

**USULAN PENERAPAN *LEAN MANUFACTURING* UNTUK  
MENGIDENTIFIKASI DAN MENGELIMINASI PEMBOROSAN (*WASTE*)  
PADA PROSES PRODUKSI BENANG *POLYESTER* DENGAN METODE  
WAM, VALSAT DAN RCA  
(Studi Kasus : PT Kamaltex Indonesia)**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

LAPORAN INI DISUSUN UNTUK MEMENUHI SALAH SATU SYARAT  
MEMPEROLEH GELAR SARJANA STRATA SATU (S1) PADA PROGRAM  
STUDI TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG



**DISUSUN OLEH :**

**FITADINI PUSPITASARI**

**NIM 31602000031**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG  
SEMARANG  
JUNI 2024**

**FINAL PROJECT**

**PROPOSED IMPLEMENTATION OF LEAN MANUFACTURING TO  
IDENTIFY AND ELIMINATE WASTE IN THE PRODUCTION PROCESS  
OF POLYESTER YARN USING THE WAM, VALSAT AND RCA METHODS  
(Case Study at PT Kamaltex Indonesia)**

*Proposed to complete the requirement to obtain a bachelor's degree (SI) at  
Departement of Industrial Engineering, Faculty of Industrial Technology,  
Universitas Islam Sultan Agung*



**Arranged by :**

**FITADINI PUSPITASARI**

**NIM 31602000031**

**DEPARTEMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING  
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY  
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG**

**SEMARANG**

**JUNE 2024**

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**

Laporan Tugas Akhir dengan judul “**USULAN PENERAPAN *LEAN MANUFACTURING* UNTUK MENGIDENTIFIKASI DAN MENGELIMINASI PEMBOROSAN (*WASTE*) PADA PROSES PRODUKSI BENANG *POLYESTER* DENGAN METODE WAM, VALSAT DAN RCA (Studi Kasus : PT Kamaltex Indonesia)**” ini disusun oleh :

Nama : Fitadini Puspitasari

NIM : 31602000031

Program Studi : Teknik Industri


Telah disahkan oleh dosen pembimbing pada :

Hari :


Tanggal : 7 Juni 2024

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

  
Akhmad Syakhroni, ST., M.Eng.


NIDN.06-1603-7601

  
Rieska Ernawati, ST., MT

NIDN.06-0809-9201

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Industri

  
Wiwick Fatmawati, ST., M.Eng.

NIK. 210-600-021

## LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul “USULAN PENERAPAN *LEAN MANUFACTURING* UNTUK MENGIDENTIFIKASI DAN MENGELIMINASI PEMBOROSAN (*WASTE*) PADA PROSES PRODUKSI BENANG *POLYESTER* DENGAN METODE WAM, VALSAT DAN RCA (Studi Kasus : PT Kamaltex Indonesia)” ini telah dipertahankan di depan dosen penguji Tugas Akhir pada :

Hari :

Tanggal : 7 Juni 2024



Anggota I

*[Handwritten Signature]*

**Dr. Ir. Novi Marllyana, ST., MT., IPU., ASEAN Eng**

NIDN. 00-1511-7601

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Fitadini Puspitasari  
NIM : 31602000031  
Judul Tugas Akhir :“USULAN PENERAPAN *LEAN MANUFACTURING* UNTUK MENGIDENTIFIKASI DAN MENGELIMINASI PEMBOROSAN (*WASTE*) PADA PROSES PRODUKSI BENANG *POLYESTER* DENGAN METODE WAM, VALSAT DAN RCA (Studi Kasus: PT Kamaltex Indonesia)”

Dengan bahwa ini saya menyatakan bahwa judul dan isi Tugas Akhir yang saya buat dalam rangka menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1) Teknik Industri tersebut adalah asli dan belum pernah diangkat, ditulis ataupun dipublikasikan oleh siapapun baik keseluruhan maupun sebagian, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka, dan apabila di kemudian hari ternyata terbukti bahwa judul Tugas Akhir tersebut pernah diangkat, ditulis ataupun dipublikasikan, maka saya bersedia dikenakan sanksi akademis. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab.

Semarang, Juni 2024

Yang Menyatakan

  
Fitadini Puspitasari

## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Fitadini Puspitasari  
NIM : 31602000031  
Program Studi : Teknik Industri  
Fakultas : Teknologi industri Alamat

Dengan ini menyatakan Karya Ilmiah berupa Tugas akhir dengan Judul : **USULAN PENERAPAN *LEAN MANUFACTURING* UNTUK MENGIDENTIFIKASI DAN MENGELIMINASI PEMBOROSAN (*WASTE*) PADA PROSES PRODUKSI BENANG *POLYESTER* DENGAN METODE WAM, VALSAT DAN RCA (Studi Kasus: PT Kamaltex Indonesia)**

Menyetujui menjadi hak milik Universitas Islam Sultan Agung serta memberikan Hak bebas Royalti Non-Eksklusif untuk disimpan, dialihmediakan, dikelola dan pangkalan data dan dipublikasikan di internet dan media lain untuk kepentingan akademis selama tetap menyantumkan nama penulis sebagai pemilik hak cipta. Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta/Plagiarisme dalam karya ilmiah ini, maka segala bentuk tuntutan hukum yang timbul akan saya tanggung secara pribadi tanpa melibatkan Universitas Islam Sultan agung.

Semarang, Juni 2024

Yang Menyatakan

  
Fitadini Puspitasari

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji Syukur alhamdulillah tak hentinya saya ucapkan atas segala nikmat yang telah Allah SWT berikan sehingga saya dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Tidak lupa sholawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW. Sebagai persembahan pada laporan tugas akhir di bangku perkuliahan ini dengan setulus hati saya persembahkan tugas akhir ini kepada :

- Ibu yang selalu memberikan semangat dan perjuangan tiada henti demi saya untuk bisa mengenyam pendidikan sampai ke Perguruan Tinggi. Terima kasih atas segala doa, limpahan kasih sayang dan dukungan yang telah diberikan selama ini. Semoga sehat selalu Ibu sampai saya bisa membahagiakan Ibu kelak.
- Diriku sendiri yang sudah mampu berjuang sampai di titik ini dan bertanggung jawab menyelesaikan laporan tugas akhir program studi S1 ini dengan baik sampai akhir.
- Terimakasih kepada dosen pembimbing dan dosen penguji saya, serta bapak dan ibu dosen FTI UNISSULA yang telah memberikan ilmu dan arahan serta bimbingan kepada saya.
- Teman-teman Teknik Industri Kelas A Angkatan 2020 yang telah menjadi keluarga di bangku perkuliahan. Semangat dan semoga sukses di versi terbaiknya masing-masing.

## HALAMAN MOTTO

*“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap.”*

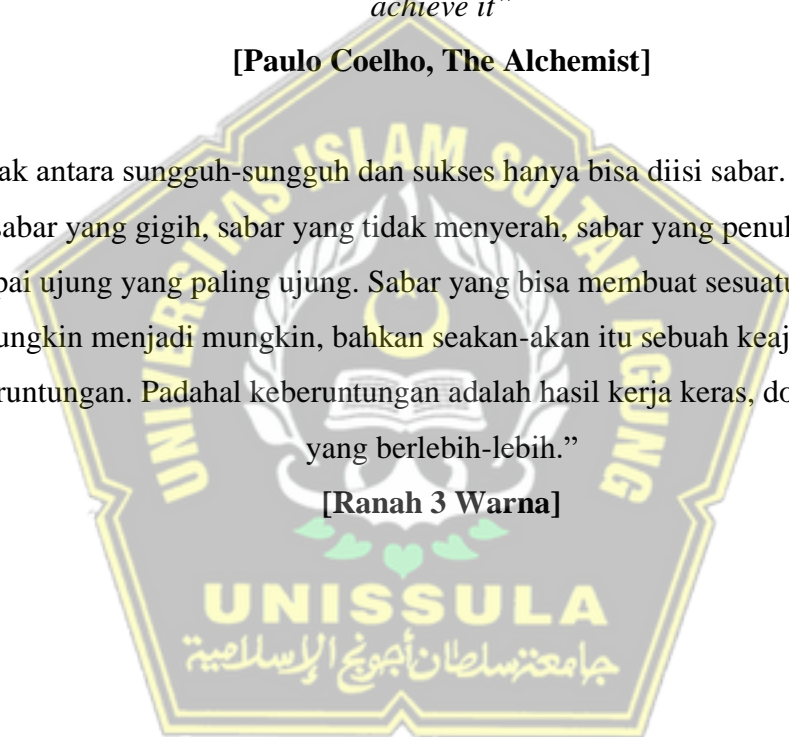
**[QS. Al-Insyirah, 94:6-8]**

*“And, when you want something, all the universe conspires in helping you to achieve it”*

**[Paulo Coelho, The Alchemist]**

“Jarak antara sungguh-sungguh dan sukses hanya bisa diisi sabar. Sabar yang aktif, sabar yang gigih, sabar yang tidak menyerah, sabar yang penuh dari pangkal sampai ujung yang paling ujung. Sabar yang bisa membuat sesuatu yang tidak mungkin menjadi mungkin, bahkan seakan-akan itu sebuah keajaiban dan keberuntungan. Padahal keberuntungan adalah hasil kerja keras, doa, dan sabar yang berlebih-lebih.”

**[Ranah 3 Warna]**





## KATA PENGANTAR

### *Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT dan sholawat kepada junjungan Nabi Muhammad SAW atas segala rahmat, karunia, taufiq dan hidayah-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “Usulan Penerapan *Lean Manufacturing* untuk Mengidentifikasi dan Mengeliminasi Pemborosan (*Waste*) pada Proses Produksi Benang *Polyester* dengan Metode WAM, VALSAT dan RCA (Studi Kasus : PT Kamaltex Indonesia)”.

Selama penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, banyak bantuan, dukungan, bimbingan, motivasi, saran dan doa yang saya dapatkan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini dengan segenap kerendahan hati saya ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang mendalam kepada :

1. Allah SWT atas segala karunia-Nya yang telah diberikan kepada saya sehingga dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
2. Ibu dan keluarga saya, terima kasih atas pengorbanan, kasih sayang, segala dukungan, motivasi, saran, dan doa-doa yang selalu dipanjatkan setiap waktu. Semoga seluruh pengorbanan Ibu saya dibalas kebaikan dan keberkahan dari Allah SWT, aamiin.
3. Ibu Haji Dr. Ir. Novi Marlyana, ST., MT., IPU., ASEAN Eng selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri UNISSULA beserta jajarannya.
4. Ibu Wiwiek Fatmawati, ST., M.Eng selaku Ketua Program Studi Teknik Industri, tak lupa juga Ibu Nuzulia Khoiriyah ST., MT selaku mantan Ketua Program Studi Teknik Industri.
5. Ibu Dr. Nurwidiana, ST., MT selaku Koordinator Tugas Akhir yang selama ini mengkoordinir seminar-seminar Tugas Akhir dan tak lupa Ibu Wiwiek Fatmawati, ST., M.Eng selaku mantan Koordinator Tugas Akhir yang turut membantu mengkoordinir seminar Tugas Akhir sebelumnya.
6. Bapak Akhmad Syakhroni, ST., M.Eng dan Ibu Rieska Ernawati, ST., MT selaku dosen pembimbing I dan dosen pembimbing II atas kesediaan beliau yang telah memberikan banyak masukan dan saran dari awal pengerjaan

Laporan Tugas Akhir ini. Mohon maaf atas segala kesalahan dan keterbatasan yang saya miliki.

7. Ibu Wiwiek Fatmawati, ST., M.Eng dan Ibu Dr. Ir. Novi Marlyana, ST., MT., IPU., ASEAN Eng selaku dosen penguji yang bersedia memberi masukan berupa saran dan kritik untuk memperbaiki penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.
8. Bapak dan Ibu Dosen program studi Teknik Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang yang telah membimbing dan menyalurkan ilmu yang bermanfaat kepada saya selama di bangku perkuliahan.
9. Bapak Joko Susilo selaku *Manager*, Bapak Eka selaku Asisten *Manager*, Bapak Andre Sutopo selaku Kepala Bagian Produksi dan lainnya selaku pihak dari PT. Kamaltex Indonesia yang telah membantu saya dalam memberikan masukan, pengetahuan, dan pengarahan selama penelitian tugas akhir ini.
10. Teman-teman Teknik Industri 2020 yang telah menjadi keluarga di bangku perkuliahan dan memberikan semangat serta doa, terutama bunda-bunda kelas A TI 2020 yang menjadi tempat keluh kesah dan canda tawa saya selama berkuliah.
11. Teman-teman BEM FTI UNISSULA, terimakasih atas kebersamaan, waktu, pembelajaran untuk terus berproses yang menjadikan pengalaman berharga dalam berorganisasi selama di perkuliahan.
12. Serta semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam laporan tugas akhir ini, oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca masih sangat diharapkan. Penulis berharap semoga laporan tugas akhir ini dapat dikembangkan kembali dan bermanfaat bagi banyak orang, aamiin.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Semarang, Juni 2024

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL (Bahasa Indonesia)</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN JUDUL (Bahasa Inggris)</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b> Error! Bookmark not defined.	
<b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	<b>viii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xviii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xx</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>xxi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xxii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	5
1.3 Pembatasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
1.6 Sistematikan Penulisan.....	7
<b>BAB II STUDI PUSTAKA</b> .....	<b>9</b>
2.1 Tinjauan Pustaka.....	9
2.2 Landasan Teori .....	23
2.2.1 Sejarah Konsep <i>Lean</i> .....	24
2.2.2 Konsep <i>Lean Manufacturing</i> .....	24

2.2.3	<i>Seven Waste</i> .....	26
2.2.4	<i>Waste Assessment Model (WAM)</i> .....	28
2.2.4.1	<i>Seven Waste Relationship</i> .....	28
2.2.4.2	<i>Waste Relationship Matrix (WRM)</i> .....	31
2.2.4.3	<i>Waste Assesment Questionnaire (WAQ)</i> .....	32
2.2.5	Konsep <i>Value Stream Mapping (VSM)</i> .....	35
2.2.6	<i>Value Stream Mapping Analysis Tools (VALSAT)</i> .....	40
2.2.7	<i>Manufacturing Cycle Effectiveness (MCE)</i> .....	44
2.2.8	<i>Analisis Root Cause Analysis (RCA)</i> .....	44
2.2.9	<i>Analisis 5W + 1 H</i> .....	46
2.3	Hipotesis .....	47
2.3.1	Kerangka Teoritis .....	49
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>50</b>
3.1	Jenis Penelitian .....	50
3.1.1	Identifikasi Masalah .....	50
3.1.2	Pengumpulan Data.....	51
3.1.3	Pengolahan Data.....	51
3.1.4	Analisa dan Pembahasan .....	53
3.1.5	Kesimpulan dan Saran.....	53
3.1.6	Diagram Alir Penelitian.....	54
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>56</b>
4.1	Pengumpulan Data.....	56
4.1.1	Profil Umum Perusahaan.....	56
4.1.2	Struktur Organisasi Perusahaan.....	57
4.1.2.1	<i>Job</i> Deskripsi .....	58
4.1.3	Produk Perusahaan .....	62
4.1.4	Gambaran Proses Produksi Benang <i>Polyester</i> .....	63
4.1.5	<i>Layout</i> Perusahaan.....	69
4.1.6	Data Jumlah Mesin Produksi.....	71
4.1.7	Data <i>Manpower</i> Pada Tiap Mesin .....	71
4.1.8	Data Jumlah Permintaan.....	71

4.1.9	Data Jumlah Produksi <i>Cones</i> Benang.....	72
4.1.10	Data Waktu Pengukuran.....	74
4.1.10.1	Waktu Proses Operasi .....	74
4.1.11	Uji Kecukupan Data .....	81
4.1.11.1	Uji Kecukupan Data Waktu Proses .....	81
4.1.12	Uji Keseragaman Data.....	85
4.1.12.1	Uji Keseragaman Data Waktu Proses .....	85
4.1.12.2	Uji Keseragaman Data Waktu Transportasi .....	87
4.1.13	Perhitungan Waktu Rata-Rata (Ws) .....	90
4.1.13.1	Waktu Siklus Proses Operasi .....	90
4.1.13.2	Waktu Siklus Transportasi .....	92
4.1.14	<i>Operations Process Chart</i> (OPC).....	93
4.1.15	Membuat <i>Flow Process Chart</i> (FPC).....	94
4.1.16	Membuat Diagram SIPOC .....	96
4.1.17	<i>Value Stream Mapping</i> (VSM).....	97
4.1.17.1	Data Pembuatan <i>Current State Mapping</i> .....	97
4.1.18	Identifikasi Jenis Kegiatan yang Termasuk Kategori <i>Waste</i> .....	101
4.1.19	Mengidentifikasi Aktivitas <i>Value Added</i> , <i>Non Value Added</i> dan <i>Necessary bur Non Value Added</i> .....	107
4.1.20	Pembuatan Peta Untuk Setiap Kategori Proses .....	109
4.1.21	<i>Current State Mapping</i> .....	110
4.2	Pengolahan Data.....	111
4.2.1	Identifikasi <i>Waste</i> .....	111
4.2.2	Identifikasi Hubungan Antar Jenis <i>Waste</i> dengan Menggunakan Metode WRM.....	111
4.2.2.1	Data Identifikasi <i>Waste</i> .....	111
4.2.2.2	<i>Seven Waste Relationship</i> .....	112
4.2.2.3	Pembobotan <i>Waste Relationship Matrix</i> (WRM).....	116
4.2.3	<i>Waste Assessment Questionnaire</i> (WAQ).....	117
4.2.4	<i>Value Stream Analysis Tools</i> (VALSAT).....	128
4.2.4.1	<i>Process Activity Mapping</i> (PAM).....	131

4.2.4.2	<i>Manufacturing Cycle Effectiveness</i> .....	138
4.2.5	Analisis Penyebab <i>Waste</i> Kritis dengan RCA ( <i>Root Cause Analysis</i> ) 138	
4.2.6	Usulan Perbaikan dengan 5W+1H .....	144
4.2.7	Rekomendasi Perbaikan .....	147
4.2.7.1	Pembuatan <i>Operation Process Chart</i> (OPC) Setelah Usulan Perbaikan .....	174
4.2.7.2	Pembuatan <i>Flow Process Chart</i> (FPC) Setelah Usulan Perbaikan .....	175
4.2.8	<i>Future State Value Stream Mapping</i> (FSVSM) .....	177
4.2.8.1	Perbandingan VA, NVA dan NNVA Sebelum dan Sesudah Perbaikan .....	182
4.3	Analisa .....	186
4.3.1	Analisa VA, NVA dan NNVA pada <i>Current State Mapping</i> .....	186
4.3.2	Analisa Hasil Identifikasi <i>Waste</i> .....	190
4.3.2.1	Analisa <i>Waste Relationship Matrix</i> (WRM).....	190
4.3.2.2	Analisa <i>Waste Assessment Questionnaire</i> (WAQ).....	191
4.3.3	Analisa Hasil <i>Value Stream Analysis Tools</i> (VALSAT).....	192
4.3.4	Analisa Hasil Pembuatan Usulan Perbaikan .....	194
4.3.5	Analisa VA, NVA dan NNVA Pada <i>Future State Mapping</i> .....	199
4.3.6	<i>Manufacturing Cycle Effectiveness</i> (MCE).....	202
4.4	Pembuktian Hipotesa .....	203
4.4.1	Kecepatan Proses Produksi.....	203
4.4.2	Pengurangan Jarak Transportasi dan Waktu Transportasi .....	204
<b>BAB V PENUTUP</b> .....		<b>206</b>
5.1	Kesimpulan.....	206
5.2	Saran .....	208

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1</b> Data Produksi Bulanan .....	3
<b>Tabel 2.1</b> Tinjauan Pustaka.....	17
<b>Tabel 2.2.</b> Kuesioner Kriteria untuk Pembobotan Kekuatan <i>Waste Relationship</i> . 29	
<b>Tabel 2.3.</b> Contoh Tabulasi Perhitungan Hubungan Antar <i>Waste</i> .....	30
<b>Tabel 2.4.</b> Konversi Rentang Skor ke Simbol Huruf WRM .....	30
<b>Tabel 2.5</b> Contoh <i>Waste Relationship Matrix</i> .....	31
<b>Tabel 2.6</b> <i>Waste Relationship Matrix Value</i> .....	32
<b>Tabel 2.7</b> Bobot Awal Yang Diperoleh Dari WRM.....	33
<b>Tabel 2.8</b> <i>No of Question</i> .....	33
<b>Tabel 2.9</b> Hasil Pembobotan Dari Tabel 10 Dengan Nilai Ni.....	34
<b>Tabel 2.10</b> Pembobotan <i>Waste</i> Berdasarkan Bobot Tiap Jawaban .....	34
<b>Tabel 2.11</b> Simbol pada <i>Value Stream Mapping</i> (Sihombing 2010).....	38
<b>Tabel 2.12</b> Matrik Pemilihan <i>Tools</i> VALSAT .....	43
<b>Tabel 2.13.</b> Matrik Seleksi untuk Pemilihan VALSAT .....	43
<b>Tabel 2.14</b> <i>Causal Factor</i> .....	46
<b>Tabel 2.15</b> Analisis 5W+1H.....	46
<b>Tabel 4.1</b> Jadwal Jam Kerja Karyawan .....	57
<b>Tabel 4.2</b> Data Jumlah Mesin yang Digunakan untuk Produksi.....	71
<b>Tabel 4.3</b> Data <i>Manpower</i> .....	71
<b>Tabel 4.4</b> Jumlah Rencana Produksi.....	72
<b>Tabel 4.5</b> Jumlah Produksi ( <i>finished good</i> ) Bulan Januari-Desember 2022.....	72
<b>Tabel 4.6</b> Capaian Produksi ( <i>finished good</i> ) Bulan Januari-Desember 2022 .....	73
<b>Tabel 4.7</b> Pengumpulan Data Waktu Proses Produksi Awal.....	75
<b>Tabel 4.8</b> Pengumpulan Data Waktu Proses Produksi dalam 1 <i>Bale</i> .....	76
<b>Tabel 4.9</b> Pengumpulan Data Waktu Transportasi.....	80
<b>Tabel 4.10</b> Data Waktu Proses <i>Carding</i> .....	82

<b>Tabel 4.11</b> Rekapitulasi Uji Kecukupan Data Waktu Proses .....	83
<b>Tabel 4.12</b> Data Waktu Transportasi dari Gudang ke <i>Blowing</i> .....	83
<b>Tabel 4.13</b> Rekapitulasi Uji Kecukupan Data Waktu Transportasi .....	84
<b>Tabel 4.14</b> Data Waktu Proses <i>Carding</i> .....	86
<b>Tabel 4.15</b> Rekapitulasi Uji Keseragaman Data Waktu Proses .....	87
<b>Tabel 4.16</b> Data Waktu Transportasi dari Gudang Bahan Baku ke Proses <i>Blowing</i> .....	88
<b>Tabel 4.17</b> Rekapitulasi Uji Keseragaman Data Waktu Transportasi.....	89
<b>Tabel 4.18</b> Rata-rata Waktu Proses .....	91
<b>Tabel 4.19</b> Rata-rata Waktu Transportasi.....	92
<b>Tabel 4.20</b> Hasil Rekapitulasi Data <i>Uptime</i> .....	100
<b>Tabel 4.21</b> Pengumpulan Data Primer CSVSM .....	101
<b>Tabel 4.22</b> Data <i>Defect</i> Produksi Benang.....	106
<b>Tabel 4.23</b> Klasifikasi VA, NVA, dan NNVA.....	107
<b>Tabel 4.24</b> Konversi Rentang Skor ke Simbol Huruf WRM.....	113
<b>Tabel 4.25</b> Hasil Rekapitulasi Kuesioner WRM.....	114
<b>Tabel 4.26</b> <i>Waste Relationship Matrix Value</i> .....	116
<b>Tabel 4.27</b> <i>Waste Relationship Matrix Value</i> .....	116
<b>Tabel 4.28</b> Rekapitulasi Perhitungan <i>Score</i> dan Persentase <i>Waste</i> .....	117
<b>Tabel 4.29</b> Pengelompokan Jenis Pertanyaan.....	118
<b>Tabel 4.30</b> Bobot Awal Yang Diperoleh Dari <i>Waste Relationship Matrix Value</i> .....	119
<b>Tabel 4.31</b> Pembobotan Berdasarkan Nilai Ni .....	121
<b>Tabel 4.32</b> Pembobotan <i>Waste</i> Berdasarkan Bobot Tiap Jawaban .....	123
<b>Tabel 4.33</b> Nilai <i>score (Yj)</i> .....	126
<b>Tabel 4.34</b> Nilai <i>Pj Factor</i> .....	126
<b>Tabel 4.35</b> Nilai <i>Final Waste Factor Result (Yj Final)</i> .....	127
<b>Tabel 4.37</b> <i>Tools VALSAT</i> .....	128
<b>Tabel 4.38</b> Rekapitulasi <i>Tools VALSAT</i> .....	129
<b>Tabel 4.39</b> <i>Tools Process Activity Mapping</i> .....	133
<b>Tabel 4.40</b> Rekapitulasi <i>Tools PAM</i> .....	137
<b>Tabel 4.41</b> Rekapitulasi <i>Tools PAM</i> .....	137



<b>Tabel 4.42</b> Analisis 5 <i>Why's</i> untuk <i>waste Defect</i> pada Proses <i>Ring Spinning Frame</i> .....	139
<b>Tabel 4.43</b> Analisis 5 <i>Why's</i> untuk <i>waste Defect</i> pada Proses <i>Winding</i> .....	141
<b>Tabel 4.44</b> Analisis 5 <i>Why's</i> untuk <i>waste Transportation</i> .....	143
<b>Tabel 4.45</b> Analisis 5 <i>Why's</i> untuk <i>waste Waiting</i> .....	143
<b>Tabel 4.46</b> <i>5W+1H Waste Defect</i> di <i>Ring Spinning Frame</i> .....	144
<b>Tabel 4.47</b> <i>5W+1H Waste Defect</i> di <i>Winding</i> .....	145
<b>Tabel 4.48</b> <i>5W+1H Waste Transportation</i> .....	146
<b>Tabel 4.49</b> <i>5W+1H Waste Waiting</i> .....	146
<b>Tabel 4.50</b> Luas per Stasiun Kerja.....	154
<b>Tabel 4.51</b> Titik Koordinat <i>Layout Awal</i> .....	154
<b>Tabel 4.52</b> Tabel ARC.....	157
<b>Tabel 4.53</b> Koordinat alternatif <i>layout 1</i> .....	158
<b>Tabel 4.54</b> Koordinat alternatif <i>layout 2</i> .....	159
<b>Tabel 4.55</b> Koordinat alternatif <i>layout 3</i> .....	159
<b>Tabel 4.56</b> Perbandingan Jarak Antar <i>Layout</i> .....	165
<b>Tabel 4.57</b> Perbandingan Waktu Transpotasi <i>Layout</i> Sebelum Dan Sesudah Perbaikan.....	168
<b>Tabel 4.58</b> Minimasi NVA.....	177
<b>Tabel 4.59</b> Rincian Perhitungan Minimasi Terhadap <i>Necessary but Non Value Added</i> (NNVA).....	178
<b>Tabel 4.60</b> Perbandingan VA, NVA dan NNVA Sebelum dan Sesudah Perbaikan .....	182
<b>Tabel 4.61</b> Klasifikasi VA, NVA, NNVA.....	187
<b>Tabel 4.62</b> <i>Ranking Waste Assesment Questionnaire</i> .....	192
<b>Tabel 4.63</b> <i>Ranking</i> Hasil VALSAT.....	192
<b>Tabel 4.64</b> Rekapitulasi Hasil <i>Tools PAM</i> .....	193
<b>Tabel 4.65</b> Rekapitulasi VA, NVA dan NNVA .....	194
<b>Tabel 4.66</b> <i>Output Software BLOCPLAN</i> .....	196
<b>Tabel 4.67</b> Klasifikasi VA, NVA dan NNVA Sesudah Perbaikan.....	199
<b>Tabel 4.68</b> Perbandingan CVSM dan FSVSM .....	204

<b>Tabel 4.69</b> Perbandingan Transportasi Sebelum dan Sesudah Perbaikan.....	204
--	-----

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Hubungan <i>Seven Waste</i> .....	28
<b>Gambar 2.2</b> Contoh <i>Value Stream Mapping</i> .....	40
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Penelitian .....	55
<b>Gambar 4.1</b> Logo Perusahaan.....	56
<b>Gambar 4.2</b> Struktur Organisasi Perusahaan .....	57
<b>Gambar 4.3</b> Produk Benang <i>Polyester</i> .....	62
<b>Gambar 4.4</b> Gambaran Proses Produksi Benang.....	63
<b>Gambar 4.5</b> Proses <i>Blowing</i> .....	64
<b>Gambar 4.6</b> Proses <i>Carding</i> .....	64
<b>Gambar 4.7</b> Proses pada Mesin <i>Breaker</i> .....	65
<b>Gambar 4.8</b> Proses pada Mesin <i>Finisher</i> .....	66
<b>Gambar 4.9</b> Proses <i>Roving</i> .....	66
<b>Gambar 4.10</b> Proses <i>Ring Spinning Frame</i> .....	67
<b>Gambar 4.11</b> Proses <i>Winding</i> .....	67
<b>Gambar 4.12</b> Proses <i>Packing</i> .....	68
<b>Gambar 4.13</b> <i>Layout</i> Perusahaan.....	70
<b>Gambar 4.14</b> Grafik Perbandingan Jumlah Produksi <i>Finished Good</i> Dengan Total Produksi Januari – Desember 2022.....	74
<b>Gambar 4.15</b> Grafik Uji Keseragaman Data Proses <i>Carding</i> .....	87
<b>Gambar 4.16</b> Grafik Uji Keseragaman Data Transportasi Gudang Bahan Baku ke Proses <i>Blowing</i> .....	89
<b>Gambar 4.17</b> <i>Operations Process Chart</i> Pembuatan Benang.....	93
<b>Gambar 4.18</b> <i>Flow Process Chart</i> Pembuatan Benang .....	95
<b>Gambar 4.19</b> Diagram SIPOC Proses Pembuatan Benang.....	97
<b>Gambar 4.20</b> <i>Tube</i> Beda Warna Tercampur dalam Satu Wadah .....	102
<b>Gambar 4.21</b> Penumpukan <i>Output Roving</i> .....	103

<b>Gambar 4.22</b> <i>Layout</i> Awal Perusahaan.....	104
<b>Gambar 4.23</b> Mesin terjadi <i>Lapping</i> .....	105
<b>Gambar 4.24</b> Peta Kategori Proses <i>Blowing</i> .....	109
<b>Gambar 4.25</b> <i>Current State Mapping</i> .....	110
<b>Gambar 4.26</b> Peringkat <i>Tools</i> VALSAT.....	131
<b>Gambar 4.27</b> <i>Layout</i> Awal Perusahaan.....	153
<b>Gambar 4.28</b> Diagram ARC .....	157
<b>Gambar 4.29</b> <i>Layout</i> Usulan.....	167
<b>Gambar 4.30</b> Format Kartu <i>Kanban</i> .....	172
<b>Gambar 4.31</b> <i>Kanban Post</i> .....	172
<b>Gambar 4.32</b> OPC Setelah Usulan Perbaikan .....	175
<b>Gambar 4.33</b> FPC Setelah Usulan Perbaikan.....	176
<b>Gambar 4.34</b> <i>Future State Mapping</i> .....	181
<b>Gambar 4.35</b> Persentase VA, NVA, NNVA .....	190
<b>Gambar 4.36</b> Persentase Hubungan Antar <i>Waste</i> .....	191
<b>Gambar 4.37</b> Persentase <i>Waste</i> Tiap Aktivitas .....	194
<b>Gambar 4.38</b> Persentase VA, NVA dan NNVA .....	202



## DAFTAR LAMPIRAN

**LAMPIRAN I** Perhitungan Waktu Siklus

**LAMPIRAN II** Kuesioner *Waste Assessment Model* (WAM)

**LAMPIRAN III** Kuesioner *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ)

**LAMPIRAN IV** Pengolahan *Software BLOCPLAN*



## ABSTRAK

PT Kamaltex Indonesia merupakan perusahaan yang berkompeten di bidang tekstil. Proses produksi PT Kamaltex Indonesia terdiri dari beberapa proses yaitu proses *blowing*, proses *carding*, proses *drawing* (*breaker* dan *finisher*), proses *roving*, proses *ring spinning frame*, proses *winding*, *UV room*, *Conditional room* dan proses *packing*. Permasalahan yang dialami perusahaan yaitu masih ditemukan terjadinya pemborosan atau *waste* dalam proses produksi diantaranya adalah belum efektifnya proses produksi perusahaan. Perusahaan selama setahun terakhir 2022 berdasarkan rata-rata produksi benang PT Kamaltex Indonesia sebanyak 4555,7 *bale* sedangkan rata-rata permintaan produksi sebanyak 4680,93 *bale*. Sehingga hal tersebut menyebabkan tidak tercapainya target produksi, maka dilakukan observasi pada proses produksi benang untuk meningkatkan produksi tersebut. Berdasarkan data perusahaan pada tahun 2022 *waste defect* yang dihasilkan melebihi batas standar toleransi kualitas yaitu 2,5% seperti *stiching*, *ribbon*, belang, dan kotor. Pada pengamatan akan dilakukan penyelesaian masalah menggunakan *lean manufacturing* yang bertujuan sebagai identifikasi pemborosan yang terjadi pada proses produksi benang dengan WAM didapatkan hasil pembobotan *waste* peringkat pertama yaitu *defect* sebesar 23,76%, peringkat kedua *waste transportation* sebesar 17,87% dan yang ketiga *waiting* sebesar 13,93%. Kemudian dari hasil pengolahan VALSAT didapatkan *tools* terpilih yaitu *tools* PAM diperoleh NVA yang disebabkan karena *delay* sebesar 48,17% atau 76856 detik. Berdasarkan dari hasil pembobotan *waste* dominan maka dapat dibuat analisis akar penyebab masalah menggunakan RCA (*Root Cause Analysis*) *5Why's*, kemudian dapat diusulkan rekomendasi usulan perbaikan dengan 5W+1H berupa *autonomous maintenance*, penambahan fasilitas kerja berupa *ear plug* dan masker, penerapan 5S, *relayout*, sistem Tarik (*pull system*), dan penambahan jumlah tenaga kerja. Selain itu, berdasarkan dari hasil observasi awal dapat diketahui bahwa selama proses produksi benang berlangsung pada kondisi sebelum usulan perbaikan menghasilkan nilai MCE sebesar 49%. Hal tersebut menunjukkan bahwa proses produksi benang dikatakan belum ideal karena masih terdapat aktivitas tidak bernilai tambah (*non value added activities*). Kemudian setelah diusulkan rekomendasi perbaikan berdasarkan dari hasil analisa yang telah dilakukan maka dapat menghasilkan peningkatan nilai MCE sebesar 96%. Hal ini menunjukkan bahwa proses produksi benang sudah cukup ideal karena nilai MCE telah mendekati nilai 100%.

