

TUGAS AKHIR - TI4835

APLIKASI PENERAPAN LEAN MANUFACTURING UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI PRODUKSI CELL CAPSULE PADA PERUSAHAAN MANUFAKTUR FILTER ROKOK

EFAN ADITYA RAYA REFANDY

NRP 5010211042

Dosen Pembimbing

Putu Dana Karningsih, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.

NIP 197405081999032001

Program Studi Sarjana Teknik Industri

Departemen Teknik Sistem dan Industri

Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2025

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



TUGAS AKHIR - TI4835

APLIKASI PENERAPAN LEAN MANUFACTURING UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI PRODUKSI CELL CAPSULE PADA PERUSAHAAN MANUFAKTUR FILTER ROKOK

EFAN ADITYA RAYA REFANDY

NRP 5010211042

Dosen Pembimbing

Putu Dana Karningsih, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.

NIP 197405081999032001

Program Studi Teknik Industri

Departemen Teknik Sistem dan Industri

Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2025

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



FINAL PROJECT - TI4835

APPLICATION OF LEAN MANUFACTURING TO IMPROVE CELL CAPSULE PRODUCTION EFFICIENCY IN CIGARETTE FILTER MANUFACTURING COMPANIES

EFAN ADITYA RAYA REFANDY

NRP 5010211042

Advisor

Putu Dana Karningsih, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.

NIP 197405081999032001

Undergraduate Study Program of Industrial Engineering

Department of Industrial and Systems Engineering

Faculty of Industrial Technology and Systems Engineering

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2025

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LEMBAR PENGESAHAN

APLIKASI PENERAPAN LEAN MANUFACTURING UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI PRODUKSI CELL CAPSULE PADA PERUSAHAAN MANUFAKTUR FILTER ROKOK

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada

Program Studi Sarjana Teknik Industri

Departemen Teknik dan Sistem Industri

Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh : **EFAN ADITYA RAYA REFANDY**

NRP. 5010211042

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Putu Dana Karningsih S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.

Pembimbing

2. Arief Rahman, S.T, M.Sc.

Penguji 1

3. Prof. Ir. Moses Laksono Singgih., M.Sc., M.Reg.Sc., Ph.D., IPU

Penguji 2

Surabaya, Juli 2025



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama mahasiswa / NRP : Efan Aditya Raya Refandy / 5010211042
Program studi : Sarjana Teknik Industri
Dosen Pembimbing / : Putu Dana Karningsih S.T., M.Eng.Sc., Ph.D. /
NIP 197405081999032001

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul “Aplikasi Penerapan Lean Manufacturing Untuk Meningkatkan Efisiensi Produksi *Cell Capsule* Pada Perusahaan Manufaktur Filter Rokok” adalah hasil karya sendiri, bersifat orisinal, dan ditulis dengan mengikuti kaidah penulisan ilmiah.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Surabaya, 17 Juli 2025

Mengetahui
Dosen Pembimbing

Mahasiswa



Putu Dana Karningsih S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.
197405081999032001



Efan Aditya Raya Refandy
5010211042

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

APLIKASI PENERAPAN *LEAN MANUFACTURING* UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI PRODUKSI *CELL CAPSULE* PADA PERUSAHAAN MANUFAKTUR FILTER ROKOK

Nama : Efan Aditya Raya Refandy
NRP : 5010211042
Jurusan : Teknik Sistem dan Industri
Pembimbing : Putu Dana Karningsih, S.T., M.Eng.Sc.,Ph. D.

ABSTRAK

Perusahaan Manufaktur Filter Rokok di Indonesia menghadapi tantangan dalam menjaga efisiensi produksi akibat tingginya *Work In Process* (WIP) yang berdampak pada waktu tunggu dan *lead time*. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi dan mengurangi pemborosan (*waste*) dalam produksi *cell capsule* menggunakan pendekatan *Lean Manufacturing*. Metode yang digunakan meliputi *Value Stream Mapping* untuk pemetaan aliran produksi, *Process Activity Mapping* untuk klasifikasi aktivitas, *From-To Chart* untuk analisis perpindahan material, *Genba Shikumi* untuk identifikasi *waste* kritis serta 5 *Why's* untuk menemukan akar penyebab masalah. Hasil penelitian menunjukkan 96,38% *lead time* merupakan waktu menunggu pengiriman ke *customer*. Proses produksi didominasi aktivitas *necessary but non value added*, terdapat ketidakseimbangan waktu antar proses, dan indikasi *waste transportation* pada *material handling*. Rekomendasi perbaikan difokuskan pada menurunkan standar waktu kebijakan *buffer date*, menurunkan waktu *change order* dengan penerapan metode SMED, penyesuaian standar *counterslice* dengan kualitas *sparepart*, pengaturan tekanan angin kompresor, penerapan *Proportional–Integral–Derivative Control* pada *accelerator*, serta penguatan pengawasan SOP QC pada pergantian *shift*. Implementasi usulan ini diestimasikan dapat menurunkan total luas penggunaan lahan untuk WIP sebesar 8,96% dan mengurangi *lead time* item A sebesar 67,94% serta item D sebesar 56,8%.

Kata Kunci : *Lean Manufacturing, From to Chart, Work in Process, Filter Rokok*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

IMPLEMENTATION OF LEAN MANUFACTURING TO IMPROVE CELL CAPSULE PRODUCTION EFFICIENCY IN A CIGARETTE FILTER MANUFACTURING COMPANY

Name : Efan Aditya Raya Refandy
NRP : 5010211042
Departement : Teknik Sistem dan Industri
Supervisor : Putu Dana Karningsih, S.T., M.Eng.Sc., Ph. D.

ABSTRACT

Cigarette Filter Manufacturing Companies in Indonesia are challenged in maintaining production efficiency as the result of high Work In Process (WIP) which has an impact on waiting time and lead time. This research is intended to identify and reduce waste in cell capsule production using Lean Manufacturing approach. The methods used include Value Stream Mapping for production flow mapping, Process Activity Mapping for activity classification, From-To Chart for material movement analysis, Genba Shikumi for critical waste identification and 5 Why's to find the root cause of the problem. The results showed 96.38% of the lead time was the time waiting for delivery to the customer. The production process is dominated by necessary but non-value added activities, there is an imbalance of time between processes, and indications of waste transportation in material handling. Recommendations for improvement focused on decrease the standard buffer date policy time, decrease the change order time with the application of the SMED method, adjusting counterslice standards with spare parts quality, adjusting compressor wind pressure, implementing Proportional-Integral-Derivative Control on accelerators, and reinforcing QC SOP supervision at shift changes. The implementation of this recommendation is estimated to reduce the total land use area for WIP by 8,96% and reduce the lead time of item A by 67,94% and item D by 56,8%.

Kata Kunci : Lean Manufacturing, From to Chart, Work in Process, Cigarette Filter

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat, rezeki, dan hidayah-Nya yang tiada terhingga, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul: “Aplikasi Penerapan Lean Manufacturing untuk Meningkatkan Efisiensi Produksi Cell Capsule pada Perusahaan Manufaktur Filter Rokok”

Penyusunan tugas akhir ini dilakukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi strata satu (S-1) dan memperoleh gelar Sarjana Teknik Industri di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Selama proses penyusunan laporan ini, penulis mendapatkan banyak bimbingan, arahan, bantuan, serta motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Agus Samian dan Ibu Ninik Istilawati, orang tua tercinta, yang selalu memberikan doa, dukungan, kasih sayang, serta semangat yang tak pernah putus selama perjalanan studi ini.
2. Ibu Putu Dana Karningsih, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D., selaku dosen pembimbing tugas akhir, atas segala waktu, bimbingan, arahan, serta kesabaran dalam membimbing penulis hingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
3. Bapak Arief Rahman, S.T., M.Sc., dan Bapak Prof. Ir. Moses Laksono Singgih, M.Sc., M.Reg.Sc., Ph.D., IPU atas kesediaannya menjadi dosen penguji serta atas segala masukan dan koreksi yang sangat bermanfaat bagi perbaikan penelitian ini.
4. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen di Departemen Teknik Industri ITS, yang telah membagikan ilmu dan pengalaman berharga selama masa perkuliahan.
5. Bapak Putra, yang telah membantu menghubungkan penulis dengan pihak perusahaan sebagai objek penelitian.
6. Ibu Esfaning Salihat, selaku Manajer Continuous Improvement (CI), yang telah memberikan izin dan kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian di perusahaan terkait.
7. Bapak Setia Hidayat selaku Cell Leader Capsule, Ibu Nira Asfarina selaku Process Lead Cell Capsule, dan Bapak Anggi Sahat Martua selaku Planner Lead, yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikan data serta informasi yang diperlukan dalam penyusunan tugas akhir ini.
8. Sahabat “Rumah Ben”, yang telah menjadi teman seperjuangan selama masa kuliah, berbagi pengalaman, semangat, dan kebersamaan yang tak ternilai.
9. Keluarga besar SVARGANARA TI-37, yang telah berjuang bersama dan memberikan kenangan serta motivasi selama 4 tahun menempuh pendidikan di Teknik Industri ITS.
10. Seluruh pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah membantu dan mendukung penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan pada laporan Tugas Akhir ini sehingga saran dan kritik yang bersifat membangun dari semua pihak sangat diharapkan. Akhir kata, semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan menjadi referensi bagi pengembangan penelitian selanjutnya..

Surabaya, Juli 2025



Efan Aditya Raya Refandy

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	xi
KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI.....	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	5
1.5.1 Batasan	5
1.5.2 Asumsi.....	5
1.6 Sistematika Penulisan Laporan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Lean Manufacturing	7
2.1.1 Definisi lean manufacturing	7
2.1.2 Tipe aktivitas	8
2.1.3 Waste	8
2.2 <i>Work in Process</i> (WIP).....	10
2.3 <i>Operation Process Chart</i> (OPC)	10
2.4 <i>Value Stream Mapping</i> (VSM).....	12
2.5 <i>Process Activity Mapping</i> (PAM).....	13
2.6 <i>Genba Shikumi</i>	14
2.7 <i>From to Chart</i> (FTC).....	17
2.8 <i>Root Cause Analysis</i> (RCA)	18
2.9 Penelitian Terdahulu.....	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	21
3.1 Tahap Identifikasi <i>Waste</i>	22
3.1.1 Pemetaan aliran produksi Main Item menggunakan OPC.....	23
3.1.2 Pemetaan aliran produksi Main Item menggunakan VSM.....	23
3.1.3 Identifikasi layout cell capsule menggunakan FTC	23
3.1.4 Pemetaan aliran produksi Main Item menggunakan PAM.....	23

3.1.5	Identifikasi waste pada aktivitas proses produksi.....	23
3.2	Tahap Mencari <i>Waste</i> Kritis	23
3.3	Tahap Mencari Akar <i>Waste</i> Kritis	23
3.4	Tahap Penyusunan Rekomendasi Perbaikan	24
3.5	Tahap Kesimpulan dan Saran	24
BAB IV	PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....	25
4.1	<i>Operation Process Chart</i> (OPC)	25
4.2	<i>From to Chart</i> (FTC).....	28
4.2.1	Contoh Perhitungan FTC.....	30
4.2.2	Mono Capsule.....	31
4.2.3	Complex Capsule.....	33
4.3	<i>Value Stream Mapping</i> (VSM).....	37
4.4	<i>Process Activity Mapping</i> (PAM).....	39
4.4.1	Process Activity Mapping Item A.	39
4.4.2	Process Activity Mapping Item D	41
4.4.3	Rekapitulasi Jenis Aktivitas	44
4.5	Identifikasi <i>Waste</i>	45
BAB V	ANALISIS DAN REKOMENDASI PERBAIKAN	47
5.1	<i>Genba Shikumi</i>	47
5.1.1	Matriks Muda	47
5.1.2	Matriks Korelasi	48
5.1.3	Matriks Prioritas	49
5.1.4	Matriks Area	49
5.1.5	Prioritas Penyelesaian Pemborosan	50
5.2	<i>Root Cause Analysis</i> (RCA)	51
5.3	Rekomendasi Perbaikan	54
5.4	Evaluasi dan Implikasi Rekomendasi Perbaikan.....	58
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN.....	61
6.1	Kesimpulan.....	61
6.2	Saran	61
	DAFTAR PUSTAKA	63
	LAMPIRAN.....	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Flow process Item Mono dan Complex	1
Gambar 1. 2 Volume Produksi Filter Capsule Tahun 2024-2025	2
Gambar 1. 3 Pareto Chart Volume Item Capsule Tahun 2024	2
Gambar 1. 4 Denah Lokasi WIP Area Produksi Cell Capsule	3
Gambar 1. 5 Kondisi Area Cell Capsule dengan Jumlah WIP yang Tinggi.....	4
Gambar 2. 1 DOWNTIME Klasifikasi Waste	8
Gambar 2. 2 Simbol ASME untuk Penyusunan OPC.....	11
Gambar 2. 3 Contoh Value Stream Mapping pada Perusahaan Kopi.....	12
Gambar 2. 4 Simbol-Simbol VSM.....	13
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	21
Gambar 4. 1 OPC Mono Capsule	26
Gambar 4. 2 OPC Complex Capsule	28
Gambar 4. 3 Material Flow Produksi Main Item.....	29
Gambar 4. 4 Current State Mapping Item A.....	38
Gambar 4. 5 Current State Mapping Item D.....	39
Gambar 4. 6 Pareto Chart NNVA Item A.....	44
Gambar 4. 7 Pareto Chart NNVA Item D.....	45
Gambar 5. 1 Total Waktu <i>Downtime Main Item</i> Q1 2025.....	53
Gambar 5. 2 Rata-rata Waktu Change Order Main Item Q1 2025	53
Gambar 5. 3 Future State Mapping Item A.....	56
Gambar 5. 4 Future State Mapping Item D.....	56
Gambar 5. 5 Denah Eksisting Area Cell Capsule	57
Gambar 5. 6 Denah Area Cell Capsule Setelah Perbaikan	58

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Total Output Produksi Item Capsule.....	3
Tabel 2. 1 Process Activity Mapping pada PT. PAI untuk Produk X.....	14
Tabel 2. 2 Matriks Muda	15
Tabel 2. 3 Matriks Korelasi	15
Tabel 2. 4 Matriks Prioritas	16
Tabel 2. 5 Matriks Area.....	16
Tabel 2. 6 Frequency Chart Analysis Produk X.....	17
Tabel 2. 7 % From to Chart Produk X.....	17
Tabel 2. 8 Perhitungan Gerakan Forward dan Backward.....	18
Tabel 2. 9 Penelitian Terdahulu yang Terkait dengan Penelitian Ini.	19
Tabel 4. 1 Operasi Produksi Mono Capsule.....	25
Tabel 4. 2 Operasi Produksi <i>Complex Capsule</i>	27
Tabel 4. 3 Frequency Chart Analysis Item A	30
Tabel 4. 4 Perhitungan %Volume of Handling	30
Tabel 4. 5 From to Chart Item A	31
Tabel 4. 6 Perhitungan Gerakan Forward dan Backward Item A	31
Tabel 4. 7 Frequency Chart Analysis Item B	32
Tabel 4. 8 Frequency Chart Analysis Item C	32
Tabel 4. 9 From to Chart Item B	32
Tabel 4. 10 From to Chart Item C	33
Tabel 4. 11 Perhitungan Gerakan Forward dan Backward Item B.....	33
Tabel 4. 12 Perhitungan Gerakan Forward dan Backward Item C.....	33
Tabel 4. 13 <i>Frequency Chart Analysis Item D</i>	34
Tabel 4. 14 Frequency Chart Analysis Item E.....	34
Tabel 4. 15 From to Chart Item D	35
Tabel 4. 16 From to Chart Item E.....	36
Tabel 4. 17 Perhitungan Gerakan Forward dan Backward Item D	36
Tabel 4. 18 Perhitungan Gerakan Forward dan Backward Item E.....	37
Tabel 4. 19 Persentase Gerakan Forward dan Backward pada Area Cell Capsule	37
Tabel 4. 20 Process Activity Mapping Item A	40
Tabel 4. 21 Process Activity Mapping Item D	41
Tabel 4. 22 Persentase Jenis Aktivitas Produksi Item A dan D	44
Tabel 4. 23 Identifikasi Waste Aktivitas NVA.....	45
Tabel 4. 24 Identifikasi Waste Seluruh Aktivitas Produksi Item A dan D.....	46
Tabel 5. 1 Jenis Klasifikasi Waste.....	47
Tabel 5. 2 Matriks Muda	47
Tabel 5. 3 Jenis Pemborosan yang Teridentifikasi	48
Tabel 5. 4 Matriks Korelasi	48
Tabel 5. 5 Prioritas Perusahaan (KPI)	49
Tabel 5. 6 Matriks Prioritas	49
Tabel 5. 7 Area Objek Amatan.....	49
Tabel 5. 8 Matriks Area.....	50
Tabel 5. 9 Perhitungan Nilai AIV.....	50
Tabel 5. 10 Prioritas Penyelesaian Pemborosan.....	50
Tabel 5. 11 5 Why's Analysis	52
Tabel 5. 12 Kapasitas Untuk Main Item pada Bulan Januari – Maret 2025	54

Tabel 5. 13 Total kapasitas untuk cell capsule pada bulan Januari – Maret 2025.....	54
Tabel 5. 14 Rekapitulasi Rekomendasi Perbaikan	54
Tabel 5. 15 Data Historis Penerapan SMED untuk Change Order pada Perusahaan.....	55
Tabel 5. 16 Perbandingan Current State Mapping dan Future State Mapping.....	57
Tabel 5. 17 Rekapitulasi <i>Waste</i> , Akar Penyebab <i>Waste</i> dan Rekomendasi Perbaikan	58
Tabel 5. 18 Rekapitulasi Perbandingan Kondisi Eksisting dan Estimasi Perbaikan	59
Tabel 5. 19 Rekomendasi Perbaikan dan Implikasi Manajerial	59

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian dan sistematika penulisan yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini.

1.1 Latar Belakang

Industri manufaktur filter rokok dituntut untuk terus meningkatkan efisiensi proses produksinya untuk menghadapi tantangan kompetitif dan fluktuasi *demand*. Salah satu pendekatan yang relevan untuk menghadapi tantangan ini adalah *lean manufacturing*, yang menekankan pentingnya identifikasi dan eliminasi pemborosan (*waste*) dalam setiap aspek operasional. Minimnya pemborosan akan menunjang terciptanya proses produksi yang lebih efisien dan adaptif untuk menghadapi perubahan permintaan.

Perusahaan Manufaktur Filter Rokok merupakan salah satu produsen filter rokok di Indonesia yang memiliki peran dalam rantai pasok sektor industri tembakau. Dalam pengembangan filter rokok, perusahaan memiliki lebih dari 12.000 spesifikasi yang berbeda yang dapat dikelompokkan dalam 3 klasifikasi berbeda yakni *Mono White Filters*, *Complex White Filters* dan *Flavour Direct Spray*. Dengan adanya banyak spesifikasi produk yang berbeda perusahaan dapat memproduksi dalam jumlah yang banyak sehingga dapat dikategorikan sebagai *mass customization*. Gambar 1.1 menampilkan *flow process* untuk jenis item *Mono* dan *Complex*.

FLOW PROCESS MONO ITEM

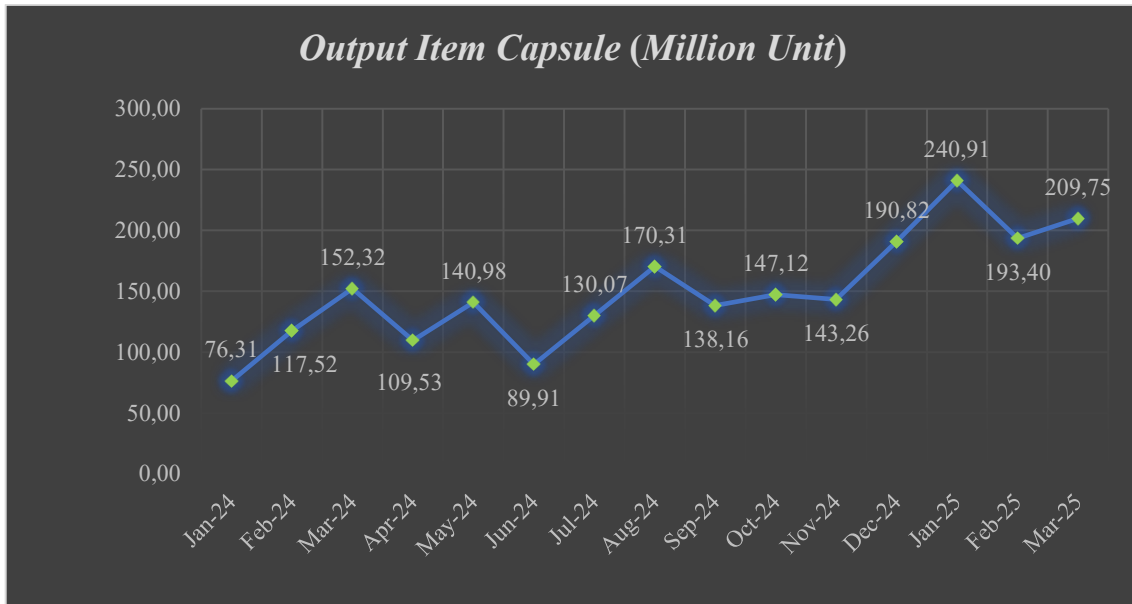


FLOW PROCESS COMPLEX ITEM



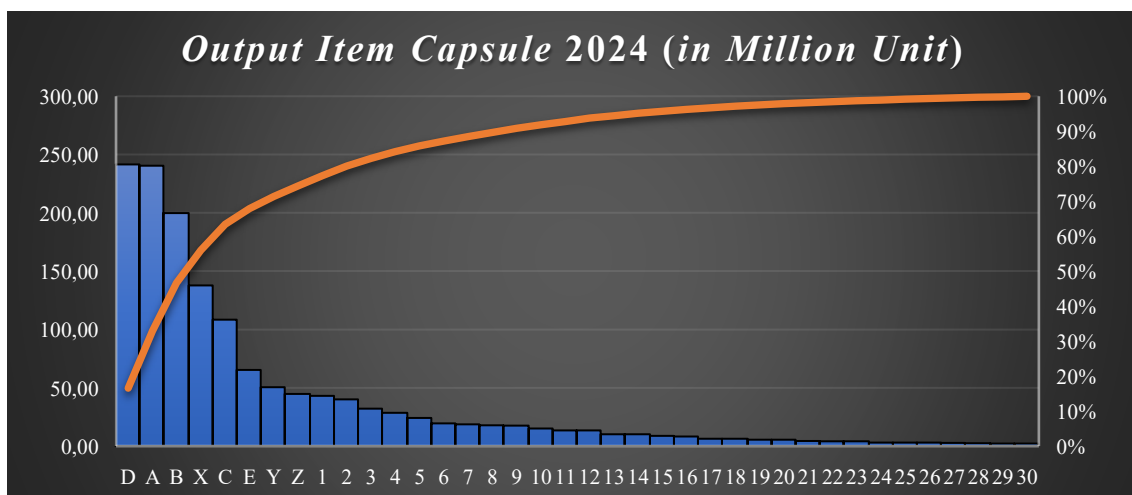
Gambar 1. 1 *Flow process Item Mono dan Complex*

Salah satu jenis filter rokok yang diproduksi pada perusahaan ini adalah filter kapsul. Perusahaan mengalami kenaikan *demand* pada filter kapsul yang dapat dilihat dari adanya tren kenaikan pada volume produksi pada Januari 2024 – Maret 2025 dengan kenaikan rata-rata 11,2% per bulan. Gambar 1.2 menampilkan grafik volume produksi filter kapsul dari Januari 2024 sampai Maret 2025.



Gambar 1. 2 Volume Produksi Filter *Capsule* Tahun 2024-2025

Pada Gambar 1.3 menampilkan *output* produksi per *item* kapsul pada tahun 2024. Menurut data perusahaan pada tahun 2024, menunjukkan bahwa *item* A, B, C, D, E, atau selanjutnya disebut *Main Item* merupakan *item* jenis kapsul yang memiliki volume produksi tertinggi, selain itu kelima *item* tersebut tergolong sebagai *item long runner* atau produk yang diproduksi dalam jangka panjang dikarenakan *demand* yang tinggi.



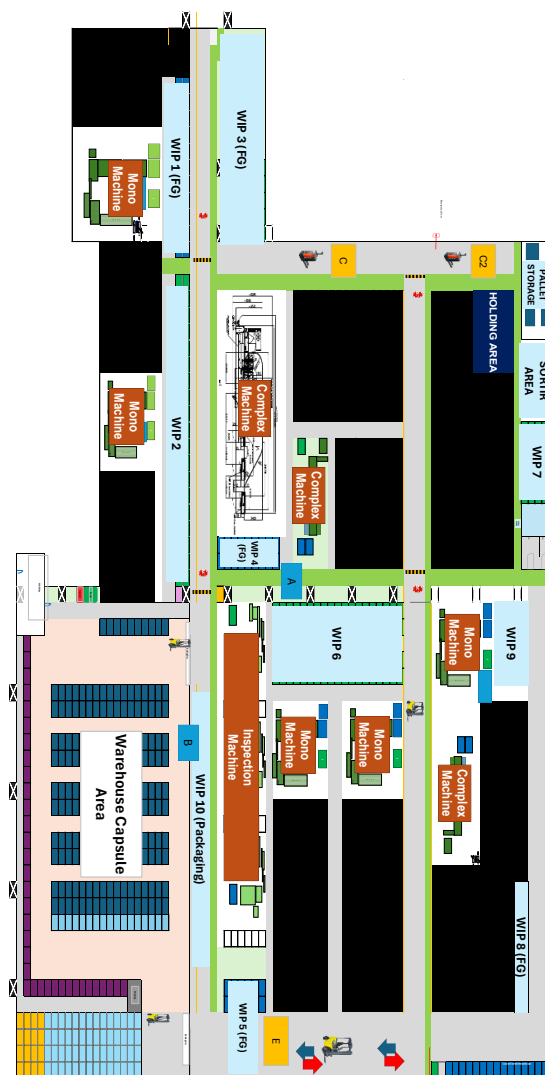
Gambar 1. 3 Pareto Chart Volume *Item Capsule* Tahun 2024

Dari Gambar 1.3 di atas diketahui bahwa *Item* D, A, B, X, C, dan E merupakan *item* dengan *output* produksi tertinggi pada tahun 2024. Selain itu lima *item* (A, B, C, D, E) yang disebut “*Main Item*” memiliki peran yang signifikan pada total produksi *item capsule* yakni sebesar 57,98% atau sejumlah 855,52 juta unit, sehingga menjadi fokus utama dalam penelitian ini. Tabel 1.1 menampilkan perbandingan volume produksi *Main Item* dengan *item* kapsul lainnya.

Tabel 1. 1 Total *Output Produksi Item Capsule*.

Type	Total O/P in Million Unit	%
Main Item	855,52	57,98%
Other Capsule Item	619,90	42,02%
Total	1475,42	100%

Selain itu, perusahaan dalam upaya meningkatkan efisiensi dihadapkan dengan adanya indikasi pemborosan berupa adanya *Work-in-Process* (WIP) yang tinggi pada area *cell capsule*. WIP tersebut tersebar di beberapa tempat seperti pada area *finish good* (FG), *raw material* (RM) pada tiap mesin, area *packaging* dan tempat lainnya. Gambar 1.4 menampilkan denah lokasi WIP yang ada pada area produksi *cell capsule*. Area berwarna hitam merupakan letak mesin yang tidak berkorelasi dengan penelitian ini.

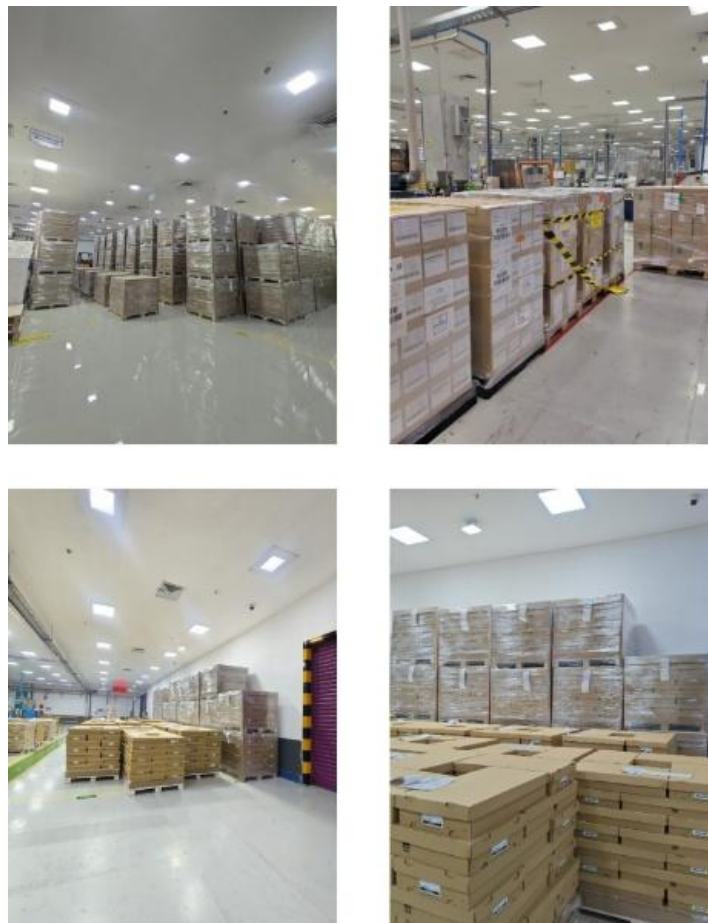


Gambar 1. 4 Denah Lokasi WIP Area Produksi *Cell Capsule*

Dari denah area *cell capsule* dapat diketahui bahwa lahan yang digunakan untuk meletakkan WIP ada di beberapa titik yang berbeda beda, hal ini dikarenakan WIP yang ada tidak hanya berupa produk jadi namun juga terdapat bahan baku untuk produksi. Kemudian

jumlah lahan yang dikonsumsi untuk area WIP memiliki total sebesar 650m² atau sebesar 64,74% dari luas area *cell capsule* selain untuk mesin dan *warehouse capsule area*.

