

**PEMANFAATAN *LEAN MANUFACTURING* UNTUK  
MENGURANGI PEMBOROSAN PADA PROSES PRODUKSI  
*ARRESTER* TIPE Y08SV-312 B T/R**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1  
Program Studi Teknik Industri - Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia**



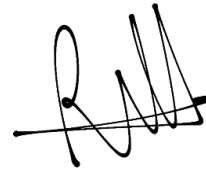
Nama : Raditensius Prasditsa Hidayat  
No. Mahasiswa : 21522242

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PROGRAM SARJANA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2026**

**PERNYATAAN KEASLIAN**

Saya mengakui bahwa tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang seluruhnya sudah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 20-12-2025



(Raditensius Prasditsa Hidayat)

21522242

## SURAT BUKTI PENELITIAN



Factory & Office :

Interchange Toll Karawang Timur, Anggadita, Klari, Karawang, 41371, Indonesia  
Phone: 62-267 433 888 (Hunting). Fax 62-267 433 666



URS is a member of Register of Standards (Holdings) Ltd.

### SURAT KETERANGAN PRAKTIK KERJA/MAGANG

Nomor : 98/SI/ADM/XII/2024

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhajir Purnama

Jabatan : Manager

Alamat : Jl. Interchange Toll Karawang Timur Anggadita Karawang 41371

Dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : Raditensius Prasditsa Hidayat

Asal Universitas : Universitas Islam Indonesia

Alamat Unviersitas : Jl. Kaliurang km 14,5 Yogyakarta 55584

Bahwa yang bersangkutan telah melaksanakan kegiatan magang kerja di PT. Sankosha Indonesia. Magang kerja tersebut telah dilaksanakan selama 1 bulan, yaitu mulai 1 s/d 29 November 2024.

Selama magang di PT. Sankosha Indonesia, bersangkutan mempelajari tentang Proses PPIC, Produksi dan Quality. Dan pada saat surat ini dikeluarkan yang bersangkutan telah melaksanakan tugas dan tanggung jawabnya dengan baik.

Demikian surat keterangan magang ini kami buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Karawang, 3 Desember 2024

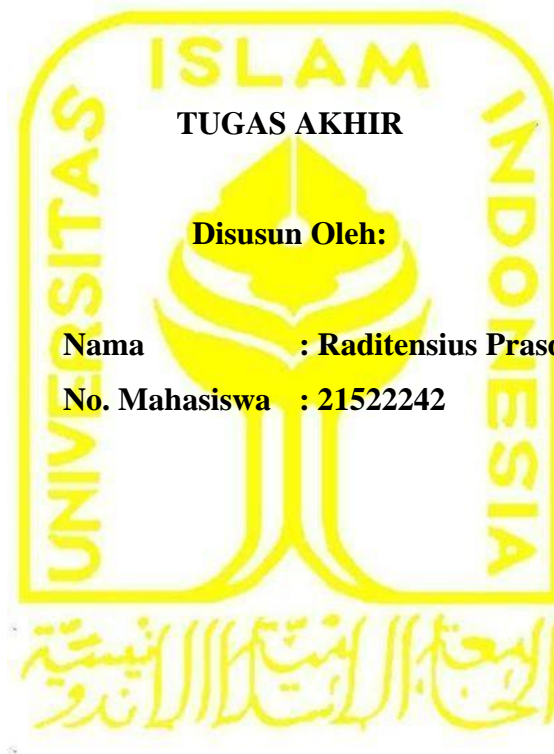


Muhajir Purnama

Manager

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**

**PEMANFAATAN *LEAN MANUFACTURING* UNTUK MENGURANGI  
PEMBOROSAN PADA PROSES PRODUKSI *ARRESTER* TIPE Y08SV-312 B  
T/R**



**TUGAS AKHIR**

**Disusun Oleh:**

**Nama : Raditensius Prasditsa Hidayat**

**No. Mahasiswa : 21522242**

**Yogyakarta, 20-12-2025**

**Dosen Pembimbing**

**(Dr. Ir. Agus Mansur, S.T., M.Eng. Sc., IPU)**

**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI**

**PEMANFAATAN *LEAN MANUFACTURING* UNTUK MENGURANGI  
PEMBOROSAN PADA PROSES PRODUKSI *ARRESTER* TIPE Y08SV-312 B**

**T/R**

**TUGAS AKHIR**

**Disusun Oleh:**

**Nama : Raditensius Prasditsa Hidayat**

**No. Mahasiswa : 21522242**

Telah dipertahankan di depan sidang pengujian sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

**Yogyakarta, 22 - 01 - 2026**

**Tim Penguji**

Dr. Ir. Agus Mansur, S.T., M.Eng. Sc., IPU

Ketua

Dr. Joko Sulistio, S.T., M.Sc., M.T

Anggota I

Ir. Muchamad Sugarindra, S.T., M.T.I.,  
IPM

Anggota II

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana**

**Fakultas Teknologi Industri**

**Universitas Islam Indonesia**

**Ir. Muhammad Biyan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM**

**015220101**

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Dengan rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, tugas akhir ini saya persembahkan sebagai ungkapan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan doa, dukungan, dan motivasi selama proses penyusunan hingga penyelesaiannya. Karya ini saya persembahkan kepada kedua orang tua dan keluarga tercinta atas cinta, pengorbanan, serta doa yang tiada henti. Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada dosen pembimbing, seluruh dosen Program Studi Teknik Industri, serta rekan-rekan seperjuangan atas bimbingan, ilmu, dan kebersamaan selama masa studi.

**MOTTO**

“Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap.”  
(QS. Al-Insyirah [94]: 8)

“You’re My Violet in The Sun.”  
(Daniel Caesar)

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh*

Alhamdulillah rabbil'alamiin, segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, Tuhan semesta alam, atas limpahan rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan baik. Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Dalam proses penyusunan laporan Tugas Akhir ini, penulis menyadari bahwa masih terdapat keterbatasan dan kekurangan. Selain itu, penulis memahami bahwa penyelesaian laporan ini tidak terlepas dari dukungan, bantuan, serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., IPU., ASEAN Eng., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc., selaku Ketua Jurusan Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM., selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Dr. Ir. Agus Mansur, S.T., M.Eng.Sc., IPU, selaku dosen pembimbing Tugas Akhir, atas bimbingan, arahan, kesabaran, serta ilmu yang sangat berharga selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Kedua orang tua dan keluarga tercinta yang senantiasa memberikan doa, dukungan, serta kasih sayang yang tak ternilai.
6. Kemal, Farel, dan Haikal sebagai sahabat terdekat penulis yang senantiasa memberikan dukungan, inspirasi, serta kebersamaan selama proses penyelesaian Tugas Akhir.
7. Teman-teman seperjuangan MNM atas semangat, kebersamaan, dan dukungan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.
8. Teman-teman Kuliah Kerja Nyata (KKN) yang telah memberikan dukungan, kerja sama, dan kebersamaan selama pelaksanaan kegiatan serta dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini.
9. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah memberikan bantuan dan dukungan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang Teknik Industri, serta bagi pihak-pihak yang membutuhkan. Penulis juga mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan di masa yang akan datang.

*Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh*

## ABSTRAK

PT Sankosha Indonesia menetapkan target produksi sebesar 5 juta pcs per bulan pada produk *arrester* tipe Y08SV-312 B T/R. Namun, pada kondisi aktual, pencapaian target tersebut masih terkendala oleh adanya pemborosan (*waste*) dalam proses produksi, khususnya pada aktivitas pendukung. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pemborosan yang terjadi, menganalisis akar penyebabnya, serta merancang usulan perbaikan guna meningkatkan efisiensi alur produksi dan mendukung pencapaian target produksi perusahaan. Pendekatan yang digunakan adalah *Lean Manufacturing* dengan metode *Value Stream Mapping* (VSM) untuk memetakan aliran material dan informasi, serta mengklasifikasikan aktivitas bernilai tambah dan tidak bernilai tambah. Hasil pemetaan *current state* menunjukkan nilai *Process Efficiency Cycle* (PEC) sebesar 82,4%, yang mengindikasikan masih terdapat pemborosan sebesar 17,6% pada proses produksi. Pemborosan utama ditemukan pada tahap *preparation material* di area *inventory*, berupa *motion* dan *waiting* akibat proses pemilahan serta penghitungan komponen kecil yang masih dilakukan secara manual. Analisis akar penyebab menggunakan metode *5 Why* menunjukkan bahwa pemborosan tersebut terjadi karena belum adanya alat bantu dan standardisasi pada proses penghitungan material. Sebagai usulan perbaikan, dirancang alat bantu *counting plate* yang berfungsi untuk menstandarkan proses penghitungan komponen kecil. Implementasi usulan perbaikan ini mampu menurunkan waktu *preparation* secara signifikan dan berdampak langsung terhadap penurunan *lead time* produksi. Berdasarkan hasil perhitungan, pada kondisi *current state* dengan lima *flow* produksi, *output* yang dihasilkan sebesar 1.114.080 pcs per bulan. Setelah penerapan usulan perbaikan pada kondisi *future state*, *output* produksi meningkat menjadi 1.293.600 pcs per bulan, atau mengalami kenaikan sekitar 16,1% tanpa penambahan jumlah *flow* maupun jam kerja. Peningkatan *output* ini menunjukkan bahwa usulan perbaikan yang diterapkan berkontribusi positif dalam mendekati capaian produksi terhadap target produksi perusahaan.

**Kata Kunci:** *Lean Manufacturing, Value Stream Mapping, Waste, Preparation, Counting plate*

## DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN .....	ii
SURAT BUKTI PENELITIAN .....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
MOTTO .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
ABSTRAK.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.5 Batasan Penelitian .....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>8</b>
2.1 Kajian Literatur .....	8
2.2 Landasan Teori.....	14
2.2.1 Lean Manufacturing.....	14
2.2.2 Value Stream Mapping .....	16
2.2.3 7waste .....	16
2.2.4 Process Efficiency Cycle .....	17
2.2.5 Preparation dan Material handling.....	17
2.2.6 5 Why Analysis.....	18
2.2.7 Bill of Material.....	18
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>19</b>
3.1 Objek Penelitian.....	19
3.2 Jenis dan Metode Pengumpulan Data.....	19
3.3 Pengolahan Data .....	19

3.4 Analisis Data.....	20
3.5 Alur Penelitian .....	20
<b>BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....</b>	<b>24</b>
4.1 Pengumpulan Data .....	24
4.1.1 Data Waktu Proses Produksi.....	24
4.1.2 Data Target dan Realisasi Produksi .....	25
4.1.3 Data Produk Cacat (Defect).....	26
4.1.4 Data Kapasitas Proses Produksi.....	26
4.1.5 Bill of Material Y08SV-312B T/R .....	27
4.1.6 Data Inventory .....	27
4.2 Pengolahan Data.....	28
4.2.1. Current State Mapping.....	28
4.2.2. Identifikasi Waste .....	29
4.2.3. 5 Why Analysis.....	32
4.2.4. Fokus Perbaikan.....	33
<b>BAB V PEMBAHASAN.....</b>	<b>36</b>
5.1 Pembahasan Hasil Pengolahan Data .....	36
5.2 Pembahasan Akar Masalah ( <i>5 Why</i> ) .....	37
5.3 Rancangan Usulan Perbaikan.....	38
5.3.1 Kondisi Existing Proses Preparation.....	38
5.3.2 Bentuk dan Kapasitas Alat.....	39
5.3.3 Dimensi dan Spesifikasi Counting plate.....	39
5.3.4 Aspek Ergonomi .....	40
5.3.5 Mekanisme Kerja.....	40
5.3.6 Desain Counting plate.....	40
5.4 Analisis Dampak Usulan Perbaikan.....	42
5.4.1 Dampak terhadap Waktu Preparation .....	43
5.4.2 Dampak terhadap Miscounting Risk.....	44
5.4.3 Dampak terhadap Motion dan Beban Kerja Operator .....	44
5.4.4 Dampak terhadap Keteraturan Proses dan Standardisasi.....	44
5.4.5 Dampak terhadap Alur Produksi Secara Menyeluruh .....	44
5.5 Perbandingan <i>Output</i> Produksi .....	45
5.5.1. Output Produksi Arrester Current State.....	45
5.5.2. Output Produksi Arrester Future state .....	46

5.6 Hasil Penelitian dengan Penelitian Sejenis .....	48
BAB VI PENUTUP .....	51
6.1 Kesimpulan .....	51
6.2 Saran.....	52
6.2.1 Saran bagi Perusahaan .....	52
6.2.2 Saran bagi Penelitian Selanjutnya.....	52
DAFTAR PUSTAKA .....	54
LAMPIRAN.....	A-1

**DAFTAR TABEL**

Tabel 2. 1 Kajian Literatur.....	12
Tabel 4. 1 Data Waktu Proses Produksi .....	24
Tabel 4. 2 Data Target dan Realisasi Produksi.....	25
Tabel 4. 3 Data Defect .....	26
Tabel 4. 4 Data Kapasitas Proses Produksi.....	26
Tabel 4. 5 Bill of Material Y08SV-312B T/R .....	27
Tabel 4. 6 Data Inventory .....	27
Tabel 4. 7 Process Activity Mapping.....	30
Tabel 4. 8 Aktivitas Delay .....	31
Tabel 5. 1 Perbandingan Waktu <i>Preparation</i> Sebelum dan Sesudah <i>Counting plate</i> ....	43

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 1. 1 Target VS Aktual Chart .....	2
Gambar 3. 1 Alur Penelitian .....	21
Gambar 4. 1 <i>Current State</i> Mapping .....	28
Gambar 4. 2 5 Why Analysis.....	33
Gambar 4. 3 reason for selecting improvement focus diagram .....	34
Gambar 5. 1 Gambar Teknik <i>Counting plate</i> .....	41
Gambar 5. 2 Isometrik View <i>Counting plate</i> .....	42
Gambar 5. 3 Top View <i>Counting plate</i> .....	42

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

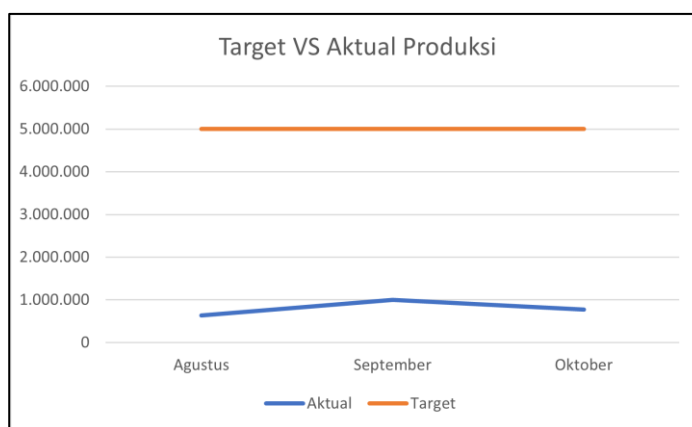
Di era globalisasi saat ini, perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi berlangsung sangat pesat, khususnya pada sektor industri manufaktur. Industri manufaktur memiliki peran strategis dalam mendorong pertumbuhan ekonomi nasional maupun global (Magwenzi et al., 2023). Ketatnya persaingan menuntut setiap perusahaan untuk terus berinovasi, meningkatkan efisiensi proses, dan menjaga kualitas produk. Perusahaan tidak hanya dituntut menghasilkan produk berkualitas tinggi, tetapi juga mampu memenuhi kebutuhan pelanggan secara tepat waktu dengan biaya yang kompetitif (Díaz-Reza et al., 2024).

Namun secara aktual proses produksi masih sering dihadapkan pada aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah terhadap produk. Aktivitas seperti waktu tunggu, perpindahan material yang tidak efisien, proses berulang, penumpukan barang setengah jadi, dan kesalahan produksi dikategorikan sebagai pemborosan atau *waste* (I. Setiawan & Rahman, n.d.). Berdasarkan *Toyota Production System* (TPS), terdapat tujuh jenis pemborosan utama, yaitu *overproduction*, *waiting*, *transportation*, *overprocessing*, *inventory*, *motion*, dan *defects* (Kumar et al., 2020). Apabila pemborosan tidak dikendalikan maka produktivitas menurun, biaya meningkat, dan kepuasan pelanggan ikut terdampak.

Untuk menjawab tantangan tersebut perusahaan manufaktur dituntut menerapkan sistem produksi yang lebih efisien, salah satunya melalui pendekatan *Lean Manufacturing*. *Lean* berfokus pada penciptaan nilai dari sudut pandang pelanggan dengan menghilangkan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (Gamboa & Singgih, 2021). Selain itu, *lean* juga mendorong budaya perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement*) sehingga perusahaan mampu beradaptasi dalam lingkungan industri yang dinamis. Sejumlah alat bantu seperti *Value Stream Mapping* (VSM), 5S, dan *5 Why Analysis* banyak digunakan dalam implementasinya (Lintang Bimasakti et al., 2025).

PT Sankosha Indonesia merupakan perusahaan manufaktur peralatan kelistrikan, salah satunya *arrester* tipe Y08SV-312 B T/R yang berfungsi melindungi peralatan listrik dari lonjakan tegangan. Sistem produksi yang digunakan adalah *made by order*, sehingga ketepatan waktu menjadi faktor yang sangat penting. Namun hasil observasi menunjukkan bahwa proses produksi masih menghadapi berbagai pemborosan pada beberapa tahapan operasional (Hotma Hizkia & Wibero, 2023).

Data produksi periode Agustus hingga Oktober 2024 menunjukkan bahwa target produksi perusahaan sebesar 5.000.000 unit per bulan, sebagaimana ditetapkan oleh manajemen, belum tercapai. Realisasi produksi tercatat sebesar 637.000 unit pada Agustus, 1.000.000 unit pada September, dan 774.000 unit pada Oktober. Kesenjangan antara target dan realisasi produksi ini menunjukkan perlunya evaluasi terhadap proses produksi yang berjalan. Namun demikian, ketidaktercapaian target produksi tidak dapat disimpulkan hanya disebabkan oleh satu faktor, melainkan dipengaruhi oleh berbagai aspek dalam sistem produksi secara keseluruhan. Oleh karena itu penelitian ini tidak bertujuan untuk membahas seluruh faktor penyebab ketidaktercapaian target produksi, melainkan difokuskan pada identifikasi dan perbaikan inefisiensi pada salah satu aktivitas awal proses produksi, yaitu tahap *preparation material* di area *inventory*.



Gambar 1. 1 Target VS Aktual Chart

Ketidakseimbangan kapasitas antar proses menjadi berpotensi menimbulkan pemborosan (Elsa Farida & Nurul Azizah, 2022). Berdasarkan standar kapasitas produksi, proses *treatment electrode* mampu menghasilkan 43.000 pcs per jam, sedangkan proses *welding* hanya 750 pcs per jam. Perbedaan kapasitas ini menimbulkan *bottleneck*, *waiting time*, serta penumpukan *work in process* (WIP) di beberapa titik

produksi. Kondisi ini berdampak pada meningkatnya *Lead Time* dan menurunnya efisiensi aliran produksi.

