatan untuk memelihara, perawatan, menjaga dan perbaikan fasilitas agar produksi sesuai yang diharapkan (Driyonon,2019). Tujuan dalam melakukan *maintenance* adalah memperkecil *breakdown time* (mesin produksi) dan *cost* karena kerusakan yang berlebih .Proses perawatan dibagi menjadi dua, yaitu *preventive maintenance* sebagai pencegahan dan *corrective maintenance* sebagai perbaikan (Driyono, 2019).

#### Perawatan Pesawat Terbang

Perawatan atau *maintenance* pada pesawat terbang merupakan suatu tindakan yang dilakukan untuk memastikan kondisi keadaran strutur, bagian, komponen atau sistem tersebut dalam keadaan layak dan *safety* untuk dipasang pada pesawat udara dan menunjang *airworthiness* dari pesawat udara tersebut. Hal tersebut sangat diperlukan karena semua komponen pendukung yang terpasang di pesawat memiliki batas pemakaian tertentu (*lifetime*), jadi meskipun komponen tersebut tidak mengalami kerusakan namun sudah mencapai batas pemakaiannya, maka komponen atau material tersebut harus diganti dengan yang baru atau harus dilakukan perawatan sesuai dengan ketentuan pada *Aircraft Maintenance List* dan *Aircraft Maintenance Manual* dari pesawat

## 2.2 Lean Manufacturing

*Lean Manufacturing* merupakan suatu konsep yang dapat meningkatkan kinerja lini produksi menjadi lebih cepat, lebih baik dan menghindari pemborosan (Womack,1990). Prinsip-prinsip *lean manufacturing* berasal dari industri manufaktur Jepang. Istilah '*Lean*', diciptakan oleh John Krafick. *Lean manufacturing* bisa diimplementasikan dengan dua cara. Metode pertama terdiri dari mengidentifikasi setiap proses produksi dan menghilangkan hambatan yang berdampak langsung padanya. Penghapusan limbah yang stabil membantu mengurangi biaya dan meningkatkan kualitas. Metode kedua lebih difokuskan agar proses produksi lebih ramping menghilangkan ketidakrataan (Deshkar et al., 2018).

### 2.2.1 Teknik Pengembangan *Lean Manufacturing*

Berikut adalah teknik-teknik yang digunakan untuk mengembangkan *lean manufacturing* (Anugrah & Zaini, 2016):

#### 1. Diagram SIPOC

Diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Costomer*) adalah diagram yang sering digunakan untuk memahami aliran informasi dan nilai dalam suatu proses, mulai dari pemasok yang menyediakan bahan baku atau layanan hingga pelanggan yang menerima produk atau layanan akhir. Dengan memvisualisasikan elemen-elemen ini, perusahaan dapat mengidentifikasi area untuk perbaikan atau pengoptimalan, serta memahami hubungan antara setiap langkah dalam proses untuk meningkatkan efisiensi dan kepuasan pelanggan.

## 2. Value Stream Mapping

*Value stream mapping* adalah alat yang digunakan dalam *lean manufacturing* untuk memetakan aliran nilai dari awal hingga akhir dalam suatu proses. Dalam *value stream mapping*, setiap langkah dalam proses direpresentasikan secara visual untuk mengidentifikasi pemborosan, penundaan, dan kesempatan untuk meningkatkan efisiensi.

## 3. Metode 5W-1H

Metode 5W-1H (*What, Where, Who, When, Why – How*) adalah metode yang difungsikan untuk mengetahui pemborosan apa yang terjadi (*What*), sumber terjadinya pemborosan (*Where*), penanggung jawab (*Who*), dan alasan terjadinya (*Why*). Dari data-data tersebut, dapat ditarik kesimpulan untuk perbaikan (*How*)

## 4. Waste Assessment Model (WAM)

Merupakan salah satu metode pada *lean manufacturing* yang berguna untuk identifikasi *waste* yang paling dominan dan mencari akar masalahnya. Metode ini terdiri dari *waste relationship matrix* dan *waste assessment questionnaire*.