Dalam konteks *lean manufacturing*, WIP yang berlebihan merupakan bentuk pemborosan yang harus diminimalkan karena tidak memberikan nilai tambah bagi proses, meningkatkan risiko keselamatan, memperlambat aliran material, serta menurunkan produktivitas secara keseluruhan. Menurut penelitian Shah & Ward (2007) salah satu tujuan penerapan *lean* adalah menghilangkan kapasitas berlebih (baik mesin maupun tenaga kerja) yang digunakan untuk menghadapi variabilitas dalam *supply*, proses dan *demand*. Dalam praktiknya, kapasitas berlebih ini sering menjadi penyebab terbentuknya WIP. Apabila tidak segera ditangani, kondisi ini dapat menurunkan efisiensi dan menghambat kelancaran proses produksi. Gambar 1.3 menampilkan kondisi di beberapa area *cell capsule* yang terjadi WIP.



Gambar 1. 5 Kondisi Area *Cell Capsule* dengan Jumlah WIP yang Tinggi

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis-jenis *waste* yang relevan yang terjadi pada area produksi *cell capsule*, terutama pada *Main Item*. Metode *Value Stream Mapping* (VSM) digunakan untuk memetakan dan menganalisis aliran proses produksi untuk mengidentifikasi potensi pemborosan. Pendekatan *Genba Shikumi* diterapkan untuk membantu menemukan *waste* kritis secara langsung di lapangan, sementara metode *Root Cause Analysis* (RCA) digunakan untuk menggali akar penyebab dari pemborosan yang ditemukan. Selain itu, metode *From-to Chart* (FTC) digunakan untuk mengevaluasi efektivitas tata letak fasilitas dalam mendukung aliran material yang efisien. Penelitian ini hanya mempertimbangkan kategori *waste* yang relevan dengan kondisi aktual di lapangan, berdasarkan klasifikasi *waste* menurut Gasper & Fontana (2011).

Melalui pendekatan tersebut, penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan rekomendasi yang tepat dan aplikatif untuk mengurangi WIP dan pemborosan lain yang terjadi,

sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas proses produksi filter kapsul di perusahaan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dibahas pada penelitian tugas akhir ini adalah bagaimana cara meminimalkan adanya pemborosan yang ada pada area *cell capsule* pada Perusahaan Manufaktur Filter Rokok dengan implementasi *Lean Manufacturing*.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah

1. Menganalisis *flow process* dari produk *capsule* dengan metode *value stream mapping*.
2. Identifikasi *waste* kritis pada proses produksi dengan metode *genba shikumi*.
3. Memberikan rekomendasi perbaikan untuk mengurangi WIP dan pemborosan lainnya pada area produksi *Main Item cell capsule*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah meningkatkan efisiensi pada Perusahaan Manufaktur Filter Rokok dengan berkurangnya pemborosan pada area *cell capsule* melalui rekomendasi perbaikan yang diusulkan.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai batasan dan asumsi yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini sebagai berikut.

1.5.1 Batasan

Batasan yang digunakan untuk penelitian tugas akhir ini sebagai berikut.

1. Jenis produk yang diamati adalah jenis produk dengan kode A, B, C, D dan E, yang selanjutnya akan disebut sebagai *Main Item*.
2. Identifikasi *waste* dalam penelitian ini dibatasi pada kategori yang relevan, hal ini ditentukan berdasarkan klasifikasi *waste* menurut Gaspersz & Fontana (2011) serta hasil observasi kondisi aktual di lapangan.

1.5.2 Asumsi

Asumsi yang digunakan untuk penelitian tugas akhir ini adalah tidak ada perubahan kebijakan terhadap area *cell capsule* selama penelitian.

1.6 Sistematika Penulisan Laporan

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai sistematika penulisan dalam laporan tugas akhir ini yang terdiri dari enam bab. Berikut merupakan penjelasan singkat dari masing-masing bab yang ada pada laporan tugas akhir ini.

BAB I Pendahuluan

Bab pendahuluan menjelaskan mengenai beberapa hal yang mendasari dilakukannya penelitian tugas akhir ini serta identifikasi masalah yang terjadi. Beberapa hal yang dimaksud meliputi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat yang didapatkan dari penelitian, ruang lingkup penelitian berupa batasan dan asumsi, serta sistematika penulisan laporan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Bab tinjauan pustaka menjelaskan mengenai dasar teori, konsep dan metode yang digunakan sebagai landasan pada penelitian tugas akhir ini. Tinjauan pustaka yang digunakan bersumber

dari berbagai literatur seperti jurnal, artikel, buku dan penelitian sebelumnya. Studi literatur yang dibahas yakni konsep *lean manufacturing*, klasifikasi *waste*, *operation process chart* (OPC), *value stream mapping* (VSM), *process activity mapping* (PAM), *genba shikumi*, dan *from-to-chart* (FTC).

BAB III Metodologi Penelitian

Bab metodologi penelitian menjelaskan mengenai alur atau tahapan proses pelaksanaan penelitian tugas akhir ini. Pada bab ini disajikan diagram alir serta deskripsi penjelasan alur metodologi penelitian untuk memudahkan dalam memahami urutan tahapan yang dibuat agar penelitian berjalan dengan terstruktur dan sistematis.

BAB IV Pengumpulan dan Pengolahan Data

Bab pengumpulan dan pengolahan data menjelaskan mengenai sistematika alur pengumpulan dan pengolahan data yang dibutuhkan pada penelitian tugas akhir ini. Pada bab ini, dijelaskan secara rinci mengenai semua metode yang digunakan dalam proses pengolahan data hingga diperoleh *output* yang sesuai dengan tujuan penelitian yang telah ditetapkan.

BAB V Analisis dan Rekomendasi Perbaikan

Bab analisis dan rekomendasi perbaikan menjelaskan mengenai analisis dari pengolahan data yang telah dilakukan pada bab sebelumnya. Kemudian, berdasarkan hasil analisis sebelumnya akan dilakukan penyusunan rekomendasi perbaikan untuk menyelesaikan permasalahan pada penelitian tugas akhir ini.

BAB VI Kesimpulan dan Saran

Pada bab kesimpulan dan saran menjelaskan mengenai kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian tugas akhir yang telah dilakukan, serta saran atau rekomendasi untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai landasan berpikir dan kerangka teoritis yang dipakai untuk menyelesaikan permasalahan pada penelitian tugas akhir ini. Adapun tinjauan pustaka yang digunakan di antaranya mengenai teori *Lean Manufacturing*, *Operation Process Chart* (OPC), *Value Stream Mapping* (VSM), *Process Activity Mapping* (PAM), *Genba Shikumi*, dan *From-to-Chart* (FTC). Tinjauan pustaka tersebut penting untuk menentukan prosedur, tindakan, analisis, dan sebagainya sehingga hasil dari penelitian tugas akhir ini dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

2.1 Lean Manufacturing

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai definisi dari *lean manufacturing*, tipe aktivitas, dan klasifikasi dari *waste*.

2.1.1 Definisi lean manufacturing

Lean adalah suatu konsep yang bertujuan untuk meningkatkan nilai (*value*) produk (barang atau jasa) dengan mengurangi pemborosan (*waste*) dalam proses produksi. Konsep *lean* pertama kali diperkenalkan oleh Toyota melalui *Toyota Production System* (TPS) yang berfokus pada mengeliminasi 7 jenis *waste* untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas produk (Morgan & Liker, 2006). Kemudian, seiring berjalan waktu definisi *lean* berkembang, menurut penelitian Bhamu & Sangwan (2014) definisi *lean* berbeda berdasarkan kategorinya seperti berikut.

1. *Lean* merupakan sebuah filosofi manajemen yang berfokus pada identifikasi dan eliminasi *waste* di sepanjang aliran nilai produk, tidak hanya dalam organisasi tetapi juga di sepanjang jaringan *supply chain* (Shah & Ward, 2007).
2. Sebuah perspektif baru yang berbeda dari *mass production* dan kerajinan dalam mendesain serta menerapkan teknik di rantai produksi atau *supply chain* untuk meningkatkan kinerja sistem produksi guna mencapai kepuasan pelanggan (Howell, 1999).
3. *Lean* merupakan proses perubahan dinamis yang disebabkan oleh serangkaian prinsip sistematis dan praktik terbaik dalam peningkatan berkelanjutan (*continuous improvement*). *Lean Manufacturing* merupakan kombinasi terbaik antara *mass production* dan keterampilan kerajinan (Womack et al., 2007).
4. *Lean manufacturing* merupakan sebuah program yang berfokus untuk meningkatkan efisiensi operasi (Hallgren & Olhager, 2009).
5. *Lean production* merupakan kondisi ideal manufaktur yang bertujuan untuk mengurangi *waste* secara *kontinu* dengan mengoptimalkan aliran proses (Seth & Gupta, 2005).
6. *Lean production* merupakan model produksi terintegrasi karena merupakan kombinasi dari alat, metode, dan strategi dalam pengembangan produk, manajemen rantai pasok, dan operasional produksi (Womack et al., 2007).

Kemudian, perkembangan konsep *lean* berubah menjadi *lean manufacturing* yang disebabkan karena konsep *lean* sering melekat pada kegiatan produksi (manufaktur). *Lean manufacture* merupakan pendekatan yang banyak diimplementasikan oleh

perusahaan di dunia, hal ini karena berfokus pada pengurangan *waste*, penurunan *cost*, meningkatkan *skill* karyawan dan memperpendek *lead time* (Karningsing et al., 2019).

Menurut Womack (2007) dalam konsep *lean* terdapat 5 prinsip utama yang harus ada, di antaranya adalah menentukan *value* yang diinginkan dari sudut pandang *customer*, identifikasi *value stream* dari produk (barang atau jasa) dan mengeliminasi *non value added activity*, membuat standarisasi untuk memastikan *flow process product* berjalan optimal, menerapkan sistem *pull demand* dari customer dan melakukan *continuous improvement* terhadap proses hingga kondisi sempurna tercapai.

2.1.2 Tipe aktivitas

Dalam sebuah proses produksi terdapat beberapa aktivitas yang harus dilakukan oleh pekerja untuk menghasilkan produk jadi yang akan disalurkan ke *customer*. Menurut Hines & Rich (1997) aktivitas dibedakan menjadi 3 tipe aktivitas sebagai berikut.

1. *Value-Adding (VA) Activity*, aktivitas yang memiliki nilai tambah terhadap sebuah produk atau jasa menurut sudut pandang *customer* (internal maupun eksternal *customer*). Tipe aktivitas ini harus dilakukan agar perusahaan tetap bertahan dalam bisnisnya.
2. *Non-Value Adding (NVA) Activity*, aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah terhadap sebuah produk atau jasa menurut sudut pandang *customer* (internal maupun eksternal *customer*). Tipe aktivitas ini merupakan *waste* dan harus dieliminasi.
3. *Necessary but Non-Value Adding (NNVA) Activity*, aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah terhadap sebuah produk atau jasa menurut sudut pandang *customer* (internal maupun eksternal *customer*). Namun, aktivitas ini tidak bisa dieliminasi karena tetap dibutuhkan dalam proses seperti inspeksi.

2.1.3 Waste

Dalam menciptakan alur proses yang efisien diperlukan pemahaman yang mendalam terhadap klasifikasi aktivitas yang dilakukan. Hal ini untuk menghindari adanya potensi terjadinya *waste* yang disebabkan oleh *non value added activity* dan *necessary but non value added activity*. Menurut Febrianty et al. (2022) *waste* merupakan segala hal yang tidak memberikan nilai tambah (*value added*) terhadap produk (barang atau jasa) dari perspektif *customer*. Gambar 2.1 menampilkan salah satu contoh klasifikasi *waste* yakni DOWNTIME.



Gambar 2. 1 **DOWNTIME** Klasifikasi *Waste*

Sumber: (George, 2010)

Terdapat beberapa sumber yang mengklasifikasikan jenis-jenis *waste* seperti pada penelitian Rawabdeh (2005) dijelaskan bahwa *waste* dikelompokkan menjadi 7 tipe yakni *Defect, Overproduction, Waiting, Transportation, Inventory, Motion, Overprocessing*. Selanjutnya menurut Febrianty (2022) mengelompokkan *waste* ke dalam 8 tipe yakni *Defect, Overproduction, Waiting, Non-utilized Employee Knowledge Skill and Ability, Transportation, Inventory, Motion, Overprocessing*. Namun, dalam penelitian terbaru mengenai klasifikasi *waste* menyebutkan bahwa terdapat 9 tipe *waste* yang biasa disingkat menjadi E-DOWNTIME (Gaspersz & Fontana, 2011). Sembilan jenis *waste* tersebut adalah sebagai berikut.

1. *Enviroment, Health, and Safety (EHS)*
Pemborosan jenis ini merupakan *waste* yang disebabkan oleh kelalaian dalam mematuhi peraturan atau prosedur dari Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) perusahaan. Hal ini dapat mengakibatkan pengeluaran berupa biaya, tenaga dan waktu dikarenakan tipe *waste* ini dapat menyebabkan kecelakaan kerja.
2. *Defect*
Pemborosan jenis ini merupakan *waste* yang disebabkan oleh kesalahan dalam standar operasional pekerjaan (SOP) atau masalah dalam kualitas *raw material*, produk jadi. Hal ini dapat mengakibatkan bertambahnya *lead time* pengerjaan karena adanya perbaikan pada proses atau material.
3. *Overproduction*
Pemborosan jenis ini merupakan *waste* yang disebabkan oleh terlalu banyak barang yang diproduksi dibandingkan dengan jumlah yang dibutuhkan atau terlalu awal dari jadwal yang sudah ditentukan. Hal ini dapat dipengaruhi oleh rendahnya aliran informasi mengenai penjadwalan produksi, jumlah produk jadi dan kondisi *inventory* yang ada di perusahaan. Akibat dari pemborosan ini adalah tercipta *buffer* yang berlebihan.
4. *Waiting*
Pemborosan jenis ini merupakan *waste* yang disebabkan oleh waktu yang dihabiskan oleh pekerja tanpa melakukan *value added activity* atau bisa disebut pekerja (mesin/karyawan) dalam keadaan *idle* (menunggu). Hal ini dapat mengakibatkan kerugian pada biaya dan pemborosan waktu karena tidak ada kegiatan produktif yang dilakukan.
5. *Non-utilized Employee Skill and Ability*
Pemborosan jenis ini merupakan *waste* yang disebabkan oleh kurang optimalnya pemanfaatan sumber daya manusia terhadap bidang pekerjaan. Hal ini dapat terjadi ketika pekerja tidak memiliki *skill* atau *overqualified* terhadap bidang pekerjaan yang sedang dilakukan. Pemborosan ini dapat mengakibatkan pengeluaran biaya yang tidak sesuai dengan kebutuhan *skill* pada bidang pekerjaannya.
6. *Transportation*
Pemborosan jenis ini merupakan *waste* yang disebabkan oleh perpindahan pekerja, informasi, material dan produk jadi. Hal ini dapat mengakibatkan kerugian berupa panjangnya *lead time* dari produk.
7. *Inventory*
Pemborosan jenis ini merupakan *waste* yang disebabkan oleh penyimpanan yang melebihi kapasitas seharusnya dan aliran informasi yang lambat terkait produk jadi pada *inventory*. Hal ini dapat mengakibatkan kerugian berupa kenaikan biaya penyimpanan dan kualitas pada produk jadi.

8. *Motion*

Pemborosan jenis ini merupakan *waste* yang disebabkan oleh kesalahan dalam penyusunan *layout facility* terutama pada *workstation*. Hal ini dapat mengakibatkan kurang efisien dan ergonomis dalam melakukan pekerjaan.

9. *Excess Processing*

Pemborosan jenis ini merupakan *waste* yang disebabkan oleh kesalahan dalam prosedur kerja, penggunaan alat dan sistem kerja yang mengakibatkan kesalahan dalam produk jadi ataupun proses yang lebih panjang daripada seharusnya. Hal ini dapat mengakibatkan bertambahnya waktu yang diperlukan untuk pekerjaan yang mempengaruhi *lead time* dari produk.

2.2 *Work in Process (WIP)*

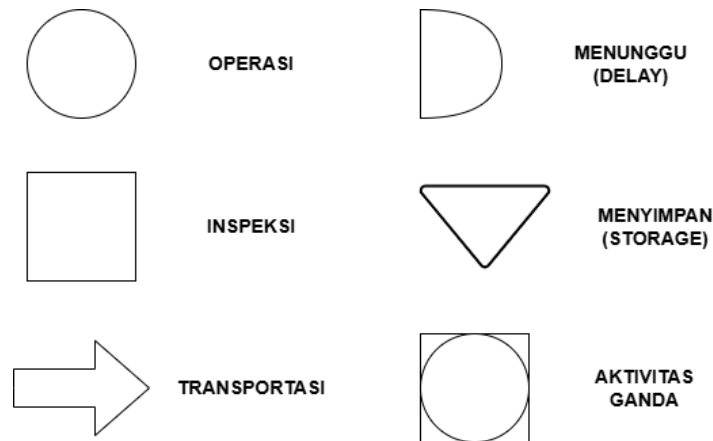
Work in Process (WIP) merupakan tipe *inventory* yang telah memasuki proses manufaktur dan dianggap bukan sebagai *raw material* maupun produk jadi (Hemalatha et al., 2021). Pengelolaan WIP yang efektif dapat berdampak pada meningkatnya likuiditas, arus kas, layanan pelanggan dan mengurangi risiko bisnis. Menurut Hemalatha (2021) terdapat beberapa faktor mengapa mengelola WIP menjadi sangat penting, di antaranya.

1. Efisiensi Operasional: Pengurangan WIP membantu meningkatkan arus kas, mengurangi *cycle time*, dan meningkatkan efisiensi produksi.
2. Perencanaan yang Akurat: *Forecasting* yang akurat dapat mengurangi menjaga ukuran *buffer* agar aliran produksi dapat berjalan kontinu tanpa *overstocking*.
3. Manajemen Kapasitas: Penambahan mesin atau optimalisasi tenaga kerja dapat menjadi solusi terakhir untuk mengurangi WIP dengan menjaga agar kapasitas sesuai dengan permintaan.
4. Meningkatkan Profit: Efisiensi dalam pengelolaan WIP berdampak pada meningkatnya profit karena tidak ada produk yang mengalami *buffer*.

Terdapat pendekatan yang digunakan untuk menentukan *waste* dan *inefficient process* pada lini produksi yang berdampak pada sistem kecepatan pengiriman, kualitas proses, biaya dan moral (Hemalatha et al., 2021). Menetapkan batasan WIP penting untuk mengidentifikasi proses yang tidak efisien, mengurangi *idle time* dan *production cost*, meningkatkan fokus dan disiplin dalam produksi. Menurut Hemalatha (2021) untuk mengurangi WIP dapat dilakukan dengan menerapkan *Lean Manufacturing* dengan mengeliminasi *non value added activity* seperti overproduksi, *inventory* berlebih, waktu tunggu, *unnecessary motion*, transportasi berlebih, pengerjaan ulang dan *overprocessing*.

2.3 *Operation Process Chart (OPC)*

Operation Process Chart merupakan sebuah visualisasi dari rangkaian proses pekerjaan atau peta kerja yang menggambarkan urutan pekerjaan ke dalam beberapa bagian yang digambarkan dengan elemen-elemen operasi secara detail (Wignjosoebroto, 2009). Urutan operasi kerja harus digambarkan secara sistematis dan jelas sehingga dapat terlihat semua proses dari awal (*raw material*) sampai menjadi produk jadi (*finish good*). Elemen-elemen yang digunakan pada peta kerja digambarkan dalam simbol ASME (*American Society of Mechanical Engineers*). Gambar 2.2 menampilkan contoh simbol yang digunakan dalam menyusun OPC.



Gambar 2. 2 Simbol ASME untuk Penyusunan OPC

Sumber: (Wignjosoebroto, 2009)

Simbol-simbol di atas memiliki menunjukkan proses operasi (*operation*), inspeksi (*check*), transportasi (*transport*), menunggu (*delay*), dan penyimpanan (*storage*). Berikut penjelasan mengenai simbol-simbol tersebut.

1. Operasi

Proses operasi kerja merupakan proses yang menyebabkan suatu material berubah baik secara fisik maupun kimia, hal ini tidak terlepas dengan proses *assembly* dan *disassembly*. Proses seperti menerima informasi, menyusun perencanaan dan melakukan analisa juga termasuk ke dalam proses operasi kerja, secara umum proses kerja dibedakan menjadi dua proses yakni *material process chart* (menggunakan mesin) dan *man process chart* (manual). Contoh memotong kayu dari bentuk gelondong menjadi bentuk papan panjang.

2. Inspeksi

Proses inspeksi atau biasa dikenal dengan *quality checking* (QC) merupakan kegiatan pemeriksaan suatu objek untuk memastikan apakah sudah sesuai dengan standar yang ditentukan. Proses ini dapat berupa memeriksa kualitas menggunakan alat, mesin atau hanya membandingkan secara langsung dengan objek yang serupa dalam kegiatan yang sama. Contohnya melakukan inspeksi pada produk jadi setelah selesai dari proses produksi.

3. Transportasi

Proses transportasi ini merupakan aktivitas perpindahan material dari *workstation* satu ke *workstation* lainnya. Hal ini bisa terjadi apabila fasilitas kerja yang diamati bergerak atau berpindah tempat untuk melakukan proses selanjutnya. Contohnya memindahkan *raw material* dari *warehouse* ke dalam area produksi.

4. Menunggu

Proses ini merupakan aktivitas *non value added* yang harus dieliminasi, hal ini karena dalam proses ini hanya terjadi kondisi *idle* pada material, pekerja, maupun peralatan. Aktivitas ini biasanya berlangsung sementara sampai pada akhirnya material, pekerja maupun peralatan dibutuhkan untuk proses selanjutnya. Contohnya saat terjadi mesin *breakdown* dan para pekerja, material dan alat akan berhenti untuk sementara waktu.

5. Menyimpan

Proses ini merupakan aktivitas penyimpanan dari material baik itu barang mentah (*raw material*), setengah jadi (WIP), maupun produk jadi (*finish good*). Proses penyimpanan ini biasanya membutuhkan waktu yang relatif lama dan simbol ini juga menyatakan bahwa objek akan disimpan, untuk memindahkan objek membutuhkan perizinan agar dapat menuju proses selanjutnya. Oleh karena itu yang membedakan

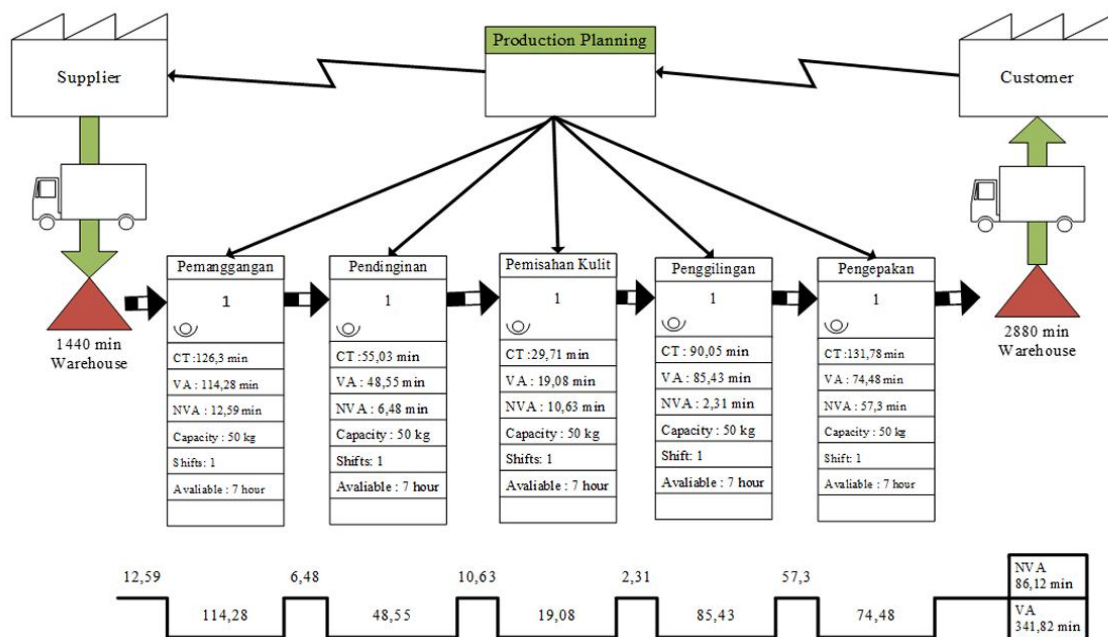
antara penyimpanan (*storage*) dan menunggu (*waiting*) adalah ada tidaknya perizinan agar objek dapat beroperasi lagi. Contohnya adalah produk jadi disimpan ke dalam gudang sampai menunggu jadwal pengiriman selanjutnya.

6. Aktivitas Ganda

Proses ini merupakan kegiatan-kegiatan yang dilakukan secara bersamaan dalam satu *workstation* oleh operator yang sama. Operasi seperti ini biasanya dilakukan untuk meningkatkan efisiensi namun juga dapat menjadi potensi *waste* apabila tidak diperhatikan dalam pelaksanaannya. Contohnya adalah aktivitas inspeksi dan *wrapping* dalam satu mesin yang sama.

2.4 Value Stream Mapping (VSM)

Value Stream Mapping (VSM) merupakan sebuah *tools* yang digunakan untuk memetakan suatu proses secara keseluruhan dari tahap awal hingga akhir beserta aliran nilai (*value stream*) yang ada pada perusahaan (Hines & Rich, 1997). *Tools* ini juga dikenal sebagai “peta aliran nilai” yang sering digunakan untuk mengidentifikasi dan mengurangi *waste*, memetakan aliran material dan informasi dari hulu ke hilir, sehingga dapat menciptakan peluang *improvement* untuk meningkatkan efisiensi dari sebuah proses. Gambar 2.3 menampilkan contoh dari *value stream mapping*.



Gambar 2. 3 Contoh Value Stream Mapping pada Perusahaan Kopi

Sumber: (Madinah et al., 2023)

Selanjutnya pada Gambar 2.4 menampilkan beberapa simbol yang digunakan pada *tools* VSM untuk membantu menggambarkan diagram alir dari suatu proses.

Customer or Supplier	Dedicated Process Box	Shared Process Box	Inventory WIP	Electronic Information	Manual Information
Load Levelling	Truck Shipment	Supermarket	Production Kanban	Withdrawal Kanban	Signal Kanban
FIFO Lane	Material Push	Physical Material Pull	Kanban Post	Buffer	Safety Inventory
Computer Assisted	Timeline Total	Operator	Sequenced Pull Ball	Kaizen Burst	Push Arrow

Gambar 2. 4 Simbol-Simbol VSM

Sumber: (Kurnia, 2023)

Menurut Hines & Taylor (2000) terdapat beberapa tahapan dalam penyusunan VSM di antaranya sebagai berikut.

1. **Identifikasi Produk**
Pada tahap ini akan dilakukan penentuan terhadap produk atau kelompok produk (*product family*) yang akan diamati, produk yang dipilih difokuskan pada produk dengan alur proses yang kompleks, memiliki volume produksi tinggi, dan dampak strategis terhadap bisnis perusahaan.
2. **Current State Mapping**
Melakukan pemetaan aliran material dan informasi dari awal (*supplier*) sampai akhir (*customer*) untuk mengetahui semua informasi yang dibutuhkan seperti *lead time*, *cycle time*, *inventory* sebagai indikator untuk identifikasi *waste*.
3. **Identifikasi Peluang Improvement**
Melakukan analisis terhadap *current state mapping* untuk mengetahui *waste* yang terjadi pada proses terkini. Analisis ini dapat berupa menemukan *waste*, adanya *bottleneck* pada aliran, dan terjadinya gap antara kinerja aktual dan target.
4. **Future State Mapping**
Merancang pemetaan aliran material dan informasi yang ideal dengan menghilangkan *waste* yang terjadi pada proses terkini, hal ini dapat dilakukan dengan mengeliminasi *waste*, menerapkan sistem *pull demand* dan sebagainya.
5. **Action Plan**
Melakukan perencanaan untuk perbaikan pada proses terkini dengan menyusun *kaizen burst* untuk mencapai *future state mapping*. Selain itu juga harus dilakukan uji coba *improvement* dan memantau efektivitasnya serta melakukan pembaruan terhadap VSM.