Selain pemborosan dalam proses inti, area *inventory* juga menjadi perhatian penting. Berdasarkan *Bill of Material* (BOM), produk *arrester* terdiri dari komponen kecil seperti *electrode* dan *ceramic tube* dalam jumlah sangat besar, mencapai ratusan ribu hingga jutaan unit. Proses pemisahan dan penghitungan part kecil tersebut masih dilakukan secara manual. Kondisi ini menyebabkan *preparation time* menjadi panjang dan tidak stabil, meningkatkan risiko kesalahan hitung, serta menambah beban kerja operator.

Fakta bahwa pemborosan ini muncul di luar proses produksi inti dan tidak terekam langsung dalam pengukuran waktu menunjukkan adanya *hidden waste* yang perlu ditangani. Jika tidak diperbaiki, pemborosan ini bisa terus memperlambat aliran produksi dan menghambat pencapaian target perusahaan.

Untuk itu, penelitian ini menerapkan pendekatan *Lean Manufacturing* dengan alat utama *Value Stream Mapping* (VSM) untuk memetakan aliran proses secara menyeluruh dan mengidentifikasi aktivitas bernilai tambah maupun tidak bernilai tambah (F. Setiawan, 2022). Selanjutnya dilakukan analisis akar penyebab menggunakan *5 Why Analysis* untuk menemukan penyebab fundamental dari pemborosan yang terjadi. Hasil analisis kemudian dijadikan dasar untuk merancang perbaikan berupa alat bantu “*counting plate*”, yaitu media ergonomis yang berfungsi melakukan standardisasi proses pemisahan dan penghitungan part kecil di area *inventory*. Solusi ini diharapkan mampu mengurangi waktu persiapan, menurunkan potensi kesalahan hitung, dan meningkatkan kenyamanan serta efisiensi operator (Wicaksono et al., 2024).

Dengan demikian, penelitian ini diharapkan memberikan gambaran menyeluruh mengenai kondisi proses produksi *arrester* di PT Sankosha Indonesia sekaligus menjadi dasar bagi perusahaan untuk melakukan perbaikan berkelanjutan. Implementasi *Lean Manufacturing* diharapkan mampu meningkatkan efisiensi, menurunkan pemborosan, dan memperkuat daya saing perusahaan di industri peralatan kelistrikan yang semakin kompetitif.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi efisiensi aliran proses produksi *arrester* tipe Y08SV-312 B T/R yang ditunjukkan melalui nilai Process Efficiency Cycle (PEC) berdasarkan hasil pemetaan *Value Stream Mapping* (VSM)?
2. Apa saja jenis dan akar penyebab pemborosan (*waste*) pada tahap *preparation* di area *inventory*?
3. Bagaimana rancangan usulan perbaikan pada proses *preparation* di area *inventory* yang dapat mengurangi pemborosan dan meningkatkan efisiensi proses produksi?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk menjawab rumusan masalah yang telah disusun yaitu sebagai berikut:

1. Menentukan nilai Process Efficiency Cycle (PEC) pada aliran proses produksi *arrester* tipe Y08SV-312 BT/R berdasarkan hasil pemetaan *Value Stream Mapping* (VSM)
2. Mengidentifikasi jenis serta akar penyebab pemborosan (*waste*) yang terjadi pada proses produksi khususnya tahap *preparation* dengan menggunakan analisis *5 Why*.
3. Merancang usulan perbaikan pada proses *preparation* di area *inventory* untuk mengurangi pemborosan dan meningkatkan efisiensi proses produksi.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik secara praktis bagi perusahaan maupun secara teoritis bagi akademik. Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Perusahaan

Penelitian ini memberikan manfaat praktis bagi PT Sankosha Indonesia sebagai acuan dalam mengidentifikasi pemborosan (*waste*) pada proses produksi *arrester* tipe Y08SV-312 B T/R serta Memberikan kontribusi berupa inovasi alat bantu sederhana dan ergonomis yang dapat diaplikasikan pada aktivitas *inventory* untuk meningkatkan efisiensi kerja. Hasil penelitian diharapkan dapat membantu meningkatkan produktivitas, mengurangi *lead time*, dan memberikan perbaikan berkelanjutan di lingkungan perusahaan.

## 2. Bagi dunia akademik

Penelitian ini dapat memperkaya literatur di bidang teknik industri, khususnya dalam penerapan metode *Lean* seperti VSM dan *5 Why*. Selain itu, penelitian ini juga dapat menjadi referensi bagi studi lanjutan yang berkaitan dengan efisiensi proses produksi di sektor manufaktur.

### 1.5 Batasan Penelitian

Agar penelitian ini lebih terarah, berikut merupakan batasan yang digunakan dalam penelitian ini.

1. Fokus penelitian ini hanya dilakukan untuk produk *Arrester* tipe Y08SV-312 B T/R.
2. Data yang digunakan bersumber dari observasi langsung, wawancara, dan data internal perusahaan selama periode tertentu.
3. Penelitian tidak mencakup analisis biaya (*cost analysis*) melainkan hanya fokus pada efisiensi operasional.

### 1.6 Sistematika Penulisan

Berikut merupakan sistematika penulisan pada penelitian ini.

#### BAB I

#### PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan dasar pelaksanaan penelitian yang meliputi latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan penelitian, serta sistematika penulisan. Bab ini menjadi landasan awal untuk memahami arah dan fokus penelitian yang dilakukan.

#### BAB II

#### TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi teori-teori dan konsep yang menjadi dasar penelitian, seperti *Lean Manufacturing*, *Value Stream Mapping* (VSM), klasifikasi *waste*, konsep *preparation* dalam produksi, serta metode analisis seperti *5 Why*. Selain itu, bab ini juga memuat

rangkuman penelitian terdahulu yang relevan dan menjadi acuan dalam penyusunan tugas akhir.

### **BAB III**

#### **METODE PENELITIAN**

Bab ini menguraikan metode yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian, mulai dari jenis penelitian, lokasi penelitian, objek penelitian, teknik pengumpulan data, hingga metode pengolahan data. Langkah-langkah dalam menerapkan pendekatan *Lean Manufacturing* dan VSM dijelaskan untuk menunjukkan alur analisis yang dilakukan pada penelitian.

### **BAB IV**

#### **PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Bab ini menyajikan data yang diperoleh dari perusahaan seperti data produksi, data *defect*, *Bill of Material*, data persediaan material, dan *time study* proses produksi. Selanjutnya, data tersebut diolah menggunakan pendekatan *Lean* melalui pemetaan aliran proses (VSM), klasifikasi aktivitas, identifikasi *waste*, dan analisis akar masalah menggunakan *5 Why*. Hasil pengolahan ini menjadi dasar penentuan fokus perbaikan pada area *preparation*.

### **BAB V**

#### **PEMBAHASAN**

Bab ini membahas secara mendalam hasil pengolahan data pada bab sebelumnya. Analisis dilakukan untuk menafsirkan temuan utama, menghubungkan *waste* yang muncul dengan akar penyebabnya, serta mengevaluasi kondisi aktual proses produksi. Pada bab ini juga disajikan rancangan usulan perbaikan berupa alat bantu *Counting plate*, lengkap dengan desain,

pertimbangan ergonomi, mekanisme kerja, dan analisis dampaknya terhadap proses produksi.

## **BAB VI**

### **PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan yang menjawab rumusan masalah penelitian serta saran yang dapat diberikan kepada perusahaan maupun peneliti selanjutnya. Kesimpulan disusun berdasarkan temuan-temuan penting pada penelitian, sementara saran diberikan dengan mempertimbangkan peluang perbaikan dan keterbatasan penelitian yang telah dilakukan.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Berisi seluruh sumber referensi yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini, seperti jurnal, buku, artikel ilmiah, dan sumber relevan lainnya.

## **LAMPIRAN**

Berisi dokumen pendukung yang terkait dengan penelitian, seperti data perhitungan, foto observasi, lembar identifikasi *waste*, perhitungan waktu, desain *counting plate*, dan dokumen pendukung lainnya.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kajian Literatur

Kajian literatur dalam penelitian ini dilakukan melalui penelusuran artikel ilmiah yang relevan menggunakan beberapa basis data akademik yaitu *Google Scholar*, *ScienceDirect*, dan portal jurnal nasional terakreditasi. Proses pencarian literatur dilakukan dengan menggunakan kata kunci *Lean Manufacturing*, *Value Stream Mapping*, *waste reduction*, *process efficiency*, *preparation process*, *inventory*, dan *manufacturing productivity* baik dalam jurnal nasional dan internasional. Artikel yang diperoleh kemudian diseleksi berdasarkan kesesuaian topik dengan objek penelitian, relevansi metode yang digunakan, serta rentang tahun publikasi untuk memastikan kebaruan referensi. Jurnal yang dipilih sebagai acuan utama adalah jurnal yang membahas penerapan *Lean Manufacturing*, penggunaan *Value Stream Mapping* dalam mengidentifikasi pemborosan, serta penelitian yang berfokus pada peningkatan efisiensi proses produksi di sektor manufaktur. Literatur yang terpilih selanjutnya dianalisis dan disintesis sebagai landasan teoritis serta pembandingan dalam penelitian ini.

Penelitian yang dilakukan oleh (Rajab et al., 2022) diperoleh melalui pencarian literatur pada basis data ilmiah ScienceDirect dengan kata kunci *Lean Manufacturing*. Penelitian ini menggunakan metode tinjauan literatur terhadap 53 artikel yang diseleksi berdasarkan relevansi topik. Tujuan penelitian adalah mengidentifikasi hubungan antara kapabilitas Industry 4.0, seperti Internet of Things, Big Data, Augmented Reality, dan robot otonom, dengan upaya pengurangan pemborosan dalam sistem manufaktur lean. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan teknologi Industry 4.0 berpotensi menurunkan berbagai jenis pemborosan seperti defect, overproduction, dan *waiting time*.

Penelitian oleh (Hernandez Marquina et al., 2021) diperoleh dari basis data ScienceDirect dengan kata kunci *Value Stream Mapping*. Penelitian ini menggunakan metode studi literatur dan studi kasus untuk mengadaptasi *Value Stream Mapping* dalam sistem produksi sirkular. Hasil penelitian menunjukkan bahwa VSM dapat digunakan untuk mengidentifikasi peluang peningkatan efisiensi proses sekaligus mendukung keberlanjutan sistem produksi.

Penelitian yang dilakukan oleh (Dara et al., 2024) diperoleh melalui Google Scholar dengan kata kunci *Lean tools* dan *non-Value-added Activities*. Metode yang digunakan adalah kuesioner dan analisis Partial Least Square–Structural Equation Modelling (PLS-SEM). Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh penerapan alat Lean seperti Just-In-Time dan continuous improvement terhadap pengurangan aktivitas *non-value added*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan Lean tools berpengaruh signifikan dalam meningkatkan efisiensi proses.

Penelitian oleh (Batwara et al., 2024) diperoleh dari ScienceDirect dengan kata kunci *Value Stream Mapping*. Penelitian ini menggunakan metode Fuzzy Preference Selection Index (FPSI) untuk menentukan strategi perbaikan proses yang optimal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi Lean, keberlanjutan, dan teknologi cerdas mampu meningkatkan efisiensi sumber daya dan performa proses produksi.

Penelitian oleh (Zahraee et al., 2020) diperoleh melalui ScienceDirect dengan kata kunci *Lean Manufacturing* dan *Value Stream Mapping*. Metode yang digunakan adalah *Value Stream Mapping* dan simulasi komputer. Penelitian ini bertujuan mengurangi *Lead Time* dan *cycle time* pada industri manufaktur. Hasil penelitian menunjukkan penurunan signifikan pada waktu proses dan peningkatan efisiensi produksi setelah perbaikan.

Penelitian yang ditulis oleh (Kumar et al., 2020) diperoleh dari Google Scholar dengan kata kunci Toyota Production System. Penelitian ini menggunakan metode studi kasus dengan penerapan prinsip TPS seperti Kaizen dan 5S. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan produktivitas dan pengurangan waktu siklus melalui perbaikan tata letak dan metode kerja.

Penelitian oleh (Sulistiyowati & Munawaroh, 2025) diperoleh melalui Google Scholar dengan kata kunci *Lean Manufacturing*. Metode yang digunakan adalah *Value Stream Mapping* dan Root Cause Analysis. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan efisiensi waktu proses setelah dilakukan perbaikan pada aktivitas pendukung produksi.

Penelitian oleh (Jessani et al., 2024) diperoleh melalui ScienceDirect dengan kata kunci *Lean Manufacturing* dan *Value Stream Mapping*. Metode yang digunakan adalah studi kasus pada industri tekstil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa identifikasi waste menggunakan VSM mampu menurunkan *Lead Time* dan meningkatkan efisiensi proses produksi.

Penelitian yang diperoleh (Wirawana & Yunus, 2022). dari Google Scholar dengan kata kunci *Lean Manufacturing*. Metode yang digunakan adalah Partial Least Square (PLS). Penelitian ini menunjukkan bahwa praktik *Lean Manufacturing* berpengaruh terhadap peningkatan efisiensi melalui pengendalian persediaan.

Penelitian oleh (Aldiyana et al., 2023) diperoleh dari jurnal nasional melalui Google Scholar dengan kata kunci *Lean Manufacturing* dan *Value Stream Mapping*. Metode yang digunakan adalah VSM dan redesain tata letak. Hasil penelitian menunjukkan penurunan *Lead Time* dan peningkatan Process Cycle Efficiency setelah perbaikan.

Penelitian (Lubis et al., 2024) diperoleh melalui ScienceDirect dengan kata kunci *Lean Manufacturing* dan process efficiency. Metode yang digunakan adalah *Value Stream Mapping*. Hasil penelitian menunjukkan penurunan waktu *non-value added* dan peningkatan efisiensi proses produksi.

Penerapan *Lean Manufacturing* dengan Metode *Value Stream Mapping* untuk Mengurangi *Cycle time* oleh (Suwandi & Suhada, 2025) diperoleh dari jurnal nasional melalui Google Scholar dengan kata kunci *Lean Manufacturing*. Metode yang digunakan adalah *Value Stream Mapping*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan Lean mampu mengurangi *cycle time* dan pemborosan berupa *waiting* dan *transportation*.

*Implementation of Lean Manufacturing Approach Using Value Stream Mapping to Optimize Cycle time and Reduce Process Waste* oleh (Maknun & Aidil, 2024) diperoleh dari Google Scholar dengan kata kunci *Lean Manufacturing* dan process optimization. Metode yang digunakan adalah *Value Stream Mapping*. Hasil penelitian menunjukkan terjadinya penurunan *cycle time* dan peningkatan efisiensi proses produksi.

*Lean Manufacturing* dalam Reduksi *Waste* untuk Peningkatan Efisiensi Produksi Konektor Tipe X di PT XYZ oleh (Kyodan Khalidzky & Fatchan Maulidin, 2025) diperoleh melalui jurnal nasional dengan kata kunci *Lean Manufacturing* dan waste reduction. Metode yang digunakan adalah VSM dan Process Activity Mapping. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengurangan waste dapat meningkatkan efisiensi operasional secara keseluruhan.

*Analysis of Value Stream Mapping (VSM) in the Application of Lean Manufacturing to Minimize Waste* at PT. Karya Indah Medika oleh (Fatinnisa & Saifuddin, 2024) diperoleh dari Google Scholar dengan kata kunci *Lean Manufacturing* dan *Value Stream*

*Mapping*. Metode yang digunakan adalah VSM. Hasil penelitian menunjukkan pengurangan waktu produksi secara signifikan setelah perbaikan alur proses.

Penelitian yang dilakukan oleh (Agustina et al., 2025) diperoleh melalui pencarian literatur secara sistematis pada basis data ilmiah Google Scholar. Penelitian ini menggunakan metode Systematic Literature Review (SLR) terhadap 21 artikel yang diterbitkan pada rentang tahun 2020–2025. Tujuan penelitian adalah menganalisis efektivitas penerapan Lean Six Sigma dengan metodologi DMAIC terhadap kinerja perusahaan manufaktur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan Lean Six Sigma memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan efisiensi operasional, pengurangan cacat produksi, serta peningkatan kualitas *output*. Setiap tahapan DMAIC berperan dalam mengidentifikasi dan mengatasi permasalahan proses produksi secara sistematis.

Penelitian oleh (Gurav & Upadhyay, 2025) diperoleh dari jurnal internasional melalui *Industrial Engineering Journal* dengan fokus pada *motion time study*. Penelitian ini menggunakan metode computer vision–based *motion time study* untuk membandingkan metode pengukuran waktu manual dengan metode berbasis visi komputer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan berbasis computer vision mampu meningkatkan akurasi pengukuran waktu kerja, mengurangi bias pengamat, serta membantu mengidentifikasi aktivitas *non-value added* dalam proses perakitan. Metode ini dinilai efektif dalam mendukung peningkatan produktivitas dan efisiensi lini produksi.

Penelitian yang dilakukan oleh (Breznik et al., 2023) diperoleh dari jurnal *Applied Sciences (MDPI)* melalui pencarian di Google Scholar. Penelitian ini menggunakan metode Methods-Time Measurement (MTM) yang dikombinasikan dengan simulasi proses produksi untuk mengoptimalkan kinerja lini perakitan. Tujuan penelitian adalah meminimalkan waktu menganggur dan meningkatkan efisiensi lini produksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan standar waktu MTM dan simulasi mampu meningkatkan performa proses perakitan serta menurunkan biaya produksi, sehingga relevan sebagai pendekatan pendukung dalam analisis waktu kerja dan efisiensi proses.

Penelitian oleh (Susanti et al., 2025) diperoleh dari jurnal nasional *Eduvest* melalui Google Scholar dengan fokus pada penerapan Just-In-Time (JIT) dalam manajemen persediaan. Metode penelitian yang digunakan adalah studi kasus kualitatif melalui wawancara dan analisis dokumen perusahaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan JIT mampu menurunkan biaya penyimpanan persediaan, meningkatkan

efisiensi produksi, serta memperbaiki kualitas produk. Namun, penelitian ini juga mengungkap tantangan berupa ketergantungan pada pemasok dan fluktuasi permintaan, sehingga diperlukan strategi mitigasi risiko dalam implementasi JIT.

Penelitian yang dilakukan oleh (Made Iska Aprilia Wardhani & Tasnim Nikmatullah Realita, 2022) diperoleh dari jurnal nasional SOSMANIORA melalui Google Scholar dengan fokus pada penerapan 5S sebagai bagian dari *Lean Manufacturing*. Penelitian ini menggunakan metode studi kasus kualitatif pada usaha kecil menengah sektor makanan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan 5S berkontribusi terhadap peningkatan produktivitas dan pengurangan pemborosan di area kerja. Namun, efektivitas implementasi 5S sangat dipengaruhi oleh faktor sumber daya manusia, khususnya pemahaman, pelatihan, dan komitmen karyawan terhadap budaya kerja lean.