**Kata kunci :** PT Kamaltex Indonesia, *Lean Manufacturing*, WAM, VALSAT, RCA

## ABSTRACT

*PT Kamaltex Indonesia is a company that is competent in the textile sector. PT Kamaltex Indonesia's production process consists of several processes, namely the blowing process, carding process, drawing process (breaker and finisher), roving process, ring spinning frame process, winding process, UV room, conditional room and packing process. The problem experienced by the company is that waste is still found in the production process, including the ineffectiveness of the company's production process. The company during the last year 2022 based on PT Kamaltex Indonesia's average yarn production of 4555.7 bales while the average production demand was 4680.93 bales. So this causes the production target to not be achieved, observations are made on the yarn production process to increase production. Based on company data in 2022, the waste defects produced exceed the standard quality tolerance limit, namely 2.5%, such as stitching, ribbons, stripes and dirt. In the observation, problem solving will be carried out using lean manufacturing to identify waste that occurs in the yarn production process with WAM. The results obtained by weighting the first rank waste are defects at 23.76%, the second rank for transportation waste at 17.87% and the third for waiting at 13.93%. Then, from the results of VALSAT processing, the selected tools were obtained, namely the PAM tools obtained by NVA which was caused by a delay of 48.17% or 76856 seconds. Based on the results of critical waste weighting, a root cause analysis of the problem can be carried out using RCA (Root Cause Analysis) 5Why's, then recommendations for improvements using 5W+1H can be proposed in the form of autonomous maintenance, additional work facilities in the form of ear plugs and masks, implementation of 5S, layouts, Pull system (pull system), and increasing the number of workers. Apart from that, from the results of initial observations it was discovered that during the production process it only produced an MCE value of 49%, this shows that the production process was not ideal because it still consumed non-value added activities. Then, after recommendations for improvement are proposed based on the results of the analysis that has been carried out, it can result in an increase in the MCE value of 96%. This shows that the production process is quite ideal because the MCE value is close to 100%.*

**Keywords:** *PT Kamaltex Indonesia, Lean Manufacturing, WAM, VALSAT, RCA*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dalam persaingan industri yang kini semakin ketat, perusahaan harus lebih mengoptimalkan sumber daya dan meningkatkan kualitas produk agar dapat meningkatkan produktivitas dan efisiensi ekonomi, sehingga dapat meraih keuntungan serta dapat mengirimkan produk secara tepat waktu. Pada proses produksi perusahaan manufaktur pastinya masih mengonsumsi aktivitas yang tidak bernilai tambah atau pemborosan (*waste*) yang menyebabkan penggunaan sumber daya seperti energi, tenaga kerja, dan waktu menjadi lebih tinggi. Oleh sebab itu, proses produksi menjadi tidak efisien. Namun, masalah yang sering dihadapi perusahaan adalah banyaknya pemborosan, baik dalam waktu produksi maupun produk cacat, yang disebabkan oleh aktivitas yang tidak bernilai tambah seperti *defects*, *overproduction*, *unnecessary inventory*, *excessive transportation*, *inappropriate processing*, *waiting*, dan *unnecessary motions* (Shigeo Shingo, 1989). Aktivitas-aktivitas ini sering disebut sebagai *waste*.

Sebagai upaya untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas, perusahaan dapat mengurangi atau menghilangkan aktivitas yang tidak bernilai tambah (*waste*). Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang sederhana namun terstruktur dengan baik agar mudah dipahami, yaitu pendekatan "*lean manufacturing*." Metode *lean manufacturing* membantu banyak perusahaan menjadi lebih kompetitif dengan fokus pada pengurangan *waste* dalam proses operasi mereka. *Lean manufacturing* dijelaskan sebagai pengurangan *waste* dalam segala bentuk aktivitas atau kondisi dengan mengoptimalkan aktivitas bernilai tambah (*value-added activity*) (Forrester, 1995). (Hines and Taylor 2000) menjelaskan bahwa konsep *lean manufacturing* dianggap sebagai teknik yang ideal untuk mengoptimalkan kinerja sistem dan proses produksi karena mampu mengidentifikasi, mengukur, dan menganalisis serta memberikan solusi perbaikan atau peningkatan kinerja perusahaan secara menyeluruh. (Rawabdeh 2005) menegaskan bahwa upaya yang terstruktur dan berkesinambungan dalam mengidentifikasi dan mengeliminasi *waste* di seluruh

aliran proses produksi akan menghasilkan peningkatan efisiensi yang optimal, memperkuat daya saing perusahaan terhadap kompetitor, dan meningkatkan produktivitas proses yang lebih baik.

PT Kamaltex Indonesia adalah perusahaan yang berkompeten di bidang tekstil yang berlokasi di Jl. Pringapus Karang Jati, Ngempon, Kec. Bergas, Kabupaten Semarang, Jawa Tengah. Produk yang dihasilkan berupa benang *polyester*. PT Kamaltex Indonesia menerapkan sistem *make to order*, yang menghadapi ketidakpastian jumlah permintaan dalam periode tertentu. Aliran informasi dimulai saat pelanggan membuat permintaan, yang kemudian diubah menjadi spesifikasi produk dan dilanjutkan dengan penjadwalan proses produksi hingga menjadi produk jadi. Untuk memenuhi beragam permintaan pelanggan, diperlukan pengukuran kemampuan perusahaan dalam proses produksi. Proses produksi PT Kamaltex Indonesia terdiri dari beberapa proses yaitu proses *blowing*, proses *carding*, proses *drawing* (*breaker* dan *finisher*), proses *roving*, proses *ring spinning frame*, proses *winding*, *UV room*, *Conditional room* dan proses *packing*.

Perusahaan saat memproduksi benang terdapat tiga area diantaranya *Spinning 1*, *Spinning 2* dan *Spinning 3*. Penelitian ini akan difokuskan pada jenis benang *Polyester 100%* Indorama yang diproduksi di Gedung *spinning 1*. Alasan memilih proses produksi yang ada di Gedung *spinning 1* yaitu dikarenakan sering terjadi permasalahan terdapatnya beberapa *waste* dan kendala karena mesin yang ada di Gedung *spinning 1* terbilang sudah paling tua dibandingkan dengan mesin yang ada di Gedung *spinning 2* dan *3*, sehingga beberapa kali terjadi *trouble* yang mengakibatkan kendala pada proses produksi yang berlangsung. Maka hal-hal tersebut dapat mengakibatkan *output* produk baik (*finish good*) lebih sedikit dibandingkan permintaan produksi. Dalam hal ini, bisa dikatakan bahwa terjadi masalah terhadap tidak tercapainya target produksi sesuai dengan permintaan *customers*.



Data produksi benang di PT Kamaltex Indonesia selama tahun 2022, dari bulan Januari hingga Desember 2022, dapat dilihat pada **Tabel 1.1** berikut ini :

**Tabel 1.1** Data Produksi Bulanan

NO	Bulan	Permintaan Produksi ( <i>bale</i> )	Total Produksi	Produksi ( <i>finished good</i> ) ( <i>bale</i> )	Defect ( <i>bale</i> )	Persentase Defect (%)	Kekurangan Produksi ( <i>bale</i> )	Persentase Kekurangan Produksi (%)
1	Januari	5.482,91	5.565,58	5.439,85	125,73	2,26	43,06	0,77
2	Februari	5.154,51	5.154,51	4.944,85	209,66	4,07	209,66	4,07
3	Maret	5.453,34	5.580,11	5.391,10	189,00	3,39	62,24	1,12
4	April	5.169,80	5.169,80	5.081,50	88,31	1,71	88,31	1,71
5	Mei	4.581,31	4.581,31	4.450,00	131,31	2,87	131,31	2,87
6	Juni	4.962,00	5.072,23	4.929,42	142,80	2,82	32,58	0,64
7	Juli	5.227,07	5.227,07	5.089,00	138,07	2,64	138,07	2,64
8	Agustus	4.886,57	4.886,57	4.807,00	79,57	1,63	79,57	1,63
9	September	4.641,94	4.641,94	4.546,00	95,94	2,07	95,94	2,07
10	Oktober	3.967,73	4.022,85	3.937,00	85,85	2,13	30,73	0,76
11	November	3.287,86	3.287,86	3.023,17	264,69	8,05	264,69	8,05
12	Desember	3.356,15	3.356,15	3.029,49	326,66	9,73	326,66	9,73
<b>Total</b>		<b>56.171,19</b>	<b>56.545,97</b>	<b>54.668,37</b>	<b>1877,60</b>	<b>43,36</b>	<b>1.502,82</b>	<b>36,06</b>
<b>Rata-rata</b>		<b>4.680,93</b>	<b>4712,16</b>	<b>4.555,70</b>	<b>156,47</b>	<b>3,61</b>	<b>125,23</b>	<b>3,00</b>

Sumber : PT Kamaltex Indonesia

PT Kamaltex Indonesia selalu berusaha meningkatkan kapasitas produksinya sehingga dapat memenuhi pesanan konsumen. Untuk meningkatkan kapasitas produksi perusahaan, langkah yang bisa diambil adalah mengurangi pemborosan atau *waste* yang terjadi di lini produksi. Permasalahan pada perusahaan yang mengindikasikan terjadinya pemborosan atau *waste* diantaranya adalah belum efektifnya proses produksi perusahaan. Berdasarkan pada **tabel 1.1** di atas, perusahaan selama setahun terakhir 2022 menghasilkan rata-rata total produksi sebesar 4.712,16 *bale*, dimana rata-rata total produksi tersebut didapatkan dari hasil penjumlahan antara rata-rata produksi (*finish good*) sebesar 4.555,70 *bale* dan rata-rata *defect* sebesar 156,47 *bale*. Kemudian, untuk rata-rata produksi (*finish good*) benang PT Kamaltex Indonesia sebanyak 4.555,70 *bale* sedangkan rata-rata permintaan produksi sebanyak 4.680,93 *bale*. Oleh karena itu, hal tersebut membuktikan bahwa terjadi tidak tercapainya target produksi, sehingga dari Perusahaan menerapkan sistem lembur sampai bisa tercapainya target produksi yang diminta. Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukan observasi pada proses produksi benang untuk meningkatkan produksi tersebut.

Dalam proses produksi di PT Kamaltex Indonesia masih ditemukan beberapa bentuk hambatan atau aktivitas yang tidak bernilai tambah dalam proses produksi. Hambatan tersebut termasuk kategori pemborosan (*waste*). Adanya *waste defect* dengan rata-rata persentase 3,61% seperti *stiching*, *ribbon*, belang, dan kotor. Perusahaan menetapkan batas toleransi standar *defect* yaitu 2,5% dari total produksinya, sehingga berdasarkan data yang ada menunjukkan bahwa persentase *defect* yang terjadi dari Perusahaan masih melebihi batas standar kualitas yang sudah ditentukan. Selanjutnya untuk *delay time* pada proses *packing* yaitu ada aktivitas yang menyebabkan pemborosan *waiting* seperti penulisan spesifikasi produk benang berdasarkan jenis nomor Ne secara manual dengan spidol pada karung tempat benang, tiap per sak karung berisi 12 *cone* benang yang seharusnya perusahaan membeli karung yang sudah ada tulisan spesifikasi lengkap benang dari *supplier* karung. Oleh sebab itu, maka menimbulkan *delay time* saat proses *packing* yang mana mengharuskan produk benang diletakkan di *conditional room* dalam waktu yang lama sebelum dilakukan *packing*. Oleh karena masih terdapat aktivitas

pada proses produksi benang yang tidak memberikan nilai tambah, maka diperlukan penanganan untuk dapat mengoptimalkan proses produksi dengan menganalisa pemborosan (*waste*) yang terjadi.

Dari latar belakang yang telah dijelaskan, diharapkan terjadi penurunan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah dalam aliran produksi, sehingga aliran proses produksi menjadi lebih efektif dan optimal. Selain itu, diharapkan dapat menghasilkan produk berkualitas dan mendapatkan profit maksimal. Untuk mencapai tujuan tersebut, perusahaan perlu mengidentifikasi aktivitas yang memberikan nilai tambah pada produk (*value-added activity*) dan mengidentifikasi *waste* yang terjadi selama proses produksi, sehingga *waste* tersebut dapat dihilangkan dan waktu proses produksi dapat dipangkas secara optimal.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah sebelumnya, masalah pokok dalam penelitian tugas akhir ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Apa saja jenis-jenis *waste* yang terdapat di PT Kamaltex Indonesia?
2. Bagaimana cara mengukur efektivitas lini produksi berdasarkan *value added activity* di PT Kamaltex Indonesia?
3. Bagaimana usulan penerapan *lean manufacturing* yang diberikan ke PT Kamaltex Indonesia?

## 1.3 Pembatasan Masalah

Penelitian tugas akhir ini memiliki beberapa batasan masalah agar pembahasan tetap terfokus dan tidak meluas kemana-mana. Pembatasan masalah tersebut meliputi :

1. Penelitian dilakukan pada bulan Desember 2023 sampai Januari 2024.
2. Objek penelitian ini dilakukan di lantai produksi Gedung *Spinning* 1 di PT Kamaltex Indonesia.
3. Pemetaan aliran informasi dan produk (proses produksi) dilakukan menggunakan *Operations Process Chart* (OPC), *Flow Process Chart*

(FPC), *Value Stream Mapping* (VSM) dan *tools* dari *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) yang terpilih.

4. Penyebaran kuesioner dilakukan terhadap Manager dan kepala bagian produksi yang ada di PT Kamaltex Indonesia.
5. Penelitian ini terbatas pada rekomendasi usulan perbaikan saja.
6. Rekomendasi usulan perbaikan difokuskan hanya pada identifikasi *waste* yang paling dominan.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi jenis-jenis *waste* yang terdapat di PT Kamaltex Indonesia.
2. Mengetahui cara mengukur efektivitas lini produksi berdasarkan *value added activity* di PT Kamaltex Indonesia.
3. Memberikan usulan penerapan *lean manufacturing* ke PT Kamaltex Indonesia.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah :

##### 1. Mahasiswa

Penelitian ini memberikan beberapa manfaat bagi mahasiswa, antara lain:

- a. Mahasiswa dapat memperoleh pengetahuan dan pengalaman yang memperluas pola pikir mereka mengenai disiplin ilmu yang dipelajari selama perkuliahan.
- b. Mahasiswa dapat membandingkan dan mengaplikasikan teori serta ilmu yang dipelajari di perkuliahan dengan situasi di lingkungan kerja yang sesungguhnya.

##### 2. Universitas

Penelitian ini memberikan beberapa manfaat bagi Universitas Islam Sultan Agung Semarang yaitu sebagai berikut :

- a. Menjadi keuntungan tambahan bagi Universitas Islam Sultan Agung Semarang untuk membangun hubungan yang baik dengan PT Kamaltex Indonesia.
- b. Meningkatkan koordinasi dan kerjasama dengan PT Kamaltex Indonesia.
- c. Memperluas referensi lapangan pekerjaan bagi lulusan Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

### **3. Perusahaan**

Bagi perusahaan ada beberapa manfaat dari penelitian ini sebagai berikut :

- a. Menjalin hubungan baik antara PT Kamaltex Indonesia dan Universitas Islam Sultan Agung Semarang serta mahasiswa peneliti itu sendiri.
- b. Sebagai cara untuk mengenalkan profil perusahaan (*company profil*) dan inisiatif *Corporate Social Responsibility* (CSR) dari PT Kamaltex Indonesia kepada masyarakat umum dan khususnya kepada Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
- c. Menangani masalah yang dihadapi perusahaan sesuai dengan fokus topik penelitian.

### **1.6 Sistematikan Penulisan**

Agar lebih mudah dipahami, laporan penelitian tugas akhir ini disusun secara terstruktur dalam beberapa bab, menggunakan cara penulisan yang telah disesuaikan dengan sistematika penulisan sebagai berikut.

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini merupakan bab pendahuluan yang menguraikan latar belakang dari penelitian sehingga dilakukan penelitian lebih lanjut, perumusan permasalahan, pembatasan masalah , tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

#### **BAB II STUDI PUSTAKA**

Dalam bab Studi Pustaka ini, dijelaskan dasar teori yang menjadi landasan penelitian. Landasan teori ini diperoleh melalui tinjauan literatur yang mencakup

dari sumber jurnal, buku, dan situs web yang relevan dengan topik penelitian.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

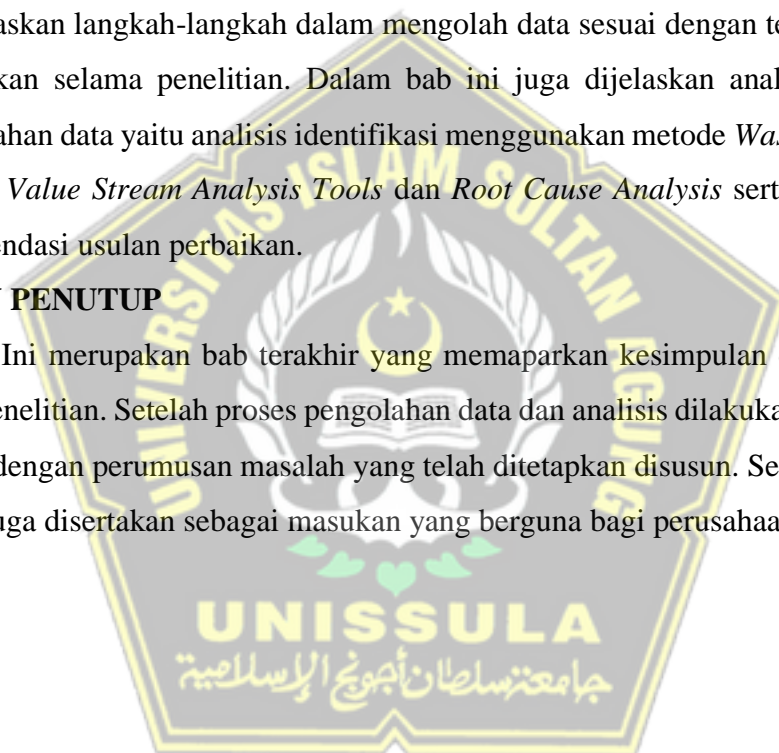
Pada bab ini menampilkan langkah-langkah sistematis dari penelitian yang dilakukan, digunakan untuk mengatasi masalah yang muncul dalam penelitian ini. Langkah-langkah tersebut menjadi kerangka kerja yang menjadi panduan dalam pelaksanaan penelitian.

### **BAB IV PENGUMPULAN DATA DAN PENGOLAHAN DATA**

Pada bab ini menguraikan proses pengolahan data dan analisis. Tahap ini menjelaskan langkah-langkah dalam mengolah data sesuai dengan teori yang akan digunakan selama penelitian. Dalam bab ini juga dijelaskan analisis dari hasil pengolahan data yaitu analisis identifikasi menggunakan metode *Waste Assessment Model*, *Value Stream Analysis Tools* dan *Root Cause Analysis* serta memberikan rekomendasi usulan perbaikan.

### **BAB V PENUTUP**

Ini merupakan bab terakhir yang memaparkan kesimpulan dan saran dari hasil penelitian. Setelah proses pengolahan data dan analisis dilakukan, kesimpulan sesuai dengan perumusan masalah yang telah ditetapkan disusun. Selain itu, saran-saran juga disertakan sebagai masukan yang berguna bagi perusahaan.



## BAB II STUDI PUSTAKA

### 2.1 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka atau *literature review* merupakan kumpulan referensi yang mencakup teori, hasil temuan, dan penelitian sebelumnya. Referensi ini digunakan sebagai dasar untuk mengarahkan kegiatan penelitian dan membentuk kerangka pemikiran yang terperinci untuk merumuskan masalah penelitian yang akan diteliti.

Dari jurnal nasional dengan judul “Usulan Penerapan *Manufacturing Cycle Effectiveness* (MCE) untuk Meningkatkan Efektivitas Lini Produksi dengan Menggunakan Alat Bantu *Value Stream Mapping* dan *Root Cause Analysis* (di PT. Barali Citramandiri).” Oleh Akhmad Syakhroni, Teguh Prabowo dan Brav Deva Bernadhi pada tahun 2019 dengan menggunakan *tools* MCE, VSM dan RCA menjelaskan bahwa perusahaan memiliki sebuah *problem* besar yaitu jumlah pembeli yang semula dua pembeli tetap mengalami penurunan menjadi hanya satu pembeli. Penurunan ini disebabkan oleh *lead time* yang terlalu lama, menyebabkan efektivitas lini produksi menjadi rendah. Dalam penelitian ini, akan menggunakan metode *Manufacturing Cycle Effectiveness* untuk mengevaluasi dan meningkatkan efektivitas lini produksi, didukung oleh dua metode lainnya, yaitu *Value Stream Mapping* dan *Root Cause Analysis*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dalam *Current State Mapping*, nilai *Value-Added* (VA) sebesar 1522,61 menit, sementara *Non-Value Added* (NVA) sebesar 892,26 menit. Setelah menentukan akar masalah dengan *Root Cause Analysis*, dirancang *Future State Mapping* yang berhasil mengurangi nilai NVA menjadi 508,97 menit. Dalam proses perhitungan efektivitas dan rekomendasi perbaikan dengan menggunakan metode *Manufacturing Cycle Effectiveness*, efektivitas lini produksi awalnya hanya sebesar 63,05%, meningkat menjadi 74,95% setelah implementasi rekomendasi perbaikan, menunjukkan peningkatan sebesar 11,90%. (Akhmad Syakhroni, et al 2019)

Dari jurnal nasional dengan judul “Implementasi *Lean Manufacturing* untuk Mengurangi *Waste* pada Proses Produksi Sirup Markisa.” Oleh Asrul foel dan

Januar Kulsaputro pada tahun 2023 dengan menggunakan *tools* WAM dan VALSAT menjelaskan bahwa Industri sirup markisa masih terdapat pemborosan (*waste*) dalam proses produksinya. Dengan menerapkan strategi *lean manufacturing*, perusahaan dapat mengenali jenis-jenis pemborosan yang terjadi dalam proses produksi untuk kemudian dihilangkan. Pemborosan diidentifikasi menggunakan konsep *seven waste* dengan menggunakan *Waste Assessment Model* (WAM). Selanjutnya, dilakukan pemetaan secara detail menggunakan *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) dan dianalisis akar penyebab masalah dengan menggunakan metode *Fishbone*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemborosan dalam proses produksi didominasi oleh *waste defect* sebesar 16,49%, diikuti oleh *waste transportation* sebesar 16,36%, dan *waste process* sebesar 14,82%. Setelah dilakukan analisis menggunakan metode *Fishbone*, dihasilkan rekomendasi perbaikan untuk setiap jenis pemborosan yang dapat mengurangi waktu pemborosan dalam proses produksi dari 484 menit menjadi 69 menit per proses. (Asrul fole (Institut Teknologi Dan Bisnis Nobel Indonesia) 2023)

Dari jurnal nasional dengan judul “Penerapan *Lean Manufacturing* untuk Mengidentifikasi dan Menurunkan *Waste* (Studi Kasus CV Tanara Textile).” Oleh Catur Kusbiantoro dan Ellysa Nursanti pada tahun 2019 dengan menggunakan *tools* VSM, VALSAT, FMEA dan PDCA menjelaskan bahwa dalam proses produksi perusahaan, masih ditemukan beberapa pemborosan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengurangi pemborosan yang terjadi dalam proses produksi dengan menggunakan pendekatan *lean manufacturing*. Metode *Value Stream Mapping* (VSM) digunakan untuk memetakan aliran produksi dan aliran informasi produk secara keseluruhan, serta melakukan wawancara untuk menilai penyebab dari 7 pemborosan yang sering terjadi dalam proses produksi. Selanjutnya, metode *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) digunakan untuk menganalisis pemborosan berdasarkan hasil penilaian tersebut, kemudian dilakukan *detailed mapping tools*. Analisis FMEA juga dilakukan untuk mengidentifikasi penyebab kegagalan proses di lini produksi, dengan menghitung nilai RPN tertinggi. Selanjutnya, diajukan usulan perbaikan untuk mengurangi pemborosan *unnecessary inventory*, serta dilakukan analisis perbaikan berkelanjutan



menggunakan metode PDCA. Pemborosan terbesar terjadi pada *Unncessary Inventory* sebesar 28,571%, yang disebabkan oleh penumpukan bahan baku, *work in process* (WIP), sparepart yang tidak terpakai, dan penimbunan pada *finished goods*. Sebelum dilakukan perbaikan pada proses produksi, waktu yang diperlukan adalah 16 hari 9 jam, dengan *Value Added* selama 6 hari 4 jam, dan *Lead Time* selama 10 hari 4 jam. Setelah dilakukan perbaikan, waktu yang diperlukan menjadi 14 hari 5 jam, dengan *Value Added* tetap 6 hari 4 jam, dan *Lead Time* berkurang menjadi 8 hari 1 jam. Dengan demikian, efisiensi siklus proses meningkat sebesar 17,19%, sementara *Lead Time* mengalami penghematan sebesar 2,546%, dengan penurunan pemborosan sebesar 8,31%. (Kusbiantoro and Nursanti 2019)

Dari jurnal nasional dengan judul “Penerapan *lean manufacturing* untuk mereduksi *waste* pada produksi *spare part screw spindle set*.” Oleh Evi Febianti, Yusraini Muharni, Rizkiya Hilya Agusti dan Kulsum pada tahun 2021 dengan menggunakan *tools* WAM dan FMEA menjelaskan bahwa kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah pada perusahaan dapat menyebabkan kerugian. Hasil wawancara dengan ketua produksi di PT.XYZ mengungkapkan bahwa perusahaan ini sering mengalami keterlambatan penyelesaian produk 1-2 hari setelah tanggal jatuh tempo pesanan pelanggan. Pemborosan yang terjadi diidentifikasi menggunakan metode *Waste Assessment Model* dan *Failure Mode Effect Analysis*, kemudian diberikan usulan perbaikan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis pemborosan yang paling dominan dengan menggunakan metode WAM, menemukan penyebab utama dari pemborosan yang paling dominan tersebut, menyusun usulan perbaikan untuk mengurangi pemborosan terbesar, dan menghitung waktu produksi yang dapat dikurangi setelah implementasi perbaikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis pemborosan yang paling dominan adalah *waiting* (22%) dan *defect* (20%) berdasarkan metode WAM. Penyebab utama dari pemborosan yang paling dominan tersebut adalah pengulangan proses kerja dan kesalahan operator dalam membaca gambar. Usulan perbaikan yang diajukan mencakup pembuatan SOP klasifikasi untuk produk cacat dan pelatihan bagi operator, terutama dalam membaca gambar. Setelah dilakukan perbaikan, waktu produksi dapat dikurangi sebanyak 379,799 detik. (Febianti, Muharni, and

Kulsum 2021)

Dari jurnal internasional dengan judul “*Integration of Lean Manufacturing and Promodel Simulation on Repair Production Process Flow of Polysilane Bottle Printing Using VSM, WAM, VALSAT, And RCA Methods: Case Study Packaging Manufacturing Company.*” Oleh Jakfat Haekal pada tahun 2022 dengan menggunakan *tools* VSM, WAM, VALSAT dan RCA menjelaskan bahwa dalam proses produksinya, perusahaan mengalami pemborosan yang mengakibatkan penurunan efisiensi dan efektivitas proses produksi, serta kesulitan dalam mencapai target produksi bulanan yang telah ditetapkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi pemborosan atau aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah dengan menggunakan simulasi visual *ProModel*. Langkah awal penelitian adalah mengidentifikasi proses produksi dan pemborosan dengan menggunakan *Operation Process Chart* (OPC), *Value Stream Mapping* (VSM), dan *Waste Assessment Model* (WAM). Berdasarkan hasil WAM, teridentifikasi 3 pemborosan kritis, yaitu Transportasi sebesar 13,5%, gerakan sebesar 13,01%, dan waktu menunggu sebesar 10,7%. Selanjutnya, dilakukan pemetaan pemborosan dengan menggunakan *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) menggunakan *Process Activity Mapping* (PAM). Hasil PAM menunjukkan bahwa terdapat 9 kegiatan pengangkutan yang memberikan nilai tambah (*Value Added/VA*) selama 210 detik dan 4 kegiatan pengangkutan yang diperlukan tetapi tidak memberikan nilai tambah (*Necessary but Non-Value Added/NNVA*) selama 194 detik. Setelah itu, dilakukan analisis akar permasalahan dengan menggunakan metode *5 Whys Root Cause Analysis* (RCA) dan analisis desain perbaikan menggunakan alat RCA 5W+1H. Berdasarkan analisis ini, diidentifikasi 2 kegiatan perbaikan yang direkomendasikan, yaitu menggabungkan proses pemesinan dan mengubah tata letak mesin untuk mengurangi pemborosan. Terakhir, dilakukan simulasi hasil perbaikan menggunakan perangkat lunak *ProModel*. Berdasarkan hasil simulasi *ProModel* dengan *runtime* 1440 menit, diperoleh informasi bahwa 2.621 botol *polysilane finish good* dapat diproduksi. (Haekal 2022)

Dari jurnal internasional dengan judul “*Production Line Improvement Analysis With Lean Manufacturing Approach To Reduce Waste At CV. TMJ uses*

*Value Stream Mapping (VSM) and Root Cause Analysis (RCA) methods.*” Oleh Misda Yanti pada tahun 2022 dengan menggunakan *tools* VSM dan RCA menjelaskan bahwa pada pembuatan produk kusen pintu dimana produk ini selalu memiliki pesanan pada setiap bulannya. Dalam proses produksinya diterapkan sistem *make-to-order*. Berdasarkan hasil pengamatan awal melalui wawancara dengan pemilik perusahaan dan observasi langsung, teridentifikasi adanya masalah terkait pemborosan atau aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses produksi, seperti proses yang berlebihan, penundaan, produk cacat, dan transportasi. Melalui analisis *Current Value Stream Mapping*, terungkap bahwa pemborosan yang terjadi meliputi *reject, waiting, overprocessing, dan motion*. Penyebab pemborosan tersebut dianalisis menggunakan diagram tulang ikan. Usulan perbaikan untuk mengurangi atau menghilangkan pemborosan yang terjadi adalah dengan melakukan pemeriksaan mesin sebelum digunakan, seperti menyusun laporan perawatan dan prosedur perawatan mesin, serta membuat kartu kendali produksi. Setelah menerapkan *lean manufacturing* dan melakukan rekomendasi perbaikan, dilakukan *Future Value Stream Mapping*. Hasilnya menunjukkan perbandingan nilai *lead time* aktual sebesar 2,490 dan efisiensi siklus proses aktual sebesar 69,40%, sedangkan nilai *lead time* yang diusulkan adalah 1,959 dan efisiensi siklus proses yang diusulkan adalah 88,20%. Dengan demikian, setelah dilakukan perbaikan, proses produksi menjadi lebih efisien, dengan waktu produksi mencapai target dan memenuhi permintaan konsumen. (Yanti, Lubis, and Rizki 2023)

Dari jurnal internasional dengan judul “*Implementation of Root Cause Analysis (RCA) in painting process for Malaysian automotive industries.*” Oleh A. Mohd, W.A.Y. Yusoff, Attia Boudjemline dan Naim Ben Ali pada tahun 2023 dengan menggunakan *tools* RCA menjelaskan bahwa untuk mengatasi masalah cacat pada proses pengecatan dengan mengadopsi *Root Cause Analysis (RCA)* dalam *lean manufacturing*. Hasil RCA dan Analisis Pareto menunjukkan bahwa dua penyebab pertama menyumbang 86,5% dari seluruh penyebab masalah. Menurut aturan 80:20, hanya 20% penyebabnya bertanggung jawab atas sebagian besar (80%) permasalahan tersebut. Kesimpulannya, *Lean Manufacturing* harus

digunakan untuk membantu dan memajukan upaya industri otomotif Malaysia untuk meningkatkan kualitas produk. (Mohd et al. 2023)

Dari jurnal nasional dengan judul “Penerapan *Lean Management* Untuk Meminimasi *Waste* Pada Lini Produksi CV. Mandiri Jaya Dengan Metode WAM Dan VALSAT.” Oleh Muhamad Maulana, Endang Suhendar dan Aliffia Teja Prasasty pada tahun 2023 dengan menggunakan *tools* WAM dan VALSAT menjelaskan bahwa masalah yang kerap muncul dalam proses produksi adalah adanya banyak kegiatan yang menghasilkan pemborosan atau kegiatan yang tidak menambah nilai pada inti proses, seperti kegiatan menunggu operator dalam suatu proses. Hasil analisis menggunakan WRM menunjukkan bahwa nilai dari proses memiliki persentase terbesar, yaitu 19,42%, dan nilai terbesar selanjutnya berasal dari gerakan (*motion*) sebesar 17,27%. Sementara itu, menurut WAQ, pemborosan terbesar adalah menunggu, dengan presentase 19%, diikuti oleh proses sebesar 16%, dan cacat sebesar 15%. Berdasarkan data tersebut, rekomendasi perbaikan yang disarankan adalah penambahan operator dan mesin karena hal ini akan meningkatkan produktivitas dengan mengurangi waktu menunggu operator dan meningkatkan produksi. Selain itu, diterapkan juga SOP baru untuk memberikan standar yang jelas kepada operator, sehingga kesalahan dalam proses produksi dapat diminimalisir, yang pada akhirnya akan membuat proses produksi menjadi lebih efektif. (Maulana, Suhendar, and Prasasty 2023)

Dari jurnal nasional dengan judul “Analisis Penerapan *Lean Manufacturing* dengan Metode Valsat untuk Memaksimalkan Produktivitas pada Proses Operasi *Crusher* (Studi kasus di PT Semen Gresik Pabrik Rembang).” Oleh Zaenal Ma’ruf, Dr. Novi Marlyana S.T, M.T dan Dr. Andre Sugiono S.T , M.M pada tahun 2021 dengan menggunakan *tools* VALSAT menjelaskan bahwa pada tahap operasi *crusher*, tingkat pencapaian produksi masih di bawah target, hanya sekitar 50,32% dari target produksi. Oleh karena itu, perlu dilakukan perbaikan, dan salah satu pendekatan yang digunakan adalah *Lean manufacturing*, yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi sistem dengan mengurangi pemborosan (*waste*). Pada tahap *define*, dilakukan pembuatan *Value Stream Mapping*, identifikasi *seven waste*, dan penyebaran kuesioner untuk menghitung *Waste Relationship Matrix* (WRM). Hasil

dari WRM menunjukkan bahwa nilai *from Inappropriate processing* memiliki persentase tertinggi, yaitu 24,59%, sedangkan nilai *to waiting* memiliki persentase tertinggi, yaitu 22,13%. Selanjutnya, dilakukan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ) untuk menentukan *waste* yang paling berpengaruh terhadap proses produksi. Hasil WAQ menunjukkan bahwa *waiting* memiliki persentase terbesar kedua, yaitu 24,42%, diikuti oleh *motion* dengan persentase 17,22%. Data dari WRM dan WAQ kemudian dikalikan dengan faktor kontrol dari tabel *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT). Selanjutnya, dilakukan analisis VALSAT untuk memilih *tools* yang tepat dan analisis penyebab masalah dengan menggunakan diagram *fishbone*. Pada tahap *improve*, dilakukan penerapan *tools* yang dipilih dari tabel *Valsat*, yaitu *Process Activity Mapping* (PAM). Setelah pembuatan PAM, didapatkan waktu aktivitas yang tidak bernilai tambah (NVA) sebesar 630 menit/3 shift dengan jumlah tonase produksi sebesar 13.125 ton. Setelah dilakukan usulan perbaikan, seperti penambahan peralatan penunjang dan jumlah operator, mencegah penumpukan material antar *transport* dengan pemasangan blaster udara, dan penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM), waktu NVA berkurang menjadi 138 menit/3 shift dengan jumlah tonase sebesar 25.425 ton. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan produktivitas yang diharapkan. (Ma'ruf, Marlyana, and Sugiyono 2021)

Dari jurnal internasional dengan judul "*Integration of Waste Assessment Model and Lean Automation to Improve Process Cycle Efficiency in the Automotive Industry.*" Oleh Setiawan Setiawan, Indra Setiawan, Choesnul Jaqin, Herry A. Prabowo dan Humiras H. Purba pada tahun 2021 dengan menggunakan *tools* WAM dan *Lean Automation integration* menjelaskan bahwa pada penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan *Process Cycle Efficiency* (PCE) dengan mengurangi limbah pada lini produksi perakitan. Penelitian ini merupakan studi kasus yang dilakukan pada perusahaan manufaktur kendaraan roda empat untuk menciptakan sistem produksi *Lean*. Hasil identifikasi dengan metode WAM diperoleh *waste* terbesar pada jalur perakitan kendaraan roda empat model MPV. Pemborosan terbesar yang terjadi adalah *Transportasi* (20,44%), *Defect* (18,87%), *Inventory* (17,55%), *Waiting* (16,35%), *Over Production* (16,13%), *Motion* (8,12%), *Process* (2,54%).