2.5 Process Activity Mapping (PAM)

Process Activity Mapping (PAM) merupakan *tools* yang digunakan untuk memetakan sebuah proses secara detail dari setiap aktivitas yang dilakukan. Penyusunan PAM dapat mengidentifikasi *value added* dan *waste* yang ada dalam setiap proses, selain itu dibutuhkan

data-data seperti jenis aktivitas (VA, NNVA atau NVA), jenis *waste*, waktu yang dibutuhkan, dan jarak yang ditempuh. Tabel 2.1 menampilkan contoh dari pemetaan aktivitas yang dilakukan dengan *tools* PAM.

Tabel 2. 1 *Process Activity Mapping* pada PT. PAI untuk Produk X

No	Aktivitas	Waktu Proses (Detik)	Aktivitas					Kategori
			O	T	I	D	S	
1	Mengantar bahan baku	576		576				NNVA
2	Memasang material ke dalam mesin <i>cutting</i>	930				930		NNVA
3	Proses <i>cutting</i>	1259	1259					VA
4	Memindahkan hasil <i>cutting</i> ke <i>factory 2</i> dan vendor untuk 2nd <i>process</i>	648		648				NNVA
5	Mengambil <i>Vamp & Tongue Bottom</i>	107		107				NNVA
6	Proses <i>Cekpo</i>	1178	1178					VA
7	Mengantar hasil ke mesin Zig zag	43		43				NNVA

Sumber: (Zulfikar & Rachman, 2020)

Keterangan:

O : *Operation*

T : *Transportation*

I : *Inspection*

S : *Storage*

D : *Delay*

Menurut Hines & Rich (1997) terdapat lima tahapan pendekatan untuk penyusunan PAM sebagai berikut.

1. Mengidentifikasi dan menganalisis aliran proses produk.
2. Identifikasi *waste*.
3. Melakukan analisis mengenai keputusan penataan proses yang diatur ulang dalam urutan yang lebih efisien.
4. Melakukan analisis mengenai keputusan penataan *facility layout* yang diatur ulang menyesuaikan alur proses produksi yang lebih efisien.
5. Mempertimbangkan eliminasi pekerjaan yang sulit dan hanya mengutamakan yang benar-benar penting saja.

2.6 *Genba Shikumi*

Genba Shikumi merupakan sebuah metodologi berbasis *lean manufacturing* sekaligus istilah yang berasal dari bahasa jepang yang memiliki arti *genba* (nyata) dan *shikumi* (sistematis) untuk mengidentifikasi dan memprioritaskan *waste* dalam proses produksi. Metode ini berkembang dari filosofi jepang lainnya yakni *kaizen* yang berfokus pada observasi langsung di lokasi produksi (*gemba*). Teknik ini digunakan untuk menganalisis area kritis yang memiliki banyak *waste* sehingga usulan perbaikan dapat difokuskan pada area tersebut. Menurut Dotoli *et al.* (2015) terdapat 4 pilar utama dari metode *genba shikumi* yakni matriks *muda*, matriks

korelasi, matriks prioritas, dan matriks area. Berikut penjelasan dari masing-masing matriks tersebut.

1. Matriks *Muda*

Matriks ini mengklasifikasikan setiap *waste* yang terjadi dengan penyebabnya. Tabel 2.2 menampilkan contoh matriks *muda* dan perhitungannya.

Tabel 2. 2 Matriks *Muda*

No	Observed Problems (p)	Jenis Waste (w)									MV
		w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	w8	w9	
1	p1	1			1						2
2	p2			1							1
...											0
x	px								1		1

Sumber: (Dotoli et al., 2015)

Perhitungan matriks di atas ditentukan oleh nilai MV dengan rumus sebagai berikut.

$$MV_i = \sum_{j=1}^w m_{ij} \text{ di mana } i=1, \dots, p. \quad (2.1)$$

Keterangan:

p = permasalahan (*problem*)

w = jenis waste (E-DOWNTIME)

mij = bilangan biner (0,1)

2. Matriks Korelasi

Matriks ini menghubungkan antar masalah untuk mengidentifikasi keterkaitan tiap masalah dengan masalah lainnya. Tabel 2.3 menampilkan contoh matriks korelasi dan perhitungannya.

Tabel 2. 3 Matriks Korelasi

No	Observed Problems	Observed Problems									CV
		p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7		px	
1	p1	1			1						2
2	p2			1							1
...											0
x	px								1		1

Sumber: (Dotoli et al., 2015)

Perhitungan matriks di atas ditentukan oleh nilai CV dengan rumus sebagai berikut.

$$CV_i = \sum_{j=1}^p c_{ij} \text{ di mana } i=1, \dots, p. \quad (2.2)$$

Keterangan:

p = permasalahan (*problem*)

cij = bilangan biner (0,1)

3. Matriks Prioritas

Matriks ini mengidentifikasi hubungan antara setiap masalah dengan indikator kinerja yang ada di perusahaan. Tabel 2.4 menampilkan contoh matriks prioritas dan perhitungannya.

Tabel 2. 4 Matriks Prioritas

No	Observed Problems (p)	Indikator Kinerja (k)									PV
		k1	k2	k3	k4	k5	k6	k7		kx	
1	p1	1			1						2
2	p2			1							1
...											0
x	px								1		1

Sumber: (Dotoli et al., 2015)

Perhitungan matriks di atas ditentukan oleh nilai PV dengan rumus sebagai berikut.

$$PV_i = \sum_{j=1}^k p_{ij} \text{ di mana } i=1, \dots, p. \quad \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan:

k = indikator kinerja yang dipilih

p_{ij} = bilangan biner (0,1)

Menurut Dotoli et al. (2015) setelah mendapatkan nilai dari matriks *muda*, matriks korelasi, dan matriks prioritas maka dilanjutkan dengan perhitungan nilai kepentingan mutlak yang didapatkan dari perhitungan sebagai berikut.

$$AIV = MV + CV + PV \quad \dots\dots\dots (2.4)$$

4. Matriks Area

Matriks ini mengidentifikasi hubungan antara masalah dengan area sehingga dapat menemukan area kritis yang paling bermasalah. Tabel 2.5 menampilkan contoh matriks area dan perhitungannya.

Tabel 2. 5 Matriks Area

No	Observed Problems (p)	Jenis Area (a)									PV
		a1	a2	a3	a4	a5	a6	a7		ak	
1	p1	1			1						2
2	p2			1							1
...											0
x	px								1		1

Sumber: (Dotoli et al., 2015)

Perhitungan matriks di atas ditentukan oleh nilai AV dengan rumus sebagai berikut.

$$AV_i = \sum_{j=1}^p a_{ij} \text{ di mana } i=1, \dots, p. \quad \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan:

a = area

a_{ij} = bilangan biner (0,1)

2.7 From to Chart (FTC)

Travel Chart atau lebih dikenal dengan *From to Chart* (FTC) merupakan sebuah metode yang digunakan untuk perencanaan *facility layout* dan pemindahan material dalam suatu proses produksi (Wignjosoebroto, 2009). Hal ini dapat digunakan untuk evaluasi tata letak fasilitas yang sudah ada untuk menentukan tingkat efisiensi pergerakan dengan mengukur indikator gerakan *forward* dan *backward*. Gerakan *forward* merupakan pergerakan material dari titik awal menuju titik tujuan yang mengacu pada urutan proses pembentukan dengan perpindahan yang efisien, sedangkan gerakan *backward* merupakan pergerakan material dari titik awal menuju titik akhir namun perpindahannya bolak balik sehingga dianggap tidak efisien.

Sebelum menghitung total jarak untuk gerakan *forward* dan *backward* perlu dihitung jarak yang ditempuh untuk berpindah dari satu area ke area lainnya. Selain itu, perlu adanya perhitungan *volume of handling* yang diperoleh dari % *capacity*, jumlah atau berat yang dipindahkan, jumlah kontainer yang digunakan dan ukuran kuantitatif lainnya (Wignjosoebroto, 2009). Tabel 2.6 menampilkan contoh perhitungan volume material yang dipindahkan dan aliran pemindahannya.

Tabel 2. 6 Frequency Chart Analysis Produk X

Frequency Chart Analysis				Route		
Product	Dimensi (cm)	Volume of Handling (pallet)	% Volume of Handling	From	To	Distance (m)
X	120x110x20	10	9,66%	A	B	80
				A	D	140
				B	C	168
				C	A	198
				C	D	227
				Total		813

Sumber: (Wignjosoebroto, 2009)

Kemudian untuk perhitungan analisis *forward* dan *backward* perlu dihitung jarak tempuh antar proses pada fasilitas dengan tabel %volume material yang dipindahkan antar departemen (Wignjosoebroto, 2009). Tabel 2.7 menampilkan contoh perhitungan %volume material.

Tabel 2. 7 % From to Chart Produk X

FROM	A	B	C	D
TO	A	B	C	D
A			19,13	
B	7,73			
C		16,23		
D	13,53		21,93	

Sumber: (Wignjosoebroto, 2009)

Setelah dilakukan perhitungan pada tabel %volume material yang dipindahkan maka nilai dari gerakan *forward* dan *backward* dapat dihitung melalui jumlah angka di bawah diagonal merupakan gerakan *forward* dan jumlah angka di atas diagonal merupakan gerakan *backward*. Tabel 2.8 menampilkan contoh tabel perhitungan *forward* dan *backward*.

Tabel 2. 8 Perhitungan Gerakan *Forward* dan *Backward*

Volume Aliran Diagonal Produk X				
<i>FORWARD</i>		<i>Distance Coefficient</i>	<i>BACKWARD</i>	
<i>Distance from Diagonal</i>	<i>Movement</i>		<i>Movement</i>	<i>Distance from Diagonal</i>
45,89	45,89	1	0,00	0,00
0,00	0,00	2	38,26	19,13
13,53	40,58	3	0,00	0,00
	86,47	124,73	38,26	
	69%		31%	

Sumber: (Wignjosuebrotto, 2009)

Dari total gerakan *forward* dan *backward* di atas dapat menjadi acuan mengenai efisiensi dari sebuah *facility layout*, dengan indikator semakin besar nilai *forward* semakin efisien aliran material yang terjadi selama proses produksi dan begitu sebaliknya.

2.8 Root Cause Analysis (RCA)

Root Cause Analysis (RCA) merupakan sebuah *tools* yang digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab dari sebuah masalah sistematis sehingga dapat ditemukan faktor-faktor penyebab dari sebuah masalah dan dapat menentukan tindakan korektif untuk memperbaiki masalah tersebut (Adyatama & Handayanti, 2018). Manfaat lain yang didapatkan dalam penerapan RCA adalah mencegah terjadinya kesalahan yang sama dan solusi yang dihasilkan efektif karena dapat menjawab akar penyebab permasalahan.

Salah satu metode RCA adalah *5-why analysis* yang merupakan hasil penemuan dari Sakichi Toyoda atau pendiri dari Toyota Motor Corporation (Budianto & Suryadi, 2025). Penerapan *5-why analysis* adalah dengan menyusun pertanyaan sebanyak 5 kali atau sampai akar permasalahan ditemukan, hal ini dapat memudahkan identifikasi karena jawaban dari pertanyaan satu akan mengarah kepada pertanyaan lainnya. Menurut Wegwood (2016) mekanisme identifikasi penyebab permasalahan sebanyak 5 kali sebagai berikut.

1. *Why ke-1: Symptom*
2. *Why ke-2: Excuse*
3. *Why ke-3: Blame*
4. *Why ke-4: Cause*
5. *Why ke-5: Root Cause*

2.9 Penelitian Terdahulu

Berikut merupakan penelitian terdahulu yang menjadi acuan atau referensi untuk pengerjaan penelitian tugas akhir ini. Penelitian-penelitian yang menjadi rujukan merupakan penelitian yang membahas seputar konsep *lean manufacturing*, penerapan *lean tools* seperti VSM, PAM, OPC, WIP, FTC, RCA dan *Genba Shikumi* yang dapat membantu dalam menentukan langkah-langkah sistematis untuk penyusunan penelitian. Tabel 2.9 menampilkan beberapa penelitian terdahulu yang menjadi referensi.

Tabel 2. 9 Penelitian Terdahulu yang Terkait dengan Penelitian Ini.

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Permasalahan	Metode	Hasil Penelitian
1	Hines & Taylor (2000)	<i>Going lean: a guide to implementation</i>	Kegagalan implementasi <i>lean</i> akibat kurangnya panduan terstruktur.	Kerangka 6 tahap: persiapan, identifikasi, perencanaan, <i>action</i> , <i>review</i> , standarisasi.	Efisiensi produksi meningkat 25-40% pada studi kasus di 12 perusahaan.
2	Seth & Gupta (2005)	<i>Application of value stream mapping for lean operations and cycle time reduction: an Indian case study</i>	Tingginya <i>cycle time</i> dan <i>non value added activity</i> di lini produksi komponen otomotif India.	<i>Value Stream Mapping</i> (VSM) untuk memetakan aliran material/informasi dan mengidentifikasi <i>waste</i> .	Waktu siklus turun 28% (14,5 hari → 10,4 hari). Aktivitas <i>non value added</i> berkurang 40%.
3	Morgan & Liker (2006)	<i>The Toyota product development system: integrating people, process, and technology</i>	Adanya ketidakselarasan antara proses, SDM, dan teknologi dalam pengembangan produk.	Integrasi <i>lean principles</i> ke dalam alur kerja pengembangan produk.	Waktu <i>time-to-market</i> berkurang 30%, biaya R&D turun 15%.
4	Dotoli <i>et al.</i> (2015)	<i>An integrated approach for warehouse analysis and optimization: A case study</i>	Inefisiensi gudang: jarak perpindahan material tinggi dan akurasi inventaris rendah (82%).	Simulasi komputer (<i>discrete-event simulation</i>) dengan prinsip <i>lean warehousing</i> .	Biaya logistik turun 20%, akurasi <i>inventory</i> naik ke 92%.
5	Zulfikar & Rachman (2020)	Penerapan <i>Value Stream Mapping</i> dan <i>Process Activity Mapping</i> Untuk Identifikasi dan Minimasi 7 <i>Waste</i> Pada Proses Produksi Sepatu X di PT. PAI	Pemborosan material (12%) dan <i>cycle time</i> yang panjang pada produksi sepatu di PT. PAI.	Kombinasi VSM dan <i>Process Activity Mapping</i> (PAM) untuk analisis alur proses.	<i>Cycle time</i> turun 22% (8,2 jam → 6,4 jam/unit). Pemborosan material berkurang ke 9,6%.

Tabel 2. 9 Penelitian Terdahulu yang Terkait dengan Penelitian Ini.

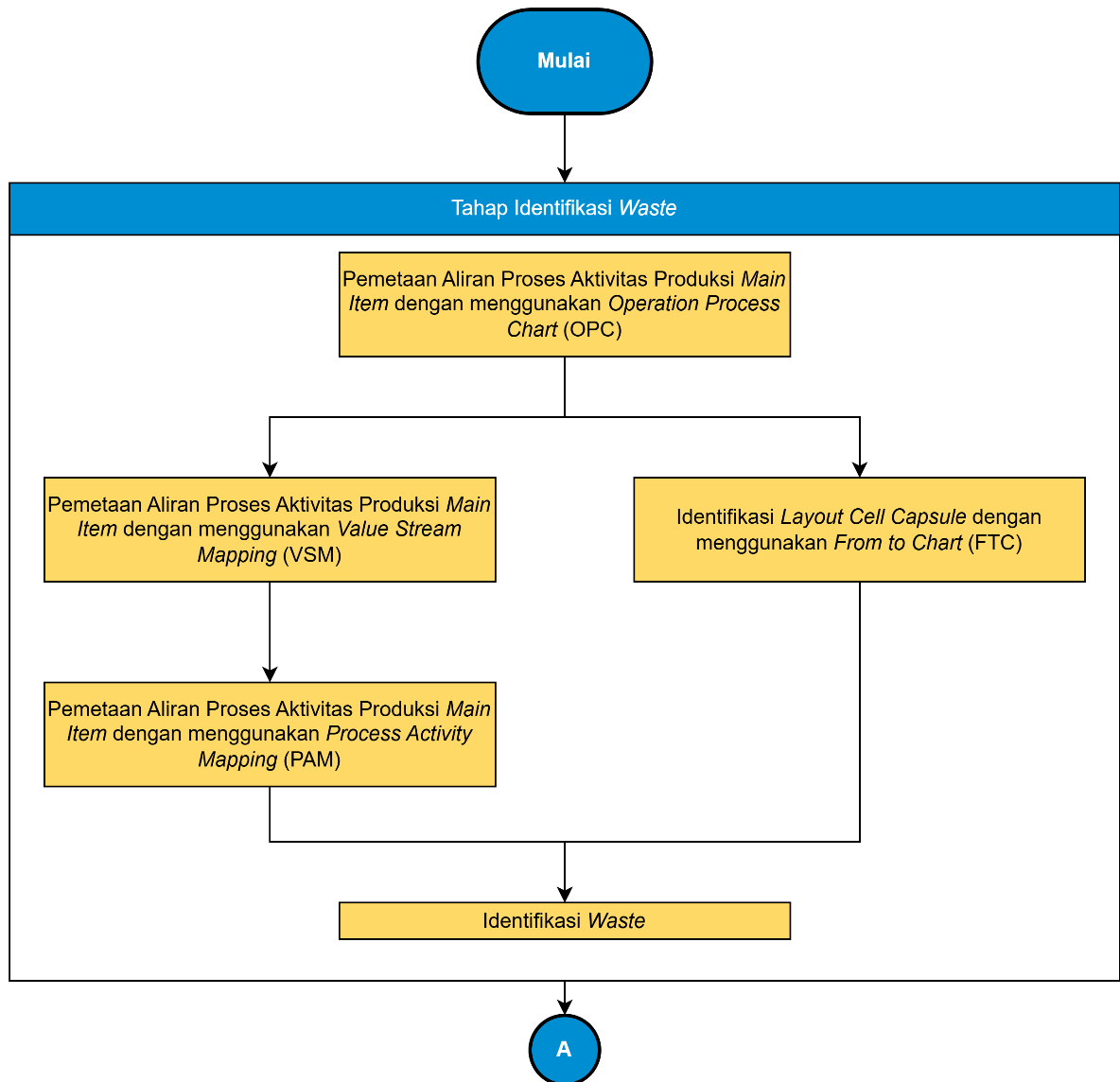
No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Permasalahan	Metode	Hasil Penelitian
6	Hemalatha <i>et al.</i> (2021)	<i>Lean and agile manufacturing for work-in-process (WIP) control</i>	WIP tinggi dan kualitas produksi komponen <i>boiler</i>	<i>Lean-Agile Hybrid</i>	Pengurangan WIP sebesar 30% dan waktu produksi dari 2786,46 jam menjadi 2000 jam
7	Febrianty <i>et al.</i> (2022)	Identifikasi Jenis Pemborosan yang Terjadi pada PT.PQR dengan Menggunakan Metode 8 <i>Waste</i>	Dominasi <i>defects</i> (28%) dan <i>overproduction</i> (17%) di lini produksi elektronik.	Observasi langsung dan analisis 7 <i>waste</i> berdasarkan kriteria TPS.	Total <i>waste</i> berkurang 40% melalui intervensi <i>kaizen</i> (5S, <i>standardized work</i>).
8	Madina <i>et al.</i> (2023)	Analisis <i>Lean Supply Chain</i> Menggunakan <i>Value Stream Mapping</i> Pada Kopi Dua Gunung	<i>Bottleneck</i> dalam rantai pasok kopi (panjang <i>lead time</i> distribusi: 30 hari).	VSM untuk memetakan rantai pasok dari petani ke konsumen.	<i>Lead time</i> distribusi turun 18% (24,6 hari). Efisiensi rantai pasok meningkat 25%.
9	Budianto & Suryadi (2025)	Analisis Penyebab Terjadinya <i>Overcapacity</i> Pada Gudang Menggunakan Metode <i>Root Cause Analysis</i> (RCA) di PT. XYZ.	<i>Overcapacity inventory</i> di gudang PT. XYZ	RCA & FTA	Optimasi <i>inventory</i> mengurangi kelebihan stok sebesar 40%

Sumber: Dokumen Pribadi

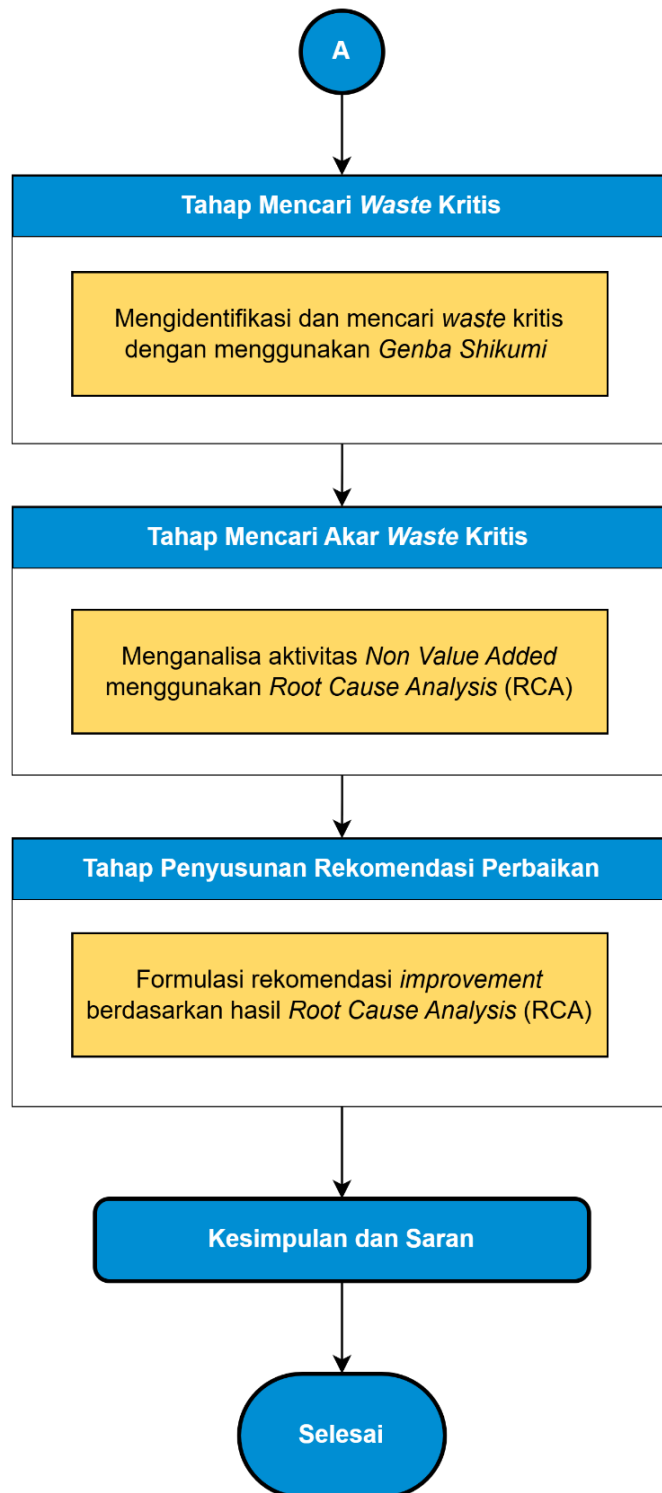
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai alur atau tahapan proses pelaksanaan penelitian yang harus dilakukan oleh Peneliti, sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan terstruktur terarah dan sistematis. Adapun tahapan yang dilakukan digambarkan dalam bentuk *flowchart* penelitian yang ditampilkan pada Gambar 3.1 dengan penjelasan detail untuk setiap tahapannya.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian (Lanjutan)

3.1 Tahap Identifikasi *Waste*

Dalam tahap ini berisi penjelasan mengenai langkah-langkah yang dilakukan untuk mengidentifikasi *waste* yang ada pada Perusahaan Manufaktur Filter Rokok, dimulai dari pemetaan aliran proses aktivitas produksi *Main Item* dengan menggunakan OPC, VSM dan PAM. Kemudian dilanjutkan dengan melakukan identifikasi *waste* yang ada pada proses produksi *Main Item* di Perusahaan Manufaktur Filter Rokok.

3.1.1 Pemetaan aliran produksi Main Item menggunakan OPC

Peneliti membuat alur produksi dari produk filter kapsul menggunakan *Operation Process Chart* (OPC) yang didapatkan dari pengumpulan informasi di perusahaan. OPC digunakan untuk menggambarkan urutan berjalannya material dalam proses produksi dengan simbol ASME untuk digunakan pada VSM dan FTC.

3.1.2 Pemetaan aliran produksi Main Item menggunakan VSM

Peneliti menyusun *Value Stream Mapping* (VSM) untuk menggambarkan aliran informasi dan aliran material dengan simbol-simbol VSM dengan *output* produksi 1 *pallet*. Dari penyusunan VSM ini dapat diketahui waktu tiap proses dan *value added time* pada proses produksi, namun VSM tidak dapat mengidentifikasi potensi *waste* pada *material handling* oleh karena itu secara paralel dilakukan identifikasi menggunakan FTC.

3.1.3 Identifikasi layout cell capsule menggunakan FTC

Peneliti mengidentifikasi *facility layout* dari area *cell capsule* untuk mengetahui aliran material dan jarak yang ditempuh selama proses produksi menggunakan perhitungan *From-to-Chart* (FTC). Hal ini untuk mengidentifikasi *waste* pada *material handling* sehingga dapat menghitung efisiensi pergerakan material melalui nilai *backward* dan *forward*.

3.1.4 Pemetaan aliran produksi Main Item menggunakan PAM

Peneliti mengidentifikasi semua kegiatan yang dilakukan selama proses produksi, kemudian bersama dengan ahli dari pihak perusahaan mengelompokkan semua kegiatan produksi ke dalam *value added* (VA) *activity*, *necessary but non value added* (NNVA) *activity*, dan *non value added* (NVA) *activity*. Dari hasil pengelompokan ini Peneliti dapat mengidentifikasi potensi *waste* melalui aktivitas yang dilakukan menggunakan *Process Activity Mapping* (PAM).

3.1.5 Identifikasi waste pada aktivitas proses produksi

Peneliti bersama dengan ahli dari pihak perusahaan mengelompokkan jenis pemborosan yang teridentifikasi pada PAM ke dalam kategori yang relevan berdasarkan klasifikasi *waste* menurut (Gaspersz & Fontana, 2011), hal ini akan digunakan untuk mengetahui pemborosan apa saja yang terjadi selama proses produksi. Selain itu juga ada hasil identifikasi *waste* dari FTC sebagai evaluasi *facility layout*.

3.2 Tahap Mencari Waste Kritis

Dalam tahap ini Peneliti menggunakan *Genba Shikumi* untuk menghitung pembobotan *waste* yang teridentifikasi ke dalam matriks *muda* sesuai dengan klasifikasi 9 *waste*. Kemudian dilanjutkan untuk melakukan pembobotan pada matriks korelasi untuk menilai korelasi antar *waste* yang teridentifikasi, selanjutnya penyusunan matriks prioritas menghubungkan *waste* yang terjadi dengan matriks kinerja dari perusahaan seperti indikator kinerja. Dari semua pembobotan sebelumnya dilakukan pembobotan akhir pada matriks mutlak.

3.3 Tahap Mencari Akar Waste Kritis

Dalam tahap ini Peneliti menganalisis hasil perhitungan dari matriks mutlak yang menunjukkan beberapa *waste* kritis yang teridentifikasi berdasarkan pembobotan, selain itu Peneliti juga mendapatkan hasil evaluasi dari *facility layout area cell capsule*. Dari kedua hal

tersebut Peneliti mengidentifikasi akar masalah menggunakan *Root Cause Analysis* (RCA) untuk dilakukan perbaikan.

3.4 Tahap Penyusunan Rekomendasi Perbaikan

Peneliti menentukan rekomendasi perbaikan melalui studi literatur untuk menentukan metode yang paling tepat untuk melakukan perbaikan dan kemudian juga berdiskusi dengan pihak perusahaan untuk mendapatkan *feedback* dari pendekatan pengurangan *waste*.