Tabel 2. 1 Kajian Literatur

Penulis	Objek						Metode					
	Produksi	Waste	Waktu	Inventory	Lean	VSM	5 Why	DMAIC	JIT	TPS	5S	Time Study
(Rajab et al., 2022)	✓	✓			✓		✓					
(Hernandez Marquina et al., 2021)	✓	✓			✓	✓						
(Dara et al., 2024)	✓	✓			✓							
(Batwara et al., 2024)	✓	✓			✓	✓						
(Zahrae et al., 2020)	✓	✓			✓	✓						
(Kumar et al., 2020)	✓	✓			✓		✓				✓	
(Sulistiyowati & Munawaroh, 2025)	✓	✓			✓	✓						
(Jessani et al., 2024)	✓	✓			✓							



Berdasarkan kajian terhadap berbagai penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa peningkatan efisiensi dan pengurangan pemborosan dalam proses produksi dapat dilakukan melalui berbagai pendekatan, seperti *Lean Manufacturing*, *Toyota Production System*, serta metode peningkatan produktivitas lainnya. Meskipun metode yang digunakan beragam, seluruh penelitian memiliki tujuan yang sama, yaitu mengurangi aktivitas *non-value added* dan meningkatkan efisiensi proses. Berdasarkan karakteristik permasalahan pada penelitian ini, pendekatan *Lean Manufacturing* dengan *Value Stream Mapping* dipilih karena paling sesuai untuk memetakan aliran proses dan mengidentifikasi pemborosan, khususnya pada tahap *preparation*.

## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 *Lean Manufacturing*

*Lean Manufacturing* adalah pendekatan dalam manajemen produksi yang bertujuan untuk menciptakan alur kerja yang efisien dengan menghilangkan segala bentuk pemborosan (*waste*) dan berfokus pada peningkatan nilai bagi pelanggan. Metode ini berasal dari *Toyota Production System* (TPS), yang dikembangkan oleh Taiichi Ohno dan menjadi salah satu sistem produksi paling berpengaruh di dunia (Anoop G M, 2020). Seiring perkembangannya, konsep *lean* diadopsi oleh berbagai industri karena mampu meningkatkan efisiensi tanpa mengorbankan kualitas.

Prinsip dasar *Lean Manufacturing* menuntut evaluasi menyeluruh terhadap setiap langkah dalam proses produksi dari sudut pandang pelanggan, apakah langkah tersebut memberikan manfaat nyata atau tidak (Khunaiifi et al., 2022). Aktivitas yang tidak memberikan nilai dipandang sebagai pemborosan dan perlu dihilangkan agar proses menjadi lebih efisien. Dengan menerapkan prinsip ini, perusahaan dapat menurunkan biaya produksi, mempersingkat waktu proses, dan sekaligus meningkatkan kualitas, fleksibilitas, serta daya saing. *Lean* juga membawa filosofi perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement*) ke dalam seluruh aspek perusahaan, menjadikannya bukan hanya sebuah metode teknis, tetapi juga bagian dari budaya organisasi. Menurut Womack dan Jones *Lean Manufacturing* memiliki lima prinsip utama, yaitu.

1. Value, menentukan apa yang dianggap bernilai oleh pelanggan.
2. Value Stream, mengidentifikasi rangkaian aktivitas yang menghasilkan produk, termasuk aktivitas bernilai tambah (VA) dan tidak bernilai tambah (NVA).

3. *Flow*, memastikan proses berjalan tanpa hambatan, antrian, atau penumpukan.
4. *Pull*, produksi dilakukan berdasarkan kebutuhan aktual, bukan perkiraan berlebih.
5. *Perfection*, melakukan perbaikan berkelanjutan untuk mencapai efisiensi maksimal.

Untuk mendukung penerapan prinsip-prinsip tersebut, *Lean Manufacturing* dilengkapi dengan berbagai alat (*Tools*) yang berfungsi membantu perusahaan dalam mengidentifikasi *waste*, memperbaiki alur produksi, dan menstandarkan cara kerja (Aditia Shofyan & Karningsih, 2025). Beberapa *Tools* yang umum digunakan antara lain.

1. *Value Stream Mapping* (VSM) digunakan untuk memetakan seluruh aliran material dan informasi mulai dari masuknya bahan baku hingga produk diterima pelanggan. *Tool* ini membantu mengidentifikasi aktivitas VA, NNVA, dan NVA.
2. *5S* (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*) merupakan metode penataan tempat kerja agar lebih rapi, bersih, dan mudah digunakan. *5S* membantu mengurangi *motion* berlebih dan meningkatkan efisiensi area kerja.
3. *Kaizen* konsep perbaikan berkelanjutan yang dilakukan secara terus-menerus dalam skala kecil. *Kaizen* mendorong pekerja untuk aktif mencari peluang perbaikan di tempat kerja.
4. *Just-in-Time* (JIT) sistem produksi yang memastikan setiap proses hanya menerima material ketika dibutuhkan. JIT membantu mengurangi *inventory* berlebih dan waktu tunggu.
5. *Jidoka* (Autonomation) prinsip memberi inteligensi pada mesin sehingga mesin dapat berhenti sendiri jika terjadi abnormalitas. Tujuan utamanya adalah mencegah *defect* dan memastikan kualitas.
6. *Root cause Analysis* digunakan untuk menemukan akar penyebab dari suatu masalah agar perbaikan yang dilakukan tepat sasaran.
7. *Standardized Work* menetapkan cara kerja terbaik yang dapat digunakan secara konsisten oleh seluruh operator untuk mengurangi variasi proses.

Penggunaan *Tools* di atas dapat saling melengkapi dalam meningkatkan performa proses. Dalam penelitian ini, VSM digunakan untuk menggambarkan kondisi proses produksi, sedangkan analisis *5 Why* digunakan untuk menemukan akar penyebab pemborosan pada proses *preparation*. *Output* akhirnya adalah usulan perbaikan berupa pembuatan alat bantu yang mendukung standarisasi yaitu *Counting plate*.

### 2.2.2 Value Stream Mapping

*Value Stream Mapping* (VSM) merupakan salah satu instrumen penting dalam *Lean Manufacturing* yang berfungsi untuk memetakan keseluruhan alur proses produksi, mulai dari pemasok hingga sampai ke tangan pelanggan (F. Setiawan, 2022). Alat ini menyajikan gambaran visual dari setiap aktivitas dalam proses, baik yang bernilai tambah maupun yang tidak, dengan tujuan utama untuk mengenali dan menghilangkan pemborosan dalam sistem produksi. Penerapan VSM umumnya dilakukan melalui tiga tahap utama, yaitu:

1. *Current State Mapping*: Menggambarkan keadaan proses yang sedang berjalan, termasuk waktu siklus, waktu tunggu, serta aliran material dan informasi.
2. *Waste Identification*: Mengidentifikasi bagian-bagian dalam proses yang menyebabkan inefisiensi.
3. *Future state Mapping*: Mendesain alur proses yang diharapkan lebih ramping, efisien, dan berorientasi pada peningkatan nilai.

Dengan menggunakan VSM, perusahaan dapat memperoleh pemahaman menyeluruh terhadap aliran kerja yang ada dan menyusun strategi perubahan untuk mencapai proses produksi yang lebih optimal serta mampu merespons kebutuhan pelanggan dengan lebih baik.

### 2.2.3 7waste

Dalam prinsip *Lean Manufacturing* terdapat konsep *Seven Waste* atau Tujuh Jenis Pemborosan yang menjadi landasan dalam mengidentifikasi ketidakefisienan dalam proses produksi. Gagasan ini diperkenalkan oleh Taiichi Ohno yaitu tokoh utama di balik pengembangan *Toyota Production System*, dan hingga kini digunakan sebagai pedoman dalam menemukan aktivitas yang perlu diminimalkan atau dihilangkan untuk meningkatkan efisiensi (Ansyah et al., 2025). Berikut adalah 7 jenis pemborosan tersebut antara lain:

1. *Overproduction*: Produksi barang yang melebihi kebutuhan aktual pelanggan, baik dari segi jumlah maupun waktu.
2. *Waiting*: Waktu terbuang akibat keterlambatan proses sebelumnya, atau karena bahan, informasi, maupun peralatan belum tersedia.
3. *Transportation*: Pergerakan material atau produk yang tidak memberikan nilai tambah terhadap proses produksi.

4. *Overprocessing*: Pekerjaan berlebihan seperti inspeksi ganda atau proses tambahan yang sebenarnya tidak diperlukan oleh pelanggan.
5. *Inventory*: Akumulasi bahan baku, barang setengah jadi, atau produk jadi dalam jumlah berlebihan yang tidak langsung dibutuhkan.
6. *Motion*: Aktivitas fisik pekerja yang tidak efektif, seperti gerakan yang tidak ergonomis atau tidak efisien.
7. *Defects*: Produk yang cacat atau rusak sehingga memerlukan perbaikan ulang atau bahkan harus dibuang.

Mengurangi atau mengeliminasi ketujuh pemborosan ini merupakan inti dari penerapan *Lean* untuk meningkatkan efisiensi proses, produktivitas, dan kualitas secara keseluruhan.

#### 2.2.4 *Process Efficiency Cycle*

*Process Efficiency Cycle* (PEC) merupakan indikator yang digunakan untuk mengukur tingkat efisiensi proses produksi dengan membandingkan waktu bernilai tambah (*Value added*) terhadap total *Lead Time* (Gebeyehu et al., 2022). PEC memberikan gambaran seberapa besar proporsi aktivitas yang benar-benar menghasilkan nilai pada suatu proses dibandingkan seluruh waktu yang dihabiskan, termasuk waktu tunggu, perpindahan, inspeksi, dan aktivitas lain yang tidak menambah nilai. Berikut merupakan rumus PEC.

$$PEC = \frac{\text{Value Added Time}}{\text{Total Lead Time}} \times 100\%$$

PEC di bawah 10% = proses sangat tidak efisien

PEC 10–25% = masih banyak *waste*

PEC  $\geq$  25% = proses dianggap cukup efisien

Semakin tinggi nilai PEC maka semakin rendah pemborosan.

Dalam konteks *Lean Manufacturing* PEC digunakan untuk melihat seberapa besar potensi perbaikan yang dapat dilakukan. PEC juga menjadi salah satu hasil utama dari *Value Stream Mapping*.

#### 2.2.5 *Preparation* dan *Material handling*

*Preparation* adalah kegiatan awal sebelum proses produksi dimulai, seperti pemilahan, penghitungan, penataan, atau penyiapan komponen. Walaupun tidak termasuk aktivitas inti produksi, *preparation* memiliki pengaruh langsung terhadap kelancaran aliran proses (*flow*), waktu tunggu di mesin awal, dan kualitas *output* (Rahman Arifin et al., 2022).

*Material handling* merupakan aktivitas pemindahan, penyimpanan, pengaturan, dan penanganan material pada seluruh area pabrik. Prinsip dasar *material handling* antara lain

mengurangi jarak perpindahan, mengurangi *motion manual*, mengurangi waktu tunggu, meningkatkan keselamatan operator, menstandarkan alur distribusi material.

Masalah pada *preparation* dan *material handling* biasanya muncul ketika tidak ada alat bantu, tidak ada standar kerja (SOP), volume material kecil dan sulit dihitung manual, *layout area* tidak mendukung alur kerja, dan variasi komponen tinggi.

#### 2.2.6 5 Why Analysis

*5 Why Analysis* merupakan salah satu metode analisis akar penyebab yang sederhana namun sangat efektif dalam mengidentifikasi sumber utama dari suatu permasalahan. Teknik ini pertama kali dikembangkan oleh Sakichi Toyoda dan telah diadopsi secara luas dalam sistem manajemen mutu serta pendekatan *problem solving* dalam *Lean Manufacturing*. Prinsip dasar dari metode ini adalah dengan mengajukan pertanyaan “mengapa” secara berulang, umumnya sebanyak lima kali atau lebih jika diperlukan, hingga ditemukan akar permasalahan yang mendasari terjadinya suatu gejala (Pratama et al., 2024).

Dengan menelusuri hingga ke akar penyebab, perusahaan dapat menetapkan solusi yang bersifat mendasar dan berkelanjutan, bukan sekadar menanggulangi gejala di permukaan. Dalam konteks penelitian ini, metode *5 Why Analysis* digunakan untuk menggali penyebab utama (*root cause*) dari jenis pemborosan yang telah diidentifikasi sebelumnya melalui pemetaan VSM.

#### 2.2.7 Bill of Material

*Bill of Material* (BOM) adalah daftar lengkap seluruh bahan baku, komponen, sub-komponen, dan material pendukung yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu unit produk. BOM berfungsi sebagai panduan produksi, perencanaan pembelian, dan pengendalian persediaan (Narasimha et al., 2024). Komponen dalam BOM biasanya memuat nama komponen, kode material, jumlah kebutuhan per unit produksi, satuan penggunaan, spesifikasi khusus. Dalam konteks penelitian ini, BOM digunakan untuk mengetahui kebutuhan material per unit *arrester* seperti *ceramic tube*, *electrode*, *brazing alloy wire*, dan material gas. Informasi BOM juga mendasari perhitungan kebutuhan part kecil dalam *preparation* sehingga relevan dengan desain alat *Counting plate*.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Objek Penelitian**

Objek penelitian ini adalah aktivitas proses produksi *arrester* tipe Y08SV-312 B T/R di PT Sankosha Indonesia, khususnya pada tahapan yang berpotensi menimbulkan pemborosan (*waste*). Fokus penelitian diarahkan pada identifikasi dan analisis aktivitas *non-value added* dalam aliran produksi serta perancangan usulan perbaikan melalui pendekatan *Lean Manufacturing*.

#### **3.2 Jenis dan Metode Pengumpulan Data**

Pada Penelitian ini akan memiliki 2 jenis data yang digunakan, antara lain:

##### **A. Data Primer**

Data Primer adalah data yang diperoleh melalui observasi langsung di area produksi, wawancara dengan operator dan pihak manajemen, serta kuesioner yang digunakan untuk menentukan prioritas pemborosan.

Pengumpulan data dilakukan dengan metode berikut:

- Observasi, untuk mengidentifikasi aktivitas aktual di lini produksi dan mencatat waktu tunggu, perpindahan material, serta aktivitas yang tidak bernilai tambah.
- Wawancara, dilakukan dengan pihak yang terlibat langsung di area produksi untuk memperoleh gambaran mendalam mengenai hambatan yang dihadapi.

##### **B. Data Sekunder**

Data Sekunder berupa dokumen internal perusahaan seperti standar operasional, laporan *output* produksi, data *inventory*, serta referensi dari penelitian terdahulu yang relevan.

#### **3.3 Pengolahan Data**

Tahapan pengolahan data dalam penelitian ini terdiri dari beberapa metode analisis yang saling terintegrasi, yaitu:

##### **A. Value Stream Mapping (VSM)**

VSM digunakan untuk memetakan kondisi aktual aliran material dan informasi pada proses produksi. Melalui peta ini, aktivitas bernilai tambah (*value added*) dan aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non-value added*) dapat diidentifikasi.

#### B. 5 Why Analysis

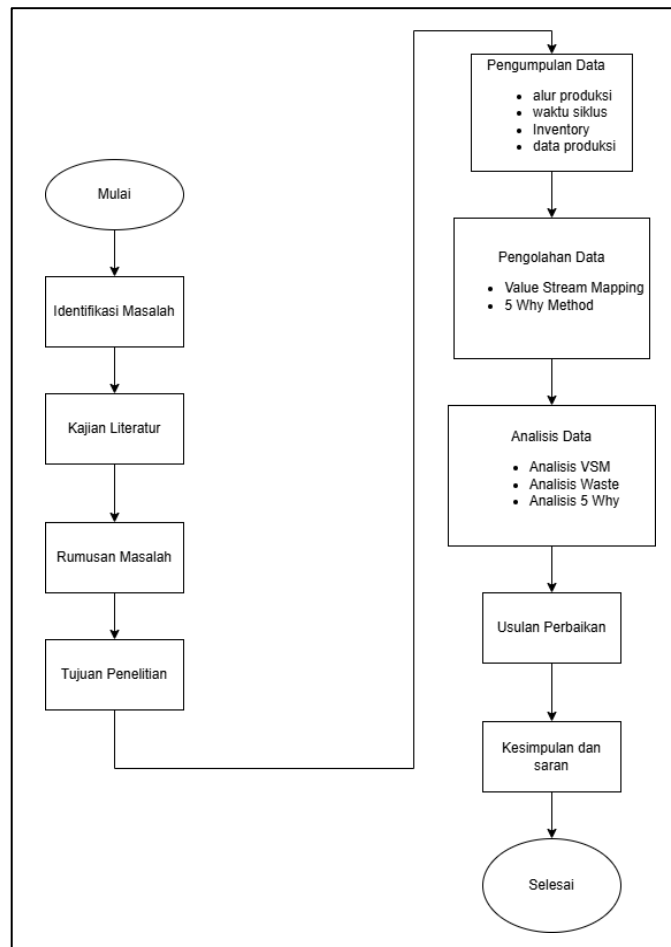
Pemborosan prioritas yang ditemukan kemudian ditelusuri akar penyebabnya menggunakan metode 5 Why. Dengan pertanyaan “mengapa” yang diajukan secara berulang, penyebab mendasar dari inefisiensi dapat diidentifikasi sehingga solusi yang dirancang lebih tepat sasaran.

### 3.4 Analisis Data

Analisis data dilakukan secara berurutan untuk menjawab rumusan masalah penelitian. Pertama, VSM menggambarkan kondisi aktual aliran produksi dan menunjukkan letak aktivitas yang tidak efisien. Kedua, 5 Why Analysis digunakan untuk menggali akar penyebab dari pemborosan prioritas. ketiga, hasil analisis tersebut menjadi dasar dalam perancangan alat bantu menggunakan sebagai solusi teknis yang *feasible*.

### 3.5 Alur Penelitian

Berikut merupakan alur penelitian yang dilakukan pada penelitian ini.



Gambar 3. 1 Alur Penelitian

Penelitian ini diawali dengan tahap identifikasi masalah pada proses produksi *arrester* tipe Y08SV-312 B T/R di PT Sankosha Indonesia. Identifikasi dilakukan melalui observasi langsung di rantai produksi, diskusi dengan operator dan *supervisor*, serta peninjauan dokumen internal. Dari tahap ini ditemukan adanya pemborosan yang cukup signifikan, khususnya pada bagian *preparation* di area *inventory*. Aktivitas pemisahan dan penghitungan part kecil seperti *electrode* dan *ceramic tube* masih dilakukan secara manual sehingga menyebabkan *preparation time* yang tinggi, risiko salah hitung, serta aktivitas *motion* dan *waiting* yang tidak efisien. Temuan awal tersebut menjadi dasar arah penelitian.

