

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Dasar

2.1.1 Sistem Produksi

Proses pembuatan oleh dokter. Zulian Yamit, MSi, adalah kegiatan yang memungkinkan Anda menggunakan energi, material, dan peralatan manusia untuk menciptakan produk yang bermanfaat. Proses produksi adalah proses pengubahan suatu komponen (input) atau bahan mentah menjadi produk lain yang bernilai atau bernilai lebih tinggi (Devitami, 2017).

Sistem ini merupakan kumpulan komponen atau elemen yang saling berinteraksi sehingga tercapai sesuatu yang spesifik. Produksi, di sisi lain, mengacu pada kegiatan yang menciptakan peluang untuk mengubah input menjadi output (keluaran) yang lebih bernilai tambah daripada sebelumnya (Devitami, 2017).

Dari uraian di atas, dapat kita simpulkan bahwa sistem produksi adalah kumpulan dari subsistem yang saling berhubungan yang bertujuan untuk mengubah input produksi menjadi output produksi. Subsistem sistem produksi adalah berikut:

1. Perencanaan proses produksi
2. Pengendalian produksi agar hasil berkualitas
3. Penetapan standart-standart operasi
4. Pemilihan fasilitas produksi
5. Penentuan harga pokok produksi.

Sistem produksi adalah suatu sistem yang terintegrasi dengan komponen struktural dan fungsional. Sistem produksi modern memiliki proses konversi nilai yang mengubah nilai input menjadi produk yang dapat dijual dengan harga yang kompetitif di pasar. (Indanea et al., 2016). Proses transformasi atau penambahan nilai dari *input* menjadi *output* pada sistem produksi *modern* pastinya berkaitan dengan komponen *structural* dan fungsional. Beberapa karakteristik dari sistem produksi yaitu:

1. Memiliki banyak komponen atau elemen-elemen yang saling memiliki keterkaitan dengan komponen struktural yang membangun sistem produksi tersebut.
2. Memiliki intensi yang mendasari misalnya menghasilkan produk (barang dan/atau jasa) yang berkualitas dengan harga yang mampu bersaing di pasaran.
3. Mempunyai kegiatan berupa proses perubahan nilai pada *input* menjadi *output* secara efektif, efisiensi semakin bertambah.
4. Mempunyai metode pengendalian dalam pengoperasiannya berupa peningkatan pendistribusian sumber-sumber daya.

Sistem produksi tentunya melibatkan elemen fungsional atau struktural yang berperan menunjang keberlangsungan pada operasional sistem produksi.

2.1.2 Sistem Manufaktur

Proses manufaktur menurut Hendra Kusuma, adalah masukan yang berupa bahan dasar, selanjutnya bahan dasar *dikoversi* (melibatkan peralatan, waktu, cara,

Pembiayaan, pengelolaan, dll) hingga output atau yang disebut dengan produk akhir (Devitami, 2017).

Sistem manufaktur Willant adalah sistem yang melakukan proses konversi yang mengubah kebutuhan konsumen menjadi produk akhir yang berkualitas tinggi (Devitami, 2017). Komponen dari sistem manufaktur adalah:

1. *Production machine (Mesin Produksi)*

Mesin produksi adalah mesin yang digunakan dalam suatu proses produksi yang mendukung proses produksi. Mesin dapat dikategorikan sebagai berikut:

- 1) *Manually operated machine (Pengoperasian Mesin Secara Manual)*, yaitu pengoperasian mesin oleh seorang pekerja (tenaga kerja) yang dikendalikan oleh pekerja tersebut pada saat mesin tersebut mensuplai energi untuk pengoperasian tersebut. Pekerja harus selalu dekat dengan mesin.
- 2) *Semi outomated machine (Mesin Semi Otomatis)*, yaitu mesin yang diberikan program kontrol saat seorang pekerja sedang melakukan bongkar muat, atau tugas-tugas lainnya dalam setiap siklus kerja.
- 3) *Fully outomated (Otomatis Penuh)* yaitu yaitu mesin yang dapat dioperasikan dalam waktu lama tanpa pengawasan pekerja. Setiap mesin berjalan dalam 10-100 siklus baru untuk mengontrol mesin.

2. *Material handling system*

Sistem penanganan material adalah suatu kegiatan yang menggunakan cara yang benar untuk memindahkan material sampai sesuai dengan

material yang digunakan untuk memindahkan pekerjaan / material produk antara mesin, workstation, dan layanan pendukung *support service*.

3. *Computer system*

Digunakan untuk kontrol peralatan semi-otomatis dan otomatis, dan juga digunakan untuk semua sistem kontrol konfigurasi dan produksi. Sistem komputer juga berfungsi sebagai instruksi komunikasi untuk pekerja, jadwal produksi, diagnostik kegagalan, kontrol kualitas, dan sistem penanganan material.

4. *Human worker*

Human worker atau pekerja manusia melakukan beberapa atau semua proses nilai tambah dari bagian atau produk, baik secara langsung pada peralatan kerja atau secara manual dalam sistem kontrol.

2.1.3 *Lean Concept*

Lean Concept (Konsep *lean*) Konsep Lean adalah seperangkat alat dan metode yang dikembangkan untuk menghilangkan pemborosan, mengurangi latensi, meningkatkan kinerja, dan mengurangi biaya (Pradana et al., 2018). Sedangkan menurut Vincent Gasperz (2007), Konsep *lean* berarti menghilangkan apa yang *lean* itu muda dan tidak berguna. Oleh karena itu, penting untuk memahami konsep dengan benar. Pemborosan dapat didefinisikan sebagai kegiatan tenaga kerja yang tidak menambah nilai dalam proses mengubah input menjadi output sepanjang aliran nilai..(Faly Arnando, 2015). *Lean* sepenuhnya

berbicara tentang eliminasi “muda/*waste*”, oleh karena itu penting bagi kita untuk Saya tahu konsepnya. Pemborosan dapat didefinisikan sebagai aktivitas kerja yang tidak menambah nilai dalam proses mengubah input menjadi output sepanjang aliran nilai. *The Association for Operation Management (2005)* Lean menggunakan sumber daya dalam berbagai aktivitas bisnis melalui upaya perbaikan dan peningkatan berkelanjutan yang berfokus pada mengidentifikasi dan menghilangkan aktivitas dalam desain, manufaktur, layanan, dan manajemen rantai pasokan industri yang berhubungan langsung dengan pelanggan. Ini adalah filosofi bisnis yang didasarkan pada meminimalkan. (Devitami, 2017)

Dari perspektif lean, untuk meningkatkan nilai suatu produk (barang atau jasa) dan lebih meningkatkan *customer value*, diperlukan penghapusan segala jenis pemborosan yang ada di sepanjang proses *value stream* untuk mengubah *input* menjadi *output*.