3.5 Tahap Kesimpulan dan Saran

Dalam tahap ini berisi kesimpulan yang menjawab tujuan dari penelitian tugas akhir yang ditetapkan di awal. Selain itu juga terdapat saran yang berisi perbaikan-perbaikan yang diajukan Peneliti untuk perusahaan dan penelitian selanjutnya, tahap ini merupakan tahap akhir dalam laporan tugas akhir ini.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai pengumpulan dan pengolahan data terkait dengan penelitian ini untuk identifikasi *waste* seperti *Operation Process Chart* (OPC), *Value Stream Mapping* (VSM), *From to Chart* (FTC), dan *Process Activity Mapping* (PAM).

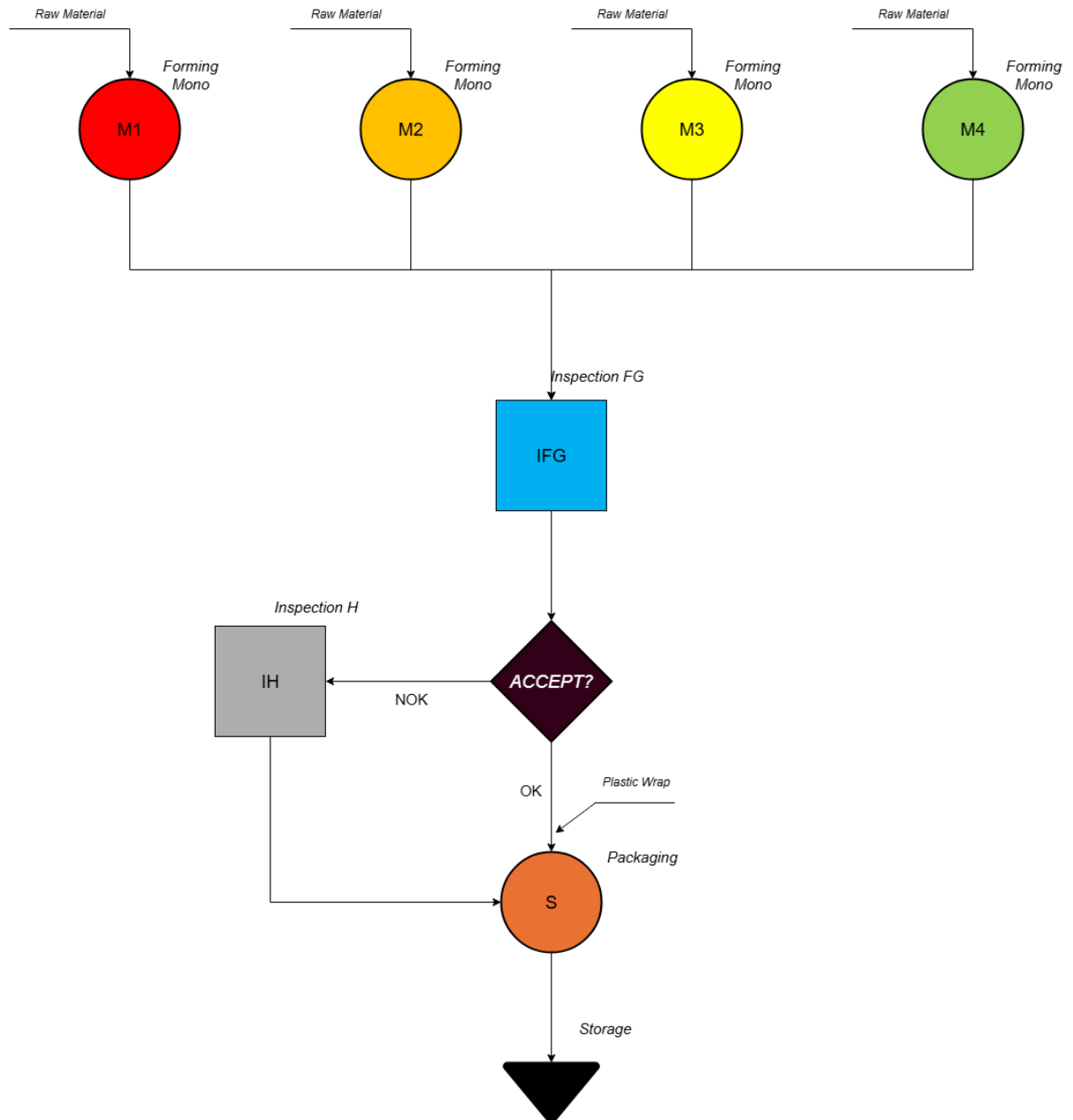
4.1 *Operation Process Chart* (OPC)

Proses produksi untuk *Main Item* dikelompokkan menjadi dua *product family* yakni *Mono Capsule* dan *Complex Capsule*. *Product family* merupakan sekelompok produk yang memiliki karakteristik, fitur atau proses produksi yang sama. Dalam konteks penelitian ini di mana objek yang diamati adalah *Main Item* yang terdiri dari *item* A, B, C, D, dan E untuk produk A, B, dan C merupakan *Mono Capsule* dan produk D dan E merupakan *Complex Capsule*. Tabel 4.1 menampilkan operasi proses produksi *Mono Capsule* yang terdiri dari *forming mono*, *inspection finish good* (FG), dan *packaging*.

Tabel 4. 1 Operasi Produksi *Mono Capsule*

No	Sub Component	Method	Machine	Code
1	Raw Material	Forming Mono	CAPSULE	M1
2	Raw Material	Forming Mono	CAPSULE	M2
3	Raw Material	Forming Mono	CAPSULE	M3
4	Raw Material	Forming Mono	CAPSULE	M4
5	Mono Capsule	Inspection FG	Human	IFG
6	Mono Capsule (hold)	Inspection H	Human	IH
7	Mono Capsule (FG), Plastic Wrap	Packaging	WRAPPING	S

Proses *forming mono* mengolah *raw material* pada 4 mesin dengan kode M1, M2, M3, dan M4. Kemudian setelah jadi *finish good* (FG) dilakukan *inspection* FG oleh *inspector* dari pihak *quality control* (QC). Dalam prosesnya apabila FG tidak lulus inspeksi maka akan ditahan (*hold*) dan dilakukan inspeksi lebih lanjut oleh pihak lab QC dan dilanjutkan untuk proses *packaging*. Namun ketika FG lulus inspeksi maka akan langsung dilanjutkan proses *packaging* menggunakan *plastic wrap* dan disimpan di *warehouse* (WH). Pada Gambar 4.1 digambarkan OPC dari proses produksi *Mono Capsule*.



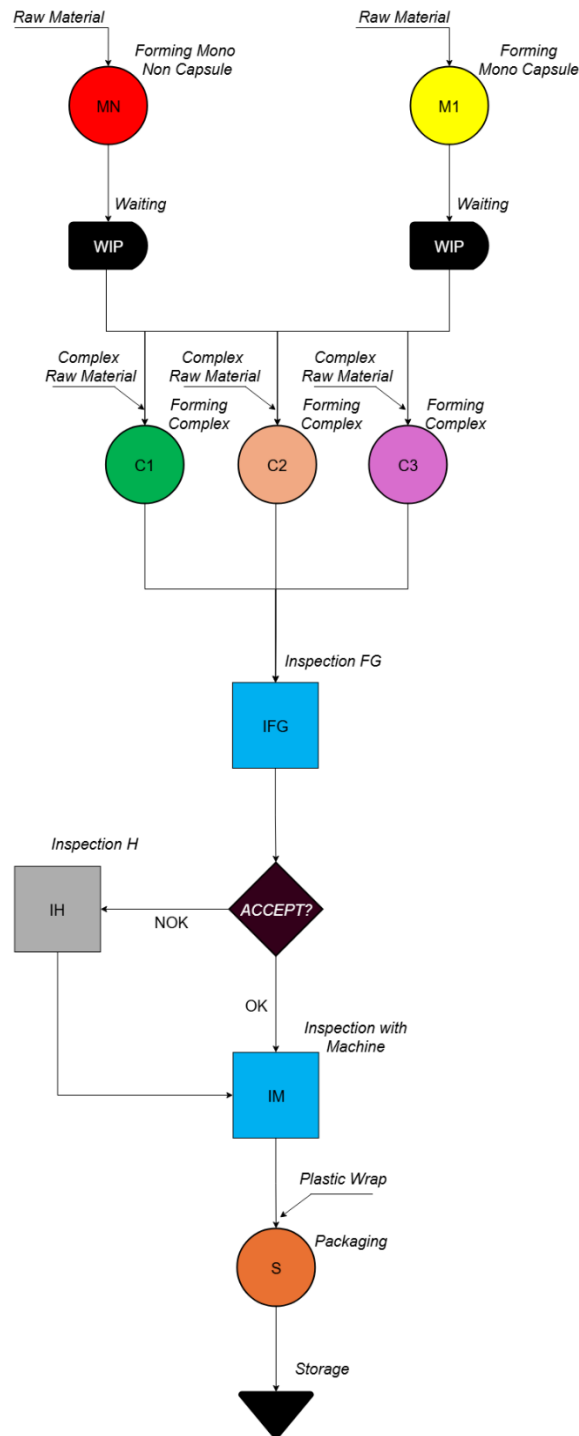
Gambar 4. 1 OPC Mono Capsule

Selanjutnya pada Tabel 4.2 menampilkan operasi produksi *Complex Capsule Item* yang terdiri dari *forming mono*, *forming complex*, *inspection FG*, *inspection machine*, dan *packaging*.

Tabel 4. 2 Operasi Produksi *Complex Capsule*

No	Sub Component	Method	Machine	Code
1	Raw Material	Forming Mono	MONO	MN
2	Raw Material	Forming Mono	CAPSULE	M1
3	Raw Material, Mono Capsule	Forming Complex	COMPLEX	C1
4	Raw Material, Mono Capsule	Forming Complex	COMPLEX	C2
5	Raw Material, Mono Capsule	Forming Complex	COMPLEX	C3
6	Complex Capsule	Inspection FG	Human	IFG
7	Complex Capsule (QC)	Inspection with Machine	Inspection Machine	IM
8	Complex Capsule (hold)	Inspection H	Human	IH
9	Complex Capsule (FG), Plastic Wrap	Packaging	WRAPPING	S

Proses *forming mono* mengolah *raw material* pada 2 mesin dengan kode MN1 untuk *item non capsule* dan M1 untuk *item capsule*. Kemudian setelah melalui proses *forming mono* produk akan dipindah sementara ke area *Work in Process Capsule* (WPC) sebagai *buffer stock* untuk proses *forming complex*. Selanjutnya pada proses *forming complex* produk *buffer stock* sebelumnya dikombinasi dengan *raw material* diproses pada mesin C1, C2, dan C3 dengan output *finish good* (FG) *complex capsule*. Setelah jadi FG dilakukan *inspection FG* oleh *inspector* dari pihak *quality control* (QC). Dalam prosesnya apabila FG tidak lulus inspeksi maka akan ditahan (*hold*) dan dilakukan inspeksi lebih lanjut oleh pihak lab QC dan dilanjutkan untuk proses *inspection machine* pada mesin dengan kode IM. Namun ketika FG lulus inspeksi maka akan langsung dilanjutkan proses *inspection machine*. Setelah dilakukan *inspection machine* untuk FG, dilanjut dengan melakukan proses *packaging* menggunakan *plastic wrap* dan disimpan di *warehouse* (WH). Pada Gambar 4.2 digambarkan OPC dari proses produksi *Complex Capsule*.

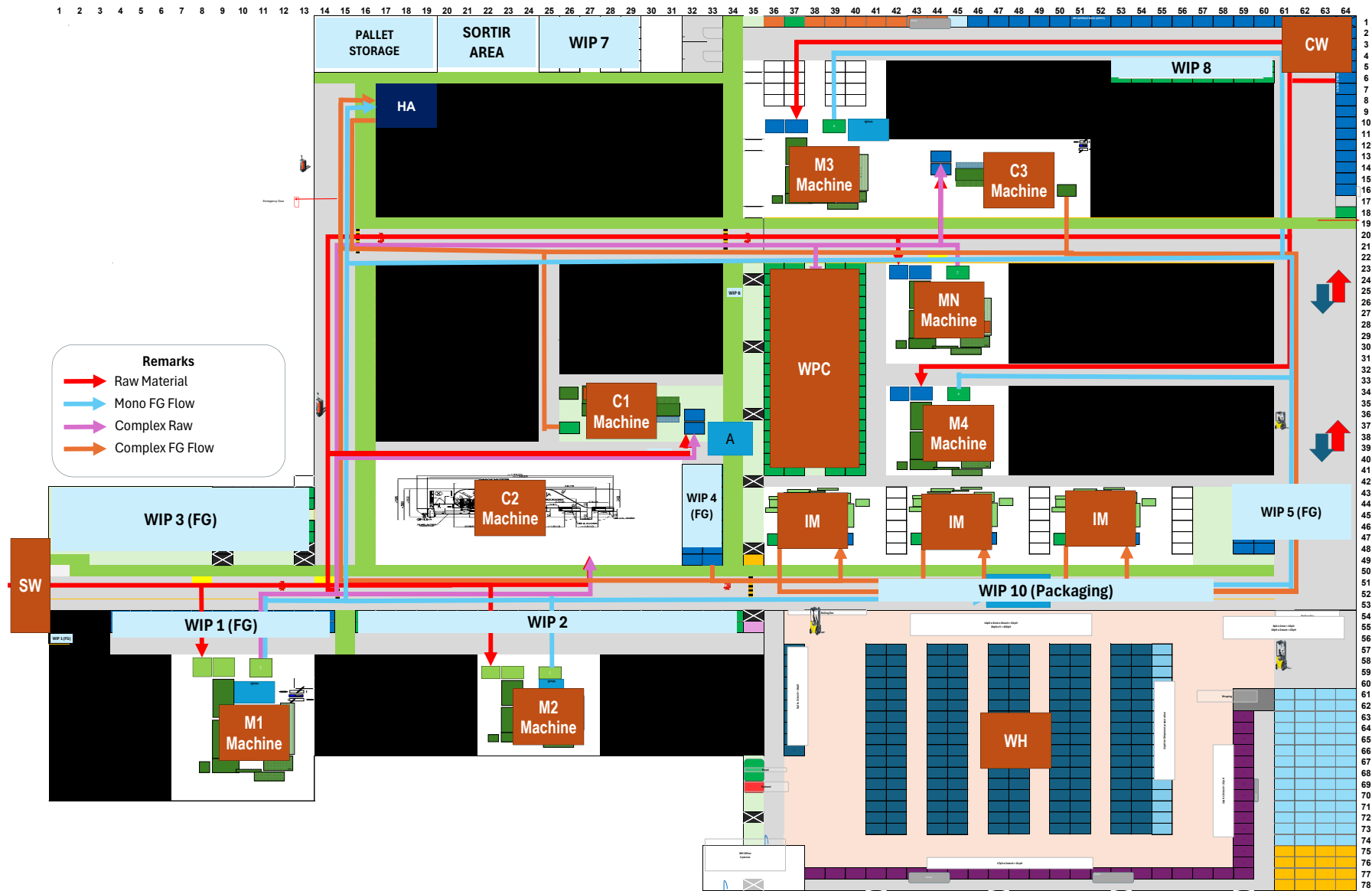


Gambar 4. 2 OPC Complex Capsule

Dari Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 yang menggambarkan proses produksi *Main Item* akan membantu dalam penyusunan VSM dan FTC.

4.2 From to Chart (FTC)

Dari hasil penyusunan OPC dapat diketahui perpindahan material atau yang sering disebut dengan *material handling* dari satu operasi ke operasi lainnya pada proses produksi *Main Item*. Gambar 4.3 menampilkan *material flow* produksi *Main Item* di area *cell capsule* pada Perusahaan Manufaktur Filter Rokok. Area berwarna hitam merupakan letak mesin yang tidak berkorelasi dengan penelitian ini.



Gambar 4. 3 Material Flow Produksi Main Item

Dari Gambar 4.3 yang menampilkan *material flow* pada proses produksi *Main Item* yang dibagi ke dalam dua *product family* yakni *Mono Capsule* dan *Complex Capsule* untuk menyusun *From to Chart* (FTC). Pada perhitungan FTC menggunakan skema dengan produk akan mengalami tidak lulus *inspection finish good* (FG) sehingga harus dikirim ke *Holding Area* (HA) untuk dilakukan inspeksi lebih lanjut, kemudian dilanjutkan untuk dilakukan *packaging*. Skema ini digunakan agar peneliti dapat mengkaji dengan jarak maksimal yang ditempuh dari produk.

4.2.1 Contoh Perhitungan FTC

Untuk perhitungan FTC pada penelitian ini akan menggunakan produk A sebagai contoh perhitungan yang dimulai dengan menghitung *frequency chart analysis* dengan menggunakan *demand* yang ada pada bulan Januari 2025. Selanjutnya dihitung jarak antar tempat yang digunakan dalam proses produksi *item* A. Kemudian dilakukan perhitungan *%volume of handling* yang berasal dari *demand* produk dibagi dengan jumlah *demand* dari *Main Item*. Tabel 4.3 menampilkan *Frequency Chart Analysis* dari *item* A.

Tabel 4.3 *Frequency Chart Analysis Item A*

<i>Frequency Chart Analysis</i>				<i>Route</i>		
<i>Product</i>	<i>Dimensi (m)</i>	<i>Volume of Handling (pallet)</i>	<i>% Volume of Handling</i>	<i>From</i>	<i>To</i>	<i>Distance (m)</i>
A	1,1 x 1,1	16	15,09%	SW	M1	140
				SW	M4	244
				CW	M1	98
				CW	M4	38
				M1	HA	57
				M4	HA	98
				HA	WH	78
				Total		753

Kemudian pada Tabel 4.4 menampilkan contoh perhitungan *%volume of handling* dari data *demand* pada bulan Januari 2025 yang akan digunakan sebagai acuan dalam perhitungan FTC nantinya.

Tabel 4.4 Perhitungan *%Volume of Handling*

<i>Item Code</i>	<i>Demand Januari 2025</i>	<i>%</i>
A	16	15,09%
B	16	15,09%
C	12	11,32%
D	32	30,19%
E	30	28,30%
Total	106	100%

Dari perhitungan *%volume of handling* tersebut kita dapat menghitung FTC dengan mengalikan *%volume of handling* dengan jarak antar tempat. Tabel 4.5 menampilkan contoh perhitungan FTC menggunakan *item* A.

Tabel 4. 5 *From to Chart Item A*

FROM							
TO	SW	M1	HA	M4	CW	WH	<i>Total</i>
SW							0
M1	21,13				14,79		35,92
HA		8,60		14,79			23,40
M4	36,83				5,74		42,57
CW							0
WH			11,77				11,77
<i>Total</i>	57,96	8,60	11,77	14,79	20,53	0	113,66

Setelah menyusun FTC, dapat dilanjutkan untuk menghitung gerakan *forward* dan *backward* untuk mengetahui efisiensi *material handling* dengan cara mengalikan *distance coefficient* dengan total *distance from diagonal* yang didapatkan dari perhitungan jumlah jarak yang ditempuh dalam satu diagonal di FTC. Diagonal yang paling dekat dari garis tengah (diagonal hitam) memiliki koefisien terkecil (1) dan diagonal yang paling jauh dari garis tengah memiliki koefisien terbesar. Dari hasil perkalian *distance coefficient* dengan total *distance from diagonal* diperoleh *movement*, Tabel 4.6 menampilkan contoh perhitungan gerakan *forward* dan *backward*.

Tabel 4. 6 Perhitungan Gerakan *Forward* dan *Backward* Item A

Volume Aliran Diagonal Item A				
<i>FORWARD</i>		<i>Distance Coefficient</i>	<i>BACKWARD</i>	
<i>Distance from Diagonal</i>	<i>Movement</i>		<i>Movement</i>	<i>Distance from Diagonal</i>
29,74	29,74	1	20,53	20,53
0,00	0,00	2	0,00	0,00
48,60	145,81	3	44,38	14,79
0,00	0,00	4	0,00	0,00
0,00	0,00	5	0,00	0,00
	175,55	240,45	64,91	
	73,01%		26,99%	

Dari hasil perhitungan *movement* dikelompokkan menjadi 2 yakni untuk diagonal yang berada di bawah dari garis tengah termasuk dalam kategori gerakan *forward* dan untuk diagonal yang berada di atas dari garis tengah termasuk dalam kategori gerakan *backward*. Sehingga dengan total *movement* yang diperoleh dapat diketahui nilai %gerakan *forward* dan *backward* untuk *item A*. Cara perhitungan sebelumnya juga diterapkan untuk *item B*, *C*, *D* dan *E*.

4.2.2 Mono Capsule

Mono Capsule yang terdiri dari *item A*, *B*, dan *C* yang memiliki *material flow* dari *raw material* yang dikirim dari Sampoerna Warehouse (SW) dan *Capsule Warehouse* (CW) ke mesin M1, M2, M3 dan M4 sesuai dengan perencanaan produksi hingga menjadi *Finish Good* (FG). Kemudian dilakukan inspeksi dengan *inspector QC* hingga pada akhirnya dilakukan *packaging*. Pada Tabel 4.7 menampilkan *frequency chart analysis* dari *item B* untuk perhitungan FTC.

Tabel 4. 7 *Frequency Chart Analysis Item B*

<i>Frequency Chart Analysis</i>				<i>Route</i>		
<i>Product</i>	<i>Dimensi (m)</i>	<i>Volume of Handling (pallet)</i>	<i>% Volume of Handling</i>	<i>From</i>	<i>To</i>	<i>Distance (m)</i>
B	1,1 x 1,1	16	15,09%	SW	M2	153
				SW	M3	264
				CW	M2	100
				CW	M3	18
				M2	HA	62
				M3	HA	101
				HA	WH	78
				Total		776

Kemudian, Tabel 4.8 menampilkan *frequency chart analysis* dari item C untuk perhitungan FTC tahap selanjutnya.

Tabel 4. 8 *Frequency Chart Analysis Item C*

<i>Frequency Chart Analysis</i>				<i>Route</i>		
<i>Product</i>	<i>Dimensi (m)</i>	<i>Volume of Handling (pallet)</i>	<i>% Volume of Handling</i>	<i>From</i>	<i>To</i>	<i>Distance (m)</i>
C	1,1 x 1,1	12	11,32%	SW	M2	153
				SW	M3	264
				CW	M2	100
				CW	M3	18
				M2	HA	62
				M3	HA	101
				HA	WH	78
				Total		776

Selanjutnya, pada Tabel 4.9 menampilkan hasil perhitungan FTC dari item B seperti berikut.

Tabel 4. 9 *From to Chart Item B*

<i>FROM</i>	SW	HA	M2	M3	CW	WH	<i>Total</i>
<i>TO</i>							
SW							0
HA			9,36	15,25			24,60
M2	23,09				15,09		38,19
M3	39,85				2,72		42,57
CW							0
WH		11,77					11,77
Total	62,94	11,77	9,36	15,25	17,81	0	117,13

Kemudian, pada Tabel 4.10 menampilkan hasil perhitungan FTC dari item C sebagai berikut.

Tabel 4. 10 From to Chart Item C

<i>FROM</i>	SW	HA	M2	M3	CW	WH	<i>Total</i>
<i>TO</i>							
SW							0
HA			7,02	11,43			18,45
M2	17,32				11,32		28,64
M3	29,89				2,04		31,92
CW							0
WH		8,83					8,83
<i>Total</i>	47,21	8,83	7,02	11,43	13,36	0	87,85

Selanjutnya, pada Tabel 4.11 menampilkan hasil perhitungan gerakan *forward* dan *backward* dari item B sebagai berikut.

Tabel 4. 11 Perhitungan Gerakan Forward dan Backward Item B

Volume Aliran Diagonal Item B				
<i>FORWARD</i>		<i>Distance Coefficient</i>	<i>BACKWARD</i>	
<i>Distance from Diagonal</i>	<i>Movement</i>		<i>Movement</i>	<i>Distance from Diagonal</i>
0,00	0,00	1	12,08	12,08
23,09	46,19	2	60,68	30,34
39,85	119,55	3	0,00	0,00
11,77	47,09	4	0,00	0,00
0,00	0,00	5	0,00	0,00
	212,83	285,58	72,75	
	74,52%		25,48%	

Kemudian, pada Tabel 4.12 menampilkan hasil perhitungan gerakan *forward* dan *backward* dari item C sebagai berikut.

Tabel 4. 12 Perhitungan Gerakan Forward dan Backward Item C

Volume Aliran Diagonal Item C				
<i>FORWARD</i>		<i>Distance Coefficient</i>	<i>BACKWARD</i>	
<i>Distance from Diagonal</i>	<i>Movement</i>		<i>Movement</i>	<i>Distance from Diagonal</i>
0,00	0,00	1	9,06	9,06
17,32	34,64	2	45,51	22,75
29,89	89,66	3	0,00	0,00
8,83	35,32	4	0,00	0,00
0,00	0,00	5	0,00	0,00
	159,62	214,19	54,57	
	74,52%		25,48%	

4.2.3 Complex Capsule

Complex Capsule yang terdiri dari item D dan E yang memiliki *material flow* dari *raw material* yang dikirim dari Sampoerna Warehouse (SW) dan Capsule Warehouse

(CW) ke mesin MN1 dan M1, kemudian hasil dari kedua mesin tersebut dikombinasi menggunakan mesin C1, C2 dan C3 sesuai dengan perencanaan produksi hingga menjadi *Finish Good* (FG). Kemudian dilakukan inspeksi dengan *inspector* QC dan mesin IM hingga pada akhirnya dilakukan *packaging*. Pada Tabel 4.13 menampilkan *frequency chart analysis* dari item D untuk perhitungan FTC.

Tabel 4. 13 Frequency Chart Analysis Item D

<i>Frequency Chart Analysis</i>				<i>Route</i>		
<i>Product</i>	<i>Dimensi (m)</i>	<i>Volume of Handling (pallet)</i>	<i>% Volume of Handling</i>	<i>From</i>	<i>To</i>	<i>Distance (m)</i>
D	1,1 x 1,1	32	30,19%	SW	M1	140
				SW	C1	171
				SW	C2	154
				SW	MN	197
				SW	C3	206
				CW	M1	98
				M1	WPC	65
				MN	WPC	10
				WPC	C1	63
				WPC	C2	68
				WPC	C3	16
				C1	HA	42
				C2	HA	64
				C3	HA	53
				HA	IM	73
				IM	WH	30
				Total		1450

Kemudian, pada Tabel 4.14 menampilkan *frequency chart analysis* dari item E untuk perhitungan FTC.

Tabel 4. 14 Frequency Chart Analysis Item E

<i>Frequency Chart Analysis</i>				<i>Route</i>		
<i>Product</i>	<i>Dimensi (m)</i>	<i>Volume of Handling (pallet)</i>	<i>% Volume of Handling</i>	<i>From</i>	<i>To</i>	<i>Distance (m)</i>
E	1,1 x 1,1	30	28,30%	SW	M1	140
				SW	C1	171
				SW	C2	154

Tabel 4. 14 Frequency Chart Analysis Item E

Frequency Chart Analysis				Route		
Product	Dimensi (m)	Volume of Handling (pallet)	% Volume of Handling	From	To	Distance (m)
				SW	MN	197
				SW	C3	206
				CW	M1	98
				M1	WPC	65
				MN	WPC	10
				WPC	C1	63
				WPC	C2	68
				WPC	C3	16
				C1	HA	42
				C2	HA	64
				C3	HA	53
				HA	IM	73
				IM	WH	30
				Total		1450

Selanjutnya, pada Tabel 4.15 menampilkan hasil perhitungan FTC dari *item D* seperti berikut.

Tabel 4. 15 From to Chart Item D

FROM TO	SW	M1	HA	C1	C2	WPC	MN	C3	IM	CW	WH	Total
SW												0,00
M1	42,26									29,58		71,85
HA				12,68	19,32			16,00				48,00
C1	51,62					19,02						70,64
C2	46,49					20,53						67,02
WPC		19,62					3,02					22,64
MN	59,47											59,47
C3	62,19					4,83						67,02
IM			22,04									22,04
CW												0,00
WH									9,06			9,06
Total	262,04	19,62	22,04	12,68	19,32	44,38	3,02	16,00	9,06	29,58	0,00	437,74

Kemudian, pada Tabel 4.16 menampilkan hasil perhitungan FTC dari *item E* seperti berikut.

Tabel 4. 16 *From to Chart Item E*

<i>FROM</i>	SW	M1	HA	C1	C2	WPC	MN	C3	IM	CW	WH	<i>Total</i>
<i>TO</i>												
SW												0,00
M1	39,62									27,74		67,36
HA				11,89	18,11			15,00				45,00
C1	48,40					17,83						66,23
C2	43,58					19,25						62,83
WPC		18,40					2,83					21,23
MN	55,75											55,75
C3	58,30					4,53						62,83
IM			20,66									20,66
CW												0,00
WH									8,49			8,49
<i>Total</i>	245,66	18,40	20,66	11,89	18,11	41,60	2,83	15,00	8,49	27,74	0,00	410,38

Selanjutnya, pada Tabel 4.17 menampilkan hasil perhitungan gerakan *forward* dan *backward* dari item D sebagai berikut.

