

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Lean

Menurut (Daniyan et al., 2022) *Lean* pertama kali di perkenalkan oleh *Toyota Production System* (TPS). Sedangkan (Hernadewita et al., 2022) *Lean* adalah strategi berkelanjutan untuk menghilangkan pemborosan. *Lean* adalah upaya berkelanjutan untuk mengurangi pemborosan dan meningkatkan nilai tambah pada produk (barang atau jasa) sehingga mendapatkan nilai tambah kepada konsumen.

Pada dasarnya *lean* mengidentifikasi dan menghilangkan inefisiensi seperti biaya yang tidak bernilai tambah (pemborosan) atau waktu tunggu yang tidak diperlukan dalam proses yang disebabkan oleh cacat, kelebihan produksi, dan proses lainnya. *Lean* dapat didefinisikan sebagai metode manufaktur yang ditentukan untuk mengurangi pemborosan dan waktu siklus proses, dengan peningkatan fleksibilitas proses dan kualitas produk (Daniyan et al., 2022). *Lean* adalah serangkaian atau solusi yang bertujuan untuk menghilangkan pemborosan, meningkat operasi *value added* (VA) dan mengurangi operasi *non-value added* (NVA). Nilai pada suatu produk dalam pembuatan *lean* ditentukan oleh kebutuhan pelanggan. Proses produksi dibagi menjadi tiga operasi, yaitu:

1. *Value added activity* (VA) adalah aktivitas yang dianggap oleh pelanggan memiliki nilai tambahan untuk suatu barang atau jasa, sehingga pelanggan ingin membayar aktivitas tersebut
2. *Non value added* (NVA) adalah aktivitas tanpa nilai tambah di mata pelanggan dan harus dihilangkan agar proses produksi lebih efisien.
3. *Necessary non value added* (NNVA) adalah aktivitas yang tidak menambah nilai pada produk atau jasa di mata pelanggan, namun tetapi diperlukan untuk prosedur atau sistem operasi yang sudah ada. Membutuhkan waktu yang lama untuk mengubah sistem operasi, tetapi aktivitas ini tidak dapat dihilangkan dalam waktu singkat.

Prinsip *lean* dapat dinyatakan sebagai upaya keberlanjutan untuk mencapai proses sempurna melalui menghilangkan pemborosan dalam aliran nilai. Gesperz (2007) membagi menjadi lima prinsip dasar *lean*, yaitu:

1. Menentukan nilai yang ditawarkan terhadap produk di mata pelanggan. Sebagai hasilnya pelanggan mengharapkan produk yang berkualitas dengan harga yang kompetitif dan dikirim tepat waktu.
2. Mengidentifikasi alur proses dari setiap tindakan yang terlibat dalam proses pembuatan produk.
3. Menghapus pemborosan yang tidak mempengaruhi *value stream mapping* (vsm)
4. Menggunakan sistem tarik (*pull system*) untuk memastikan bahwa material, informasi, dan produk mengalir dengan lancar dan efisien selama proses *value stream mapping* (vsm)
5. Temukan metode dan perbaikan yang digunakan untuk meningkatkan secara konsisten.

2.2 Lean Production/Manufacturing

Lean production / manufacturing merupakan pendekatan sistemik dan sistematis untuk menghilangkan pemborosan dan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (Dewi et al., 2021). *Lean* yang dikenal sebagai *lean manufacturing* adalah seperangkat prinsip yang di anur organisasi industri untuk meningkatkan kinerja produksi dan kepuasan pelanggan sekaligus menghilangkan pemborosan (Adeodu et al., 2021). *Lean manufacturing* secara konstan berfokus pada penghapusan aktivitas yang tidak bernilai tambah dan memaksimalkan aktivitas bernilai tambah dengan mengurangi biaya produksi dan meningkatkan kualitas suatu proses produksi. Menurut (Palange & Dhattrak, 2021) *Lean manufacturing* dapat didefinisikan sebagai pembuangan limbah dalam sistem produksi yang mungkin terkait dengan upaya manusia, inventaris waktu di berbagai tahap produksi.

Lean terbagi menjadi beberapa jenis tergantung penerapannya. *Lean enterprise* adalah istilah yang mengacu pada keseluruhan perusahaan. *Lean service* adalah istilah yang diterapkan dalam bidang jasa. Semua jenis *lean* memiliki tujuan yang sama, yaitu menghilang pemborosan (*waste*). Saat ini penggunaan *lean manufacturing* adalah yang paling umum, karena perusahaan bahwa proses *manufacturing* adalah sumber pemborsan (*waste*) terbanyak. *Lean* yang

ditempatkan pada *manufacturing* disebut sebagai *lean manufacturing*. *Lean* memiliki tujuan utamanya yaitu meningkatkan nilai pelanggan (*customer value*) melalui peningkatan rasio terhadap pemborosan (*value – to – waste ratio*) secara terus – menerus.