2.1.4 Lean Manufacturing

Lean manufacturing Merupakan proses pertama yang diadopsi dari sistem produksi perusahaan mobil Jepang yang sangat sukses, Toyota. (Devitami, 2017). Kemudian, konsep ini diperkenalkan dalam buku "James Womak dan Dan Jones". "*The machine that changed the world*" pada tahun 1990. Dalam bukunya mereka menyebutkan bahwa dalam menerapkan lean diperlukan 5 prinsip utama yaitu (Amanda & Doaly, 2018):

1. *Define value precisely*. Tentukan nilai secara akurat dan tentukan nilai apa itu dari sudut pandang pelanggan.

2. *Identify and entire value stream*, identifikasi semua langkah yang diperlukan untuk merancang, memesan, dan memproduksi barang di semua aliran nilai untuk menemukan aktivitas bebas nilai *adding activity*.
3. *Value-creating steps flow*, Dengan kata lain, semua kegiatan yang memberikan nilai tambah ditempatkan dalam aliran yang tidak terputus (*countinouns*).
4. *Design and provide what the customer want only when customer it (pull)*, Merancang dan menyampaikan apa yang diinginkan pelanggan hanya jika pelanggan mengetahui (menggambarnya) dan ada aktivitas signifikan yang digunakan untuk membuat apa yang diinginkan pelanggan.
5. *Persue perfection*, Kami akan terus memperbaiki untuk kesempurnaan sehingga limbah yang dihasilkan dapat sepenuhnya dihilangkan dari proses yang ada. Konsep lean thinking dikembangkan di Jepang oleh Taro Ono dan Siensi Siego. Implementasi konsep ini didasarkan pada lima prinsip utama:
 - 1) *Specify value*

Dari sudut pandang konsumen (bukan sudut pandang konsumen), tentukan siapa yang dapat dan tidak dapat memberikan nilai dari suatu produk atau layanan. Bisnis perlu fokus pada kebutuhan konsumen. (Apa yang diinginkan pelanggan (*cunsumen needs*)).
 - 2) *Identify whole value stream*

Mulailah dengan proses desain, identifikasi langkah-langkah yang diperlukan untuk memesan dan memproduksi produk Anda berdasarkan aliran nilai total, dan temukan pemborosan yang tidak bernilai (aktivitas tanpa nilai). (Kegiatan tanpa nilai tambah) (*non-value adding activity*)

3) *Flow*

Melakukan aktivitas nilai tambah tanpa interupsi, memproses ulang, membalikkan aliran, menunggu aktivitas, dan menjalankan sisa produksi. (Menunggu) dan juga sisa produksi.

4) *Pulled*

Mengetahui aktivitas penting yang digunakan untuk menciptakan apa yang diinginkan pelanggan/*customer*.

5) *Perfection*

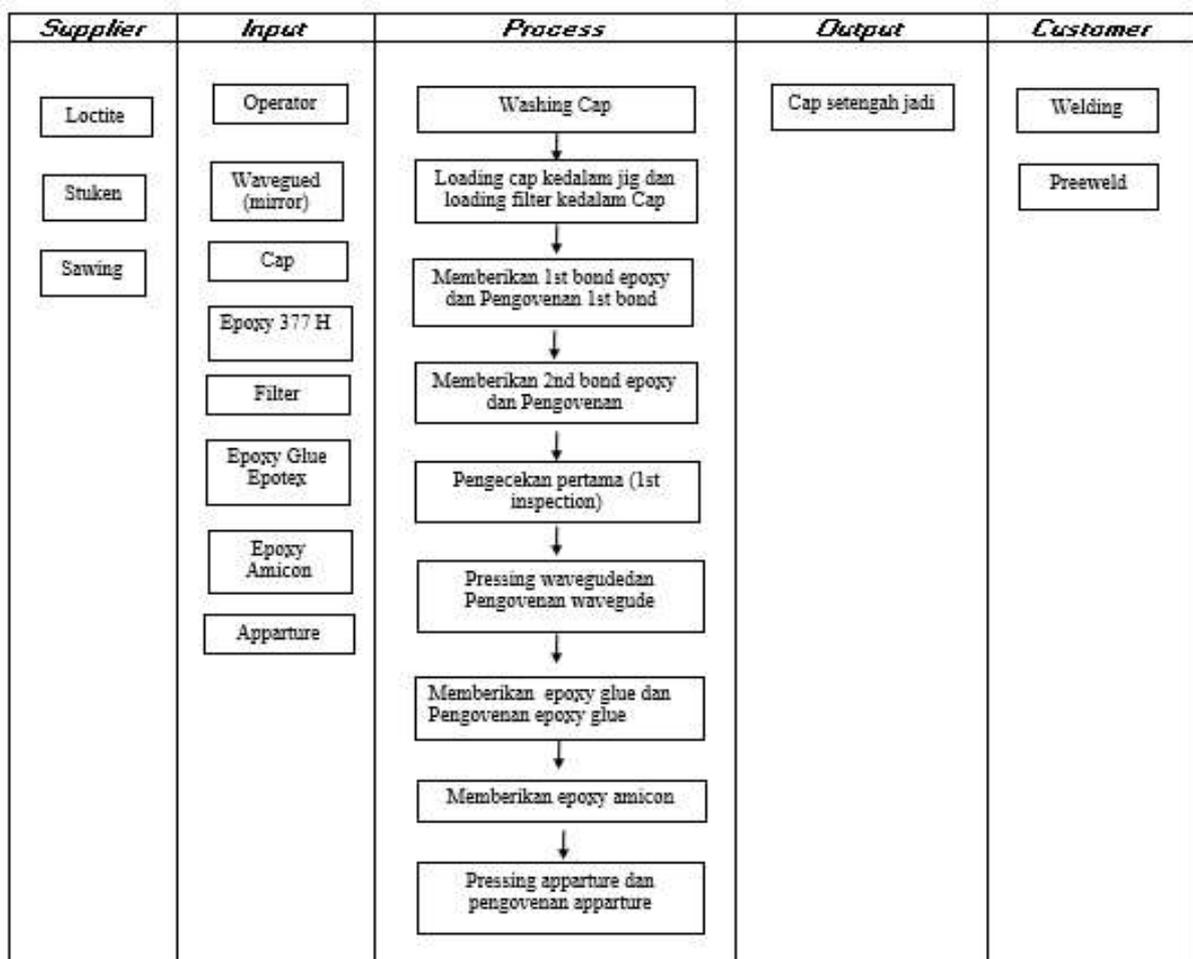
secara bertahap dan berkesinambungan. Ini benar-benar menghilangkan limbah yang dihasilkan dari proses yang ada.

Sistem produksi *lean* dikatakan ramping karena:

1. Sistem ini mengkonsumsi lebih sedikit sumber daya daripada produksi massal *production*
2. Gunakan setengah kebutuhan sumber daya manusia
3. Penggunaan setengah dari area produksi *manufacturing*
4. Gunakan setengah dari persyaratan investasi dan peralatan
5. Hemat waktu pengembangan produk untuk menghindari kesalahan *defect*
6. Dapat mempromosikan keragaman dan pertumbuhan produk.