### 2.2.2 Pengukuran Lean Manufacturing

Shah dan Ward melakukan komprehensif studi berbasis pendekatan multi-langkah untuk mengidentifikasi struktur dimensi *lean manufacturing*, mereka mengukur 10 faktor definisi konseptual dan pengukuran *lean manufacturing* yaitu *Continuous flow, Setup time reduction, Total*

*productive/preventive maintenance, Statistical process control, Employee involvement, Just-In-Time delivery by suppliers dan Supplier feedback* (Sanders et al., 2016)

### **2.3 Value Stream Mapping**

*Value Stream Mapping* merupakan proses pemetaan secara visual aliran informasi dan material yang bertujuan untuk menyiapkan metode dan performance yang lebih baik dalam usulan future state map (Jones dan Womack, 2000). Sedangkan menurut Rother dan Shock (2003) mendefinisikan *Value Stream Mapping* adalah salah satu alat pemetaan aliran produksi dan aliran informasi untuk memproduksi sebuah produk, tidak hanya pada masing-masing area kerja, tetapi juga pada tingkat jumlah produksi serta mengidentifikasi kegiatan yang nilai tambah dan tidak bernilai tambah. *Value Stream Mapping* secara visual memetakan aliran informasi dan material secara lengkap diawali dari kedatangan *raw material* dari *supplier* melalui semua tahap proses produksi hingga pengiriman produk ke pelanggan akhir (Taufik, 2012).

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 (Taufik, 2012).

*Value stream mapping* dapat menyajikan pemetaan suatu titik balik yang optimal bagi setiap perusahaan yang ingin menjadi lean. (Sumiharni dan Fidiarti)

(2011) menjelaskan keuntungan-keuntungan yang diperoleh dengan penerapan konsep *value stream mapping* adalah sebagai berikut:

- a. Membantu perusahaan dalam menggambarkan seluruh aliran produksi bukan hanya tunggal tetapi dari proses awal hingga proses akhir Dengan begitu akan terlihat jelas seluruh aliran.
- b. Membantu perusahaan melihat segala aktivitas pemborosan yang terjadi di sepanjang aliran produksi.
- c. *Value stream mapping* memberikan pemahaman mengenai proses manufaktur dalam bahasa yang umum.
- d. Untuk menghindari Teknik dan konsep yang salah *Value stream mapping* dapat menggabungkan antara teknik dan konsep lean yang tepat.
- e. Sebagai sumber dasar dari rencana perbaikan. Dengan membantu perusahaan merancang bagaimana melihat keseluruhan peta aliran dari setiap proses aktivitas, merancang bagian yang hilang dalam mengupayakan *lean manufacturing* yang diinginkan..
- f. *Value stream mapping* dapat menunjukkan hubungan antara aliran informasi dan aliran material.

Dalam *value stream mapping*, harus ada dua penggambaran pemetaan yaitu pembuatan *current state map* dan *future state map*. Pembuatan *current state map* dilakukan untuk memetakan kondisi proses produksi yang aktual, didalamnya memuat aliran informasi yang terdapat dalam setiap aktivitas proses dimasukkan kedalam pemetaan. *Current state map* digunakan untuk mengidentifikasi 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 (Fariz et al, 2013).

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

Langkah ini merupakan tahap awal dalam membuat *Current State Map*, setelah memahami konsep lean dengan benar, pada tahap ini perlu ditentukan produk yang akan dijadikan model line sebagai target perbaikan. Tujuan memilih model-line adalah agar penggambaran sistem dapat fokus pada satu produk yang bisa menjadi acuan dan representasi dari sistem produksi yang ada. Mengidentifikasi sebuah family product dapat dilakukan dengan menggunakan produk dan matriks proses untuk mengklasifikasikan langkah proses yang sama pada produk yang berbeda. Keputusan mengenai *family* produk mana yang akan dipetakan bergantung pada kebijakan perusahaan, yang dapat ditentukan berdasarkan pertimbangan bisnis seperti tingkat penjualan atau fokus perusahaan..

b. Penentuan Value Stream Manager

Untuk melihat value stream suatu produk secara menyeluruh, perusahaan perlu dianggap sebagai satu kesatuan yang utuh, sehingga batasan-batasan organisasi dalam perusahaan harus diatasi. Biasanya, perusahaan terorganisir berdasarkan departemen (proses) dan terbatas pada fungsinya masing-masing. Akibatnya, orang cenderung hanya bertanggung jawab atas area mereka sendiri tanpa memahami proses secara keseluruhan dari sudut pandang value stream. Oleh karena itu, dalam memetakan value stream agar dapat dibuat usulan perbaikan, diperlukan seorang value stream manager, yaitu seseorang yang memahami

seluruh proses dalam value stream suatu produk dan dapat memberikan saran untuk perbaikan value stream produk tersebut..