2.3 Waste

Waste (pemborosan) didefinisikan sebagai segala kegiatan yang tidak menciptakan atau menambah nilai atau *value* namun tetap menggunakan sumber daya (tenaga kerja, waktu, fasilitas, material, peralatan, dan lain-lain) yang ada (Rahayu Khasanah et al., 2022). Klasifikasi seven waste adalah sebagai berikut Gesperz (2007) :

1. *Overproduction*, pemborosan yang disebabkan karena produksi berlebih. Produksi barang atau produk sebelum dibutuhkan oleh produksi hilir (produk antara) atau permintaan pelanggan (produk jadi).
2. *Delays (waiting time)* disebut juga waktu menganggur kerja. *Delays* adalah keterlambatan yang muncul karena menunggu mesin, peralatan, bahan baku, supplier, perawatan/pemeliharaan (*maintenance*). Contohnya adalah menunggu waktu mesin, kekurangan suku cadang, atau masalah peralatan atau mesin.
3. *Transportation*, pemborosan yang terjadi karena memindahkan material atau tenaga kerja dalam jarak yang jauh antar proses dapat menyebabkan bertambahnya waktu penanganan material.
4. *Process*, pemrosesan yang berlebihan dan pemrosesan tidak tepat. Pemrosesan berlebih mengacu pada pemrosesan yang melebihi seperti spesifikasi desain, persyaratan kualitas, atau keinginan pelanggan. Pemrosesan yang tidak tepat mencerminkan penggunaan metode, teknik, atau peralatan yang tidak memadai.
5. *Inventories* adalah persediaan berupa bahan baku, bahan setengah jadi, atau produk akhir yang tersimpan di pabrik. Keberadaan persediaan ini menimbulkan aktivitas penanganan tambahan dan memelurkan biaya yang sebenarnya tidak diperlukan.

6. *Motions* disebut juga gerakan yang tidak perlu. Gerakan yang tidak perlu dari pekerja atau peralatan/mesin. Gerakan ini mencakup perjalanan, membungkuk, menggapai, atau mengangkat yang tidak perlu. Jika dilakukan secara rutin, gerakan yang tidak perlu akan terus-menerus menghasilkan pemborosan dan biaya. Gerakan yang tidak perlu berdampak negatif pada kesehatan dan keselamatan pekerja. Setiap pergerakan orang maupun mesin yang tidak memberi nilai tambah pada barang atau jasa yang akan diterima pelanggan.
7. *Defect* merupakan kecacatan produk. Pemborosan yang mungkin terjadi adalah keberadaan *scrap*, *rework*, *customer returns*, *customer dissatisfaction*.

2.4 Metode Borda

Metode pemilihan kelompok yang dikenal sebagai “borda” memungkinkan setiap pemilihan memberikan peringkat berdasarkan pilihan alternatif mereka. Metode borda menawarkan jawaban untuk opsi dengan point tertinggi dari semua nilai pemrosesan untuk setiap opsi. Dengan menggunakan teknik borda, kompleksitas pemilihan dengan sistem pemungutan suara diperhitungkan (Aribowo et al., 2023)

Dalam metode borda, setiap jenis waste diberi peringkat berdasarkan frekuensi kemunculannya, dan peringkat ini kemudian diberi bobor menurut nilai yang telah ditentukan sebelumnya yang diperoleh dari urutan skor tingkat kedua. Peringkat 1 mempunyai bobot tertinggi ($n-1$), sedangkan peringkat 8 mempunyai peringkat 8 mempunyai bobot terendah yaitu 0 (Maknun & Aidil, 2024). Pemborosan dengan nilai tertinggi diidentifikasi sebagai pemborosan yang paling sering terjadi dalam proses instalasi farmasi rawat jalan, disebut sebagai pemborosan kritis (Rochimah & Mudayana, 2020)

Misalkan ada n kandidat yang dapat dipilih; pemilih atau penentu keputusan memberikan n poin kepada kandidat pertama, sedangkan $n-1$ point kepada kandidat kedua, dan seterusnya. Berdasarkan poin tertinggi atau opsi terbaik tentukan pemenangnya. Adapun contoh pengimplementasian metode borda sebagai berikut:

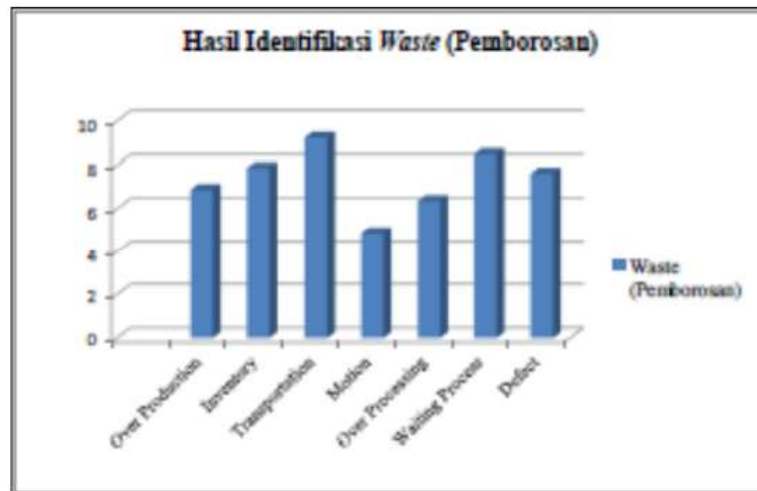
Jenis Waste	Peringkat							Rank	Bobot
	1	2	3	4	5	6	7		
<i>Overproduction</i>		1	1	1	2			16	0,146789
<i>Defect</i>			1	2	2			14	0,12844
<i>Inventory</i>			1	2	1			12	0,110092
<i>Transportations</i>			1	4				16	0,146789
<i>Movement</i>			4		1			18	0,165138
<i>Delay</i>		1	3			1		18	0,165138
<i>Processes</i>			1	3	1			15	0,137615
Bobot	6	5	4	3	2	1	0	109	