Tahap berikutnya adalah kajian literatur, yang dilakukan untuk memperkuat pemahaman teori dan memastikan penelitian memiliki landasan yang relevan. Kajian dilakukan secara deduktif melalui telaah teori seperti *Lean Manufacturing*, jenis-jenis *waste*, *Value Stream Mapping*, ergonomi, metode analisis *5 Why*, hingga konsep *material*

*handling*. Selain itu, kajian induktif dilakukan dengan mempelajari penelitian terdahulu untuk melihat bagaimana permasalahan serupa diatasi di industri lain serta memastikan metode yang dipilih sesuai dengan konteks perusahaan.

Berdasarkan hasil identifikasi dan kajian literatur, disusunlah rumusan masalah yang memfokuskan penelitian pada tiga aspek utama, yaitu: bagaimana gambaran aliran proses produksi berdasarkan VSM, apa saja pemborosan yang terjadi beserta akar penyebabnya, dan bagaimana usulan perbaikan yang relevan untuk mengurangi pemborosan terutama pada area *inventory*. Rumusan masalah ini menjadi pengarah dari seluruh proses analisis yang dilakukan.

Setelah rumusan masalah ditetapkan, dirumuskan pula tujuan penelitian. Tujuan utama penelitian adalah mengidentifikasi jenis pemborosan yang terjadi pada proses produksi, menganalisis akar penyebab pemborosan, dan menyusun rekomendasi perbaikan yang *feasible*. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan menghasilkan rancangan alat bantu berupa *counting plate* untuk menstandarkan proses *preparation* sehingga waktu persiapan dapat dikurangi dan kesalahan hitung dapat diminimalkan.

Tahap selanjutnya adalah pengumpulan data, yang terdiri dari beberapa jenis data penting. Data primer diperoleh melalui pengukuran *cycle time* dari 53 aktivitas proses produksi, observasi langsung aliran material, serta pengamatan terhadap aktivitas *preparation* di area *inventory*. Data *inventory* seperti jumlah komponen kecil berdasarkan BOM, data target dan realisasi produksi, dan informasi pendukung dari SOP internal juga dikumpulkan. Data ini menjadi fondasi untuk proses pengolahan berikutnya.

Data yang telah terkumpul kemudian masuk ke tahap pengolahan. Pada tahap ini dilakukan pemetaan proses menggunakan *Value Stream Mapping* (VSM) untuk menggambarkan kondisi *existing* serta mengklasifikasi aktivitas menjadi *Value added* (VA), *Non-value added* (NVA), dan *Necessary Non-value added* (NNVA). Selanjutnya dilakukan identifikasi *waste* berdasarkan hasil VSM dan observasi lapangan. Untuk menggali penyebab utama pemborosan, digunakan metode analisis *5 Why* yang difokuskan pada *preparation* activity sebagai *waste* paling dominan.

Setelah itu dilakukan tahap analisis data. Analisis VSM memberikan gambaran menyeluruh tentang aliran proses dan kontribusi aktivitas terhadap *lead time*. Analisis *waste* membantu mengidentifikasi pemborosan yang paling berpengaruh. Analisis *5 Why* menelusuri akar penyebab masalah hingga ditemukan penyebab utama, yaitu tidak

adanya alat bantu dan standar kerja untuk proses pemisahan komponen kecil. Hasil analisis ini menjadi landasan kuat bagi penyusunan usulan perbaikan.

Tahap berikutnya adalah penyusunan usulan perbaikan. Berdasarkan hasil analisis, dirancang alat bantu berupa *counting plate* yang bertujuan mempercepat dan menstandarkan proses pemisahan serta penghitungan komponen kecil di area *inventory*. Rancangan dibuat dengan mempertimbangkan aspek ergonomi, ukuran part, serta kemudahan penggunaan bagi operator. Selain itu, diberikan rekomendasi pendukung agar proses *preparation* dapat berlangsung lebih konsisten dan efisien.

Tahap terakhir dalam alur penelitian adalah penyusunan kesimpulan dan saran. Kesimpulan dirumuskan untuk menjawab rumusan masalah dan menggambarkan hasil utama penelitian. Saran disusun sebagai masukan bagi perusahaan terkait implementasi perbaikan, serta memberi arahan untuk penelitian selanjutnya agar evaluasi dapat dilanjutkan secara lebih komprehensif.

## BAB IV

### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

#### 4.1 Pengumpulan Data

##### 4.1.1 Data Waktu Proses Produksi

Data waktu proses diambil dari hasil pengamatan langsung pada setiap aktivitas produksi. Masing-masing aktivitas diukur sebanyak tiga kali untuk memperoleh nilai rata-rata yang lebih akurat. Data ini digunakan untuk menghitung total waktu proses, mengidentifikasi aktivitas bernilai tambah dan tidak bernilai tambah, serta sebagai dasar penyusunan *Current State VSM*.

Tabel 4. 1 Data Waktu Proses Produksi

No.	Aktivitas	Waktu Rata-rata (detik)
1	<i>Preparation</i>	1809
2	Barang keluar dari gudang	32,5
3	Pencucian manual bak 1	59,7
4	Pencucian manual bak 2	60,3
5	Pengeringan	90
6	Pencucian mesin	300
7	Pengeringan	90
8	Dibawa ke <i>hydrogen furnace</i>	10
9	Proses <i>carbon line</i>	60
10	Dibawa ke <i>brazing</i>	118,2
11	<i>Assembly brazing dan ceramic</i>	0,6
12	Dibawa ke <i>hydrogen furnace</i>	128,6
13	Proses <i>hydrogen furnace</i>	3.600
14	Dibawa ke <i>clean room</i>	4,6
15	<i>Arrangement</i>	0,8
16	Vakum	10
17	<i>Painting</i>	9
18	<i>Oven</i>	1.200
19	Vakum	10
20	<i>Assemble</i>	1
21	Dibawa ke <i>sealing room</i>	5,1
22	Proses <i>sealing</i>	3.600
23	Pendinginan <i>arrester</i>	3.600
24	Pendinginan manual	855,3
25	Dibawa ke <i>aging</i>	8,6
26	Proses <i>aging</i>	0,5

No.	Aktivitas	Waktu Rata-rata (detik)
27	Dibawa ke <i>oven</i>	5,6
28	Proses <i>oven</i>	54.000
29	Dibawa ke <i>pilot</i>	5,1
30	Proses <i>pilot</i>	6,7
31	Proses <i>marking</i>	2
32	Dibawa ke <i>welding</i>	8,6
33	<i>Welding</i>	4,1
34	Inspeksi	7,9
35	Dibawa ke silikon	5,1
36	Proses <i>methanol</i>	300
37	Penirisan	1.813,7
38	<i>Oven</i>	900
39	Proses <i>silicon</i>	300
40	Dikeringkan	3.700,3
41	<i>Oven</i>	3.600
42	Pendinginan	1.804,7
43	Dibawa ke QC	6,9
44	<i>QC Volt</i>	5,3
45	<i>QC Resistance</i>	3,3
46	<i>Hi-Pot</i>	4
47	<i>QC Visual</i>	3,3
48	Dibawa ke <i>Outgoing QC</i>	61,7
49	<i>QC Sample</i>	16
50	Dibawa ke <i>Packing</i>	58,3
51	<i>Packing</i>	3,6
52	<i>QC Packing</i>	166,3
53	Kembali ke <i>storage</i>	58,3

#### 4.1.2 Data Target dan Realisasi Produksi

Data produksi bulanan menunjukkan adanya selisih antara target dan *output* aktual. Kondisi ini menunjukkan bahwa proses produksi belum optimal sehingga perlu ditelusuri faktor yang menyebabkan target tidak tercapai.

Tabel 4. 2 Data Target dan Realisasi Produksi

Bulan	Target Produksi (unit)	Realisasi (unit)	Persentase Capaian
Agustus 2024	5.000.000	637.000	12,7%
September 2024	5.000.000	1.000.000	20%
Oktober 2024	5.000.000	774.000	15,5%

#### 4.1.3 Data Produk Cacat (*Defect*)

Tingkat *defect* merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk mengevaluasi kualitas proses produksi. Oleh karena itu data *defect* pada periode tertentu perlu disajikan terlebih sebagai dasar untuk menilai konsistensi kualitas produk.

Tabel 4. 3 Data *Defect*

<b>Bulan</b>	<b>Total Produksi (unit)</b>	<b>Defect (unit)</b>	<b>Persentase Defect</b>
Agustus 2024	637.000	3.721	0,58%
September 2024	1.000.000	5.262	0,53%
Oktober 2024	774.000	2.956	0,38%

#### 4.1.4 Data Kapasitas Proses Produksi

Data kapasitas proses digunakan untuk mengidentifikasi proses yang berpotensi menjadi *bottleneck*.

Tabel 4. 4 Data Kapasitas Proses Produksi

<b>Process</b>	<b>Man power</b>	<b>machine quantity</b>	<b>Jam Kerja</b>	<b>Output per jam</b>	<b>jumlah rata- rata/lot</b>
<i>coil rolling</i>	2	2	8	10000	16000
<i>setting of brazing</i>	4		8	3000	16000
<i>carbon linear machine</i>	2	1	8	3000	6000
<i>assembling brazing</i>	2		8	4000	8000
<i>treatment brazing</i>	1	1	8	17000	8000
<i>washing electrode</i>	1	1	8	34285	12000
<i>treatment electrode</i>	1	1	8	43000	12000
<i>electrode arrangement</i>	1		8	10666	16000
<i>ceramic arrangement</i>	1		8	16000	8000
<i>painting electrode</i>	1	1	8	12000	8000
<i>assembling ceramic electrode</i>	1		8	6000	4000
<i>sealing</i>	3	12	8	2000	4000
<i>inspeksi simetris</i>	1		8	2448	4896
<i>aging manual</i>	2	1	8	2000	6000
<i>marking</i>	2	2	8	3000	6000
<i>welding</i>	2	4	8	750	6000
<i>silicon</i>	1	1	8	10000	4000
<i>inspeksi semi auto</i>	6	1	8	1000	6000

Process	Man power	machine quantity	Jam Kerja	Output per jam	jumlah rata-rata/lot
inspeksi <i>appearance</i>	1		8	1500	6000
<i>Hi-pot</i>	2	2	8	1500	6000
<i>Tape rell</i>	2	2	8	1000	6000
<i>Packing</i>	1	1	8	1500	6000

#### 4.1.5 *Bill of Material* Y08SV-312B T/R

*Bill of Material* (BOM) digunakan untuk menggambarkan kebutuhan komponen untuk memproduksi satu unit *arrester*.

Tabel 4. 5 *Bill of Material* Y08SV-312B T/R

No.	Item	Need	Satuan
1	<i>electrode y08sv4</i>	2	pcs
2	<i>ceramic tube 80-7,5L</i>	1	pcs
3	<i>Brazing alloy wire 0,2</i>	0,013	gram
4	<i>hydrogen</i>	0,0018	M <sup>3</sup>
5	<i>nitrogen</i>	0,0000003	M <sup>3</sup>
6	<i>lead wire</i>	0,254	kg

#### 4.1.6 *Data Inventory*

Data *inventory* digunakan untuk melihat jumlah persediaan material yang tersedia pada akhir periode tertentu. Informasi ini penting untuk menilai apakah stok material mencukupi kebutuhan produksi, terutama untuk komponen utama yang jumlahnya besar dan digunakan secara terus-menerus. Berikut adalah data *inventory* pada bulan Juni 2025.

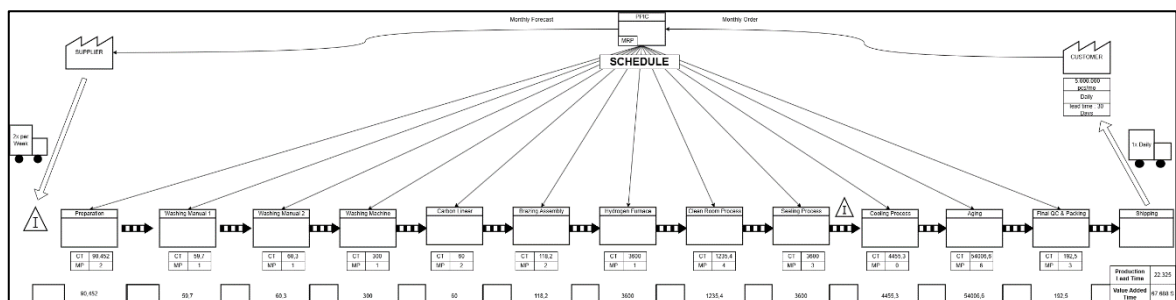
Tabel 4. 6 *Data Inventory*

No.	Item	End stock	Satuan
1	<i>electrode y08sv4</i>	1.305.416	pcs
2	<i>ceramic tube 80-7,5L</i>	788.531	pcs
3	<i>Brazing alloy wire 0,2</i>	150.832	gram
4	<i>hydrogen</i>	454	M <sup>3</sup>
5	<i>nitrogen</i>		M <sup>3</sup>
6	<i>lead wire</i>	548	kg

## 4.2 Pengolahan Data

### 4.2.1. Current State Mapping

*Current State Mapping* (CSM) merupakan pemetaan kondisi aktual aliran material dan aliran informasi pada proses produksi *arrester* tipe Y08SV-312 B T/R di PT Sankosha Indonesia. Pemetaan ini bertujuan untuk mengetahui urutan proses dari awal hingga akhir, waktu proses yang dibutuhkan, jumlah operator, serta potensi pemborosan (*waste*) yang masih terjadi pada aliran produksi saat ini. Pada pemetaan ini, aliran informasi dikendalikan oleh bagian PPIC yang memberikan *Work Order* kepada tiap proses dengan sistem *push*, yaitu material dipindahkan berdasarkan *forecast* dan jadwal produksi yang telah ditentukan. Aliran material dimulai dari penerimaan komponen, pemrosesan pada setiap *workstation*, hingga produk selesai dan dikirimkan kepada buyer. Perusahaan menerapkan 2 *shift* kerja, masing-masing 8 jam (480 menit) per *shift*. Berikut merupakan hasil pemetaan *Current State Mapping* pada lini produksi *arrester* tipe Y08SV-312 B T/R.



Gambar 4. 1 *Current State Mapping*

Pada penelitian ini, tahap *preparation* dimasukkan sebagai bagian dari lini produksi karena aktivitas tersebut secara langsung mempengaruhi waktu mulai proses produksi utama. *Preparation* meliputi pemisahan dan penghitungan komponen kecil yang dilakukan sebelum proses pencucian dimulai. Dengan memasukkan tahap *preparation* ke dalam daftar aktivitas produksi, maka pemborosan yang terjadi pada tahap ini dapat dianalisis secara kuantitatif bersama aktivitas produksi lainnya melalui Value Stream Mapping.

Berdasarkan *Current State Mapping* tersebut, terdapat 13 aktivitas operasi utama dengan detail waktu proses (*cycle time*) dan jumlah operator. Selain aktivitas operasi, juga terdapat aktivitas transportasi, *delay*, dan inspeksi yang menambah waktu tunggu pada

proses produksi. Secara keseluruhan, waktu proses yang memberikan nilai tambah (*Value added*) dan waktu yang tidak memberikan nilai tambah (*Non-value added* dan *Necessary Non-value added*) menghasilkan total waktu produksi sebagai berikut.

- Total VA = 68.021,5 detik
- Total *Lead Time* = 82.514,6 detik

Selanjutnya akan dilakukan perhitungan *Process Efficiency Cycle* (PEC) untuk mengukur seberapa efisien proses produksi.

$$PEC = \frac{VA}{Lead\ Time} \times 100\%$$

$$PEC = \frac{68.021,5}{82.514,6} \times 100\% = 82,4\%$$

Nilai PEC 82,4% menunjukkan bahwa sebagian besar waktu produksi telah memberikan nilai tambah sedangkan 17,6% lainnya masih berupa aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah secara langsung terhadap produk sehingga efisiensi proses masih dapat ditingkatkan melalui perbaikan pada beberapa titik *waste*.

#### 4.2.2. Identifikasi *Waste*

Identifikasi *waste* pada proses produksi *arrester* dilakukan setelah pemetaan aliran proses menggunakan *Current State Mapping* (CSM). Identifikasi ini bertujuan untuk mengetahui jenis aktivitas yang memberikan nilai tambah maupun yang tidak memberikan nilai tambah, serta kontribusinya terhadap keseluruhan waktu proses. Metode yang digunakan dalam identifikasi *waste* adalah *Process Activity Mapping* (PAM), yang mengklasifikasikan setiap aktivitas ke dalam kategori *Value Added* (VA), *Necessary Non-Value Added* (NNVA), dan *Non-Value Added* (NVA) berdasarkan prinsip *Lean Manufacturing*.

Aktivitas diklasifikasikan sebagai *Value Added* (VA) apabila aktivitas tersebut secara langsung mengubah bentuk atau fungsi produk dan memberikan nilai dari sudut pandang pelanggan. Aktivitas yang tidak menambah nilai terhadap produk namun masih diperlukan oleh sistem produksi saat ini dikategorikan sebagai *Necessary Non-Value Added* (NNVA). Sementara itu, aktivitas *Non-Value Added* (NVA) merupakan aktivitas yang tidak menambah nilai dan dapat dieliminasi tanpa mempengaruhi proses produksi. Klasifikasi ini dilakukan berdasarkan hasil observasi langsung di lantai produksi serta

analisis terhadap aliran proses pada CSM. Berikut adalah tabel dari *Process Activity Mapping* (PAM).

Tabel 4. 7 *Process Activity Mapping*

<b>Aktivitas</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Waktu (S)</b>	<b>Persentase (%)</b>
<i>Operation</i>	22	68021,5	82,4%
<i>Transportation</i>	14	458,9	0,56%
<i>Inspection</i>	8	212,9	0,26%
<i>Storage</i>	1	58,3	0,07%
<i>Delay</i>	8	13763,0	16,7%
<i>Operation</i>	22	68021,5	82,4%
<i>Transportation</i>	14	458,9	0,56%
<b>Total</b>	<b>53</b>	<b>82514,6</b>	<b>100%</b>
NNVA	31	14493,0	17,6%
NVA	0	0	0%
VA	22	68021,5	82,4%
<b>Total</b>	<b>53</b>	<b>82514,6</b>	<b>100%</b>

Berdasarkan hasil *Process Activity Mapping* total waktu proses produksi *arrester* adalah sebesar 82.514,6 detik, yang terdiri dari aktivitas VA sebesar 82,4 %, aktivitas NNVA sebesar 17,6%, dan tidak ditemukan aktivitas yang tergolong NVA. Nilai aktivitas VA menunjukkan bahwa sebagian besar proses produksi berfokus pada aktivitas inti yang mengubah bentuk dan fungsi produk. Tetapi keberadaan aktivitas NNVA tetap memberikan kontribusi terhadap total *Lead Time* dan berpotensi menimbulkan ketidakefisienan aliran proses apabila tidak dikelola dengan baik. Salah satu aktivitas NNVA yang memiliki kontribusi signifikan adalah aktivitas *delay*, yang mencakup berbagai bentuk waktu menunggu dan aktivitas pendukung yang terjadi di luar proses inti produksi. Berikut adalah tabel klasifikasi yang terjadi dalam aktivitas *delay*.