c. Pembuatan peta untuk setiap kategori proses (Door-to-Door Flow) di

Sepanjang *value stream*, kondisi nyata di lapangan diperoleh saat penggambar berjalan melalui proses aktual *value stream* dari produksi yang sebenarnya. Pengamatan mendetail dilakukan untuk setiap kategori proses. Untuk setiap proses, semua informasi kritis seperti *lead time*, *cycle time*, *changeover time*, *uptime*, *EPE* (ukuran batch produksi), jumlah operator, waktu kerja (setelah dikurangi waktu istirahat), level inventory, dan lain-lain harus didokumentasikan. Semua informasi ini akan dimasukkan dalam data box untuk masing-masing proses. Level inventory pada peta harus disesuaikan dengan level pada saat pemetaan aktual, bukan berdasarkan rata-rata, karena penting untuk menggunakan data aktual daripada rata-rata historis yang disediakan oleh perusahaan. Untuk setiap pembuatan data box, ukuran-ukuran yang diperlukan adalah:

i. *Cycle Time (C/T)*

*Cycle time (C/T)* adalah salah satu ukuran penting dalam kegiatan Lean, selain *Value-creating time (VCT)* dan *Lead time (L/T)*. *Cycle time* menunjukkan waktu yang diperlukan oleh satu operator untuk menyelesaikan semua elemen atau kegiatan kerja dalam pembuatan satu produk sebelum memulai produk berikutnya. *Value-creating time (VCT)* mengacu pada total waktu elemen kerja yang benar-benar mentransformasikan produk dalam cara yang dihargai dan dibayar oleh konsumen. *Lead time (L/T)* menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan seluruh proses dalam satu value stream, dari awal hingga akhir urutannya adalah:  $VCT < C/T < L/T$ .

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

*Change-over time* adalah waktu yang diperlukan untuk beralih dari memproduksi satu jenis produk ke jenis produk lainnya, *change-over time* biasanya mengacu pada waktu yang dibutuhkan untuk memindahkan dari posisi kiri ke posisi kanan dalam pembuatan satu produk simetris..

iii. *Uptime*

Kondisi mesin yang membantu proses produksi dalam kondisi hidup .

iv. Jumlah Operator

Menyatakan jumlah pekerja yang dibutuhkan saat untuk satu proses produksi.

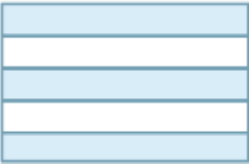



v. Waktu Kerja

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 Simbol Proses Value Stream Mapping

No	Nama	Lambang	Fungsi
1	<i>Supplier/costumer</i>		Merepresensasikan costumer/supplier bila ditempatkan dititik awal terjadi karena permintaan dari costumer, begitupun sebaliknya.





2	<i>Data box</i>		<p>Menampilkan informasi tentang proses, departemen, fasilitas, atau pabrik manufaktur.</p> <p>Simbol ini ditempatkan di bawah ikon lain, misalnya proses yang memerlukan data untuk menganalisis suatu sistem.</p>
3	<i>process</i>		<p>Mewakili setiap departemen, operasi, atau proses dengan aliran material yang tetap dan berkelanjutan.</p>
4	Operator		<p>Menunjukkan jumlah pekerja yang dibutuhkan dalam proses produksi</p>
5	Inventaris		<p>Menunjukkan inventaris antar proses yang dapat digunakan untuk menunjukkan jumlah pada</p>


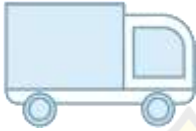


			awal/akhir inventaris	proses
--	--	--	--------------------------	--------

d. Pembuatan Peta Aliran Material dan Informasi Keseluruhan Pabrik

Simbol dari peta alur *value-stream* melingkupi aliran material yang harus ada dalam peta. Selain aliran material, yang dibutuhkan dalam peta *value-stream* adalah aliran informasi yang memuat isi aliran yang ditunjukkan dengan ikon *push arrow*. Penggambaran *shipments* dan *lead time bar* dari *raw material* hingga produk jadi (*finished good*) yang telah berada di *shipping-end* untuk selanjutnya ke tahap pendistribusian dan dikirim ke konsumen. Dengan demikian peta *Current State Map* telah lengkap. Pada tahapan ini, maka gambar yang telah dibuat pada tahap sebelumnya dilanjutkan lambang-lambang yang dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Simbol Material Value Stream Mapping

No	Nama	Lambang	Fungsi
1	Informasi jadwal		Menunjukkan jadwal informasi jadwal/proses
2	Aliran inventaris		Menampilkan informasi tentang perpindahan barang dari satu proses ke proses selanjutnya