Perbaikan limbah transportasi dilakukan dengan pendekatan *Lean Automation*, dimana perpindahan material dari gudang ke jalur perakitan yang sebelumnya dilakukan secara manual dengan melibatkan tenaga manusia telah diganti dengan *Automated Guided Vehicle (AGV)*, sehingga dapat mengurangi tenaga manusia dalam pengangkutan atau material *handling*. bagian dari 17 orang menjadi 11 orang. Penelitian ini juga meningkatkan nilai PCE yang sebelum perbaikan menjadi 56,76% dan setelah perbaikan meningkat menjadi 63,62%. Penelitian selanjutnya dapat menerapkan konsep *Lean* pada seluruh elemen proses produksi dengan mengintegrasikan seluruh lini produksi berbasis otomasi industri. (Setiawan et al. 2021)

Dari jurnal internasional dengan judul "*Proposed Implementation of Lean Manufacturing to Reduce Waste in Plywood Production*". Oleh Akhmad Syakhroni, Septian Aryo Kuncoro, dan Rieska Ernawati pada tahun 2023 dengan menggunakan *tools* WAM, VALSAT dan FMEA menjelaskan bahwa CV. Treewood Abadi Group merupakan perusahaan manufaktur yang berfokus pada produksi produk kayu lapis menghadapi kendala dalam proses produksi dari bahan mentah hingga produk jadi, dimana masih terdapat kegiatan yang belum menambah nilai atau pemborosan yang mengakibatkan penurunan efisiensi dan efektivitas produksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi hubungan antara jenis limbah dan limbah yang memiliki dampak terbesar pada proses produksi kayu lapis. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diketahui bahwa limbah yang paling dominan dalam proses produksi kayu lapis adalah cacat 24,28%, persediaan 17,70% dan *overprocessing* 15,56%. Usulan perbaikan berdasarkan prioritas Risiko tertinggi antara lain: penerapan tampilan visual, perbaikan alat, penataan ulang dan tambahan tenaga kerja serta pengurangan jumlah pengiriman WIP dalam setiap proses dapat mengurangi *Non Value Added Activity (NVA)* 5131,8 detik hingga 2565,9 detik dan non nilai yang diperlukan aktivitas tambahan (NNVA) 4158 detik menjadi 4044,12 detik. (Akhmad Syakhroni, Septian Aryo Kuncoro and Rieska Ernawati. 2023)

Adapun tabulasi literatur dari beberapa penelitian terdahulu di atas ditunjukkan pada **Tabel 2.1** sebagai berikut :

**Tabel 2.1** Tinjauan Pustaka

No	Penulis	Judul	Sumber	Metode atau Tools	Permasalahan	Hasil Penelitian
1	Akhmad Syakhroni, Teguh Prabowo dan Brav Deva Bernadhi	Usulan Penerapan <i>Manufacturing Cycle Effectiveness</i> (MCE) untuk Meningkatkan Efektivitas Lini Produksi dengan Menggunakan Alat Bantu <i>Value Stream Mapping</i> dan <i>Root Cause Analysis</i> (di PT. Barali Citramandiri)	Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri 2019 ISSN 2085-4218 Tema A - Penelitian 2 Februari 2019	MCE, VSM dan RCA	Perusahaan memiliki sebuah <i>problem</i> besar yaitu jumlah pembeli yang semula dua pembeli tetap mengalami penurunan menjadi hanya satu pembeli. Penurunan ini disebabkan oleh <i>lead time</i> yang terlalu lama, menyebabkan efektivitas lini produksi menjadi rendah.	Dalam proses perhitungan efektivitas dan rekomendasi perbaikan dengan menggunakan metode <i>Manufacturing Cycle Effectiveness</i> , efektivitas lini produksi awalnya hanya sebesar 63,05%, meningkat menjadi 74,95% setelah implementasi rekomendasi perbaikan, menunjukkan peningkatan sebesar 11,90%.
2	Asrul folel dan Januar Kulsaputro	Implementasi <i>Lean Manufacturing</i> untuk Mengurangi <i>Waste</i> pada Proses Produksi Sirup Markisa	JIEI: Journal of Industrial Engineering Innovation Vol. 01, No. 01 April 2023: 23-29	WAM dan VALSAT	Industri sirup markisa masih terdapat pemborosan ( <i>waste</i> ) dalam proses produksinya. Dengan menerapkan strategi <i>lean manufacturing</i> , perusahaan dapat mengenali jenis-jenis pemborosan yang terjadi dalam proses produksi untuk kemudian dihilangkan.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemborosan didominasi oleh <i>waste defect</i> sebesar 16,49%, lalu <i>waste transportation</i> sebesar 16,36%, dan <i>waste process</i> sebesar 14,82%. Maka dihasilkan rekomendasi perbaikan untuk setiap jenis pemborosan dalam proses produksi dari 484 menit menjadi 69 menit per proses.

No	Penulis	Judul	Sumber	Metode atau Tools	Permasalahan	Hasil Penelitian
3	Catur Kusbiantoro dan Ellysa Nursanti	Penerapan <i>Lean Manufacturing</i> untuk Mengidentifikasi dan Menurunkan <i>Waste</i> (Studi Kasus CV Tanara Textile)	Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri, Vol. 5 No. 1, Februari 2019 Pascasarjana Institut Teknologi Nasional Malang	VSM, VALSAT, FMEA dan PDCA	Proses produksi perusahaan, masih ditemukan beberapa pemborosan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengurangi pemborosan yang terjadi dalam proses produksi dengan menggunakan pendekatan <i>lean manufacturing</i> .	Hasil penelitian menjelaskan bahwa efisiensi siklus proses meningkat sebesar 17,19%, sementara <i>Lead Time</i> mengalami penghematan sebesar 2,546%, dengan penurunan pemborosan sebesar 8,31%
4	Evi Febianti, Yusraini Muharni, Rizkiya Hilya Agusti dan Kulsum	Penerapan <i>lean manufacturing</i> untuk mereduksi <i>waste</i> pada produksi <i>spare part screw spindle set</i> .	Journal Industrial Servicess Vol. 7, No. 1, Oktober 2021	WAM dan FMEA	Kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah pada perusahaan dapat menyebabkan kerugian. Hasil wawancara dengan ketua produksi di PT.XYZ mengungkapkan bahwa perusahaan ini sering mengalami keterlambatan penyelesaian produk 1-2 hari setelah tanggal jatuh tempo pesanan pelanggan.	Usulan perbaikan yang diajukan mencakup pembuatan SOP klasifikasi untuk produk cacat dan pelatihan bagi operator, terutama dalam membaca gambar. Setelah dilakukan perbaikan, waktu produksi dapat dikurangi sebanyak 379,799 detik.



No	Penulis	Judul	Sumber	Metode atau Tools	Permasalahan	Hasil Penelitian
5	Jakfat Haekal	<i>Integration of Lean Manufacturing and Promodel Simulation on Repair Production Process Flow of Polysilane Bottle Printing Using VSM, WAM, VALSAT, And RCA Methods: Case Study Packaging Manufacturing Company.</i>	International Journal of Scientific Advances ISSN: 2708-7972 Volume: 3   Issue: 2   Mar - Apr 2022 Available Online: <a href="http://www.ijscia.com">www.ijscia.com</a> DOI: 10.51542/ijscia.v3i2.15	VSM, WAM, VALSAT dan RCA	Dalam proses produksinya, perusahaan mengalami pemborosan yang mengakibatkan penurunan efisiensi dan efektivitas proses produksi, serta kesulitan dalam mencapai target produksi bulanan yang telah ditetapkan.	Berdasarkan alat 5W+1H ini, diidentifikasi 2 kegiatan perbaikan yang direkomendasikan, yaitu menggabungkan proses pemesinan dan mengubah tata letak mesin untuk mengurangi pemborosan. Berdasarkan hasil simulasi <i>ProModel</i> dengan <i>runtime</i> 1440 menit, diperoleh informasi bahwa 2.621 botol <i>polysilane finish good</i> dapat diproduksi.
6	Misda Yanti	<i>Production Line Improvement Analysis With Lean Manufacturing Approach To Reduce Waste At CV. TMJ uses Value Stream Mapping (VSM) and Root Cause Analysis (RCA) methods.</i>	Proceedings of the 3rd South American International Industrial Engineering and Operations Management Conference, July 19-21, 2022	VSM dan RCA	Berdasarkan hasil pengamatan awal melalui wawancara dengan pemilik perusahaan dan observasi langsung, teridentifikasi adanya masalah terkait pemborosan atau aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses produksi, seperti proses yang berlebihan, penundaan, <i>defect</i> , dan transportasi.	Usulan perbaikan untuk mengurangi atau menghilangkan pemborosan yang terjadi adalah dengan melakukan pemeriksaan mesin sebelum digunakan, seperti menyusun laporan perawatan dan prosedur perawatan mesin, serta membuat kartu kendali produksi.

No	Penulis	Judul	Sumber	Metode atau Tools	Permasalahan	Hasil Penelitian
7	A. Mohd, W.A.Y. Yusoff, Attia Boudjemline dan Naim Ben Ali	<i>Implementation of Root Cause Analysis (RCA) in painting process for Malaysian automotive industries."</i>	International Journal of Synergy in Engineering and Technology Vol.4 No.2 (2023) 128-138	RCA	Untuk mengatasi masalah cacat pada proses pengecatan dengan mengadopsi <i>Root Cause Analysis</i> (RCA) dalam <i>lean manufacturing</i> .	Hasil RCA dan Analisis Pareto menunjukkan bahwa dua penyebab pertama menyumbang 86,5% dari seluruh penyebab masalah. Kesimpulannya, <i>Lean Manufacturing</i> harus digunakan untuk membantu dan memajukan upaya industri otomotif Malaysia untuk meningkatkan kualitas produk.
8	Muhamad Maulana, Endang Suhendar dan Aliffia Teja Prasasty	Penerapan <i>Lean Management</i> Untuk Meminimasi <i>Waste</i> Pada Lini Produksi CV. Mandiri Jaya Dengan Metode WAM Dan VALSAT	JURNAL OPTIMASI TEKNIK INDUSTRI- VOL. 05, NO.01, MARET 2023, 1-7	WAM dan VALSAT	Masalah yang kerap muncul dalam proses produksi adalah adanya banyak kegiatan yang menghasilkan pemborosan atau kegiatan yang tidak menambah nilai pada inti proses, seperti kegiatan menunggu operator dalam suatu proses.	Berdasarkan data, rekomendasi perbaikan yang disarankan adalah penambahan operator dan mesin Selain itu, diterapkan juga SOP baru untuk memberikan standar yang jelas kepada operator.

No	Penulis	Judul	Sumber	Metode atau Tools	Permasalahan	Hasil Penelitian
9	Zaenal Ma'ruf, Dr. Novi Marlyana S.T, M.T dan Dr. Andre Sugiono S.T , M.M	Analisis Penerapan <i>Lean Manufacturing</i> dengan Metode Valsat untuk Memaksimalkan Produktivitas pada Proses Operasi <i>Crusher</i> (Studi kasus di PT Semen Gresik Pabrik Rembang)	Prosiding Seminar Nasional Konstelasi Ilmiah Mahasiswa UNISSULA 5 (KIMU 5) Semarang, 23 Maret 2021	VALSAT	Pada tahap operasi <i>crusher</i> , tingkat pencapaian produksi masih di bawah target, hanya sekitar 50,32% dari target produksi. Oleh karena itu, perlu dilakukan perbaikan, dan salah satu pendekatan yang digunakan adalah <i>Lean manufacturing</i> , yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi sistem dengan mengurangi pemborosan ( <i>waste</i> ).	Setelah dilakukan usulan perbaikan, seperti penambahan peralatan penunjang dan jumlah operator, mencegah penumpukan material antar <i>transport</i> dengan pemasangan blaster udara, dan penerapan <i>Total Productive Maintenance</i> (TPM), waktu NVA berkurang menjadi 138 menit/3 shift dengan jumlah tonase sebesar 25.425 ton.
10	Setiawan, Indra Setiawan, Choesnul Jaqin, Herry A. Prabowo dan Humiras H. Purba	<i>Integration of Waste Assessment Model and Lean Automation to Improve Process Cycle Efficiency in the Automotive Industry.</i>	QUALITY INNOVATION PROSPERITY/ KVALITA INOVÁCIA PROSPERITA 25/3 – 2021	WAM dan <i>Lean Automation integration</i>	Pada penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan <i>Process Cycle Efficiency</i> (PCE) dengan mengurangi limbah pada lini produksi perakitan. Penelitian ini merupakan studi kasus yang dilakukan pada perusahaan manufaktur kendaraan roda empat untuk menciptakan sistem produksi <i>Lean</i> .	Perbaikan limbah transportasi dilakukan dengan pendekatan <i>Lean Automation</i> , dimana kegiatan pengangkutan material dari gudang ke jalur perakitan yang semula manual menggunakan tenaga manusia digantikan dengan AGV, sehingga dapat mengurangi tenaga manusia dalam pengangkutan atau material <i>handling</i> .

No	Penulis	Judul	Sumber	Metode atau Tools	Permasalahan	Hasil Penelitian
11	Akhmad Syakhroni, Septian Aryo Kuncoro, Rieska Ernawati	<i>Proposed Implementation of Lean Manufacturing to Reduce Waste in Plywood Production</i>	Engineering and Technology Journal e-ISSN: 2456-3358 Volume 08 Issue 10 October -2023, Page No.-2940-2948 DOI:10.47191/etj/v8i10.17, I.F. – 7.136 © 2023, ETJ	WAM, VALSAT, dan FMEA	CV. Treewood Abadi Group merupakan perusahaan manufaktur yang berfokus pada produksi produk kayu lapis menghadapi kendala dalam proses produksi dari bahan mentah hingga produk jadi, dimana masih terdapat kegiatan yang belum menambah nilai atau pemborosan yang mengakibatkan penurunan efisiensi dan efektivitas produksi.	Dengan analisis mode kegagalan dan efek, ditemukan bahwa usulan perbaikan berupa penerapan tampilan visual, memperbaiki alat penanganan material, menata ulang dan menambah jumlah pekerja.

Pada tabel 2.1 di atas dijelaskan beberapa metode atau *tools* yang umum digunakan untuk mengurangi masalah-masalah yang ada pada perusahaan terutama terkait dengan masalah pemborosan sehingga produktivitas perusahaan dapat ditingkatkan. Masalah-masalah tersebut diantaranya adalah kemunduran *lead time* sehingga menyebabkan *idle time* (waktu menganggur), produktivitas perusahaan tidak maksimal, produksi berlebih, waktu menunggu, produk cacat, *unnecessary inventory* (penyimpanan tidak optimal), target produksi tidak tercapai, pemborosan gerakan, pemborosan transportasi, dan lain-lain. Berdasarkan tabulasi tinjauan pustaka di atas, ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan-permasalahan produksi pada perusahaan antara lain VSM, WAM, VALSAT, *Automation Integration*, RCA, FMEA, dan PDCA. Setelah mempelajari dan membandingkan beberapa metode atau *tools* yang ada serta dengan menyesuaikan permasalahan aktual yang terjadi pada perusahaan (berdasarkan observasi awal), penulis memilih untuk melakukan penelitian menggunakan beberapa *tools* yang ada pada *lean manufacturing* yaitu WAM, VALSAT dan RCA. Karakteristik dari Metode *Waste Assessment Model* (WAM) yang digunakan untuk menyederhanakan pencarian dari permasalahan dan mengidentifikasi untuk mengeliminasi *waste*, selanjutnya menganalisa detail dengan *Value Stream Analysis tools* (VALSAT) yang digunakan sebagai alat bantu untuk memetakan secara detail *value stream* yang berfokus pada *value added activities* serta *Root Cause Analysis* (RCA) untuk mengidentifikasi akar penyebab terjadinya *waste* dengan 5 *why's* kemudian diusulkan rekomendasi perbaikan dengan 5W+1H untuk merekomendasikan perbaikan yang perlu dilakukan. Berdasarkan uraian peninjauan pustaka yang telah dilakukan, maka penelitian tugas akhir ini diberi judul “Usulan Penerapan *Lean Manufacturing* untuk Mengidentifikasi dan Mengeliminasi Pemborosan (*Waste*) pada Proses Produksi Benang *Polyester* dengan Metode WAM, VALSAT dan RCA (Studi Kasus: PT Kamaltex Indonesia)”.

## 2.2 Landasan Teori

Berikut ini merupakan landasan teori yang digunakan dalam mengerjakan

penelitian ini. Landasan teori ini diperoleh dari studi literatur yaitu melalui jurnal, buku maupun situs-situs yang ada di *website* internet.

### 2.2.1 Sejarah Konsep *Lean*

Konsep “*Lean*” yang diketahui secara luas dalam dunia industri manufaktur saat ini dikenal dalam berbagai perspektif yang berbeda-beda seperti: *Lean Production*, *Lean Enterprise*, *Lean Manufacturing*, dan lain-lain. Secara ringkas, sejarah filosofi *Lean* adalah (Nicholas, 1998) :

1. Sakichi Toyoda, Tahun 1902 merancang sebuah mesin tenun yang apabila mengalami gangguan maka otomatis dapat berhenti sendiri. Yang sekarang ini populer dengan istilah sebagai *Jidoka*.
2. Henry Ford, Tahun 1913 menerapkan aliran produksi yang tidak terputus (*the flow of production*) dan lini perakitan untuk produksi massal. Akan tetapi, masalah yang terjadi adalah ketidakmampuan untuk memproduksi dengan variasi mobil lebih dari satu.
3. Kiichiro Toyoda, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo dan keluarga Toyoda, Tahun 1930-an, setelah perang dunia pertama menemukan sistem produksi yang fleksibel (*one-piece flow*) yang didukung dengan ditemukannya sistem tarik (*pull system*) dimana sistem produksi yang dijalankan dapat menghasilkan sejumlah produk sesuai dengan kebutuhan.
4. Taiichi Ohno dan Eiji Toyoda, Tahun 1950-an menemukan sistem produksi dengan prinsip *Just-In-Time* dan *Line Production*.
5. Setelah itu dilakukan pengembangan terhadap sistem persediaan *Just-In-Time* dan sistem lain seperti *Kaizen* dan *Kanban* yang berkontribusi dalam terbentuknya konsep *Lean* pada sistem produksi.

### 2.2.2 Konsep *Lean Manufacturing*

Konsep *lean manufacturing* telah diterapkan selama berabad-abad di Jepang, fokus dasarnya antara lain eliminasi pemborosan, meminimasi biaya serta peningkatan kinerja sumber daya manusia. Dalam melakukan praktek bisnis, filosofi Jepang sangatlah bertolak-belakang dengan filosofi yang dipraktikkan di Amerika. Budaya tradisional barat menganggap bahwa cara tunggal untuk mendapatkan profit adalah dengan menambahkan profit itu sendiri ke dalam biaya

manufaktur sehingga dapat menaikkan harga jual seperti yang diinginkan oleh pihak produsen. Sementara budaya Jepang percaya bahwa yang menjadi generator harga jual adalah konsumen. Apabila suatu produk dirancang dengan banyak memasukkan aspek kualitas dan Apabila semakin banyak jasa yang ditawarkan, maka konsumen juga akan rela membayar dengan harga yang semakin tinggi pula. Konsep *lean manufacturing* beroperasi dalam setiap tahapan di *value stream* dengan mengeliminasi pemborosan sehingga dapat meminimasi biaya, meningkatkan *output* produksi, dan pemangkasan lead time produksi sehingga dapat terus bersaing secara kompetitif dalam pertumbuhan pasar global. Terdapat beberapa konsep dasar *Lean Manufacturing* yang dirangkum sebagai berikut (Capital 2004):

1. Pendefinisian pemborosan (*waste*) Seluruh rangkaian aktivitas dalam menghasilkan produk dari tahapan awal hingga ke tahapan terakhir dapat dikategorikan atas *value added activities* (aktivitas bernilai tambah) dan *non-value added activities* (aktivitas tidak bernilai tambah). Setiap aktivitas proses yang tidak bernilai tambah dari sudut pandang konsumen harus dieliminasi.
2. Standardisasi proses Konsep *lean* memaksa adanya implementasi dari pedoman produksi yang detail, yang sering disebut sebagai standar operasional prosedur. Hal ini bertujuan untuk meminimasi munculnya variasi pekerja dalam menjalankan pekerjaannya.
3. Aliran Produksi Kontinu Tujuan *lean* salah satunya adalah untuk menerapkan aliran produksi secara kontinu, bebas dari *interruption*, *bottlenecks*, atau *delay*. Apabila hal ini berhasil diterapkan maka dapat memangkas waktu siklus produksi hingga 90%.
4. Sistem Produksi Tarik Dikenal sebagai *just in time* (JIT) dimana bertujuan untuk menghasilkan produk sesuai dengan jumlah dan waktu yang dibutuhkan.
5. *Quality at the source* Tujuan lain dari konsep *lean* yaitu untuk mengeliminasi sumber terjadinya kecacatan (*defect*) pada produk dan inspeksi kualitas produk dilakukan pekerja pada setiap lini produksi.

6. *Continuous improvement* Tercapainya kesempurnaan dalam perbaikan secara bertahap dan berkala dilakukan untuk mengeliminasi pemborosan secara terus menerus.

Menurut (Gaspersz, 2012) terdapat lima prinsip dasar dari *lean*, adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi nilai produk berdasarkan perspektif pelanggan, dimana pelanggan menginginkan produk (barang dan/atau jasa) memiliki kualitas superior, dengan harga yang bersaing dan penyerahan produk secara tepat waktu.
2. Mengidentifikasi pemetaan proses pada *value stream* untuk setiap produk (barang dan/atau jasa). catatan: mayoritas manajemen perusahaan bidang industri di indonesia seringkali hanya melakukan pemetaan terhadap proses bisnisnya saja, sementara pemetaan proses produk tidak dilakukan. Hal ini berbeda dengan pendekatan *lean* yang memetakan baik proses bisnis maupun proses produk.
3. Meniadakan pemborosan yang tidak bernilai tambah dari keseluruhan aktivitas sepanjang proses *value stream* tersebut.
4. Mengoordinasikan agar material, informasi, dan produk dapat mengalir secara lancar dan efisien pada sepanjang proses *value stream* dengan menerapkan sistem tarik (*pull system*).
5. Mencari secara kontinu teknik-teknik dan alat-alat dalam upaya peningkatan performansi (*improvement tools and techniques*) untuk meraih keunggulan (*excellence*) dan peningkatan secara terus-menerus (*continuous improvement*).

Berdasarkan perspektif *lean*, semua jenis *waste* yang terdapat pada sepanjang proses *value stream*, yang mengubah *input* menjadi *output* harus ditiadakan agar dapat meningkatkan nilai produk (barang dan/atau jasa) guna meningkatkan nilai bagi konsumen. (Gaspersz, 2012)

### 2.2.3 *Seven Waste*

Menurut (Kurniawan, 2012) Konsep *lean* memiliki tujuan utama adalah menghilangkan atau mengurangi *waste*. *Waste* dalam bahasa jepang “muda” adalah



segala sesuatu yang tidak bernilai tambah. *Waste* adalah sesuatu hal dimana konsumen tidak mau membayarnya. Hines dan Taylor (2000) mencoba menegaskan bahwa *waste* berarti (non-value-adding activities) dalam sudut pandang konsumen. Secara umum, jenis utama *waste* ada dua, yaitu *type one waste* dan *type two waste* (Gasperz, 2007). *Type one waste* adalah segala bentuk aktivitas yang tidak bernilai tambah akan tetapi tidak dapat dihindarkan karena berbagai pertimbangan dalam proses mengubah *input* menjadi *output* disepanjang *value stream*. Contoh, aktivitas transportasi dan inspeksi dalam perspektif lean merupakan aktivitas yang tidak bernilai tambah sehingga dapat dikatakan sebagai *waste*, namun hal tersebut tidak dapat dihindari. Dalam konteks ini aktivitas transportasi, inspeksi, dan pengawasan dikategorikan sebagai *type one waste*. Dalam jangka panjang *type one waste* harus diupayakan dapat dihilangkan atau dikurangi. *Type two waste* merupakan aktivitas yang tidak bernilai tambah dan harus segera dihilangkan. Misalnya, terjadi produk cacat (*defect*) atau melakukan kesalahan terhadap proses kerja (*error*) maka hal tersebut harus segera dihilangkan. *Type two waste* sering disebut sebagai *waste* yang sesungguhnya, karena benar-benar merupakan pemborosan yang harus segera diidentifikasi dan dihilangkan. Ada tujuh jenis *waste* yang didefinisikan oleh Shigeo Shingo (1989), adalah sebagai berikut :

1. *Overproduction* : menghasilkan produk melebihi kebutuhan pelanggan atau menghasilkan produk lebih cepat dari waktu kebutuhan pelanggan yang mengakibatkan terjadinya penumpukan inventori.
2. *Defects* : merupakan suatu ketidaksesuaian kualitas produk yang dihasilkan dengan yang diharapkan (cacat produk).
3. *Unnecessary inventory* : penyimpanan terhadap material yang menunggu, *work in process* maupun produk jadi secara berlebih yang mengakibatkan terjadinya peningkatan biaya, memperpanjang *lead time* produksi dan penurunan *service quality* terhadap pelanggan akibat *lead time* produksi yang lama.
4. *Inappropriate processing* : diartikan sebagai kesalahan dalam menggunakan peralatan atau metode saat bekerja sehingga terjadi kesalahan atau ketidaksesuaian dalam proses produksi.

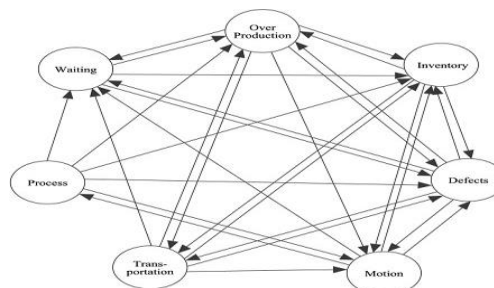
5. *Excessive transportation* : material handling yang berlebihan dari pekerja, aliran informasi, maupun material/produk yang dapat berupa waktu, tenaga, dan biaya.
6. *Waiting* : merupakan aktifitas menunggu baik itu pekerja, informasi dan barang dalam rentang waktu yang lama sehingga mengakibatkan terjadinya aliran proses yang buruk dan memperpanjang total waktu produksi.
7. *Unnecessary motions* : bentuk pergerakan baik orang maupun mesin yang tidak bernilai tambah terhadap produk yang akan diserahkan kepada pelanggan dan justru hanya menambah waktu dan biaya. Kondisi lingkungan kerja yang tidak ergonomis yang menyebabkan operator melakukan gerakan yang tidak seharusnya dikerjakan.

#### 2.2.4 Waste Assessment Model (WAM)

Suatu model yang dikembangkan untuk menyederhanakan proses pencarian dari permasalahan waste dan mengidentifikasi untuk mengeliminasi waste merupakan definisi dari WAM (Rawabdeh 2005). Metode ini mendeskripsikan hubungan antar jenis waste yaitu (O: *Overproduction*, D: *Defects*, P: *Processing*, W: *Waiting*, T: *Transportation*, I: *Inventory*, dan M: *Motion*) dimana simbol garis bawah “\_” menandakan hubungan tiap waste.

##### 2.2.4.1 Seven Waste Relationship

Menurut (Rawabdeh 2005) Hubungan antar waste bersifat inter-dependen (saling bergantung), dan memiliki pengaruh terhadap jenis waste lainnya. Maka dari itu dikembangkan suatu kerangka kerja penilaian oleh Rawabdeh untuk mengetahui tingkat pengaruh waste terhadap waste lain. Berikut gambar hubungan *seven waste* pada **Gambar 2.1**.



**Gambar 2.1** Hubungan *Seven Waste*

Menurut (Mughni, 2005) Seperti yang disajikan pada gambar 2.1, hubungan

antara jenis *waste* secara keseluruhan terdiri dari 31 hubungan. Jenis *waste* O, D dan T berpengaruh terhadap semua *waste* lain kecuali P; sementara jenis *waste* P berpengaruh terhadap semua *waste* lain kecuali T; dan seterusnya sampai jenis *waste* W yang hanya berpengaruh terhadap *waste* O, I dan D. Dimana jenis *waste*  $i$  mempengaruhi jenis *waste*  $j$  ( $i\_j$ ).

Tiga kategori utama dalam *seven waste* adalah *man*, *machine*, dan *material*. Kategori *man* meliputi *waiting*, *motion*, dan *overproduction*. Sementara Kategori *machine* meliputi *overproduction*, sedangkan kategori *material* meliputi *defect*, *inventory*, dan *transportation*. Pengukuran dengan kuesioner dilakukan untuk menghitung kekuatan dari tiap *waste relationship*. **Tabel 2.2** menunjukkan kriteria pengukuran yang terdiri dari enam pertanyaan dimana tiap jawaban memiliki ketetapan rentang bobot 0 sampai dengan 4.

**Tabel 2.2.** Kuesioner Kriteria untuk Pembobotan Kekuatan *Waste Relationship*

NO	PERTANYAAN	PILIHAN JAWABAN	SKOR
1	Apakah $i$ menghasilkan $j$ ?	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2	Bagaimanakah jenis hubungan antara $i$ dan $j$ ?	a. Jika $i$ naik maka $j$ naik b. Jika $i$ naik maka $j$ tetap c. tidak tertentu tergantung keadaan	= 2 = 1 = 0
3	Dampak terhadap $j$ karena $i$ ?	a. tampak secara langsung & jelas b. butuh waktu untuk muncul c. tidak sering muncul	= 4 = 2 = 0
4	Menghilangkan dampak $i$ terhadap $j$ dapat dicapai dengan cara. . .	a. metode <i>engineering</i> b. sederhana dan langsung c. solusi instruksional	= 2 = 1 = 0
5	Dampak $i$ terhadap $j$ terutama mempengaruhi. . .	a. kualitas produk b. produktivitas sumber daya c. <i>lead time</i> d. kualitas dan produktifitas e. kualitas dan <i>lead time</i> f. produktifitas dan <i>lead time</i> g. kualitas, produktifitas dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4

6	Sebesar apa dampak <i>i</i> terhadap <i>j</i> akan meningkatkan lead time	a. sangat tinggi	= 4
		b. sedang	= 2
		c. rendah	= 0

Total terdapat 186 pertanyaan dimana untuk masing-masing hubungan antar *waste* (31 hubungan) akan diajukan pertanyaan (6 pertanyaan) di atas. Contoh hasil perhitungan dalam menentukan bobot dapat dilihat pada **Tabel 2.3** sebagai berikut:

**Tabel 2.3.** Contoh Tabulasi Perhitungan Hubungan Antar *Waste*

Question Relationships	1		2		3		4		5		6		Score
	Ans	Wght	Ans	Wght	Ans	Wght	Ans	Wght	Ans	Wght	Ans	Wght	
O_I	A	4	A	2	A	4	A	2	F	2	A	4	18
O_D	B	2	C	0	B	2	B	1	A	1	C	0	6

Sumber : (Rawabdeh 2005)

Berdasarkan hasil penjumlahan dari enam pertanyaan yang diajukan pada masing-masing hubungan *waste* maka didapatkan skor hubungan antar *waste* yang selanjutnya dikonversikan ke dalam simbol Huruf WRM pada **Tabel 2.4** :

**Tabel 2.4.** Konversi Rentang Skor ke Simbol Huruf WRM

Range	Type of relationship	Symbol
17 to 20	Absolutely necessary	A
13 to 16	Especially important	E
9 to 12	Important	I
5 to 8	Ordinary closeness	O
1 to 4	Unimportant	U

Sumber : (Rawabdeh 2005)

Keterangan :

Absolutely Necessary (A) : Hubungan yang bersifat mutlak

Especially Important (E) : Hubungan yang bersifat sangat penting

Important (I) : Hubungan yang bersifat cukup penting

Ordinary Closeness (O) : Hubungan yang bersifat biasa

Unimportant (U) : Hubungan yang bersifat Tidak Penting

Setelah dikonversi ke dalam simbol huruf WRM selanjutnya akan digunakan dalam pembuatan WRM dengan menghitung tingkat pengaruh dari tiap jenis *waste* ke jenis *waste* lainnya yaitu dengan mengkonversikan lagi dalam bentuk angka yang sudah ditetapkan dimana A = 10, E = 8, I = 6, O = 4, U = 2 dan X = 0. Hasil konversi ini nantinya akan dijumlahkan dan dipersentasekan sehingga

diketahui nilai tingkat pengaruhnya.

*Judgment sampling* digunakan untuk menentukan responden dimana responden tersebut merupakan orang yang dianggap ahli dalam proses produksi dan kualitas. Sehingga memperoleh tingkat keyakinan terhadap validitas pengumpulan data, maka dari itu ditentukan 2 narasumber yang berkompeten yakni manajer dan kepala bagian produksi.

#### 2.2.4.2 Waste Relationship Matrix (WRM)

Menurut (Daonil 2012) *Waste Relationship Matrix* adalah *matrix* yang digunakan untuk menganalisis kriteria pengukuran. Baris pada *matrix* mengindikasikan suatu *waste* tertentu mempengaruhi terhadap *waste* lainnya, sementara kolom pada *matrix* mengindikasikan munculnya *waste* yang dipengaruhi oleh *waste* lainnya. Diagonal dari *matrix* memiliki nilai *relationship* tertinggi karena secara *default*, tiap jenis *waste* akan memiliki hubungan yang sama kuatnya dengan *waste* itu sendiri. *Waste matrix* menjelaskan hubungannya antara jenis-jenis *waste*. Pada **Tabel 2.5** memperlihatkan contoh WRM.

**Tabel 2.5** Contoh *Waste Relationship Matrix*

F/T	O	I	D	M	T	P	W
O	A	A	O	O	I	X	E
I	I	A	I	I	I	X	X
D	I	I	A	I	E	X	I
M	X	O	E	A	X	I	A
T	U	O	I	U	A	X	I
P	I	U	I	I	X	A	I
W	O	A	O	X	X	X	A

Sumber : (Rawabdeh 2005)

Pembobotan dilakukan pada tiap baris dan kolom dari *matrix value* dengan cara menjumlahkan hal ini bertujuan untuk mengetahui skor yang menunjukkan pengaruh dari satu *waste* terhadap *waste* lain. Untuk lebih menyederhanakan *matrix* maka skor tersebut dikonversikan kedalam bentuk persentase, berikut merupakan *matrix value* pada **Tabel 2.6** :

**Tabel 2.6** *Waste Relationship Matrix Value*

F/T	O	I	D	M	T	P	W	Score	%
<b>O</b>	10	10	4	4	6	0	8	42	16.8
<b>I</b>	6	10	6	6	6	0	0	34	13.6
<b>D</b>	6	6	10	6	8	0	6	42	16.8
<b>M</b>	0	4	8	10	0	6	10	38	15.2
<b>T</b>	2	4	6	2	10	0	6	30	12
<b>P</b>	6	2	6	6	0	10	6	36	14.4
<b>W</b>	4	10	4	0	0	0	10	28	11.2
<b>Score</b>	34	46	44	34	30	16	46	<b>250</b>	<b>100</b>
<b>%</b>	13.6	18.4	17.6	13.6	12	6.4	18.4	<b>100</b>	

Sumber : (Rawabdeh 2005)

### 2.2.4.3 Waste Assesment Questionnaire (WAQ)

*Waste Assessment Questionnaire* digunakan untuk mendefinisikan dan mengalokasikan *waste* pada lini produksi yang terjadi (Rawabdeh, 2005). Kuesioner *assessment* ini terdiri dari 68 pertanyaan yang berbeda-beda, dimana kuesioner ini dikenalkan untuk menentukan *level waste*. Tiap pertanyaankuesioner merepresentasikan suatu aktivitas, suatu kondisi atau suatu sifat yang mungkin menimbulkan suatu jenis *waste* tertentu (Daonil 2012).

