

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **II.1 Tinjauan Teori**

##### **II.1.1 Konsep Dasar *Lean***

Secara sederhana, konsep *Lean* adalah tentang perampingan dan efisiensi. Konsep ini dapat diterapkan di berbagai jenis perusahaan, baik di sektor manufaktur maupun jasa, karena efisiensi selalu menjadi target yang ingin dicapai oleh perusahaan. Awalnya, konsep *Lean* digunakan untuk menggambarkan pendekatan yang digunakan oleh Toyota dalam industri otomotif Jepang, sebagai perbedaan dengan pendekatan produksi massal yang umum di Barat. Dalam penerapan *Lean production*, sering kali terjadi pengabaian terhadap variasi dan ketergantungan antar proses. Konsep *Lean* yang diperkenalkan oleh Womack et al. (2003) adalah upaya untuk menciptakan sebuah sistem yang menggunakan sedikit input untuk menghasilkan output yang sama, sejalan dengan prinsip-prinsip yang dikembangkan dalam *Traditional Mass Production System*, namun dengan memberikan pilihan yang lebih banyak kepada pelanggan. [5]

Selain itu, *Lean* juga dapat diartikan sebagai filosofi untuk mengoptimalkan kinerja industri manufaktur secara keseluruhan [6]. Dengan menerapkan prinsip-prinsip *Lean*, perusahaan berupaya untuk mengurangi pemborosan, meningkatkan efisiensi, meningkatkan kualitas produk, dan memberikan nilai yang lebih tinggi kepada pelanggan. Dengan demikian, konsep *Lean* merupakan pendekatan yang berfokus pada peningkatan efisiensi, pengurangan pemborosan, dan peningkatan kualitas dalam sistem produksi. Prinsip-prinsip *Lean* mendorong perusahaan untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya, meningkatkan alur nilai, dan memberikan layanan yang lebih baik kepada pelanggan.

### II.1.2 Sistem Produksi

Sistem produksi merupakan kumpulan dari sub sistem-sub sistem yang saling berinteraksi dengan tujuan mentransformasi input produksi menjadi output produksi. Input produksi berupa bahan baku, mesin, tenaga kerja, modal, dan informasi, sedangkan output produksi merupakan produk yang dihasilkan. Dibawah ini merupakan klasifikasi sistem produksi yang terbagi menjadi tiga, yaitu: [7]

#### 1. Sistem Produksi Menurut Proses Menghasilkan *Output*

A. Proses Produksi Kontinyu (*Continous Process*) Proses ini tidak memerlukan waktu setup yang berganti-ganti karena proses ini memproduksi secara terus menerus untuk jenis produk yang sama.

B. Proses Produksi Terputus (*Intermittent Process/Discrete System*) Proses ini memerlukan total waktu setup yang lebih lama, karena proses ini memproduksi berbagai jenis spesifikasi barang sesuai pesanan. Jenis produk dalam setiap proses diproduksi berbeda-beda sehingga dibutuhkan waktu setup yang berbeda.

C. Proses Produksi *Repetitif* merupakan kombinasi antara proses produksi kontinyu dan proses produksi terputus. Proses ini menggunakan modul modul. Modul-modul ini merupakan bagian atau komponen yang telah dipersiapkan sebelumnya, biasanya terjadi pada proses kontinyu.

#### 2. Sistem Produksi Menurut Tujuan Operasinya

A. *Engineering To Order* (ETO) yaitu pemesan yang meminta produsen untuk membuat produk yang dimulai dari proses perancangannya.

B. *Assembly To Order* (ATO) yaitu produsen membuat desain standar dan modul-modul opsinya standar, dan melakukan perakitan suatu kombinasi tertentu dari modul-modul tersebut sesuai dengan pesanan konsumen.

C. *Make To Order* (MTO) yaitu produk diproduksi jika terdapat pesanan dari konsumen untuk produk tersebut. Jika produk tersebut bersifat unik dan mempunyai desain yang akan dibuat menurut pesanan, maka konsumen harus bersedia menunggu hingga produsen menyelesaikan produk tersebut.

D. *Make To Stock* (MTS) yaitu produsen membuat produk dan produk tersebut ditempatkan sebagai persediaan sebelum pesanan konsumen diterima. Produk tersebut baru akan dikirim dari persediaannya setelah pesanan konsumen diterima.

### 3. Sistem Produksi Aliran Operasi dan Variasi Produk

A. Aliran Produksi *Flow Shop* adalah proses konversi dimana unit-unit output secara berturut-turut melalui urutan operasi yang sama pada mesin-mesin khusus, biasanya ditempatkan sepanjang suatu lintasan produksi. Proses ini digunakan untuk produk yang mempunyai desain dasar yang tetap sepanjang waktu yang lama dan ditujukan untuk pasar yang luas, sehingga diperlukan penyusunan bentuk proses produksi flow shop yang bersifat *Make To Stock* (MTS). Bentuk umum proses flow shop dapat dibagi menjadi jenis produksi flow shop kontinyu dan flow shop terputus. *Flow shop* kontinyu adalah proses bekerja untuk memproduksi jenis output yang sama, sedangkan *flow shop* terputus adalah proses kerja secara periodik diinterupsi untuk melakukan setup bagi pembuatan produk dengan spesifikasi yang berbeda (meskipun desain dasar yang sama). Setiap siklus produksi, seluruh unit mengikuti urutan yang sama. Proses *flow shop* biasanya disebut juga sistem produksi masal (*Mass Production*).