Gambar 2. 1 Contoh pengimplementasian metode borda

Sumber: (Aribowo et al., 2023)

Dari kuesioner yang telah isikan oleh responden, langkah selanjutnya masukan nilai yang ada pada tabel peringkat. Contoh seperti tabel di atas bahwa 7 responden memilih *waste overproduction* pada peringkat 2, lalu responden 2 memilih peringkat 3, dan seterusnya sampai *waste process*. Lalu nilai M (bobot) diberikan dengan n-1 dan seterusnya hingga 0. Setelah nilai peringkat didapatkan, langkah selanjutnya mengalikan nilai peringkat dengan M (bobot). Seperti pada *waste overproduction*, $(0 \times 6) + (1 \times 5) + (1 \times 4) + (1 \times 3) + (2 \times 2) + (0 \times 1) + (0 \times 0) = 16$. Selanjutnya menjumlahkan skor (rank) tiap *waste* dan untuk mendapatkan M (bobot) dengan cara skor akhir (rank) dibagi dengan jumlah skor akhir (rank). Contoh *waste overproduction* dengan skor akhir (rank) 16 lalu dibagi jumlah jumlah skor akhir (rank) 109 $(16/109) = 0,146789$, dan seterusnya. Sehingga dapat diketahui bahwa *waste* dengan bobot tertinggi adalah keputusan yang diambil.

2.5 Pareto Diagram



Gambar 2. 2 Diagram pareto

Sumber: (Kholil & Mulya, 2013)

Pareto Diagram atau bagan pareto adalah alat yang dapat mengidentifikasi masalah utama dalam serangkaian masalah yang terjadi selama periode waktu tertentu. Seringkali, 80% masalah ada. 20% penyebabnya. Artinya, diakui bahwa sangat sedikit peristiwa yang menyebabkan sebagian besar masalah (Gamez et al., 2023). Bagan Pareto atau analisis pareto adalah grafik batang dan garis yang menunjukkan proporsi keseluruhan setiap jenis informasi. Dalam bagan Pareto, kategori kejadian diurutkan berdasarkan ukuran, dari terbesar ke terkecil di sebelah kanan. Urutan ini menunjukkan prioritas. Bagan Pareto digunakan untuk mengidentifikasi cacat produk utama dengan mengklasifikasikan cacat produk dan menentukan tingkat cacat dari maksimum ke minimum. Pada gambar 2.2 merupakan *pareto diagram*

2.6 Value Stream Mapping Analysis Tool (VALSAT)

Value Stream Mapping Analysis Tool (VALSAT) adalah alat yang digunakan untuk memetakan secara rinci jenis – jenis pemborosan (waste) yang telah teridentifikasi di dalam perusahaan. VALSAT juga dapat digunakan untuk memetakan pelaksanaan proyek, mulai dari tahap perencanaan dan pengadaan barang hingga tahap kesiapan pengiriman untuk memenuhi pemesanan konsumen. Tujuan lainnya adalah untuk mengevaluasi jenis job order dalam proses produksi, menganalisis jenis pemborosan yang paling berpotensi terjadi, serta memberikan

rekomendasi perbaikan yang tepat. *Value stream mapping* yang dipilih merupakan hasil VALSAT dengan skor total tertinggi, yang kemudian dijadikan sebagai peta terpilih untuk mengidentifikasi pemborosan (*waste*) secara detail. Pemilihan yang dilakukan ini berdasarkan bahwa *value stream mapping* yang terpilih dengan nilai terbesar tersebut sesuai untuk mengidentifikasi pemborosan pada *value stream* (Suparno & Susanto, 2021). *Value Stream Mapping Analysis Tool* (VALSAT) adalah alat yang digunakan untuk penentuan pemakaian tools yang sesuai untuk mengidentifikasi pemborosan (*waste*) yang paling besar. Berikut ini pada gambar 2.3 merupakan *value Stream Mapping Analysis Tool* (VALSAT):

Waste Type	Mapping Tools						
	Process Activity Mapping	Supply Chain Response Matrix	Production Variety Funnel	Quality Filter Mapping	Demand Amplification Mapping	Decision Point Analysis	Physical Structure (a) Volume (b) Value
Overproduction	L	M		L	M	M	
Time Wasting	H	H	L		M	M	L
Transport	H					L	
Inappropriate Processing	H			L		M	L
Unnecessary Inventory	M	H	M		H		
Unnecessary Motion	H	K					
Product Defect	L			H			
Overall Structure	L	L	M	L	H	M	H
Origin of Tool	Industrial Engineering	Time Compression /Logistics	Operations Management	New Tool	System Dynamics	Efficient Consumer Response	New Tool

Notes :
 H = High Correlation and Usefulness
 M = Medium Correlation and Usefulness
 L = Low Correlation and Usefulness

Gambar 2. 3 *Value Stream Mapping Analysis Tool* (VALSAT)

Sumber: (Mahendra & Susanty, 2019)

Penggunaan ketujuh *tools* pada tabel didasarkan pada kondisi yang telah diberi skor. Nilai pada setiap *tools* dihitung dengan mengalikan bobot dengan skor yang telah ditentukan. Bobot (faktor pengali) untuk katagori H adalah 9, untuk M adalah 3, dan untuk L adalah 1. Melalui matriks tersebut, dapat diketahui jenis pemborosan (*waste*) dengan nilai tertinggi tools yang akan digunakan untuk analisis lebih lanjut.