2.1.5 Diagram SIPOC

Diagram SIPOC adalah peta yang digunakan untuk mendefinisikan batasan proyek dengan mengidentifikasi proses yang sedang diselidiki, input dan outputnya, serta pemasok dan pelanggannya. Mengumpulkan informasi yang cukup tentang fitur yang relevan dalam organisasi Anda dapat membantu Anda memahami alur proses dari awal hingga akhir. (Rubis, 2021). Diagram SIPOC selama pembuatan sensor termofilik: (Lubis, 2021). Diagram SIPOC dalam pembuatan sensor Thermophile:



Gambar 2.1 Diagram SIPOC

2.1.6 *Waste* (Pemborosan)

Waste juga juga digambarkan sebagai aktivitas manusia yang menghabiskan berbagai sumber daya tetapi tidak menambah nilai. Kesalahan yang perlu diperbaiki, hasil produksi yang tidak diinginkan dari pengguna, proses atau proses yang tidak diinginkan, gerakan kerja yang terbuang, dan menunggu hasil akhir dari aktivitas sebelumnya (Karionugroho et al., 2020)

Ada tujuh jenis pemborosan yang dikutip oleh Shigeo Shinge (1981-1988) diantaranya yaitu (Fitriyani et al., 2019):

1. *Overproduction*, Jika volume produksi melebihi permintaan pelanggan, atau jika diproduksi lebih awal dari permintaan pelanggan, persediaan akan diproduksi berlebihan inventori.
2. *Defect*, misalnya dalam bentuk kesalahan dokumen, masalah kualitas dengan produk yang diterima, atau kinerja pengiriman yang buruk.
3. *Unnecessary inventory*, Penyimpanan yang berlebihan dan penundaan bahan dan produk meningkatkan biaya dan mengurangi kualitas layanan kepada pelanggan.
4. *Inappropriate processing*, kesalahan dalam menggunakan alat di tempat kerja. Hal ini menyebabkan kesalahan dalam proses pembuatannya..
5. *Excessive transportation*, dapat terjadi dari segi waktu, tenaga, dan biaya karena perpindahan pekerja yang berlebihan, arus informasi, dan material produk.

6. *Waiting*, tidak beraktivitas (menunggu) pekerja, informasi, dan/atau aktivitas produk (menunggu). Mempengaruhi aliran proses yang lebih lambat dan waktu tunggu yang lebih lama. *lead time*.
7. *Unnecessary motions*, semua pergerakan orang dan mesin yang tidak menambah nilai barang dan jasa yang ditawarkan kepada pelanggan, tetapi hanya menambah biaya dan waktu. Atau di sana

2.1.7 Value Stream Mapping

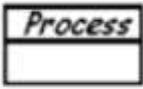
Value stream mapping adalah metode lean manufacturing yang digunakan untuk menganalisis berjalannya barang dan informasi yang saat ini dibutuhkan untuk mengirimkan produk atau layanan kepada pelanggan (Sugito et al., 2021). *Value stream mapping* membantu menampilkan proses fisik dan informasi material dalam proses manufaktur (Novitasari & Iftadi, 2020). *Value stream mapping* Pemetaan aliran nilai mewakili aliran nilai. Penggunaan simbol numerik adalah kunci untuk memahami konversi keseluruhan dari bahan mentah menjadi produk jadi. Semua nilai yang diciptakan oleh suatu organisasi/perusahaan pada akhirnya merupakan hasil dari proses yang kompleks, suatu tindakan berkelanjutan yang disebut oleh para profesional lean sebagai value stream. Pada kenyataannya, pelanggan hanya tertarik pada nilai yang diberikan kepada pelanggan, bukan kinerja keseluruhan organisasi / perusahaan dalam pembuatan produk. (Devitami, 2017).

Ada lima fase menurut Hines (2000) untuk menggambarkan value stream mapping dalam suatu aktivitas manufaktur (Lubis, 2021), yaitu

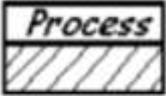
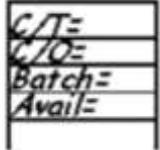
1. Cari keinginan konsumen. Ketika identifikasi produk didasarkan pada permintaan konsumen, termasuk jumlah produk yang diminta, waktu muat produk, suku cadang yang dibutuhkan, dan sebagainya.,
2. Tolong jelaskan pemrosesan informasi. Pada fase ini, Anda berkesempatan untuk menentukan kuantitas produksi, kuantitas per unit produksi, dan waktu yang dibutuhkan untuk proses produksi.
3. Gambarlah aliran fisik. Fase ini menggambarkan aliran material dari pemasok ke perusahaan. Setiap aktivitas menentukan durasi, produksi, beban kerja, waktu pemrosesan, dan sebagainya. Dan dll ditentukan. dan lain-lain.
4. Hubungan antara arus informasi dan arus fisik. Pada fase ini, siapa yang memutuskan dan mengarahkan proses dan siapa yang memenuhi syarat jika terjadi masalah selama proses.
5. Gambarlah seluruh peta terakhir. Pada fase ini, semua garis digambar untuk menunjukkan waktu yang dihabiskan untuk aktivitas yang tidak bernilai tambah. Berikut adalah contoh simbol yang digunakan untuk membuat peta value stream *non-value added*.

Dibawah ini adalah contoh simbol-simbol yang digunakan dalam pembuatan *value stream mapping* (Lubis, 2021):

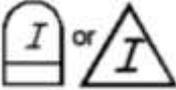
Tabel 2.1 Lambang-lambang pada value stream mapping

Nama	Lambang	Fungsi
<i>Customer/Supplier</i>		<p>Titik awal yang umum saat menggambar aliran material adalah menempatkan pemasok di kiri atas seperti dijelaskan di atas. Ini biasanya mewakili pelanggan ketika ditempatkan di sudut kanan atas sebagai titik akhir aliran material.</p>
<i>Dedicated process</i>		<p>Mewakili proses, operasi, mesin, atau departemen di mana material mengalir. Secara khusus, untuk menghindari ilustrasi yang tidak perlu dari langkah-langkah individu dalam proses, simbol biasanya mewakili departemen dengan proses internal yang sedang berlangsung.</p>

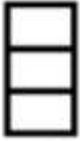
Tabel 2.1 Lambang-lambang pada value stream mapping (lanjutan)

Nama	Lambang	Fungsi
<i>Shared process</i>		<p>Mewakili operasi, proses, departemen, atau stasiun kerja dalam aliran nilai yang berbagi keluarga yang sama. Ini memberikan perkiraan jumlah operator yang diperlukan untuk aliran nilai, bukan jumlah operator yang diperlukan untuk memproduksi seluruh produk.</p>
<i>Data box</i>		<p>Menyediakan informasi / data yang diperlukan untuk menganalisis dan memantau sistem. C/T adalah waktu yang dibutuhkan untuk memproses satu item dan memproduksi item berikutnya. C/O adalah waktu shift rotasi selama produksi satu produk berubah dalam proses lain.</p>