B. Aliran Produksi *Continuous* merupakan bentuk ekstrim dari *flow shop* dimana terjadi aliran material yang konstan. Satu lintasan produksi pada proses kontinyu hanya dialokasikan untuk satu produk saja.

C. Aliran Produksi *Job Shop* merupakan proses konversi dimana unit-unit pesanan yang berbeda akan mengikuti urutan produksi yang berbeda pula dengan melalui stasiun-stasiun kerja yang dikelompokkan berdasarkan fungsinya. Volume produksi tiap jenis produksi sedikit tetapi variasi produknya banyak, lama proses produksi tiap jenis produk agak panjang, dan tidak ada lintasan produksi khusus. Aliran produksi *job shop* bertujuan untuk memenuhi kebutuhan khusus konsumen, biasanya bersifat *Make To Order* (MTO). Kebutuhan aliran produksi job shop dalam menangani banyaknya variasi dari desain produk membutuhkan adanya sumber daya

mesin dan manusia yang terampil. Waktu proses untuk aliran produksi *job shop* lebih lama karena setiap proses harus dilakukan setup, hal ini disebabkan karena produk yang bervariasi. Kekurangan dari aliran produksi *job shop* adalah waktu pengiriman yang lebih lama, kualitas produk yang lebih variabel, dan biaya yang lebih tinggi dibandingkan aliran *flow shop*.

D. Sistem aliran produksi batch merupakan bentuk satu langkah ke depan dibandingkan *job shop* dalam hal standarisasi produk, tetapi tidak terlalu terstandarisasi seperti produk yang dihasilkan pada aliran produksi *flow shop*. Sistem aliran produksi batch memproduksi banyak variasi dan volume produk, lama produksi untuk tiap produk agak pendek, dan satu lintasan produksi dapat dipakai untuk beberapa tipe produk.

E. Aliran Produksi Proyek merupakan proses penciptaan satu jenis produk yang rumit dengan suatu pendefinisian urutan tugas-tugas yang terakhir akan kebutuhan sumber daya dan dibatasi oleh waktu penyelesaiannya. Beberapa fungsi yang mempengaruhi produksi seperti perencanaan, perancangan, pembelian, pemasaran, penambahan personal atau mesin (untuk aliran produksi *flow shop* dan *job shop* dilakukan secara terpisah) harus diintegrasikan sesuai dengan urutan waktu penyelesaiannya, sehingga dicapai penyelesaian yang ekonomis.

### II.1.3 *Lean Manufacturing*

Konsep *lean* adalah sekumpulan peralatan dan metode yang dirancang untuk mengeliminasi pemborosan, mengurangi waktu tunggu, memperbaiki *performance* dan mengurangi biaya. [8] Sedangkan menurut muhsin, dkk *lean* mengkaji aliran pekerjaan atau tugas dari mulai perancangan sampai produk diterima konsumen agar dapat berjalan lancar dan tidak mengalami pemberhentian atau pengembalian yang disebabkan karena cacat atau *waste*. [9] Tujuan dari penerapan *lean* adalah untuk meningkatkan kualitas, meningkatkan produktivitas, meningkatkan kemampuan memperoleh keuntungan dan meningkatkan daya saing pasar. [1]

*Lean Manufacturing* merupakan konsep perampingan produksi yang berasal dari Jepang. Konsep ini merupakan konsep adopsi dari sistem produksi Toyota. Konsep pendekatan ini berorientasi pada eliminasi *waste* yang terjadi di dalam sistem

produksi. Eliminasi pemborosan ini dilakukan agar sistem produksi berjalan dengan efektif dan efisien. Konsep pendekatan ini dirintis oleh *Taichi Ohno* dan *Shigeo Shingo* dimana implementasi dari konsep ini didasarkan pada 5 prinsip, antara lain: [10]

1. *Understand the customer value*
2. *Value Stream Analysis*
3. *Flow*
4. *Pull*
5. *Perfection*

#### II.1.4 Tipe Aktivitas

Salah satu proses penting dalam pendekatan *Lean* adalah identifikasi aktivitas-aktivitas mana yang memberikan nilai tambah dan mana yang tidak. Tipe aktivitas dalam organisasi dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu sebagai berikut: [11]

1. *Value Added (VA)*, segala aktivitas perusahaan dalam menghasilkan produk atau jasa yang dapat memberikan nilai tambah terhadap proses. Aktivitas ini misalnya assembly komponen pembentuk produk.
2. *Non Value Added (NVA)*, segala aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah terhadap proses. Aktivitas ini termasuk *waste* yang dapat merugikan perusahaan dan harus dieliminasi, misalnya waktu tunggu.
3. *Necessary Non Value Added (NNVA)*, segala aktivitas perusahaan dalam menghasilkan produk atau jasa yang tidak memberikan nilai tambah, namun aktivitas ini diperlukan untuk menjamin ekspektasi nilai tambah yang diinginkan, baik oleh perusahaan maupun customer. Aktivitas ini misalnya inspeksi dan pengawasan terhadap pekerja.