Pada dasarnya, *Value Stream Mapping Analysis Tool* (VALSAT) digunakan sebagai alat bantu untuk memetakan secara rinci aliran nilai (*value stream*) yang berfokus pada proses yang memberikan nilai tambah (*value adding process*).

Pemetaan detail ini kemudian dimanfaatkan untuk mengidentifikasi penyebab terjadinya pemborosan (*waste*). Menurut (Permana & Pujani, 2019) terdapat 7 macam *detail mapping tools* yang paling umum digunakan, yaitu :

1. Process Activity Mapping

Merupakan pendekatan teknis yang biasa dipergunakan pada aktivitas-aktivitas di rantai produksi. Konsep dasar dari *tool* ini adalah memetakan setiap tahap aktivitas yang terjadi mulai dari operasi, transportasi, inspeksi, *delay* dan *storage* kemudian mengelompokkannya kedalam tipe-tipe aktivitas yang ada, mulai dari *value adding activities*, *necessary non value adding activities* dan *non value adding activities*.

2. Supply Chain Response Matrix

Merupakan grafik yang menggambarkan hubungan antara *inventory* dengan *lead time* pada jalur distribusi, sehingga dapat diketahui adanya peningkatan maupun penurunan tingkat persediaan dan waktu distribusi pada tiap area dalam *supply chain*.

3. Production Variety Funnel

Merupakan teknik pemetaan visual yang mencoba memetakan jumlah variasi produk di tiap tahapan proses manufaktur. *Tools* ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi titik dimana sebuah produk *generic* diproses menjadi beberapa produk yang spesifik.

4. Quality Filter Mapping

Merupakan *tool* yang digunakan untuk mengidentifikasi letak permasalahan cacat kualitas pada rantai suplai yang ada. Evaluasi hilangnya kualitas yang sering terjadi dilakukan untuk pengembangan jangka pendek.

5. Demand Amplification Mapping

Peta yang digunakan untuk memvisualisasikan perubahan demand di sepanjang rantai suplai.

6. Decision Point Analysis

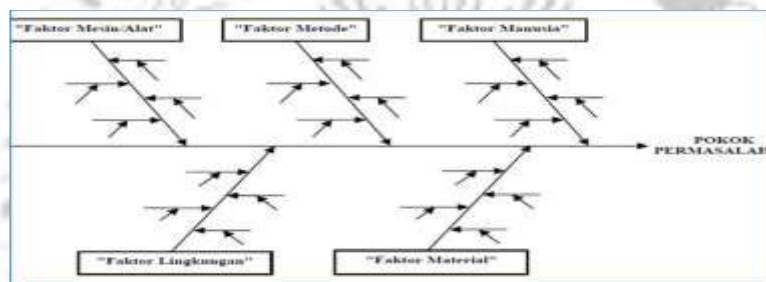
Menunjukkan berbagai option sistem produksi yang berbeda, dengan *trade off* antara *lead time* masing-masing *option* dengan tingkat *inventory* yang diperlukan untuk meng-cover selama proses *lead time*.

7. Physical Structure

Merupakan sebuah *tools* yang digunakan untuk memahami kondisi rantai suplai di level produksi.

2.7 Fishbone Diagram (Diagram Sebab-Akibat)

Fishbone diagram (diagram sebab-akibat) bisa disebut juga diagram Ishikawa (tulang ikan). Diagram sebab-akibat atau *cause and effect* adalah alat yang mengidentifikasi dan menampilkan penyebab masalah yang terjadi. Alat analisis dikenal sebagai *fishbone diagram* yang memberikan cara sistematis untuk mengidentifikasi dampak dan factor penyebab dampak tersebut. Diagram ini digunakan untuk pengendalian kualitas, membantu mengidentifikasi akar penyebab masalah atau cacat atau *waste* yang ditemukan dalam operasi perusahaan. Berikut merupakan contoh gambaran digram sebab-akibat (*cause and effect*) (Jannah & Siswanti, 2017):



Gambar 2. 4 *Fishbone diagram*

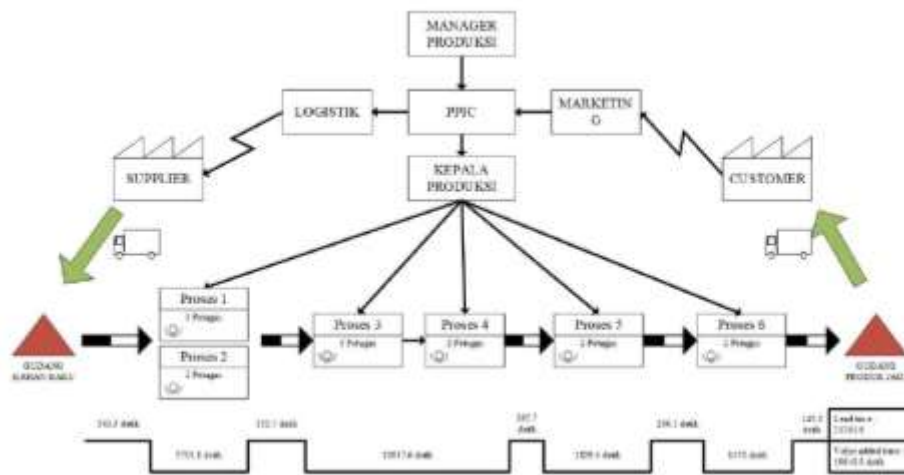
Sumber: (Krida Sakti et al., 2020)