Tabel 4. 17 Perhitungan Gerakan *Forward* dan *Backward* Item D

Volume Aliran Diagonal Item D				
<i>FORWARD</i>		<i>Distance Coefficient</i>	<i>BACKWARD</i>	
<i>Distance from Diagonal</i>	<i>Movement</i>		<i>Movement</i>	<i>Distance from Diagonal</i>
42,26	42,26	1	36,23	36,23
13,89	27,77	2	76,68	38,34
51,62	154,87	3	0,00	0,00
66,11	264,45	4	0,00	0,00
0,00	0,00	5	80,00	16,00
81,51	489,06	6	0,00	0,00
62,19	435,32	7	0,00	0,00
0,00	0,00	8	236,68	29,58
0,00	0,00	9	0,00	0,00
0,00	0,00	10	0,00	0,00
	1413,74	1843,32	429,58	
	76,70%		23,30%	

Selanjutnya, pada Tabel 4.18 menampilkan hasil perhitungan gerakan *forward* dan *backward* dari item E sebagai berikut.

Tabel 4. 18 Perhitungan Gerakan *Forward* dan *Backward* Item E

Volume Aliran Diagonal Item E				
<i>FORWARD</i>		<i>Distance Coefficient</i>	<i>BACKWARD</i>	
<i>Distance from Diagonal</i>	<i>Movement</i>		<i>Movement</i>	<i>Distance from Diagonal</i>
39,62	39,62	1	33,96	33,96
13,02	26,04	2	71,89	35,94
48,40	145,19	3	0,00	0,00
61,98	247,92	4	0,00	0,00
0,00	0,00	5	75,00	15,00
76,42	458,49	6	0,00	0,00
58,30	408,11	7	0,00	0,00
0,00	0,00	8	221,89	27,74
0,00	0,00	9	0,00	0,00
0,00	0,00	10	0,00	0,00
	1325,38	1728,11	402,74	
	76,70%		23,30%	

Dari hasil perhitungan FTC dari *Main Item* didapatkan rangkuman persentase mengenai gerakan *forward* dan *backward* pada area *cell capsule* seperti yang ditampilkan pada Tabel 4.19 berikut.

Tabel 4. 19 Persentase Gerakan *Forward* dan *Backward* pada Area *Cell Capsule*

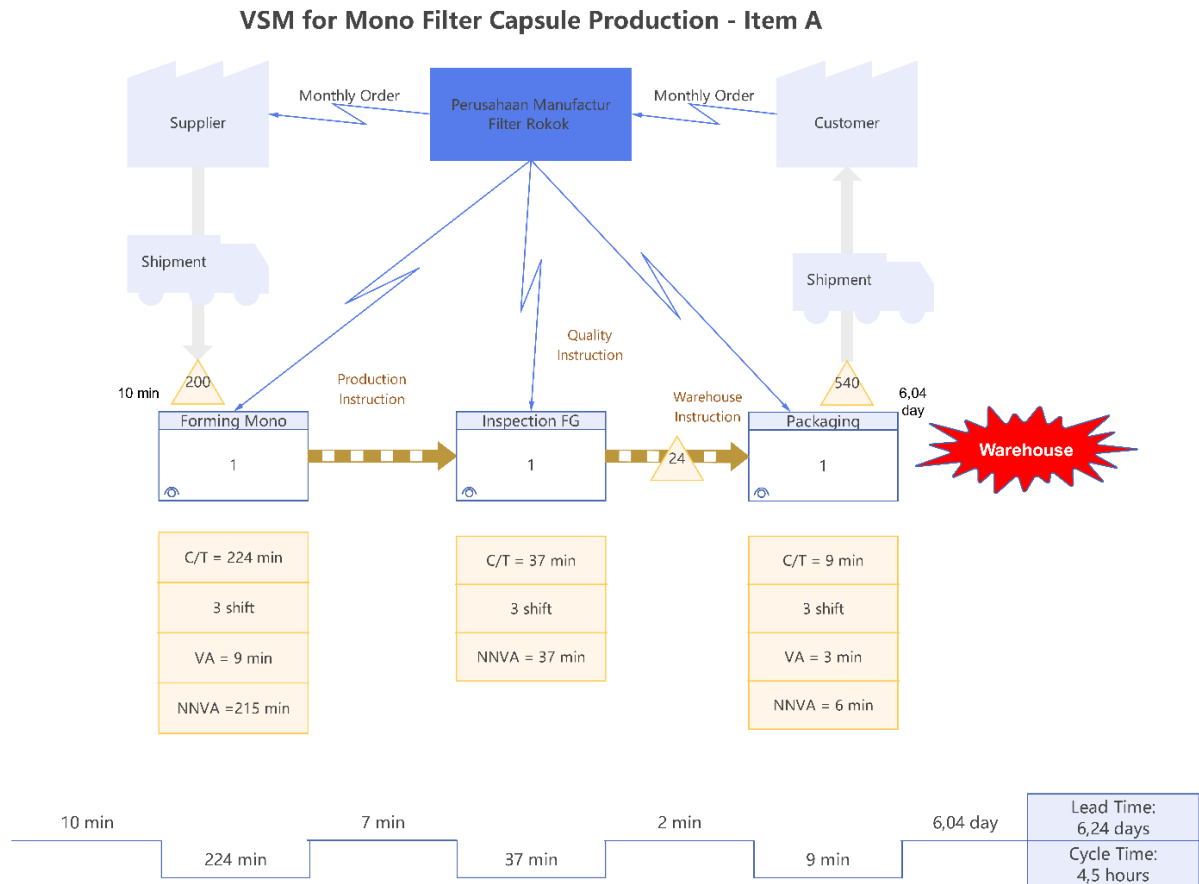
<i>SUMMARY</i>			
<i>ITEM CODE</i>	<i>TOTAL MOVEMENT (m)</i>	<i>FORWARD</i>	<i>BACKWARD</i>
A	240	73,01%	26,99%
B	286	74,52%	25,48%
C	214	74,52%	25,48%
D	1843	76,70%	23,30%
E	1728	76,70%	23,30%

4.3 Value Stream Mapping (VSM)

Dari hasil penyusunan OPC dapat diketahui proses yang dilakukan untuk memproduksi *Main Item*, sehingga operasi-operasi yang dilakukan untuk membuat 1 *pallet Main Item* dapat dijadikan dasar untuk menggambarkan aliran informasi dan material dengan VSM. Menurut Hines & Taylor (2000) dalam penyusunan VSM terutama pada tahap identifikasi produk perlu dilakukan penentuan terhadap produk atau kelompok produk (*product family*) yang akan diamati, produk yang dipilih difokuskan pada produk dengan alur proses yang kompleks, memiliki volume produksi tinggi, dan dampak strategis terhadap bisnis perusahaan.

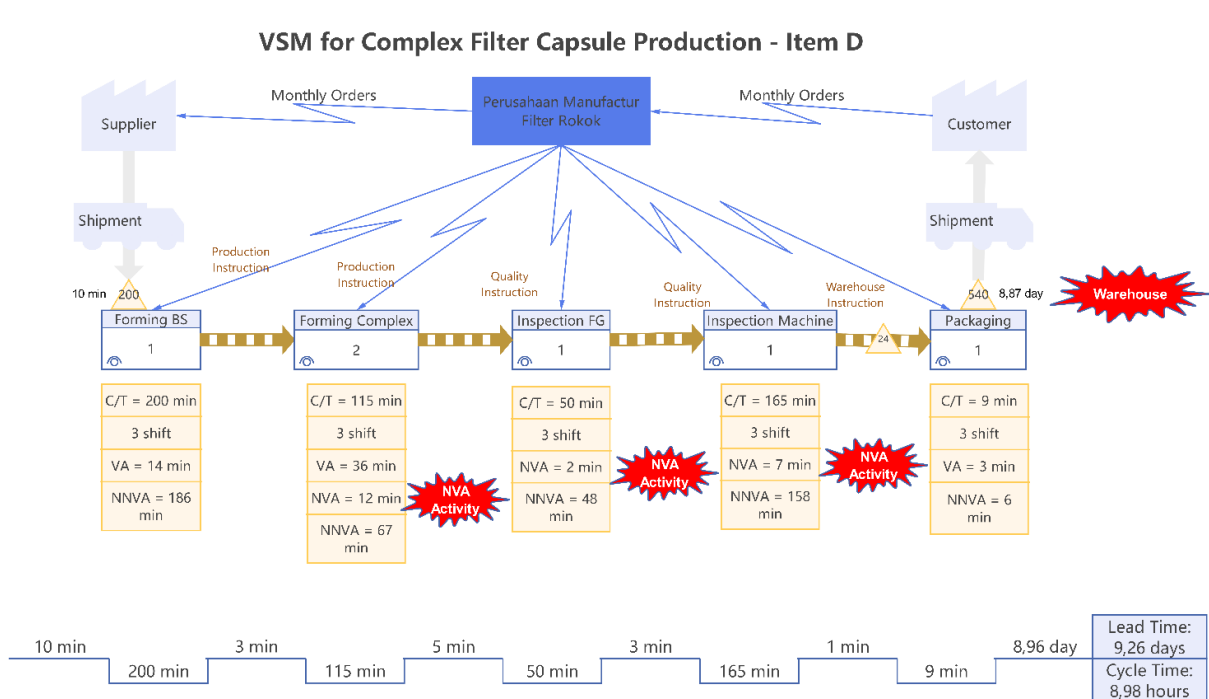
Dalam hal ini produk A dan D dapat dipilih untuk mewakili *product family* dalam penelitian ini, yakni *Mono Capsule* dan *Complex Capsule*. Hal ini dapat dibuktikan dengan merujuk pada Gambar 1.5 yang menampilkan mengenai *output volume* produksi dari *item* A dan D merupakan dua *item capsule* yang memiliki volume tertinggi selama tahun 2024 dan hal

ini dapat dikonfirmasi juga dengan merujuk pada *demand* bulan Januari 2025 pada Tabel 4.4 sehingga *item* A dan D dapat mewakili *product family* pada VSM. *Output* produksi pada VSM untuk *item* A dan D adalah 1 *pallet* atau 159.600 unit. Selanjutnya, pada Gambar 4.4 menampilkan *current state mapping* dari *item* A yang menggunakan mesin dengan kode M4 untuk operasi *forming mono* dan mesin *wrapping* untuk operasi *packaging*.



Gambar 4. 4 Current State Mapping Item A

Kemudian, pada Gambar 4.5 menampilkan *current state mapping* dari *item* D yang menggunakan mesin dengan kode MN dan M1 untuk operasi *forming mono* sebagai *baserod*. mesin dengan kode C2 untuk operasi *forming complex*, mesin dengan kode IM untuk operasi *inspection machine*, dan mesin *wrapping* untuk operasi *packaging*.



Gambar 4. 5 Current State Mapping Item D

Dari Gambar 4.4 dan Gambar 4.5 ditampilkan terdapat beberapa *kaizen burst* yang mengindikasinya adanya *waste* pada proses produksi *item A* dan *D*, selain itu diketahui juga untuk *item A* memiliki *Cycle Time* 4,5 jam dengan *Lead Time* 6,24 hari, kemudian untuk *item D* memiliki *Cycle Time* 8,98 jam dengan *Lead Time* 9,26 hari. Dari hasil VSM sebelumnya dapat diketahui bahwa waktu *cycle time* dan *lead time* pada *item A* dan *D* memiliki selisih yang cukup lama, hal ini mengindikasikan adanya *waste waiting* pada *warehouse* (WH) yang perlu dilakukan analisis lebih lanjut. Selain itu, untuk menemukan *waste* yang terjadi untuk masing-masing proses pada VSM dilakukan pemetaan pada *Process Activity Mapping* (PAM).

4.4 Process Activity Mapping (PAM)

Dari hasil penyusunan VSM diketahui pada setiap operasi terdapat waktu untuk setiap jenis aktivitas yakni *Value Added* (VA), *Non Value Added* (NVA), *Necessary but Non Value Added* (NNVA). Untuk itu, dilakukan pengamatan langsung ke area *cell capsule* dengan metode *time study* untuk mengetahui kegiatan yang dilakukan dan lama waktunya yang akan diidentifikasi jenis aktivitasnya pada *Process Activity Mapping* (PAM), hal ini tentunya dilakukan dengan berdiskusi kepada ahli dari pihak Perusahaan Manufaktur Filter Rokok. Untuk proses pengamatan proses produksi *item A* dilakukan pada mesin M4 dan proses pengamatan proses produksi *item D* dilakukan pada mesin M1 (MN dan M1 merupakan mesin dengan spesifikasi yang sama maka dari itu hanya dilakukan di salah satu mesin), C2 dan IM.

4.4.1 Process Activity Mapping Item A.

Dari hasil pengamatan *time study* pada Lampiran 1 dilakukan klasifikasi jenis aktivitas pada proses produksi *item A* bersama dengan ahli dari pihak perusahaan. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.20 yang menampilkan PAM dari *item A*.

Tabel 4. 20 Process Activity Mapping Item A

No	Jenis Proses	Aktivitas Operator	Waktu Proses (menit)	Aktivitas					Kategori
				O	T	I	D	S	
1	Forming Mono	Persiapan <i>pallet</i> baru	1		✓				NNVA
2		Memasukkan PW baru	4	✓					VA
3		Mengisi <i>Capsule</i>	5	✓					VA
4		Memantau proses 1st <i>Tray</i>	80			✓			NNVA
5		Sampling <i>Tray</i>	42			✓			NNVA
6		Sampling Visual	3			✓			NNVA
7		Memantau proses dan <i>Finishing</i> ke <i>Pallet</i>	50		✓	✓			NNVA
8		<i>Clean, Inspect, and Lubricate</i> (CIL)	38			✓			NNVA
9		Mengisi <i>form close pallet</i>	1			✓			NNVA
10	Inspection FG	Sampling <i>Tray</i> 1	3			✓			NNVA
11		Sampling <i>Tray</i> 2	1			✓			NNVA
12		Sampling <i>Tray</i> 3	1			✓			NNVA
13		Sampling <i>Tray</i> 4	2			✓			NNVA
14		Cek Parameter 1	2			✓			NNVA
15		Cek Parameter 2 + Parameter 3	20			✓			NNVA
16		Cek Parameter 4 + Parameter 5	6			✓			NNVA
17		Stempel dan Isi Data <i>Form</i> Selesai	2			✓			NNVA
18	Packaging	Ambil <i>pallet</i>	1		✓				NNVA

Tabel 4. 20 Process Activity Mapping Item A

No	Jenis Proses	Aktivitas Operator	Waktu Proses (menit)	Aktivitas					Kategori
				O	T	I	D	S	
19		Melapisi dengan karton	1	✓					VA
20		Melapisi dengan plastik + tambah label	2	✓					VA
21		Pindah <i>pallet</i>	1		✓				NNVA
22		Input Data ke Komputer	1	✓					NNVA
23		Pindah <i>pallet</i> ke WH	3		✓				NNVA
		Total		270					

Dari Tabel 4.20 di atas diketahui bahwa waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi 1 *pallet item A* adalah sebanyak 270 menit atau 4,5 jam.

4.4.2 Process Activity Mapping Item D

Dari hasil pengamatan *time study* pada Lampiran 2 dilakukan klasifikasi jenis aktivitas pada proses produksi *item D* bersama dengan ahli dari pihak perusahaan. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.21 yang menampilkan PAM dari *item D*.

Tabel 4. 21 Process Activity Mapping Item D

No	Jenis Proses	Aktivitas Operator	Waktu Proses (menit)	Aktivitas					Kategori
				O	T	I	D	S	
1	Forming Mono	Persiapan <i>pallet</i> baru	1		✓				NNVA
2		Memasukkan PW baru	6	✓					VA
3		Mengisi <i>Capsule</i>	8	✓					VA
4		Memantau proses 1st <i>Tray</i>	31			✓			NNVA
5		Sampling <i>Tray</i>	33			✓			NNVA
6		Sampling Visual	3			✓			NNVA
7		Memantau proses dan <i>Finishing</i> ke <i>Pallet</i>	87		✓	✓			NNVA

Tabel 4. 21 Process Activity Mapping Item D

No	Jenis Proses	Aktivitas Operator	Waktu Proses (menit)	Aktivitas					Kategori
				O	T	I	D	S	
8		<i>Clean, Inspect, and Lubricate (CIL)</i>	30			✓			NNVA
9		Mengisi <i>form close pallet</i>	1			✓			NNVA
10	<i>Forming Complex</i>	Persiapan <i>pallet</i> baru	1		✓				NNVA
11		Memasukkan PW baru	6	✓					VA
12		Mengisi <i>Baserod</i>	30	✓					VA
13		Memantau proses 1st <i>Tray</i>	15			✓			NNVA
14		Sampling <i>Tray</i>	15			✓			NNVA
15		Sampling Visual	2			✓			NNVA
16		Memantau proses dan <i>Finishing ke Pallet</i>	18		✓	✓			NNVA
17		Mengganti <i>Cutter Head</i>	12			✓			NVA
18		<i>Clean, Inspect, and Lubricate (CIL)</i>	15			✓			NNVA
19		Mengisi <i>form close pallet</i>	1			✓			NNVA
20	<i>Inspection FG</i>	Sampling <i>Tray</i> 1	2			✓			NNVA
21		Sampling <i>Tray</i> 2	1			✓			NNVA
22		Sampling <i>Tray</i> 3	1			✓			NNVA
23		Sampling <i>Tray</i> 4	1			✓			NNVA
24		Cek Parameter 1 + Parameter 6	12			✓			NNVA
25		Cek Parameter 5	4			✓			NNVA
26		Cek Parameter 4 + Parameter 7	9			✓			NNVA

Tabel 4. 21 Process Activity Mapping Item D

No	Jenis Proses	Aktivitas Operator	Waktu Proses (menit)	Aktivitas					Kategori
				O	T	I	D	S	
27		Cek Parameter 3 + Parameter 2	16			✓			NNVA
28		Pengecekan <i>Pallet</i> Lain	2			✓			NVA
29		Stempel dan Isi Data <i>Form</i> Selesai	2			✓			NNVA
30	<i>Inspection Machine</i>	Persiapan <i>pallet</i> baru	1			✓			NNVA
31		Memasukkan <i>Tray</i> baru	26			✓			NNVA
32		Memantau proses	102			✓			NNVA
33		Inspeksi <i>Tray</i> dan memasukkan ke dalam <i>pallet</i>	28			✓			NNVA
34		<i>Filter Tray Packing Unit (FTPU) Problem</i>	6				✓		NVA
35		<i>Machine Jamming</i>	1				✓		NVA
36		Mengisi form selesai inspeksi	1			✓			NNVA
37	<i>Packaging</i>	Ambil <i>pallet</i>	1		✓				NNVA
38		Melapisi dengan karton	1	✓					VA
39		Melapisi dengan plastik + tambah label	2	✓					VA
40		Pindah <i>pallet</i>	1		✓				NNVA
41		Input Data ke Komputer	1	✓					NNVA
42		Pindah <i>pallet</i> ke WH	3		✓				NNVA
	Total		539						

Dari Tabel 4.21 di atas diketahui bahwa waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi 1 *pallet item* D adalah sebanyak 539 menit atau 8,98 jam.

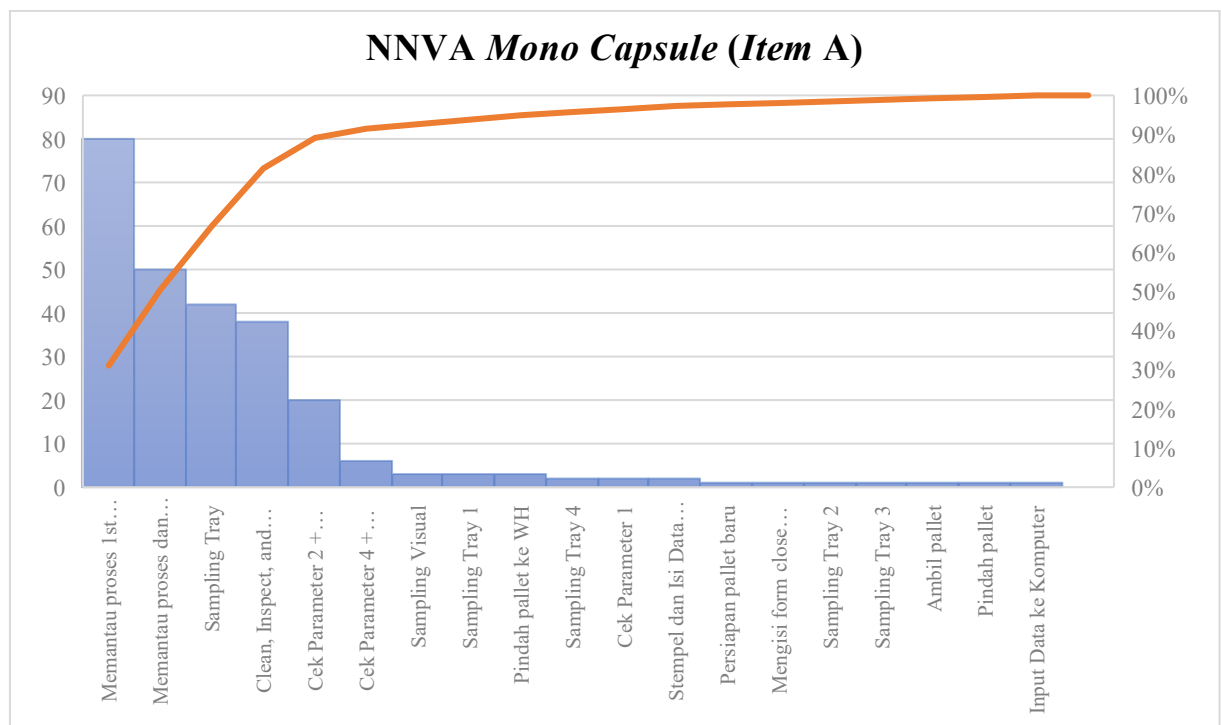
4.4.3 Rekapitulasi Jenis Aktivitas

Dari hasil identifikasi *process activity mapping* (PAM) produksi *item* A dan *item* D sebelumnya didapatkan rangkuman mengenai jenis aktivitas yang dilakukan pada Tabel 4.22 berikut.

Tabel 4. 22 Persentase Jenis Aktivitas Produksi *Item* A dan D

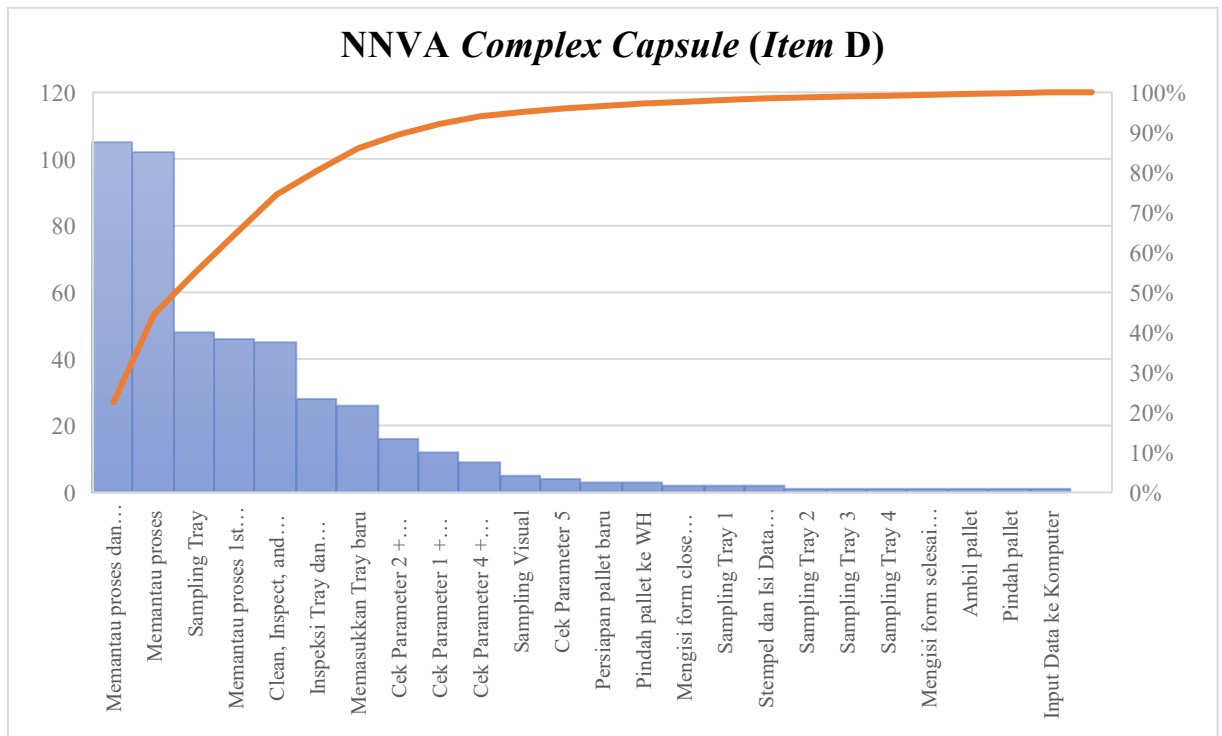
Item Code	Kategori	Waktu Proses (Menit)	%
A	VA	12	4,44%
	NNVA	258	95,56%
	NVA	0	0,00%
D	VA	53	9,83%
	NNVA	465	86,27%
	NVA	21	3,90%

Dari hasil pada Tabel 4.22 diketahui bahwa jenis aktivitas produksi pada kedua *item* didominasi oleh kategori NNVA, oleh karena itu dilakukan perhitungan untuk mengetahui potensi pengurangan pada aktivitas *necessary but non value added* (NNVA). Pada Gambar 4.6 ditampilkan grafik waktu yang dibutuhkan untuk setiap kegiatan NNVA pada *item* A.



Gambar 4. 6 Pareto Chart NNVA *Item* A

Kemudian dari Gambar 4.6 diketahui bahwa aktivitas memantau proses 1st *Tray*, memantau proses dan *finishing* ke *pallet*, dan *sampling tray* membutuhkan waktu sebesar 172 menit atau 66,67% dari total waktu produksi *item* A. Kemudian pada Gambar 4.7 ditampilkan grafik waktu yang dibutuhkan untuk setiap kegiatan NNVA pada *item* D.



Gambar 4. 7 Pareto Chart NNVA Item D

Selanjutnya dari Gambar 4.7 diketahui bahwa aktivitas memantau proses & *finishing* ke *pallet*, memantau proses, sampling *tray*, Memantau proses 1st *tray* membutuhkan waktu sebesar 301 menit atau 64,73% dari total waktu produksi *item D*.

4.5 Identifikasi *Waste*

Setelah dilakukan identifikasi jenis aktivitas pada PAM, didapatkan jumlah aktivitas *Non Value Added* (NVA) sebesar 21 menit dan *Necessary but Non Value Added* (NNVA) sebesar 723 menit. Hasil identifikasi untuk NNVA menunjukkan adanya potensi sebesar 473 menit yang dapat diminimalkan. Kemudian, aktivitas NVA harus dieliminasi karena termasuk ke dalam kategori *waste* seperti yang ditampilkan pada Tabel 4.23 berikut.

Tabel 4. 23 Identifikasi *Waste* Aktivitas NVA

No	Aktivitas	Kategori Aktivitas	Waste
1	Menunggu akibat pergantian <i>Cutter Head</i>	NVA	<i>Waiting</i>
2	Pengecekan <i>pallet</i> lain yang berulang-ulang	NVA	<i>Overprocessing</i>
3	Menunggu akibat <i>Filter Tray Packing Unit</i> (FTPU) <i>Problem</i>	NVA	<i>Waiting</i>
4	Menunggu akibat <i>Machine Jamming</i>	NVA	<i>Waiting</i>

Kemudian, dari hasil VSM sebelumnya, teridentifikasi terdapat potensi *waste* pada *warehouse* (WH) berupa aktivitas menunggu pengiriman kepada *customer*. Oleh karena itu, pada Tabel 4.24 ditampilkan hasil identifikasi *waste* seluruh aktivitas produksi *item A* dan *D* pada area *cell capsule* di Perusahaan Manufaktur Filter Rokok.

Tabel 4. 24 Identifikasi *Waste* Seluruh Aktivitas Produksi *Item A* dan *D*

No	Aktivitas	Kategori Aktivitas	<i>Waste</i>
1	Menunggu akibat pergantian <i>Cutter Head</i>	NVA	<i>Waiting</i>
2	Pengecekan <i>pallet</i> lain yang berulang-ulang	NVA	<i>Overprocessing</i>
3	Menunggu akibat <i>Filter Tray Packing Unit (FTPU) Problem</i>	NVA	<i>Waiting</i>
4	Menunggu akibat <i>Machine Jamming</i>	NVA	<i>Waiting</i>
5	Menunggu Pengiriman ke <i>Customer</i>	NVA	<i>Waiting</i>

Selanjutnya dari hasil analisa FTC pada Tabel 4.19 yang menunjukkan rangkuman gerakan *forward* dan *backward*, rentang nilai persentase gerakan *forward* untuk *Main Item* pada area *cell capsule* berada pada kisaran 73% – 76%. Hal ini mengindikasikan adanya *waste transportation* yang ditandai dengan nilai persentase gerakan *backward* pada kisaran 24% - 27%. Oleh karena itu perlu adanya kajian mengenai tata letak atau *layout* pada area *cell capsule* untuk meningkatkan efisiensi gerakan *material handling* untuk meminimalkan *waste transportation*.