No	Nama	Lambang	Fungsi
3	<i>Push arrows</i>		Menampilkan informasi tentang perpindahan barang di dalam fasilitas / pabrik
4	<i>Eksternal shipments</i>		Pendistribusian atau pengiriman barang ke customer yang dilakukan (di luar pabrik)
5	<i>Electronic info</i>		Menunjukkan pertukaran informasi atau data melalui proses media elektronik seperti email, sap dll
6	Gudang		Fasilitas sebagai tempat penyimpanan barang inventaris dalam jangka waktu yang lama

### 2.3.1 Identifikasi *Value Activity*

Identifikasi aktivitas yang dapat memberikan nilai tambah dan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah adalah salah satu proses penting dalam pendekatan VSM. Aktivitas tersebut dibagi menjadi tiga jenis (Hardianza, 2016):

#### 1. *Value Adding Activity*

Aktivitas ini merupakan proses perubahan suatu material menjadi sebuah produk atau sub produk. Misalnya aktivitas untuk bahan baku mentah atau setengah jadi melalui penggunaan *manual labour*.

#### 2. *Non Value Adding Activity*

Jenis aktivitas yang disebut *waste* sehingga harus segera dihilangkan untuk memaksimalkan proses produksi. Pada aktivitas ini proses tetap dilakukan, namun tidak memberikan nilai tambah bagi *customer*. Misalnya *waiting material* dan *double handling*

### 3. *Necessary non value adding*

Aktivitas ini juga tidak memberikan nilai tambah bagi *customer*, namun tidak bisa dihilangkan karena menunjang proses produksi. Misalnya kegiatan memindahkan produk atau material dan memindahkan *tools* dari satu tangan ke tangan yang lain. Untuk mengurangi aktivitas ini dibutuhkan penerapan prosedur baru.

### 2.3.2 Langkah-langkah Pembuatan *Value Stream Mapping*

Secara garis besar, pembuatan VSM meliputi (Vilasini & Gamage, 2010):

#### 1. *Preparation*

Pada tahap ini, terjadi pembentukan tim untuk membuat VSM.

#### 2. *Current state map*

Dalam masalah pengumpulan data aliran material dimulai di bagian distribusi dan juga bekerja ke belakang untuk pengembangan stamping, mengumpulkan data gambar seperti level katalog sebelum memulai setiap proses, siklus kali (CT) proses, jumlah karyawan, dan waktu konversi (CO) (Rohani & Zahraee, 2015).

#### 3. *Future state map*

Dalam hal ini, peralatan berikut dirancang untuk mengimplementasikan *future state map* adalah *Balance the Line*. *Value Stream* dibutuhkan untuk menyadari adanya garis. Salah satu masalah yang harus dihadapi dengan menunggu di antara proses adalah efek antrian. Ini menyebabkan terjadinya kemacetan dalam

proses yang tidak terkontrol oleh mengumpulkan pekerjaan (Rohani & Zahraee, 2015).

4. *Planning*, dan *implementation*.

Setelah mengetahui apa saja yang menjadi penghambat dalam proses produksi, dilakukan pertimbangan dampak dari penghapusan proses yang dianggap hambatan. Selanjutnya dilakukan penerapan dengan pertimbangan kondisi perusahaan.

Berikut adalah langkah-langkah untuk mencari *value added ratio* (Hardianza, 2016):

1. Identifikasi dan memetakan semua proses yang terlibat pada suatu produksi.
2. Membuat gambaran untuk setiap proses yang tercantum dalam VSM dan identifikasi arah dan jenis informasi dari setiap proses yang ada.
3. Memasukkan jumlah operator.
4. Memasukkan informasi waktu yang diperlukan untuk menghasilkan suatu produk.
5. Membuat diagram waktu *value added* dan *non value added time* dibagian bawah VSM. Kemudian menghitung *value added ratio* (VAR).

$$\text{Value added ratio} = \frac{\text{value added time}}{\text{Total process cycle time}} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

## 2.4 Waste

Menurut Presiden Toyota terdahulu, Fujio Cho, *waste* adalah segala sesuatu selain kebutuhan minimum dari proses, bahan, alat, bagian, dan pekerja (waktu kerja) yang dibutuhkan untuk produksi. Dari penjelasan tersebut, ada tujuh *waste* yang harus dihilangkan untuk memaksimalkan proses produksi (Suryawan, 2020):