Berdasarkan WRM sebagian pertanyaan yang diajukan diindikasikan sebagai tulisan “*from*”, artinya adalah bahwa pertanyaan tersebut menjelaskan jenis *waste* yang ada saat ini dapat mempengaruhi munculnya jenis *waste* lainnya. Beberapa pertanyaan lainnya diindikasikan sebagai tulisan “*to*”, artinya adalah pertanyaan tersebut menjelaskan tiap jenis *waste* yang ada saat ini bisa terjadi karena dipengaruhi oleh jenis *waste* lainnya. Setiap pertanyaan terdapat tiga pilihan jawaban dimana bobot pada masing-masing jawaban bernilai 1, 0,5 atau 0 (*zero*) yang diklasifikasikan sebagai “*ya*”, “*sedang*”, dan “*tidak*”. Terdapat 2 kategori untuk skor dari ketiga jenis pilihan jawaban kuesioner adalah sebagai berikut.

- Kategori A adalah jika jawaban “*ya*” berarti diindikasikan adanya pemborosan. Kategori A memiliki skor jawaban yaitu 1 jika “*ya*”, 0,5 jika “*sedang*”, dan 0 jika “*tidak*”.
- Kategori B adalah jika jawaban “*ya*” berarti diindikasikan tidak ada pemborosan yang terjadi. Kategori B memiliki skor jawaban yaitu 0 jika “*ya*”, 0,5 jika “*sedang*” dan 1 jika “*tidak*”.

Tiap pertanyaan kuesioner dikategorikan kedalam empat kelompok yaitu

*man*, *material*, *machine* dan *method*. Peringkat akhir dari *waste* tergantung pada kombinasi dari jawaban, karena dari hasil kuesioner nanti akan diproses dengan suatu algoritma yang terdiri dari beberapa langkah yang telah dikembangkan untuk menilai dan meranking *waste* yang ada. Untuk mencapai hasil akhir berupa *ranking waste*, terdapat 8 tahapan perhitungan skor *waste* yaitu :

- Mengelompokkan dan menghitung jumlah pertanyaan kuesioner berdasarkan catatan “*from*” dan “*to*” untuk tiap jenis *waste*.
- Memasukkan bobot dari tiap pertanyaan berdasarkan *waste relationship matrix* value. **Tabel 2.7** memperlihatkan contoh pemberian bobot awal berdasarkan WRM.

**Tabel 2.7** Bobot Awal Yang Diperoleh Dari WRM

Ques. type	Question #	O	I	D	M	T	P	W
<i>man</i>								
To motion	1	4	6	6	10	2	6	0
From motion	2	0	4	8	10	0	6	10
From defects	3	6	6	10	6	8	0	6
To motion	4	0	4	8	10	0	6	10

- Membagi tiap bobot dengan jumlah dari masing-masing tipe pertanyaan ( $N_i$ ). Serta menghitung jumlah skor ( $S_j$ ) dari tiap kolom jenis *waste*, dan frekuensi ( $F_j$ ) dari munculnya nilai pada tiap kolom *waste* dengan mengabaikan nilai 0 (nol).

$$S_j = \sum_{k=1}^K \frac{W_{j,k}}{N_i}; \text{ untuk tiap jenis } waste j \quad (1)$$

Dimana nomor ( $N_i$ )nya dapat dilihat pada tabel 2.7

**Tabel 2.8** No of Question

i	Type of relationship	No of questions ( $N_i$ )
1	From overproduction	3
2	From inventory	6
3	From defects	8
4	From motion	11
5	From transportation	4
6	From process	7
7	From waiting	8
8	To defects	4
9	To motion	9
10	To transportation	3
11	To waiting	5

Contoh dari pembagian ini dapat dilihat pada **Tabel 2.9**.

**Tabel 2.9** Hasil Pembobotan Dari Tabel 10 Dengan Nilai Ni

Ques. type	#of ques. (Ni)	Question # (K)	O	I	D	M	T	P	W
<i>Man</i>									
To motion	9	1	0.44	1.11	0.44	0	0	0	1.11
From motion	11	2	0	0.36	0.73	0.91	0	0.55	0.91
From defects	9	3	0.67	0.67	1.11	0.67	0.89	0	0.67
To motion	11	4	0	0.36	0.73	0.91	0	0.55	0.91

- d. Memasukkan nilai bobot dari hasil kuesioner (1, 0.5, atau 0) kedalam tiap bobot nilai tabel dengan cara mengalikannya ditunjukkan pada **Tabel 2.10**.

**Tabel 2.10** Pembobotan *Waste* Berdasarkan Bobot Tiap Jawaban

Answer Weight	Question No. (K)	W <sub>o,k</sub>	W <sub>i,k</sub>	W <sub>d,k</sub>	W <sub>m,k</sub>	W <sub>t,k</sub>	W <sub>p,k</sub>	W <sub>w,k</sub>
<i>man</i>								
1	1	0.44	1.11	0.44	0	0	0	1.11
0.5	2	0	0.18	0.36	0.45	0	0.27	0.46
0	3	0	0	0	0	0	0	0

- e. Menghitung total skor (sj) baru untuk nilai bobot pada kolom *waste*, dan frekuensi (fj) baru untuk nilai bobot pada kolom *waste* dengan mengabaikan nilai 0 (nol). Hal ini dilakukan karena terkadang jawaban dari responden terhadap kuesioner yang diberikan memiliki nilai sama dengan nol (0). Sehingga dihitung dengan persamaan:

$$s_j = \sum_{k=1}^K X_K \times \frac{W_{j,k}}{N_i} ; \text{ untuk tiap jenis waste } j \quad (2)$$

Dimana sj adalah total untuk nilai bobot *waste*, dan Xk adalah nilai dari jawaban tiap pertanyaan kuisisioner (1, 0.5, atau 0).

- f. Menghitung indikator awal untuk tiap *waste* (Yj). Indikator ini hanya berupa angka yang masih belum merepresentasikan bahwa tiap jenis *waste* dipengaruhi jenis *waste* lainnya.

$$Y_j = \frac{s_j}{s_j} \times \frac{f_j}{F_j} ; \text{ untuk tiap jenis tipe waste } j \quad (3)$$

- g. Menghitung nilai *final waste factor* (Yj final) dengan memasukkan faktor probabilitas pengaruh antar jenis *waste* (Pj) berdasarkan perkalian nilai persentase “*from*” dan “*to*” pada WRM. Kemudian mempersentasekan bentuk *final waste factor* yang diperoleh sehingga bisa diketahui peringkat *level* dari masing-masing *waste*.



$$Y_{j\text{final}} = Y_j \times P_j = \frac{S_j}{S_j} \times \frac{F_j}{F_j} \times P_j \quad ; \text{ untuk tiap jenis tipe waste } j \quad (4)$$

### 2.2.5 Konsep Value Stream Mapping (VSM)

Terdapat banyak perspektif definisi terhadap VSM, Menurut Goriwondo et al (2011) *Value Stream Mapping* adalah suatu alat pemetaan yang digunakan untuk mencapai kondisi *lean manufacturing* sebagai tahapan awal dalam melakukan proses perubahan. Sementara, *value stream* dideskripsikan sebagai suatu aktivitas didalam suatu *supply chain* yang dibutuhkan dalam perancangan, pemesanan dan penetapan suatu produk atau *value* (Hines and Taylor 2000).

*Value Stream Mapping* (VSM) adalah *tools* yang digunakan untuk mempermudah mencari akar permasalahan pada proses dengan mengidentifikasi aktivitas *value added* dan *non-value added* pada industri manufaktur (McWilliams and Tetteh, 2008). Selain itu, di lapangan sering kali dijumpai dimana terdapat aktivitas-aktivitas yang sebenarnya tidak bernilai tambah namun diperlukan. Pada VSM terdapat 3 Kategori aktivitas yang dipetakan yaitu:

a. *Value Added activities* (VA)

*Value Added Activities* (VA) adalah suatu rangkaian aktivitas atau proses yang dibutuhkan untuk mentransformasi atau menambah fungsi pada suatu produk tertentu, seperti merubah bahan baku menjadi produk *finish good*. Selain itu, *VA activities* juga biasa diartikan sebagai proses utama dalam merubah bentuk produk atau jasa menjadi lebih bernilai, dimana konsumen bersedia membayar atas nilai produk tersebut. Contohnya proses perakitan pada perusahaan karoseri, *sewing* pada perusahaan garmen, *spinning* pada perusahaan tekstil, dan lain-lain.

b. *Non Value Added activities* (NVA)

*Non Value Added Activities* (NVA) adalah suatu aktivitas atau proses yang tidak menambah fungsi atau nilai pada produk tersebut. aktivitas ini sering disebut sebagai *waste* karena aktivitas ini tidak digunakan dan justru hanya memperpanjang *lead time* produksi, misalnya transportasi yang tidak efektif, material menunggu, dll.

c. *Necessary But Non-Value Added activities* (NNVA)

*Necessary but non-value added activities* (NNVA) adalah suatu aktivitas yang tidak bernilai tambah akan tetapi diperlukan. Taiichi Ohno menjelaskan bahwa NNVA tergolong dalam pekerjaan yang kurang penting (*incidental work*). Dalam menciptakan kondisi *lean* pada proses manufaktur, NVA *activities* harus dihilangkan. Namun, pada kondisi *real* jelas ada beberapa diantara aktivitas NVA yang diperlukan sehingga aktivitas tersebut tidak bisa dihilangkan dalam suatu sistem. Sementara hal yang perlu diperhatikan dalam NNVA ini adalah meskipun aktivitas ini tidak memberi nilai tambah tetapi dibutuhkan pada proses manufaktur untuk memenuhi kebutuhan konsumen maka aktivitas ini harus dilakukan secara optimal. Contohnya proses *quality control* (inspeksi), *material handling*, dokumentasi, dll.

*Value Stream Mapping* dapat menunjukkan kesalahan pada suatu gambaran kondisi sistem saat ini (*current state*) yang kemudian dapat dievaluasi untuk memperbaiki kondisi yang lebih ideal pada masa yang akan datang (*future state*). *Value stream mapping* juga merupakan suatu alat pemetaan untuk menginterpretasikan jaringan *supply chain*. Terdapat 2 tipe *Value stream mapping* (Tilak et al), yaitu :

1. *Current state map* merupakan gambaran *value stream* produk saat ini, menggunakan ikon dan terminologi spesifik untuk mengidentifikasi *waste* dan area yang digunakan untuk mengevaluasi sehingga didapatkan suatu perbaikan atau peningkatan (*improvement*).
2. *Future state map* merupakan gambaran transformasi atau rancangan perbaikan sesuai dengan konsep *lean* yang diinginkan di masa mendatang berdasarkan *current state map*.

Pada *value stream* produk, kedua tipe diatas mengindikasikan semua informasi penting seperti *cycle time*, *lead time*, dan lain-lain yang akan membantu untuk membuat suatu perbaikan yang nyata.

Proses pemetaan VSM tidak hanya menggambarkan aliran informasi saja akan tetapi juga pada aliran material. Aliran ini menggambarkan representasi

fasilitas proses dari implementasi lean dengan cara membantu mengidentifikasi aktivitas-aktivitas yang *value added* pada suatu value stream, dan mengeliminasi aktivitas-aktivitas *non-value added* atau *waste*.

Kualitas, biaya dan *lead time* merupakan indikator *performance* atau indeks pengukuran dari VSM yang diuraikan sebagai berikut:

1. *First Time Through* (FIT): persentase unit yang sempurna atau sesuai terhadap standart kualitas yang telah ditentukan pada saat awal proses.
2. *Dock To Dock Time* (DTD): waktu antara unloading *raw material* dan selesainya produk jadi untuk siap dikirim.
3. *Overall Equipment Effectiveness* (OEE): mengukur ketersediaan, efisiensi dan kualitas dari suatu peralatan mesin.
4. *Build To Schedule* (BTS): pembuatan penjadwalan untuk melihat eksekusi rencana pembuatan produk yang tepat pada waktu dan urutan yang benar.
5. Nilai rasio (*Value rate*): persentase aktivitas *value added* dari keseluruhan aktivitas.
6. Indikator lainnya:
  - T/T: *Takt Time* =  $\text{Available Time} / \text{Volume Produksi}$
  - VA: waktu yang *value added*
  - NVA: waktu yang *non-value added* (termasuk *waste*)


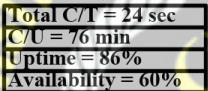


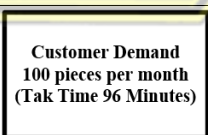
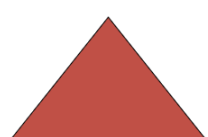
Langkah-langkah untuk membuat *value stream mapping*:









1. Mendeskripsikan kebutuhan konsumen.
2. Menggambarkan aliran informasi dari supplier ke konsumen
3. Menggambarkan aliran informasi dan aliran fisik (material) yang dapat berupa tahapan-tahapan proses utama dalam perusahaan sesuai dengan ikon VSM.
4. Menghubungkan aliran informasi dan aliran fisik yang terjadi dengan anak panah yang dapat menggambarkan informasi aliran proses bisnis perusahaan, instruksi kerja antar departemen, dari dan untuk siapa informasi tersebut diperintahkan, dimana biasanya terjadi masalah dalam aliran fisik (material).


5. Melengkapi pemetaan aliran informasi dan aliran fisik dengan menambahkan informasi *available time*, *cycle time*, *changeover time*, *uptime*, *manpower*, *lead time*, jarak dll.

Pembuatan *value stream mapping* menggunakan simbol-simbol tertentu yang menggambarkan jenis aktivitas beserta keterangan atau informasi penting pada proses tersebut, seperti ditunjukkan pada **Tabel 2.11** berikut:

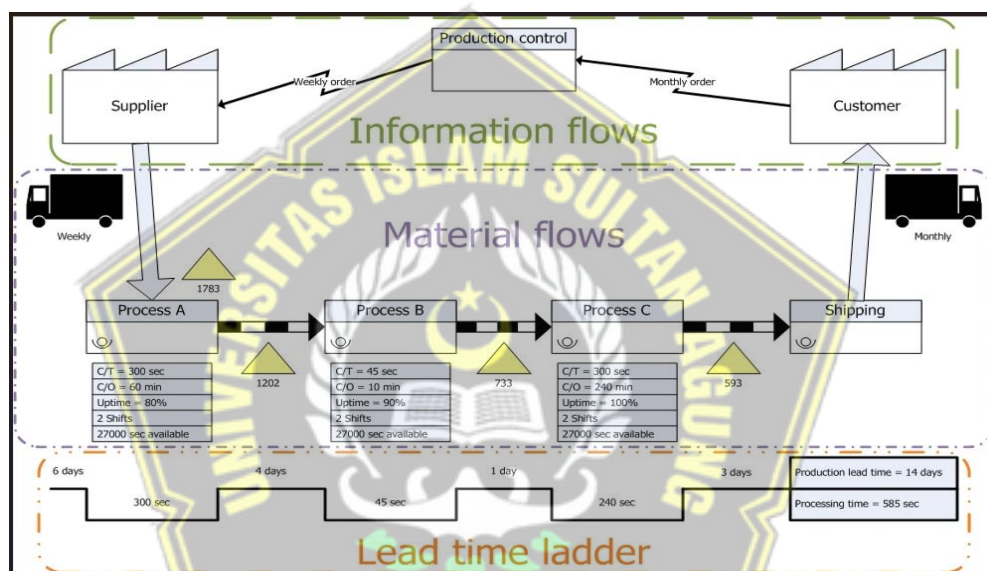
**Tabel 2.11** Simbol pada *Value Stream Mapping* (Sihombing 2010)

No	Nama	Simbol	Keterangan
1	<i>Process Box</i>		Menyatakan proses, operasi mesin ataupun departemen yang melalui aliran material. Secara khusus, untuk menghindari pemetaan setiap langkah proses yang tidak diharapkan, lambang ini menggambarkan satu departemen dengan aliran internal yang kontiniu.
2	<i>Data Box</i>		Memiliki informasi atau data yang dibutuhkan untuk menganalisis suatu sistem.
3	<i>Control Point</i>		Menunjukkan adanya kontrol atau pengecekan. Pengecekan atau kontrol dapat berupa kontrol produksi, kontrol MRP dan lain-lain.
4	<i>Eksternal Source</i> ( <i>Vendor dan Konsumen</i> )		Menggambarkan <i>supplier</i> bila diletakkan di kiri atas, sebagai titik awal. Sedangkan gambar akan merepresentasikan <i>customer</i> bila ditempatkan di kanan atas, sebagai titik akhir.
5	<i>Customer Demand and Takt Time Box</i>		Kotak ini berisi informasi tentang jumlah permintaan produk.
6	<i>Inventory</i>		Menjelaskan keberadaan suatu <i>inventory</i> di antara dua proses. Ketika memetakan <i>current state</i> , jumlah <i>inventory</i> dapat diperkirakan dengan satu perhitungan cepat dan jumlah tersebut ditulis dibawah segitiga. Lambang ini juga menggambarkan penyimpanan bagi <i>raw material</i> dan <i>finished goods</i> .

7	<i>Push Arrow</i>		Menggambarkan pergerakan material dari satu proses ke proses berikutnya. <i>Push</i> (mendorong) berarti proses dapat memproduksi sesuatu tanpa memandang kebutuhan cepat dari proses yang sifatnya <i>downstream</i> .
8	<i>Manual Info</i>		Menunjukkan aliran informasi umum yang biasa diperoleh melalui catatan, laporan ataupun percakapan.
9	<i>Electronic Info</i>		Menggambarkan aliran elektronik seperti melalui: <i>Electronic Data Interchange</i> , internet, intranet, <i>Local Area Network</i> , <i>Wide Area Network</i> . Melalui lambang ini, dapat diindikasikan jumlah informasi atau data yang dipertukarkan, jenis media yang digunakan seperti fax, telepon serta jenis data yang dipertukarkan itu sendiri.
10	<i>Shipment</i>	 <b>Delivered by Truck</b>  <b>Delivered by Airplane</b>  <b>Delivered by Ship or Boat</b>  <b>Delivered by Railroad</b>	Memiliki arti pengiriman yang dilakukan dari <i>supplier</i> ke konsumen menggunakan pengangkutan eksternal (di luar perusahaan).
11	<i>Operator</i>		Menggambarkan jumlah operator yang dibutuhkan untuk melakukan suatu proses.

12	<i>Other</i>	<b>Other Information</b>	Menggambarkan informasi atau hal penting.
13	<i>Time Line</i>		Menunjukkan waktu yang memberikan nilai tambah ( <i>cycle times</i> ) dan waktu yang tidak memberikan nilai tambah (waktu tunggu). Lambang ini digunakan untuk menghitung <i>lead time</i> dan <i>total cycle time</i> .

Berikut merupakan gambar *Value Stream Mapping* ditunjukkan pada **Gambar 2**:



**Gambar 2.2** Contoh *Value Stream Mapping*

### 2.2.6 *Value Stream Mapping Analysis Tools (VALSAT)*

VALSAT merupakan suatu alat bantu pemetaan yang dikembangkan oleh (Hines and Rich 1997) yang digunakan untuk mempermudah memahami bagaimana *value stream* yang terjadi dan memudahkan proses evaluasi dalam membuat rencana perbaikan terkait dengan *waste* yang terdapat di dalam *value stream* tersebut. VALSAT merupakan suatu pendekatan yang digunakan melakukan pemilihan *tool* yang tepat sesuai dengan bobot *waste* yang teridentifikasi melalui matrik VALSAT.

*Value Stream Analysis Tools (VALSAT)* digunakan sebagai alat untuk memetakan dalam aliran detail yang berfokus pada proses nilai tambah. Pemetaan terperinci ini dapat digunakan untuk mengetahui penyebab *waste* (pemborosan)

yang terjadi (Edwin Bayu Kurniawan 2020). Secara umum, ada 7 macam detail mapping tools yang digunakan (Hines and Rich 1997), yaitu :

1. *Process Activity Mapping* (PAM)

PAM merupakan sebuah *tool* yang digunakan untuk menggambarkan secara detail aliran proses produksi dari tiap-tiap aktivitas yang terdapat pada proses produksi tersebut. Konsep dasar *tools* ini adalah memetakan setiap tahap aktivitas yang terjadi dimana aktivitas tersebut dikelompokkan kedalam beberapa aktivitas meliputi *operation*, *inspection*, *transport*, *storage* dan *delay* kemudian dikategorikan ke dalam tipe-tipe aktivitas yaitu *value adding (VA) activities*, *necessary but non-value adding (NNVA) activities*, dan *non-value adding (NVA) activities*. Pemetaan ini dilakukan bertujuan untuk membantu pemahaman terhadap aliran dan aktivitas proses, mengidentifikasi adanya pemborosan, mengidentifikasi apakah suatu proses dapat dirancang kembali sehingga menjadi lebih efisien. Secara umum terdapat lima tahapan pendekatan melalui *process activity mapping* adalah:

1. Mengidentifikasi dan memahami aliran proses
2. Mengidentifikasi terjadinya pemborosan
3. Mempertimbangkan apakah proses yang dijalankan dapat dirancang ulang pada rangkaian proses yang lebih efisien.
4. Mempertimbangkan aliran material yang lebih baik, melibatkan aliran *layout* dan rute transportasi yang berbeda.
5. Mempertimbangkan apakah tahapan proses yang telah dilakukan benar diperlukan dan bagaimana pengaruhnya apabila hal-hal yang berlebihan atau tidak diperlukan tersebut dieliminasi.

2. *Supply Chain Response Matrix* (SCRM)

*Supply chain response matrix* merupakan suatu grafik yang menggambarkan hubungan antara inventori dan *lead time* pada jalur distribusi, sehingga dapat diketahui adanya peningkatan maupun penurunan tingkat persediaan pada waktu distribusi pada tiap area *supply chain*. *Tool* ini digunakan mengevaluasi persediaan dan *lead time* sehingga meningkatkan tingkat pelayanan pada jalur distribusi.

3. *Production Variety Funnel (PVF)*

*Production variety funnel, tools* ini merupakan teknik pemetaan visual yang memetakan jumlah variasi produk tiap tahapan proses manufaktur. *Tool* ini dapat digunakan untuk membantu menentukan target perbaikan, pengurangan *inventory* dan membuat perubahan untuk proses dari produk.

4. *Quality Filter Mapping (QFM)*

*Quality Filter Mapping* merupakan *tool* untuk mengidentifikasi dimana terdapat problem kualitas. Hasil dari pendekatan ini menunjukkan dimana tiga tipe *defects* terjadi. Ketiga tipe *defects* tersebut adalah *product defect* yaitu cacat fisik produk yang lolos ke *customer*. *Service defect* yaitu permasalahan yang dirasakan *customer* berkaitan dengan cacat kualitas pelayanan, dan *internal defect* yaitu cacat masih beraa dalam internal perusahaan, sehingga berhasil diseleksi dalam tahap inspeksi

5. *Demand Amplification Mapping (DAM)*

Demand amplification mapping merupakan tools yang digunakan untuk memvisualisasikan perubahan demand disepanjang *supply chain* pada periode tertentu. Dari informasi pemetaan tersebut dapat digunakan dalam mengevaluasi dan pengambilan keputusan serta analisa lebih lanjut baik untuk mengantisipasi adanya perubahan permintaan, mengelola fluktuasi demand, serta evaluasi kebijakan *inventory*.

6. *Decision Point Analysis (DPA)*

*Decision point analysis* merupakan tool yang digunakan untuk menentukan titik batas dimana produk dibuat berdasarkan permintaan aktual dan setelah titik ini selanjutnya produk harus dibuat dengan melakukan *forecasting*.

7. *Physical Structure (PS)*

*Physical structure* merupakan tool yang digunakan untuk mengetahui sistem operasi suatu *supply chain* tertentu pada level industri.

Berikut merupakan hubungan dan kegunaan dari setiap *tools* pada VALSAT terhadap tiap jenis *waste* yang ditunjukkan pada **Tabel 2.12** berikut.



**Tabel 2.12** Matrik Pemilihan *Tools* VALSAT

<i>Waste / Structure</i>	<i>Mapping Tools</i>						
	<i>Process Activity Mapping</i>	<i>Supply Chain Response Matrix</i>	<i>Production Variety Funnel</i>	<i>Quality Filter Mapping</i>	<i>Demand Amplification Mapping</i>	<i>Decision Point Analysis</i>	<i>Physical Structure</i>
<i>Overproduction</i>	L	M		L	M	M	
<i>Time Waiting</i>	H	H	L		M	M	
<i>Transport</i>	H						L
<i>Inappropriate Processing</i>	H		M	L		L	
<i>Unnecessary Inventory</i>	M	H	M		H	M	L
<i>Unnecessary Motion</i>	H	L					
<i>Product Defects</i>	L			H			
<i>Overall Structure</i>	L	L	M	L	H	M	H
<i>Origins of Tool</i>	<i>Industrial Engineering</i>	<i>Logistics</i>	<i>Operation Management</i>	<i>New Tool</i>	<i>System Dynamics</i>	<i>Efficient Consumer Response/ Logistics</i>	<i>New Tool</i>
<i>Notes:</i> <i>H = High correlation and usefulness</i> <i>M = Medium correlation and usefulness</i> <i>L = Low correlation and usefulness</i>							

Sumber : (Hines and Rich 1997)

Dimana :

- H (*High Correlation and Usefulness*) : faktor pengali = 9
- M (*Medium Correlation and Usefulness*) : faktor pengali = 3
- L (*Low Correlation and Usefulness*) : faktor pengali = 1

Berikut merupakan table matrix seleksi untuk *detailed mapping tools* terpilih dari VALSAT ditunjukkan pada **Tabel 2.13**.

**Tabel 2.13.** Matrik Seleksi untuk Pemilihan VALSAT

<i>Waste</i>	<i>Weight</i>	<i>Tool (B)</i>
A	D	C
	<b>Total Weight</b>	E

Sumber : (Hines and Rich 1997)

Kolom A berisi tujuh jenis waste yang biasanya terdapat pada perusahaan. Sedangkan kolom B berisi tujuh *tools* pada VALSAT. Sementara kolom C berisi bobot korelasi antara kolom A dengan kolom B. Selain itu kolom D berisi bobot dari tiap jenis waste. Kemudian masing-masing bobot pada kolom D dikalikan dengan bobot yang ada pada kolom C, setelah didapatkan hasilnya kemudian dijumlahkan dan ditempatkan pada

kolom E dan hasil nilai yang tertinggi pada tujuh tools VALSAT adalah yang dipilih sebagai *tools* yang tepat untuk melakukan pemetaan atau proses identifikasi.

### 2.2.7 *Manufacturing Cycle Effectiveness (MCE)*

Menurut (Mulyadi, 2007) MCE adalah suatu ukuran yang menunjukkan rasio (persentase) value added activities yang terdapat dalam suatu aktivitas proses produksi terhadap keseluruhan aktivitas sehingga dapat diketahui seberapa besar kontribusi *non value added activities* yang dapat dikurangi atau dieliminasi dari proses. *Manufacturing cycle effectiveness* (MCE) merupakan persentase *value added activities* yang digunakan oleh perusahaan untuk menghasilkan nilai produk bagi konsumen yang terdapat dalam suatu rangkaian aktivitas proses produksi (Saftiana, dkk., 2007).

(Mulyadi, 2007) merancang formulasi untuk menghitung nilai MCE adalah:

$$\text{Manufacturing Cycle Effectiveness} = \frac{\text{Processing Time}}{\text{Cycle Time}}$$

Sementara *cycle time* diindikasikan sebagai keseluruhan aktivitas proses produksi. Apabila suatu rangkaian aktivitas proses dalam membuat produk tertentu menghasilkan MCE sebesar 100%, maka dalam rangkaian aktivitas proses produksi tersebut tidak lagi mengonsumsi aktivitas yang tidak bernilai tambah atau aktivitas NVA telah tereliminasi, sehingga konsumen tidak menanggung beban biaya yang diakibatkan oleh aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah. Sebaliknya, apabila suatu rangkaian aktivitas proses dalam membuat produk tertentu menghasilkan MCE < 100%, maka aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah masih dikonsumsi perusahaan dalam membuat produk tersebut. Proses produksi yang ideal adalah suatu rangkaian proses dimana *processing time* sama dengan *cycle time* (Saftiana, dkk., 2007).

### 2.2.8 *Analisis Root Cause Analysis (RCA)*

Menurut (Jucan, 2005), RCA merupakan suatu metode untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi sebab-sebab yang fungsional. Metode RCA sangat berguna untuk menganalisis suatu kesalahan proses/sistem atau suatu hal yang tidak diharapkan dapat terjadi, kemudian bagaimana hal itu terjadi, dan mengapa hal itu bisa terjadi.

Metode ini dilakukan setelah aktivitas-aktivitas yang menimbulkan *waste*

atau aktivitas-aktivitas *non-value added* telah teridentifikasi. Metode ini digunakan untuk mengetahui sumber penyebab apa sajakah yang menyebabkan terjadinya *waste* pada suatu aktivitas atau proses. Melakukan identifikasi penyebab awal hingga akhir atau sumber penyebab pada aktivitas-aktivitas yang berpotensi terjadinya *waste* merupakan sifat dari penggunaan metode RCA.

Jika penyebab suatu masalah tidak teridentifikasi atau pengatasan masalah tidak dilakukan pada akar penyebab masalah, maka hal tersebut hanya akan mengetahui atau mengatasi gejalanya (*symptom*) saja dan masalah tersebut akan tetap muncul dan terjadi secara terus-menerus. Oleh karena itu RCA sangat baik dalam mengidentifikasi akar penyebab masalah yang sebenarnya yang berpotensi terjadinya *waste* atau kesalahan proses/sistem pada aktivitas proses produksi.

5 *Whys* adalah suatu metode untuk menggali penyebab masalah yang lebih merinci secara sistematis untuk menemukan solusi penanggulangan yang lebih merinci pula. Mengidentifikasi akar penyebab masalah dan mengembangkan tindakan penanggulangan yang tepat.

Metode ini pertama kali dikembangkan oleh *Sakichi Toyoda* dan digunakan sebagai metodologi *Toyota Motor Corporation* selama perkembangan industri manufaktur mereka. Metode ini merupakan poin penting dari proses *problem solving* yang menjadi bagian dari *toyota prodction system*.

Taiichi Ohbo seorang manajer toyota pada tahun 1950 menjelaskan bahwa metode 5 *whys* adalah konsep dasar dari pendekatan ilmiah toyota. Ia mengatakan “pemecahan masalah yang sebenarnya membutuhkan identifikasi pada ‘akar penyebab’ bukan ‘sumber’, akar penyebab terletak tersembunyi di balik sumber”. Dengan mengulang bertanya mengapa sebanyak 5 kali, masalah yang sebenarnya akan ditemukan begitu juga dengan solusinya.

Adapun langkah – langkah 5 *whys* :

1. Uraikan/jabarkan masalah yang ditemukan sesuai dengan kondisi aktual di lapangan. Dengan mengurai atau menjabarkan masalah akan membantu dalam menyusun atau merumuskan masalah dan menjelaskannya secara spesifik.

2. Bertanya mengapa masalah dapat terjadi dan menuliskan jawabannya pada *why* 1.
3. Jika jawaban yang dikemukakan belum tepat sasaran pada permasalahan yang dijabarkan pada step 1, maka lanjutkan bertanya mengapa dan tulis jawabannya ke *why* 2.
4. Terus lakukan step 3 hingga tim setuju bahwa akar penyebab masalah yang telah ditemukan. Bertanya mengapa ini dapat dilakukan kurang atau lebih dari 5 kali. Tabel *causal factor* ditunjukkan pada **Tabel 2.14**.

**Tabel 2.14** Causal Factor

Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5

### 2.2.9 Analisis 5W + 1 H

Analisis 5W + 1H adalah suatu metode yang digunakan untuk mengidentifikasi jenis pemborosan yang terjadi (*What*), lokasi terjadinya pemborosan (*Where*), waktu terjadinya pemborosan (*When*), orang yang bertanggung jawab (*Who*), alasan terjadinya pemborosan (*Why*), dan rekomendasi perbaikan yang perlu dilakukan (*How*) (Irwan Setiawan 2021).

**Tabel 2.15** Analisis 5W+1H

No.	Faktor Penyebab	Permasalahan	What	Why	Where	When	Who	How
1	Faktor Manusia	Operator tidak melakukan pemeriksaan secara terjadwal terhadap kualitas pisau yang dipakai untuk memotong pelat.	Tidak melakukan pemeriksaan secara terjadwal terhadap kualitas pisau	Tidak ada jadwal pemeriksaan	Mesin Pemotongan	Pada saat pemotongan produk	Operator	Standar pisau untuk pemotongan plate yaitu 50.000x potong. Untuk itu dibuat Checklist dimana setelah 40.000x pemotongan dibuat <i>checksheet</i> untuk pemeriksaan hasil pemotongan produk
2		Operator salah dalam mengatur gap dari pisau sehingga terjadi <i>excess material</i> berupa <i>cutting chip</i> dan <i>burr</i>	Salah dalam mengatur gap dari pisau	Operator kurang teliti	Mesin Pemotongan	Pada saat pemotongan produk	Operator	Jika ada perpindahan tebal pada saat pemotongan produk, operator mesin pemotongan harus mengecek hasil pemotongan produk pertama (Pasang kamera di F/S dan M/S)

Sumber : (Anthony 2017)

### 2.3 Hipotesis

Pada dasarnya perusahaan manufaktur berusaha untuk melakukan produksi dengan mengedepankan efektivitas dan efisiensi sehingga keuntungan yang didapatkan akan lebih banyak baik dari segi finansial maupun yang lainnya. Salah satu usaha untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi pada lini produksi suatu perusahaan adalah dengan menggunakan konsep *lean manufacturing*. Pendekatan ini berfokus pada efisiensi tanpa mengurangi efektivitas proses, diantaranya dengan melakukan peningkatan operasi yang bersifat *value added*, mereduksi pemborosan, dan memenuhi kebutuhan kustomer (Hines and Taylor 2000).

Salah satu metode yang sering digunakan untuk mengurangi pemborosan adalah WAM, VALSAT dan RCA. (Rawabdeh 2005) mencoba menegaskan bahwa upaya identifikasi dan mengeliminasi *waste* dengan terstruktur dan berkesinambungan pada aliran proses produksi secara menyeluruh akan memberikan peningkatan efisiensi yang optimal, penguatan daya saing perusahaan terhadap kompetitor lain dan menghasilkan produktifitas proses yang lebih baik. Proses identifikasi terhadap *waste* memerlukan suatu metode yang dapat mempermudah dan menyederhanakan proses pencarian *waste*. (Rawabdeh, 2005), pengembangan *Waste Assessment Model* (WAM) digunakan sebagai panduan untuk mempermudah dalam mencari dan mengidentifikasi peluang terjadinya *waste* sehingga dapat dieliminasi. Konsep WAM terdiri dari *Waste Relationship Matrix* (WRM) dan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ). Pembuatan WRM dilakukan berdasarkan pada pembobotan yang telah didapatkan dari hasil kuesioner, pembobotan ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antar *waste*. Selanjutnya WRM tersebut akan dikuantifikasikan dengan menggunakan *waste relationship matrix value*. Sedangkan WAQ melakukan pembobotan terhadap kuesioner penilaian *waste* untuk mengetahui *waste* yang paling dominan dan level antar *waste* dengan menggunakan algoritma *waste assessment questionnaire*. Setelah diketahui hubungan antar *waste* melalui WRM dan level antar *waste* dengan WAQ, selanjutnya adalah menganalisa detail dengan detail *mapping tools* (*tools* VALSAT) dari hasil identifikasi *waste*. Hines dan Rich (1997) menegaskan bahwa analisa secara kompleks dari hasil identifikasi *waste* dapat dilakukan dengan

memanfaatkan pendekatan *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT). Konsep VALSAT digunakan sebagai alat bantu dalam memetakan aliran nilai (*value stream*) secara detail yang berfokus pada proses yang bernilai tambah. Setelah itu dilakukan pengukuran terhadap efektivitas lini produksi dengan nilai MCE. *Manufacturing Cycle Effectiveness* (MCE) adalah suatu ukuran yang digunakan dalam suatu aktivitas proses dengan memperlihatkan persentase *value added activities*.