Kemudian dari aktivitas NNVA yang didominasi oleh kegiatan inspeksi seperti memantau proses, memindahkan ke *pallet* dan sampling *tray* dapat diminimalkan dengan strategi *one man multiple machine* (OMMM). Menurut Hirano (1995) untuk penerapan OMMM membutuhkan beberapa hal seperti mesin yang digunakan harus otomatis/semi otomatis, tata letak mesin harus berdekatan membentuk *cell* atau *u-shape*, spesifikasi mesin harus sama agar tidak mengalami *bottleneck* di salah satu proses dan adanya sistem deteksi *error* dan *safety* agar operator tidak selalu mengawasi. Oleh karena itu potensi ini bisa dilakukan apabila telah dilakukan evaluasi pada *layout* dan kapabilitas tiap mesin secara keseluruhan pada area produksi *cell capsule*.

BAB V

ANALISIS DAN REKOMENDASI PERBAIKAN

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai analisis dari hasil identifikasi *waste* pada bab sebelumnya. Analisis yang akan dilakukan berupa analisis *waste* kritis menggunakan *Genba Shikumi*, mengidentifikasi akar masalah menggunakan 5 *Why's* dan rekomendasi untuk perbaikan.

5.1 *Genba Shikumi*

Dari hasil identifikasi *waste* sebelumnya, diketahui ada beberapa aktivitas yang menyebabkan terjadinya *waste*. Pada analisis *Genba Shikumi* aktivitas yang berpotensi menyebabkan *waste* untuk diidentifikasi dan menentukan prioritas *waste* kritis yang harus dieliminasi terlebih dahulu, hal ini dilakukan bersama dengan para ahli dari pihak perusahaan.

5.1.1 *Matriks Muda*

Matriks *muda* berfungsi untuk mengklasifikasikan setiap *waste* yang terjadi dengan penyebabnya. pada Tabel 5.1 ditampilkan jenis klasifikasi *waste* yang digunakan untuk pengelompokan pada matriks *muda*.

Tabel 5. 1 Jenis Klasifikasi *Waste*

No	Kategori <i>Waste</i>	Kode
1	<i>Environment, Health and Safety</i>	<i>w1</i>
2	<i>Defect</i>	<i>w2</i>
3	<i>Overproduction</i>	<i>w3</i>
4	<i>Waiting</i>	<i>w4</i>
5	<i>Non-Utilized Talent</i>	<i>w5</i>
6	<i>Transportation</i>	<i>w6</i>
7	<i>Inventory</i>	<i>w7</i>
8	<i>Motion</i>	<i>w8</i>
9	<i>Overprocessing</i>	<i>w9</i>

Selanjutnya, dari jenis klasifikasi *waste* pada Tabel 5.1 dan hasil identifikasi pada Tabel 4.32 dilakukan perhitungan nilai *Muda Value* (MV) pada Tabel 5.2 yang menampilkan matriks *muda* untuk penelitian ini.

Tabel 5. 2 Matriks *Muda*

No	Jenis Pemborosan (<i>p</i>)	Kategori <i>Waste</i> (<i>w</i>)									MV
		<i>w1</i>	<i>w2</i>	<i>w3</i>	<i>w4</i>	<i>w5</i>	<i>w6</i>	<i>w7</i>	<i>w8</i>	<i>w9</i>	
1	Menunggu akibat pergantian <i>Cutter Head</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
2	Pengecekan <i>pallet</i> lain yang berulang-ulang	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
3	Menunggu akibat <i>Filter Tray Packing Unit</i> (FTPU) Problem	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1

Tabel 5. 2 Matriks Muda

No	Jenis Pemborosan (p)	Kategori Waste (w)									MV
		w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	w8	w9	
4	Menunggu akibat <i>Machine Jamming</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
5	Menunggu Pengiriman ke <i>Customer</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1

Dari matriks *muda* di atas didapatkan nilai *Muda Value* (MV) yang nantinya akan menjadi perhitungan untuk *Absolute Importance Value* (AIV) yang akan menentukan prioritas penyelesaian pemborosan.

5.1.2 Matriks Korelasi

Matriks korelasi berfungsi untuk menghubungkan antar pemborosan untuk mengidentifikasi keterkaitan tiap pemborosan dengan pemborosan lainnya. Pada Tabel 5.3 ditampilkan mengenai jenis pemborosan yang sudah diidentifikasi sebagai berikut.

Tabel 5. 3 Jenis Pemborosan yang Teridentifikasi

No	Jenis Pemborosan	Kode
1	Menunggu akibat pergantian <i>Cutter Head</i>	<i>p1</i>
2	Pengecekan <i>pallet</i> lain yang berulang-ulang	<i>p2</i>
3	Menunggu akibat <i>Filter Tray Packing Unit</i> (FTPU) <i>Problem</i>	<i>p3</i>
4	Menunggu akibat <i>Machine Jamming</i>	<i>p4</i>
5	Menunggu Pengiriman ke <i>Customer</i>	<i>p5</i>

Dari Tabel 5.3 di atas digunakan untuk menghitung nilai *Correlation Value* (CV) pada Tabel 5.4 yang menampilkan matriks korelasi untuk penelitian ini.

Tabel 5. 4 Matriks Korelasi

No	Jenis Pemborosan (p)	Jenis Pemborosan (p)					CV
		<i>p1</i>	<i>p2</i>	<i>p3</i>	<i>p4</i>	<i>p5</i>	
1	Menunggu akibat pergantian <i>Cutter Head</i>	0	0	0	0	0	0
2	Pengecekan <i>pallet</i> lain yang berulang-ulang	0	0	0	0	0	0
3	Menunggu akibat <i>Filter Tray Packing Unit</i> (FTPU) <i>Problem</i>	0	0	0	0	0	0
4	Menunggu akibat <i>Machine Jamming</i>	0	0	0	0	0	0
5	Menunggu Pengiriman ke <i>Customer</i>	0	0	0	0	0	0

Dari matriks korelasi di atas didapatkan nilai *Correlation Value* (CV) yang nantinya akan menjadi perhitungan untuk *Absolute Importance Value* (AIV) yang akan menentukan prioritas penyelesaian pemborosan.

5.1.3 Matriks Prioritas

Matriks prioritas berfungsi untuk mengidentifikasi hubungan antara setiap *pemborosan* dengan indikator kinerja yang ada di perusahaan. Selanjutnya, pada Tabel 5.5 ditampilkan prioritas perusahaan (KPI) untuk perhitungan pada matriks prioritas.

Tabel 5. 5 Prioritas Perusahaan (KPI)

No	Prioritas Perusahaan (KPI)	Kode
1	<i>Zero Accident</i>	<i>k1</i>
2	<i>Max 4 Complaints</i>	<i>k2</i>
3	<i>52,1% OEE</i>	<i>k3</i>
4	<i>2.05% Waste Process</i>	<i>k4</i>
5	<i>99.6% OTIF</i>	<i>k5</i>
6	<i>Cost Saving</i>	<i>k6</i>

Dari Tabel 5.5 di atas digunakan untuk menghitung nilai *Priority Value* (PV) pada Tabel 5.6 yang menampilkan matriks prioritas untuk penelitian ini.

Tabel 5. 6 Matriks Prioritas

No	Jenis Pemborosan (<i>p</i>)	Indikator Kinerja (<i>k</i>)						PV
		<i>k1</i>	<i>k2</i>	<i>k3</i>	<i>k4</i>	<i>k5</i>	<i>k6</i>	
1	Menunggu akibat pergantian <i>Cutter Head</i>	0	0	1	0	0	0	1
2	Pengecekan <i>pallet</i> lain yang berulang-ulang	0	1	0	0	0	0	1
3	Menunggu akibat <i>Filter Tray Packing Unit</i> (FTPU) <i>Problem</i>	0	0	1	0	0	0	1
4	Menunggu akibat <i>Machine Jamming</i>	0	0	1	0	0	0	1
5	Menunggu Pengiriman ke <i>Customer</i>	0	0	0	0	1	1	2

Dari matriks prioritas di atas didapatkan nilai *Priority Value* (PV) yang nantinya akan menjadi perhitungan untuk *Absolute Importance Value* (AIV) yang akan menentukan prioritas penyelesaian *pemborosan*.

5.1.4 Matriks Area

Matriks area berfungsi untuk mengidentifikasi hubungan antara setiap *pemborosan* dengan tempat pemborosan terjadi di perusahaan. Selanjutnya, pada Tabel 5.7 akan ditampilkan area yang menjadi asal terjadinya pemborosan untuk perhitungan matriks *area*.

Tabel 5. 7 Area Objek Amatan

No	Area	Kode
1	Area Produksi <i>Cell Capsule</i>	<i>a1</i>
2	Area <i>Warehouse</i>	<i>a2</i>

Dari Tabel 5.7 di atas digunakan untuk menghitung nilai *Area Value* (AV) pada Tabel 5.8 yang menampilkan matriks prioritas untuk penelitian ini.

Tabel 5. 8 Matriks *Area*

No	Jenis Pemborosan (<i>p</i>)	Jenis Area (<i>a</i>)		AV
		<i>a1</i>	<i>a2</i>	
1	Menunggu akibat pergantian <i>Cutter Head</i>	1	0	1
2	Pengecekan <i>pallet</i> lain yang berulang-ulang	1	0	1
3	Menunggu akibat <i>Filter Tray Packing Unit (FTPU) Problem</i>	1	0	1
4	Menunggu akibat <i>Machine Jamming</i>	1	0	1
5	Menunggu Pengiriman ke <i>Customer</i>	0	1	1

Dari matriks area di atas didapatkan nilai *Area Value* (AV) yang menunjukkan area dengan pemborosan terbanyak sehingga yang harus diselesaikan terlebih dahulu

5.1.5 Prioritas Penyelesaian Pemborosan

Dari keempat matriks sebelumnya nilai MV, CV, PV, dan AV sudah ada, selanjutnya adalah menentukan nilai *Absolute Importance Value* (AIV) dengan cara menjumlahkan keempat nilai sebelumnya. Tabel 5.9 menampilkan nilai AIV untuk setiap pemborosan sebagai berikut.

Tabel 5. 9 Perhitungan Nilai AIV

No	Jenis Pemborosan (<i>p</i>)	Matriks <i>Genba Shikumi</i>				AIV
		MV	CV	PV	AV	
1	Menunggu akibat pergantian <i>Cutter Head</i>	1	0	1	1	3
2	Pengecekan <i>pallet</i> lain yang berulang-ulang	1	0	1	1	3
3	Menunggu akibat <i>Filter Tray Packing Unit (FTPU) Problem</i>	1	0	1	1	3
4	Menunggu akibat <i>Machine Jamming</i>	1	0	1	1	3
5	Menunggu Pengiriman ke <i>Customer</i>	1	0	2	1	4

Dari tabel di atas didapatkan nilai AIV terbesar yang sama yakni bernilai 4 dengan kode jenis pemborosan *p5*. Selanjutnya, dikarenakan nilai AIV pemborosan yang lain sama besar maka peneliti bersama dengan ahli dari pihak perusahaan melakukan prioritas penyelesaian pemborosan berdasarkan keadaan perusahaan seperti yang ditampilkan pada Tabel 5.10 berikut.

Tabel 5. 10 Prioritas Penyelesaian Pemborosan

No	Kode Pemborosan (<i>p</i>)	Jenis Pemborosan	Prioritas
1	<i>p5</i>	Menunggu Pengiriman ke <i>Customer</i>	1
2	<i>p1</i>	Menunggu akibat pergantian <i>Cutter Head</i>	2
3	<i>p3</i>	Menunggu akibat <i>Filter Tray Packing Unit (FTPU) Problem</i>	3
4	<i>p4</i>	Menunggu akibat <i>Machine Jamming</i>	4
5	<i>p2</i>	Pengecekan <i>pallet</i> lain yang berulang-ulang	5

Dari Tabel 5.10 dapat dilihat bahwa prioritas pertama permasalahan yang harus diselesaikan adalah p5 dengan alasan karena memiliki nilai AIV tertinggi dan terdapat indikasi bahwa permasalahan tersebut menjadi penyebab WIP di area *cell capsule*. Kemudian, prioritas kedua permasalahan yang harus diselesaikan adalah p1 dengan alasan aktivitas ini menjadi *downtime* bagi mesin produksi. Selanjutnya, prioritas ketiga permasalahan yang harus diselesaikan adalah p3 dengan alasan karena FTPU problem lebih sering terjadi daripada *machine jamming* pada mesin inspeksi. Setelah itu, prioritas keempat permasalahan yang harus diselesaikan adalah p4 dengan alasan *machine jamming* jarang terjadi dan mengakibatkan *downtime* hanya dalam jangka waktu yang pendek. Kemudian, prioritas kelima permasalahan yang harus diselesaikan adalah p2 dengan alasan pengecekan *pallet* lain yang berulang-ulang tidak menambah nilai terhadap kualitas produk dan jarang terjadi. *Root Cause Analysis* (RCA)

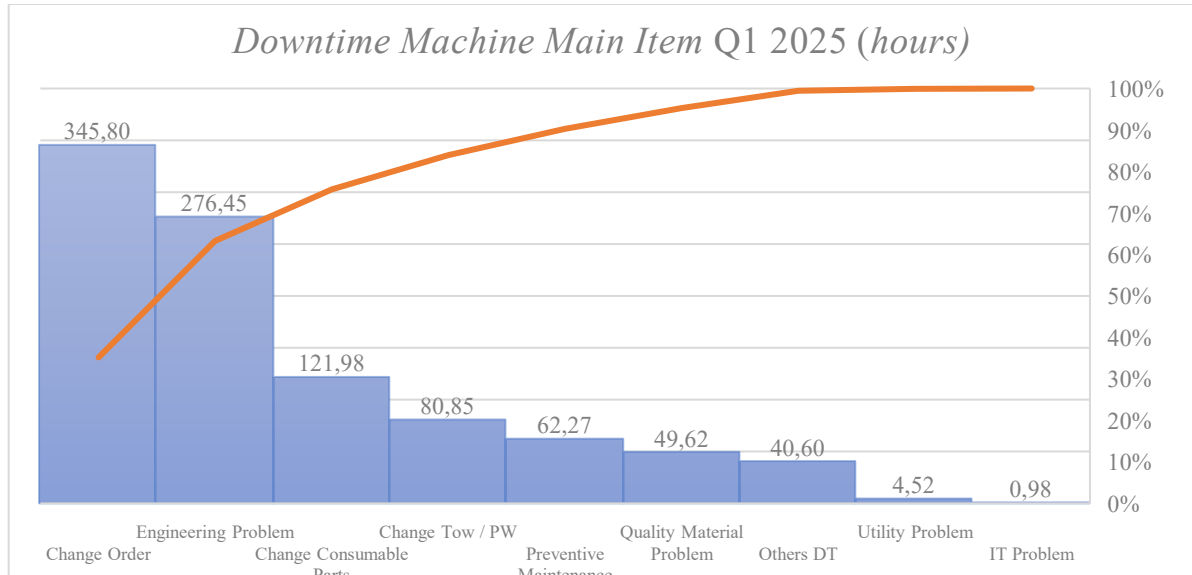
5.2 Root Cause Analysis (RCA)

Setelah mendapatkan prioritas permasalahan yang harus segera diselesaikan maka akan dilakukan analisis untuk mengidentifikasi akar permasalahan menggunakan metode 5 *Why's* untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi terjadi permasalahan tersebut. Tabel 5.11 menampilkan hasil identifikasi akar permasalahan pada penelitian ini.

Tabel 5. 11 5 Why's Analysis

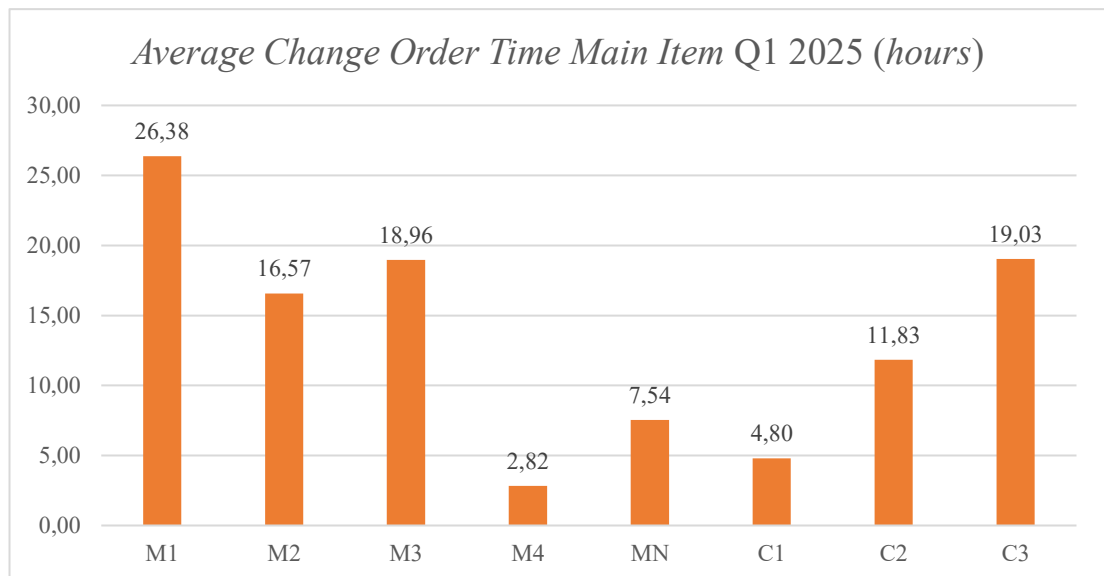
Prioritas	Jenis pemborosan	Waste	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
1	Menunggu Pengiriman ke <i>Customer</i>	<i>Waiting</i>	Karena terdapat kebijakan <i>buffer date</i> pada perusahaan yang menyebabkan pengiriman tidak langsung dilaksanakan	Karena mencegah terjadi keterlambatan pengiriman dikarenakan waktu untuk produksi yang lama	Karena waktu yang dibutuhkan untuk <i>change order</i> lama	NA	NA
2	Menunggu akibat pergantian <i>Cutter Head</i>	<i>Waiting</i>	Karena keadaan pisau sudah mengalami keausan	Karena tidak ada pemantauan untuk penggunaan pisau	Karena standar <i>counterslice</i> tidak digunakan	Karena belum ada penyesuaian standar untuk kualitas <i>sparepart</i> perusahaan	NA
3	Menunggu akibat <i>Filter Tray Packing Unit</i> (FTPU) <i>Problem</i>	<i>Waiting</i>	Karena tekanan kompresor turun	Karena mesin kompresor mati dengan otomatis	Karena kelebihan <i>supply</i> tekanan angin	Karena beberapa mesin tidak beroperasi (<i>Change Order/Break</i>)	NA
4	Menunggu akibat <i>Machine Jamming</i>	<i>Waiting</i>	Karena filter yang tersumbat di area <i>refuser</i>	Karena <i>timing consume refuser</i> yang tidak pas	Karena kecepatan <i>accelelator</i> tidak konstan	Karena adanya fluktuasi kecepatan saat melakukan penyesuaian untuk memaksimalkan <i>speed</i> mesin	NA
5	Pengecekan <i>pallet</i> lain yang berulang-ulang	<i>Overprocessing</i>	Karena <i>inspector</i> tidak yakin apakah <i>pallet</i> lainnya sudah diperiksa atau belum	Karena <i>form</i> selesai belum diisi dan tidak ada bukti fisik (stempel/tanda tangan)	Karena <i>inspector</i> lupa untuk langsung mengisi <i>form</i> setelah inspeksi selesai dilakukan	NA	NA

Dari Tabel 5.11 dapat dilihat bahwa terdapat penyebab permasalahan dari menunggu pengiriman ke *customer* adalah adanya kebijakan *buffer date* yang dimiliki oleh perusahaan yang disebabkan oleh waktu yang dibutuhkan untuk *change order* lama. Berikut pada Gambar 5.1 ditampilkan data waktu *downtime* untuk *Main Item* pada Q1 (Januari – Maret) 2025.



Gambar 5. 1 Total Waktu Downtime Main Item Q1 2025

Dari Gambar 5.1 diketahui bahwa total waktu yang dibutuhkan untuk melakukan *change order* pada *Main Item* pada Q1 sebesar 345,8 jam. Selanjutnya pada Gambar 5.2 ditampilkan rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk melakukan *change order* pada mesin-mesin yang digunakan untuk produksi *Main Item* pada Q1 (Januari – Maret) 2025.



Gambar 5. 2 Rata-rata Waktu Change Order Main Item Q1 2025

Pada Gambar 5.2 dapat diketahui data rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk *change order*, *change order* / *change over* merupakan kegiatan pergantian dari satu produk ke produk lainnya pada mesin yang sama. Kebijakan *buffer date* dipengaruhi oleh lama waktu *change order* yang dimiliki oleh perusahaan yang dilakukan untuk menghindari adanya keterlambatan pengiriman, jadi semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk *change order* semakin lama juga *buffer date* yang ditentukan oleh perusahaan, dalam hal ini *buffer date* untuk *item mono* selama 5 hari dan *item complex* selama 7 hari. Selain itu dari pendapat ahli perusahaan

mengindikasikan bahwa permasalahan ini menjadi penyebab terjadinya WIP pada area *cell capsule* yang disebabkan oleh kemungkinan kapasitas *warehouse* yang kurang memadai akibat keputusan *buffer date*. Pada Tabel 5.12 ditampilkan kapasitas yang dibutuhkan untuk *Main Item* sebagai berikut.

Tabel 5. 12 Kapasitas Untuk *Main Item* pada Bulan Januari – Maret 2025

<i>Item Code</i>	<i>Lead Time in Warehouse (Days)</i>	<i>Output Production (Pallet) / Days</i>	<i>Total Quantity (Pallet)</i>
A	6,04	12	73
B	11,32	9	102
C	7,88	7	56
D	8,87	10	89
E	9,04	9	82
Total			402

Dari Tabel 5.12 didapatkan bahwa kapasitas yang dibutuhkan untuk *Main Item* sebanyak 402 *pallet*. Kemudian bersama ahli dari pihak perusahaan dilakukan perhitungan total kapasitas yang dibutuhkan untuk hasil produksi *cell capsule* yang ditampilkan pada Tabel 5.13 berikut.

Tabel 5. 13 Total kapasitas untuk *cell capsule* pada bulan Januari – Maret 2025

Keterangan	Quantity (Pallet)
Kapasitas <i>Warehouse</i>	540
Kebutuhan <i>Other Item</i>	400
Kebutuhan <i>Main Item</i>	402
Total	802
Utilization Warehouse	148,52%

Pada Tabel 5.13 didapatkan informasi bahwa terjadi kelebihan *output* produksi terhadap kapasitas *warehouse* sebesar 48,52% atau 262 *pallet*. Oleh karena itu, menurut ahli dari perusahaan permasalahan ini menjadi salah satu penyebab adanya WIP pada area *cell capsule* yang menjadi prioritas yang harus segera diselesaikan oleh perusahaan.

5.3 Rekomendasi Perbaikan

Dari hasil analisis penyebab akar permasalahan akan dilakukan langkah-langkah perbaikan untuk mereduksi pemborosan (*waste*) yang ada agar dapat meningkatkan efisiensi pada area *cell capsule*. Pada Tabel 5.14 ditampilkan rekomendasi langkah-langkah yang memungkinkan diterapkan pada area *cell capsule* pada Perusahaan Manufaktur Filter Rokok.

Tabel 5. 14 Rekapitulasi Rekomendasi Perbaikan

No	<i>Root Cause</i>	Rekomendasi Perbaikan	Sumber
1	Karena waktu yang dibutuhkan untuk <i>change order</i> lama	Menurunkan waktu <i>change order</i> dengan menerapkan metode <i>Single Minute Exchange of Die</i> (SMED)	Hasil diskusi dengan pihak <i>process lead</i> , pihak <i>planner</i> dan <i>literature review</i> dari Aghiya & Puspitasari (2025)
3	Karena belum ada penyesuaian standar untuk kualitas <i>sparepart</i> perusahaan	Melakukan <i>study</i> penyesuaian standar <i>counterslice</i> yang disesuaikan dengan kualitas <i>sparepart</i> perusahaan	Hasil diskusi dengan pihak <i>process lead</i> dan <i>operational excellence engineer</i>

Tabel 5. 14 Rekapitulasi Rekomendasi Perbaikan

No	Root Cause	Rekomendasi Perbaikan	Sumber
4	Karena beberapa mesin tidak beroperasi (<i>Change Order/Break</i>)	Membuat mekanisme terhadap kelebihan dan kekurangan tekanan angin kompresor	Hasil diskusi dengan pihak <i>engineering</i>
5	Karena adanya penyesuaian untuk memaksimalkan <i>speed</i> mesin	Melakukan penyesuaian kecepatan <i>accelerator</i> dengan mekanisme PID (<i>Proportional–Integral–Derivative</i>) <i>Control</i> agar fluktuasi kecepatan minimal	Hasil diskusi dengan pihak <i>engineering</i>
6	Karena <i>inspector</i> lupa untuk langsung mengisi <i>form</i> setelah inspeksi selesai dilakukan	Penguatan pengawasan implementasi SOP QC pada setiap pergantian <i>shift</i>	Hasil diskusi dengan pihak QC <i>Coordinator</i> dan penerapan ISO 9001:2015 pasal 8.6 dan 8.7

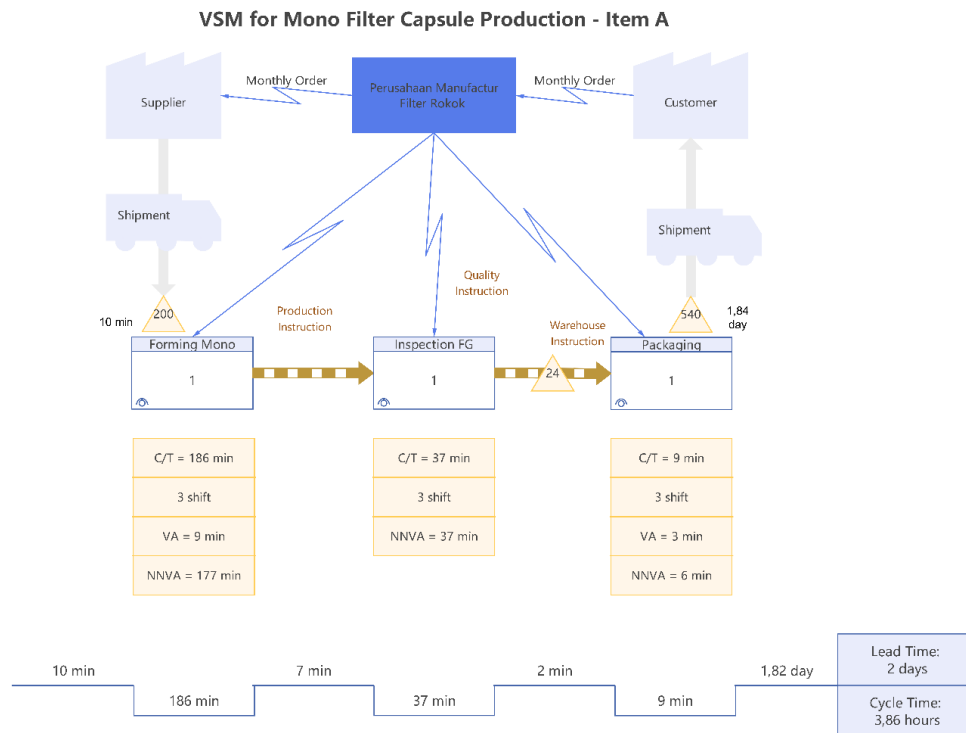
Menurut Aghiya & Puspitasari (2025) penggunaan metode SMED dapat menurunkan waktu *change order* hingga 56%. Kemudian, setelah berdiskusi dengan pihak perusahaan, didapatkan data berupa penerapan metode SMED yang pernah dilakukan oleh perusahaan seperti pada Tabel 5.15 berikut.