### 1. Overproduction (Produksi Berlebih)

Produksi berlebih adalah salah satu bentuk pemborosan yang paling signifikan dalam sistem manufaktur. Ini terjadi ketika sebuah perusahaan memproduksi lebih banyak barang daripada yang sebenarnya dibutuhkan oleh pasar atau sebelum permintaan nyata muncul. Produksi berlebih sering kali dianggap sebagai akar dari banyak pemborosan lainnya. Misalnya, ketika terlalu banyak produk dibuat, perusahaan perlu mengalokasikan lebih banyak ruang penyimpanan, yang mengarah pada pemborosan persediaan (inventory). Selain itu, ada juga risiko bahwa produk yang diproduksi berlebih mungkin menjadi usang sebelum dijual, yang mengakibatkan kerugian lebih lanjut. Overproduction juga dapat menyembunyikan masalah kualitas karena produksi terus berjalan meskipun mungkin ada cacat atau inefisiensi dalam proses.

### 2. Waiting (Menunggu)

Pemborosan yang terjadi karena waktu menunggu biasanya disebabkan oleh ketidakseimbangan dalam proses produksi. Ini bisa berarti pekerja yang menunggu bahan baku atau instruksi, mesin yang tidak digunakan karena downtime, atau barang yang menunggu proses selanjutnya. Waktu menunggu ini adalah waktu yang tidak produktif dan tidak menambah nilai apa pun pada produk. Di dunia manufaktur, "waktu adalah uang," dan waktu yang dihabiskan tanpa ada

aktivitas yang menambah nilai dianggap sebagai pemborosan yang harus dihilangkan. Misalnya, jika ada mesin yang perlu menunggu selama 10 menit untuk memulai operasi karena suku cadang belum tiba, itu adalah 10 menit yang hilang tanpa menghasilkan sesuatu.

### 3. Transportation (Transportasi)

Pemborosan transportasi merujuk pada pergerakan material, produk, atau informasi yang tidak diperlukan dalam proses produksi. Setiap kali material dipindahkan dari satu tempat ke tempat lain, ada biaya yang terkait dengan waktu, tenaga, dan potensi risiko kerusakan atau kehilangan barang. Terlalu banyak transportasi sering kali menunjukkan bahwa tata letak pabrik atau proses produksi tidak dioptimalkan. Dalam beberapa kasus, barang mungkin harus dipindahkan beberapa kali selama proses produksi, yang bisa saja dihindari dengan penataan ulang fasilitas. Misalnya, jika bahan baku harus dipindahkan dari satu ujung pabrik ke ujung lainnya sebelum diproses, ini menunjukkan adanya inefisiensi yang dapat diatasi dengan mengatur ulang proses agar aliran material lebih efisien.

### 4. Extra Processing (Proses Berlebih)

Proses berlebih adalah pemborosan yang terjadi ketika ada aktivitas tambahan dalam proses produksi yang sebenarnya tidak diperlukan atau tidak menambah nilai bagi pelanggan. Ini bisa berarti melakukan pekerjaan tambahan pada produk, seperti memoles bagian yang tidak terlihat atau menerapkan toleransi kualitas yang lebih tinggi daripada yang diperlukan. Proses tambahan ini bukan hanya membuang waktu dan sumber daya, tetapi juga meningkatkan biaya produksi. Contoh lain dari proses berlebih bisa termasuk inspeksi ganda atau tambahan yang dilakukan karena ketidakpercayaan pada kualitas proses awal. Filosofi Lean

menekankan bahwa setiap langkah dalam proses produksi harus memberikan nilai tambah langsung pada produk dari perspektif pelanggan, dan semua aktivitas lainnya dianggap sebagai pemborosan.

#### 5. Inventory (Persediaan Berlebih)

Persediaan berlebih mengacu pada penyimpanan bahan baku, barang setengah jadi, atau produk jadi yang melebihi kebutuhan saat ini. Memiliki terlalu banyak inventaris adalah pemborosan karena mengunci modal yang bisa digunakan untuk hal lain, membutuhkan lebih banyak ruang penyimpanan, dan meningkatkan risiko kerusakan, pencurian, atau usangnya barang. Dalam Lean Manufacturing, idealnya produksi harus dilakukan sesuai dengan permintaan aktual (Just-In-Time), yang berarti hanya memproduksi barang ketika diperlukan untuk mengurangi jumlah inventaris yang harus disimpan. Misalnya, menyimpan terlalu banyak bahan baku bisa menyebabkan bahan tersebut rusak atau menjadi usang sebelum digunakan, yang pada akhirnya menghasilkan kerugian.