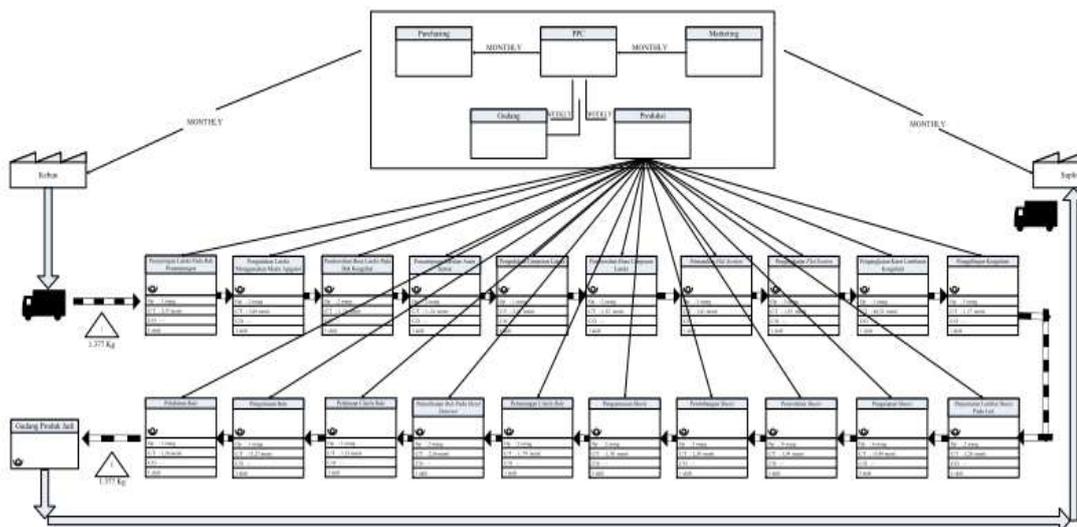
Tabel 2.1 Lambang-lambang pada value stream mapping (lanjutan)

Nama	Lambang	Fungsi
<i>Operator</i>		Menentukan jumlah operator yang diperlukan untuk proses.
<i>Work cell</i>		Mengidentifikasi banyak proses yang terintegrasi ke dalam ruang kerja manufaktur, seperti: B. Biasanya unit yang memproses sekumpulan produk yang sama atau produk dalam jumlah terbatas. Produk dipindahkan dari satu langkah proses ke langkah lainnya dalam batch kecil atau potongan
<i>Inventory</i>		Menunjukkan bahwa ada persediaan di antara dua proses. Saat menggambar keadaan saat ini, tingkat persediaan dapat diperkirakan dengan perhitungan sederhana, tingkat persediaan di bawah segitiga

Tabel 2.1 Lambang-lambang pada value stream mapping (lanjutan)

Nama	Lambang	Fungsi
<i>Safety Stock</i>		<p>Ini melambangkan lindung nilai inventaris (saham pengaman) yang menangani masalah seperti waktu henti untuk melindungi sistem dari fluktuasi mendadak dalam pesanan pelanggan dan kegagalan sistem.</p>
<i>Shipments</i>		<p>Menunjukkan pemindahan bahan mentah dari pemasok ke fasilitas penyimpanan akhir pabrik, atau pemindahan barang jadi dari fasilitas penyimpanan pabrik ke konsumen.</p>
<i>Push arrows</i>		<p>Merupakan transfer material dari satu proses ke proses berikutnya.</p>
<i>Shipments</i>		<p>Melambangkan pengiriman dengan transportasi eksternal (di luar pabrik) dari pemasok ke konsumen atau dari pabrik ke konsumen.</p>

Berikut ini adalah contoh penggambaran visual sebuah *value stream mapping* dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.2 *Value stream mapping* pada rantai produksi

2.1.8 Uji Keseragaman dan Kecakupan data

Tes dijalankan karena keadaan sistem terus berubah. Artinya, waktu penyelesaian yang dihasilkan akan bervariasi, tetapi dalam batas yang dapat diterima (Lubis, 2021). Tabel di bawah ini menunjukkan tingkat kepercayaan dan akurasi validasi data. 2.2

Tabel 2.2 *Uji cakupan data tingkat kepercayaan dan akurasi*

Tingkat Keyakinan (k)	Tingkat Ketelitian (s)	k/s
90%	10%	1,65
95%	10%	2,00
95%	5%	4,00
99%	10%	3,00

Nilai $Z_{\alpha / 2}$ ditentukan berdasarkan harga indeks target. Tergantung pada tingkat kepercayaan, di sini: nilai ke dimana:

1. $Z_{\alpha / 2} = 1$ (tingkat kepercayaan 0% -68%)
2. $Z_{\alpha / 2} = 2$ (tingkat kepercayaan 69% -95%)
3. $Z_{\alpha / 2} = 3$ (96% -99% tingkat kepercayaan)

Untuk menguji integritas data Anda:

1. Hitung rata-rata semua data observasi dengan metode berikut. Hitung rata-rata dari seluruh data pengamatandengan:

Rumus 2.1 Hitung Rata-rata

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^k X_i}{k}$$

Dimana: \bar{X} = harga rata-rata semua data pengamatan x

k = harga jumlah data pengamatan

Hitung standar deviasi aktual dari waktu penyelesaian sebagai berikut:

Rumus 2.2 Hitung Standar Deviasi

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

Dimana: σ = simpangan baku semua pengamatan σ

N = jumlah pengamatan yang telah dilakukan

x_i = waktu penyelesaian yang diamati

1. Menentukan batas kontrol atas dan bawah (BKA dan BKB). Untuk tingkat kepercayaan 95% dan tingkat ketelitian 5%, maka nilai $Z_{\alpha/2}$ yang dipakai adalah 2.

Rumus 2.3 Hitung Batas Kontrol Atas dan Bawah

$$\text{BKA} = \bar{x} + Z_{\alpha/2} \sigma \bar{x}$$

$$\text{BKB} = \bar{x} - Z_{\alpha/2} \sigma \bar{x}$$

Dimana: $Z_{\alpha/2}$ = Titik Z yang diperoleh dengan mencari nilai area kurva sebesar $\alpha/2$ pada tabel distribusi normal.