#### II.1.5 Waste (Pemborosan)

Dalam aplikasi *lean*, *waste* harus dieliminasi. Pemborosan merupakan aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah. Oleh karena itu, pemborosan harus dieliminasi karena dapat menyebabkan proses produksi menjadi lebih efisien. Berdasarkan *Gazpers*, terdapat sepuluh pemborosan yang terbagi menjadi 4 kategori, antara lain: [12]

1. Orang (*People*)

Pemborosan ini merupakan pemborosan yang diakibatkan oleh manusia.

Terdapat 3 jenis pemborosan pada kategori ini, antara lain :

- a. *Innapropriate Processing*
- b. *Excessive Motion*
- c. *Waiting*

2. Kuantitas (*Quantity*)

Pemborosan ini merupakan pemborosan yang terjadi disebabkan oleh jumlah produk yang berada pada sepanjang aliran proses produksi.

Pemborosan ini terbagi menjadi 3 macam, antara lain :

- a. *Unncessary Inventory*
- b. *Uncessary Moving Things (Transportation)*
- c. *Overproduction*

3. Kualitas (*Unconforming Quality*) / *Defect*

Pemborosan ini terjadi akibat adanya kesalahan pada proses pengerjaan sepanjang proses produksi yang berdampak pada kualitas produk akhir dimana hal ini sangat menentukan kepuasan konsumen dalam penggunaan produk.

4. Informasi (*Information*)

Pemborosan ini terjadi akibat adanya aliran informasi yang salah pada setiap tahapan proses. Pemborosan ini terbagi menjadi 3 jenis pemborosan, antara lain:

- a. *Ineffective Planning*
- b. *Ineffective Schedulling*
- c. *Discrepancy Execution*

Menurut Intifada dan Witantyo dalam Pradana et al.[1], secara umum terdapat 7 jenis pemborosan, antara lain:

1. *Overproduction*

*Overproduction* yaitu memproduksi lebih daripada kebutuhan pelanggan internal dan eksternal, atau memproduksi lebih cepat atau lebih awal daripada waktu kebutuhan pelanggan internal dan eksternal.

2. *Waiting time*

*Waiting time* yaitu keterlambatan yang tampak melalui orang-orang yang sedang menunggu mesin, peralatan, bahan baku, *supplier*, perawatan atau pemeliharaan, dll.

3. *Transportation*

*Transportation* yaitu memindahkan orang atau barang ketempat yang sangat jauh dari satu proses ke proses berikut yang dapat mengakibatkan waktu penanganan material bertambah.

4. *Processes*

*Processes* yaitu mencakup proses-proses tambahan atau aktivitas kerja yang tidak perlu atau tidak efisien.

5. *Inventories*

*Inventories* yaitu pada dasarnya *inventories* menyembunyikan masalah dan menimbulkan aktivitas penanganan tambahan yang seharusnya tidak diperlukan.

6. *Motion*

*Motion* yaitu setiap pergerakan dari orang atau mesin yang tidak menambah nilai kepada barang dan jasa yang akan diserahkan kepada pelanggan, tetapi hanya menambah biaya dan waktu saja.

7. *Defect*

*Defect* yaitu *scrap*, *rework*, *customer returns*, *customer dissatisfaction*, dan *design* yang tidak memenuhi kebutuhan pelanggan serta penambahan *features* yang tidak perlu.

### II.1.6 Perhitungan Waktu *Lean*

Tahapan yang diperlukan untuk melakukan penerapan *lean* adalah dengan pengukuran beberapa metrik *lean*. Tujuan pengukuran ini untuk memberikan suatu gambaran mengenai kondisi produksi sebelum diterapkan *lean* dan bila sudah diterapkan, maka akan terlihat perubahan pada nilai yang lebih baik pada metrik ini. Perhitungannya pun terdiri dari perhitungan *manufacturing lead time*, *process cycle efficiency*, *process lead time*, dan *process velocity* [13]

$$\text{Process cycle efficiency} = \frac{\text{value-added time}}{\text{total lead time}} \quad (2.1)$$

*Value-added time* adalah waktu melakukan proses yang memberikan nilai tambah kepada produk, sedangkan total *lead time* adalah waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses dari awal sampai akhir ketika barang dipesan sampai barang dikirim ke pelanggan.