Tabel 5. 15 Data Historis Penerapan SMED untuk *Change Order* pada Perusahaan

<i>Machine Code</i>	<i>Before SMED</i> (hours)	<i>After SMED</i> (hours)	Penurunan Waktu CO (hours)	% Penurunan
A	10	4,5	5,5	55%
B	19	8	11	58%
C	0,68	0,2	0,48	71%
D	4	2,5	1,5	38%
E	5,88	2,13	3,75	64%
F	3,61	1,36	2,25	62%
G	6,5	2,31	4,19	64%
H	61,2	26,5	34,7	57%
I	7,2	2,45	4,75	66%
Rata-rata				59%

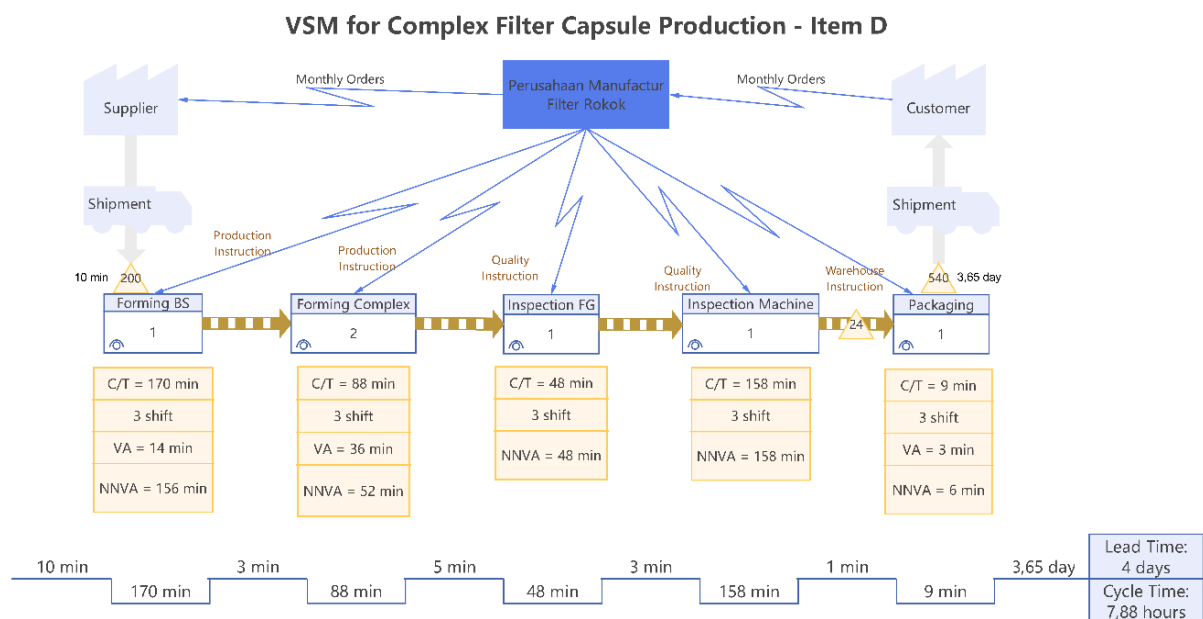
Dengan hasil rata-rata penurunan 59% untuk waktu *change order* dari hasil penerapan metode SMED pada perusahaan, hal tersebut dijadikan estimasi penurunan terhadap waktu *change order* untuk mesin produksi *Main Item* pada area *cell capsule*. Oleh karena itu setelah berdiskusi dengan pihak *planner* terkait estimasi penurunan waktu *change order* untuk mesin *Main Item*, *lead time* atau *buffer date* untuk produksi ditetapkan menjadi 2 hari untuk *item mono* dan 4 hari untuk *item complex*. Perusahaan memang belum menerapkan metode SMED terhadap mesin-mesin *Main Item capsule*. Kemudian aktivitas CIL pada keadaan ideal diasumsikan tidak terjadi karena CIL terjadi berdasarkan jadwal yang telah ditentukan oleh perusahaan yakni setiap satu *shift* satu kali.

Kemudian, dalam tahap penyusunan *Value Stream Mapping* (VSM) terdapat salah satu tahap yakni menyusun *Future State Mapping* atau merancang pemetaan aliran material dan informasi yang ideal dengan asumsi *waste* yang teridentifikasi dapat dieliminasi dengan rekomendasi perbaikan sehingga menciptakan VSM yang ideal (Hines & Rich, 1997). Gambar 5.3 menampilkan *future state mapping* dari proses produksi *item A*.



Gambar 5.3 Future State Mapping Item A

Gambar 5.3 menampilkan *future state mapping* dari *item A* yang memiliki *lead time* sebesar 2 hari dengan *cycle time* sebesar 3,86 jam untuk produksi 1 *pallet* atau 159.600 unit. Kemudian, pada Gambar 5.4 menampilkan *future state mapping* dari proses produksi *item D*.



Gambar 5.4 Future State Mapping Item D

Gambar 5.4 menampilkan *future state mapping* dari item D yang memiliki *lead time* sebesar 4 hari dengan *cycle time* sebesar 7,88 jam untuk produksi 1 *pallet* atau 159.600 unit. Pada Tabel 5.16 ditampilkan perbandingan antara *current state mapping* dan *future state mapping* sebagai berikut.

Tabel 5. 16 Perbandingan *Current State Mapping* dan *Future State Mapping*

Kondisi	Kode Produk	Cycle Time (hour)	Lead Time (days)
Current	A	4,5	6,24
	D	8,98	9,26
Future	A	3,86	2
	D	7,88	4

Dari Tabel 5.16 diketahui bahwa ada penurunan *cycle time* 0,64 jam atau 14,22% dan *lead time* 4,24 hari atau 67,94% pada item A. Selanjutnya terdapat penurunan *cycle time* 1,1 jam atau 12,25% atau 5,26 hari atau 56,8%. Kemudian, menurut hasil diskusi dengan ahli dari pihak perusahaan selain adanya penurunan dari segi waktu, dengan adanya rekomendasi untuk menurunkan waktu *change order* diestimasikan terdapat penurunan dari segi penggunaan untuk lahan WIP di depan area *warehouse* (tempat WIP *packaging*). Pada Gambar 5.5 ditampilkan persebaran WIP kondisi eksisting dengan area berwarna hitam merupakan letak mesin yang tidak berkorelasi dengan penelitian ini.



Gambar 5. 5 Denah Eksisting Area Cell Capsule

Dari Gambar 5.5 dapat dilihat bahwa kondisi eksisting WIP pada *cell capsule* yang membutuhkan lahan sebesar 650m², kemudian WIP 10 dan WIP 5 (di area depan *warehouse*) memerlukan lahan seluas 90m² yang dengan usulan perbaikan diestimasikan dapat dibebaskan dari yang semula merupakan lahan untuk WIP yang ditampilkan pada Gambar 5.6 dengan area berwarna hitam merupakan letak mesin yang tidak berkorelasi dengan penelitian ini.



Gambar 5. 6 Denah Area Cell Capsule Setelah Perbaikan

Pada Gambar 5.6 menunjukkan pengurangan luas lahan WIP dari 650 m² (64,74%) menjadi 560 m² (55,78%), atau berkurang sebesar 8,96%, akibat penambahan kapasitas *warehouse*. Persentase ini dihitung terhadap total lahan *cell capsule* di luar mesin dan *warehouse capsule area*, yaitu 1.004 m².

5.4 Evaluasi dan Implikasi Rekomendasi Perbaikan

Dari hasil analisis, rekomendasi dan estimasi perbaikan sebelumnya didapatkan rekapitulasi *waste*, akar penyebab *waste* dan rekomendasi perbaikan seperti berikut.

Tabel 5. 17 Rekapitulasi *Waste*, Akar Penyebab *Waste* dan Rekomendasi Perbaikan

No	Jenis Pemborosan	Root Cause	Rekomendasi Perbaikan
1	Terjadi penumpukan WIP pada area <i>cell capsule</i>	Kapasitas <i>warehouse</i> kurang besar dibanding dengan <i>output</i> produksi	Menurunkan standar waktu kebijakan <i>buffer date</i> untuk <i>item mono</i> dan <i>item complex</i>
2	Menunggu Pengiriman ke <i>Customer</i>	Karena waktu yang dibutuhkan untuk <i>change order</i> lama	Menurunkan waktu <i>change order</i> dengan menerapkan metode <i>Single Minute Exchange of Die</i> (SMED)
3	Menunggu akibat pergantian <i>Cutter Head</i>	Karena belum ada penyesuaian standar untuk kualitas <i>sparepart</i> perusahaan	Melakukan <i>study</i> penyesuaian standar <i>counterslice</i> yang disesuaikan dengan kualitas <i>sparepart</i> perusahaan
4	Menunggu akibat <i>Filter Tray Packing Unit</i> (FTPU) Problem	Karena beberapa mesin tidak beroperasi (<i>Change Order/Break</i>)	Membuat mekanisme terhadap kelebihan dan kekurangan tekanan angin kompresor
5	Menunggu akibat <i>Machine Jamming</i>	Karena adanya penyesuaian untuk memaksimalkan <i>speed</i> mesin	Melakukan penyesuaian kecepatan <i>accelerator</i> dengan mekanisme PID (<i>Proportional–Integral–Derivative</i>) Control agar fluktuasi kecepatan minimal

Tabel 5. 17 Rekapitulasi *Waste*, Akar Penyebab *Waste* dan Rekomendasi Perbaikan

No	Jenis Pemborosan	Root Cause	Rekomendasi Perbaikan
6	Pengecekan <i>pallet</i> lain yang berulang-ulang	Karena <i>inspector</i> lupa untuk langsung mengisi <i>form</i> setelah inspeksi selesai dilakukan	Penguatan pengawasan implementasi SOP QC pada setiap pergantian <i>shift</i>

Tabel 5.17 menampilkan rekapitulasi *waste*, akar penyebab *waste*, dan rekomendasi perbaikan. Dari hasil diskusi dengan ahli dari perusahaan, untuk rekomendasi perbaikan yang diusulkan diestimasikan dapat memberikan dampak sebagai berikut.

Tabel 5. 18 Rekapitulasi Perbandingan Kondisi Eksisting dan Estimasi Perbaikan

Aspek Terdampak	Kondisi Eksisting	Estimasi Perbaikan	Efisiensi
<i>Cycle Time Product A</i>	4,5 jam	3,86 jam	14,22%
<i>Lead Time Product A</i>	6,24 hari	2 hari	67,94%
<i>Cycle Time Product D</i>	8,98 jam	7,88 jam	12,25%
<i>Lead Time Product D</i>	9,26 hari	4 hari	56,8%
Luas Lahan untuk WIP	650 m ²	560 m ²	8,96%

Tabel 5.18 menampilkan rekapitulasi perbandingan kondisi eksisting dan estimasi perbaikan. Kemudian, dalam penerapan rekomendasi perbaikan terdapat beberapa implikasi yang dihadapi oleh perusahaan berdasarkan hasil diskusi dengan ahli dari perusahaan seperti berikut.

Tabel 5. 19 Rekomendasi Perbaikan dan Implikasi Manajerial

Rekomendasi Perbaikan	Implikasi Perbaikan
Menurunkan standar waktu kebijakan <i>buffer date</i> untuk <i>item mono</i> dan <i>item complex</i>	Aplikasi: Melakukan penyesuaian terhadap kebijakan <i>buffer date</i> untuk <i>item mono</i> dari 5 hari menjadi 2 hari dan <i>item complex</i> dari 7 hari menjadi 4 hari. Estimasi Biaya: 0 rupiah PIC: <i>Planning Manager</i>
Menurunkan waktu <i>change order</i> dengan menerapkan metode <i>Single Minute Exchange of Die</i> (SMED)	Aplikasi: Melakukan simulasi aktivitas <i>change order</i> dengan melakukan standarisasi pada <i>setting</i> mesin, <i>sparepart</i> dan urutan aktivitas <i>change order</i> . Estimasi Biaya: 2-4 juta rupiah PIC: <i>Process Lead</i>
Melakukan <i>study</i> penyesuaian standar <i>counterslice</i> yang disesuaikan dengan kualitas <i>sparepart</i> perusahaan	Aplikasi: Melakukan uji coba dengan <i>sparepart</i> perusahaan bersama dengan operator mesin untuk menemukan standar waktu penggantian <i>cutter head</i> berdasarkan <i>counterslice</i> Estimasi Biaya: 1 - 2 juta rupiah PIC: <i>Process Lead</i>
Membuat mekanisme terhadap kelebihan dan kekurangan tekanan angin kompresor	Aplikasi: Menyewa <i>technical expert</i> dari perusahaan pembuat kompresor untuk uji coba sistem kontrol tekanan angin kompresor

Tabel 5. 19 Rekomendasi Perbaikan dan Implikasi Manajerial

Rekomendasi Perbaikan	Implikasi Perbaikan
	Estimasi Biaya: 20 - 30 juta rupiah PIC: <i>Engineering Supervisor</i>
Melakukan penyesuaian kecepatan <i>accelerator</i> dengan mekanisme PID (<i>Proportional–Integral–Derivative</i>) <i>Control</i> agar fluktuasi kecepatan minimal	Aplikasi: Menyewa <i>vendor</i> lokal untuk melakukan <i>tuning</i> pada PID <i>Control</i> dan membeli perangkat <i>encoder</i> beserta PID Estimasi Biaya: 15 - 20 juta rupiah PIC: <i>Engineering Supervisor</i>
Penguatan pengawasan implementasi SOP QC pada setiap pergantian <i>shift</i>	Aplikasi: Melakukan pengecekan hasil inspeksi pada <i>shift</i> sebelumnya dengan melihat <i>input database excel</i> dan melakukan <i>reminder</i> terkait SOP tahapan-tahapan QC <i>finish good</i> pada setiap pergantian <i>shift</i> Estimasi Biaya: 0 rupiah PIC: <i>QC Coordinator</i>

Tabel 5.19 menampilkan implikasi manajerial yang ada dari pihak perusahaan setelah berdiskusi mengenai rekomendasi perbaikan dari hasil penelitian ini dengan pihak perusahaan.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai kesimpulan yang menjawab tujuan dari penelitian tugas akhir ini. Selain itu juga terdapat saran yang berisi perbaikan-perbaikan yang diajukan Peneliti untuk perusahaan dan penelitian selanjutnya, tahap ini merupakan tahap akhir dalam laporan tugas akhir ini.

6.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang diperoleh dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil pemetaan aliran proses menggunakan *Value Stream Mapping* (VSM), didapatkan bahwa *flow* proses produksi *cell capsule* untuk *item A* adalah *forming mono*, *inspection FG* dan *packaging*. Kemudian untuk *item D* adalah *forming BS*, *forming complex*, *inspection FG*, *inspection machine*, dan *packaging*. *Lead time* untuk *item A* adalah sebesar 6,24 hari dan untuk *item D* adalah sebesar 9,26 hari. Proses-proses yang bersifat *non value added* atau menyebabkan *bottleneck* teridentifikasi pada VSM terutama pada tahapan menunggu pengiriman di *warehouse* yang menjadi fokus utama perbaikan.
2. Hasil analisis dengan metode *Genba Shikumi* menunjukkan bahwa terdapat beberapa aktivitas kritis yang memicu pemborosan (*waste*), beberapa aktivitas kritis tersebut adalah menunggu pengiriman ke *customer*, menunggu akibat pergantian *cutter head*, menunggu akibat *FTPU problem*, menunggu akibat *machine jamming*, dan pengecekan *pallet* lain yang berulang-ulang.
3. Berdasarkan hasil evaluasi, beberapa rekomendasi yang diberikan untuk meminimalkan WIP dan pemborosan lainnya adalah menurunkan standar waktu kebijakan *buffer date* untuk *item mono* dan *item complex*, menurunkan waktu *change order* dengan penerapan metode SMED, melakukan penyesuaian standar *counterslice* yang disesuaikan dengan kualitas *sparepart* perusahaan, membuat mekanisme untuk pengaturan tekanan angin kompresor, melakukan penyesuaian kecepatan *accelerator* dengan mekanisme *PID Control*, dan melakukan penguatan pengawasan implementasi SOP QC pada setiap pergantian *shift*.

6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan pada penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Melakukan evaluasi terhadap *layout* produksi *cell capsule* secara keseluruhan dengan semua jenis *item capsule*. Hal ini mengingat hasil evaluasi dari FTC hanya untuk *Main Item* terdapat 24%-27% gerakan *backward* yang dapat mengindikasikan *waste motion* pada area *cell capsule*. Selain itu adanya potensi terhadap penerapan strategi *one man multiple machine*.
2. Melakukan evaluasi terhadap kapabilitas *cell capsule* menggunakan metode *line balancing* untuk melihat proses yang menyebabkan *bottleneck* pada area *cell capsule* secara keseluruhan dengan semua jenis *item capsule*.
3. Melakukan pengamatan dan penilaian mengenai dampak dari rekomendasi perbaikan yang telah diusulkan pada penelitian ini. Apabila perusahaan sudah menerapkan rekomendasi tersebut, dapat dilakukan penilaian terhadap hasil apakah sesuai harapan atau belum, penelitian selanjutnya dapat mengusulkan rekomendasi perbaikan baru yang lebih baik.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- Adyatama, A., & Handayanti, N. U. (2018). Perbaikan Kualitas Menggunakan Prinsip Kaizen dan 5 Why Analysis: Study Kasus Pada Painting Shop Karawang Plant 1, PT Toyota Manufacturing Indonesia. *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, 13(3), 169-176.
- Aghiya, S. D., & Puspitasari, N. B. (2025). PENGURANGAN WAKTU SETUP PROSES CHANGEOVER MOULDING MESIN PRESS AND CUT MENGGUNAKAN PENDEKATAN METODE SINGLE MINUTES EXCHANGE OF DIES (SMED). *Industrial Engineering Online Journal*.
- Bhamu, J., & Sangwan, K. S. (2014). Lean manufacturing: literature review and research issues. *International Journal of Operations & Production Management*, 34(7), 876-940.
- Budianto, B. D., & Suryadi, A. (2025). Analisis Penyebab Terjadinya Overcapacity Pada Gudang Menggunakan Metode Root Cause Analysis (RCA) di PT. XYZ. *Journal of Industrial Engineering and Optimization (JS)*, 10(2).
- Dotoli, M., Epicoco, N., Falagario, M., Costantino, N., & Turchiano, B. (2015). An integrated approach for warehouse analysis and optimization: A case study. *Computers in Industry*, 70(1), 56-69.
- Febrianty, T. B., Hermansyah, F. A., Syarifin, I. A., & Fauzi, M. (2022). Identifikasi Jenis Pemborosan yang Terjadi pada PT.PQR dengan Menggunakan Metode 8 Waste. *Jurnal Taguchi: Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri*, 2(1), 94-101. Retrieved from <https://taguchi.lppmbinabangsa.id/>
- Gaspersz, V., & Fontana, A. (2011). *Lean Six Sigma For Manufacturing and Service Industries* (Revised ed.). Bogor: Vinchristo Publication.
- George, M. O. (2010). *The Lean Six Sigma Guide to Doing More With Less: Cut Costs, Reduce Waste, and Lower Your Overhead*. Hoboken: John Wiley & Sons.
- Hallgren, M., & Olhager, J. (2009). Lean and agile manufacturing: external and internal drivers and performance outcomes. *International Journal of Operations & Production Management*, 29(10), 976-999.
- Hemalatha, C., Sankaranarayanan, K., & Durairaj, N. (2021). Lean and agile manufacturing for work-in-process (WIP) control. *Materials Today: Proceedings*.
- Hines, P., & Rich, N. (1997). The seven value stream mapping tools. *International Journal of Operations & Production Management*, 17(1), 46-94. <https://doi.org/10.1108/01443579710157989>
- Hines, P., & Taylor, D. (2000). *Going lean: a guide to implementation*. Wales: Lean Enterprise Research Center.
- Hirano, H. (1995). *5 Pillars of the Visual Workplace*. New York: Productivity Press.
- Howell, G. A. (1999, July 26-28). What is Lean Construction - 1999. *Proceedings of the Seventh Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC-7)*, 1-10.
- Karningsing, P. D., Pangesti, A. T., & Suef, M. (2019). Lean Assesment Matrix: A Proposed Supporting Tool for Lean Manufacturing Implementation. *IOP Conference Series*:

Materials Science and Engineering, 598(1), 012082. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/598/1/012082>

- Kurnia, I. (2023). *Bahan Ajar Value Stream Mapping "VSM"* (1 ed.). Jakarta : Fakultas Teknik UNKRIS.
- Madinah, A. I., Prihardianto, R. D., & Istiqomah, S. (2023). Analisis Lean Supply Chain Menggunakan Value Stream Mapping Pada Kopi Dua Gunung. *Jurnal Mahasiswa Institut Telkom Surabaya* .
- Morgan, J. M., & Liker, J. K. (2006). *The Toyota Product Development System: Integrating People, Process, and Technology* (1 ed.). New York: Productivity Press. <https://doi.org/10.4324/9781482293746>
- Rawabdeh, I. A. (2005). A model for the assessment of waste in job shop environments. *International Journal of Operations & Production Management*, 25(8), 800-822. <https://doi.org/10.1108/01443570510608619>
- Seth, D., & Gupta, V. (2005). Application of value stream mapping for lean operations and cycle time reduction: an Indian case study. *Production Planning & Control*, 16(1), 44-59.
- Shah, R., & Ward, P. T. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management* 25, 25(4), 785-805.
- Wegwood, I. (2016). *Lean Sigma: A Practitioner's Guide* (2nd ed.). Boston: Prentice Hall.
- Wignjosoebroto, S. (2009). *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan* (3 ed.). Surabaya: Guna Widya.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (2007). *The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production* (Reprinted ed.). New York: Free Press.
- Zulfikar, A. M., & Rachman, T. (2020). Penerapan Value Stream Mapping dan Process Activity Mapping Untuk Identifikasi dan Minimasi 7 Waste Pada Proses Produksi Sepatu X di PT. PAI. *Jurnal Inovisi*, 16(1), 13-17.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Data *Time Study* Proses Produksi Item A

Tabel 1 Time study operasi forming mono item A

No	Aktivitas Mesin	Aktivitas Operator	Mulai	Selesai	Operation Time (menit)
1	Continuous Mode	Persiapan <i>pallet</i> baru	10:40	10:41	00:01
2		Memasukkan PW baru	10:41	10:42	00:01
3		Mengisi <i>Capsule</i>	10:42	10:43	00:01
4	Produksi 2 Tray	Memantau proses 1st Tray	10:43	10:49	00:06
5		Sampling Tray	10:49	10:52	00:03
6		Sampling Visual	10:52	10:53	00:01
7		Memantau proses dan <i>Finishing</i> ke <i>Pallet</i>	10:53	10:56	00:03
8	Produksi 2 Tray	Memantau proses 1st Tray	10:56	11:02	00:06
9		Sampling Tray	11:02	11:05	00:03
10		Memantau proses dan <i>Finishing</i> ke <i>Pallet</i>	11:05	11:09	00:04
11	Produksi 2 Tray	Memantau proses 1st Tray	11:09	11:15	00:06
12		Sampling Tray	11:15	11:18	00:03
13		Memantau proses dan <i>Finishing</i> ke <i>Pallet</i>	11:18	11:22	00:04
14	Produksi 2 Tray	<i>Clean, Inspect, Lubricate</i> (CIL)	11:22	12:00	00:38
15		Memantau proses 1st Tray	12:00	12:04	00:04
16		Mengisi <i>Capsule</i>	12:04	12:05	00:01
17		Memantau proses 1st Tray	12:05	12:06	00:01
18		Sampling Tray	12:06	12:09	00:03
19		Memantau proses dan <i>Finishing</i> ke <i>Pallet</i>	12:09	12:13	00:04
20	Produksi 2 Tray	Memantau proses 1st Tray	12:13	12:19	00:06
21		Memasukkan PW baru	12:19	12:20	00:01
22		Sampling Tray	12:20	12:23	00:03
23		Memantau proses dan <i>Finishing</i> ke <i>Pallet</i>	12:23	12:26	00:03
24	Produksi 2 Tray	Memantau proses 1st Tray	12:26	12:30	00:04
25		Sampling Visual	12:30	12:31	00:01
26		Memantau proses 1st Tray	12:31	12:32	00:01
27		Sampling Tray	12:32	12:35	00:03
28		Memantau proses dan <i>Finishing</i> ke <i>Pallet</i>	12:35	12:39	00:04
29	Produksi 2 Tray	Memantau proses 1st Tray	12:39	12:45	00:06
30		Sampling Tray	12:45	12:48	00:03
31		Mengisi <i>Capsule</i>	12:48	12:49	00:01
32		Memantau proses dan <i>Finishing</i> ke <i>Pallet</i>	12:49	12:52	00:03
33	Produksi 2 Tray	Memantau proses 1st Tray	12:52	12:58	00:06
34		Sampling Tray	12:58	13:01	00:03
35		Memantau proses dan <i>Finishing</i> ke <i>Pallet</i>	13:01	13:05	00:04

No	Aktivitas Mesin	Aktivitas Operator	Mulai	Selesai	Operation Time (menit)
36	Produksi 2 Tray	Memantau proses 1st Tray	13:05	13:11	00:06
37		Sampling Tray	13:11	13:14	00:03
38		Memantau proses dan <i>Finishing</i> ke <i>Pallet</i>	13:14	13:18	00:04
39	Produksi 2 Tray	Memantau proses 1st Tray	13:18	13:20	00:02
40		Memasukkan PW baru	13:20	13:21	00:01
41		Memantau proses 1st Tray	13:21	13:24	00:03
42		Sampling Tray	13:24	13:27	00:03
43		Memantau proses dan <i>Finishing</i> ke <i>Pallet</i>	13:27	13:29	00:02
44		Sampling Visual	13:29	13:30	00:01
45		Memantau proses dan <i>Finishing</i> ke <i>Pallet</i>	13:30	13:31	00:01
46	Produksi 2 Tray	Memantau proses 1st Tray	13:31	13:32	00:01
47		Mengisi <i>Capsule</i>	13:32	13:33	00:01
48		Memantau proses 1st Tray	13:33	13:37	00:04
49		Sampling Tray	13:37	13:40	00:03
50		Memantau proses dan <i>Finishing</i> ke <i>Pallet</i>	13:40	13:44	00:04
51	Produksi 2 Tray	Memantau proses 1st Tray	13:44	13:50	00:06
52		Sampling Tray	13:50	13:53	00:03
53		Memantau proses dan <i>Finishing</i> ke <i>Pallet</i>	13:53	13:57	00:04
54	Produksi 2 Tray	Memantau proses 1st Tray	13:57	14:03	00:06
55		Sampling Tray	14:03	14:06	00:03
56		Memantau proses dan <i>Finishing</i> ke <i>Pallet</i>	14:06	14:10	00:04
57	Produksi 2 Tray	Memantau proses 1st Tray	14:10	14:16	00:06
58		Mengisi <i>Capsule</i>	14:16	14:17	00:01
59		Sampling Tray	14:17	14:20	00:03
60		Memasukkan PW baru	14:20	14:21	00:01
61		Memantau proses dan <i>Finishing</i> ke <i>Pallet</i>	14:21	14:23	00:02
62	Continuous Mode	Mengisi <i>form close pallet</i>	14:23	14:24	00:01
				Total	03:44

Tabel 2 Time study operasi inspection FG item A

No	Aktivitas Inspector	Mulai	Selesai	Operation Time (menit)
1	Sampling Tray 1	13:07	13:08	00:01
2	Cek Parameter 2 + Parameter 3	13:08	13:13	00:05
3	Sampling Tray 1	13:13	13:14	00:01
4	Cek Parameter 4 + Parameter 5	13:14	13:16	00:02
6	Sampling Tray 1	13:16	13:17	00:01
7	Cek Parameter 1	13:17	13:19	00:02
8	Sampling Tray 2	13:19	13:20	00:01
9	Cek Parameter 2 + Parameter 3	13:20	13:25	00:05
10	Sampling Tray 2	13:25	13:25	00:00

No	Aktivitas <i>Inspector</i>	Mulai	Selesai	Operation Time (menit)
11	Cek Parameter 4 + Parameter 5	13:25	13:26	00:01
13	Sampling <i>Tray</i> 3	13:26	13:26	00:00
14	Cek Parameter 2 + Parameter 3	13:26	13:31	00:05
15	Sampling <i>Tray</i> 3	13:31	13:32	00:01
16	Cek Parameter 4 + Parameter 5	13:32	13:34	00:02
18	Sampling <i>Tray</i> 4	13:34	13:35	00:01
19	Cek Parameter 2 + Parameter 3	13:35	13:40	00:05
20	Sampling <i>Tray</i> 4	13:40	13:41	00:01
21	Cek Parameter 4 + Parameter 5	13:41	13:42	00:01
22	Stempel dan Isi Data <i>form</i> Selesai	13:42	13:44	00:02
			Total	00:37

Tabel 3 *Time study* operasi *packaging* item A

No	Aktivitas Operator	Mulai	Selesai	Operation Time (menit)
1	Ambil <i>pallet</i>	10:15	10:16	00:01
2	Melapisi dengan karton	10:16	10:17	00:01
3	Melapisi dengan plastik + tambah label	10:17	10:19	00:02
4	Pindah <i>pallet</i>	10:19	10:20	00:01
5	<i>Input</i> komputer	10:20	10:21	00:01
6	Pindah <i>pallet</i> ke WH	10:21	10:24	00:03
			Total	00:09