Faktor atau variabel digram sebab akibat atau *cause and effect* sebagai berikut:

1. Manusia (*Man*) merupakan sumber daya yang paling penting. Beberapa faktor manusia yaitu seperti kurangnya pengetahuan, tidak ada pelatihan rutin, dan kurangnya keahlian khusus.
2. Metode (*Method*) adalah suatu proses dalam produksi. Faktor ini menganalisis pada proses produksi atas banyaknya kegiatan yang tidak perlu dilakukan. Metode disini berupa bagaimana proses itu dilakukan, kebutuhan yang spesifik dari proses itu, seperti prosedur, peraturan, dll.
3. Material (bahan baku) adalah bahan baku yang digunakan perusahaan untuk membuat produk. Biasanya berhubungan dengan bahan mentah, komponen dan bahan lainnya.

4. Mesin (*Machine*) berkaitan dengan peralatan dan mesin produksi. Faktor penyebab dari mesin berupa kurang maksimal pemeliharaan mesin, bisa karena usia mesin yang terlalu lama maupun teknis yang tidak memenuhi spesifikasi (Krida Sakti et al., 2020) untuk menghindari *waste* pada akibat mesin yang digunakan, teknisi harus mengecek mesin secara berkala.
5. Lingkungan (*Environment*) juga berpengaruh terhadap proses produksi suatu perusahaan. Tetapi faktor yang tidak dapat diprediksi seperti suhu, udara, tingkat kebisingan, kelembapan udara, dll (Jannah & Siswanti, 2017). Perusahaan memerlukan lingkungan kerja yang nyaman dan bersih untuk membuat karyawan merasa nyaman saat melakukan pekerjaan atau bisa mempertimbangkan lingkungan produksi seperti kebersihan area, suhu ruang dan kenyamanan pekerja.

2.8 Value Stream Mapping (VSM)



Gambar 2.5 Value Stream Mapping

Sumber: (Kurniawan & Hariastuti, 2020)


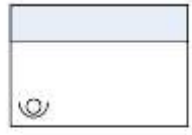
VSM digunakan untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan. *Value Stream Mapping* (VSM) merupakan metode yang digunakan untuk mengidentifikasi aktivitas – aktivitas, baik yang bernilai tambah pada industri maupun manufaktur, sehingga mempermudah mencari akar – akar permasalahan dalam proses (Komariah, 2022). VSM dapat menggambarkan aktivitas seperti desain produk, aliran produk, dan aliran informasi yang mendukung aktivitas. *Value Stream Mapping* atau Pemetaan aliran nilai merupakan alat yang digunakan untuk

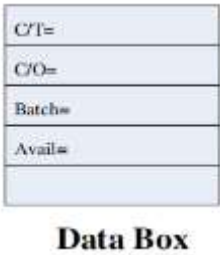
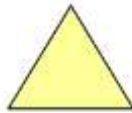



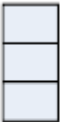
menggambarkan sistem secara keseluruhan dan aliran nilai didalamnya. Alat ini menggambarkan aliran material dan aliran informasi dalam suatu aliran nilai.

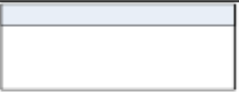





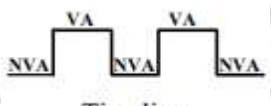
Diagram VSM menunjukkan rincian setiap langkah yang terlibat dalam putaran produksi yang diperlukan untuk menyelesaikan fase pengembangan produk. VSM adalah teknik penting untuk visualisasi dan pengelolaan perbaikan proses. VSM menyajikan gambaran yang lebih baik tentang limbah yang menjadi ciri proses produksi. Hal ini memudahkan identifikasi kemacetan dan inventaris serta titik-titik masalah lainnya untuk mengambil tindakan perbaikan yang diperlukan.

Value Stream Mapping (VSM) digambarkan dengan simbol – simbol aktivitas yang memiliki dua aktivitas yang masing – masing bernilai tambah dan tidak bernilai tambah. Dalam pembuatan VSM diperlukan simbol – simbol untuk menggantikan narasi dalam proses produksi. Pada tabel 2.1 dibawah menunjukkan simbol – simbol VSM yang ada dalam VSM:

Tabel 2. 1 Simbol – simbol dalam VSM

Simbol – Simbol dalam VSM		
Simbol Proses	 Customer / Supplier	Simbol ini merupakan supplier dan customer. Jika supplier ditempatkan di sisi kiri atas sebagai titik awal aliran material, dan customer diletakkan di kanan atas sebagai titik akhir material.
	 Dedicated Process	Simbol ini menunjukkan aliran internal yang berkelanjutan yang mewakili proses, operasi, mesin atau departemen yang dilewati oleh material untuk menghindari pemetaan proses yang tidak diharapkan dari satu departemen ke departemen lainnya.