### II.1.7 Cycle Time

*Cycle time* (waktu siklus) yaitu jumlah waktu maksimum yang diperlukan setiap stasiun kerja untuk mengerjakan setiap item produk agar target produksi yang ditetapkan dapat tercapai. *Cycle time* dapat dihitung dengan cara sebagai berikut. [14]

$$\text{Cycle Time} = \frac{\text{Waktu yang tersedia}}{\text{jumlah produk}} \quad (2.2)$$

### II.1.8 Big Picture Mapping

*Big picture mapping* merupakan salah satu *tool* yang digunakan untuk mengetahui gambaran suatu proses tertentu secara keseluruhan. *Big picture mapping* menggunakan simbol-simbol seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.2. Sehingga dengan menggunakan *big picture mapping* disini kita bisa mengetahui secara jelas suatu proses produksi secara keseluruhan mulai dari awal sampai akhir. Hal ini akan mempermudah untuk mengidentifikasi terhadap ada tidaknya *waste* yang ada di dalam aliran proses tersebut sepanjang *value stream*. Langkah-langkah dalam *big picture mapping*: [11]

#### 1. Customer Requirement

Mengidentifikasi jenis dan jumlah produk yang diinginkan konsumen kapan dibutuhkannya produk tersebut, kapasitas pengiriman, seberapa sering pengiriman dilakukan dan banyaknya persediaan yang dibutuhkan yang harus disimpan untuk keperluan konsumen.

#### 2. Information Flow

Menggambarkan aliran informasi dari konsumen menuju *supplier* (pemasok) yang berisi antara lain peramalan dan informasi pembatalan kepada *supplier* (pemasok) oleh konsumen, organisasi atau departemen yang memberikan informasi ke

perusahaan, berapa lama informasi muncul sampai diproses informasi apa yang disampaikan kepada *supplier* serta persyaratan pesanan.

### 3. *Physical Flow*

Menggambarkan aliran fisik berupa aliran material atau produk dalam perusahaan, waktu yang diperlukan, titik terjadinya *inventory* dan inspeksi, putaran *rework*, waktu siklus tiap titik, berapa banyak produk yang dibuat dan dipindah di tiap titik, waktu penyelesaian tiap operasi, berapa jam perhari tiap stasiun kerja beroperasi, berapa banyak produk yang diperiksa di tiap titik, berapa banyak orang yang bekerja di tiap stasiun kerja, waktu berpindah di tiap stasiun, dimana *inventory* diadakan dan berapa banyak, titik *bottleneck* yang terjadi, dan berapa tingkat cacat.

### 4. *Linking Physical and Information Flow*

Menghubungkan aliran informasi dan aliran fisik dengan anak panah yang dapat berisi informasi jadwal yang digunakan, instruksi kerja yang dihasilkan dari dan untuk siapa informasi dan instruksi dikirim kapan dan dimana biasanya terjadi masalah dalam aliran fisik.

### 5. *Complete Map*

Melengkapi peta atau gambar aliran informasi dan aliran fisik dilakukan dengan menambahkan *lead time* dan *value added time* dibawah gambar aliran yang dibuat.



Gambar II. 1 Simbol-simbol dalam *Big Picture Mapping* [11]

#### II.1.9 *Value Stream Mapping*

*Value stream* adalah semua kegiatan (*value added* atau *non value added*) yang diperlukan untuk membuat sebuah produk melalui dua aliran utama, yaitu: (1) aliran produksi dari bahan baku ke pelanggan dan (2) rancangan aliran dan konsep ke implementasi. *Value stream mapping* sendiri adalah sebuah *tool* yang sangat penting dalam penerapan *lean manufacturing* VSM dapat menjadi awal yang baik

bagi perusahaan yang ingin menerapkan sistem *lean* karena dapat menunjukkan aktivitas-aktivitas baik yang menambah nilai maupun yang tidak menambah nilai terhadap suatu produk yang menggunakan *resource* yang sama dalam suatu proses yang sama dari mulai bahan baku sampai ke tangan konsumen. [15]

Menjelaskan dimana prinsip *lean* disesuaikan untuk sektor proses. Aplikasi dengan menggunakan *value stream mapping* sebagai alat utama yang biasa digunakan untuk mengidentifikasi peluang untuk berbagai proses bisnis. [16]

*Value stream mapping* adalah *tool* grafik dalam *lean manufacturing* yang membantu melihat *flow* material dan informasi saat produk berjalan melalui keseluruhan bisnis proses yang menciptakan *value* mulai dari *raw* material sampai diantar ke *customer*. *Value stream mapping* mampu memvisualisasikan aliran produk dan mengidentifikasi *waste*. *Value stream mapping* juga membantu memprioritaskan masalah yang akan diselesaikan. *Value stream mapping* merupakan salah satu bentuk dari *process mapping* yang menunjukkan secara detil aliran material, aliran informasi, parameter operasional *lead time*, *yield*, *uptime*, *frequency* pengiriman, jumlah *manpower*, ukuran *batch*, jumlah *inventori*, *setup time*, *process time*, efisiensi proses secara keseluruhan, dan lain-lain.