Tabel 4. 8 Aktivitas *Delay*

<i>Delay Aktivitas</i>	Waktu (S)	Persentase (%)
<i>Preparation</i>	1809	2,19%
Pengeringan 1	90	0,11%
Pengeringan 2	90	0,11%
pendinginan <i>arrester</i>	3600	4,36%
Pendinginan Manual	855,3	1,04%
pengeringan 3	1813,67	2,20%
pengeringan 4	3700,33	4,48%
pendinginan	1804,67	2,19%
<b>total</b>	<b>13763</b>	<b>16,7%</b>

Berdasarkan hasil Process Activity Mapping (PAM), aktivitas *delay* memiliki kontribusi waktu yang cukup signifikan terhadap total *Lead Time* proses produksi. Aktivitas *delay* dalam proses produksi *arrester* tidak hanya berupa waktu menunggu secara pasif, tetapi juga mencakup aktivitas pendukung yang terjadi sebelum, selama, maupun setelah proses inti produksi. Aktivitas-aktivitas tersebut meliputi tahap *preparation material* di area *inventory*, waktu pengeringan, serta waktu pendinginan produk setelah proses pemanasan.

Aktivitas *delay* tersebut tidak memberikan nilai tambah secara langsung terhadap produk karena tidak mengubah bentuk maupun fungsi produk. tetapi, aktivitas ini masih diperlukan dalam sistem produksi saat ini, sehingga dikategorikan sebagai *Necessary Non-Value Added* (NNVA). Keberadaan aktivitas *delay* yang tidak dikelola dengan baik berpotensi menyebabkan *waiting time* pada proses berikutnya dan mengganggu kelancaran aliran produksi secara keseluruhan.

Meskipun aktivitas *delay* secara total memiliki kontribusi waktu yang relatif besar, tidak seluruh aktivitas *delay* memiliki potensi perbaikan yang sama. Sebagian besar *delay* pada proses ini dipengaruhi oleh karakteristik proses inti yang bersifat *time-dependent*, seperti proses pendinginan dan pengeringan yang tidak dapat dikurangi tanpa mengubah parameter proses inti dan berisiko mempengaruhi kualitas produk. Oleh karena itu, aktivitas *delay* tersebut berada di luar ruang lingkup perbaikan dalam penelitian ini.

Penelitian ini difokuskan pada aktivitas *preparation material* di area *inventory* karena aktivitas tersebut termasuk dalam kategori *delay* yang memiliki potensi perbaikan melalui perubahan metode kerja tanpa mengganggu proses inti produksi. Selain itu, aktivitas *preparation material* berada pada awal aliran proses dan bersifat prasyarat bagi proses selanjutnya, sehingga ketidakefisienan pada tahap ini dapat berdampak langsung terhadap *availability material* dan stabilitas aliran produksi.

Berdasarkan hasil identifikasi *waste* melalui PAM serta analisis posisi aktivitas dalam aliran proses, dapat disimpulkan bahwa tahap *preparation material* merupakan aktivitas yang paling relevan untuk dijadikan fokus perbaikan dalam penelitian ini. Fokus tersebut tidak didasarkan pada besarnya persentase waktu semata, melainkan pada posisi aktivitas dalam aliran proses serta potensi perbaikannya dalam meningkatkan efisiensi dan kelancaran proses produksi. Oleh karena itu, tahap *preparation material* selanjutnya dianalisis lebih lanjut menggunakan metode *5 Why Analysis* untuk mengidentifikasi akar penyebab utama terjadinya pemborosan dan merumuskan usulan perbaikan yang tepat.

#### 4.2.3. *5 Why Analysis*

Untuk mengetahui penyebab utama dari pemborosan yang terjadi pada proses persiapan material di area *inventory*, diperlukan analisis yang mampu menelusuri akar permasalahan secara sistematis. Setelah *waste* pada tahap *preparation* teridentifikasi sebagai pemborosan utama yang memiliki dampak besar terhadap kelancaran aliran produksi, dilakukan analisis *5 Why* untuk menemukan alasan mendasar mengapa permasalahan tersebut muncul, tidak terdeteksi, dan tidak dapat dicegah pada sistem kerja yang berlaku. Analisis ini digunakan sebagai dasar dalam merumuskan usulan perbaikan yang baik, yaitu pengembangan alat bantu yang mampu menurunkan aktivitas manual serta meningkatkan konsistensi pada proses *preparation*. Diagram *5 Why* yang digunakan dalam penelitian ini disajikan dalam bentuk *framework* yang disediakan oleh *Visual Paradigm Online*, yaitu sebuah aplikasi diagram profesional yang mendukung pembuatan diagram *root cause analysis*. *framework* ini mengadaptasi prinsip dasar metode *5 Why* yang berasal dari *Toyota Production System* untuk mempermudah representasi akar penyebab dalam format tabel/diagram. Berikut diagram *5 Why Analysis* pada *waste motion and waiting*.

	Why did this specific issue occur?	Why did this problem go undetected?	Why was the problem not prevented?
Problem Description	Preparation time lama dan sering terjadi kesalahan hitung (miscounting) karena proses pemilahan dan penghitungan komponen kecil dilakukan secara manual.		
First Why	Karena operator harus menghitung dan memisahkan komponen kecil satu per satu tanpa alat bantu yang terstandar.	Karena keterlambatan preparation dianggap hal yang normal dan tidak diukur secara khusus dalam proses produksi.	Karena perusahaan belum memiliki sistem atau alat yang mengatur standar jumlah komponen per batch.
Second Why	Karena tidak ada alat yang membantu operator menita dan menghitung komponen kecil secara cepat dan konsisten.	Karena proses preparation tidak masuk dalam pencatatan VSM inti sehingga pemborosan tidak terlihat di proses utama.	Karena belum ada evaluasi yang menilai efektivitas metode kerja manual di area inventory.
Third Why	Karena metode kerja mengandalkan kebiasaan operator dan tidak memiliki SOP detail untuk penanganan komponen kecil.	Karena hasil produksi hanya mengukur output akhir, bukan waktu yang hilang pada tahap sebelum produksi dimulai.	Karena bagian inventory tidak memiliki standar visual untuk memastikan jumlah material yang disiapkan selalu akurat.
Fourth Why	Karena tidak ada standarisasi bentuk wadah atau alat bantu yang memastikan jumlah komponen selalu sama per batch.	Karena variasi jumlah dan ukuran komponen menyebabkan variasi prosedur yang dianggap wajar oleh operator.	Karena perusahaan belum mengembangkan alat bantu yang dapat mengurangi variabilitas proses preparation.
Fifth Why	Karena sistem material handling tidak dilengkapi teknologi sederhana yang mampu mengurangi aktivitas manual.	Karena fokus pemantauan efisiensi lebih diarahkan pada proses inti, bukan pada aktivitas pra produksi (preparation).	Karena belum ada inisiatif perbaikan untuk mengidentifikasi preparation sebagai sumber waste yang signifikan.

Gambar 4. 2 5 Why Analysis

Berdasarkan analisis 5 Why, waste pada area preparation terjadi karena proses perhitungan komponen kecil masih dilakukan secara manual tanpa dukungan alat bantu yang terstandarisasi. Kondisi ini menyebabkan operator melakukan gerakan berulang, membutuhkan waktu lama untuk menyiapkan material, serta berpotensi melakukan kesalahan hitung. Selain itu, aktivitas preparation tidak tercatat dalam Value Stream Mapping sehingga pemborosan ini tidak terdeteksi secara langsung di aliran produksi utama. Kurangnya SOP dan tidak adanya standar visual untuk memastikan jumlah material per batch menyebabkan permasalahan ini berulang dan tidak dapat dicegah. Dengan demikian akar penyebab masalah adalah tidak adanya alat bantu yang dapat menstandarkan dan mempercepat proses perhitungan material, sehingga solusi yang tepat adalah pengembangan alat Counting plate.

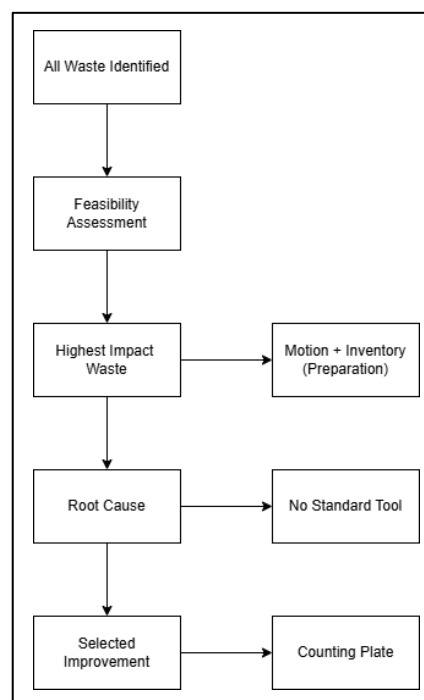
#### 4.2.4. Fokus Perbaikan

Berdasarkan hasil identifikasi pemborosan dan analisis akar masalah, area yang dipilih sebagai fokus perbaikan adalah proses preparation di area inventory, khususnya pada aktivitas pemilahan dan penghitungan komponen kecil. Area ini menjadi prioritas karena waste yang terjadi berupa motion dan waiting memberikan dampak langsung terhadap meningkatnya preparation time, keterlambatan proses produksi, dan potensi kesalahan hitung komponen yang dapat berujung pada defect pada proses berikutnya.

Selain itu, pemborosan yang muncul pada area preparation bersifat feasible untuk diperbaiki. Waste lainnya seperti transportation antar proses, pendinginan teknis,

maupun inspeksi berlapis merupakan aktivitas yang masih diperlukan dan tidak dapat dieliminasi tanpa mengganggu kualitas produk. Oleh karena itu, perbaikan diarahkan pada aktivitas yang paling memberikan pengaruh tetapi tetap memungkinkan untuk dilakukan perubahan.

Hasil analisis *5 Why* menunjukkan bahwa akar permasalahan utama berasal dari ketiadaan alat bantu dan standarisasi dalam penghitungan komponen kecil. Untuk mengatasi masalah tersebut, diperlukan solusi yang mampu mengurangi kerja manual, mempercepat *preparation time*, serta meningkatkan konsistensi jumlah material. Dengan demikian penelitian ini mengusulkan pengembangan alat bantu berupa *Counting plate* sebagai rancangan perbaikan yang relevan untuk meningkatkan efisiensi proses *preparation* pada produk *Arrester* tipe Y08SV-312 B T/R. Berikut merupakan *reason for selecting improvement focus diagram*.



Gambar 4. 3 *reason for selecting improvement focus diagram*

Alur pemilihan fokus perbaikan pada penelitian ini diperkuat melalui *diagram Reason for Selecting Improvement Focus*. Diagram tersebut menunjukkan proses penentuan prioritas dimulai dari identifikasi seluruh jenis *waste* yang muncul pada aliran proses produksi. Setiap *waste* kemudian dievaluasi berdasarkan tingkat dampaknya terhadap efisiensi produksi serta tingkat kelayakan (*feasibility*) untuk dilakukan perbaikan. Hasil evaluasi

menunjukkan bahwa *waste* yang memiliki dampak paling besar dan sekaligus paling memungkinkan untuk diperbaiki adalah pemborosan yang terjadi pada tahap *preparation* di area *inventory*, khususnya terkait *motion* dan *waiting* akibat proses penghitungan komponen kecil yang masih dilakukan secara manual.

Lebih lanjut, analisis akar masalah (*root cause*) mengarahkan bahwa permasalahan utama bersumber dari tidak adanya alat bantu atau standardisasi yang mengatur penghitungan komponen, sehingga menghasilkan variabilitas proses dan tingginya *preparation time*. Berdasarkan hal tersebut, solusi yang paling relevan dan terukur untuk diterapkan adalah pengembangan alat bantu *Counting plate*. Dengan demikian, diagram tersebut menjadi dasar visual yang memperjelas alasan pemilihan fokus perbaikan, sekaligus menguatkan bahwa solusi yang diusulkan tidak muncul secara tiba-tiba, melainkan merupakan hasil proses analisis yang sistematis dan terstruktur.

## BAB V PEMBAHASAN

### 5.1 Pembahasan Hasil Pengolahan Data

Hasil pengolahan data pada Bab IV memberikan gambaran menyeluruh mengenai kondisi aktual proses produksi *Arrester* tipe Y08SV-312 B T/R di PT Sankosha Indonesia. Berdasarkan pemetaan *Value Stream Mapping* (VSM), aliran material dan informasi pada proses produksi telah mengikuti urutan yang terstruktur, namun masih ditemukan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*non-value added*) dan aktivitas tidak bernilai tambah tetapi masih diperlukan (*necessary non-value added*).

Proporsi aktivitas menunjukkan bahwa *Value added* (VA) memiliki kontribusi tertinggi terhadap *Lead Time* yaitu sebesar 75,12% dengan *Non-value added* (NVA) dan *Necessary Non-value added* (NNVA) sebesar 24,88% masih memberi dampak signifikan terhadap tingginya total *Lead Time* proses secara keseluruhan. Aktivitas-aktivitas NVA dan NNVA yang ada meliputi perpindahan material (*transportation*), proses *waiting* pada pendinginan, beberapa aktivitas inspeksi dan proses berulang yang tidak menambah nilai langsung terhadap produk, serta tahapan *preparation* yang dilakukan di area *inventory*.

Walaupun sebagian besar pemborosan tersebut bersifat tidak dapat dieliminasi sepenuhnya, seperti pendinginan teknis atau transportasi antar proses yang mengikuti *layout*, beberapa temuan mengindikasikan adanya pemborosan yang dapat diperbaiki secara langsung. Temuan paling penting muncul pada proses *preparation material* di area *inventory*. Aktivitas berada dalam 53 aktivitas VSM, secara hasil observasi menunjukkan bahwa *preparation* memiliki pengaruh besar terhadap kelancaran alur produksi.

Pada tahap *preparation*, operator harus melakukan pemilahan dan penghitungan komponen kecil secara manual. Aktivitas ini menghasilkan pemborosan berupa *excessive* (berlebihan) *motion*, *waiting*, serta potensi *miscounting* akibat tidak adanya alat bantu atau standardisasi. Kondisi ini menyebabkan *preparation time* menjadi tidak stabil dan berpotensi menunda dimulainya proses produksi berikutnya.

Fakta bahwa *preparation* tidak tercatat dalam rangkaian aktivitas VSM namun memberikan dampak langsung terhadap *Lead Time* dan kualitas menunjukkan bahwa terdapat *waste* kritis yang tidak terlihat (*hidden waste*). Hal ini memperjelas bahwa pembahasan tidak hanya berhenti pada hasil pemetaan aktivitas, melainkan juga harus

mempertimbangkan proses pendukung (*supporting process*) yang berada di luar aktivitas inti.

Dengan demikian, dari seluruh analisis data yang telah dilakukan, area *preparation* menjadi titik yang paling logis, paling *feasible*, dan paling berdampak untuk dilakukan perbaikan. Hasil pengamatan dan klasifikasi *waste* pada Bab IV mengarah pada satu kesimpulan utama: permasalahan tidak terletak pada proses utama produksi, tetapi pada proses persiapan material yang belum distandardisasi.

Oleh karena itu, temuan ini menjadi dasar kuat yang mengarahkan penelitian menuju analisis akar permasalahan yang lebih mendalam dan pengembangan rancangan perbaikan berupa alat bantu *Counting plate*.

## **5.2 Pembahasan Akar Masalah (5 Why)**

Berdasarkan hasil identifikasi *waste* dan analisis proses pada Bab IV, ditemukan bahwa permasalahan utama yang memberikan dampak signifikan terhadap efisiensi produksi bukan berasal dari proses inti, melainkan dari aktivitas *preparation* di area *inventory*. Pemborosan berupa *excessive motion*, *waiting*, dan risiko *miscounting* pada tahap ini muncul akibat proses penghitungan dan pemilahan komponen kecil yang masih dilakukan secara manual.

Untuk mengkaji penyebab mendasar dari permasalahan *preparation* tersebut, dilakukan analisis menggunakan metode *5 Why*. Metode ini bertujuan untuk menelusuri akar penyebab secara sistematis sehingga perbaikan tidak hanya bersifat sementara, tetapi dapat menyelesaikan masalah dari sumbernya. Analisis dilakukan dengan mempertimbangkan tiga aspek pertanyaan, yaitu: mengapa masalah terjadi, mengapa masalah tidak terdeteksi, dan mengapa masalah tidak dapat dicegah.

Hasil *5 Why* menunjukkan bahwa *preparation time* menjadi lama dan tidak stabil karena operator harus melakukan penghitungan komponen kecil secara manual tanpa adanya alat bantu yang mampu memastikan jumlah material per *batch* secara konsisten. Proses manual ini menyebabkan variasi yang tinggi, baik dari segi waktu persiapan maupun akurasi hitungan. Selain itu, metode kerja yang berlaku saat ini hanya mengandalkan kebiasaan operator, tanpa adanya *Standard Operating Procedure (SOP)* yang mengatur bentuk, jumlah, dan tata cara penanganan komponen kecil.

Permasalahan ini tidak terdeteksi lebih awal karena aktivitas *preparation* tidak termasuk dalam rangkaian proses inti yang dipetakan melalui VSM, sehingga pemborosan yang terjadi tidak terlihat secara langsung pada aliran produksi. *Output* monitoring yang dilakukan oleh perusahaan cenderung berfokus pada hasil akhir dan tidak mengukur waktu yang hilang sebelum proses dimulai. Ketidakteraturan dalam *preparation* juga tidak muncul sebagai isu besar dalam data produksi karena dampaknya bersifat akumulatif dan baru terlihat ketika keterlambatan produksi mulai terjadi.

Dari sisi pencegahan, perusahaan belum memiliki alat, teknologi sederhana, maupun sistem standardisasi yang secara khusus dirancang untuk menata dan menghitung komponen kecil. Ketiadaan alat bantu menyebabkan variabilitas kegiatan *preparation* sulit dikendalikan, sementara ketidakadaan standardisasi membuat hasil persiapan antar *shift* atau antar operator menjadi tidak seragam.

Hasil analisis *5 Why* mengarah pada satu akar permasalahan utama yaitu tidak adanya alat bantu dan standardisasi untuk proses penghitungan komponen kecil pada tahap *preparation*. Akar masalah ini menjadi dasar utama dalam menentukan arah perbaikan yang paling tepat dan *feasible* untuk diterapkan. Oleh karena itu, pengembangan alat bantu *Counting plate* ditetapkan sebagai usulan perbaikan untuk mengatasi variabilitas dan inefisiensi pada proses *preparation*.