	 <p>Data Box</p>	<p>Simbol ini berada di bawah simbol <i>dedicated process</i> yang berisi data yang diperlukan untuk memonitor dan menganalisis sistem. Isian dalam data box umumnya terdiri dari waktu proses, ukuran lot, waktu keterlambatan, volatilitas keterlambatan, dan waktu pemipin. Simbol ini terletak di bawah simbol tersebut.</p>
	 <p>Inventory</p>	<p>Ini adalah simbol yang digunakan untuk menunjukkan cara penyimpanan bahan baku, produk jadi, dan persediaan di antara dua proses.</p>
Material Simbol	 <p>Shipments</p>	<p>Gambar ini adalah gerakan memindahkan bahan baku dari pemasok ke pabrik atau pabrik ke pelanggan.</p>
	 <p>Push Arrow</p>	<p>Pada simbol ini adalah aliran material sebelum dan sesudah suatu proses. <i>Push</i> berarti melakukan satu proses tanpa memperhatikan apa yang diperlukan untuk proses berikutnya.</p>
	 <p>FIFO Lane</p>	<p>Simbol ini menggambarkan proses yang menggunakan FIFO (<i>First-In-First-Out</i>) dimana persediaan maksimal.</p>
	 <p>Safety Stock</p>	<p>Gambar ini merupakan jumlah persediaan untuk mengantisipasi permintaan pelanggan yang meningkat secara tiba-tiba.</p>

	 Production Control	Simbol ini adalah pusat penjadwalan atau kontrol produksi yang dilakukan oleh departemen, orang, atau operasi.
Informasi Simbol	 Manual Information	Informasi yang berasal dari laporan, memo, atau percakapan ditunjukkan dengan simbol panah.
	 Electronic Information	Jenis aliran elektronik seperti email, internet, jaringan lokal (LAN) digambarkan dalam simbol panah berbelok-belok ini.
	 Kaizen Burst	Simbol ini digunakan untuk menunjukkan betapa pentingnya melakukan kemajuan dan mengatur sesi <i>workshop kaizen</i> untuk meminimalkan proses yang dianggap boros.
	 Operator	Simbol ini adalah jumlah pekerja yang dibutuhkan untuk melakukan proses di stasiun tertentu.
	 Other Information	Ini adalah informasi tambahan yang menjelaskan sesuatu yang tertulis dalam <i>value stream mapping</i> .
	 Timeline	Simbol ini menggambarkan garis waktu yang bernilai tambah (waktu siklus) dan nilai waktu yang tidak bernilai tambah (menunggu). Dan fungsinya untuk menjumlahkan total waktu tunggu dan total waktu siklus.

Sumber: (Yanti et al., 2022)

Berikut adalah tahapan dalam proses *Value Stream Mapping* (VSM):

1. Membuat *value stream mapping* (vsm) saat ini

Pemetaan aliran nilai saat ini diperlukan sebagai dasar pembuatan peta keadaan yang akan di usulkan.

2. Identifikasi *waste* (pemborosan) dengan VSM

Pada tahap ini dilakukan identifikasi aliran material pada saat proses produksi, aktivitas sepanjang value stream, waktu siklus proses produksi, dan kebutuhan tenaga kerja pada setiap aktivitas serta data proses lainnya.

3. Analisis akar penyebab *waste* (pemborosan)

Analisis dilakukan dengan menggunakan diagram tulang ikan (*fishbone diagram*) untuk mengetahui akar penyebab utama terjadinya pemborosan. Usulan perbaikan pada *lean six sigma tools*, termasuk FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*).

4. Membuat peta keadaan masa depan

Peta keadaan masa depan diperoleh dari hasil pengurangan *waste* pada peta keadaan saat ini

2.9 *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) disebut juga analisis mode dan efek kegagalan. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) merupakan suatu metodologi yang dirancang untuk mengidentifikasi mode kegagalan potensial suatu produk atau proses produksi, mempertimbangkan resiko berdasarkan mode kegagalan, dan untuk mengidentifikasi serta menerapkan tindakan perbaikan (Indrawati & Ridwansyah, 2015). FMEA menggunakan teknik *Risk Priority Number* (RPN) serta istilah-istilah linguistik untuk menentukan dampak resiko atau tingkat keparah (*severity*), kemungkinan resiko atau tingkat kejadian (*occurrence*) dan peluang resiko atau tingkat deteksi (*detection*) (Subriadi & Najwa, 2020).