Ada berbagai alat dan teknik untuk menerapkan prinsip-prinsip *lean* untuk industry: TPM, TQM, FMEA, 5S, QFD, *Kaizen*, *Kanban*, VSM, dll. diantara semuanya, VSM adalah salah satu alat yang paling penting. Pendekatan VSM mampu menelusuri *waste* yang ada dalam proses manufaktur. Ini merupakan metode fungsional yang di tunjukkan pada reorganisasi sistem manufaktur dengan visi mencapai praktek dalam *leanness*. [17]

#### II.1.10 *Value Stream Analysis Tools*

Dalam industri manufaktur terdapat tiga kategori kegiatan yang dilakukan, diantaranya yaitu *non-value added*, *necessary but non-value added*, dan *value added*. NVA merupakan kegiatan yang murni pemborosan dan perlu dihilangkan. NNVA merupakan kegiatan yang perlu dilakukan tetapi kemungkinan merupakan sebuah pemborosan. VA merupakan kegiatan yang menambah nilai dan perlu dilakukan. Terdapat tujuh macam *detailed mapping tools* yang paling sering digunakan, diantaranya yaitu: [18]

### 1. *Process Activity Mapping* (PAM)

*Tool* ini sering digunakan oleh ahli teknik industri untuk memetakan keseluruhan aktivitas secara detail guna mengeliminasi *waste*, ketidakkonsistenan, dan keirasionalan di tempat kerja sehingga tujuan meningkatkan kualitas produk dan memudahkan layanan, mempercepat proses dan mereduksi biaya diharapkan dapat terwujud. *Process activity mapping* akan memberikan gambaran aliran fisik dan informasi, waktu yang diperlukan untuk setiap aktivitas, jarak yang ditempuh dan tingkat persediaan produk dalam setiap tahap produksi. Kemudahan identifikasi aktivitas terjadi karena adanya penggolongan aktivitas menjadi lima jenis yaitu operasi, transportasi, inspeksi, *delay* dan penyimpanan. Operasi dan inspeksi adalah aktivitas yang bernilai tambah. Sedangkan transportasi dan penyimpanan berjenis penting tetapi tidak bernilai tambah. Adapun *delay* adalah aktivitas yang dihindari untuk terjadi sehingga merupakan aktivitas berjenis tidak bernilai tambah. *Process Activity Mapping* terdiri dari 5 tahapan yang perlu dilakukan, yaitu : [18]

1. Mempelajari alur proses dan melakukan analisa awal.
2. Mengidentifikasi pemborosan.
3. Mempertimbangkan penyusunan ulang *sequence* proses agar lebih efisien.
4. Mempertimbangkan pola aliran yang lebih baik.
5. Mempertimbangkan untuk menghilangkan pekerjaan berat dan hanya yang benar-bener penting saja.

Untuk template dari *Process Activity Mapping* dapat dibuat seperti pada tabel II.1

Tabel II. 1 *Template Process Activity Mapping* (PAM) [2]

No	Kegiatan	Mesin/Alat	Jarak (m)	Waktu (menit)	Operator	Aktivitas					Keterangan (VA/NNVA/NVA)
						O	T	I	S	D	

Keterangan :

- O = *Operation*
- T = *Transportation*
- I = *Inspection*

- S = *Storage*
- D = *Delay*
- VA = *Value Added*
- NNVA = *Necessary but Non Value Added*
- NVA = *Non Value Added*

Pada proses *Process Activity Mapping* juga berfungsi untuk mengidentifikasi aktivitas ke dalam 3 kategori, seperti pada contoh template dari *Process Activity Mapping*.

Tabel II. 2 Jumlah VA, NNVA, NVA [2]

Kategori	Aktivitas					Jumlah
	O	T	I	S	D	
VA						
NNVA						
NVA						

Tabel II. 3 Waktu Total Untuk VA, NNVA, NVA. [2]

Kategori	Aktivitas					Total Waktu	Persentase
	O	T	I	S	D		
VA							
NNVA							
NVA							

## 2. *Supply Chain Response Matrix (SCRM)*

Asal *tool* ini dari teknik pada pemampatan waktu dan gerakan logistik. *Tool* ini memberikan gambaran kondisi lead time untuk setiap proses dan jumlah persediaan. Dengan *tool* ini, pemantauan terjadinya peningkatan atau penurunan *lead time* (waktu distribusi) dan jumlah persediaan pada tiap area aliran rantai pasok dapat dilakukan. Adanya pemetaan tersebut akan lebih memudahkan manajer distribusi untuk mengetahui pada area mana aliran distribusi dapat direduksi lead time-nya dan dikurangi jumlah persediaannya.

### 3. *Production Variety Funnel (PVF)*

*Production variety funnel* merupakan *tool* yang berasal dari disiplin ilmu manajemen operasi dan telah pernah diaplikasikan oleh New pada 1993 di industri tekstil. Metode ini berguna untuk mengetahui pada area mana terjadi *bottleneck* dari input bahan baku, proses produksi sampai pengiriman ke konsumen. Ada beberapa karakteristik yang berhasil dirumuskan karena adanya perbedaan proses produksi di industri dengan *production variety funnel*. Jenis pabrik “ I ” adalah jenis pabrik yang produksinya cenderung tidak berubah dari item produk yang beragam seperti industri kimia. Jenis pabrik “ V ” adalah jenis pabrik yang jumlah bahan bakunya terbatas akan tetapi variasi produknya banyak, seperti industri tekstil dan metal. Jenis pabrik ” A ” bertolak belakang dengan jenis pabrik “ V ”, dimana jenis bahan bakunya banyak akan tetapi produk jadinya relatif terbatas seperti industri pesawat terbang. Adapun jenis pabrik “ T ” berkarakteristik produk jadinya relatif beragam dari jumlah komponen yang terbatas, seperti industri elektronik dan rumah tangga.