Batas kendali adalah batas yang mengontrol apakah kelompok tersebut “homogen” atau tidak. Jika semua kendaraan dari subgrup sudah berada dalam batas kendali, maka dapat hitung jumlah pengukuran yang diperlukan menggunakan rumus pemeriksaan Kecukupan data. Berikut langkah-langkah pengujian kecukupan data

yaitu dengan menggunakan rumus:

Rumus 2.4 Hitung Pengujian Kecakupan Data

$$N' = \left[\frac{Z_{\alpha/2}}{s} \sqrt{\frac{N \sum X_j^2 - (\sum X_j)^2}{\sum X_j}} \right]^2$$

Dimana:

s = *Persentase* tingkat ketelitian

N' = Jumlah pengukuran yang diperlukan

N = Jumlah pengukuran yang telah dilakukan

X_j = Data hasil pengamatan ke- j

$Z_{\alpha / 2}$ = Titik Z diperoleh dengan menentukan nilai daerah kurva / 2 dari tabel distribusi normal (nilai = 2 dengan tingkat kepercayaan 95%), yang merupakan hasil perhitungan yang memerlukan jumlah pengukuran (N).`) Di Bawah Jika

jumlah pengukuran yang dilakukan adalah ($N \times N$), maka jumlah pengukuran tersebut cukup untuk mewakili populasi yang ada.

2.1.9 Allowance dan Rating factor

Karena kelonggaran ini dimaksudkan untuk memungkinkan operator melakukan apa yang mereka butuhkan, maka standar waktu yang diperoleh disebut data jam kerja penuh dan mewakili sistem kerja yang diamati (Sitorus & Alfath, 2018). Toleransi digunakan untuk mewakili persentase standar waktu yang ditambahkan ke tugas yang sedang diselidiki untuk menyelesaikan tugas. (Lubis, 2021). Kelonggaran yang diperlukan dikategorikan menjadi tiga kategori: kelonggaran kebutuhan pribadi, yang memperhitungkan waktu yang diperlukan untuk menanggapi kebutuhan pribadi karyawan, tunjangan kelelahan, yang memperhitungkan kelelahan kerja, dan tunjangan keterlambatan karena keluar manajemen pekerja (Lubis, 2021). Perhitungan *allowance* dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Perhitungan Allowance

Faktor	Contoh pekerjaan	Ekivalen beban	Pria	Wanita
			Kelonggaran (%)	
A. Tempat yang dikeluarkan				
1. Dapat diabaikan	Bekerja dimeja, duduk	tanpa beban	0,00 – 6,0	0,00 – 6,0
2. Sangat ringan	Bekerja dimeja, berdiri	0,02 – 2,25 kg	6,0 – 7,5	6,0 – 7,5
3. Ringan	Menyekop, ringan	2,25 – 9,00	7,5 – 12,0	7,5 – 16,0
4. Sedang	Mencangkul	9,00 – 18,00	12,0 – 19,0	16,0 – 30,0
5. Berat	Mengayun palu yang berat	19,00 – 27,00	19,0 – 30,0	
6. Sangat berat	Memanggul beban	27,00 – 50,00	30,0 – 50,0	
7. Luar biasa berat	Memanggul kalung berat	diatas 50 kg		
B. Sikap kerja				
1. Duduk	Bekerja duduk, ringan		0,00 – 1,0	
2. Berdiri diatas dua kaki	Badan tegak, ditumpu dua kaki		1,0 – 2,5	
3. Berdiri diatas satu kaki	Satu kaki mengerjakan alat kontrol		2,5 – 4,0	
4. Berbaring	Pada bagian sisi, belakang atau depan badan		2,5 – 4,0	
5. Membungkuk	Badan dibungkukkan bertumpu pada kedua kaki		4,0 – 10	
C. Gerakan kerja				
1. Normal	Ayunan bebas dari palu		0	
2. Agak terbatas	Ayunan terbatas dari palu		0 – 5	
3. Sulit	Membawa beban berat dengan satu tangan		0 – 5	
4. Pada anggota-anggota badan terbatas	Bekerja dengan tangan diatas kepala		5 – 10	
5. Seluruh anggota badan terbatas	Bekerja dilorong pertambangan yang sempit		10 – 15	

Tabel 2.3 Perhitungan Allowance (Lanjutan)

Faktor	Contoh pekerjaan	Kelonggaran (%)
D. Kelelahan mata *)		
1. Pandangan yang terputus-putus	Membawa alat ukur	Pencapaian baik 0,0 – 6,0
2. Pandangan yang hampir terus menerus	Pekerjaan-pekerjaan yang teliti	0,0 – 6,0 6,0 – 7,5
3. Pandangan terus menerus dengan fokus berubah-ubah	Memeriksa cacat-cacat pada kain	7,5 – 12,0 12,0 – 19,0
4. Pandangan terus menerus dengan fokus tetap		16,0 – 30,0 30,0 – 50,0
E. Keadaan temperatur tempat kerja **)		
1. Beku	Temperatur (°C) Dibawah 0	Kelemahan normal Diatas 10
2. Rendah	0 – 13	10 – 0 12 – 5
3. Sedang	13 – 22	5 – 0 8 – 0
4. Normal	22 – 28	0 – 5 0 – 8
5. Tinggi	28 – 38	5 – 40 8 – 100
6. Sangat tinggi	Diatas 38	Diatas 40 Diatas 100
F. Keadaan atmosfer ***)		
1. Baik	Ruang yang berventilasi baik, udara segar	0
2. Cukup	Ventilasi kurang baik, ada bau-bauan (tidak berbahaya)	0 – 5
3. Kurang baik	Adanya debu-debu beracun, atau tidak beracun tetapi banyak	5 – 10
4. Buruk	Adanya bau-bauan berbahaya yang mengharuskan menggunakan alat-alat pemapasan	10 – 20
G. Keadaan lingkungan yang baik		
1. Bersih, sehat, cerah dengan kebisingan rendah		0
2. Siklus kerja berulang-ulang antara 5 - 10 detik		0 – 1
3. Siklus kerja berulang-ulang antara 0 - 5 detik		1 – 3
4. Sangat bising		0 – 5
5. Jika faktor-faktor yang berpengaruh dapat menurunkan kualitas		0 – 5
6. Terasa adanya getaran lantai		5 – 10
7. Keadaan-keadaan yang luar biasa (bunyi, kebersihan, dll.)		5 – 15

Keterangan :

*) Kontras antara warna hendaknya diperhatikan

**) Tergantung juga pada keadaan ventilasi

***) Dipengaruhi juga oleh ketinggian tempat kerja dari permukaan laut dan keadaan iklim

Catatan pelengkap: Kelonggaran untuk kebutuhan pribadi bagi : Pria = 0 - 2,5%

Wanita = 2 - 5,0%

Faktor evaluasi adalah metode yang membandingkan waktu pengamatan operator menjalankan pekerjaan dengan waktu yang dibutuhkan operator normal untuk menyelesaikan pekerjaan (Sitorus & Alfath, 2018).

1. *Skill and Effort Rating*, Menentukan penilaian keterampilan dan upaya yang diberikan oleh operator tempat kerja, dengan mempertimbangkan penilaian keterampilan dan upaya serta hukuman waktu lainnya (Lubis, 2021).
2. *Speed Rating*, valuasi kecepatan, evaluasi dilakukan dengan membandingkan kemampuan atau kecepatan kerja yang ditentukan oleh kecepatan kerja operator dengan konsep kemampuan normal pengamat(Lubis, 2021)
3. *Westing House System's Rating*, mengukur kemampuan individu untuk melakukan pekerjaan dalam kaitannya dengan empat kriteria: keterampilan, tenaga, kondisi kerja, dan konsistensi kinerja kerja oleh operator(Lubis, 2021).
4. *Synthetic Rating*, evaluasi kecepatan kerja operator berdasarkan nilai waktu yang ditentukan (*predetermined time value*).