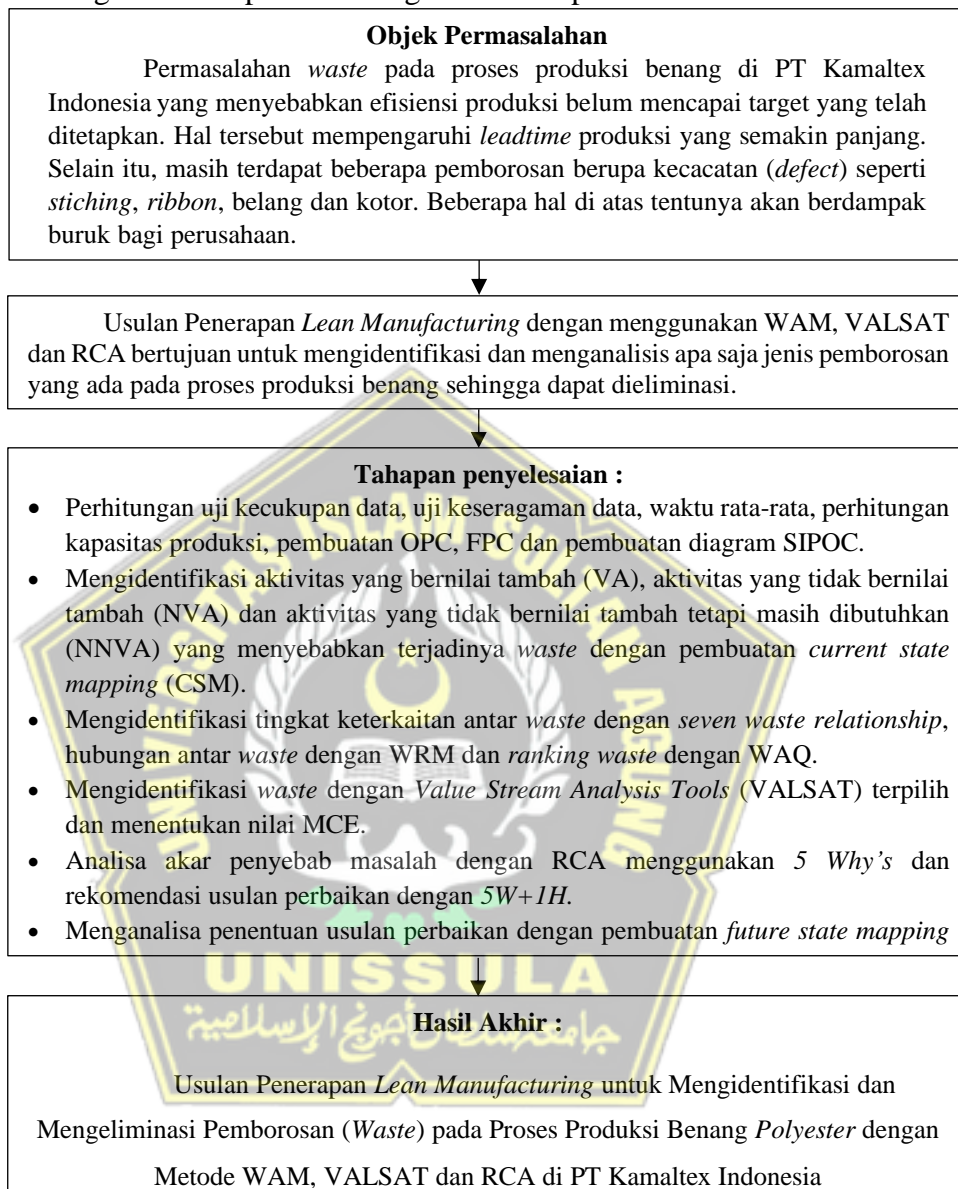
Kemudian untuk mengetahui dan mengatasi penyebab-penyebab terjadinya *waste* pada suatu aktivitas proses dapat dilakukan dengan menggunakan *Root Cause Analysis* (RCA). Banyak metode yang digunakan untuk menganalisa suatu kejadian yang menimbulkan adanya *waste*. Namun jika tidak sampai pada akar permasalahannya pasti akan tetap bermunculan masalah atau terjadinya *waste* yang berulang. Tujuan menggunakan konsep RCA adalah untuk menggali penyebab masalah atau kejadian yang tidak diharapkan untuk mengidentifikasi akar-akar penyebab masalah tersebut (dalam hal ini adalah *waste* yang paling dominan). Kemudian dengan 5W+1H untuk merekomendasikan perbaikan yang perlu dilakukan.

Maka dari itulah apabila masih banyak beragam *waste* yang terjadi pada proses produksi, maka akan mengakibatkan efektifitas perusahaan yang tidak optimal. Pendekatan *lean manufacturing* dengan memanfaatkan metode *waste assessment model* (WAM) dan *Value Stream Analysis tools* (VALSAT) serta *Root Cause Analysis* (RCA) merupakan cara yang efektif untuk mengoptimalkan performansi sistem dan proses produksi perusahaan PT Kamaltex Indonesia.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di atas maka hipotesis dari penelitian ini adalah bahwasannya WAM, VALSAT dan RCA dapat mengevaluasi proses produksi yang ada pada perusahaan secara menyeluruh, sehingga dapat diidentifikasi jenis-jenis pemborosan atau *waste* yang ada untuk dilakukan tindak lanjut atau perbaikan.

### 2.3.1 Kerangka Teoritis

Adapun kerangka teoritis penelitian tugas akhir ini pada **Gambar 2.3** berikut:



**Gambar 2.3** Kerangka Teoritis

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Jenis Penelitian**

Jenis penelitian pada tugas akhir ini adalah penelitian yang memiliki sifat deduktif analitik, yang dimana dalam melakukan pengamatan yang disertai Analisa dan didukung dengan studi literatur, segala sesuatu analisis dan data berbasis pada studi literatur. Langkah-langkah yang akan ditempuh dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

##### **3.1.1 Identifikasi Masalah**

Tahap masalah adalah cara dari peneliti untuk dapat menduga, memperkirakan dan menguraikan apa yang sedang menjadi masalah dalam perusahaan. Identifikasi masalah dalam penelitian ini terdiri dari :

a. **Studi Lapangan**

Observasi secara langsung merupakan tahap awal dalam melakukan observasi untuk mengetahui gambaran awal tentang objek penelitian dan dapat memahami keadaan real proses produksi perusahaan. Observasi langsung dilakukan pada bagian produksi pembuatan benang di PT Kamaltex Indonesia.

b. **Studi Pustaka**

Studi Pustaka dilakukan dengan mencari referensi dari berbagai sumber berupa buku-buku, jurnal, artikel ilmiah, tentang masalah yang meliputi konsep *Lean*, *waste*, tujuh tipe *waste* dan metode yang digunakan untuk memecahkan permasalahan (WAM, VALSAT dan RCA) sebagai acuan untuk mendapatkan referensi dapat ditemukan dari buku, jurnal, materi perkuliahan dan referensi lainnya yang berhubungan dengan *lean manufacturing*.

c. **Perumusan Masalah**

Perumusan masalah pada penelitian ini adalah ditujukan untuk mengidentifikasi hubungan antar pemborosan (*waste*) prinsip-prinsip dan pendekatan *lean manufacturing* dimana pemborosan (*waste*) yang terdapat



pada aliran proses produksi dapat terminimalisir.

d. Pnentuan Tujuan

Penelitian ini diharapkan mampu meminimalisir pemborosan (*waste*) dengan pendekatan *lean manufacturing* agar aliran nilai (*value stream*) dapat berjalan dengan lancar.

### 3.1.2 Pengumpulan Data

Tahap ini dilakukan untuk mengumpulkn data-data yang dibutuhkan untuk penelitian. Adapun data-data yang dibutuhkan peneliti antara lain :

a. Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh dari sumber asli (tanpa melalui media perantara). Data primer dapt berupa opini subjek (orang) secara indivisual atau kelompok, hasil observasi terhadap suatu benda (fisik), kejadian atau kegiatan hasil pengujian. Data ini didapat dari metode-metode wawancara atau dengan memberikan kesioner kepada pihak-pihak yang kompeten.

b. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh peneliti secara tidak langsung. Data sekunder tersebut biasanya berbentuk dokumen, file, arsip atau catatan-catatan perusahaan. Data ini diperoleh melalui dokumentasi perusahaan dan literatur yang berhubungan dengan penelitian selama periode tertentu.

### 3.1.3 Pengolahan Data

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengolahan data ini adalah sebagai berikut :

a. Menghitung waktu siklus setiap proses

Perhitungan wakti baku setiap proses dibutuhkan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan pada setiap stasiun kerja yang ada pada proses produksi yang akan digunakan untuk membuat *Operations Process Chart* (OPC), serta untuk menghitung kapasitas produksi tiap masing-masing *work station*. Untuk selanjutnya data ini dibutuhkan dalam pembuatan *current state mapping*.

- b. Mengumpulkan data untuk mencari hubungan antara *waste* di perusahaan pengumpulan data ini dilakukan dengan memberikan kuesioner terhadap responden yang terdiri dari dua orang yaitu *leader* bagian produksi dan pimpinan perusahaan. Kuesioner ini berguna untuk melakukan penilaian terhadap *waste* yang ada pada rantai produksi dan untuk mengetahui hubungan antara *waste* satu dengan *waste* yang lainnya.
- c. Melakukan pembobotan terhadap kuesioner menggunakan WAM  
WAM merupakan metode usulan yang digunakan untuk mencari pemborosan dan juga mengetahui hubungan ketujuh pemborosan. WAM dibuat terdiri dari dua Langkah yaitu: WRM (*Waste Relationship Matrix*) dan WAQ (*Waste Assessment Questionnaire*). Untuk mengetahui hubungan antar *waste* dari pembobotan pada hasil kuesioner bertujuan untuk mengetahui hubungan antar jenis *waste*. Melalui pembobotan ini, dapat diketahui tipe hubungan *waste* yang satu dengan *waste* lainnya.
- d. Membuat *Waste Relationships Matrix* (WRM)  
WRM dibuat berdasarkan bobot yang telah didapatkan melalui hasil kuesioner. WRM ini selanjutnya akan dikuantifikasikan yaitu dengan menggunakan *waste matrix value*.
- e. Membuat *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ)  
Melakukan pembobotan kuesioner penilaian *waste* dengan menggunakan algoritma *Waste Assessment Questionnaire*. Kuesioner WAQ yang telah diisi oleh responden selanjutnya dilakukan tabulasi dan diolah dengan menggunakan rumus algoritma.
- f. Membuat VALSAT  
Langkah selanjutnya setelah diketahui hasil akhir identifikasi *waste* dengan menggunakan metode WAM (WRM dan WAQ) yaitu dilanjutkan adalah dengan pemilihan detail *mapping tools* yang tepat sesuai dengan jenis *waste* yang terjadi. Dengan menggunakan matrik VALSAT yang didalamnya memiliki ketentuan nilai yaitu nilai 1 (*low correlation*), nilai 3 (*medium correlation*) dan nilai 9 (*high correlation*), serta untuk kolom *weight* (bobot) diperoleh dari bobot hasil identifikasi dengan metode *weight* (bobot)

diperoleh dari hasil *final result* (%) melalui proses *assessment* menggunakan WRM dan WAQ.

g. Usulan perbaikan dengan menggunakan RCA dan 5W+1H

Dalam tahap ini pertama menggunakan metode RCA yaitu dengan *5 why's* untuk mengetahui akar penyebab kritis dari *waste* serta menggunakan metode 5W+1H untuk memberikan usulan perbaikan yang baik dan tepat sasaran. Usulan perbaikan dilakukan berdasarkan faktor dan penyebab dengan 5W+1H pada masing-masing *waste* sehingga diperlukan usulan perbaikan dan membuat *future state mapping*.

#### 3.1.4 Analisa dan Pembahasan

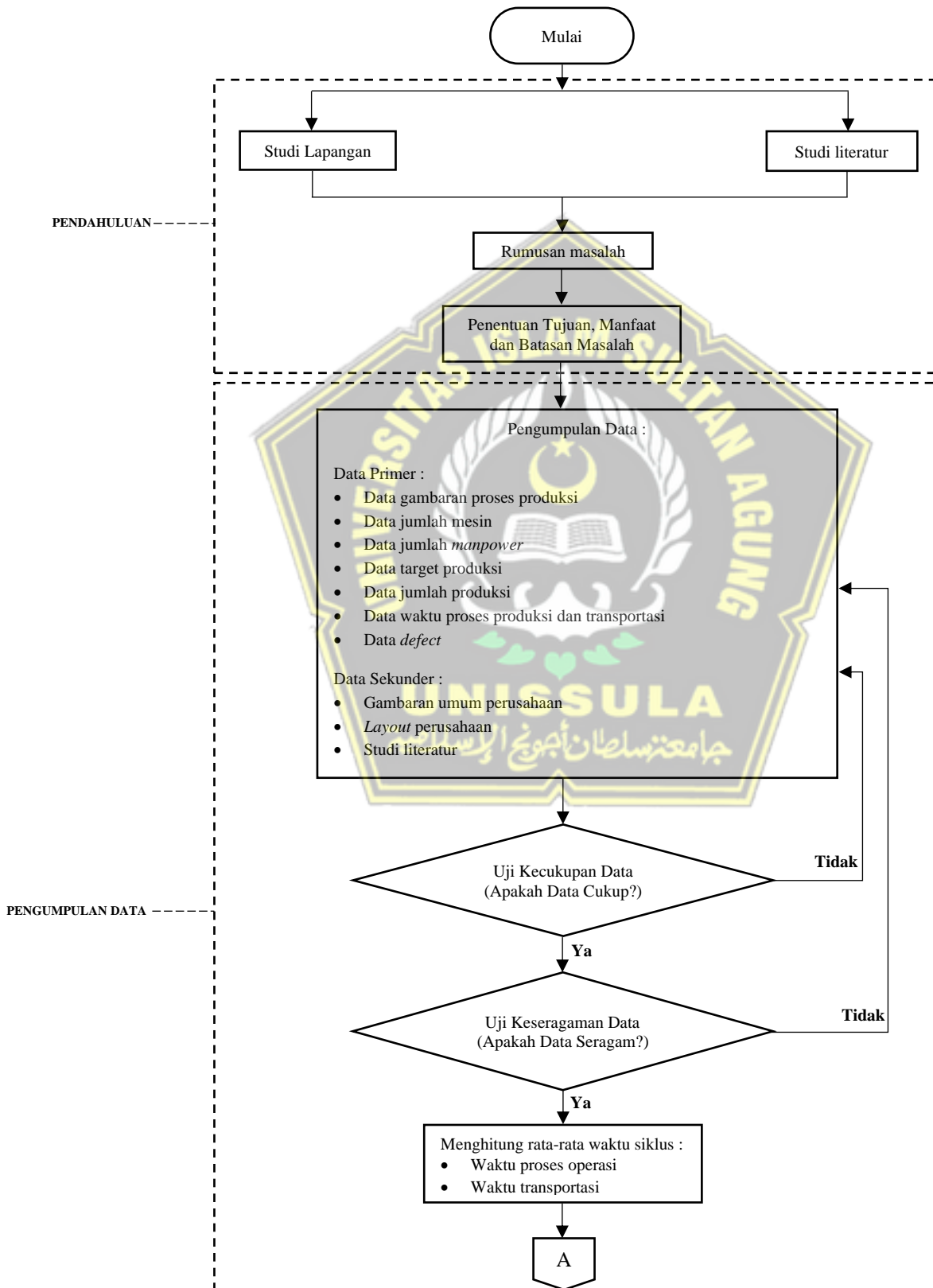
Pada tahap ini peneliti melakukan Analisa terhadap data yang telah diolah pada tahap sebelumnya. Analisa data dilakukan pada setiap metode yang digunakan dalam proses meminimasi *waste*. Metode yang pertama yaitu metode *Waste Assessment Model* (WAM) yang dimana terdapat dua metode WRM (*Waste Relationship Matrix*) dan WAQ (*Waste Assessment Questionnaire*). Hasil pengolahan data kedua metode WAM dianalisis dengan cara membandingkan tingkat persentase antar jenis *waste* untuk mengetahui *waste* yang dominan. Selanjutnya yaitu menganalisa detail dengan detail *mapping tools* (*tools VALSAT*) dari hasil identifikasi *waste*. Konsep VALSAT digunakan sebagai alat bantu dalam memetakan aliran nilai (*value stream*) secara detail yang berfokus pada proses yang bernilai tambah. Setelah itu dilakukan pengukuran terhadap efektivitas lini produksi dengan nilai MCE. Kemudian untuk mengetahui dan mengatasi penyebab-penyebab terjadinya *waste* pada suatu aktivitas proses dapat dilakukan dengan menggunakan *Root Cause Analysis* (RCA) yaitu menggunakan metode *5 why's*. Kemudian dilanjutkan dengan menggunakan 5W+1H untuk merekomendasikan perbaikan yang perlu dilakukan.

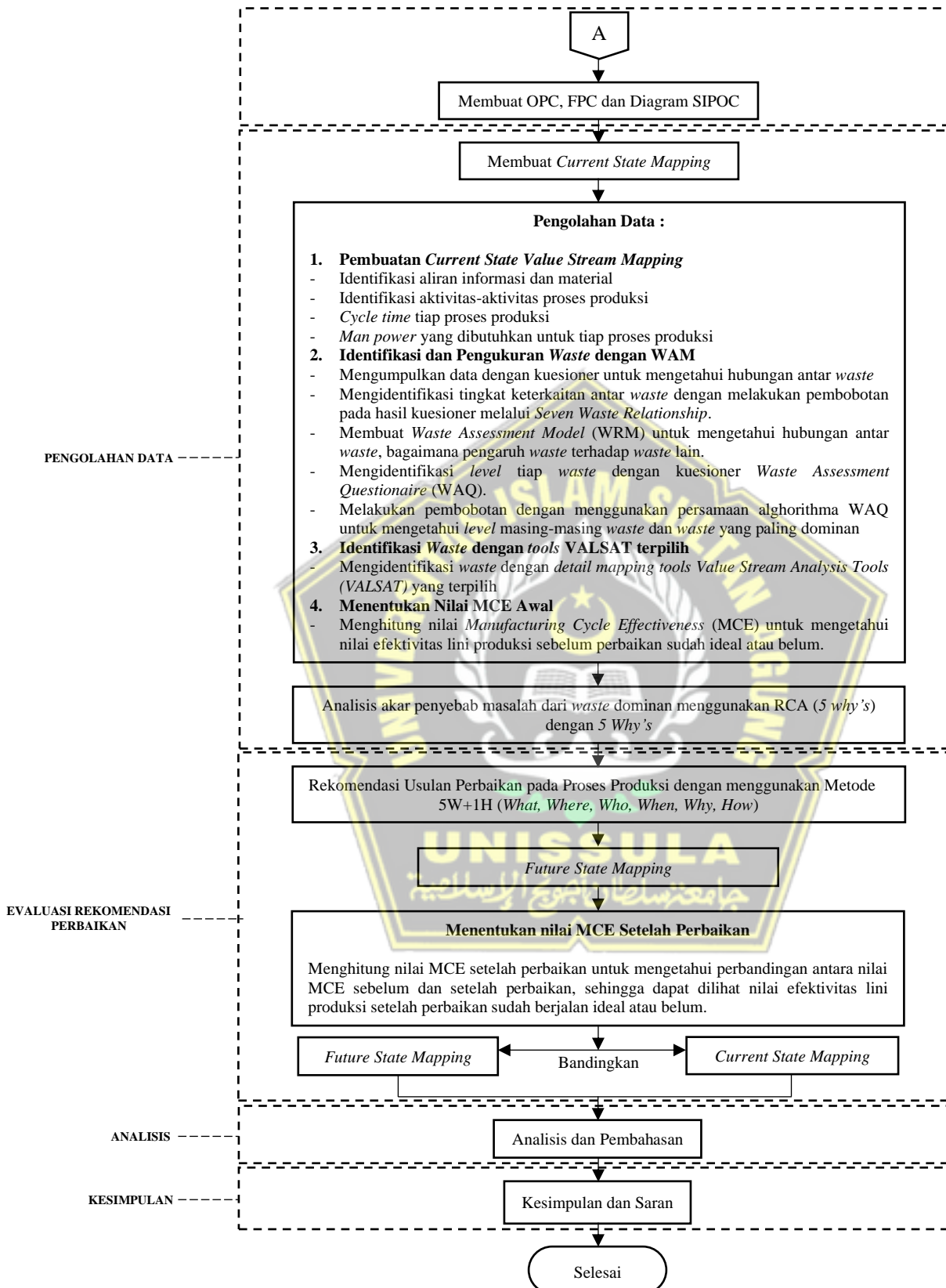
#### 3.1.5 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran merupakan tahap akhir dari penelitian. Kesimpulan merupakan hasil dari keseluruhan proses penelitian. Kesimpulan harus sesuai dengan tujuan awal penelitian. Sedangkan saran digunakan sebagai acuan pada penelitian selanjutnya agar tercipta suatu perbaikan dari penelitian terdahulu.

### 3.1.6 Diagram Alir Penelitian

Proses penelitian dalam penelitian tugas akhir ini dapat dilihat pada **gambar 3.1** sebagai berikut ini :





**Gambar 3.1** Diagram Alir Penelitian

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data ini berisi tentang data-data yang akan dikumpulkan yaitu dengan melakukan observasi secara langsung di lapangan dan wawancara kepada bagian produksi. Data yang akan diambil yaitu merupakan data yang berhubungan dengan proses produksi benang di PT Kamaltex Indonesia. Data-data tersebut antara lain yaitu : gambaran umum perusahaan, struktur organisasi perusahaan, urutan pada proses kegiatan benang dari awal hingga akhir, gambaran *layout* perusahaan, data observasi yang ada pada proses produksi dan data yang digunakan untuk *current state mapping*.

##### 4.1.1 Profil Umum Perusahaan

Nama Perusahaan : PT Kamaltex Indonesia  
Bidang Usaha : Tekstil (Benang)  
Lokasi Perusahaan : Jl. Pringapus Karang Jati, Ngempon, Kec. Bergas, Kabupaten Semarang, Jawa Tengah 50552



Gambar 4.1 Logo Perusahaan

PT Kamaltex Indonesia adalah perusahaan yang berkompeten di bidang tekstil, yang berlokasi di Jl. Pringapus Karang Jati, Ngempon, Kec. Bergas, Kabupaten Semarang, Jawa Tengah. Produk yang dihasilkan berupa benang *polyester*. PT Kamaltex Indonesia menerapkan sistem *make to order* di dalam sistem akan terjadi ketidakpastian terhadap jumlah permintaan yang tidak menentu dalam periode waktu tertentu. Aliran informasi dimulai ketika *customer* melakukan permintaan selanjutnya akan ditransformasikan ke dalam bentuk spesifikasi sebuah produk dan diteruskan menjadi penjadwalan proses produksi yang akhirnya menjadi produk jadi. Untuk memenuhi permintaan *customer* yang beraneka ragam maka perlu dilakukan pengukuran kemampuan perusahaan dalam proses produksi.

Proses produksi PT Kamaltex Indonesia terdiri dari beberapa proses yaitu proses *blowing*, proses *carding*, proses *drawing (breaker dan finisher)*, proses *roving*, proses *ring spinning frame*, proses *winding*, dan proses *packing*.

Karyawan yang bekerja di PT Kamaltex Indonesia merupakan pekerja kontrak. PT Kamaltex Indonesia dalam menetapkan aturan kerja bagi karyawan dalam melaksanakan kegiatan operasional perusahaan. Karyawan bekerja dari hari Senin-Sabtu, apabila terdapat banyak order dan harus segera dikirim, maka karyawan akan bekerja lembur untuk menyelesaikan target order tersebut.

Jadwal jam beroperasi PT Kamaltex Indonesia dapat dilihat pada **tabel 4.1**.

**Tabel 4.1** Jadwal Jam Kerja Karyawan

Hari	Jam Kerja
Senin	08.00-16.00 WIB
Selasa	08.00-16.00 WIB
Rabu	08.00-16.00 WIB
Kamis	08.00-16.00 WIB
Jum'at	08.00-16.00 WIB
Sabtu	08.00-13.00 WIB

Sumber : Jadwal Masuk Karyawan PT Kamaltex Indonesia

#### 4.1.2 Struktur Organisasi Perusahaan

Berikut merupakan bagan struktur organisasi dari perusahaan dari PT Kamaltex Indonesia dapat dilihat pada **gambar 4.2**.



**Gambar 4.2** Struktur Organisasi Perusahaan

#### 4.1.2.1 Job Deskripsi

Dalam suatu perusahaan struktur organisasi sangat penting supaya perusahaan dapat lebih mudah untuk berkoordinasi antara tingkat yang satu dengan yang lain dalam perusahaan, dan sangat memudahkan dalam pembagian tugas, tanggung jawab, wewenang, serta menghindari kerancuan tugas masing-masing bagian untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Untuk itu perlu adanya suatu struktur organisasi baik untuk meningkatkan efisiensi dalam menunjang keefektifan dan produktivitas kerja.

Kekuasaan tertinggi PT Kamaltex Indonesia terletak pada Direktur Utama dalam menjalankan tugas-tugas hariannya. Direktur Utama dibantu oleh *General Manager*, dan beberapa kepala bagian, yang masing-masing jabatan mempunyai tanggung jawab sesuai dengan bidang kerjanya, diantaranya :

1. **Direksi**  
Bertugas dan bertanggung jawab dalam segala kegiatan operasional dan membawahi semua karyawan yang ada di perusahaan, menentukan kebijaksanaan perusahaan, dan memimpin rapat bulanan di perusahaan.
2. **General Manager**  
Adapun tugas dan tanggung jawabnya :
  - a) Bertanggung jawab secara langsung atas kinerja perusahaan terhadap direktur.
  - b) Mengkoordinir dan mengusahakan untuk mencapai tujuan perusahaan.
  - c) Menentukan kebijaksanaan perusahaan dan pedoman kerja secara umum.
3. **Plant Manager**  
Memonitor dan menganalisa pencapaian produktivitas pabrik beserta rencana operasional harian dalam memenuhi target perusahaan yang sudah ditetapkan. Memonitor dan mengevaluasi pencapaian program perusahaan serta memberikan masukan dan ide perbaikan.
4. **Advisor**  
Seorang advisor sangat dibutuhkan perusahaan untuk memberikan masukan kepada seseorang yang mengalami kendala. Jadi ini merupakan tugas yang perlu diperhatikan. Selain membantu menangani keluhan, peran advisor



biasanya diperlukan mulai dari proses awal hingga keputusan akhir pembelian pelanggan.

5. Kepala Departemen Produksi

Kepala departemen produksi mempunyai tugas melaksanakan produksi dan *quality control* sesuai ketentuan perusahaan. Kepala departemen produksi tidak melaksanakan tugas dengan sendirinya akan tetapi menerima masukan dari departemen lain dan personalia yang sangat berperan erat dalam rangka menyediakan sumber daya manusia yang handal yang akan mengoperasikan mesin-mesin produksi, sehingga tercipta barang yang berkualitas. Bertanggung jawab kepada Manajer langsung.

6. Kepala Bagian Produksi

Bertanggung jawab atas perencanaan produksi dan pelaksanaan kegiatan produksi secara keseluruhan dalam usaha mencapai target produksi baik kuantitas maupun kualitas dengan cara yang efektif dan efisien. Kepala bagian produksi memiliki tugas yaitu bekerja sama dengan kepala bagian PPIC dalam penyusunan rencana dan jadwal produksi.

7. Kepala Bagian PPIC

Kepala bagian PPIC adalah bagian dari organisasi perusahaan yang menjembatani 2 departemen yaitu : *marketing* dan produksi. PPIC menterjemahkan kebutuhan pengadaan produk jadi untuk *marketing* ke dalam bentuk rencana produksi dan ketersediaan bahan baku serta bahan pengemas. PPIC demikian penting peranannya dalam operasional perusahaan karena berkaitan erat dengan “*cash flow/* aliran dana” dan kinerja bagian produksi secara umum. Kepala bagian PPIC memiliki tugas membuat rencana produksi dengan berpedoman rencana dan kondisi *stock* dengan menghitung kebutuhan material produksi menurut *standart stock* yang ideal (ada batasan minimal dan maksimal yang harus tersedia), memantau semua *inventory* baik untuk proses produksi, *stock* yang ada di gudang maupun yang didatangkan sehingga pelaksanaan proses dan pemasukan pasar tetap berjalan lancar dan seimbang.

8. Kepala Bagian *Quality Control*

Tujuan kepala bagian *quality control* yaitu melakukan pemeriksaan rutin dan berkala serta memonitor proses produksi agar tetap sesuai dengan standar kualitas yang ditetapkan perusahaan. Kepala bagian *quality control* memiliki tugas melakukan pemeriksaan rutin dan berkala serta memonitor proses produksi agar tetap sesuai dengan standar kualitas yang ditetapkan perusahaan, memonitor kualitas material serta hasil produksi dengan perbandingan kualitas standar, menganalisa permasalahan yang timbul pada kualitas proses dan hasil produksi.

9. Kepala *Shift*

Memastikan kesiapan material & serah terima antar kashift.

10. Admin Produksi

Admin produksi adalah seseorang yang bertugas untuk mengelola keperluan administrasi pada keseluruhan proses produksi. Ini penting untuk dilakukan agar proses produksi dapat berjalan dengan lancar, mulai dari tahap persiapan bahan baku hingga menghasilkan barang jadi.

11. Supervisor

Supervisor bertanggung jawab untuk mengatur, mengontrol dan meningkatkan kemampuan sumber daya manusia, bahan baku setengah jadi/ jadi dan mesin-mesin produksi di dalam wilayah tanggung jawab nya guna memaksimalkan efisiensi, meminimalkan biaya dan menghasilkan bahan setengah jadi/ jadi yang memenuhi *standart* kebutuhan pelanggan. Bertanggung jawab dalam mencapai tingkat kuantitas (*output*), kualitas dan *schedule* produksi serta tingkat utilisasi mesin produksi yang telah ditetapkan dan disepakati bersama.

12. Kepala Departemen *Maintenance & Engineering*

Departemen ini bertugas untuk melakukan perawatan di bidang mekanik agar selalu siap untuk dioperasikan, dan memasang instalasi mesin baru serta memiliki wewenang melakukan pemeriksaan untuk memastikan keadaan mesin dapat difungsikan secara baik atau tidak sebelum mesin dijalankan. Departemen *maintenance* dan *engineering* juga melakukan

perawatan terhadap peralatan pabrik yang menunjang proses produksi, seperti lampu penerangan di dalam gedung pabrik, penerangan di jalan-jalan dan di lingkungan sekitar pabrik. Bekerja sama dengan departemen produksi, personalia. Bertanggung jawab kepada manajer.

13. Kepala Bagian *Maintenance*

Kepala bagian *maintenance* bertanggung jawab atas perencanaan, pengkoordinasian, pengarahan, dan pengawasan atas pelaksanaan kegiatan *maintenance*. Mengawasi kesehatan dan keselamatan pekerja, serta menganalisis kerusakan mesin.

14. Kepala Bagian *Engineering*

Kepala bagian *engineering* bertanggung jawab atas perencanaan, pengkoordinasian, pengarahan, dan pengawasan atas pelaksanaan kegiatan *maintenance* dan *repair* mesin dan peralatan mekanik produksi, mengkoordinir dan memberikan pengarahan kerja serta mengawasi pelaksanaan kegiatan di bawahnya agar dapat meningkatkan efisiensi di dalam bagiannya, menyusun pedoman dan petunjuk-petunjuk lainnya mengenai pemeliharaan dan perbaikan mesin atau peralatan produksi serta mengawasi pelaksanaan pemeriksaan dan pemeliharaan berkala perbaikan atas mesin atau peralatan produksi lainnya.

15. Supervisor

Supervisor bertanggung jawab untuk mengatur, mengontrol dan meningkatkan kemampuan sumber daya manusia, bahan baku setengah jadi/ jadi dan mesin-mesin produksi di dalam wilayah tanggung jawab nya guna memaksimalkan efisiensi, meminimalkan biaya dan menghasilkan bahan setengah jadi/ jadi yang memenuhi *standart* kebutuhan pelanggan. Bertanggung jawab dalam mencapai tingkat kuantitas (*output*), kualitas dan *schedule* produksi serta tingkat utilisasi mesin produksi yang telah ditetapkan dan disepakati bersama.

16. Bagian Administrasi

Bagian administrasi ini bertugas melaksanakan kegiatan pelayanan kantor, penyediaan fasilitas dan layanan administrasi perkantoran, sesuai ketentuan

yang berlaku untuk mendukung kelancaran operasional perusahaan. Bagian administrasi memiliki tanggung jawab utama yaitu melaksanakan aktifitas penyiapan ruang kerja dan peralatan kantor untuk seluruh pegawai, untuk memastikan ketersediaan ruangan kerja dan peralatan kantor bagi setiap pekerja sesuai dengan jenis pekerjaan dan jabatan.

#### 4.1.3 Produk Perusahaan

PT Kamaltex Indonesia adalah perusahaan yang berkompeten di bidang tekstil. Produk yang dihasilkan berupa benang *polyester*. PT Kamaltex Indonesia menerapkan sistem *make to order* di dalam sistem akan terjadi ketidakpastian terhadap jumlah permintaan yang tidak menentu dalam periode waktu tertentu. Aliran informasi dimulai ketika *customer* melakukan permintaan selanjutnya akan ditransformasikan ke dalam bentuk spesifikasi sebuah produk dan diteruskan menjadi penjadwalan proses produksi yang akhirnya menjadi produk jadi. Untuk memenuhi permintaan *customer* yang beraneka ragam maka perlu dilakukan pengukuran kemampuan perusahaan dalam proses produksi. Proses produksi PT Kamaltex Indonesia terdiri dari beberapa proses yaitu proses *blowing*, proses *carding*, proses *drawing (breaker dan finisher)*, proses *roving*, proses *ring spinning frame*, proses *winding*, *UV room*, *Conditional room* dan proses *packing*.