### 4. *Quality Filter Mapping (QFM)*

Pendekatan *quality filter mapping* adalah *tool* baru yang didesain untuk mengidentifikasi masalah kualitas pada area aliran rantai pasok perusahaan. Hasil identifikasi menunjukkan adanya 3 jenis defect dari kualitas yaitu (1) *produk defect*, (2) *scrap defect*, dan (3) *service defect*. *Product defect* merupakan cacat fisik produk yang tidak berhasil diseleksi pada saat proses inspeksi sehingga lolos ke konsumen. *Scrap defect* merupakan cacat yang berhasil diseleksi pada saat proses inspeksi. Sedangkan *service defect* merupakan masalah yang ditemukan oleh konsumen pada saat pemakaian produk akan tetapi tidak secara langsung berhubungan dengan produk yang dihasilkan tetapi lebih kepada pelayanan yang diberikan dari perusahaan.

### 5. *Demand Amplification Mapping (DAM)*

*Demand amplification mapping* adalah *tool* yang sering digunakan pada disiplin ilmu sistem dinamik yang diciptakan oleh Forrester pada tahun 1958 dan Burbidge pada tahun 1984 [19]. Hasil penelitian Burbidge (1984) menunjukkan bahwa jika permintaan dikirim dari serangkaian persediaan yang dimiliki menggunakan pengendalian stok *order*, akan memperlihatkan adanya amplifikasi dari variasi

permintaan akan meningkat untuk setiap transfer. Hal ini menunjukkan bahwa pengaturan persediaan sangat penting dalam mengantisipasi adanya perubahan permintaan. *Tool* ini dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dan analisis kedepan untuk meredesain konfigurasi aliran nilai, mengatur fluktuasi permintaan sehingga permintaan yang ada dapat dikendalikan.

#### 6. *Decision Point Analysis (DPA)*

*Tool decision point analysis* ini sering digunakan pada pabrik yang berkarakteristik produk jadinya relatif beragam dari jumlah komponen yang terbatas, seperti industri elektronik dan rumah tangga. Akan tetapi pada perkembangannya juga digunakan pada industri lain. Titik keputusan adalah titik dimana tarikan permintaan aktual memberikan cara untuk mendorong adanya peramalan. Adanya informasi titik keputusan akan berguna untuk mengerti dimana terjadinya kekeliruan penentuan titik keputusan. Ada 2 alasan penting mengapa *tool* ini digunakan. Pertama, untuk jangka pendek, informasi yang ada memungkinkan memprediksi proses yang beroperasi baik dari hilir maupun hulu dari titik keputusan yang ada. Kedua, untuk kepentingan jangka panjang, informasi yang ada digunakan untuk mendesain skenario untuk memperlihatkan operasi dari aliran nilai jika titik keputusan tersebut berubah. Harapannya akan memberikan desain skenario yang lebih baik dibanding desain sebelumnya.

#### 7. *Physical Structure (PS)*

*Tool* ini merupakan *tool* baru yang berguna mengetahui fakta apa yang terjadi pada aliran rantai pasok secara keseluruhan dan mengetahui level dari industrinya. Adanya pengetahuan dari *tool* ini, akan sangat berguna mengapresiasi seperti apa industri kita sekarang, mengerti bagaimana perusahaan beroperasi, dan dapat memperhatikan secara langsung pada area mana perlu perhatian khusus untuk dikembangkan.

Ada 2 bagian pada *tool* ini yaitu struktur volume dan struktur biaya. Pada bagian diagram pertama menunjukkan struktur industrinya antara area pemasok dan distribusi dengan variasi yang bertingkat. Bagian diagram pemetaan kedua dari industri menggambarkan biaya yang dikeluarkan perusahaan dari biaya bahan baku sampai dengan perakitan. Pada diagram ini juga memiliki hubungan langsung

dengan proses-proses yang terjadi di perusahaan yang berkarakteristik *value-adding*.

Tabel II. 4 *Detailed Mapping Tools* [18]

<i>Waste</i>	<b>PAM</b>	<b>SCRM</b>	<b>PVF</b>	<b>QFM</b>	<b>DAM</b>	<b>DPA</b>	<b>PS</b>
<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 II.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.

#### II.1.11 *Root Cause Analysis (RCA)*

*Root cause analysis* adalah metode problem solving yang dimanfaatkan untuk menemukan penyebab akar permasalahan. RCA merupakan proses yang digunakan untuk mencapai penyebab utama atau penyebab masalah, karena akar penyebab masalah adalah alasan utama bahwa terjadinya masalah [20]. RCA merupakan suatu metode evaluasi terstruktur untuk mengidentifikasi akar penyebab kejadian yang tidak diinginkan dan langkah-langkah yang diperlukan untuk mencegah terulangnya kembali kejadian atau masalah yang tidak diharapkan. Beberapa *tool* yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab permasalahan, yaitu: [20]

### 1. 5 Why's

*Why why analysis* (analisa kenapa kenapa) adalah suatu metode yang digunakan dalam root cause analysis dalam rangka problem solving yaitu mencari akar suatu masalah atau penyebab dari *waste* supaya sampai ke akar penyebab masalah. Istilah lain dari *why why analysis* adalah 5 whys analysis. Metode *root cause analysis* ini dikembangkan oleh pendiri *Toyota Motor Corporation* yaitu *Sakichi Toyoda* yang menginginkan setiap individu dalam organisasi mulai level top management sampai *shop floor* memiliki skill problem solving dan mampu menjadi *problem solver* di area masing-masing. Metode digunakan oleh *why why analysis* adalah dengan menggunakan literasi yaitu pertanyaan mengapa yang diulang beberapa kali sampai menemukan akar masalahnya.