### **5.3 Rancangan Usulan Perbaikan**

Rancangan perbaikan yang diusulkan pada area *inventory* adalah pembuatan alat bantu *Counting plate*, yaitu sebuah media berbentuk plat datar yang berfungsi untuk menampung dan menstandarkan jumlah komponen kecil seperti *ceramic tube* (CT) dan *electrode* selama proses *preparation*. Tujuan utama alat ini adalah mengurangi aktivitas hitung manual yang selama ini memicu *motion* berlebih, risiko salah hitung, dan waktu persiapan yang tinggi.

#### **5.3.1 Kondisi Existing Proses Preparation**

Pada kondisi existing, proses *preparation* yang telah menjadi bagian dari lini produksi dilakukan di area *inventory* sebelum material dialirkan ke proses produksi berikutnya. Aktivitas *preparation* meliputi pemisahan dan penghitungan komponen kecil seperti *electrode* dan *ceramic tube* sesuai kebutuhan produksi per *batch*. Seluruh aktivitas tersebut masih dilakukan secara manual oleh operator tanpa adanya alat bantu standar.

Operator melakukan penghitungan komponen satu per satu menggunakan tangan, kemudian memisahkan material ke dalam wadah sesuai jumlah yang dibutuhkan. Proses ini memerlukan waktu relatif lama, yaitu 90,4 detik per *batch*, serta menimbulkan variasi waktu kerja antar operator. Selain itu, metode manual meningkatkan risiko kesalahan hitung (*miscounting*) yang dapat menyebabkan kekurangan atau kelebihan material pada proses berikutnya.

Aktivitas penghitungan manual menyebabkan operator melakukan gerakan berulang (*repetitive motion*) pada jari dan pergelangan tangan. Gerakan ini berpotensi menimbulkan kelelahan operator apabila dilakukan secara terus-menerus dalam durasi kerja yang panjang. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa proses *preparation* pada kondisi existing belum terstandarisasi dan masih mengandung pemborosan berupa *motion* dan *waiting*.

### 5.3.2 Bentuk dan Kapasitas Alat

*Counting plate* dirancang berbentuk persegi panjang dengan adanya pembatas disetiap sisi *counting plate* agar material tetap berada di permukaan, selanjutnya slot/lubang berisi 50 yang diatur dalam *layout grid*  $10 \times 5$ . Kapasitas 50 slot dipilih agar operator dapat melakukan proses pemisahan per *batch* kecil dengan cepat dan konsisten.

### 5.3.3 Dimensi dan Spesifikasi *Counting plate*

*Counting plate* dibuat menggunakan material kayu dikarenakan kayu mudah dibentuk dan dibor, material murah dan tersedia di lingkungan pabrik, serta memiliki kekuatan cukup untuk aktivitas manual. Dimensi keseluruhan plate diperkirakan sebagai berikut.

- Panjang:  $\pm 15\text{--}16$  cm
- Lebar:  $\pm 7\text{--}8$  cm
- Tebal plate:  $\pm 18$  mm (agar kuat saat dibor 4 mm)

Dimensi slot/lubang pada *counting plate* dirancang berdasarkan ukuran raw material sebagai berikut.

- *Ceramic tube*:  $\text{Ø } 8 \pm 0.3$  mm, panjang  $8.8 \pm 0.3$  mm
- *Electrode*:  $\text{Ø } 8 \pm 0.3$  mm, panjang  $2.2 \text{ mm} \pm 0.3$  mm

Selanjutnya berdasarkan ukuran tersebut ditetapkan ukuran slot/lubang pada *counting plate* sebagai berikut.

- Diameter slot: 9 mm (memberi ruang aman untuk material masuk)

- Kedalaman slot: 4 mm (cukup menahan material agar tidak menggelinding namun tidak terlalu tenggelam dan tidak menumpuk)
- Jarak antar slot (pitch):  $\pm 14$  mm (memberikan ruang/jarak yang cukup untuk material)

Pemilihan kedalaman 4 mm didasarkan agar *ceramic tube* dan *electrode* dapat “duduk” stabil tanpa terjadi penumpukan dan tetap mudah diambil operator.

#### 5.3.4 Aspek Ergonomi

Berikut adalah beberapa pertimbangan ergonomi yang diterapkan dalam desain *Counting plate*.

1. Ukuran plate yang cukup compact sehingga dapat dipegang oleh satu tangan.
2. Sudut dan sisi dibuat bulat/rounded untuk memberikan kenyamanan saat digenggam dan mencegah luka gores dari operator.
3. Kedalaman slot berukuran 4mm untuk memastikan material dapat “duduk” dengan stabil tanpa operator harus menekan atau merapikan secara berulang.
4. Pemberian label kapasitas 50 pcs pada ujung plate agar operator selalu sadar dengan jumlah yang dihitung.
5. Permukaan kayu difinishing halus agar tidak menimbulkan serpihan atau cedera.
6. Tidak adanya desain atau bentuk yang kompleks untuk mengurangi ambiguitas dari operator

Dengan desain ergonomis ini, operator dapat menyiapkan komponen lebih cepat tanpa kelelahan berlebih pada jari dan pergelangan.

#### 5.3.5 Mekanisme Kerja

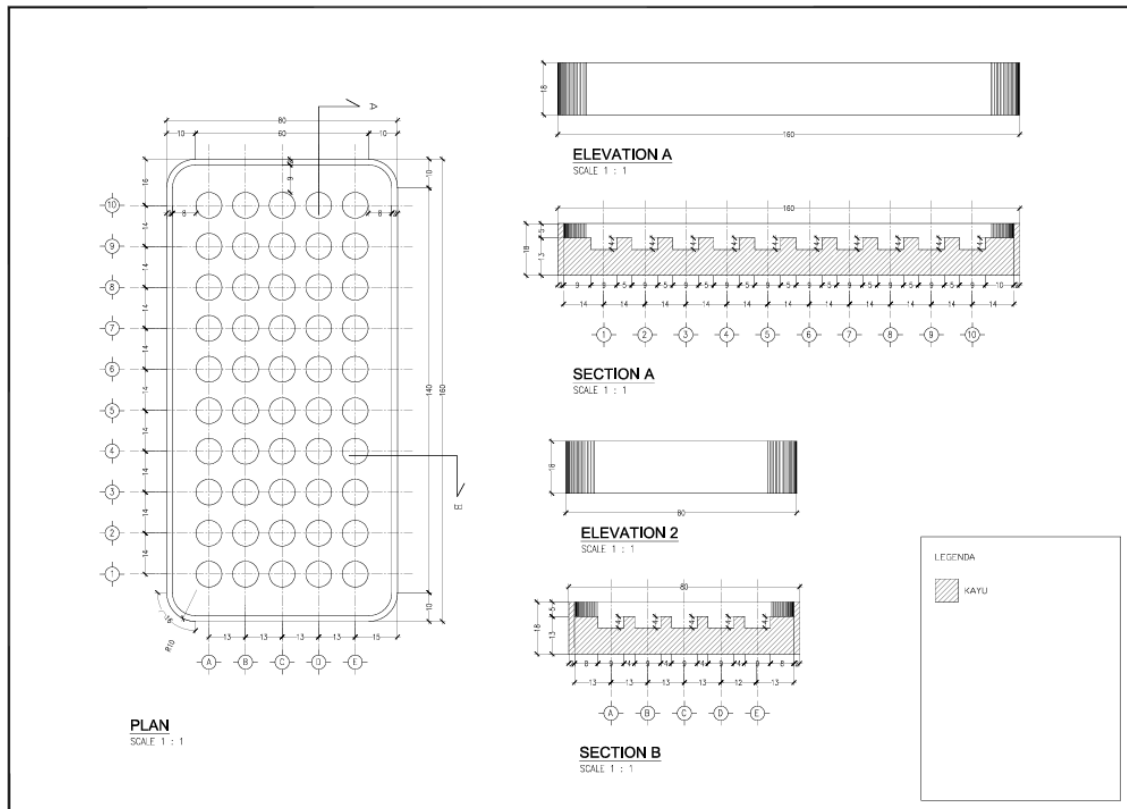
Berikut merupakan mekanisme kerja dari penggunaan *counting plate*

1. Operator menaruh plate kosong di meja *preparation*.
2. Operator menuangkan komponen material ke permukaan plate.
3. Komponen akan masuk ke slot secara otomatis atau dengan sedikit *motion* tangan.
4. Setelah slot terisi penuh operator dapat memindahkan jumlah komponen sesuai kebutuhan *batch*.
5. Plate dapat dibersihkan dan digunakan berulang.

#### 5.3.6 Desain *Counting plate*

Berikut merupakan desain alat bantu *Counting plate* yang dikembangkan sebagai solusi untuk menurunkan *preparation time* dan mengurangi aktivitas hitung manual pada area

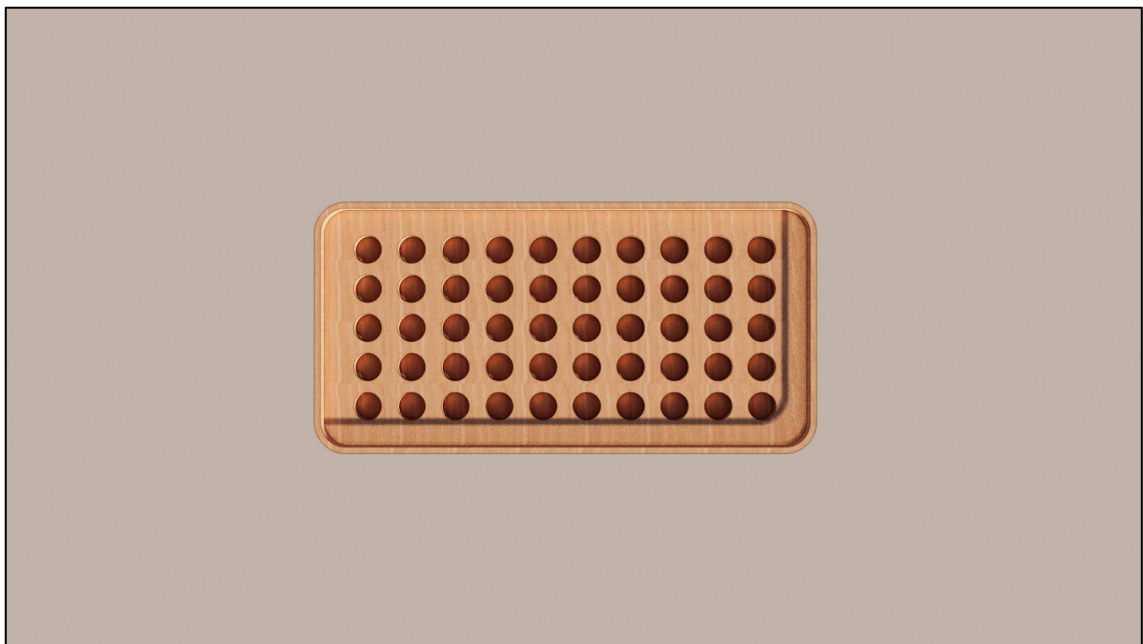
*inventory*. Desain disusun dengan mempertimbangkan ukuran komponen, kebutuhan operator, serta aspek ergonomi agar alat mudah digunakan dan mampu meningkatkan efisiensi proses.



Gambar 5. 1 Gambar Teknik *Counting plate*



Gambar 5. 2 Isometrik *View Counting plate*



Gambar 5. 3 *Top View Counting plate*

#### **5.4 Analisis Dampak Usulan Perbaikan**

Usulan perbaikan berupa penggunaan *Counting plate* di area *preparation* diharapkan memberikan dampak langsung terhadap efisiensi proses produksi, terutama pada aktivitas

pemilahan dan penghitungan komponen kecil. Secara umum, analisis dampak dilakukan dengan membandingkan kondisi sebelum dan sesudah adanya alat bantu berdasarkan aspek waktu, akurasi, beban kerja operator, serta keteraturan proses.

#### 5.4.1 Dampak terhadap Waktu *Preparation*

Pengukuran waktu *preparation* dilakukan untuk membandingkan metode manual yang selama ini digunakan dengan metode menggunakan alat bantu *counting plate*. Pengambilan data dilakukan dengan metode sampling sebanyak 50 pcs komponen, yang mewakili kondisi aktual di area *inventory*. Pengukuran dilakukan sebanyak lima kali pengamatan untuk masing-masing metode untuk memperoleh nilai rata-rata yang lebih *representatif*. Berikut merupakan tabel dari hasil perhitungan komponen.

Tabel 5. 1 Perbandingan Waktu *Preparation* Sebelum dan Sesudah *Counting plate*

Jumlah 50 pcs	Perhitungan					AVERAGE
	1	2	3	4	5	
Manual	99,61	87,83	86,1	90,51	88,21	90,452
Alat	31,79	37,58	25,14	32,74	29,63	31,376

Berdasarkan hasil pengukuran, rata-rata waktu *preparation* menggunakan metode manual adalah sebesar 90,452 detik. Waktu ini mencakup aktivitas penghitungan komponen satu per satu, pemisahan material, serta penyesuaian jumlah sesuai kebutuhan produksi. Proses tersebut memerlukan konsentrasi tinggi dan gerakan berulang, sehingga menyebabkan waktu persiapan relatif lama dan tidak stabil.

Setelah diterapkan alat bantu *counting plate*, rata-rata waktu *preparation* menurun secara signifikan menjadi 31,376 detik. Penurunan ini terjadi karena proses penghitungan komponen dapat dilakukan secara langsung melalui lubang-lubang yang telah terstandarisasi pada *counting plate*, sehingga jumlah komponen yang dibutuhkan dapat dipastikan dalam satu kali proses tanpa perlu penghitungan manual.

Secara keseluruhan, penggunaan *counting plate* mampu menurunkan waktu *preparation* sebesar 59,076 detik, atau setara dengan 65,3% dibandingkan metode manual. Hasil ini menunjukkan bahwa usulan perbaikan yang dirancang efektif dalam mempercepat proses persiapan material di area *inventory*.

Penurunan waktu *preparation* ini berdampak langsung terhadap kelancaran aliran produksi, karena proses produksi inti dapat dimulai lebih cepat tanpa harus menunggu aktivitas persiapan material yang berlarut-larut. Selain itu, waktu yang lebih singkat dan

konsisten juga membantu mengurangi pemborosan berupa *waiting* dan *motion*, yang sebelumnya tidak tercatat secara langsung dalam *Value Stream Mapping* namun memiliki pengaruh terhadap total *Lead Time* produksi.

#### 5.4.2 Dampak terhadap *Miscounting Risk*

Sebelum adanya alat bantu, kesalahan hitung (*miscounting*) sering terjadi karena tidak adanya media standar yang dapat menahan komponen secara teratur. Proses hitung manual mengandalkan konsentrasi operator, yang rentan menurun saat beban kerja meningkat. *Counting plate* memberikan batas fisik (50 slot) sehingga jumlah material untuk satu *batch* tidak dapat keluar dari standar. Dengan demikian, variasi kuantitas dapat ditekan dan risiko kekurangan atau kelebihan material pada proses berikutnya dapat diminimalkan.

#### 5.4.3 Dampak terhadap *Motion* dan Beban Kerja Operator

Pada kondisi awal operator perlu melakukan beberapa gerakan repetitif seperti merapikan material yang tergelinding, menyusun ulang komponen kecil, dan menghitung ulang jika ragu pada hasil sebelumnya. *Counting plate* mengurangi *motion* tidak perlu dengan menahan komponen pada posisi tetap dan memberikan struktur visual yang lebih teratur. Dampaknya, beban fisik pada jari dan pergelangan menurun, serta operator tidak perlu terus-menerus memastikan jumlah material secara manual.

#### 5.4.4 Dampak terhadap Keteraturan Proses dan Standardisasi

*Counting plate* secara langsung mendukung pembentukan *Standard Operating Procedure* (SOP) pada tahap *preparation*. Dengan adanya alat standar, proses pemisahan dan penghitungan komponen dapat dilakukan dengan cara yang sama oleh seluruh operator. Hal ini meningkatkan consistency antar *shift* dan mengurangi risiko ketidaksesuaian material pada proses awal produksi. Selain itu, desain plate yang ringkas dan mudah digunakan mempermudah pengawasan dan memfasilitasi koordinasi antar bagian.

#### 5.4.5 Dampak terhadap Alur Produksi Secara Menyeluruh

Meskipun *Counting plate* digunakan sebelum proses inti, dampaknya relevan terhadap alur produksi secara keseluruhan. Persiapan material yang lebih rapi dan konsisten akan mengurangi potensi keterlambatan produksi yang sebelumnya terjadi karena material belum siap atau jumlahnya tidak sesuai. Dengan *preparation time* yang lebih stabil, aliran

produksi dapat dimulai tepat waktu dan penumpukan WIP pada tahap awal dapat dihindari.

### 5.5 Perbandingan *Output* Produksi

Perbandingan *output* produksi *arrester* tipe Y08SV-312 B T/R antara kondisi *Current State* dan *future state* dilakukan untuk melihat dampak perbaikan proses terhadap kemampuan sistem produksi dalam menghasilkan *output*, khususnya dari sisi kuantitas produk yang dapat dihasilkan dalam satuan waktu tertentu.

Pada kondisi *Current State*, perhitungan *output* produksi didasarkan pada waktu proses eksisting yang diperoleh dari hasil pengamatan langsung di lantai produksi dan pemetaan aliran proses menggunakan *Value Stream Mapping* (VSM). Seluruh aktivitas produksi, termasuk aktivitas *preparation material* di area *inventory*, masih dilakukan dengan metode kerja yang berlaku saat ini dan belum mengalami perubahan.

Sementara itu, kondisi *future state* merepresentasikan kondisi proses produksi setelah diterapkannya usulan perbaikan berupa alat bantu *counting plate* pada aktivitas *preparation*. Dengan membandingkan kedua kondisi tersebut, dapat dianalisis sejauh mana perbaikan pada aktivitas *preparation* mampu memengaruhi *Lead Time* proses dan meningkatkan *output* produksi secara keseluruhan tanpa penambahan sumber daya produksi.

#### 5.5.1. *Output* Produksi *Arrester Current State*

Kondisi *output* produksi *arrester* pada saat proses berjalan sesuai kondisi aktual di lapangan (*Current State*) yaitu sebelum dilakukan perbaikan pada aktivitas *preparation material*. Perhitungan *output* produksi pada kondisi ini didasarkan pada data waktu proses hasil observasi langsung serta pemetaan aliran proses menggunakan *Value Stream Mapping* (VSM).

Pada kondisi *Current State*, aktivitas *preparation material* masih dilakukan secara manual tanpa adanya alat bantu yang terstandarisasi. Hal tersebut menyebabkan waktu *preparation* relatif tinggi dan berkontribusi terhadap total *Lead Time* produksi. Besarnya *Lead Time* ini secara langsung memengaruhi kemampuan sistem produksi dalam menghasilkan *output*, meskipun jumlah *flow* dan waktu kerja telah ditetapkan. Berikut merupakan perhitungan *output* produksi pada kondisi *Current State*.