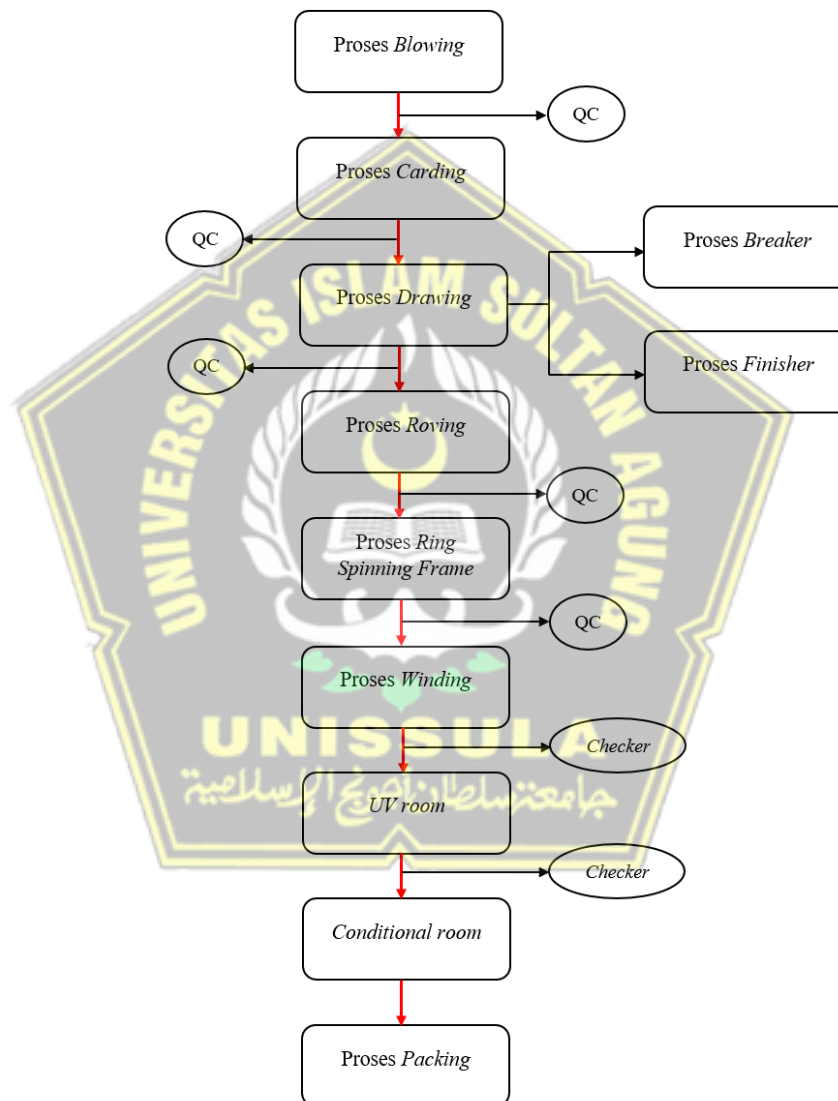
Gambar 4.3 Produk Benang *Polyester*

#### Spesifikasi Produk :

- Nama Produk : benang *polyester*
- Berat Netto : 2,52 kg

#### 4.1.4 Gambaran Proses Produksi Benang Polyester

Gambaran alur proses produksi benang yang ada di PT Kamaltex Indonesia yaitu terdiri dari delapan tahapan proses yaitu mulai dari proses *blowing*, proses *carding*, proses *drawing* (*breaker* dan *finisher*), proses *roving*, proses *ring spinning frame*, proses *winding*, *UV room*, *Conditional room* dan proses *packing*. Pada **gambar 4.4** di bawah ini merupakan alur proses produksi benang :



**Gambar 4.4** Gambaran Proses Produksi Benang

##### 1. Proses *Blowing*

Merupakan proses pertama pada pembuatan benang, dimana terjadi pembukaan gumpalan-gumpalan serat dan terjadi pemisahan dalam serat. Untuk pembuatan benang, dalam proses ini menggunakan material serat

*polyester* dan terjadi pembersihan/pemisahan serat menggunakan kotoran yang terdapat pada serat. Berikut ini merupakan gambar proses *blowing* yang terdapat pada **gambar 4.5** :



**Gambar 4.5** Proses *Blowing*

**2. Proses *Carding***

*Lap* (gumpalan serat) dari mesin *blowing* mengalami proses penguraian secara lanjut diubah menjadi bentuk memanjang yang disebut *sliver carding*. Dan untuk pertama kalinya, serat diluruskan dan diregangkan, kemudian antara serat yang panjang dan yang pendek dipisahkan. Berikut ini merupakan gambar proses *carding* yang terdapat pada **gambar 4.6** :



**Gambar 4.6** Proses *Carding*

**3. Proses *Drawing***

Pada proses *drawing* sendiri dilakukan dengan 2 jenis mesin sesuai dengan jumlah *can* yang disatukan, yaitu:

a. *Mesin Drawing Breaker*

*Sliver carding* diubah menjadi *sliver drawing breaker* dimana serat diregangkan dan disejajarkan. Perbandingan antara berat dan panjang *sliver drawing breaker* mempengaruhi jumlah benang yang dihasilkan. Cara kerja mesin ini adalah menggabungkan 12 *can* yang sudah terbagi menjadi 2 (masing-masing 6 *can*) menjadi 1 *can*. Hasil pemrosesan tersebut adalah *sliver* yang masih lunak sehingga dari mesin *breaker* perlu dibawa ke mesin *finisher*. Berikut ini merupakan gambar proses mesin *breaker* yang terdapat pada **gambar 4.7** :



**Gambar 4.7** Proses pada Mesin *Breaker*

b. *Mesin Drawing Finisher*

Pada proses ini rangkaian *can* bukan lagi 6 melainkan sudah menjadi 8 *can* yang kemudian digabungkan menjadi 1 *can* sehingga *sliver* yang masih lunak berubah menjadi *sliver* yang telah kuat. Hasil dari mesin *drawing finisher* disebut *sliver drawing finisher*, dan serat-serat di dalamnya lebih lurus dan terbagi menjadi serat pendek dan serat panjang. Berikut ini merupakan gambar proses mesin *finisher* yang terdapat pada **gambar 4.8** :



Gambar 4.8 Proses pada Mesin *Finisher*

#### 4. Proses *Roving*

Pada proses ini, bentuk *sliver* berubah menjadi bentuk memanjang yang disebut *roving* dan dililitkan membentuk *bobbin roving*. Serat keliling diratakan dan diregangkan lagi. Besar kecilnya perbandingan antara berat dan panjang *roving* akan mempengaruhi jumlah benang yang dihasilkan. Berikut ini merupakan gambar proses *roving* yang terdapat pada gambar 4.9 :



Gambar 4.9 Proses *Roving*

#### 5. Proses *Ring Spinning Frame*

Untuk menjadi benang, *roving* mengalami proses peregangan, pemberian antihan / *twist* dan penggulungan. Benang yang dihasilkan ini digulung pada *cop* yang dibedakan warnanya. Hal ini dimaksudkan supaya tiap jenis nomor benang dapat dibedakan pula, sehingga terhindar dari kekeliruan dalam



proses selanjutnya. Untuk menghindari berhentinya mesin dalam waktu yang relatif lama, dalam mesin ini umumnya terdapat beberapa petugas yang khusus ditugaskan mengambil hasil proses (*doffing*). Berikut ini merupakan gambar proses *ring spinning frame* yang terdapat pada **gambar 4.10** :



**Gambar 4.10** Proses *Ring Spinning Frame*

#### 6. **Proses Winding**

Mesin ini digunakan untuk memindahkan gulungan benang dari *cop* ke *cone* sambil mengeluarkan potongan benang yang terlalu tebal atau yang terlalu tipis dalam panjang/berat tertentu dalam *cone* (bisa berupa *paper cone* atau *plastic cone*) untuk selanjutnya siap dikemas atau melanjutkan ke proses selanjutnya. Berikut ini merupakan gambar proses *winding* yang terdapat pada **gambar 4.11** :



**Gambar 4.11** Proses *Winding*

**7. UV Room**

Setelah melalui proses *winding* maka benang akan dibawa menuju ruang *Ultraviolet*, pada ruang *Ultraviolet* benang akan diperiksa melalui cahaya sinar *Ultraviolet*, Hal tersebut bertujuan supaya benang yang akan dibawa ke *packing* benar-benar dalam keadaan bebas cacat (warna belang) atau terkontaminasi oleh benda asing yang dapat mengganggu kualitas dari benang tersebut. Apabila diketahui pada proses pengecekan di *UV room* ini terdapat benang yang berwarna belang secara visual, maka *cones* benang tersebut akan di *rewinding*.

**8. Conditional Room**

Benang yang lolos dari pemeriksaan pada *UV room* maka selanjutnya benang dimasukkan kedalam *Conditional room* selama 12 jam sebelum dilakukan pengemasan, di *Conditional room* ini mampu memberikan kandungan uap air di udara hal ini bertujuan untuk menstabilkan kadar air dalam benang sehingga benang tidak kering dan tidak mudah putus.

**9. Proses Packing**

Pada proses ini, benang dari *winding* diperiksa dengan sinar UV, diperiksa secara visual apakah ditemukan kecacatan produk yang tidak sesuai standar kualitas, lalu produk yang baik ditimbang dan dikemas ke dalam karung atau dus box. Selama proses ini, benang harus benar-benar dipisahkan berdasarkan jenis nomornya untuk menghindari keluhan pelanggan. Berikut ini merupakan gambar proses *packing* yang terdapat pada **gambar 4.12** :



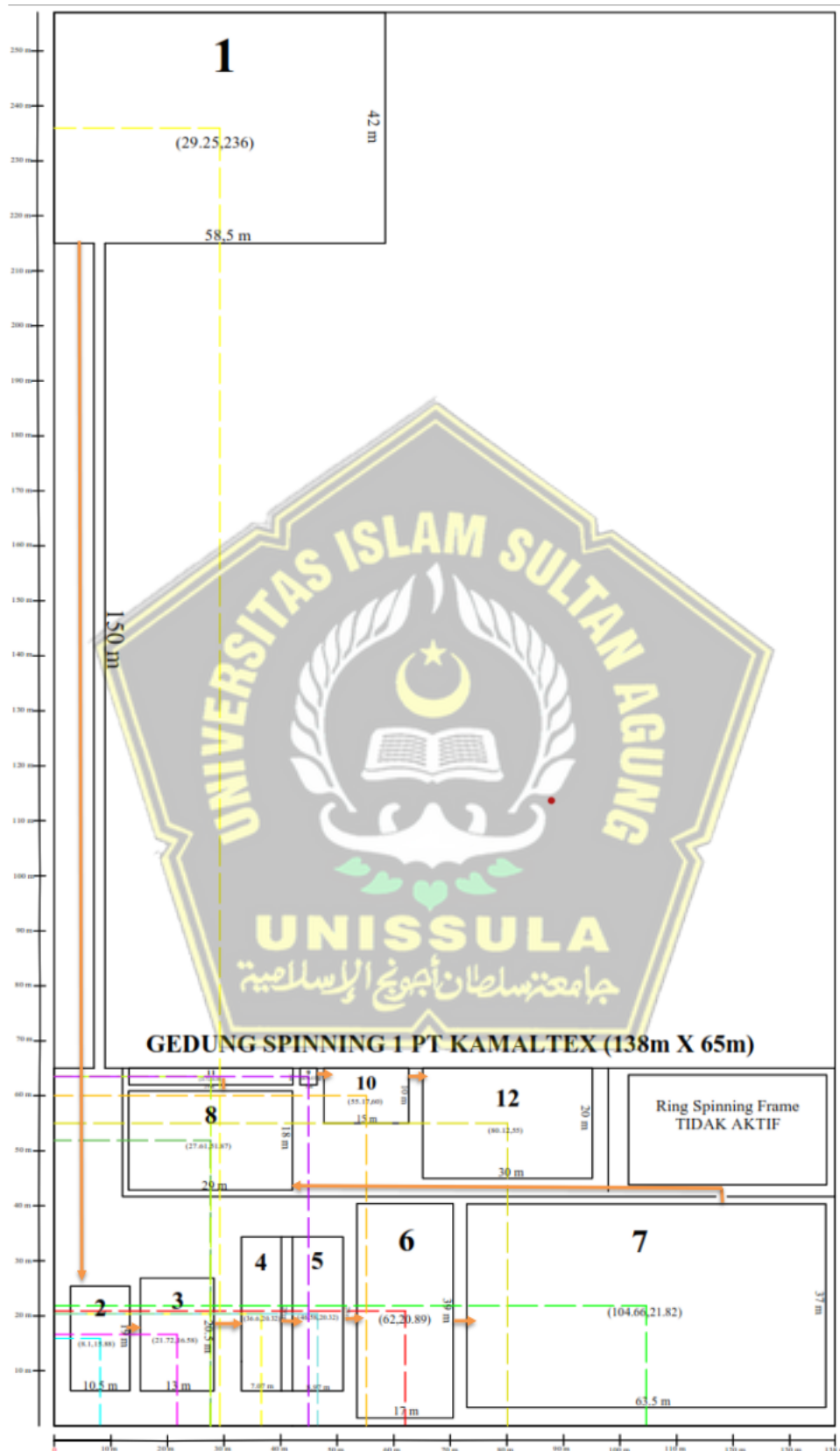
**Gambar 4.12** Proses *Packing*

#### 4.1.5 *Layout* Perusahaan

Pengaturan tata letak fasilitas pabrik merupakan rencana pengaturan semua fasilitas guna untuk memperlancar kegiatan produksi agar lebih efektif dan efisien.

PT Kamaltex Indonesia dalam mengatur tata letak fasilitas produksinya yaitu menggunakan sistem alur produksi dengan tipe sistem *product layout*, yang dimana peralatan atau pekerjaan proses diatur sesuai dengan langkah-langkah dimana produk yang akan dibuat. Akan tetapi yang sesuai dengan hal tersebut diterapkan pada Gedung *Spinning* 2 dan 3. Sedangkan tata letak pada Gedung *Spinning* 1 masih kurang efektif dan efisien, sehingga akan difokuskan pada Gedung *Spinning* 1 saja. Berikut ini merupakan gambar *layout* Gedung *Spinning* 1 yang terdapat pada **gambar 4.13**.





**Keterangan kode :**

- 1 = Gudang bahan baku**
- 2 = Blowing**
- 3 = Carding**
- 4 = Drawing Breaker**
- 5 = Drawing Finisher**
- 6 = Roving**
- 7 = Ring Spinning Frame**
- 8 = Winding**
- 9 = UV room**
- 10 = Conditional room**
- 11 = Packing**
- 12 = Gudang bahan jadi**

**Gambar 4.13** Layout Perusahaan

#### 4.1.6 Data Jumlah Mesin Produksi

Dalam proses produksi Gedung *Spinning* 1 terdapat 7 jenis mesin yang digunakan yaitu mesin *blowing*, mesin *carding*, mesin *drawing* (mesin *breaker* dan mesin *finisher*), mesin *roving*, mesin *ring spinning frame* dan mesin *winding*. **Tabel 4.2** menjelaskan tentang jumlah mesin pada Gedung *Spinning* 1 PT Kamaltex Indonesia.

**Tabel 4.2** Data Jumlah Mesin yang Digunakan untuk Produksi

No	Nama Mesin/Proses	Jumlah Mesin
1	<i>Blowing</i>	1
2	<i>Carding</i>	10
3	<i>Drawing Breaker</i>	2
4	<i>Drawing Finisher</i>	3
5	<i>Roving</i>	3
6	<i>Ring Spinning Frame</i>	17
7	<i>Winding</i>	5

#### 4.1.7 Data Manpower Pada Tiap Mesin

Dalam menjalankan aktivitas produksi, PT Kamaltex Indonesia menggunakan interaksi manusia dengan mesin karena tidak semua proses dilakukan dengan menggunakan bantuan mesin. Berikut **tabel 4.3** merupakan informasi jumlah pekerja untuk masing-masing stasiun kerja Gedung *Spinning* 1.

**Tabel 4.3** Data Manpower

No	Nama Mesin/Proses	Manpower (TK)
1	<i>Blowing</i>	2
2	<i>Carding</i>	1
3	<i>Drawing Breaker</i>	1
4	<i>Drawing Finisher</i>	1
5	<i>Roving</i>	2
6	<i>Spinning</i>	14
7	<i>Winding</i>	11
8	<i>UV room</i>	1
9	<i>Conditional room</i>	1
10	<i>Packing</i>	3

#### 4.1.8 Data Jumlah Permintaan

Dari data historis perusahaan diketahui bahwa rencana produksi *cones/bale*

untuk memenuhi permintaan konsumen dari bulan Januari hingga Desember 2022 dapat dilihat pada **tabel 4.4**. Berdasarkan data rencana produksi tersebut perusahaan menetapkan target rata-rata produksi perhari. Berikut merupakan contoh menentukan rata-rata target produksi perhari bulan Januari :

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata Produksi/hari} &= \frac{\text{Total permintaan/bulan}}{\text{Jumlah hari dalam 1 bulan}} \\ &= \frac{5.482,91/\text{bulan}}{31} \\ &= 176,87 \text{ bale/hari} \end{aligned}$$

**Tabel 4.4** Jumlah Rencana Produksi

Bulan	Jumlah Hari	Total permintaan (bale/bulan)	Target Produksi (bale/hari)
Januari	31	5.482,91	176,87
Februari	28	5.154,51	184,09
Maret	31	5.453,34	175,91
April	30	5.169,80	172,33
Mei	31	4.581,31	147,78
Juni	30	4.962,00	165,40
Juli	31	5.227,07	168,62
Agustus	31	4.886,57	157,63
September	30	4.641,94	154,73
Oktober	31	3.967,73	127,99
November	30	3.287,86	109,60
Desember	31	3.356,15	108,26
<b>Jumlah</b>		<b>56.171,19</b>	<b>1.849,21</b>
<b>Rata-rata</b>		<b>4.680,93</b>	<b>154,10</b>

Sumber : Data Historis PT Kamaltex Indonesia Bulan Januari-Desember 2022

#### 4.1.9 Data Jumlah Produksi Cones Benang

Berdasarkan data historis perusahaan diketahui bahwa jumlah produksi *finished good* PT Kamaltex Indonesia bisa dilihat pada **tabel 4.5** sebagai berikut :

**Tabel 4.5** Jumlah Produksi (*finished good*) Bulan Januari-Desember 2022

Bulan	Jumlah Hari	Produksi ( <i>finished good</i> ) (kg)	Rata-rata/hari (kg)
Januari	31	5.439,85	175,48
Februari	28	4.944,85	176,60
Maret	31	5.391,10	173,91

Tabel 4.5 Lanjutan

Bulan	Jumlah Hari	Produksi ( <i>finished good</i> ) (kg)	Rata-rata/hari (kg)
April	30	5.081,50	169,38
Mei	31	4.450,00	143,55
Juni	30	4.929,42	164,31
Juli	31	5.089,00	164,16
Agustus	31	4.807,00	155,06
September	30	4.546,00	151,53
Oktober	31	3.937,00	127,00
November	30	3.023,17	100,77
Desember	31	3.029,49	97,73
<b>Jumlah</b>		<b>54.668,37</b>	<b>1.799,49</b>
<b>Rata-rata</b>		<b>4.555,70</b>	<b>149,96</b>

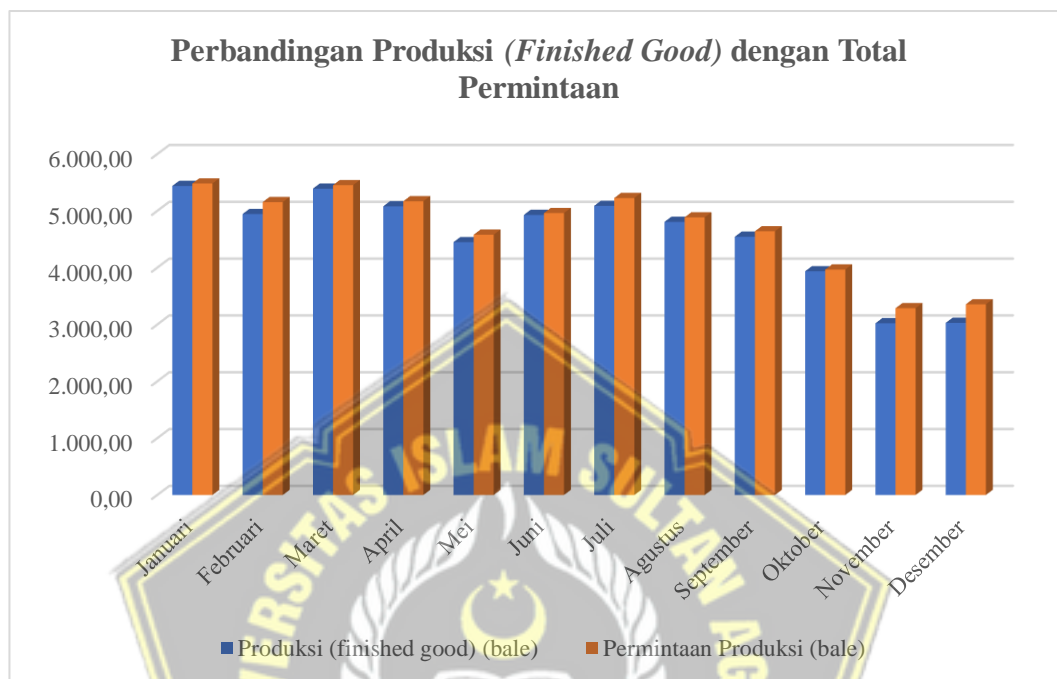
Dari data jumlah produksi *finished good* tersebut terlihat rata-rata target produksi bulan Januari sampai Desember 2022 masih belum tercapai. Contoh persentase pada bulan Januari 2022 sebagai berikut :

$$\text{Persentase capaian target produksi} = \frac{5.439,85}{5.482,91} \times 100 = 99,21\%$$

Tabel 4.6 Capaian Produksi (*finished good*) Bulan Januari-Desember 2022

Bulan	Produksi ( <i>finished good</i> ) (kg)	Total Permintaan (kg)	Produksi yang dicapai (%)	Keterangan
Januari	5.439,85	5.482,91	99,21	Target tidak tercapai
Februari	4.944,85	5.154,51	95,93	Target tidak tercapai
Maret	5.391,10	5.453,34	98,86	Target tidak tercapai
April	5.081,50	5.169,80	98,29	Target tidak tercapai
Mei	4.450,00	4.581,31	97,13	Target tidak tercapai
Juni	4.929,42	4.962,00	99,34	Target tidak tercapai
Juli	5.089,00	5.227,07	97,36	Target tidak tercapai
Agustus	4.807,00	4.886,57	98,37	Target tidak tercapai
September	4.546,00	4.641,94	97,93	Target tidak tercapai
Oktober	3.937,00	3.967,73	99,23	Target tidak tercapai
November	3.023,17	3.287,86	91,95	Target tidak tercapai
Desember	3.029,49	3.356,15	90,27	Target tidak tercapai

Pada **gambar 4.14** di bawah dapat dilihat grafik perbandingan jumlah produksi *finished good* dengan total permintaan kg/bulan PT Kamaltex Indonesia selama Bulan Januari – Desember 2022.



**Gambar 4.14** Grafik Perbandingan Jumlah Produksi *Finished Good* Dengan Total Produksi Januari – Desember 2022

#### 4.1.10 Data Waktu Pengukuran

Data waktu pengukuran ini meliputi data waktu proses operasi dan data waktu transportasi.

##### 4.1.10.1 Waktu Proses Operasi

Pada perhitungan waktu siklus proses operasi ini yaitu dilakukan dengan cara mengukur waktu pengerjaan di setiap proses atau bagian untuk tiap satu pcs benang yang dilakukan dengan pengukuran secara langsung menggunakan *stopwatch*. Berikut ini merupakan data waktu proses produksi benang. Jumlah data yang dikumpulkan yaitu sebanyak 10 kali melakukan pengamatan dalam 1x proses dapat dilihat pada **tabel 4.7** di bawah ini :



Tabel 4.7 Pengumpulan Data Waktu Proses Produksi Awal

Pengukuran ke-	Attribute									
	Blowing (Jam)	Carding (Menit)	Drawing		Roving (Jam)	Ring Spinning (Jam)	Winding (Jam)	UV room (Menit)	Conditional room (Jam)	Packing (Detik)
			Breaker (Menit)	Finisher (Menit)						
1	22	35,17	6,33	6,92	2	1,41	1,28	2,24	12	31
2	22	35,28	6,01	7,16	2	1,41	1,33	2,11	12	36
3	22	35,55	6,57	6,53	2	1,4	1,26	2,25	12	34
4	22	35,21	6,37	7,04	2	1,43	1,31	2,09	12	29
5	22	35,09	6,42	7,02	2	1,41	1,29	2,17	12	35
6	22	35,21	6,38	7,11	2	1,42	1,27	2,16	12	33
7	22	35,16	6,27	7,19	2	1,43	1,3	2,22	12	36
8	22	35,33	6,51	6,55	2	1,45	1,28	2,15	12	37
9	22	35,27	5,72	7,08	2	1,39	1,31	2,12	12	36
10	22	35,52	6,31	7,13	2	1,42	1,29	2,19	12	38
Jumlah ( $\sum x$ )	220	352,79	62,89	69,73	20	14,17	12,92	21,7	120	345
( $\sum x$ ) <sup>2</sup>	48400	124460,78	3955,15	4862,27	400	200,79	166,93	470,89	14400	119025
Rata-rata	22	35,28	6,29	6,97	2	1,42	1,29	1,42	12	34,50
Detik	79200	2116,74	377,34	418,38	7200	5101,20	4651,20	85,02	43200	34,50

Pengumpulan data di atas diambil dari per unit *output* di setiap prosesnya, dimana satuan *output* di setiap proses-proses tersebut berbeda-beda. Maka untuk pembuatan VSM digunakan dalam satuan per 1 *bale*. Berikut merupakan konversi data hasil

pengukuran area produksi pemintalan benang dalam 1 *bale* dapat dilihat pada **tabel 4.8** di bawah ini :

**Tabel 4.8** Pengumpulan Data Waktu Proses Produksi dalam 1 *Bale*

Pengukuran ke-	Attribute									
	Blowing (Menit)	Carding (Menit)	Drawing		Roving (Jam)	Ring Frame (Jam)	Winding (Jam)	UV room (Menit)	Conditional room (Jam)	Packing (Detik)
			Breaker (Menit)	Finisher (Menit)						
1	41,25	175,85	31,65	34,6	2	1,41	1,28	2,24	12	31
2	41,25	176,4	30,05	35,8	2	1,41	1,33	2,11	12	36
3	41,25	177,75	32,85	32,65	2	1,4	1,26	2,25	12	34
4	41,25	176,05	31,85	35,2	2	1,43	1,31	2,09	12	29
5	41,25	175,45	32,1	35,1	2	1,41	1,29	2,17	12	35
6	41,25	176,05	31,9	35,55	2	1,42	1,27	2,16	12	33
7	41,25	175,8	31,35	35,95	2	1,43	1,3	2,22	12	36
8	41,25	176,65	32,55	32,75	2	1,45	1,28	2,15	12	37
9	41,25	176,35	28,6	35,4	2	1,39	1,31	2,12	12	36
10	41,25	177,6	31,55	35,65	2	1,42	1,29	2,19	12	38
Jumlah ( $\sum x$ )	412,5	1763,95	314,45	348,65	20	14,17	12,92	21,7	120	345
$(\sum x)^2$	170156,3	3111519,60	98878,80	121556,82	400	200,79	166,93	470,89	14400	119025
Rata-rata	41,25	176,40	31,45	34,87	2	1,42	1,29	2,17	12	34,50
Detik	2475,00	10583,70	1886,70	2091,90	7200,00	5101,20	4651,20	130,20	43200,00	34,50

Keterangan :

- Proses *Blowing*  
 Dalam menjalankan 1x proses produksi kapasitas mesin *blowing* mampu mengolah 5,8 ton/5806,08 kg kapas, untuk mengolah kapas tersebut waktu yang dibutuhkan adalah 22 jam dengan *output* yang dihasilkan adalah sebesar 32 *bale* (1 *bale* = 181,44 kg). Sehingga dapat diketahui untuk memproduksi 1 *bale* waktu yang digunakan adalah
  - 1 *bale* =  $\frac{22 \times 60}{32} = 41,25$  menit
- Proses *Carding*  
 Dalam menjalankan 1x proses produksi *output* yang dihasilkan mesin *carding* adalah 0,2 *bale/can*, dengan membutuhkan waktu sebesar 35,22 menit. Maka untuk memproduksi 1 *bale sliver carding* dibutuhkan 5x proses dengan mengkonsumsi waktu sebesar 176,1 menit.
  - 1 *bale* =  $35,22 \times 5 = 176,1$  menit
- Proses *Drawing Breaker*  
 Dalam menjalankan 1x proses produksi *output* yang dihasilkan mesin *drawing breaker* adalah 0,22 *bale/2can* atau 0,11 *bale/can*, dengan membutuhkan waktu sebesar 6,17 menit. Maka untuk memproduksi 1 *bale sliver carding* dibutuhkan 5x proses dengan mengkonsumsi waktu sebesar 30,85 menit.
  - 1 *bale* =  $6,17 \times 5 = 30,85$  menit
- Proses *Drawing Finisher*  
 Dalam menjalankan 1x proses produksi *output* yang dihasilkan mesin *drawing breaker* adalah 0,22 *bale/2can* atau 0,11 *bale/can*, dengan membutuhkan waktu sebesar 6,83 menit. Maka untuk memproduksi 1 *bale sliver carding* dibutuhkan 5x proses dengan mengkonsumsi waktu sebesar 34,15 menit.
  - 1 *bale* =  $6,83 \times 5 = 34,15$  menit
- Proses *Roving*  
 Dalam menjalankan 1x proses produksi *output* yang dihasilkan mesin

*roving* adalah 1,01 *bale* (132 *bobbin roving*). Dimana 1 *bobbin roving* setara dengan 0,008 *bale*. Waktu yang dibutuhkan adalah 2 jam. Maka untuk memproduksi 1 *bale bobbin roving* hanya membutuhkan 1x proses.

- Proses *Ring Spinning Frame*

Dalam menjalankan 1x proses produksi *output* yang dihasilkan mesin *ring spinning frame* adalah 0,2 (496 *cop ring spinning frame*), dimana 1 *cop ring spinning frame* setara dengan 0,0004 *bale*. Waktu yang dibutuhkan adalah 1,42 jam. Maka untuk memproduksi 1 *bale cop ring spinning frame* (2480 *cop ring spinning frame*) dibutuhkan 5x proses dengan mengkonsumsi waktu sebesar 7,1 jam.

➤  $1 \text{ bale} = 1,42 \times 5 = 7,1 \text{ jam}$

- Proses *Winding*

Dalam menjalankan 1x proses produksi *output* yang dihasilkan mesin *winding* adalah 0,936 *bale* (72 *cones winding*). Dimana 1 *cones winding* setara dengan 0,013 *bale*. Waktu yang dibutuhkan adalah 1,29 jam. Maka untuk memproduksi 1 *bale cones winding* hanya membutuhkan 1x proses.

- Proses *UV room*

Dalam pengecekan kualitas benang dengan menggunakan sinar UV 1x proses yang dihasilkan adalah 0,936 *bale* (per troli 72 *cones*). Maka untuk waktu pengecekan 1 troli yang berisi 72 *cones* hanya membutuhkan 1x proses pengecekan.

- *Conditional room*

Dalam tahap ini hanya dilakukan penyimpanan *output* produksi benang yang disesuaikan per jenis NE benang selama 12 jam. Penyimpanan dilakukan dengan tujuan untuk menstabilkan kadar air dalam benang sehingga benang tidak kering dan tidak mudah putus.

- Proses *Packing*

Dalam menjalankan 1x proses *packing output* yang dihasilkan adalah 0,156 *bale* yang dikemas dalam 1 box berisi 12 *cones*. Waktu yang dibutuhkan adalah 37,6 detik. Maka untuk memproduksi 1 *bale* diperlukan 6x proses *packing* dengan mengkonsumsi waktu sebesar

➤ 1 bale = 37,6 x 6 = 225,6 detik = 3,76 menit

#### 4.1.10.2 Waktu Transportasi

Transportasi adalah bentuk dari kegiatan yang dilakukan guna untuk memindahkan suatu barang atau produk dari satu tempat ketempat yang lain dengan menggunakan alat transportasi baik itu manusia maupun alat angkut. Transportasi yang dilakukan pada proses produksi benang ini sebagai berikut :

- Transportasi dari Gudang bahan baku ke proses *blowing*, transportasi ini dilakukan oleh dua orang pekerja operator. Pekerjaan yang dilakukan untuk mengangkat *bale* material ke *blowing area* adalah menggunakan alat bantu berupa *forklift* dengan jenis beban 3 ton.
- Transportasi dari *blowing area* ke proses *carding*, pada transportasi ini tidak menggunakan tenaga manusia. Akan tetapi, material tersebut langsung tersalurkan melewati saluran pipa yang langsung terhubung ke mesin *carding*.
- Transportasi dari proses *carding* ke proses *drawing breaker*, pada transportasi ini dilakukan oleh satu pekerja operator yang membawa *can sliver* dari *carding* ke *drawing breaker area* dengan cara didorong.
- Transportasi dari *drawing breaker* ke proses *drawing finisher*, pada transportasi ini dilakukan oleh satu pekerja operator yang membawa *can sliver* dari *drawing breaker* ke proses *drawing finisher* dengan cara didorong.
- Transportasi dari proses *drawing finisher* ke proses *roving*, pada transportasi ini dilakukan oleh satu pekerja operator yang membawa *can sliver* dari *drawing finisher* ke proses *roving* dengan cara didorong.
- Transportasi dari proses *roving* ke proses *ring spinning frame*, pada transportasi ini dilakukan oleh dua pekerja operator dan menggunakan alat *material handling* berupa *grain* (kereta dorong), setelah *bobbin roving* dilepas dari mesin.
- Transportasi dari proses *Ring Frame* ke proses *Winding*, pada transportasi ini dilakukan oleh satu pekerja operator yang membawa *trolis* dari *Ring Frame* ke *Winding area* dengan cara didorong.

- Transportasi dari proses *Winding* ke *UV room*, pada transportasi ini dilakukan oleh satu pekerja operator *checker* yang membawa *trolis* dari *Winding* ke *UV room* dengan cara didorong.
- Transportasi dari *UV room* ke *Conditional room*, pada transportasi ini dilakukan oleh satu pekerja operator *checker* yang membawa *trolis* dari *UV room* ke *Conditional room* dengan cara didorong.
- Transportasi dari *Conditional room* ke *Packing*, pada transportasi ini dilakukan oleh satu pekerja operator *packing* yang membawa *trolis* dari *Conditional room* ke *Packing* dengan cara didorong.
- Transportasi dari *Packing* ke Gudang bahan jadi, pada transportasi ini dilakukan oleh satu pekerja operator *packing* yang membawa produk benang dari *Packing* ke Gudang bahan jadi dengan cara diangkut dengan *trolis*.

Berikut ini adalah data proses waktu siklus transportasi antar proses di atas yang dapat dilihat pada **table 4.9** di bawah ini :

**Tabel 4.9** Pengumpulan Data Waktu Transportasi

No	Proses	Pengamatan ke- (Detik)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	dari Gudang bahan baku ke proses <i>Blowing</i>	140	129	138	142	133	141	139	130	141	145
2	dari proses <i>Blowing</i> ke proses <i>Carding</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
3	dari proses <i>Carding</i> ke proses <i>Drawing Breaker</i>	18	19	21	27	20	23	16	25	19	22
4	dari proses <i>Drawing Breaker</i> ke proses <i>Drawing Finisher</i>	6	7	6	5	5	6	7	6	7	5
5	dari proses <i>Drawing Finisher</i> ke proses <i>Roving</i>	13	11	17	15	13	15	12	17	11	14
6	dari proses <i>Roving</i> ke proses <i>Ring Spinning Frame</i>	14	11	14	10	13	13	15	12	15	11
7	dari proses <i>Ring Spinning Frame</i> ke proses <i>Winding</i>	84	79	81	75	77	80	81	78	76	81

8	dari proses <i>Winding</i> ke <i>UV Room</i>	14	17	15	16	14	15	14	15	13	16
9	dari <i>UV Room</i> ke <i>Conditional Room</i>	7	10	7	9	9	8	6	8	7	10
10	dari proses <i>Conditional Room</i> ke proses <i>Packing</i>	10	12	9	12	11	14	13	12	11	10
11	dari proses <i>Packing</i> ke Gudang bahan jadi	13	15	11	11	12	17	11	13	15	14

Keterangan :

\* : Berdasarkan pengamatan yang dilakukan menunjukkan bahwa transportasi proses *blowing* ke proses *carding* sudah berjalan otomatis yaitu dengan proses transfer material dari mesin *blowing* dengan melewati pipa saluran yang sudah terhubung dengan mesin *carding*, sehingga material langsung otomatis masuk ke mesin *carding*, sehingga penulis mengalami keterbatasan dalam pengukuran data.