### 2. Konsep Diagram *Fishbone*

*Fishbone* diagram (diagram tulang ikan — karena bentuknya seperti tulang ikan) sering juga disebut *Cause-and-Effect* Diagram atau *Ishikawa Diagram* diperkenalkan oleh Dr. Kaoru Ishikawa, seorang ahli pengendalian kualitas dari Jepang, sebagai satu dari tujuh alat kualitas dasar (*7 basic quality tools*). *Fishbone* diagram digunakan ketika kita ingin mengidentifikasi kemungkinan penyebab masalah dan terutama ketika sebuah tim cenderung jatuh berpikir pada rutinitas. [21]

Suatu tindakan dan langkah *improvement* akan lebih mudah dilakukan jika masalah dan akar penyebab masalah sudah ditemukan. Manfaat fishbone diagram ini dapat menolong untuk menemukan akar penyebab masalah secara *user friendly, tools* yang *user friendly* disukai orang-orang di industri manufaktur di mana proses di sana terkenal memiliki banyak ragam variabel yang berpotensi menyebabkan munculnya permasalahan. [22]

#### II.1.12 Konsep 5-S

5S merupakan pendekatan sistematis untuk meningkatkan lingkungan kerja dan meminimasi pemborosan sehingga tercipta lingkungan kerja yang efektif. Nama 5S berasal dari 5 huruf pertama istilah Jepang yaitu *seiri, seiton, seiso, seiketsu*, dan *shitsuke*. Penjabaran arti masing-masing konsep 5S adalah sebagai berikut: [23]

- a. *Sort* (Seiri), yaitu menentukan area dan memilah-milah segala sesuatu yang ada di area tersebut. Tujuannya adalah untuk menghilangkan segala sesuatu yang tidak diperlukan.
- b. *Set in Order* (Seiton), yaitu proses pengaturan item dalam rangka pengguna memerlukan sikap disiplin untuk mengidentifikasi semua barang value added harus disimpan bagaimana barang harus siap untuk digunakan dalam kegiatan sehari-hari.
- c. *Shine* (Seiso), yaitu memastikan bahwa seluruh area kerja benar-benar bersih.
- d. *Standardize* (Seiketsu), yaitu merupakan tahap perawatan.
- e. *Sustain* (Shitsuke), merupakan S ke 5 yang berarti mempertahankan

## II.2 Studi Penelitian Terdahulu

Berdasarkan hasil studi yang dilakukan terhadap beberapa penelitian terdahulu, diperoleh berbagai informasi mengenai sistem yang telah dibuat. Berikut adalah hasil studi terdahulu pada Tabel II.5

Tabel II. 5 Penelitian Terdahulu

No	Judul Penelitian	Penulis	Tahun	Review Metode					Kesimpulan
				<i>Waste Reduction</i>	<i>Lean Manufacturing</i>	<i>Current State Value Stream Mapping</i>	<i>Future State Value Stream Mapping</i>	VALSAT	
1.	Penerapan Konsep <i>Lean Manufacturing</i> Untuk Perbaikan Proses Produksi <i>Inner Tube</i> Produk <i>Hydraulic Filter</i> di PT. SS	1.Taufiq Rachman, ST, MT 2.Arief Suwandi, ST, MT	2019	✓	✓	✓			<p>1. Dari hasil <i>Current Value Stream Mapping</i> dapat diidentifikasi bahwa total proses pembuatan komponen <i>inner tube</i> sebesar 50174,4933 detik yang terdiri dari waktu siklus sebesar 13,9374 jam dan lead time sebesar 2,7892.</p> <p>2. Usulan perbaikan untuk proses pembuatan komponen <i>inner tube</i> berdasarkan <i>waste motion</i> yang terjadi akibat aktivitas mengambil material, menempatkan material ke mesin dan meletakkan material, sehingga dapat disimpulkan bahwa penyebab jenis <i>waste motion</i> yaitu metode kerja yang banyak memiliki pemborosan aktivitas atau dengan kata lain bahwa banyak aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah. Maka dilakukan usulan dengan penerapan <i>line balancing</i>, <i>economic motion</i>, pembuatan alat bantu untuk materail handling.</p>
2.	Perbaikan Proses Produksi dengan Menggunakan Metode <i>Lean Manufacturing</i> di PT.ABC	Lutfia Puspa Indah Arum, ST	2017	✓	✓	✓	✓		<p>1. Terdapat sejumlah <i>waste</i> menggunakan metode aktivitas <i>value stream mapping</i> dengan <i>lead time</i> sebesar 30 hari diketahui tidak memberikan nilai tambah sebesar 96,5%, sehingga peneliti membandingkan dengan membuat <i>future value stream mapping</i> dengan <i>lead time</i> sebesar 9,27 hari, 89% aktivitas non <i>vlaue added</i> berkurang sebesar 11%.</p>
3.	Rancangan <i>Lean Production</i> Dengan Menggunakan <i>Value Stream Analysis Tools</i> (VALSAT) Untuk Eliminasi <i>Waste</i> Dominan & Meningkatkan Produktivitas	Dhuha Khanif Rizky	2016	✓	✓	✓	✓	✓	<p>1. Dari hasil perhitungan <i>Process Activity Mapping</i>, pada proses produksi Syahla.01 Abaya di CV Sogan Batik Rejodani didapatkan hasil berupa <i>Value Added Activity</i> sebanyak 25 aktivitas dengan total waktu 13386.89 detik, <i>Non-Value Added Activity</i> sebanyak 21 aktivitas dengan total waktu 10688.00 detik, dan <i>Necessary but Non-Value</i></p>