Faktor evaluasi pada dasarnya membantu untuk menormalkan waktu kerja yang diperoleh dari pengukuran pekerjaan dengan mengubah kecepatan dan kecepatan kerja pekerja. berubah ubah.

1. Jika operator dinyatakan memenuhi syarat, faktor evaluasi akan lebih besar dari 1 ($R_f > 1$).
2. Jika operator lambat, faktor pembobotan kurang dari 1 ($R_f < 1$).

3. Jika drive berfungsi dengan baik, faktor pembobotan akan sama dengan 1 ($R_f = 1$). ketika mesin dalam kapasitas penuh, waktu pengukuran dianggap waktu normal.

Westinghouse Penilaian didasarkan pada empat faktor yang dapat menentukan keadilan atau ketidakadilan di tempat kerja: kompetensi, upaya, kondisi kerja, dan konsistensi (Lubis, 2021). Setiap faktor terbagi kedalam kelas-kelas dengan nilainya masing-masing yang terdiri atas:

1. Keterampilan atau *skill*, didefinisikan sebagai Kemampuan untuk mengikuti gaya kerja yang telah ditetapkan. Pelatihan dapat meningkatkan keterampilan, tetapi sampai pada tingkat tertentu, yaitu sampai tingkat yang mewakili keterampilan maksimum yang dapat dihasilkan oleh seorang pekerja. Jika Anda tidak bekerja untuk waktu yang lama, keterampilan Anda mungkin menurun. Atau karena alasan lain seperti B. karena masalah kesehatan, kelelahan yang berlebihan, dampak lingkungan sosial, dan lain-lain (Lubis, 2021).
2. Usaha, adalah kesungguhan yang ditunjukkan atau yang diberikan operator ketika melakukan pekerjaannya.
3. Kondisi kerja, atau kondisi, adalah kondisi lingkungan fisik seperti kondisi pencahayaan, suhu, kebisingan ruangan (Lubis, 2021). Kondisi kerja adalah kondisi operator dan tidak mungkin diterima dan diubah oleh operator. Kondisi kerja dibagi menjadi enam kelas: ideal, sangat baik, baik, rata-rata, normal dan buruk. Kondisi kerja yang ideal tidak sama untuk semua pekerjaan. Karena semua karyawan butuh syarat membutuhkan kondisi

idealnya sendiri karena karakteristiknya. Pada dasarnya kondisi ideal adalah kondisi yang paling sesuai dengan pekerjaan yang bersangkutan, yaitu kondisi yang memungkinkan kinerja maksimal dari karyawan. Di sisi lain, kondisi buruk adalah kondisi yang tidak membantu atau tidak berfungsi. Seseorang yang bekerja *Perfect* adalah yang dapat bekerja dengan waktu penyelesaian yang boleh dikatakan tetap dari saat ke saat. Sebaliknya konsistensi yang *Poor* terjadi bila waktu-waktu penyelesaiannya berselisih jauh dari rata-rata secara acak. Konsistensi rata-rata atau *Average* adalah bila selisih antara waktu penyelesaian dengan rata-ratanya tidak besar walaupun ada satu dua yang “letaknya” jauh.

Angka-angka yang ditetapkan untuk setiap kelas dari faktor-faktor di atas ditunjukkan pada Gambar. Tabel 2.4

Tabel 2.4 *Rating Factor*

Faktor	Kelas	Lambang	Penyesuaian
Keterampilan	<i>Superskill</i>	A1	0,15
		A2	0,13
	<i>Excellent</i>	B1	0,11
		B2	0,08
	<i>Good</i>	C1	0,06
		C2	0,03
	<i>Avarage</i>	D	0,00
	<i>Fair</i>	E1	-0,05
		E2	-0,10
	<i>Poor</i>	F1	-0,16
F2		-0,22	
Usaha	<i>Excessive</i>	A1	0,13
		A2	0,12
	<i>Excellent</i>	B1	0,10
		B2	0,08
	<i>Good</i>	C1	0,05
		C2	0,02
	<i>Average</i>	D	0,00
	<i>Fair</i>	E1	-0,04
		E2	-0,08
	<i>Poor</i>	F1	-0,12
F2		-17,00	
Kondisi Kerja	<i>Ideal</i>	A	0,06
	<i>Excellent</i>	B	0,04
	<i>Good</i>	C	0,02
	<i>Avarage</i>	D	0,00
	<i>Fair</i>	E	-0,03
	<i>Poor</i>	F	-0,07
Konsistensi	<i>Perfect</i>	A	0,04
	<i>Excellent</i>	B	0,03
	<i>Good</i>	C	0,01
	<i>Avarage</i>	D	0,00
	<i>Fair</i>	E	-0,02
	<i>Poor</i>	F	-0,04

2.1.10 Perhitungan Waktu Normal dan Waktu Baku

Waktu normal dihitung dengan mengalikan waktu siklus rata-rata yang diperoleh dari data yang diamati dengan faktor pembobotan. *Rating factor* ditentukan dengan menggunakan metode *Westinghouse*. *Westinghouse* berfokus pada penyelidikan faktor-faktor yang dianggap tepat atau tidak masuk akal di tempat kerja (Suroso & Yulvito, 2020).

$$\text{Rating factor} = 1 + \text{Westinghouse factor}$$

$$W_n = W_t \times R_f$$

dimana:

W_n = Waktu Normal

R_f = Rating factor

W_t = Waktu terpilih (waktu rata-rata setelah data seragam dan cukup)

Perhitungan waktu normal ini dilakukan hanya untuk waktu siklus rata-rata yang dilakukan oleh operator

Perhitungan waktu standar ini hanya untuk waktu siklus rata-rata yang dilakukan oleh operator dan akan dieksekusi. Waktu standar dihitung dengan menambahkan toleransi ke waktu normal. Waktu standar dihitung untuk dua subjek, operator dan mesin. Toleransi adalah waktu tambahan yang dibutuhkan operator untuk melakukan aktivitas di luar lokasi seperti: B. Kebutuhan pribadi dll. B. Pergi ke kamar mandi, minum, dll. Nilai tunjangan pribadi untuk pria adalah 0-2,5% dan untuk wanita adalah 2-5%. Biaya tambahan rintangan yang tidak dapat dihindari akan bervariasi dari satu posisi ke posisi lainnya, tergantung pada kondisi umum posisi tersebut. Nilai total biaya tambahan dihitung dengan

menjumlahkan semua nilai biaya tambahan yang ditentukan (Lubis, 2021). Berikut adalah langkah-langkah untuk menghitung waktu standar. Berikut ini langkah-langkah perhitungan waktu baku, yaitu: Kelonggaran