Pengolahan data menggunakan metode FMEA ini akan dilakukan dengan empat tahapan. Tahapan pertama adalah pemberian tingkat *severity* (tingkat keparahan) dari level paling rendah hingga yang paling tinggi. Tahap kedua adalah memberikan tingkat *occurrence* (tingkat kejadian) dari yang tidak mungkin hingga yang paling tinggi. Tahap ketiga menentukan tingkat *detection* (tingkat deteksi) namun tingkatnya berbanding terbalik dengan tingkat *severity* dan *occurrence*, dimana tingkat paling tinggi menjadi tingkat paling rendah dan sebaliknya. Tahapan terakhir adalah melakukan perhitungan RPN (*Risk Priority Number*). Nilai RPN (*Risk Priority Number*) diperoleh dari hasil perkalian antara nilai *severity*,

occurrence dan *detection*. Berdasarkan nilai RPN tersebut, dapat diidentifikasi mode kegagalan yang memiliki tingkat resiko tertinggi dan perlu dilakukan perbaikan terlebih dahulu. Sebagai contoh, apabila suatu kegagalan memiliki nilai *severity* 10 (dampak paling besar), *occurrence* 10 (sering terjadi), dan *detection* 10 (sulit terdeteksi), maka nilai RPN yang dihasilkan adalah 1000. Nilai ini menunjukkan bahwa kondisi tersebut sangat kritis dan memerlukan tindakan segera.

Tabel 2. 2 Nilai ranking pada *severity*

Rank	Kriteria
1	Bentuk kegagalan tidak ada efek samping atau tidak ada pengaruh terhadap produk.
2	Tidak berakibat langsung atau komponen masih dapat diproses dengan dampak minimal.
3	Komponen dapat diproses dengan dampak minimal.
4	Komponen mengalami dampak, tetapi tidak memerlukan perbaikan.
5	Efek sedang, dan komponen memerlukan perbaikan.
6	Penurunan kinerja komponen, tetapi masih dapat di proses.
7	Kinerja komponen sangat terpengaruh, tapi masih dapat diproses.
8	Komponen tidak dapat diproses untuk produk yang semestinya, namun masih digunakan untuk produk lain.
9	Untuk dapat diproses lebih lanjut, komponen harus diperbaiki.
10	Komponen tidak dapat diproses untuk proses selanjutnya.

Sumber:(Firman Prayogi et al., 2016)

Tabel 2. 3 Nilai ranking *occurance*

Berdasarkan frekuensi kejadian	Rank		Kriteria
1-10 per 100 pcs	1	<i>Remote</i>	Tidak ada kegagalan
11-20 per 100 pcs	2	<i>Low</i>	Kejadian gagal mungkin berupa hambatan karena proses kendali statistik
21-30 per 100 pcs	3		Kegagalan kemungkinan menjadi hambatan, tetapi mungkin terjadi secara tiba-tiba karena proses dalam kendali statistik.
31-40 per 100 pcs	4		<i>Moderate</i>
41-50 per 100 pcs	5		
51-60 per 100 pcs	6		
61-70 per 100 pcs	7	<i>High</i>	Kegagalan biasanya terjadi tetapi tidak pada jumlah yang tinggi karena proses masih dalam kendali statistik.
71-80 per 100 pcs	8		
81-90 per 100 pcs	9	<i>Very High</i>	Kealahan terjadi atau kegagalan tidak dapat dihindari.
91-100 per 100 pcs	10		

Sumber: (Firman Prayogi et al., 2016)

Tabel 2. 4 Nilai ranking pada *detection*.

Rank		Keterangan
1	Hampir pasti	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan hampir pasti.
2	Sangat tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sangat tinggi.
3	Tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan tinggi.

4	Agak tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sedang sampai tinggi.
5	Sedang	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sedang.
6	Rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan rendah.
7	Sangat rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sangat rendah.
8	Jarang	Alat pengontrol saat ini sulit mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan.
9	Sangat jarang	Alat pengontrol saat ini sangat sulit mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan.
10	Hampir tidak mungkin	Tidak ada alat pengontrol yang mampu mendeteksi.

Sumber: (Firman Prayogi et al., 2016)

2.10 Peneliti Terdahulu

Berikut ini pada tabel 2.5 merupakan penelitian terdahulu yang telah dikaji olehn peneliti mengenai teori *Lean production / manufacturing*:

Tabel 2. 5 Peneliti Terdahulu

No	Penulis	Objek	Tools
1.	(Sanusi et al., 2024)	Produksi OCTG (Industri Minyak dan Gas)	<i>Borda Method</i> , VSM, PAM, <i>Daigram Pareto</i>
2.	(Utomo & Pudji, 2025)	Produksi furnitur	PCE, VSM, FMEA, VALSAT, Diagram Pareto, <i>Fishbone Diagram</i>
3.	(Armyanto et al., 2020)	Produksi Sarden	VSM, FMEA, <i>7 waste</i> , <i>Fishbone diagram</i> , <i>pareto diagram</i>

4.	(Pratama et al., 2024)	Produksi Briket	<i>Borda Method, VSM, PAM, VALSAT, Fishbone diagram.</i>
5.	(Mahendra & Susanty, 2019)	Produksi Briket	<i>VSM, 7 waste, Fishbone diagram, PAM</i>
6.	(Suparno & Susanto, 2021)	Pegas	<i>VSM, PAM, VALSAT, Fishbone diagram, FMEA</i>

Identifikasi waste kritis yaitu *waste defect* dan *waste waiting* telah dilakukan melalui pendekatan *lean manufacturing*. Permasalahan yang menjadi latar belakang ini adalah belum tercapainya output sesuai target departemen PPIC, dapat diindikasikan bahwa dalam proses produksi masih terdapat pemborosan (*waste*) akibat adanya keterlambatan produksi, *waiting*, dan *defect* yang berdampak pada penambahan biaya dan menurunkan efisiensi produksi pada PT. XYZ. *Tools* yang digunakan (Sanusi et al., 2024) dalam penelitiannya yaitu *Borda Method, VSM, PAM, Daigram Pareto*. Penelitian ini menemukan bahwa proses *threading* memiliki tingkat *defect* tertinggi dengan 29 *defect*. Diikuti OD *machining* dengan 3 kesalahan, 2 *sawing* dan *phosphorating* dengan 2 *defect*. Tingkat *defect* *threading* 98% yang lebih rendah dengan proses lain karena adanya masalah cacat.