#### 6. Motion (Gerakan yang Tidak Perlu)

Pemborosan gerakan merujuk pada gerakan tambahan yang dilakukan oleh pekerja atau mesin yang tidak menambah nilai bagi produk. Ini bisa mencakup gerakan fisik yang tidak efisien seperti pekerja yang harus berjalan jauh untuk mengambil alat, atau mesin yang harus melakukan langkah tambahan yang tidak diperlukan. Setiap gerakan yang tidak perlu meningkatkan waktu siklus dan mengurangi efisiensi. Untuk mengurangi pemborosan gerakan, penting untuk merancang tata letak kerja dan alat dengan mempertimbangkan ergonomi dan efisiensi. Misalnya, jika seorang pekerja harus membungkuk atau berjalan jauh



setiap kali ingin mengambil alat kerja, maka waktu dan energi mereka terbuang sia-sia, yang dapat diatasi dengan menata ulang area kerja agar lebih efisien.

## 7. Defects (Cacat Produksi)

Defects adalah pemborosan yang terjadi ketika produk atau komponen yang dihasilkan tidak memenuhi standar kualitas yang diharapkan, sehingga memerlukan perbaikan (rework) atau harus dibuang (scrap). Cacat ini adalah bentuk pemborosan yang paling jelas karena langsung mempengaruhi kualitas, biaya, dan kepuasan pelanggan. Ketika produk yang cacat diproduksi, bukan hanya bahan yang terbuang, tetapi juga waktu dan tenaga kerja yang digunakan untuk membuat produk tersebut. Selain itu, cacat produksi juga dapat menyebabkan hilangnya reputasi dan kepercayaan pelanggan. Dalam filosofi Lean, penting untuk mengidentifikasi akar penyebab cacat dan menghilangkannya untuk mencegah pemborosan lebih lanjut.

### 2.4.1 Seven Mapping Tools

*Mapping tools* dapat digunakan untuk menemukan *waste*. Setiap *tools* memiliki bobot *low*, *medium*, dan *high* berdasarkan ketentuan peringkatnya. Bobot tersebut sekaligus menunjukkan skor yang menandakan besar kecilnya pengaruh pemborosan pada *mapping* yang digunakan. Berikut adalah *seven mapping tools* (Hardianza, 2016):

#### 1. *Process Active Mapping*

*Process Active Mapping* memberikan gambaran aliran fisik dan aliran informasi, waktu yang dibutuhkan dalam setiap proses, jarak yang ditempuh masing-masing proses, dan tingkat persediaan produk dalam setiap tahapan produksi. Adanya penggolongan aktivitas menjadi inspeksi, *delay*, transportasi,

dan *inventory* dapat memudahkan identifikasi *waste* pada *mapping*. Inspeksi dan operasi adalah aktivitas yang bersifat *value added*. Kemudian transportasi dan penyimpanan berjenis tidak menambah nilai namun sifatnya penting. Sedangkan *delay* termasuk pada aktivitas yang dihindari karena tidak mempunyai nilai tambah. Untuk menggunakan *tools* ini, ada lima langkah yang harus dilakukan, yaitu:

- a. Mempelajari aliran proses.
- b. Identifikasi pemborosan.
- c. Pertimbangan kemungkinan penataan ulang pola aliran, termasuk *layout*.
- d. Pertimbangan tingkat kepentingan aktivitas.
- e. Pertimbangan dampak penghapusan aktivitas yang dinilai tidak perlu.

## 2. *Supply Chain Response Matrix*

Alat ini dapat menggambarkan kondisi *lead time* untuk setiap proses dan jumlah persediaan. Penggunaan alat ini juga dapat memantau peningkatan dan penurunan *lead time* serta jumlah persediaan di setiap aliran *supply chain* yang dapat dilakukan.

## 3. *Production Variety Funnel*

Alat yang berfungsi memantau dan menganalisis operasi internal perusahaan menggunakan aplikasi tertentu. Tujuannya adalah menentukan langkah-langkah yang dapat mengurangi dan perbaikan *inventory*. Selain itu penggunaan alat ini juga dapat mengetahui hambatan yang terjadi pada area tertentu. Berikut adalah model-model yang ada pada *tools production variety funnel*:

- a. Model pabrik "I" adalah tipe industri di mana proses produksinya tetap konsisten meskipun produk yang dihasilkan beragam, contohnya adalah industri kimia.
- b. Model pabrik "V" merupakan jenis industri di mana bahan baku yang digunakan terbatas jumlahnya, namun menghasilkan banyak variasi produk, seperti yang terjadi di industri tekstil dan logam.
- c. Model pabrik "A" adalah tipe industri di mana bahan baku yang digunakan banyak jumlahnya, tetapi produk akhirnya hanya sedikit atau terbatas, seperti dalam industri kapal dan pesawat terbang.
- d. Model pabrik "T" merupakan jenis industri di mana produk akhirnya sangat beragam meskipun komponen yang digunakan terbatas jumlahnya, seperti yang terjadi di industri elektronik dan peralatan rumah tangga.