Rumus 2.5 Waktu Baku

$$\begin{aligned} \text{Kelonggaran Total (All)} &= K_a + K_b + K_c \\ \text{Waktu Baku Operator (WBO)} &= W_{n_0} \times \frac{100}{100 - \text{All}} \\ \text{Waktu Mesin (Wm)} &= \text{Waktu Mesin} \\ \text{Waktu Baku Total (Wb)} &= W_{n_0} + W_m \text{ (Sutalaksana, 1979b).} \end{aligned}$$

Dimana:

K_a = Tunjangan Kebutuhan Pribadi

K_b = Tunjangan Menghilangkan Rasa Lelah

K_c = Toleransi Tarik Tak Terelakkan

W_{bo} = Waktu Standar Operator

2.1.11 Perhitungan *Metrik lean*

Pengukuran *metrik lean* adalah langkah pertama dalam menerapkan metode *lean manufacturing*. Pengukuran metrik didasarkan pada deskripsi pertama tentang status perusahaan sebelum diperkenalkannya lean (Lubis, 2021). Perhitungan metrik lean terdiri dari 3 jenis perhitungan yaitu:

1. Efisiensi setiap siklus proses (*process cycle efficiency*) adalah metrik atau pengukuran yang menunjukkan seberapa jauh waktu dan efisiensi proses relatif terhadap total waktu siklus proses (Lubis, 2021). Rumus yang digunakan berupa:

Rumus 2.6 Efisiensi dari tiap siklus proses

$$\text{Efisiensi dari tiap siklus proses} = \frac{\text{Value Added Time}}{\text{Total Lead Time}}$$

Dimana value added time merupakan waktu yang diperlukan untuk mengerjakan kegiatan-kegiatan yang memberikan ataupun tidak memberikan nilai tambah terhadap produk.

2. *Process Lead Time* *Lead time* adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengirimkan produk atau layanan ke pelanggan setelah menerima pertanyaan: (Lubis, 2021), yaitu:

Rumus 2.7 Proses Lead Time

$$\text{Process Lead Time} = \frac{\text{Jumlah Produk Dalam Proses (WIP)}}{\text{Rata-rata Kecepatan Penyelesaian}}$$

3. Kecepatan proses (*Process Velocity*) Kecepatan proses merupakan jumlah barang atau produk yang melewati. Pekerjaan stasiun. Persamaannya adalah

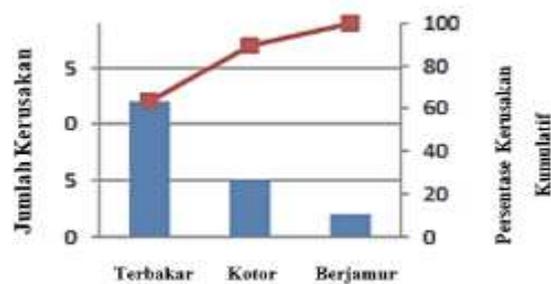
Rumus 2.8 Kecepatan proses

$$\text{Kecepatan Proses} = \frac{\text{Jumlah Aktivitas yang Terdapat di Dalam Proses}}{\text{Process Lead Time}}$$

2.1.12 Diagram Pareto

Diagram *pareto* adalah salah satu alat pengukuran kualitas untuk analisis (Pratama et al., 2021). Diagram *pareto* digunakan untuk membandingkan berbagai kategori kejadian yang disusun menurut ukurannya, dari yang paling besar di sebelah kiri ke yang paling kecil di sebelah kanan (Lubis, 2021). Bagan *pareto*

digunakan untuk membandingkan peristiwa dalam kategori yang berbeda dalam urutan besarnya, dari maksimum di kiri hingga minimum di kanan perbaikan sesuai dengan urutan jenis kerusakan produk.



Gambar 2.3 *Diagram Pareto*

2.1.13 *Cause and effect Diagram*

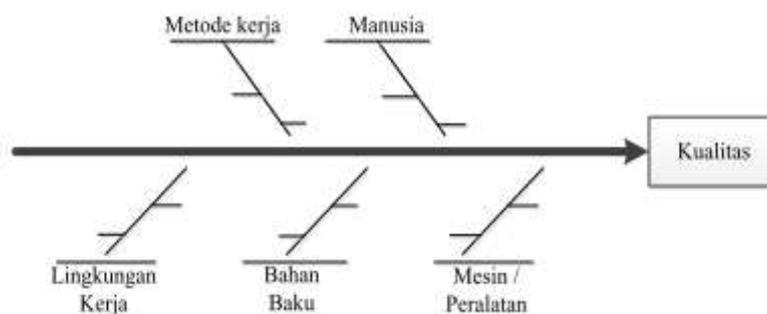
Cause and effect diagram berguna untuk menganalisis dan menemukan faktor-faktor yang memiliki dampak signifikan dalam menentukan karakteristik kualitas kinerja pekerjaan (Lubis, 2021). *Cause and effect* diagram juga dapat membantu Anda menemukan penyebab sebenarnya dari masalah tersebut. Padahal metode brainstorming sangat efektif untuk mengetahui secara detail faktor-faktor penyebab terjadinya penyimpangan kerja (Lubis, 2021). Dimana metode sumbang saran (*brain storming*) akan cukup efektif digunakan dalam mencari faktor faktor penyebab terjadinya penyimpangan kerja secara detail. 5 faktor penyebab utama yang signifikan yang perlu dilakukan, yaitu:

1. Manusia (*Man*)
2. Metode Kerja (*Work Method*)

3. Mesin atau Peralatan Kerja Lainnya (*Machine/Equipmen*)
4. Bahan-bahan baku (*Raw Material*)
5. Lingkungan Kerja (*Work Environtment*)

Cause and effect diagram digunakan untuk mengidentifikasi efek "buruk" dan mengambil tindakan untuk memperbaikinya, atau untuk menyelidiki efek "baik" dan penyebab yang dapat diandalkan (Lubis, 2021). *Cause and effect diagram* berguna untuk:

1. Menganalisis kondisi actual untuk tujuan suatu produk atau peningkatan kualitas pelayanan, mengefisiensikan penggunaan sumber data alam (SDA) dan sumber daya manusia (SDM), dan pengurangan biaya biaya yang tidak perlu.
2. Mengeliminasi kondisi kondisi yang menyebabkan ketidak seragaman produk atau pelayanan dan kebutuhan pelanggan.
3. Standarisasi darikeberadaan dana sal usul terhadap operasi
4. Pendidikan dan pelatihan personel-personel yang ada didalam pengambilan



keputusan.