Setelah mendapatkan data waktu proses operasi dan waktu produksi, maka selanjutnya dilakukan uji kecukupan data pengukuran tersebut untuk divalidasi. Berikut merupakan penjelasan mengenai uji kecukupan data.

#### 4.1.11 Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data adalah suatu kegiatan yang dilakukan untuk mengetahui cukup atau tidaknya data yang telah diambil pada setiap proses melalui pengamatan dan pengukuran secara langsung di rantai produksi benang. Dalam uji kecukupan data penelitian ini digunakan tingkat ketelitian dan tingkat kepercayaan sebesar 5% dan 95%. Hal tersebut menunjukkan bahwa penyimpangan yang diperbolehkan dari rata-rata sebenarnya adalah sebesar 5% dan pengukuran yakin bahwa data yang diperoleh itu bernilai benar sebesar 95%. Uji kecukupan data yang dilakukan meliputi waktu proses dan transportasi.

##### 4.1.11.1 Uji Kecukupan Data Waktu Proses

Pada **tabel 4.10** di bawah ini merupakan contoh dari perhitungan uji kecukupan data proses *carding*.

**Tabel 4.10** Data Waktu Proses *Carding*

No	Xi (Menit)	Xi <sup>2</sup>
1	35,17	1236,93
2	35,28	1244,68
3	35,55	1263,80
4	35,21	1239,74
5	35,09	1231,31
6	35,21	1239,74
7	35,16	1236,23
8	35,33	1248,21
9	35,27	1243,97
10	35,52	1261,67
Jumlah	352,79	12446,28

Diketahui :

$$N = 10$$

$$K = 2 \text{ (tingkat kepercayaan adalah 95\%)}$$

$$S = 5\% = 0,05$$

$$\sum x = 352,79$$

$$(\sum x)^2 = 124460,78$$

$$\sum x^2 = 12446,28$$

Perhitungan :

$$N' = \left[ \frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2$$

$$N' = \left[ \frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{10 \times 12446,28 - 124460,78}}{352,79} \right]^2$$

$$N' = 0,026$$

Kesimpulan : karena  $N' < N$  maka data proses *carding* adalah cukup.

Keterangan :

Xi : Data pengamatan proses *carding* ke-i

N' : Jumlah pengamatan yang seharusnya dilakukan.

N : Jumlah pengamatan yang telah dilakukan.

Pada **tabel 4.11** berikut ini merupakan rekapitulasi hasil perhitungan uji kecukupan data untuk semua proses produksi benang.



**Tabel 4.11** Rekapitulasi Uji Kecukupan Data Waktu Proses

No	Proses	$\sum x$	$\sum x^2$	$(\sum x)^2$	N'	N	Keterangan
1	<i>Blowing</i>	110	1210	12100	0	10	*
2	<i>Carding</i>	352,16	12402,32	124016,67	0,021	10	Cukup
3	<i>Breaker</i>	61,70	388,68	3806,89	8,40	10	Cukup
4	<i>Finisher</i>	68,34	468,18	4670,36	0,98	10	Cukup
5	<i>Roving</i>	20	40	400	0	10	**
6	<i>Spinning</i>	14,18	20,11	201,07	0,04	10	Cukup
7	<i>Winding</i>	12,93	16,72	167,18	0,08	10	Cukup
8	<i>Packing</i>	376	14402	141376	7,48	10	Cukup

Keterangan :

\* : Berdasarkan pengamatan yang dilakukan menunjukkan bahwa proses *blowing* membutuhkan waktu 11 jam tiap 1 kali proses, maka hal ini tidak dilakukan uji kecukupan data dan uji keseragaman data mengingat proses tersebut membutuhkan waktu yang lama sehingga penulis mengalami keterbatasan dalam pengukuran data.

\*\* : Berdasarkan pengamatan yang dilakukan menunjukkan bahwa proses *roving* membutuhkan waktu 2 jam tiap 1 kali proses, hal ini merupakan kebijakan perusahaan sehingga tidak dilakukan uji kecukupan data dan uji keseragaman data.

#### 4.1.11.2 Uji Kecukupan Data Waktu Transportasi

Pada **tabel 4.12** di bawah ini merupakan contoh dari perhitungan uji kecukupan data waktu transportasi dari Gudang ke *Blowing*.

**Tabel 4.12** Data Waktu Transportasi dari Gudang ke *Blowing*

No	Xi (Detik)	Xi <sup>2</sup>
1	140	19600
2	129	16641
3	138	19044
4	142	20164
5	133	17689
6	141	19881
7	139	19321
8	130	16900
9	141	19881

No	Xi (Detik)	Xi <sup>2</sup>
10	145	21025
Jumlah	1378	190146

Diketahui :

$$N = 10$$

$$K = 2 \text{ (tingkat kepercayaan adalah 95\%)}$$

$$S = 5\% = 0,05$$

$$\sum x = 1378$$

$$(\sum x)^2 = 1.898.884$$

$$\sum x^2 = 190.146$$

Perhitungan :

$$N' = \left[ \frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2$$

$$N' = \left[ \frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{10 \times 190.146 - 1.898.884}}{1378} \right]^2$$

$$N' = 0,54$$

Kesimpulan : karena  $N' < N$  maka data waktu transportasi dari Gudang ke *blowing* adalah cukup.

Keterangan :

Xi : Data pengamatan waktu transportasi dari Gudang ke *blowing* ke-i

N' : Jumlah pengamatan yang seharusnya dilakukan.

N : Jumlah pengamatan yang telah dilakukan.

Pada **tabel 4.13** berikut ini merupakan rekapitulasi hasil perhitungan uji kecukupan data untuk semua waktu transportasi produksi benang.

**Tabel 4.13** Rekapitulasi Uji Kecukupan Data Waktu Transportasi

No	Proses	$\sum x$	$\sum x^2$	$(\sum x)^2$	N'	N	Keterangan
1	dari Gudang bahan baku ke proses <i>Blowing</i>	1378	190146	1898884	0,54	10	Cukup
2	dari proses <i>Blowing</i> ke proses <i>Carding</i>	*	*	*	*	10	*
3	dari proses <i>Carding</i> ke proses <i>Drawing Breaker</i>	210	4510	44100	9,07	10	Cukup

No	Proses	$\sum x$	$\sum x^2$	$(\sum x^2)^2$	N'	N	Keterangan
4	dari proses <i>Drawing Breaker</i> ke proses <i>Drawing Finisher</i>	60	366	3600	6,67	10	Cukup
5	dari proses <i>Drawing Finisher</i> ke proses <i>Roving</i>	138	1948	19044	9,16	10	Cukup
6	dari proses <i>Roving</i> ke proses <i>Ring Spinning Frame</i>	128	1666	16384	6,74	10	Cukup
7	dari proses <i>Ring Spinning Frame</i> ke proses <i>Winding</i>	792	62794	627264	0,43	10	Cukup
8	dari proses <i>Winding</i> ke <i>UV Room</i>	149	2233	22201	1,52	10	Cukup
9	dari <i>UV Room</i> ke <i>Conditional Room</i>	81	673	6561	3,21	10	Cukup
10	dari proses <i>Conditional Room</i> ke proses <i>Packing</i>	114	1320	12996	6,28	10	Cukup
11	dari proses <i>Packing</i> ke Gudang bahan jadi	132	1780	17424	8,63	10	Cukup

Keterangan :

\* : Berdasarkan pengamatan yang dilakukan menunjukkan bahwa transportasi proses *blowing* ke proses *carding* sudah berjalan otomatis yaitu dengan proses transfer material dari mesin *blowing* dengan melewati pipa saluran yang sudah terhubung dengan mesin *carding*, sehingga material langsung otomatis masuk ke mesin *carding*, sehingga penulis mengalami keterbatasan dalam pengukuran data.

#### 4.1.12 Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data dipakai guna untuk memastikan data yang kita ambil melalui pengamatan secara langsung untuk setiap proses masih berada dalam batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB), sehingga tidak ada data yang berada di luar batas kontrol atas dan batas kontrol bawah.

##### 4.1.12.1 Uji Keseragaman Data Waktu Proses

Pada **tabel 4.14** di bawah ini merupakan contoh dari perhitungan uji keseragaman data proses *carding*.

Tabel 4.14 Data Waktu Proses *Carding*

No	$X_i$	$X_i^2$	$X_i - \bar{x}$	$(X_i - \bar{x})^2$
1	35,17	1236,929	-0,109	0,012
2	35,28	1244,678	0,001	0,000
3	35,55	1263,803	0,271	0,073
4	35,21	1239,744	-0,069	0,005
5	35,09	1231,308	-0,189	0,036
6	35,21	1239,744	-0,069	0,005
7	35,16	1236,226	-0,119	0,014
8	35,33	1248,209	0,051	0,003
9	35,27	1243,973	-0,009	0,000
10	35,52	1261,670	0,241	0,058
Jumlah	352,79	12446,284	0,000	0,205

Diketahui :

$N = 10$

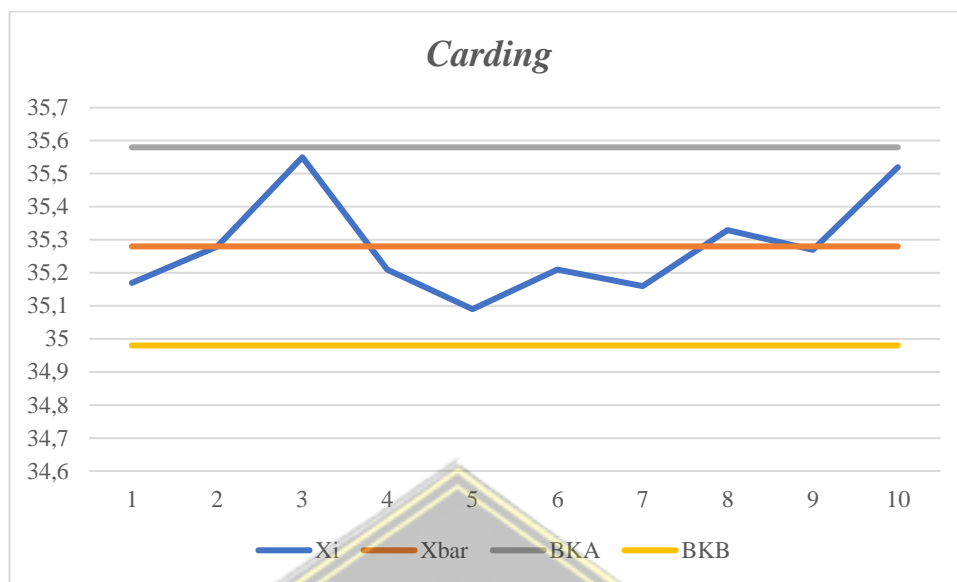
$$\begin{aligned} \bar{x} &= \frac{\sum X_i}{N} \\ &= \frac{352,79}{10} \\ &= 35,28 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar deviasi } (\sigma) &= \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{x})^2}{N-1}} \\ &= \sqrt{\frac{0,205}{10-1}} \\ &= \sqrt{0,023} = 0,15 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Batas Kendali Atas (BKA)} &= \bar{x} + k \cdot \sigma \\ &= 35,28 + (2 \times 0,15) \\ &= 35,28 + 0,30 \\ &= 35,58 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Batas Kendali Bawah (BKB)} &= \bar{x} - k \cdot \sigma \\ &= 35,28 - (2 \times 0,15) \\ &= 35,28 - 0,30 \\ &= 34,98 \end{aligned}$$

Berikut ini **gambar 4.15** merupakan grafik uji keseragaman data proses *carding*.



**Gambar 4.15** Grafik Uji Keseragaman Data Proses *Carding*

Pada **gambar 4.15** grafik di atas menunjukkan bahwa data dianggap seragam dikarenakan data berada dalam batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB). Pada **tabel 4.15** di bawah ini merupakan rekapitulasi uji keseragaman data untuk semua proses pada produksi benang.

**Tabel 4.15** Rekapitulasi Uji Keseragaman Data Waktu Proses

No	Proses	Rata-rata	Standar deviasi	BKA	BKB	Min	Maks	Keterangan
1	<i>Blowing</i>	*	*	*	*	*	*	*
2	<i>Carding</i>	35,28	0,15	35,58	34,98	35,09	35,55	Seragam
3	<i>Breaker</i>	6,29	0,25	6,87	5,67	5,72	6,57	Seragam
4	<i>Finisher</i>	6,97	0,24	7,45	6,49	6,53	7,19	Seragam
5	<i>Roving</i>	*	*	*	*	*	*	*
6	<i>Spinning</i>	1,42	0,02	1,45	1,38	1,39	1,45	Seragam
7	<i>Winding</i>	1,29	0,02	1,33	1,25	1,26	1,33	Seragam
8	<i>UV room</i>	2,17	0,05	2,28	2,06	2,09	2,25	Seragam
9	<i>Conditional room</i>	*	*	*	*	*	*	*
10	<i>Packing</i>	34,50	2,80	40,10	28,90	29	38	Seragam

#### 4.1.12.2 Uji Keseragaman Data Waktu Transportasi

Pada **tabel 4.16** di bawah ini merupakan contoh dari perhitungan uji keseragaman data transportasi dari Gudang ke proses *Blowing*.

**Tabel 4.16** Data Waktu Transportasi dari Gudang Bahan Baku ke Proses *Blowing*

No	Xi	Xi <sup>2</sup>	Xi - x bar	(Xi - x bar) <sup>2</sup>
1	140	19600	2,20	4,84
2	129	16641	-8,80	77,44
3	138	19044	0,20	0,04
4	142	20164	4,20	17,64
5	133	17689	-4,80	23,04
6	141	19881	3,20	10,24
7	139	19321	1,20	1,44
8	130	16900	-7,80	60,84
9	141	19881	3,20	10,24
10	145	21025	7,20	51,84
Jumlah	1378	190146	0,00	257,60

Diketahui :

$$N = 10$$

$$\begin{aligned} \diamond \quad \frac{x \text{ bar}}{W_s} &= \frac{\sum X_i}{N} \\ &= \frac{1378}{10} \\ &= 137,8 \end{aligned}$$

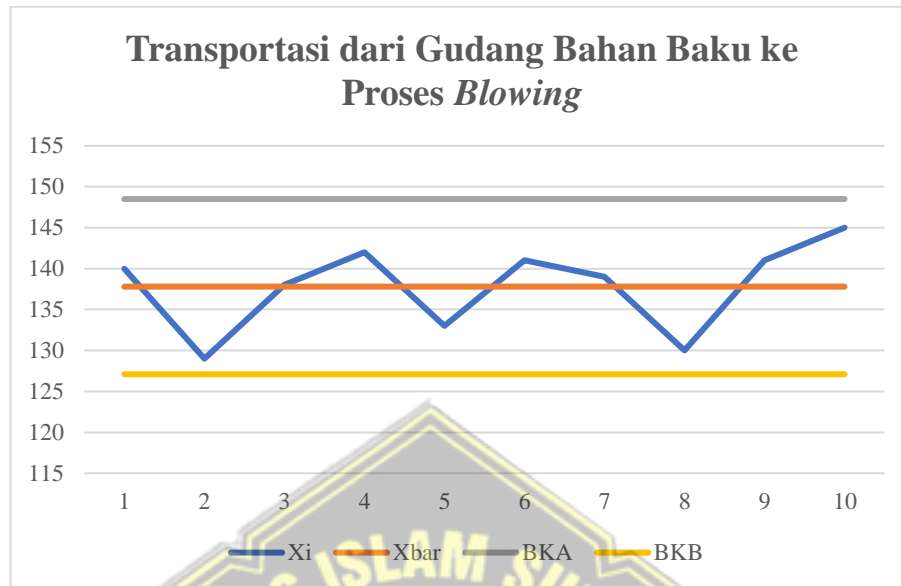
$$\begin{aligned} \diamond \quad \text{Standar deviasi } (\sigma) &= \sqrt{\frac{\sum (X_i - x \text{ bar})^2}{N-1}} \\ &= \sqrt{\frac{257,60}{10-1}} \\ &= \sqrt{28,62} = 5,35 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \diamond \quad \text{Batas Kendali Atas (BKA)} &= x \text{ bar} + k \cdot \sigma \\ &= 137,80 + (2 \times 5,35) \\ &= 137,80 + 10,70 \\ &= 148,50 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \diamond \quad \text{Batas Kendali Bawah (BKB)} &= x \text{ bar} - k \cdot \sigma \\ &= 137,80 - (2 \times 5,35) \\ &= 137,80 - 10,70 \\ &= 127,10 \end{aligned}$$

Berikut ini merupakan grafik uji keseragaman data transportasi dari Gudang bahan

baku ke proses *Blowing*.



**Gambar 4.16** Grafik Uji Keseragaman Data Transportasi Gudang Bahan Baku ke Proses *Blowing*

Pada **gambar 4.16** grafik di atas menunjukkan bahwa data dianggap seragam dikarenakan data berada dalam batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB). Pada **tabel 4.17** ini merupakan rekapitulasi uji keseragaman data untuk semua proses pada produksi benang.

**Tabel 4.17** Rekapitulasi Uji Keseragaman Data Waktu Transportasi

No	Proses	Rata-rata	Standar deviasi	BKA	BKB	Min	Maks	Keterangan
1	dari Gudang bahan baku ke proses <i>Blowing</i>	137,80	5,35	148,50	127,10	129	145	Seragam
2	dari proses <i>Blowing</i> ke proses <i>Carding</i>	*	*	*	*	*	*	*
3	dari proses <i>Carding</i> ke proses <i>Drawing Breaker</i>	21,00	3,33	27,67	14,33	16	27	Seragam
4	dari proses <i>Drawing Breaker</i> ke proses <i>Drawing Finisher</i>	6,00	0,82	7,63	4,37	5	7	Seragam
5	dari proses <i>Finisher</i> ke proses <i>Roving</i>	13,80	2,20	18,20	9,40	11	17	Seragam

No	Proses	Rata-rata	Standar deviasi	BKA	BKB	Min	Maks	Keterangan
6	dari proses <i>Roving</i> ke proses <i>Ring Frame</i>	12,80	1,75	16,30	9,30	10	15	Seragam
7	dari proses <i>Ring Frame</i> ke proses <i>Winding</i>	79,20	2,74	84,68	73,72	75	84	Seragam
8	dari proses <i>Winding</i> ke proses <i>UV room</i>	14,90	1,20	17,29	12,51	13	17	Seragam
9	dari proses <i>UV room</i> ke <i>Conditional room</i>	8,10	1,37	10,84	5,36	6	10	Seragam
10	dari proses <i>Conditional room</i> ke proses <i>Packing</i>	11,40	1,51	14,41	8,39	9	14	Seragam
11	dari proses <i>Packing</i> ke Gudang bahan jadi	13,20	2,04	17,29	9,11	11	17	Seragam

#### 4.1.13 Perhitungan Waktu Rata-Rata (Ws)

Berdasarkan hasil dari uji kecukupan data dan uji keseragaman data yang sudah dilakukan. Dapat disimpulkan bahwa data dari waktu proses dan waktu transportasi di atas dinyatakan cukup dan seragam, maka data tersebut dapat dilakukan untuk pengolahan data di tahapan selanjutnya. Perhitungan waktu siklus tiap proses merupakan perhitungan waktu rata-rata tiap proses. Di bawah ini merupakan perhitungan waktu siklus tiap proses.

##### 4.1.13.1 Waktu Siklus Proses Operasi

Berikut ini adalah contoh perhitungan waktu rata-rata (Ws) pada proses *Carding*. Waktu siklus yang terdapat pada **tabel 4.18** adalah konversi data hasil pengukuran area produksi pemintalan benang dalam ukuran 1 *bale*.

$$\begin{aligned}
 W_s &= \frac{175,85+176,4+177,75+176,05+175,45+176,05+175,8+176,65+176,35+177,6}{10} \\
 &= \frac{1763,95}{10} \\
 &= 176,40
 \end{aligned}$$



Tabel 4.18 Rata-rata Waktu Proses

Pengukuran ke-	Attribute									
	Blowing (Menit)	Carding (Menit)	Drawing		Roving (Jam)	Ring Frame (Jam)	Winding (Jam)	UV room (Menit)	Conditional room (Jam)	Packing (Detik)
			Breaker (Menit)	Finisher (Menit)						
1	41,25	175,85	31,65	34,6	2	1,41	1,28	2,24	12	31
2	41,25	176,4	30,05	35,8	2	1,41	1,33	2,11	12	36
3	41,25	177,75	32,85	32,65	2	1,4	1,26	2,25	12	34
4	41,25	176,05	31,85	35,2	2	1,43	1,31	2,09	12	29
5	41,25	175,45	32,1	35,1	2	1,41	1,29	2,17	12	35
6	41,25	176,05	31,9	35,55	2	1,42	1,27	2,16	12	33
7	41,25	175,8	31,35	35,95	2	1,43	1,3	2,22	12	36
8	41,25	176,65	32,55	32,75	2	1,45	1,28	2,15	12	37
9	41,25	176,35	28,6	35,4	2	1,39	1,31	2,12	12	36
10	41,25	177,6	31,55	35,65	2	1,42	1,29	2,19	12	38
Jumlah ( $\sum x$ )	412,5	1763,95	314,45	348,65	20	14,17	12,92	21,7	120	345
$(\sum x)^2$	170156,3	3111519,60	98878,80	121556,82	400	200,79	166,93	470,89	14400	119025
Rata-rata	41,25	176,40	31,45	34,87	2	1,42	1,29	2,17	12	34,50
Detik	2475,00	10583,70	1886,70	2091,90	7200,00	5101,20	4651,20	130,20	43200,00	34,50

#### 4.1.13.2 Waktu Siklus Transportasi

Berikut ini adalah contoh perhitungan waktu rata-rata ( $W_s$ ) pada transportasi dari Gudang ke Proses *Blowing*.

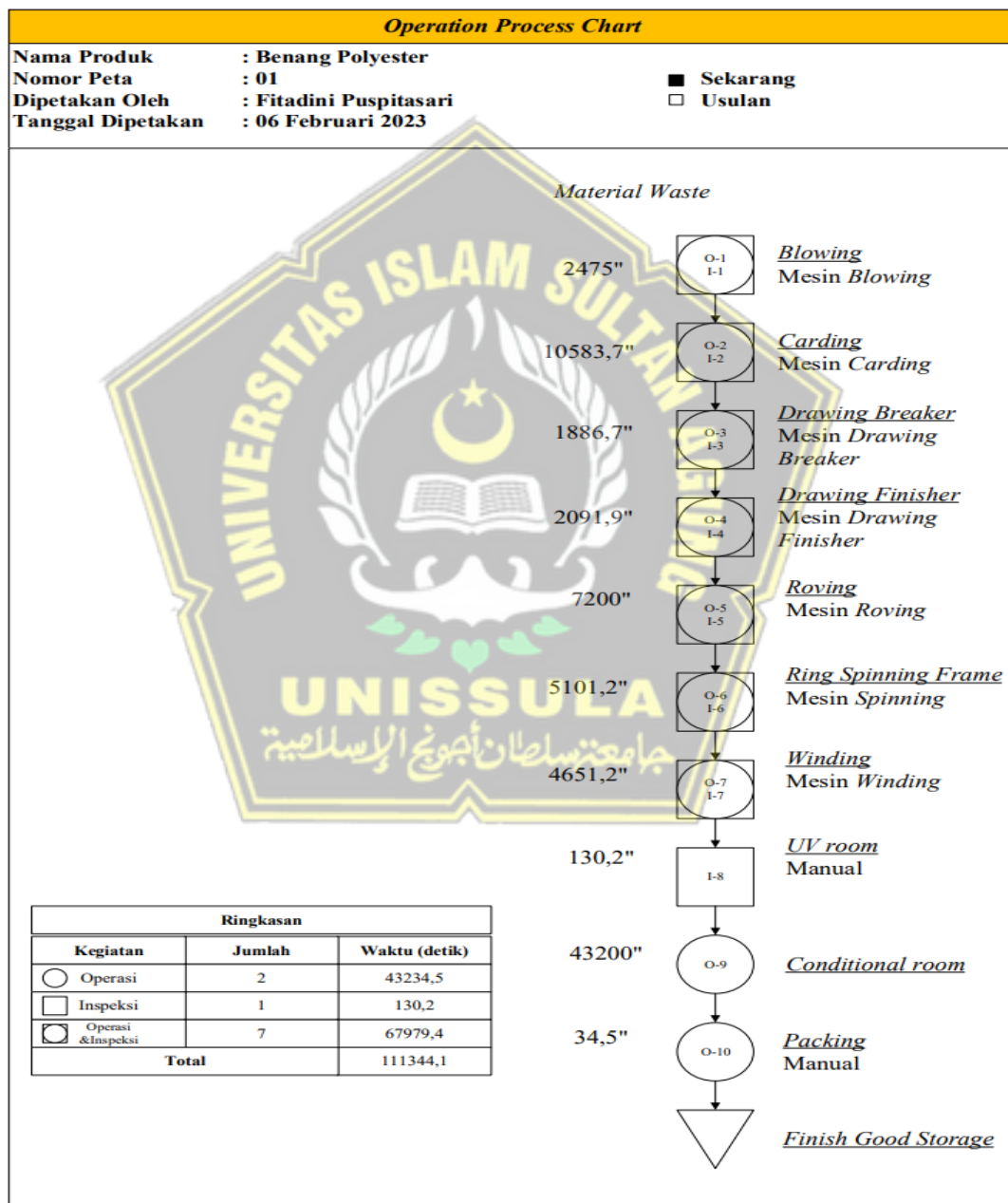
$$\begin{aligned} W_s &= \frac{140+129+138+142+133+141+139+130+141+145}{10} \\ &= \frac{1378}{10} \\ &= 137,8 \end{aligned}$$

Tabel 4.19 Rata-rata Waktu Transportasi

No	Proses	Pengamatan ke- (Detik)										Rata-rata
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	dari Gudang bahan baku ke proses <i>Blowing</i>	140	129	138	142	133	141	139	130	141	145	137,8
2	dari proses <i>Blowing</i> ke proses <i>Carding</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
3	dari proses <i>Carding</i> ke proses <i>Drawing Breaker</i>	18	19	21	27	20	23	16	25	19	22	21
4	dari proses <i>Drawing Breaker</i> ke proses <i>Drawing Finisher</i>	6	7	6	5	5	6	7	6	7	5	6
5	dari proses <i>Drawing Finisher</i> ke proses <i>Roving</i>	13	11	17	15	13	15	12	17	11	14	13,8
6	dari proses <i>Roving</i> ke proses <i>Ring Spinning Frame</i>	14	11	14	10	13	13	15	12	15	11	12,8
7	dari proses <i>Ring Spinning Frame</i> ke proses <i>Winding</i>	84	79	81	75	77	80	81	78	76	81	79,2
8	dari proses <i>Winding</i> ke <i>UV Room</i>	14	17	15	16	14	15	14	15	13	16	14,9
9	dari <i>UV Room</i> ke <i>Conditional Room</i>	7	10	7	9	9	8	6	8	7	10	8,1
10	dari proses <i>Conditional Room</i> ke proses <i>Packing</i>	10	12	9	12	11	14	13	12	11	10	11,4
11	dari proses <i>Packing</i> ke Gudang bahan jadi	13	15	11	11	12	17	11	13	15	14	13,2

**4.1.14 Operations Process Chart (OPC)**

Operations Process Chart merupakan peta yang dapat menggambarkan aktivitas suatu proses dalam membuat produk mulai dari bahan baku sampai produk jadi ataupun hanya sebagian komponen saja. Dari hasil perhitungan waktu siklus (Ws) yang telah dilakukan di atas, maka dapat dibuat peta proses operasi pembuatan benang seperti pada gambar 4.17 di bawah ini :



**Gambar 4.17** Operations Process Chart Pembuatan Benang

Berdasarkan *Operations Process Chart* pada proses pembuatan benang di atas diketahui bahwa pada proses *Blowing* termasuk proses operasi dan *inspeksi* dengan waktu yaitu 2475 detik, proses *Carding* termasuk proses operasi dan *inspeksi* dengan waktu yaitu 10583,7 detik, proses *Drawing Breaker* termasuk proses operasi dan *inspeksi* dengan waktu yaitu 1886,7 detik, proses *Drawing Finisher* termasuk proses operasi dan *inspeksi* dengan waktu yaitu 2091,9 detik, proses *Roving* termasuk proses operasi dan *inspeksi* dengan waktu yaitu 7200 detik, proses *Ring Spinning Frame* termasuk proses operasi dan *inspeksi* dengan waktu 5101,2 detik, proses *Winding* termasuk proses operasi dan *inspeksi* dengan waktu yaitu 4651,2 detik, proses *UV room* termasuk proses operasi dan *inspeksi* dengan waktu yaitu 130,2 detik, proses *Conditional room* termasuk proses operasi dengan waktu yaitu 43200 detik proses *Packing* termasuk proses operasi dengan waktu yaitu 34,5 detik dan yang terakhir setelah produk benang jadi maka akan masuk ke *finish good storage* untuk disimpan sebelum sampai ke tangan konsumen.

#### **4.1.15 Membuat *Flow Process Chart* (FPC)**

FPC (*Flow Process Chart*) adalah tahapan proses dari bahan mentah menjadi produk jadi yang bisa memudahkan untuk mengerti bagaimana proses produksi yang terjadi didalam suatu pabrik. Simbol yang biasa terdapat didalam FPC adalah Bulat artinya operasi/proses, tanda panah artinya pengangkutan, persegi artinya pemeriksaan, D artinya keterlambatan, dan segitiga kebawah artinya penyimpanan. FPC proses produksi benang berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan maka dapat dilihat pada **Gambar 4.18**.

Flow Process Chart							No Peta : 01	
Kegiatan	Sekarang		Usulan		Beda		Pekerjaan : Pemintalan Benang Polyester	
	Jumlah (Unit)	Waktu (Detik)	Jumlah (Unit)	Waktu (Detik)	Jumlah (Unit)	Waktu (Detik)	Orang <input type="checkbox"/>	Barang <input checked="" type="checkbox"/>
Operasi	20	80842					Sekarang <input checked="" type="checkbox"/>	Usulan <input type="checkbox"/>
Inspeksi	8	1246						
Transportasi	14	584						
Delay	4	76856						
Storage	1	30						
Total		159558						

NO	Kegiatan	Lambang					Jarak (meter)	Waktu (detik)	Jumlah
		○	□	⇒	◻	▽			
1	Memindahkan material kapas dari gudang ke <i>blowing area</i>			●			241,27	138	
2	Persiapan material dikeluarkan dari <i>bale</i>	●						150	
3	Penataan <i>bale material</i> di lantai <i>blowing area</i> per set	●						1268	
4	Kebersihan + Pengecekan material	●						780	
5	Proses <i>Blowing</i>	●						2475	
6	<i>Output</i> menunggu diproses <i>blowing</i>							50454	
7	Transfer <i>ouput blowing</i> ke <i>carding</i>			●			13,64	Otomatis	
8	Mengambil dan memasang <i>can</i>	●						20	
9	<i>Carding + doffing</i>	●						10584	
10	Pengecekan <i>Carding</i>	●						90	
11	Transfer <i>ouput carding</i> ke <i>drawing breaker</i>			●			15,34	21	
12	Memasang <i>sliver can</i> ke dalam proses <i>drawing breaker</i>	●						200	
13	<i>Drawing breaker + doffing</i>	●						1887	
14	Pengecekan <i>drawing breaker</i>	●						60	
15	<i>Output</i> menunggu diproses <i>drawing breaker</i>							6761	
16	Transfer <i>output drawing breaker</i> ke <i>drawing finisher</i>			●			9,98	6	
17	Memasang <i>sliver can</i> kedalam proses <i>drawing finisher</i>	●						215	
18	<i>Drawing finisher + doffing</i>	●						2092	
19	Pengecekan <i>drawing finisher</i>	●						60	
20	<i>Output drawing finisher</i> menunggu diproses							8197	
21	Transfer <i>output drawing finisher</i> ke <i>roving</i>			●			15,43	14	
22	Memasang <i>sliver can</i> ke dalam proses <i>roving</i>	●						600	
23	Memasang <i>bobbin roving</i>	●						420	
24	<i>Roving + doffing</i>	●						7200	
25	Pengecekan <i>roving</i>	●						60	
26	Transfer <i>roving</i> ke rak <i>roving</i>	●						25	
27	<i>Output roving</i> menunggu diproses							11444	
28	Transfer <i>roving</i> ke <i>spinning</i>			●			42,67	13	
29	Memasang cop benang ke <i>spinning + doffing</i>	●						Otomatis	
30	<i>Ring spinning frame</i>	●						5101	
31	Pengecekan RSF	●						90	
32	Transfer cop benang ke <i>winding</i>			●			107,1	79	
33	Memasang cop benang di <i>magazine</i> proses <i>winding</i>	●						605	
34	<i>Winding</i>	●						4651	
35	Pengecekan <i>winding</i>	●						90	
36	Mengambil <i>cones</i>	●						120	
37	Transfer <i>cones</i> ke <i>UV room</i>			●			20,89	15	
38	<i>UV room</i>			●				130	
39	Transfer <i>cones</i> ke <i>conditional room</i>			●			10,79	22	
40	Menempatkan <i>cones</i> ke <i>conditional room</i>			●				60	
41	<i>Conditional room</i>	●						43200	
42	Transfer ke <i>packing</i>			●			26,16	16	
43	Menulis spesifikasi benang secara manual per sak karung	●						20	
44	<i>Packing</i>	●						35	
45	Menempatkan sak karung ke pallet			●				35	
46	Transfer ke gudang bahan jadi			●			51,58	141	
47	Gudang bahan jadi			●				30	
<b>TOTAL</b>							<b>554,85</b>	<b>159672</b>	

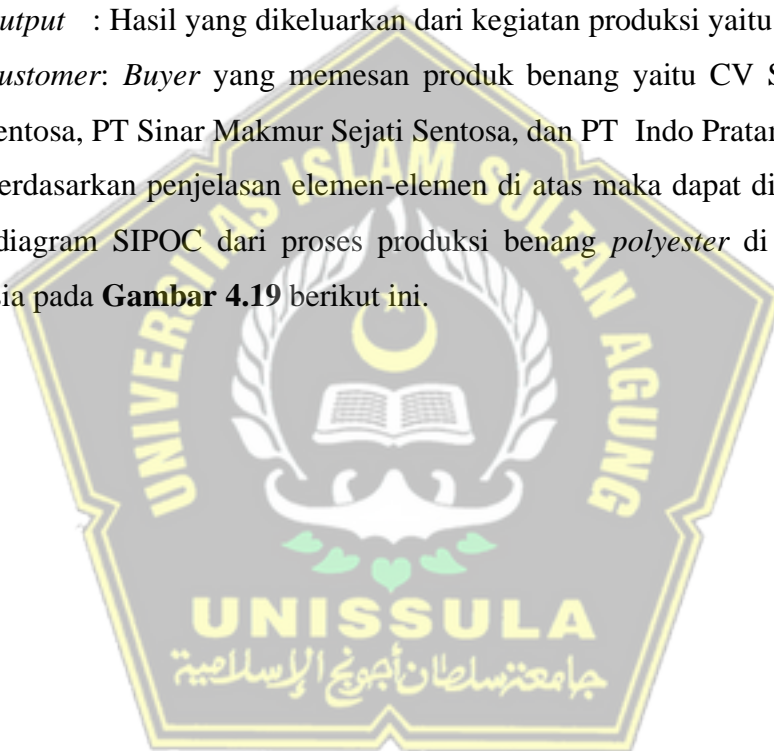
Gambar 4.18 Flow Process Chart Pembuatan Benang

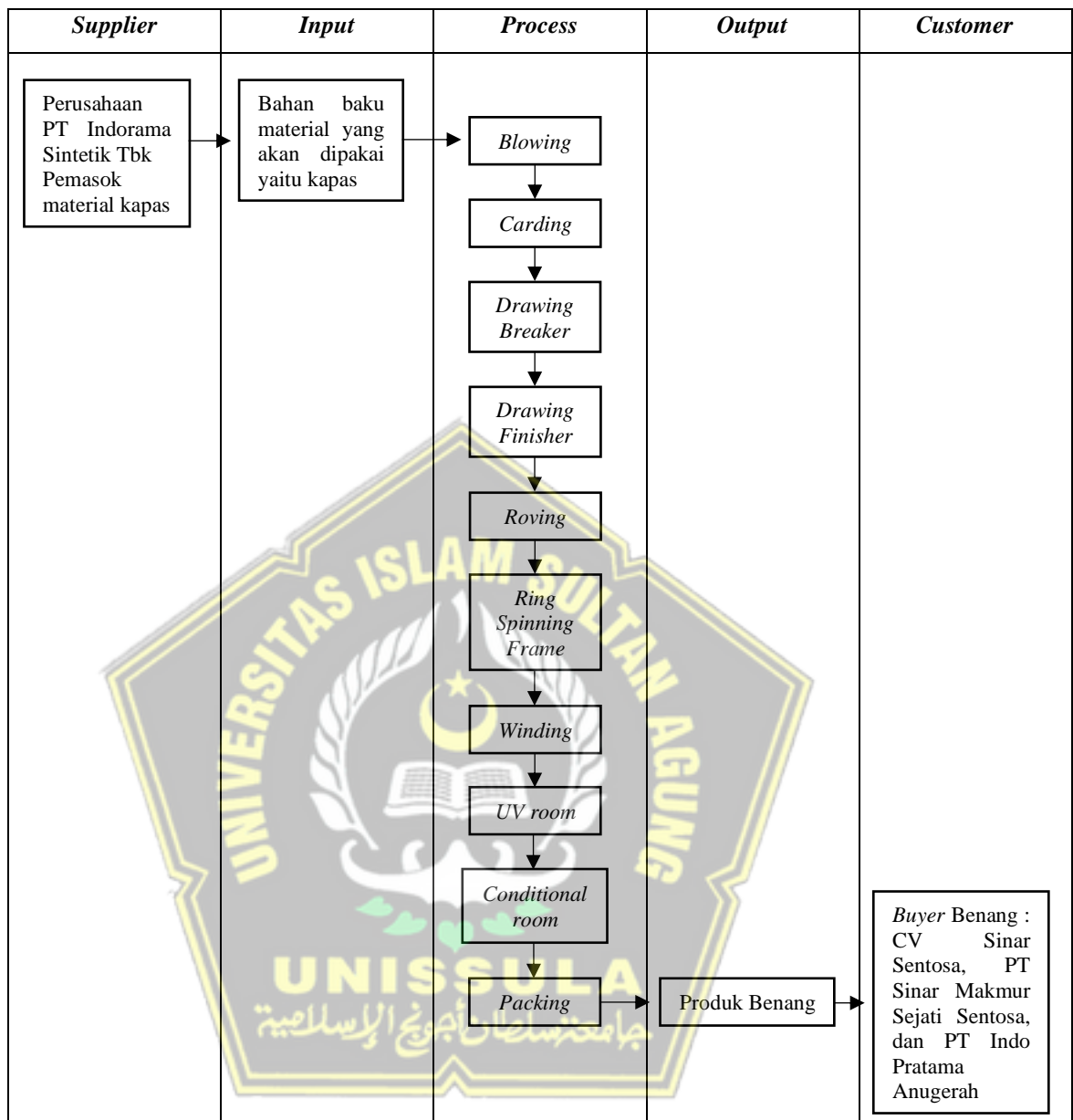
#### 4.1.16 Membuat Diagram SIPOC

Diagram SIPOC adalah sebuah alat yang digunakan untuk melakukan identifikasi semua elemen yang ada mulai dari *supplier* sampai *customer*. Berikut ini merupakan elemen-elemen yang digunakan dalam diagram SIPOC antara lain :

1. *Supplier* : Perusahaan PT Indorama Sintetik Tbk.
2. *Input* : Bahan yang digunakan dalam proses pembuatan benang.
3. *Process* : Proses yang dilakukan dalam membuat benang mulai dari proses *Blowing* sampai dengan *proses packing*.
4. *Output* : Hasil yang dikeluarkan dari kegiatan produksi yaitu benang.
5. *Customer*: *Buyer* yang memesan produk benang yaitu CV Sinar Makmur Sentosa, PT Sinar Makmur Sejati Sentosa, dan PT Indo Pratama Anugerah.