#### 4. *Quality Filter Mapping*

Digunakan untuk mengidentifikasi permasalahan yang berhubungan dengan kualitas yang ada dalam *supply chain*. Penggunaan alat ini dapat menyaring empat produk dengan kualitas yang berbeda, yaitu *product*, *defect*, *service defect*, dan *scrap defect*.

#### 5. *Demand Amplifying Mapping*

*Tools* ini dapat digunakan untuk mengukur perubahan permintaan sepanjang rantai pasok pada Jan - Sept waktu yang bervariasi. Perubahan permintaan tersebut berguna untuk dasar pengambilan keputusan dan analisis keadaan fluktuatif, sehingga dapat mengatur penerimaan permintaan sesuai dengan kebutuhan dan dapat dikendalikan.

#### 6. *Decision Point Analysis*

*Tools* ini terbatas hanya dapat digunakan untuk industri elektronik dan rumah tangga. Informasi koordinat keputusan yang digunakan untuk memahami kesalahan sebuah keputusan.

#### 7. *Physical Structure*

Penggunaan *tools* ini digunakan untuk mengetahui fakta yang terjadi pada aliran rantai pasok secara keseluruhan dan mengetahui level industri tersebut. Selain itu dapat digunakan sebagai apresiasi proses industri, cara perusahaan beroperasi, dan dapat memantau secara langsung area yang membutuhkan perhatian khusus. Hal-hal tersebut dapat digunakan untuk meningkatkan performa perusahaan. Ada dua tipe *physical structure* menurut Hines dan Rich (2001) yaitu:

a. Struktur volume

Menunjukkan struktur atau proses bisnis industri meliputi area *supplier* dan distribusi dengan variasi yang beragam.

b. Struktur biaya

Menunjukkan biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan, mulai dari bahan baku hingga biaya *assembly*.

#### 2.4.2 Identifikasi *Waste*

Penghapusan *waste* adalah tujuan utama VSM. Banyak aktivitas yang sering kali disalahartikan dan dianggap sebagai nilai tambah. Misalnya, fungsi pendukung seperti pengendalian persediaan mungkin secara umum tidak dianggap sebagai *waste*. Namun, kontrol inventaris tidak mengubah bahan baru menjadi produk jadi. Melihat sudut pandang pelanggan adalah kunci untuk mengidentifikasi *waste*, hal ini diperlukan untuk membedakan yang menambah nilai dan tidak menambah nilai. Ada banyak kegiatan yang menimbulkan kebingungan atau perdebatan tentang

status nilai tambah, seperti pemeriksaan, transportasi, dan kegiatan administrasi dan penunjang (Ikatinasari & Haryanto, 2014).

Inspeksi tidak menambahkan nilai secara nyata. Apabila semua proses dilakukan dengan baik dan sesuai prosedur, diharapkan tidak perlu dilakukan inspeksi. Setiap personel yang melaksanakan proses produksi diharapkan mampu berperan ganda sebagai inspektor. Namun, proses inspeksi juga dapat menunjang kualitas produk. Sementara pada transportasi, dianggap *waste* apabila memakan banyak waktu dan biaya. Solusi terbaik yang dapat dilakukan adalah melakukan penataan ulang *layout*.

Secara umum, penghapusan *waste* NVA yang tidak perlu paling baik dilakukan dengan menggunakan pendekatan *continuous improvement* ("perubahan menjadi lebih baik" - "*Kaizen*"), sedangkan penghapusan limbah NVA yang diperlukan memerlukan strategi yang lebih revolusioner dimana penerapan bisnis rekayasa ulang proses mungkin lebih tepat (Teichgräber & De Bucourt, 2012).