No	Judul Penelitian	Penulis	Tahun	Review Metode					Kesimpulan
				<i>Waste Reduction</i>	<i>Lean Manufacturing</i>	<i>Current State Value Stream Mapping</i>	<i>Future State Value Stream Mapping</i>	VALSAT	
	Sistem Produksi (Studi Kasus: CV. Sogan Batik Rejodani)								<p><i>Added Activity</i> sebanyak 13 aktivitas dengan total waktu 514.14 detik.</p> <p>2. Selanjutnya setelah dilakukan pengurangan aktivitas, didapatkan hasil berupa <i>Value Added Activity</i> sebanyak 25 aktivitas dengan total waktu 13386.89 detik, <i>Non-Value Added Activity</i> sebanyak 8 aktivitas dengan total waktu 2076.12 detik, dan <i>Necessary but Non-Value Added Activity</i> sebanyak 12 aktivitas dengan total waktu 459.60 detik. Usulan perbaikan yang diberikan dapat mengurangi <i>Non-Value Added Activity</i> dari 43% menjadi 13%. Dengan berkurangnya aktivitas tidak bernilai tambah, maka dapat meningkatkan output produk dalam sehari sehingga produktivitas sistem produksi meningkat.</p>
4.	Perbaikan Aliran Produksi dengan Pengurangan Pemborosan Menggunakan Pendekatan <i>Lean Manufacturing</i> (Studi Kasus Lantai Produksi Pt. Granesia)	Azmi Luqman Zulkifli	2019	✓	✓	✓	✓		<p>1. Hasil dari pemetaan VSM <i>curent state map</i> diketahui nilai lead di Plant A selama 1169 menit dengan nilai the value to waste ratio hanya sebesar 26,94 %. Sedangkan nilai lead time di plant B selama 2520 menit dengan nilai the value to waste ratio sebanyak 40,47 %.</p> <p>2. Dari hasil identifikasi <i>waste</i> dengan kuesioner 7 <i>waste</i> dan identifikasi secara langsung, dikethau pemborosan yang terjadi yaitu wating, transportation, motion dan defact. Dengan pemborosan yang paling dominan terjadi yaitu waiting.</p>
5.	Perbaikan Proses Produksi Produk Paper Pallet Berdasarkan Analisis <i>Waste Assessment Model</i> dan Value	1.Meli Amanda 2.Sumiharni Batubara	2018		✓	✓	✓	✓	<p>1.Berdasarkan perhitungan identifikasi <i>waste</i> menggunakan <i>Waste Assessment Model</i> didapatkan <i>waste</i> dengan tiga ranking tertinggi yaitu motion sebesar 22,96%, kedua</p>

No	Judul Penelitian	Penulis	Tahun	Review Metode					Kesimpulan
				<i>Waste Reduction</i>	<i>Lean Manufacturing</i>	<i>Current State Value Stream Mapping</i>	<i>Future State Value Stream Mapping</i>	VALSAT	
	Stream Analysis Menggunakan Pendekatan <i>Lean Manufacturing</i> pada PT. Kaloka Binangun								<p>adalah transportation sebesar 17.53%, ketiga adalah inventory sebesar 13,35%.</p> <p>2. <i>Value Stream Mapping Analysis Tool</i> (VALSAT) yang digunakan adalah <i>Process Activity Mapping</i> (PAM) dengan total nilai rekapitulasi pemilihan <i>tool</i> sebesar 645,22. <i>Tool</i> ini akan memetakan dan menggolongkan seluruh aktivitas produksi secara <i>detail</i>.</p> <p>3. Pada <i>Process Activity Mapping</i> (PAM) awal menunjukkan bahwa aktivitas operation yang termasuk <i>value adding activity</i> memiliki waktu sebesar 1688,14 menit, sedangkan aktivitas lainnya yaitu <i>delay</i> sebesar 6955,61 menit, <i>inspection</i> sebesar 86,09 menit, <i>transportation</i> sebesar 226,11 menit, dan <i>storage</i> sebesar 342,79 menit.</p>