Gambar 2.3 *Cause and Effect Diagram*

2.2 Penelitian Terdahulu

Untuk memperkaya teori, perlu melihat kembali penelitian selama ini. Selama ini penulis belum menemukan judul yang sama pada penelitian-penelitian sebelumnya. Penulis mengutip penelitian yang digunakan sebagai referensi untuk memperluas dan menyempurnakan teori penelitian tersebut. Beberapa jurnal yang terkait dengan penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

Tabel 2.6 Penelitian Terdahulu

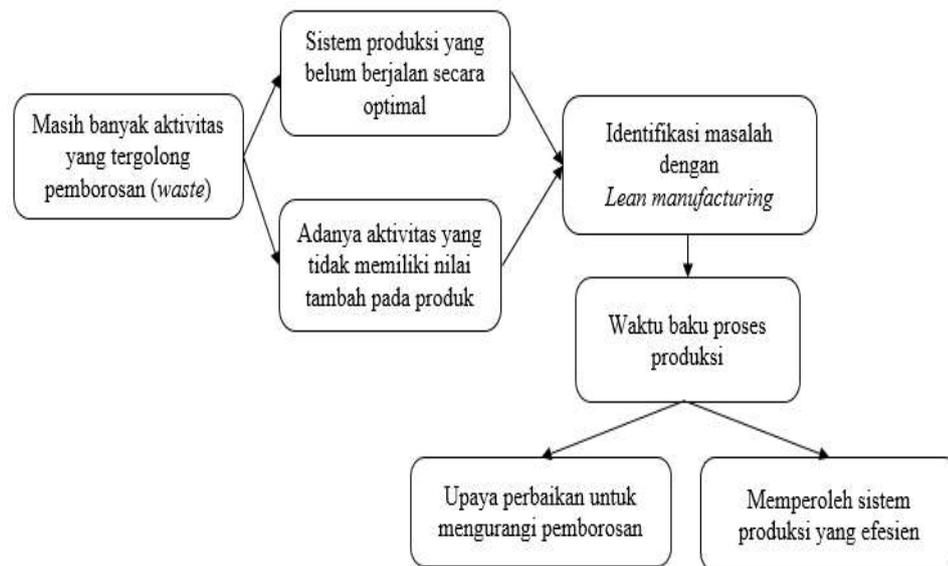
Penulis	Judul	Hasil
Rini Fitriyani, Sahril Saifuddin, Kesyah Margareta (Fitriyani et al., 2019)	Usulan Perbaikan Untuk Pengurangan <i>Waste</i> Pada Proses Produksi Dengan Metode <i>Lean Manufacturing</i>	Hasil dari usulan penelitian ini adalah perubahan <i>layout</i> melalui proses plasma welding menggunakan <i>seam roller</i> , peningkatan kapasitas <i>wash basket</i> untuk meminimalkan operasi pengangkutan berulang, dan minimal delaminasi dan <i>buffing part</i> karena usang.
Ahmad Munandar, Delfiana Sandi Permana (Munandar & Permana, 2019)	Analisis <i>Waste</i> Produksi Celana dengan Metode <i>Lean Six Sigma</i> pada area Sewing Line 5 di PT XYZ	Hasil penelitian ini berdasarkan metode WAM yang menghasilkan peringkat tertinggi yaitu <i>defect</i> 23,94% dengan CTQ-30 dan DPMO sebesar 6968,84 dan nilai sigma sebesar 3,96 sigma.
Harliwantip (Harliwantip, 2014)	Analisa <i>Lean Service</i> guna mengurangi <i>waste</i> pada Perusahaan Daerah Air Minum Banyuwangi	Penyelidikan mengidentifikasi pemborosan yang signifikan dalam proses layanan, bobot tunggu 0,21. Waktu tunggu disebabkan oleh keterlambatan kinerja mekanik, keterlambatan bahan perbaikan, dan keterlambatan perbaikan pipa melalui ruang publik.
Yuni Annisa Putri Lubis (Lubis, 2021)	Pendekatan <i>lean manufacturing</i> dan <i>weighted product</i> untuk mengurangi <i>waste</i> dan perbaikan kualitas proses produksi karet.	Hasil dari pengamatan dan pengukuran ditemukan aktivitas yang tidak bernilai tambah (<i>nonvalue added</i>) sebesar 4.46 menit dengan nilai <i>manufacturing lead time</i> sebesar 297.06, tingkat <i>process cycle efficiency</i> sebesar 76.54% dan <i>process velocity</i> sebesar 0,0068 proses/jam

Tabel 2.6 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

Penulis	Judul	Hasil
Fenny Joyanti Amanda, Carla Olyvia Doaly (Amanda & Doaly, 2018)	Usulan Penerapan <i>Lean Manufacturing</i> untuk mengidentifikasi dan mengurangi <i>Waste</i> (Studi kasus pada PT X)	Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini dipilih menggunakan alat VALSAT untuk menganalisis akar penyebab masalah. Berdasarkan pengolahan data, keduanya menerima skor rata-rata tertinggi yaitu <i>motion</i> (21%), <i>defect</i> (17.93%).
Karina Arbelinda, Rani Rumita S.T., M.T. (Arbelinda, Karina, 2015)	Penerapan <i>Lean Manufacturing</i> pada Produksi ITC CV. Mansgruop dengan menggunakan <i>Value Stream Mapping</i> dan 5S	Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan prinsip 5S akan mengarah pada proses pemetaan arus dan pemetaan aktivitas baru di masa depan, serta manfaat bagi produksi dan kinerja keuangan perusahaan yakni meningkat sebanyak 16,2%.
Ardiansyah Odi, Ahmad Nidhomuz Zaman, Siti Rohana Nasution, Sambas (Ardiansyah Odi et al., 2019)	Analisis Pengurangan <i>Waste</i> pada proses perawatan kereta	Perhitungan berdasarkan data yang dikumpulkan menunjukkan bahwa total lead time untuk perawatan kereta api, yang sebelumnya 995 menit, sekarang menjadi 873 menit. 93% bagian dari aktivitas nilai tambah, 7% non-necessary value adding Dan berdasarkan hal tersebut maka waste unnecessary motion dengan skor RPN sebesar 140.
Ery Sugianto, Rika Ampuh Hadiguna, Rizki Prakasa Hasibuan (2021)	Identifikasi proses distribusi material untuk meningkatkan kinerja handling menggunakan analisis matriks risiko (Studi Kasus di Pabrik Kertas)	Rekomendasi saran perbaikan yang diberikan antara lain penyediaan material handler tambahan, alat material handling untuk aktivitas jarak dan waktu yang sensitif di dalam departemen, permintaan break quantity dan lokasi sementara untuk menerima kursi di area produksi. dengan pemasok untuk menyetujui jadwal kedatangan. Jika penundaan terlalu sering, berikan bahan umpan lembar dengan komunikasi reguler dan pembaruan dengan operator. Oleh karena itu, perbaikan dan aplikasi akan meningkatkan kinerja material handling.

2.3 Kerangka Pemikiran

Secara sistematis konsep penelitian ini dapat digambarkan melalui kerangka sebagai berikut:



Gambar 2.4 Kerangka Pemikiran Teoritis