Lampiran 2 Data *Time Study* Proses Produksi *Item D*

Tabel 4 *Time study* operasi *forming* BS item D

No	Aktivitas Mesin	Aktivitas Operator	Mulai	Selesai	Operation Time (menit)
1	<i>Continuous Mode</i>	Persiapan <i>pallet</i> baru	13:25	13:26	00:01
2		Memasukkan PW baru	13:26	13:27	00:01
3		Mengisi <i>Capsule</i>	13:27	13:28	00:01
4	Produksi 4 <i>Tray</i>	Memantau proses 1st <i>Tray</i>	13:28	13:31	00:03
5		Sampling <i>Tray</i>	13:31	13:34	00:03
6		Sampling Visual	13:34	13:35	00:01
7		Memantau proses dan <i>Finishing</i> ke <i>Pallet</i>	13:35	13:43	00:08
8	Produksi 4 <i>Tray</i>	Memantau proses 1st <i>Tray</i>	13:43	13:46	00:03
9		Sampling <i>Tray</i>	13:46	13:49	00:03
10		Memantau proses dan <i>Finishing</i> ke <i>Pallet</i>	13:49	13:51	00:02
11		Mengisi <i>Capsule</i>	13:51	13:52	00:01
12		Memantau proses dan <i>Finishing</i> ke <i>Pallet</i>	13:52	13:58	00:06
13	Produksi 4 <i>Tray</i>	Memantau proses 1st <i>Tray</i>	13:58	13:59	00:01
14		Memasukkan PW baru	13:59	14:00	00:01
15		Memantau proses 1st <i>Tray</i>	14:00	14:01	00:01
16		Sampling <i>Tray</i>	14:01	14:04	00:03
17		Memantau proses dan <i>Finishing</i> ke <i>Pallet</i>	14:04	14:13	00:09
18	Produksi 4 <i>Tray</i>	Memantau proses 1st <i>Tray</i>	14:13	14:15	00:02
19		Mengisi <i>Capsule</i>	14:15	14:16	00:01
20		Sampling <i>Tray</i>	14:16	14:19	00:03
21		Memantau proses dan <i>Finishing</i> ke <i>Pallet</i>	14:19	14:28	00:09
22	Produksi 4 <i>Tray</i>	Memantau proses 1st <i>Tray</i>	14:28	14:31	00:03
23		Memasukkan PW baru	14:31	14:32	00:01
24		Sampling <i>Tray</i>	14:32	14:35	00:03
25		Sampling Visual	14:35	14:36	00:01
26		Memantau proses dan <i>Finishing</i> ke <i>Pallet</i>	14:36	14:39	00:03
27		Mengisi <i>Capsule</i>	14:39	14:40	00:01
28		Memantau proses dan <i>Finishing</i> ke <i>Pallet</i>	14:40	14:43	00:03
29	Produksi 4 <i>Tray</i>	Memantau proses 1st <i>Tray</i>	14:43	14:46	00:03
30		Sampling <i>Tray</i>	14:46	14:49	00:03
31		Memantau proses dan <i>Finishing</i> ke <i>Pallet</i>	14:49	14:58	00:09
32	Produksi 4 <i>Tray</i>	Memantau proses 1st <i>Tray</i>	14:58	15:01	00:03
33		Mengisi <i>Capsule</i>	15:01	15:02	00:01
34		Memasukkan PW baru	15:02	15:03	00:01
35		Sampling <i>Tray</i>	15:03	15:06	00:03
36		Memantau proses dan <i>Finishing</i> ke <i>Pallet</i>	15:06	15:13	00:07
37	Produksi 4 <i>Tray</i>	Memantau proses 1st <i>Tray</i>	15:13	15:16	00:03

No	Aktivitas Mesin	Aktivitas Operator	Mulai	Selesai	Operation Time (menit)
38		Sampling <i>Tray</i>	15:16	15:19	00:03
39		Memantau proses dan <i>Finishing</i> ke <i>Pallet</i>	15:19	15:25	00:06
40		Mengisi <i>Capsule</i>	15:25	15:26	00:01
41		Memantau proses dan <i>Finishing</i> ke <i>Pallet</i>	15:26	15:28	00:02
42	Produksi 4 <i>Tray</i>	Memantau proses 1st <i>Tray</i>	15:28	15:31	00:03
43		Sampling <i>Tray</i>	15:31	15:34	00:03
44		Sampling Visual	15:34	15:35	00:01
45		Memasukkan PW baru	15:35	15:36	00:01
46		Memantau proses dan <i>Finishing</i> ke <i>Pallet</i>	15:36	15:37	00:01
47		Memantau proses dan <i>Finishing</i> ke <i>Pallet</i>	15:37	15:43	00:06
48	Produksi 4 <i>Tray</i>	Memantau proses 1st <i>Tray</i>	15:43	15:46	00:03
49		Sampling <i>Tray</i>	15:46	15:49	00:03
50		Mengisi <i>Capsule</i>	15:49	15:50	00:01
51		<i>Clean, Inspect, Lubricate</i> (CIL)	15:50	16:20	00:30
52		Memantau proses dan <i>Finishing</i> ke <i>Pallet</i>	16:20	16:28	00:08
53	Produksi 4 <i>Tray</i>	Memantau proses 1st <i>Tray</i>	16:28	16:31	00:03
54		Sampling <i>Tray</i>	16:31	16:34	00:03
55		Memantau proses dan <i>Finishing</i> ke <i>Pallet</i>	16:34	16:38	00:04
56		Memasukkan PW baru	16:38	16:39	00:01
57		Memantau proses dan <i>Finishing</i> ke <i>Pallet</i>	16:39	16:43	00:04
58		Mengisi <i>Capsule</i>	16:43	16:44	00:01
59	<i>Continuous Mode</i>	Mengisi <i>form close pallet</i>	16:44	16:45	00:01
				Total	03:20

Tabel 5 Time study operasi forming complex item D

No	Aktivitas Mesin	Aktivitas Operator 1	Aktivitas Operator 2	Mulai	Selesai	Operation Time (menit)
1	<i>Continuous Mode</i>	Persiapan <i>pallet</i> baru	Mengisi ABR	10:40	10:41	00:01
2		Memasukkan PW baru	Mengisi MCF	10:41	10:42	00:01
3	Produksi 6 <i>Tray</i>	Memantau proses 1st <i>Tray</i>	Mengisi ABR	10:42	10:43	00:01
4			Memantau BS	10:43	10:44	00:01
5			Mengisi MCF	10:44	10:45	00:01
6		Sampling <i>Tray</i>	Mengisi ABR	10:45	10:46	00:01
7			Memantau BS	10:46	10:47	00:01
8			Mengisi ABR	10:47	10:48	00:01
9		Sampling Visual	Mengisi MCF	10:48	10:49	00:01
10		Mengganti <i>Cutter Head</i>	Membantu proses pergantian <i>Cutter Head</i>	10:49	11:01	00:12
11			Mengisi ABR	11:01	11:02	00:01

No	Aktivitas Mesin	Aktivitas Operator 1	Aktivitas Operator 2	Mulai	Selesai	Operation Time (menit)
12		Memantau proses dan <i>Finishing</i> ke <i>Pallet</i>	Memantau BS	11:02	11:03	00:01
13			Mengisi MCF	11:03	11:04	00:01
14			Mengisi ABR	11:04	11:05	00:01
15			Memantau BS	11:05	11:06	00:01
16			Mengisi ABR	11:06	11:07	00:01
17			Mengisi MCF	11:07	11:08	00:01
18			Mengisi ABR	11:08	11:09	00:01
19			Memantau BS	11:09	11:10	00:01
20		Memasukkan PW baru	Mengisi MCF	11:10	11:11	00:01
21		Memantau proses dan <i>Finishing</i> ke <i>Pallet</i>	Mengisi ABR	11:11	11:12	00:01
22	Produksi 6 <i>Tray</i>	Memantau proses 1st <i>Tray</i>	Memantau BS	11:12	11:13	00:01
23			Mengisi ABR	11:13	11:14	00:01
24			Mengisi MCF	11:14	11:15	00:01
25		Sampling <i>Tray</i>	Mengisi ABR	11:15	11:16	00:01
26			Memantau BS	11:16	11:17	00:01
27			Mengisi MCF	11:17	11:18	00:01
28		Memantau proses dan <i>Finishing</i> ke <i>Pallet</i>	Mengisi ABR	11:18	11:19	00:01
29			Memantau BS	11:19	11:20	00:01
30			Mengisi ABR	11:20	11:21	00:01
31			Mengisi MCF	11:21	11:22	00:01
32			Mengisi ABR	11:22	11:23	00:01
33			Memantau BS	11:23	11:24	00:01
34			Mengisi MCF	11:24	11:25	00:01
35			Mengisi ABR	11:25	11:26	00:01
36			Memantau BS	11:26	11:27	00:01
37		Memasukkan PW baru	Mengisi ABR	11:27	11:28	00:01
38		Memantau proses dan <i>Finishing</i> ke <i>Pallet</i>	Mengisi MCF	11:28	11:29	00:01
39			Mengisi ABR	11:29	11:30	00:01
40	Produksi 6 <i>Tray</i>	Memantau proses 1st <i>Tray</i>	Memantau BS	11:30	11:31	00:01
41			Mengisi MCF	11:31	11:32	00:01
42			Mengisi ABR	11:32	11:33	00:01
43		Sampling <i>Tray</i>	Memantau BS	11:33	11:34	00:01
44			Mengisi ABR	11:34	11:35	00:01
45			Mengisi MCF	11:35	11:36	00:01
46		Memantau proses dan <i>Finishing</i> ke <i>Pallet</i>	Mengisi ABR	11:36	11:37	00:01
47			Memantau BS	11:37	11:38	00:01
48			Mengisi MCF	11:38	11:39	00:01
49			Mengisi ABR	11:39	11:40	00:01
50			Memantau BS	11:40	11:41	00:01
51			Mengisi ABR	11:41	11:42	00:01
52			Mengisi MCF	11:42	11:43	00:01
53			Mengisi ABR	11:43	11:44	00:01
54		Memasukkan PW baru	Memantau BS	11:44	11:45	00:01
55			Mengisi MCF	11:45	11:46	00:01

No	Aktivitas Mesin	Aktivitas Operator 1	Aktivitas Operator 2	Mulai	Selesai	Operation Time (menit)
56		Memantau proses dan <i>Finishing</i> ke <i>Pallet</i>	Mengisi ABR	11:46	11:47	00:01
57			Memantau BS	11:47	11:48	00:01
58	Produksi 6 <i>Tray</i>	Memantau proses 1st <i>Tray</i>	Mengisi ABR	11:48	11:49	00:01
59			Mengisi MCF	11:49	11:50	00:01
60			Mengisi ABR	11:50	11:51	00:01
61		Sampling <i>Tray</i>	Memantau BS	11:51	11:52	00:01
62			Mengisi MCF	11:52	11:53	00:01
63			Mengisi ABR	11:53	11:54	00:01
64		Memantau proses dan <i>Finishing</i> ke <i>Pallet</i>	Memantau BS	11:54	11:55	00:01
65			Mengisi ABR	11:55	11:56	00:01
66			Mengisi MCF	11:56	11:57	00:01
67			Mengisi ABR	11:57	11:58	00:01
68		Sampling Visual	Memantau BS	11:58	11:59	00:01
69		Memantau proses dan <i>Finishing</i> ke <i>Pallet</i>	Mengisi MCF	11:59	12:00	00:01
70			Mengisi ABR	12:00	12:01	00:01
71		Memasukkan PW baru	Memantau BS	12:01	12:02	00:01
72		Memantau proses dan <i>Finishing</i> ke <i>Pallet</i>	Mengisi ABR	12:02	12:03	00:01
73			Mengisi MCF	12:03	12:04	00:01
74			Mengisi ABR	12:04	12:05	00:01
75			Memantau BS	12:05	12:06	00:01
76	Produksi 4 <i>Tray</i>	Memantau proses 1st <i>Tray</i>	Mengisi MCF	12:06	12:07	00:01
77			Mengisi ABR	12:07	12:08	00:01
78			Memantau BS	12:08	12:09	00:01
79		Sampling <i>Tray</i>	Mengisi ABR	12:09	12:10	00:01
80		<i>Clean, Inspect, Lubricate</i> (CIL)	<i>Clean, Inspect, Lubricate</i> (CIL)	12:10	12:25	00:15
81		Sampling <i>Tray</i>	Mengisi MCF	12:25	12:26	00:01
82			Mengisi ABR	12:26	12:27	00:01
83		Memantau proses dan <i>Finishing</i> ke <i>Pallet</i>	Memantau BS	12:27	12:28	00:01
84			Mengisi MCF	12:28	12:29	00:01
85			Mengisi ABR	12:29	12:30	00:01
86			Memantau BS	12:30	12:31	00:01
87			Mengisi ABR	12:31	12:32	00:01
88	Mengisi MCF		12:32	12:33	00:01	
89	<i>Continuous Mode</i>	Memasukkan PW baru	Mengisi ABR	12:33	12:34	00:01
90		Mengisi <i>form close pallet</i>	Memantau BS	12:34	12:35	00:01
				<i>Total</i>		01:55

Tabel 6 Time study operasi inspection FG item D

No	Aktivitas Inspector	Mulai	Selesai	Operation Time (menit)
1	Sampling <i>Tray</i> 1	15:39	15:40	00:01
2	Cek Parameter 1 + Parameter 6	15:40	15:43	00:03
3	Sampling <i>Tray</i> 1	15:43	15:44	00:01

No	Aktivitas <i>Inspector</i>	Mulai	Selesai	Operation Time (menit)
4	Cek Parameter 5	15:44	15:45	00:01
5	Cek Parameter 4 + Parameter 7	15:45	15:47	00:02
6	Cek Parameter 3 + Parameter 2	15:47	15:51	00:04
7	Sampling <i>Tray</i> 2	15:51	15:51	00:00
8	Cek Parameter 1 + Parameter 6	15:51	15:54	00:03
9	Sampling <i>Tray</i> 2	15:54	15:55	00:01
10	Cek Parameter 5	15:55	15:55	00:00
11	Cek Parameter 4 + Parameter 7	15:55	15:58	00:03
12	Cek Parameter 3 + Parameter 2	15:58	16:02	00:04
13	Sampling <i>Tray</i> 3	16:02	16:03	00:01
14	Pengecekan <i>Pallet</i> Lain	16:03	16:05	00:02
15	Cek Parameter 1 + Parameter 6	16:05	16:08	00:03
16	Sampling <i>Tray</i> 3	16:08	16:08	00:00
17	Cek Parameter 5	16:08	16:10	00:02
18	Cek Parameter 4 + Parameter 7	16:10	16:12	00:02
19	Cek Parameter 3 + Parameter 2	16:12	16:16	00:04
20	Sampling <i>Tray</i> 4	16:16	16:17	00:01
21	Cek Parameter 1 + Parameter 6	16:17	16:20	00:03
22	Sampling <i>Tray</i> 4	16:20	16:20	00:00
23	Cek Parameter 5	16:20	16:21	00:01
24	Cek Parameter 4 + Parameter 7	16:21	16:23	00:02
25	Cek Parameter 3 + Parameter 2	16:23	16:27	00:04
26	Stempel dan Isi Data <i>Form</i> Selesai	16:27	16:29	00:02
Total				00:50

Tabel 7 Time study operasi *inspection Machine* item D

No	Aktivitas Mesin	Aktivitas Operator	Mulai	Selesai	Operation Time (menit)
1	<i>Continuous Mode</i>	Persiapan <i>pallet</i> baru	09:41	09:42	00:01
2		Memasukkan <i>Tray</i> baru	09:42	09:43	00:01
3	Inspeksi 1 <i>Tray</i>	Memantau proses	09:43	09:48	00:05
4	Inspeksi 1 <i>Tray</i>	Memasukkan <i>Tray</i> baru	09:48	09:49	00:01
5		Inspeksi <i>Tray</i> dan memasukkan ke dalam <i>pallet</i>	09:49	09:50	00:01
6		Memantau proses	09:50	09:54	00:04
7	Inspeksi 1 <i>Tray</i>	Memasukkan <i>Tray</i> baru	09:54	09:55	00:01
8		Inspeksi <i>Tray</i> dan memasukkan ke dalam <i>pallet</i>	09:55	09:56	00:01
9		Memantau proses	09:56	09:59	00:03
10	Inspeksi 1 <i>Tray</i>	Inspeksi <i>Tray</i> dan memasukkan ke dalam <i>pallet</i>	09:59	10:00	00:01
11		Memasukkan <i>Tray</i> baru	10:00	10:01	00:01
12		Memantau proses	10:01	10:05	00:04
13	Inspeksi 1 <i>Tray</i>	Inspeksi <i>Tray</i> dan memasukkan ke dalam <i>pallet</i>	10:05	10:06	00:01
14		Memasukkan <i>Tray</i> baru	10:06	10:07	00:01

No	Aktivitas Mesin	Aktivitas Operator	Mulai	Selesai	Operation Time (menit)
15		Memantau proses	10:07	10:10	00:03
16	Inspeksi 1 Tray	Inspeksi Tray dan memasukkan ke dalam <i>pallet</i>	10:10	10:11	00:01
17		Memantau proses	10:11	10:12	00:01
18		Memasukkan Tray baru	10:12	10:13	00:01
19		Memantau proses	10:13	10:16	00:03
20	Inspeksi 1 Tray	Inspeksi Tray dan memasukkan ke dalam <i>pallet</i>	10:16	10:17	00:01
21		Memantau proses	10:17	10:18	00:01
22		Memasukkan Tray baru	10:18	10:19	00:01
23		Memantau proses	10:19	10:21	00:02
24	Inspeksi 1 Tray	Inspeksi Tray dan memasukkan ke dalam <i>pallet</i>	10:21	10:22	00:01
25		Memantau proses	10:22	10:24	00:02
26		Memasukkan Tray baru	10:24	10:25	00:01
27		Memantau proses	10:25	10:27	00:02
28	Inspeksi 1 Tray	Inspeksi Tray dan memasukkan ke dalam <i>pallet</i>	10:27	10:28	00:01
29		Memantau proses	10:28	10:30	00:02
30		Memasukkan Tray baru	10:30	10:31	00:01
31		Memantau proses	10:31	10:32	00:01
32	Inspeksi 1 Tray	Inspeksi Tray dan memasukkan ke dalam <i>pallet</i>	10:32	10:33	00:01
33		Memantau proses	10:33	10:36	00:03
34		Memasukkan Tray baru	10:36	10:37	00:01
35		Memantau proses	10:37	10:38	00:01
36	Inspeksi 1 Tray	Inspeksi Tray dan memasukkan ke dalam <i>pallet</i>	10:38	10:39	00:01
37		Memantau proses	10:39	10:42	00:03
38		Memasukkan Tray baru	10:42	10:43	00:01
39	Inspeksi 1 Tray	Inspeksi Tray dan memasukkan ke dalam <i>pallet</i>	10:43	10:44	00:01
40		Filter Tray Packing Unit (FTPU) Problem	10:44	10:50	00:06
41		Memantau proses	10:50	10:54	00:04
42		Memasukkan Tray baru	10:54	10:55	00:01
43	Inspeksi 1 Tray	Inspeksi Tray dan memasukkan ke dalam <i>pallet</i>	10:55	10:56	00:01
44		Memantau proses	10:56	11:00	00:04
45		Memasukkan Tray baru	11:00	11:01	00:01
46	Inspeksi 1 Tray	Inspeksi Tray dan memasukkan ke dalam <i>pallet</i>	11:01	11:02	00:01
47		Memantau proses	11:02	11:05	00:03
48		Memasukkan Tray baru	11:05	11:06	00:01
49	Inspeksi 1 Tray	Inspeksi Tray dan memasukkan ke dalam <i>pallet</i>	11:06	11:07	00:01
50		Memantau proses	11:07	11:11	00:04
51	Inspeksi 1 Tray	Memasukkan Tray baru	11:11	11:12	00:01

No	Aktivitas Mesin	Aktivitas Operator	Mulai	Selesai	Operation Time (menit)
52		Inspeksi <i>Tray</i> dan memasukkan ke dalam <i>pallet</i>	11:12	11:13	00:01
53		Memantau proses	11:13	11:17	00:04
54	Inspeksi 1 <i>Tray</i>	Memasukkan <i>Tray</i> baru	11:17	11:18	00:01
55		Inspeksi <i>Tray</i> dan memasukkan ke dalam <i>pallet</i>	11:18	11:19	00:01
56		Memantau proses	11:19	11:22	00:03
57	Inspeksi 1 <i>Tray</i>	Inspeksi <i>Tray</i> dan memasukkan ke dalam <i>pallet</i>	11:22	11:23	00:01
58		Memasukkan <i>Tray</i> baru	11:23	11:24	00:01
59		Memantau proses	11:24	11:28	00:04
60	Inspeksi 1 <i>Tray</i>	Inspeksi <i>Tray</i> dan memasukkan ke dalam <i>pallet</i>	11:28	11:29	00:01
61		Memasukkan <i>Tray</i> baru	11:29	11:30	00:01
62		Memantau proses	11:30	11:33	00:03
63	Inspeksi 1 <i>Tray</i>	Inspeksi <i>Tray</i> dan memasukkan ke dalam <i>pallet</i>	11:33	11:34	00:01
64		Memantau proses	11:34	11:35	00:01
65		Memasukkan <i>Tray</i> baru	11:35	11:36	00:01
66		Memantau proses	11:36	11:39	00:03
67	Inspeksi 1 <i>Tray</i>	Inspeksi <i>Tray</i> dan memasukkan ke dalam <i>pallet</i>	11:39	11:40	00:01
68		Memantau proses	11:40	11:41	00:01
69		Memasukkan <i>Tray</i> baru	11:41	11:42	00:01
70		Memantau proses	11:42	11:44	00:02
71	Inspeksi 1 <i>Tray</i>	Inspeksi <i>Tray</i> dan memasukkan ke dalam <i>pallet</i>	11:44	11:45	00:01
72		Machine Jamming	11:45	11:46	00:01
73		Memantau proses	11:46	11:48	00:02
74		Memasukkan <i>Tray</i> baru	11:48	11:49	00:01
75		Memantau proses	11:49	11:51	00:02
76	Inspeksi 1 <i>Tray</i>	Inspeksi <i>Tray</i> dan memasukkan ke dalam <i>pallet</i>	11:51	11:52	00:01
77		Memantau proses	11:52	11:54	00:02
78		Memasukkan <i>Tray</i> baru	11:54	11:55	00:01
79		Memantau proses	11:55	11:56	00:01
80	Inspeksi 1 <i>Tray</i>	Inspeksi <i>Tray</i> dan memasukkan ke dalam <i>pallet</i>	11:56	11:57	00:01
81		Memantau proses	11:57	12:00	00:03
82		Memasukkan <i>Tray</i> baru	12:00	12:01	00:01
83		Memantau proses	12:01	12:02	00:01
84	Inspeksi 1 <i>Tray</i>	Inspeksi <i>Tray</i> dan memasukkan ke dalam <i>pallet</i>	12:02	12:03	00:01
85		Memantau proses	12:03	12:06	00:03
86		Memasukkan <i>Tray</i> baru	12:06	12:07	00:01
87	Inspeksi 1 <i>Tray</i>	Inspeksi <i>Tray</i> dan memasukkan ke dalam <i>pallet</i>	12:07	12:08	00:01
88		Memantau proses	12:08	12:12	00:04
89		Memasukkan <i>Tray</i> baru	12:12	12:13	00:01

No	Aktivitas Mesin	Aktivitas Operator	Mulai	Selesai	Operation Time (menit)
90	Inspeksi 1 Tray	Inspeksi Tray dan memasukkan ke dalam pallet	12:13	12:14	00:01
91		Memantau proses	12:14	12:18	00:04
92	Inspeksi 1 Tray	Memasukkan Tray baru	12:18	12:19	00:01
93		Inspeksi Tray dan memasukkan ke dalam pallet	12:19	12:20	00:01
94		Memantau proses	12:20	12:24	00:04
95	Continuous Mode	Inspeksi Tray dan memasukkan ke dalam pallet	12:24	12:25	00:01
96		Mengisi form close pallet	12:25	12:26	00:01
			Total		02:45

Tabel 8 *Time study* operasi *packaging* item D

No	Aktivitas Operator	Mulai	Selesai	Operation Time (menit)
1	Ambil <i>pallet</i>	10:15	10:16	00:01
2	Melapisi dengan karton	10:16	10:17	00:01
3	Melapisi dengan plastik + tambah label	10:17	10:19	00:02
4	Pindah <i>pallet</i>	10:19	10:20	00:01
5	Input komputer	10:20	10:21	00:01
6	Pindah <i>pallet</i> ke WH	10:21	10:24	00:03
			Total	00:09

Lampiran 4 Jobdescription Continuous Improvement Departement

Job Title:	CI Engineer	Reports to:	CI Manager	
Department/ Group:	Continuous Improvement (CI)	Grade	02	
Location:	Surabaya	Doc ID	XXXXXX	Revision : XX
Job Description				
Role and Responsibilities CI Engineer will play a critical role in enhancing operational efficiency, quality, and productivity within our business processes. You will be responsible for identifying areas of improvement, analyzing workflows, implementing lean methodologies, and driving sustainable change initiatives to optimize our manufacturing operations to driving operational excellence and ensuring the long-term competitiveness of our organization. 1. Perform comprehensive assessments of business processes to identify inefficiencies, losses, and opportunities for improvement. 2. Collaborate with cross-functional teams to execute and implement process improvements through CI Project which focuses on increasing product quality, increasing efficiency and reducing waste and cost reductions. 3. Collaborate with cross-functional teams to implement process improvements and ensure adherence to quality standards. 4. Working with cross-function team to validate financial impact of CI Project implemented. 5. Lead lean implementations and training sessions to educate employees on lean methodologies and ensure a culture of continuous improvement. 6. Utilize various tools and methodologies such as Lean, Six Sigma, Value Stream Mapping, and Kaizen to analyze processes and streamline workflows. 7. Champion a culture of continuous improvement by fostering collaboration, communication, and teamwork across departments. 8. Establish mechanisms for sustaining improvements over the long term through standardization, training, and performance monitoring. TYPICAL ACCOUNTABILITIES 1. Drive the adoption of lean manufacturing principles throughout the organization. 2. Lead cross-functional improvement projects from initiation to completion, ensuring timely execution and achievement of project objectives. 3. Communicating with internal and external parties regarding continuous improvement programs or projects.				

SURAT PERNYATAAN VALIDASI PERUSAHAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama mahasiswa / NRP : Efan Aditya Raya Refandy / 5010211042
Program Studi : Sarjana Teknik Industri ITS
Perwakilan Perusahaan / Jabatan : Esfaning Salihat S.T. / Manajer CI

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul “Aplikasi Penerapan Lean Manufacturing Untuk Meningkatkan Efisiensi Produksi *Cell Capsule* Pada Perusahaan Manufaktur Filter Rokok” adalah hasil karya sendiri, bersifat orisinal, dan telah diketahui dengan jelas oleh perusahaan sebagai objek amatan.

Surabaya, 14 Juli 2025

Mengetahui
Perwakilan Perusahaan



Esfaning Salihat S.T.
Manajer CI

Mahasiswa



Efan Aditya Raya Refandy
5010211042

BIODATA PENULIS



Penulis memiliki nama lengkap Efan Aditya Raya Refandy. Penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara, lahir di Lumajang pada tanggal 07 Maret 2003. Pendidikan formal yang pernah ditempuh oleh penulis antara lain TK Kemala Bhayangkari 23 Lumajang, SDN Ditotrunan 1 Lumajang, SMP Negeri 1 Lumajang, SMA Negeri 2 Lumajang, dan Jurusan Teknik Industri di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya pada tahun 2021. Selama perkuliahan Penulis mengikuti beberapa kegiatan antara lain organisasi maupun kepanitiaan seperti *Steering Committee* (SC) di P3MTI Muara HMTI ITS 2024, Staff INILHO ITS 2023, Staff GERIGI ITS, Head of Event DGTS 2022, Head of Relation and Media BLM-FTIRS ITS 2023, Staff SMTI ITS 2023, Vice Coordinator SMTI ITS 2024, dan Advisor SMTI ITS 2025. Selain itu, Penulis juga pernah mengikuti kompetisi yakni Finalis pada FTIRS Business Plan Competition 2021 dan lolos pendanaan P2MW 2024. Di samping itu Penulis pernah melaksanakan program magang di berbagai tempat seperti PT PLN Nusantara Power pada Unit Pembangkit (UP) Gresik di bagian *Healthy, Safety and Environment* (HSE), PT Pulau Nusantara Indonesia di bagian Administrasi bidang logistik, serta pada PT Filtrona Manufacturing Indonesia di bagian *Continuous Improvement* (CI). Dengan latar belakang akademik dan pengalaman organisasi yang dimiliki Penulis berkomitmen untuk tetap memiliki semangat dalam pengembangan sistem industri yang efisien dan berkelanjutan. Penulis dapat dihubungi melalui email efanaditya7003@gmail.com.