- *Lead Time Current State* = 102413,6 detik/*batch* = 28,45 jam

- 1 *batch* = 12.000 pcs *arrester*
- Jumlah *flow* = 5 *flow* paralel
- Sistem kerja = 3 *shift* × 8 jam = 24 jam/hari
- Hari kerja = 22 hari/bulan

Selanjutnya dilakukan perhitungan *output* pada *Current State*.

$$\text{output per jam} = \frac{12000}{28,45} = 422 \text{ pcs}$$

$$\text{output per hari} = 422 \times 24 = 10128 \text{ pcs}$$

$$\text{output per bulan (1 flow)} = 10128 \times 22 = 222816 \text{ pcs}$$

$$\text{output per bulan (5 flow paralel)} = 222816 \times 5 = 1114080 \text{ pcs}$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa *output* produksi *arrester* pada kondisi *Current State* adalah 422 pcs per jam atau 10128 pcs per hari untuk setiap *flow* produksi. Nilai *output* tersebut diperoleh berdasarkan total *Lead Time* produksi eksisting sebesar 102413,6 detik per *batch* dengan kapasitas produksi sebesar 12000 pcs per *batch* pada satu *flow*.

Pada kondisi aktual, proses produksi *arrester* dijalankan melalui 5 *flow* yang berjalan secara paralel. Dengan adanya beberapa *flow* yang beroperasi secara bersamaan, total *output* produksi yang dihasilkan pada kondisi *Current State* meningkat secara proporsional. Berdasarkan hasil perhitungan total *output* produksi yang dapat dicapai adalah 50640 pcs per hari.

Dengan asumsi jumlah hari kerja sebanyak 22 hari dalam satu bulan, maka total *output* produksi bulanan yang dapat dicapai pada kondisi *Current State* adalah sekitar 1,1 juta pcs. Meskipun sistem produksi telah menggunakan beberapa *flow* paralel dan waktu kerja tiga *shift* per hari, hasil ini menunjukkan bahwa kemampuan *output* produksi masih dibatasi oleh besarnya *Lead Time* proses, khususnya pada aktivitas *preparation material* yang masih dilakukan secara manual. Kondisi ini menjadi dasar perlunya dilakukan perbaikan proses pada tahap *preparation* untuk meningkatkan *output* produksi pada kondisi *future state*.

#### 5.5.2. Output Produksi Arrester Future state

Kondisi *output* produksi *arrester* pada kondisi *future state* yaitu setelah diterapkannya usulan perbaikan pada aktivitas *preparation material* di area inventory. Perbaikan dilakukan dengan menerapkan alat bantu *counting plate* yang dirancang untuk

menurunkan waktu *preparation*, mengurangi aktivitas *motion* dan *waiting*, serta menstandarkan proses penghitungan komponen kecil sebelum proses produksi dimulai.

Pada kondisi *future state* aktivitas *preparation material* tidak lagi sepenuhnya dilakukan secara manual, melainkan dibantu oleh alat bantu yang telah dirancang sesuai dengan kebutuhan proses. Penerapan *counting plate* memungkinkan proses pemisahan dan penghitungan komponen dilakukan dengan lebih cepat dan konsisten, sehingga waktu *preparation* dapat ditekan dan variasi waktu antar *batch* dapat dikurangi. Perubahan metode kerja ini berdampak langsung terhadap penurunan total *Lead Time* produksi.

Dengan berkurangnya waktu *preparation*, alur proses produksi pada kondisi *future state* diharapkan menjadi lebih stabil dan efisien. Penurunan *Lead Time* tersebut memberikan peluang peningkatan *output* produksi tanpa memerlukan penambahan jumlah *flow*, jam kerja, maupun sumber daya produksi lainnya. Oleh karena itu, dilakukan perhitungan *output* produksi pada kondisi *future state* untuk mengevaluasi peningkatan kinerja sistem produksi setelah penerapan usulan perbaikan. Berikut merupakan perhitungan *output* produksi pada kondisi *future state*.

- *Lead Time Current State* = 88241,6 detik/*batch* = 24,51 jam
- 1 *batch* = 12.000 pcs *arrester*
- Jumlah *flow* = 5 *flow* paralel
- Sistem kerja = 3 *shift* × 8 jam = 24 jam/hari
- Hari kerja = 22 hari/bulan

Selanjutnya dilakukan perhitungan *output* pada *Current State*.

$$\text{output per jam} = \frac{12000}{24,51} = 490 \text{ pcs}$$

$$\text{output per hari} = 490 \times 24 = 11760 \text{ pcs}$$

$$\text{output per bulan (1 flow)} = 11760 \times 22 = 258720 \text{ pcs}$$

$$\text{output per bulan (5 flow paralel)} = 258720 \times 5 = 1293600$$

$$\text{kenaikan output} = \frac{\text{output future} - \text{output current}}{\text{output current}} \times 100\%$$

$$\text{kenaikan output} = \frac{1293600 - 1114080}{1114080} \times 100\% = 16,1\%$$

Hasil perhitungan pada kondisi *future state* menunjukkan bahwa penerapan usulan perbaikan pada aktivitas *preparation material* memberikan dampak positif terhadap peningkatan *output* produksi *arrester*. Dengan diterapkannya alat bantu *counting plate*,

waktu *preparation* dapat dikurangi sehingga total *Lead Time* produksi menurun menjadi 88241,6 detik atau setara dengan 24,51 jam untuk menghasilkan 12000 pcs *arrester* pada satu *flow* produksi.

Berdasarkan *Lead Time* tersebut, *output* produksi pada kondisi *future state* mencapai sekitar 490 pcs per jam atau 11760 pcs per hari untuk setiap *flow* produksi. Nilai ini lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi *Current State*, yang menunjukkan bahwa sistem produksi pada kondisi *future state* memiliki kemampuan yang lebih baik dalam memanfaatkan waktu kerja yang tersedia.

Pada kondisi aktual lini produksi *arrester* dijalankan melalui lima *flow* yang beroperasi secara paralel. Dengan konfigurasi tersebut, total *output* produksi pada kondisi *future state* mencapai sekitar 58800 pcs per hari. Dengan asumsi jumlah hari kerja sebanyak 22 hari dalam satu bulan, total *output* produksi bulanan yang dapat dicapai adalah 1,29 juta pcs.

Jika dibandingkan dengan kondisi *Current State* yang menghasilkan *output* produksi 1,11 juta pcs per bulan, maka penerapan usulan perbaikan pada aktivitas *preparation material* mampu meningkatkan *output* produksi sebesar 179.520 pcs per bulan atau setara dengan kenaikan sekitar 16,1%. Peningkatan ini dicapai tanpa adanya penambahan jumlah *flow*, jam kerja, maupun perubahan sistem *shift*, sehingga dapat disimpulkan bahwa perbaikan yang diusulkan memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan kinerja produksi.

Kenaikan *output* produksi tersebut menunjukkan bahwa aktivitas *preparation material* memiliki peran yang signifikan terhadap efisiensi aliran proses secara keseluruhan. Dengan menurunnya waktu *preparation*, alur produksi menjadi lebih stabil, waktu menunggu antar proses berkurang, dan kapasitas sistem produksi dapat dimanfaatkan secara lebih optimal. Hal ini menguatkan bahwa perbaikan pada aktivitas pendukung di awal proses dapat memberikan dampak yang substansial terhadap peningkatan *output* produksi *arrester* pada kondisi *future state*.

## **5.6 Hasil Penelitian dengan Penelitian Sejenis**

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemborosan dalam proses produksi tidak hanya terjadi pada proses inti tetapi juga pada aktivitas pendukung produksi, khususnya pada tahap *preparation* di area *inventory*. Temuan ini sejalan dengan penelitian (Lubis et al.,

2024) yang menyatakan bahwa aktivitas *non-value added* pada tahap awal proses produksi memiliki pengaruh signifikan terhadap efisiensi aliran proses secara keseluruhan. Menurut (Aldiyan et al., 2023) pemborosan pada aktivitas pendukung sering kali terabaikan, padahal aktivitas tersebut berkontribusi terhadap meningkatnya *Lead Time* dan menurunnya efisiensi proses.

Penggunaan pendekatan *Lean Manufacturing* dengan *Value Stream Mapping* dalam penelitian ini juga sejalan dengan penelitian sejenis. (Zahraee et al., 2020) menyatakan bahwa *Value Stream Mapping* efektif digunakan untuk memetakan kondisi aktual proses produksi serta mengidentifikasi aktivitas *value added* dan *non-value added* secara menyeluruh. Selanjutnya hal serupa juga dikemukakan oleh (Jessani et al., 2024) yang menyatakan bahwa VSM mampu memberikan gambaran jelas mengenai titik-titik pemborosan yang berpengaruh terhadap efisiensi proses produksi.

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sejenis terletak pada fokus perbaikan yang diarahkan secara spesifik pada tahap *preparation* di area *inventory*. Sebagian besar penelitian terdahulu cenderung memusatkan perbaikan pada keseluruhan lini produksi atau pada proses inti produksi. Sebagai contoh, (Zahraee et al., 2020) dan (Maknun & Aidil, 2024) lebih menekankan perbaikan pada pengurangan *Lead Time* dan *cycle time* melalui perbaikan alur proses secara menyeluruh. Sementara itu, penelitian ini mengidentifikasi bahwa pemborosan pada tahap *preparation* memiliki karakteristik *avoidable* dan berada dalam kendali langsung operator, sehingga lebih realistis untuk dijadikan fokus perbaikan dalam ruang lingkup penelitian.

Terkait pendekatan perbaikan proses, beberapa penelitian menggunakan metode yang lebih komprehensif seperti *Lean Six Sigma* dengan tahapan DMAIC. (Agustina et al., 2025) menyatakan bahwa metode DMAIC efektif dalam meningkatkan efisiensi operasional dan kualitas proses produksi melalui pendekatan berbasis data. Namun, metode tersebut umumnya diterapkan untuk perbaikan sistem secara luas. Oleh karena itu, penelitian ini memilih pendekatan *Lean Manufacturing* dengan VSM yang dinilai lebih sesuai untuk mengidentifikasi pemborosan dan merancang perbaikan pada aktivitas *preparation* yang bersifat spesifik dan terlokalisasi.

Selain itu, penelitian terkait pengukuran waktu kerja juga mendukung hasil penelitian ini. (Breznik et al., 2023) menyatakan bahwa penggunaan *time study* dan *Methods Time Measurement* (MTM) efektif dalam mengidentifikasi aktivitas tidak bernilai tambah serta

meningkatkan efisiensi lini perakitan. Temuan tersebut sejalan dengan hasil penelitian ini, di mana waktu *preparation* yang relatif tinggi menjadi salah satu faktor penyebab pemborosan pada tahap awal proses produksi.

Dalam konteks pengelolaan *inventory*, penelitian (Susanti et al., 2025) menyatakan bahwa penerapan prinsip Just-In-Time mampu menurunkan pemborosan *inventory* dan meningkatkan efisiensi aliran material. Meskipun penelitian ini tidak menerapkan sistem JIT secara langsung, fokus perbaikan pada tahap *preparation* di area *inventory* memiliki tujuan yang sejalan, yaitu mengurangi pemborosan dan meningkatkan kelancaran aliran material menuju proses produksi.

Sementara itu, penelitian (Made Iska Aprilia Wardhani & Tasnim Nikmatullah Realita, 2022) menyatakan bahwa penerapan prinsip 5S mampu meningkatkan keteraturan area kerja dan produktivitas melalui pengurangan gerakan yang tidak perlu. Hal ini sejalan dengan usulan perbaikan pada penelitian ini berupa penggunaan alat bantu *counting plate*, yang berfungsi sebagai bentuk standarisasi kerja untuk mengurangi gerakan berulang, kesalahan penghitungan, serta pemborosan *motion* dan *waiting* pada tahap *preparation*.

Dengan demikian, hasil penelitian ini berada dalam koridor yang sama dengan penelitian sejenis, baik dari sisi tujuan maupun pendekatan perbaikan proses. Kontribusi penelitian ini terletak pada penekanan aktivitas *preparation* sebagai bagian dari lini produksi yang layak dianalisis menggunakan pendekatan *Lean Manufacturing*, serta pemberian usulan perbaikan yang bersifat sederhana, aplikatif, dan dapat diterapkan tanpa perubahan sistem produksi secara menyeluruh.

## BAB VI PENUTUP

### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai proses produksi *Arrester* tipe Y08SV-312 B T/R di PT Sankosha Indonesia dengan pendekatan *Lean Manufacturing*, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil analisis *Value Stream Mapping* (VSM), aliran proses produksi *arrester* tipe Y08SV-312 B T/R di PT Sankosha Indonesia telah tersusun secara berurutan dan bersifat *continuous flow*. Tetapi tingkat efisiensi aliran proses masih belum optimal karena proporsi aktivitas bernilai tambah (*Value added*) sebesar 82,4% dan masih mengandung aktivitas *Necessary Non-value added* sebesar 17,6% yang memperpanjang total *Lead Time* produksi.
2. Jenis pemborosan paling berpengaruh serta akar penyebabnya diperoleh melalui integrasi VSM, klasifikasi aktivitas, identifikasi *waste*, dan analisis *5 Why*. Pemborosan berasal dari aktivitas *preparation* di area *inventory* berupa *excessive motion*, *waiting*, dan risiko *miscounting* akibat proses penghitungan komponen kecil yang masih dilakukan secara manual tanpa alat bantu dan tanpa SOP baku. Akar masalah utama berasal dari tidak adanya media atau alat yang dapat menstandarkan jumlah material per *batch*, sehingga *preparation time* menjadi lama, tidak stabil, dan tidak terukur.
3. Rancangan usulan perbaikan yang dapat diterapkan adalah pembuatan alat bantu *counting plate*, yaitu *plate* dengan 50 slot berdiameter 9 mm dan kedalaman 4 mm yang dirancang berdasarkan ukuran komponen *ceramic tube* dan *electrode*. Alat ini berfungsi untuk menstandarkan proses pemilahan serta penghitungan material, mengurangi *motion* berulang, menurunkan risiko salah hitung, serta meningkatkan konsistensi *preparation time*. Berdasarkan pengukuran dengan metode sampling 50 pcs, rata-rata waktu *preparation* berkurang dari 90,452 detik pada metode manual menjadi 31,376 detik setelah menggunakan *counting plate*, atau mengalami penurunan sebesar 65,3%. *Counting plate* menjadi solusi yang paling *feasible* karena permasalahan *preparation* dapat diperbaiki tanpa mengganggu proses inti produksi. Penurunan waktu *preparation* tersebut memberikan dampak langsung terhadap peningkatan kinerja sistem produksi

secara keseluruhan. Berdasarkan hasil perhitungan *output* produksi, pada kondisi *current state* dengan lima *flow* produksi, total *output* yang dihasilkan adalah 1.114.080 pcs per bulan. Setelah penerapan usulan perbaikan pada kondisi *future state*, total *output* produksi meningkat menjadi sekitar 1.293.600 pcs per bulan. Dengan demikian, penerapan counting plate mampu meningkatkan *output* produksi sebesar  $\pm 179.520$  pcs per bulan atau setara dengan kenaikan sekitar 16,1%, tanpa adanya penambahan jumlah *flow*, jam kerja, maupun perubahan sistem *shift*. Hasil ini menunjukkan bahwa perbaikan pada aktivitas *preparation material* memiliki kontribusi signifikan terhadap peningkatan efisiensi aliran proses dan *output* produksi *arrester* secara keseluruhan.

Secara keseluruhan penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan efisiensi tidak hanya berfokus pada proses inti saja, tetapi juga pada proses pendukung yang selama ini tidak terlihat. Perbaikan kecil pada area *preparation* terbukti menjadi langkah yang logis dan paling memungkinkan dilakukan untuk mendukung kelancaran produksi secara keseluruhan.

## 6.2 Saran

### 6.2.1 Saran bagi Perusahaan

Berikut merupakan saran yang dapat diberikan untuk menjadi masukan bagi Perusahaan.

1. Perusahaan disarankan untuk mengimplementasikan alat bantu *Counting plate* sebagai standar kerja di area *preparation* agar variabilitas waktu persiapan dapat ditekan. Selain itu, perlu dibuat SOP dan visual control untuk memastikan penggunaan alat dilakukan secara konsisten oleh seluruh operator.
2. Perusahaan disarankan melakukan pengukuran *preparation time* sebelum dan sesudah implementasi alat agar dampak perbaikan dapat dievaluasi secara kuantitatif. Penggunaan *stopwatch study* atau *video time study* dapat membantu perusahaan mendapatkan data yang lebih akurat.

### 6.2.2 Saran bagi Penelitian Selanjutnya

Berikut merupakan saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya.

1. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan melakukan perhitungan ergonomi yang lebih mendalam seperti antropometri atau analisis beban kerja fisik untuk

menyempurnakan desain alat bantu sehingga lebih nyaman digunakan dalam jangka panjang.