PT. Cipta Oggi Furindo merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi produk furniture yang memiliki permasalahan nilai PCE (*Process Cycle Efficiency*) yang rendah terjadi karena adanya pemborosan (*waste*). *Waste* yang sering terjadi pada produksi furniture yaitu *waste overprocessing, waste unnecessary motion* dan *waste defect*. Penelitian dari (Utomo & Pudji, 2025) mencoba memecahkan permasalahan yang ada menggunakan metode PCE, VSM, FMEA, VALSAT, Diagram Pareto, *Fishbone Diagram*. Didapatkan bahwa setelah penelitian ini dilakukan nilai PCE meningkat menjadi 68,4% dari tingkat awal 46,8%.

Penerapan pendekatan *lean manufacturing* guna mengurangi *waste* di dalam produksi sarden merupakan penelitian (Armyanto et al., 2020) dengan permasalahan utamanya ialah 3 jenis pemborosan yang teridentifikasi yaitu *waiting*

time, unnecessary inventory dan *defect*. Melalui VSM dan kuesioner 7 *waste*, berhasil mengidentifikasi aktivitas bernilai dan tidak bernilai. Lalu diberikan usulan perbaikan dengan menggunakan FMEA. Dengan menerapkan perbaikan ini diharapkan penambahan mesin cuci produk dan menjaga kebersihan nampun ikan dan penegasan penggunaan APD.

CV. Harico merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi briket sedang memiliki permasalahan pemborosan yang sering terjadi pada waktu menunggu sebelum briket dikeluarkan yang telah di oven harus didinginkan pada suhu ruang selama 12 jam sebelum masuk ke proses *packing*, hal ini menyebabkan proses *packing* mengalami penundaan dengan waktu yang cukup lama. Pengovenan briket memerlukan proses berulang, dimana sampel briket harus diperiksa beberapa kali untuk memastikan bahwa produk briket sudah layak untuk dikeluarkan dari oven. Penelitian ini (Pratama et al., 2024) mencoba memecahkan masalah yang ada menggunakan *Borda Method*, VSM, PAM, VALSAT, *Fishbone diagram*. Hasil dari penerapan dan usulan perbaikan mengurangi *lead time* dari yang awalnya 276086 detik menjadi 264425 detik. Sera mengurangi aktivitas NVA yang awalnya 15535 detik menjadi 14674 detik.

Implementasi VSM pada produksi briket yang dilakukan (Mahendra & Susanty, 2019) sebagai upaya pemecahan masalah yang ada pada CV. Mega Briquette adalah lamanya proses pengeringan di oven yang membutuhkan waktu sekitar 50 jam yang mengakibatkan penumpukan material yang akan masuk ke dalam oven. Metode yang digunakan VSM, 7 *waste*, *Fishbone diagram*, PAM di peroleh hasil akhir bahwa *Waste* yang terjadi pada proses produksi briket di CV Mega Briquette adalah *waiting*. Berdasarkan hasil dari PAM didapatkan hasil bahwa faktor penyebab dari *waiting* ada 2 aktivitas yaitu *delay* dan *storage*.

Penerapan lean manufacturing untuk mengidentifikasi waste pada proses produksi pegas dengan tipe MSM 2230 di rantai produksi PT. Indospring adalah penelitian (Suparno & Susanto, 2021) yang membahas mengenai pemborosan pada perusahaan manufaktur yang memproduksi salah satu komponen kendaraan berupa pegas. Metode yang digunakan VSM, PAM, VALSAT, *Fishbone diagram*. Didapatkan kesimpulan bahwa penelitian ini dapat memberikan usulan perbaikan

berupa FMEA, pembuatan *stopper* otomatis, pembuatan jadwal pemakaian *tool*, pembuatan metode pemeriksaan *bow*.

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah penelitian ini menggunakan metode borda untuk mengidentifikasi waste pembobotan yang sering terjadi pada saat proses produksi berlangsung. Selain itu juga peneliti menggambarkan *current state stream mapping* dan *future stream mapping*. Penelitian ini membuat *current stream mapping* ini menggambarkan aliran nilai yang memetakan alur proses produksi serta informasi yang dibutuhkan untuk memproduksi suatu produk dan untuk mengidentifikasi permasalahan atau waste yang sering terjadi selama proses produksi berlangsung. Sedangkan *future stream mapping* menggambarkan aliran proses masa depan yang diinginkan, dimana waste dihilangkan, dan jumlah kegiatan-kegiatan yang tidak bernilai tambah diminimalkan. Keunggulan penelitian menggunakan metode borda, VSM, VALSAT, PAM dan FMEA ini adalah dapat mengurangi pemborosan, meminimalkan kegiatan-kegiatan yang tidak bernilai tambah saat proses produksi garam konsumsi.