## **2.5 Time and Motion Study**

*Time study* diperkenalkan oleh Taylor. Pada awalnya *time study* digunakan untuk menentukan waktu standar. Sedangkan *Motion study* dikembangkan oleh Gilberth yang digunakan untuk meningkatkan metode kerja. Kemudian para ilmuwan menyadari bahwa *time study* dan *motion study* adalah dua hal yang saling berhubungan dan saling mendukung, kemudian keduanya disatukan menjadi *time and motion study* (Saibani et al., 2015).

Aktivitas untuk menentukan waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja dalam melaksanakan pekerjaan dalam kondisi dan tempo tertentu disebut *time and motion study* (Zamrudi & Nursanti, 2020). Pada penerapannya, menggunakan

*time study* dapat meningkatkan kualitas metode kerja. Berikut adalah tujuan dari *time and motion study* (Saibani et al., 2015):

1. Meningkatkan sistem dan metode kerja. Pada umumnya untuk menekan biaya produksi.
2. Membuat sistem dan metode yang baku.
3. Menentukan waktu standar.
4. Membantu pekerja menerapkan metode yang lebih baik.

### **2.5 Time Motion Study**

Secara umum *time and motion study* bertujuan menghilangkan pekerjaan yang tidak perlu dan membuat aturan dan prosedur yang paling efisien. Selain itu *time and motion study* juga menambahkan pengukuran untuk menentukan indeks kinerja tim maupun individu. Berikut adalah metode-metode yang sering digunakan pada *time and motion study* (Saibani et al., 2015):

#### **1. Metode stopwatch**

Metode ini adalah sebuah metode konvensional yang digunakan untuk mencatat dan mengevaluasi suatu prosedur pekerjaan dengan mendapatkan data dari pengukuran menggunakan metode ini dapat digunakan menjadi waktu standar.

#### **2. Work sampling**

Metode ini digunakan untuk mengukur persentase waktu penyelesaian pekerjaan. Observasi dilakukan dalam periode waktu tertentu pada suatu grup, mesin, proses, dan juga pekerja.

#### **3. Pre-determined Motion Time System (PMTS)**

Suatu teknik pengukuran kerja yang dikembangkan dengan menggunakan waktu yang telah ditentukan dengan satuan pengukuran waktu ( TMU ) dimulai dari sebelum dasar pergerakan pekerja.

#### 4. *Maynard Operation Sequencing Technique (MOST)*

Sebuah studi lengkap operasi atau sub-operasi di mana nilai-nilai parameter waktu normal sesuai yang ditetapkan, menghasilkan waktu normal untuk operasi atau sub-operasi.

### 2.6 Penelitian Terdahulu

Penelitian-penelitian sebelumnya yang menggunakan metode yang sama dengan penelitian ini dijadikan sebagai referensi untuk bahan pertimbangan penelitian. Berikut merupakan referensi dari penelitian-penelitian sebelumnya.

Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu

No	Judul Penelitian	Nama dan Tahun Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
1.	Implementasi value stream mapping untuk mengurangi waste pada perawatan komponen engine	Adrianto & Kholil, 2020	Value Stream Mapping, 5 whys, Fishbone	Hasilnya terdapat masalah waste waiting pada gate 1 dan gate 3 yang mana penyebabnya adalah data yang tidak di- maintain, terdapat bug pada sistem, kurangnya perhatian pada people development dan masih terjadi

No	Judul Penelitian	Nama dan Tahun Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
			Diagram dan FMEA	miskomunikasi antar bagian di engine
2.	Usulan perbaikan proses perawatan maintenance record SR dengan pendekatan value stream mapping	Diah septiyana, kurniawan indra. 2019	Value stream mapping , diagram fishbone	Pembuatan future state map value stream mapping berdasarkan pengurangan proses dan usulan yang telah diberikan untuk mengurangi total lead time pengiriman dokumen. Total lead time pada maintenance record SR berkurang sebesar 40,81%.
3.	Penggunaan value stream mapping untuk mendukung implementasi lean supply ( studi kasus perawatan mesin pesawat)	Faisal jawie, 2012	Value stream mapping , lean supply chain	Usulan perbaikan untuk mengurangi pemborosan dalam proses perawatan engine CFM56-7B diantaranya adalah membuat peraturan batas waktu persetujuan customer, menambah



No	Judul Penelitian	Nama dan Tahun Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
				pekerja, menyediakan stok material dan tools, lebih aktif melakukan update sistem, engineer lebih aktif mencari referensi manual, pengadaan mobil untuk transportasi part, membuat tempat penyimpanan pada bagian inspeksi dan RPC, perubahan layout, dan tempat tools dapat diatur ketinggiannya