2. Penelitian berikutnya dapat mengembangkan prototipe lanjutan berbahan plastik atau aluminium yang lebih ringan dan tahan lama sekaligus mengevaluasi potensi *Mass Production* alat ini apabila digunakan pada lebih dari satu lini produksi.
3. Selain fokus pada *preparation* penelitian mendatang dapat memperluas analisis ke area proses dengan waktu tunggu tinggi seperti pendinginan atau inspeksi berulang, untuk merancang perbaikan lanjutan melalui pendekatan *Kaizen*, atau otomasi skala kecil.
4. Penelitian selanjutnya dapat disarankan agar dilakukan kajian lebih mendalam terhadap aspek ergonomi kerja pada tahap *preparation*, khususnya yang berkaitan dengan postur kerja operator, jangkauan gerak, dan beban kerja fisik. Analisis ergonomi diharapkan dapat memberikan rekomendasi perbaikan yang tidak hanya meningkatkan efisiensi proses, tetapi juga kenyamanan dan keselamatan kerja operator.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aditia Shofyan, R., & Karningsih, P. D. (2025). Analysis and Handling of Waste in Companies Implementing Lean at a Beginner Level. *Indonesian Journal of Innovation Studies*, 26(4). <https://doi.org/10.21070/ijins.v26i4.1614>
- Agustina, N., Dwita Aryani, P., Aulia Gandasari, N., Putri Andika Ramadhani, D., Nisa Aulia, S., Sriwijaya Jl Raya Palembang -Prabumulih NoKM, U., Indah, I., Indralaya, K., Ogan Ilir, K., & Selatan, S. (2025). *Efektivitas Lean Six Sigma terhadap Kinerja Perusahaan: Tinjauan Literatur Sistematis ARTICLE INFO*. 5(1), 184–192. <https://doi.org/10.51903/dinamika.v4i2>
- Aldiyan, A., Kurniawan, E., Nurfaizi, M. F., & Al-Faritsy, A. Z. (2023). JURNAL TEKNIK INDUSTRI Page 53 | Jurnal Teknik Industri Implementasi Konsep Lean Manufacturing Guna Mengurangi Pemborosan Di Lantai Produksi Pabrik Bakpia Pathok 25. *Jurnal Teknik Industri*, 4(01), 53–63.
- Anoop G M, M. V. (2020). A Brief Overview on Toyota Production System (TPS). *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 8(5), 2505–2509. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2020.5415>
- Ansyah, E., Kustiwan, S., & Supriyati, S. (2025). Analisis Lean Manufacturing untuk Mengurangi Cycle Time dengan Menggunakan Metode Value Stream Mapping. *Jurnal Penelitian Inovatif*, 5(3), 2153–2162. <https://doi.org/10.54082/jupin.1693>
- Batwara, A., Sharma, V., Makkar, M., & Giallanza, A. (2024a). Impact of smart sustainable value stream mapping – Fuzzy PSI decision-making framework. *Sustainable Futures*, 7. <https://doi.org/10.1016/j.sftr.2024.100201>
- Batwara, A., Sharma, V., Makkar, M., & Giallanza, A. (2024b). Impact of smart sustainable value stream mapping – Fuzzy PSI decision-making framework. *Sustainable Futures*, 7. <https://doi.org/10.1016/j.sftr.2024.100201>
- Breznik, M., Buchmeister, B., & Vujica Herzog, N. (2023). Assembly Line Optimization Using MTM Time Standard and Simulation Modeling—A Case Study. *Applied Sciences (Switzerland)*, 13(10). <https://doi.org/10.3390/app13106265>
- Dara, H. M., Raut, A., Adamu, M., Ibrahim, Y. E., & Ingle, P. V. (2024a). Reducing non-value added (NVA) activities through lean tools for the precast industry. *Heliyon*, 10(7). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29148>
- Dara, H. M., Raut, A., Adamu, M., Ibrahim, Y. E., & Ingle, P. V. (2024b). Reducing non-value added (NVA) activities through lean tools for the precast industry. *Heliyon*, 10(7). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29148>
- Díaz-Reza, J. R., García-Alcaraz, J. L., Gil-López, A. J., & Realyvasquez-Vargas, A. (2024). Lean manufacturing tools as drivers of social sustainability in the Mexican maquiladora industry. *Computers and Industrial Engineering*, 196. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2024.110516>
- Elsa Farida, M., & Nurul Azizah, F. (2022). *STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi) IMPLEMENTASI LEAN MANUFACTURING UNTUK MENGURANGI WASTE PADA PRODUKSI PIVOT PIECE (STUDI KASUS PT. TRI JAYA TEKNIK KARAWANG)*.
- Fatinnisa, G. A., & Saifuddin, J. A. (2024). Analysis of Value Stream Mapping (VSM) in the Application of Lean Manufacturing to Minimize Waste at PT. Karya Indah

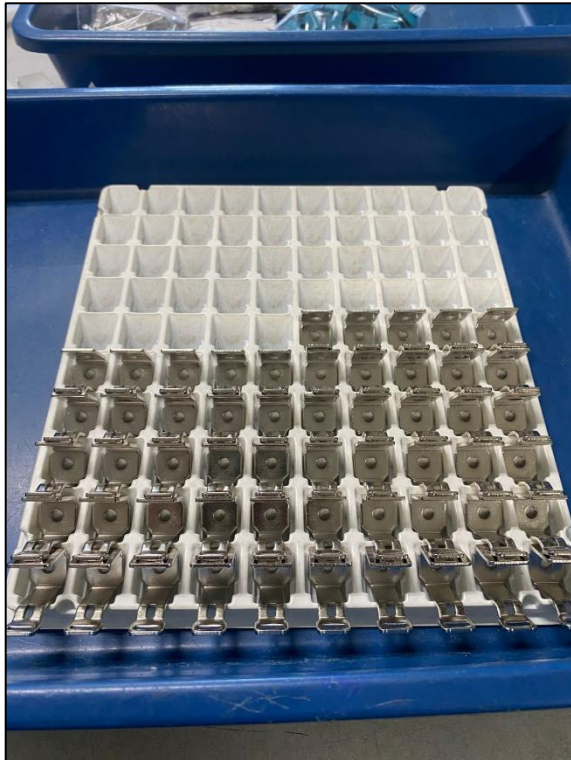
- Medika. *IJIEM - Indonesian Journal of Industrial Engineering and Management*, 5(1), 234. <https://doi.org/10.22441/ijiem.v5i1.22395>
- Gamboa, P., & Singgih, M. L. (2021). *Lean Manufacturing Improvement Using ECRS and TRIZ Methods: Literature Review*.
- Gebeyehu, S. G., Abebe, M., & Gochel, A. (2022). Production Lead Time improvement through lean manufacturing. *Cogent Engineering*, 9(1). <https://doi.org/10.1080/23311916.2022.2034255>
- Gurav, V., & Upadhyay, A. (2025). A COMPUTER VISION-BASED MOTION TIME STUDY FOR MANUFACTURING ASSEMBLY LINE.
- Hernandez Marquina, M. V., Zwolinski, P., & Mangione, F. (2021a). Application of Value Stream Mapping tool to improve circular systems. *Cleaner Engineering and Technology*, 5. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2021.100270>
- Hernandez Marquina, M. V., Zwolinski, P., & Mangione, F. (2021b). Application of Value Stream Mapping tool to improve circular systems. *Cleaner Engineering and Technology*, 5. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2021.100270>
- Hotma Hizkia, S., & Wibero, R. (2023). Perbaikan Waktu Proses Ikm Sepatu di Daerah Tangerang dengan Pendekatan Lean Manufacturing. 1(2). <https://doi.org/10.38035/jgit.v1i2>
- Jessani, A., Kumar, R., & Gul, A. (2024). Reduction of Lean Wastes by Using Value Stream Mapping: A Case Study of Textile Company in Pakistan. *International Journal of Supply Chain Management*, 9(2), 37–61. <https://doi.org/10.47604/ijscm.2399>
- Khunaifi, A., Primadasa, R., Sutono, S. B., & Teknik, F. (2022). Implementasi Lean Manufacturing untuk Meminimasi Pemborosan (Waste) Menggunakan Metode Value Stream Mapping di PT. Pura Barutama. *Jurnal Rekayasa Industri (JRI)*, 4(2).
- Kumar, S. R., Nathan, V. N., Ashique, S. I. M., Rajkumar, V., & Karthick, P. A. (2020a). Productivity enhancement and cycle time reduction in toyota production system through jishuken activity - Case study. *Materials Today: Proceedings*, 37(Part 2), 964–966. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.06.181>
- Kumar, S. R., Nathan, V. N., Ashique, S. I. M., Rajkumar, V., & Karthick, P. A. (2020b). Productivity enhancement and cycle time reduction in toyota production system through jishuken activity - Case study. *Materials Today: Proceedings*, 37(Part 2), 964–966. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.06.181>
- Kumar, S. R., Nathan, V. N., Ashique, S. I. M., Rajkumar, V., & Karthick, P. A. (2020c). Productivity enhancement and cycle time reduction in toyota production system through jishuken activity - Case study. *Materials Today: Proceedings*, 37(Part 2), 964–966. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.06.181>
- Kyodan Khalidzky, M., & Fatchan Maulidin, W. (2025). *Lean Manufacturing dalam Reduksi Waste untuk Peningkatan Efisiensi Produksi Konektor Tipe X di PT XYZ*. <https://doi.org/10.30588/jeemm.v9i1.2136>
- Lintang Bimasakti, S., Wahyudi, A., Rasimin simanjuntak, A., & Prastyo, Y. (2025). *Lean Manufacturing Strategy to Improve Efficiency of Goods Preparation and Delivery with PDCA Method*. <https://doi.org/10.47772/IJRISS>
- Lubis, D. A., Pujangkoro, S., & Hidayati, J. (2024a). Lean Approach to Minimize Waste in Biscuit Production Process Using Value Stream Mapping Method at PT. XYZ. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, 26(2), 120–127. <https://doi.org/10.32734/jsti.v26i2.13544>

- Lubis, D. A., Pujanggoro, S., & Hidayati, J. (2024b). Lean Approach to Minimize Waste in Biscuit Production Process Using Value Stream Mapping Method at PT. XYZ. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, 26(2), 120–127. <https://doi.org/10.32734/jsti.v26i2.13544>
- Lubis, D. A., Pujanggoro, S., & Hidayati, J. (2024c). Lean Approach to Minimize Waste in Biscuit Production Process Using Value Stream Mapping Method at PT. XYZ. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, 26(2), 120–127. <https://doi.org/10.32734/jsti.v26i2.13544>
- Made Iska Aprilia Wardhani, & Tasnim Nikmatullah Realita. (2022). 5S As a Form of Lean Manufacturing Implementation in the Perspective of Human Resources: A Case Study in Food SMEs. *SOSMANIORA: Jurnal Ilmu Sosial Dan Humaniora*, 1(4), 599–605. <https://doi.org/10.55123/sosmaniora.v1i4.1275>
- Magwenzi, W., Munodawafa, J., Cardoso, D., & Kandiero, A. (2023). The Impact of Globalisation on Production. In *International Journal of Innovative Science and Research Technology* (Vol. 8, Issue 10). [www.ijisrt.com](http://www.ijisrt.com)557
- Maknun, S. L., & Aidil, J. (2024). Implementation of Lean Manufacturing Approach Using Value Stream Mapping to Optimize Cycle Time and Reduce Process Waste (Case Study: CV. Teguh Jaya Mandiri). *IJIEM - Indonesian Journal of Industrial Engineering and Management*, 5(2), 589. <https://doi.org/10.22441/ijiem.v5i2.22440>
- Manurung, J. P., Hasibuan, A., & AK, W. N. (2023). Identifikasi Waste Pada Proses Produksi Pupuk dengan Pendekatan Lean Manufacturing. *Factory Jurnal Industri, Manajemen Dan Rekayasa Sistem Industri*, 1(3), 102–108. <https://doi.org/10.56211/factory.v1i3.258>
- Mubarok, A. A., Zaki, A., Ridwan, M., & Sasongko, R. M. (2025). JABis: Jurnal Administrasi Bisnis OPTIMASI LEAN OPERATIONS MELALUI VALUE STREAM MAPPING: ELIMINASI PEMBOROSAN PADA PROSES PRODUKSI. *Jurnal Administrasi Bisnis*, 136–156. <http://jurnal.upnyk.ac.id/index.php/jiab/index>
- Narasimha, L., Mudunuri, R., & Aragani, V. M. (2024). International Journal of INTELLIGENT SYSTEMS AND APPLICATIONS IN ENGINEERING Bill of Materials Management: Ensuring Production Efficiency. In *Original Research Paper International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering IJISAE* (Vol. 2024, Issue 23s). [www.ijisae.org](http://www.ijisae.org)
- Pratama, R. A., Zaqi, A., & Faritsy, A. (2024). Optimalisasi Proses Produksi Briket dengan Metode Lean Manufacturing (Studi Kasus : CV Harico). *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan (JTMIT)*, 3(2), 220–229.
- Rahman Arifin, H., Daffa Farras, M., Fawwaz Robbani, M., Habiburrahman, M., & Dave Anggita Lumban Batu, N. (2022). *Optimizing Layout and Material Handling Cost: A Case Study of a Small and Medium-Sized Enterprise in the Food and Beverage Industry*.
- Rajab, S., Afy-Shararah, M., & Salonitis, K. (2022a). Using Industry 4.0 Capabilities for Identifying and Eliminating Lean Wastes. *Procedia CIRP*, 107, 21–27. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.04.004>
- Rajab, S., Afy-Shararah, M., & Salonitis, K. (2022b). Using Industry 4.0 Capabilities for Identifying and Eliminating Lean Wastes. *Procedia CIRP*, 107, 21–27. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.04.004>
- Setiawan, F. (2022a). Implementation of Lean Manufacturing With A Value Stream Mapping Approach to Improve The Efficiency of The Production Process. *JURNAL*

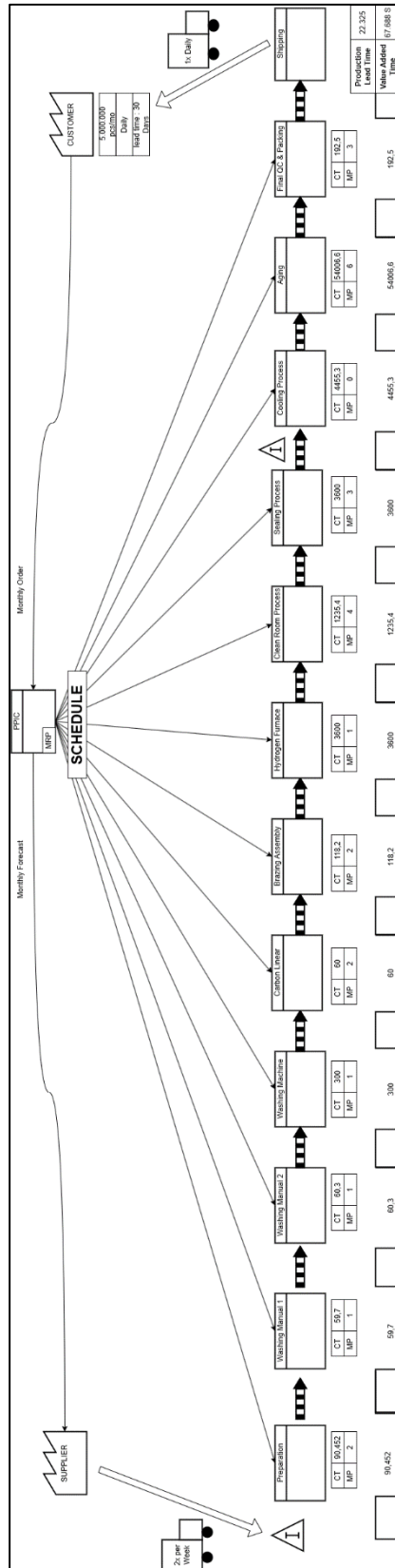
- Al-AZHAR INDONESIA SERI SAINS DAN TEKNOLOGI*, 7(3), 169.  
<https://doi.org/10.36722/sst.v7i3.1174>
- Setiawan, F. (2022b). Implementation of Lean Manufacturing With A Value Stream Mapping Approach to Improve The Efficiency of The Production Process. *JURNAL Al-AZHAR INDONESIA SERI SAINS DAN TEKNOLOGI*, 7(3), 169.  
<https://doi.org/10.36722/sst.v7i3.1174>
- Setiawan, I., & Rahman, A. (n.d.). *Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ Website: http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaslit E-ISSN:2745-6080 Penerapan Lean Manufacturing Untuk Meminimalkan Waste Dengan Menggunakan Metode VSM Dan WAM Pada PT XYZ*. <http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaslit>
- Sulistiyowati, E., & Munawaroh, M. (2025). Integrating Value Stream Mapping, Waste Assessment Model, and Root Cause Analysis to Improve Loading–Unloading Efficiency at PT XYZ. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, 8(3), 3599–3604.  
<https://doi.org/10.31004/jutin.v8i3.49182>
- Susanti, T., Aristiawan, D., & Taufid, H. (2025). Implementation of Just-In-Time (JIT) in *Inventory Management: A Case Study in a Manufacturing Company*. *Eduvest-Journal of Universal Studies*, 5.
- Suwandi, N. N., & Suhada, K. (2025). Penerapan Lean Manufacturing dengan Metode Value Stream Mapping untuk Mengurangi Cycle Time pada Bagian Perakitan Spring Mattress di PT X. *Journal of Integrated System*, 7(2), 111–133.  
<https://doi.org/10.28932/jis.v7i2.8694>
- Wicaksono, B. W., Puteri, R. A., Nelfiyanti, N., & Setiawan, A. (2024). Perancangan Meja Kerja Pada Area Dismantle Dalam Meminimalisir Keluhan MsDs Di PT. XYZ Menggunakan Metode Ergonomic Function Deployment (EFD). *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, 11(2), 271–280. <https://doi.org/10.24853/jisi.11.2.271-280>
- Wirawana, H., & Yunus, E. (2022). Pengaruh Praktik Lean Manufacturing Terhadap Profitabilitas Melalui Minimisasi Persediaan di Industri Elektronik dan Otomotif Indonesia. *Jurnal Aplikasi Bisnis Dan Manajemen*.  
<https://doi.org/10.17358/jabm.8.2.524>
- Zahraee, S. M., Toloioe, A., Abrishami, S. J., Shiwakoti, N., & Stasinopoulos, P. (2020a). Lean manufacturing analysis of a Heater industry based on value stream mapping and computer simulation. *Procedia Manufacturing*, 51, 1379–1386.  
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.192>
- Zahraee, S. M., Toloioe, A., Abrishami, S. J., Shiwakoti, N., & Stasinopoulos, P. (2020b). Lean manufacturing analysis of a Heater industry based on value stream mapping and computer simulation. *Procedia Manufacturing*, 51, 1379–1386.  
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.192>

## LAMPIRAN









	Why did this specific issue occur?	Why did this problem go undetected?	Why was the problem not prevented?
Problem Description	Preparation time lama dan sering terjadi kesalahan hitung (miscounting) karena proses pemilahan dan penghitungan komponen kecil dilakukan secara manual.		
First Why	Karena operator harus menghitung dan memisahkan komponen kecil satu per satu tanpa alat bantu yang terstandar.	Karena keterlambatan preparation dianggap hal yang normal dan tidak diukur secara khusus dalam proses produksi.	Karena perusahaan belum memiliki sistem atau alat yang mengatur standar jumlah komponen per batch.
Second Why	Karena tidak ada alat yang membantu operator menata dan menghitung komponen kecil secara cepat dan konsisten.	Karena proses preparation tidak masuk dalam pencatatan VSM ini sehingga pemborosan tidak terlihat di proses utama.	Karena belum ada evaluasi yang menilai efektivitas metode kerja manual di area inventory.
Third Why	Karena metode kerja mengandalkan kebiasaan operator dan tidak memiliki SOP detail untuk penanganan komponen kecil.	Karena hasil produksi hanya mengukur output akhir, bukan waktu yang hilang pada tahap sebelum produksi dimulai.	Karena bagian inventory tidak memiliki standar visual untuk memastikan jumlah material yang disiapkan selalu akurat.
Fourth Why	Karena tidak ada standarisasi bentuk wadah atau alat bantu yang memastikan jumlah komponen selalu sama per batch.	Karena variasi jumlah dan ukuran komponen menyebabkan variasi prosedur yang dianggap wajar oleh operator.	Karena perusahaan belum mengembangkan alat bantu yang dapat mengurangi variabilitas proses preparation.
Fifth Why	Karena sistem material handling tidak dilengkapi teknologi sederhana yang mampu mengurangi aktivitas manual.	Karena fokus pemantauan efisiensi lebih diarahkan pada proses inti, bukan pada aktivitas pra produksi (preparation).	Karena belum ada inisiatif perbaikan untuk mengidentifikasi preparation sebagai sumber waste yang signifikan.