Berdasarkan penjelasan elemen-elemen di atas maka dapat digambarkan ke dalam diagram SIPOC dari proses produksi benang *polyester* di PT Kamaltex Indonesia pada **Gambar 4.19** berikut ini.





Gambar 4.19 Diagram SIPOC Proses Pembuatan Benang

#### 4.1.17 Value Stream Mapping (VSM)

Pada tahap ini akan dilakukan identifikasi terhadap *value added activity*, *non value added activity* dan *necessary but non-value added activity* sehingga dapat mempermudah proses pencarian masalah dalam suatu rangkain proses pada industri manufaktur.

##### 4.1.17.1 Data Pembuatan *Current State Mapping*

*Current State Value Stream Mapping* menggambarkan aliran material maupun aliran informasi saat ini yaitu kegiatan produksi dan alur proses bisnis.

*Current State Value Stream Mapping* ini merupakan sebuah Langkah awal yang sangat diperlukan dalam mengidentifikasi *waste* pada aktivitas pemintalan benang.

Untuk pembuatan *current state mapping* dibutuhkan beberapa data, data-data yang dibutuhkan tersebut diperoleh melalui observasi, wawancara serta melalui perhitungan. Data-data yang digunakan adalah sebagai berikut :

➤ **Pengumpulan Data Primer CSVSM**

a. ***Target Production***

- Rata-rata target : 4.680,93 *bale*/bulan = 154,10 *bale*/hari
- Jumlah hari kerja : 30 hari (rata-rata per bulan)

b. ***Premiere Process Attribute “Pemintalan Benang”***

• **Menghitung *Uptime***

*Uptime* dapat menyatakan kapasitas mesin yang digunakan dalam mengerjakan suatu proses tertentu. Berikut ini merupakan rumus perhitungan dari *uptime* :

$$Uptime (\%) = \frac{\text{Actual production time of machine-value added time}}{\text{availability time}} \times 100\%$$

Keterangan :

- ❖ *Actual production time of machine* merupakan waktu aktual mesin saat melakukan produksi selama satu *shift* kerja. Total waktu kerja di PT Kamaltex Indonesia yaitu 6 hari kerja dengan rincian sebagai berikut :

- a. Pertama untuk hari Senin – Jumat dimulai pukul 08.00 hingga 16.00. waktu aktual mesin saat melakukan produksi selama satu bulan (20 hari) untuk hari Senin – Jumat dengan waktu kerja *pershift* selama 7 jam. Dengan waktu istirahat 1 jam yang digunakan pekerja untuk istirahat yaitu pukul 12.00 – 13.00. Berikut ini merupakan perhitungan *actual production time of machine* untuk hari Senin – Jumat :

$$\begin{aligned} \text{Actual (Senin – Jumat)} &= (20 \text{ hari} \times 7 \text{ jam} \times 60 \text{ menit} \times 60 \text{ detik}) \\ &= 504.000 \text{ detik.} \end{aligned}$$

- b. Kedua untuk hari Sabtu dimulai pukul 08.00 hingga 13.00 tanpa



adanya istirahat. Waktu aktual mesin saat melakukan produksi selama satu bulan (4 hari) untuk hari Sabtu dengan waktu kerja *pershift* selama 5 jam. Berikut ini merupakan perhitungan *actual production time of machine* :

$$\begin{aligned} \text{Actual (Sabtu)} &= (4 \text{ hari} \times 5 \text{ jam} \times 60 \text{ menit} \times 60 \text{ detik}) \\ &= 72.000 \text{ detik.} \end{aligned}$$

Setelah itu maka bisa dijumlahkan hasil perhitungan *Actual* (Senin – Jumat) dan *Actual* (Sabtu), agar bisa didapatkan total *Actual Time* selama 6 hari kerja dalam satu bulannya.

$$\begin{aligned} \text{Total Actual Time} &= \text{Actual (Senin – Jumat)} + \text{Actual (Sabtu)} \\ &= 504.000 \text{ detik} + 72.000 \text{ detik} \\ &= 576.000 \text{ detik} \end{aligned}$$

- ❖ *Value added time* adalah waktu siklus masing-masing proses.
- ❖ *Availability time* merupakan waktu aktual yang tersedia selama satu hari kerja. Total waktu kerja di PT Kamaltex Indonesia yaitu 6 hari kerja dengan rincian sebagai berikut :

- a. Pertama untuk hari Senin – Jumat dimulai pukul 08.00 hingga 16.00. Selama satu bulan (20 hari) untuk hari Senin – Jumat dengan satu *shift* kerja 8 jam. Berikut ini merupakan perhitungan *Availability time* untuk hari Senin – Jumat :

$$\begin{aligned} \text{Availability (Senin–Jumat)} &= (20 \text{ hari} \times 8 \text{ jam} \times 60 \text{ menit} \times 60 \text{ detik}) \\ &= 576.000 \text{ detik.} \end{aligned}$$

- b. Kedua untuk hari Sabtu dimulai pukul 08.00 hingga 13.00 tanpa adanya istirahat. Selama satu bulan (4 hari) untuk hari Sabtu dengan satu *shift* kerja 5 jam. Berikut ini merupakan perhitungan *Availability time* untuk hari Sabtu :

$$\begin{aligned} \text{Availability (Sabtu)} &= (4 \text{ hari} \times 5 \text{ jam} \times 60 \text{ menit} \times 60 \text{ detik}) \\ &= 72.000 \text{ detik.} \end{aligned}$$

Setelah itu maka bisa dijumlahkan hasil perhitungan *Availability time* (Senin – Jumat) dan *Availability time* (Sabtu), agar bisa didapatkan total *Availability time* selama 6 hari kerja dalam satu bulannya.

$$\begin{aligned}
 \text{Total Availability Time} &= \text{Availability (Senin – Jumat)} + \text{Availability (Sabtu)} \\
 &= 576.000 \text{ detik} + 72.000 \text{ detik} \\
 &= 648.000 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Berikut ini adalah contoh dari perhitungan *uptime* untuk proses *Blowing* :

$$\begin{aligned}
 \bullet \quad \text{Uptime (\%)} &= \frac{\text{Actual production time of machine-value added time}}{\text{avaibility time}} \times 100\% \\
 &= \frac{576.000-2475}{648.000} \times 100\% \\
 &= 88,51\%
 \end{aligned}$$

Pada **Tabel 4.20** Di bawah ini adalah rekapitulasi dari perhitungan *uptime* untuk semua proses pada produksi benang :

**Tabel 4.20** Hasil Rekapitulasi Data *Uptime*

No	Proses	VA Time	Actual Time	Availability Time	Uptime (%)
1	<i>Blowing</i>	2475	576000	648000	88,51
2	<i>Carding</i>	10583,7	576000	648000	87,26
3	<i>Breaker</i>	1886,7	576000	648000	88,60
4	<i>Finisher</i>	2091,9	576000	648000	88,57
5	<i>Roving</i>	7200	576000	648000	87,78
6	<i>Ring Spinning Frame</i>	5101,20	576000	648000	88,10
7	<i>Winding</i>	4651,20	576000	648000	88,17
8	<i>UV room</i>	130,20	576000	648000	88,87
9	<i>Conditional room</i>	43200	576000	648000	82,22
10	<i>Packing</i>	34,5	576000	648000	88,88

- **Transportasi Distribusi Material**

Terdapat alat transportasi (*forklift*) untuk mendistribusikan material dari Gudang bahan baku ke proses *blowing* di Gedung *Spinning* 1. Alat transportasi ini memiliki data *attribute* sebagai berikut :

- Frekuensi : 2,3 menit/kedatangan
- Operator : 1
- Kapasitas pengambilan : 3 tumpukan/3 bale

Tabel 4.21 Pengumpulan Data Primer CSVSM

Proses	Item						
	MC	CT (detik)	CO	AT (detik)	UT(%)	MP	
<i>Blowing</i>	1 unit	2475	1 jam	648000	88,51	2 orang	
<i>Carding</i>	10 unit	10583,7	1 jam	648000	87,26	1 orang	
<i>Drawing</i>	<i>Breaker</i>	2 unit	370,2	1 jam	648000	88,60	1 orang
	<i>Finisher</i>	3 unit	410,04	1 jam	648000	88,57	1 orang
<i>Roving</i>	3 unit	7200	1 jam	648000	87,78	2 orang	
<i>Ring Spinning Frame</i>	17 unit	5101,20	1 jam	648000	88,10	14 orang	
<i>Winding</i>	5 unit	4651,20	1 jam	648000	88,17	11 orang	
<i>UV Room</i>	1 unit	130,20	1 jam	648000	88,87	1 orang	
<i>Conditional Room</i>	1 unit	43200	1 jam	648000	82,22		
<i>Packing</i>	-	34,5	1 jam	648000	88,88	3 orang	

Keterangan :

- Jumlah Mesin (MC)
- *Cycle Time* (CT) : waktu yang dibutuhkan oleh suatu produk untuk melewati suatu rangkaian proses hingga menjadi hasil akhir yang diharapkan.
- *Changeover Time* (CO) per lot  
*Changeover Time*, waktu yang dibutuhkan dalam pergantian satu jenis produk menjadi produk lainnya.
- *Available Time* (AT)  
*Available Time*, jumlah waktu yang tersedia untuk menyelesaikan suatu pekerjaan.
- *Up Time* (UT)  
Periode waktu Ketika sesuatu (sebagai mesin) berfungsi dan tersedia untuk digunakan.
- *Man Power* (MP) : Tenaga Kerja

#### 4.1.18 Identifikasi Jenis Kegiatan yang Termasuk Kategori Waste

Identifikasi aktivitas atau kegiatan yang masuk ke dalam kategori pemborosan bertujuan untuk mengetahui gambaran secara menyeluruh tentang pemborosan yang terjadi saat ini pada aliran proses produksi benang saat ini dengan cara melakukan observasi secara langsung maupun wawancara terhadap pihak

perusahaan. Berikut merupakan gambaran dari tiap pemborosan yang terjadi saat ini pada proses produksi benang :

**a. Mengidentifikasi Pemborosan *Motion***

Berdasarkan observasi atau pengamatan secara langsung diketahui bahwa ada gerakan memilih dan mengelompokkan warna *tube* sesuai dengan warna yang sama yang dilakukan oleh operator pada proses *Winding*. Hal tersebut dilakukan karena disebabkan tercampurnya warna *tube* yang seharusnya tiap warna itu tidak boleh tercampur dalam satu wadah yang sama. Akan tetapi, harus dibedakan per wadah berdasarkan jenis *Ne nya*. Sehingga hal itu mampu mengganggu memperlambat jalannya proses produksi, meskipun tidak berdampak secara signifikan terhadap *lead time* produksinya.



**Gambar 4.20** *Tube* Beda Warna Tercampur dalam Satu Wadah

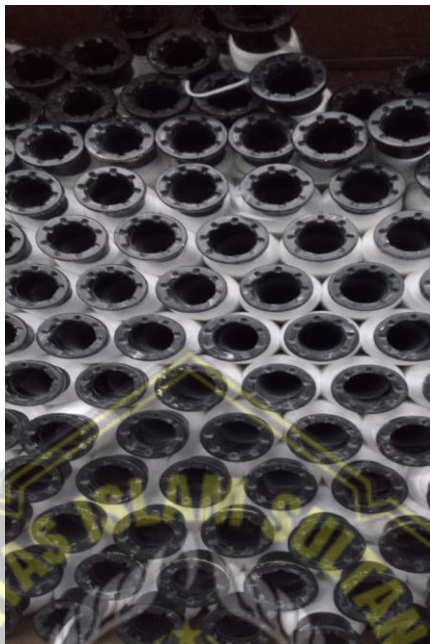
**b. Mengidentifikasi Pemborosan *Overproduction***

Berdasarkan observasi atau pengamatan secara langsung diketahui bahwa produksi berlebih terjadi pada proses *roving*. Dimana *output roving* yang diproduksi melebihi kebutuhan pelanggan perharinya. Oleh karena itu dapat memunculkan *waste inventory*.

**c. Mengidentifikasi Pemborosan *Inventory***

Berdasarkan observasi atau pengamatan secara langsung diketahui bahwa persediaan berlebih terjadi akibat produksi berlebih yang disebabkan oleh *waste*

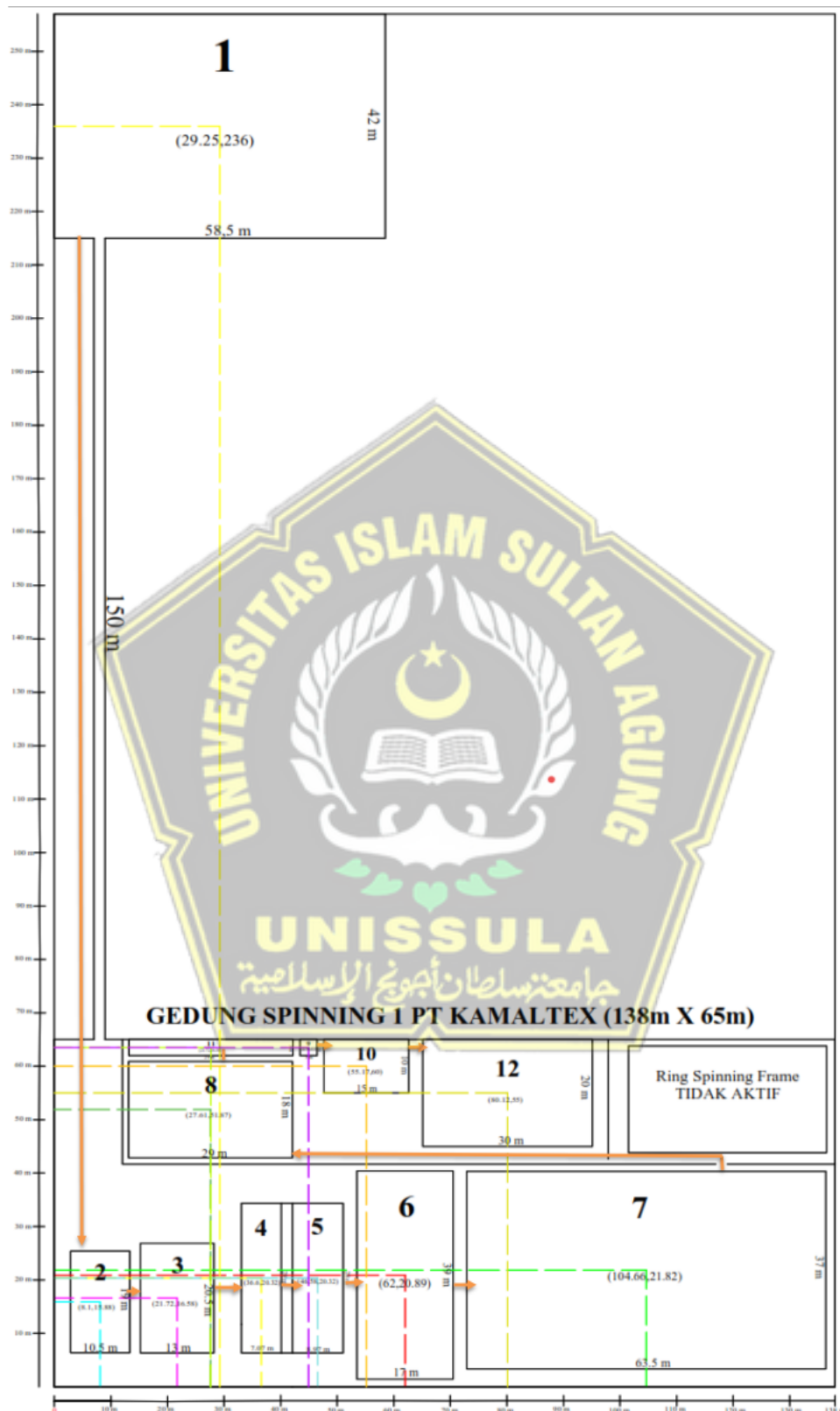
*overproduction* pada produksi *roving* sehingga menimbulkan adanya penumpukan *output roving*.



Gambar 4.21 Penumpukan *Output Roving*

**d. Mengidentifikasi Pemborosan Transportasi**

Berdasarkan observasi atau pengamatan secara langsung diketahui bahwa adanya transportasi berlebih selama proses produksi berlangsung adalah Ketika transfer material dari Gudang bahan baku dengan nomor 1 ke *blowing area* nomor 2. Selain itu dari *output ring spinning frame* dengan nomor 7 menuju ke *winding area* nomor 8 dengan jarak yang cukup jauh, karena harus melintasi area yang berbeda sehingga mengakibatkan tidak efisien nya dalam waktu transportasi tersebut. Pada **gambar 4.22** di bawah ini merupakan gambar *layout* awal Perusahaan PT Kamaltex Indonesia :



Keterangan kode :

- 1 = Gudang bahan baku
- 2 = Blowing
- 3 = Carding
- 4 = Drawing Breaker
- 5 = Drawing Finisher
- 6 = Roving
- 7 = Ring Spinning Frame
- 8 = Winding
- 9 = UV room
- 10 = Conditional room
- 11 = Packing
- 12 = Gudang bahan jadi

Gambar 4.22 Layout Awal Perusahaan

Sumber : Layout bagian produksi PT Kamaltex Indonesia

**e. Mengidentifikasi Pemborosan *Waiting***

Berdasarkan observasi atau pengamatan secara langsung diketahui bahwa selama proses produksi berlangsung *waste waiting* sering dijumpai pada setiap proses. Hal ini disebabkan karena mesin sering mengalami terjadinya *lapping* dan *breakdown* mesin yang mampu mempengaruhi ketidakseimbangan lini produksi atau menambah waktu siklus untuk tiap prosesnya karena menunggu operator atau bagian *maintenance* untuk melakukan perbaikan sehingga dengan tidak seimbangny lini produksi tersebut menimbulkan terjadinya waktu menunggu pada *output* untuk diproses pada stasiun kerja selanjutnya.

Selain itu terkait dengan aktivitas menunggu yang disebabkan oleh *waste inventory* karena terdapat persediaan berlebih di beberapa proses sehingga material harus menunggu untuk diproses di proses selanjutnya.



**Gambar 4.23** Mesin terjadi *Lapping*

**f. Mengidentifikasi Pemborosan *Overprocessing***

Berdasarkan observasi atau pengamatan secara langsung diketahui bahwa penyebab dari *waste overprocessing* ini dikarenakan *human error* dan kurangnya pengetahuan operator terhadap metode kerja yang berlaku. Contoh terjadinya *human error* adalah Ketika operator menyambung *sliver* putus yang tidak benar atau tidak rapi. Apabila operator kurang teliti melakukan penyambungan *sliver* tersebut maka bisa mengakibatkan *lapping* pada mesin. Sedangkan contoh

kurangnya pengetahuan operator terhadap metode kerja adalah ketika operator membersihkan *lapping* dengan alat bantu pisau atau *cutter* dengan cara yang tidak berhati-hati, hal ini justru mampu merusak komponen mesin sehingga mempengaruhi kualitas *output* yang dihasilkan. Penyebab lain juga dikarenakan proses mekanisme operator yang kurang sesuai, seperti pengaturan mesin, metode kerja dll yang menyebabkan produk menjadi tidak sesuai standar yang ditentukan dan justru akan memunculkan *waste defect*.

**g. Mengidentifikasi Pemborosan Defect**

Berdasarkan pengamatan dan data historis perusahaan dari bulan Januari sampai Desember 2022 diketahui bahwa *defect* (produk cacat) yang dialami oleh perusahaan bisa dilihat dalam **tabel 4.22** dengan rekapitulasi *defect* pada benang.

**Tabel 4.22** Data Defect Produksi Benang

NO	Bulan	Permintaan Produksi ( <i>bale</i> )	Produk Cacat ( <i>bale</i> )	Persentase cacat (%)
1	Januari	5.482,91	125,73	2,31
2	Februari	5.154,51	209,66	4,24
3	Maret	5.453,34	189,00	3,51
4	April	5.169,80	88,31	1,74
5	Mei	4.581,31	131,31	2,95
6	Juni	4.962,00	142,80	2,90
7	Juli	5.227,07	138,07	2,71
8	Agustus	4.886,57	79,57	1,66
9	September	4.641,94	95,94	2,11
10	Oktober	3.967,73	85,85	2,18
11	November	3.287,86	264,69	8,76
12	Desember	3.356,15	326,66	10,78
<b>Total</b>		<b>56.171,19</b>	<b>1877,60</b>	<b>45,84</b>
<b>Rata-rata</b>		<b>4.680,93</b>	<b>156,47</b>	<b>3,82</b>

Sumber : Data Produksi PT Kamaltex Indonesia



#### 4.1.19 Mengidentifikasi Aktivitas *Value Added*, *Non Value Added* dan *Necessary bur Non Value Added*

Sebelum melakukan pembuatan *current state mapping*, maka akan terlebih dahulu dilakukan klasifikasi terhadap aktivitas *valie added activity*, *non value added activity* dan *necessary but non value added activity*. *Value added activity* adalah segala aktivitas proses seperti proses *blowing* sampai proses yang terakhir yaitu *packing*, yang dimana proses-proses tersebut mempunyai nilai tambah. Sebaliknya *non value added* adalah segala aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah. Sedangkan *necessary but non value added activity* adalah segala aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah akan tetapi kebutuhannya keberadaannya dibutuhkan untuk menjalankan suatu proses mulai dari tahap awal sampai akhir seperti waktu transportasi dapat dilihat di **tabel 4.23**.

**Tabel 4.23** Klasifikasi VA, NVA, dan NNVA

No	Aktivitas	Waktu (detik)	Kategori		
			VA	NVA	NNVA
1	Memindahkan material kapas dari gudang ke <i>blowing area</i>	138			√
2	Persiapan material dikeluarkan dari <i>bale</i>	150			√
3	Penataan <i>bale material</i> di lantai <i>blowing area</i> per set	1268			√
4	Kebersihan + Pengecekan material	780			√
5	Proses <i>Blowing</i>	2475	√		
6	<i>Output</i> menunggu diproses <i>blowing</i>	50454		√	
7	Transfer <i>ouput blowing</i> ke <i>carding</i>	Otomatis			√
8	Mengambil dan memasang <i>can</i>	20	√		
9	<i>Carding + doffing</i>	10584	√		
10	Pengecekan <i>Carding</i>	90			√
11	Transfer <i>ouput carding</i> ke <i>drawing breaker</i>	21			√
12	Memasang <i>sliver can</i> ke dalam proses <i>drawing breaker</i>	200	√		
13	<i>Drawing breaker + doffing</i>	1887	√		
14	Pengecekan <i>drawing breaker</i>	60			√
15	<i>Output</i> menunggu diproses <i>drawing breaker</i>	6761		√	

No	Aktivitas	Waktu (detik)	Kategori		
			VA	NVA	NNVA
16	Transfer <i>output drawing breaker</i> ke <i>drawing finisher</i>	6			√
17	Memasang <i>sliver can</i> kedalam proses <i>drawing finisher</i>	215	√		
18	<i>Drawing finisher + doffing</i>	2092	√		
19	Pengecekan <i>drawing finisher</i>	60			√
20	<i>Output drawing finisher</i> menunggu diproses	8197		√	
21	Transfer <i>output drawing finisher</i> ke <i>roving</i>	14			√
22	Memasang <i>sliver can</i> ke dalam proses <i>roving</i>	600	√		
23	Memasang <i>bobbin roving</i>	420	√		
24	<i>Roving + doffing</i>	7200	√		
25	Pengecekan <i>roving</i>	60			√
26	Transfer <i>roving</i> ke rak <i>roving</i>	25			√
27	<i>Output roving</i> menunggu diproses	11444		√	
28	Transfer <i>roving</i> ke <i>spinning</i>	13			√
29	Memasang cop benang ke <i>spinning + doffing</i>	Otomatis	√		
30	<i>Ring spinning frame</i>	5101	√		
31	Pengecekan RSF	90			√
32	Transfer cop benang ke <i>winding</i>	79			√
33	Memasang cop benang di <i>magazine</i> proses <i>winding</i>	605	√		
34	<i>Winding</i>	4651	√		
35	Pengecekan <i>winding</i>	90			√
36	Mengambil <i>cones</i>	120			√
37	Transfer <i>cones</i> ke <i>UV room</i>	15			√
38	<i>UV room</i>	130			√
39	Transfer <i>cones</i> ke <i>conditional room</i>	22			√
40	Menempatkan <i>cones</i> ke <i>conditional room</i>	60			√
41	<i>Conditional room</i>	43200	√		
42	Transfer ke <i>packing</i>	16			√
43	Menulis spesifikasi benang secara manual per sak karung	20			√
44	<i>Packing</i>	35	√		
45	Menempatkan sak karung ke pallet	35			√


No	Aktivitas	Waktu (detik)	Kategori		
			VA	NVA	NNVA
46	Transfer ke gudang bahan jadi	141			√
47	Gudang bahan jadi	30			√
<b>Jumlah</b>			79284	76856	3532
<b>Persentase</b>			49,65	48,13	2,21

#### 4.1.20 Pembuatan Peta Untuk Setiap Kategori Proses

Pembuatan peta untuk setiap kategori proses dapat dengan menggunakan data waktu siklus dilengkapi dengan data lainnya seperti *availability time*, *uptime*, jumlah operator (*manpower*), kapasitas, dan jumlah mesin yang ada dalam proses pembuatan benang. Berikut ini adalah Langkah-langkah contoh pembuatan peta kategori untuk proses *blowing* dapat dilihat pada **gambar 4.24**.

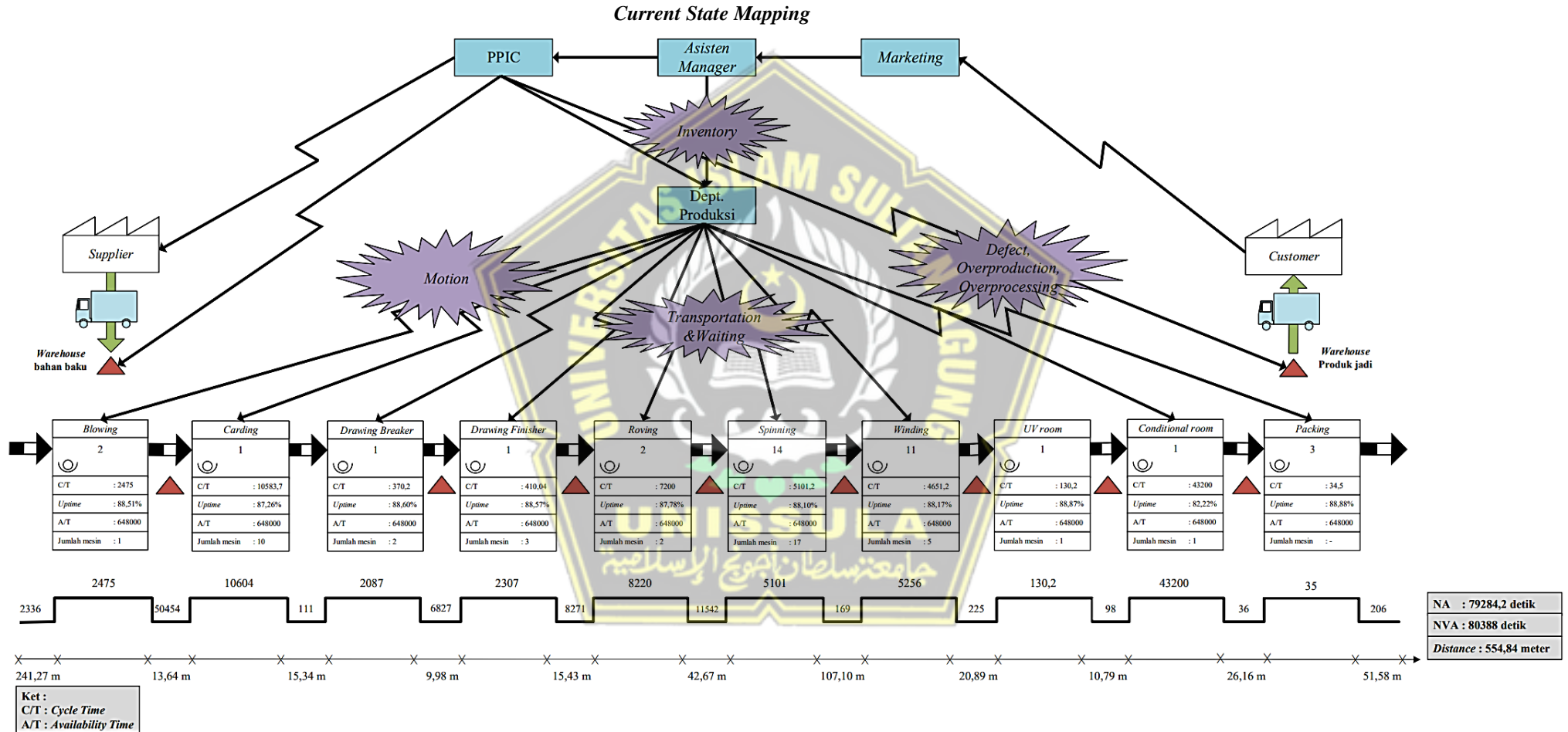
1. Mengisi nama pada bagian proses di bagian atas *process box*.
2. Memasukkan jumlah operator pada proses tersebut.
3. Melengkapi proses box dengan data *cycle time*, *uptime*, *availability time*, kapasitas dan jumlah mesin di proses produksi benang.

Setelah semua langkah di atas dilakukan, akan diperoleh peta kategori proses *blowing* seperti **gambar 4.24** berikut :

<i>Blowing</i>	
	
C/T	: 2475
<i>Uptime</i>	: 88,51%
A/T	: 648000
Jumlah mesin	: 1

**Gambar 4.24** Peta Kategori Proses *Blowing*

4.1.21 Current State Mapping



Gambar 4.25 Current State Mapping

## 4.2 Pengolahan Data

### 4.2.1 Identifikasi Waste

Pada tahap pengolahan data dilakukan identifikasi *waste* yaitu dengan menggunakan *Waste Assessment Model* (WAM), dimana di dalam WAM terdiri dari 2 metode yang akan digunakan yaitu yang pertama adalah metode *Waste Relationship Matrix* (WRM) dan yang kedua yaitu metode *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ). Berikut merupakan penjabaran penggunaan kedua metode tersebut :

- ❖ Untuk mengidentifikasi hubungan antar jenis *waste* dengan menggunakan metode *Waste Relationship Matrix* (WRM) tujuannya untuk mengetahui keterkaitan antar *waste* yang terjadi.
- ❖ Mengidentifikasi *waste* dengan metode *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ) dengan tujuan untuk mengetahui *waste* yang paling dominan dan level antar *waste*.

Selanjutnya adalah merekap hasil dari WRM dan WAQ digunakan dalam proses Analisa dengan menggunakan *tools* terpilih berdasarkan *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT). Konsep dari *lean manufacturing* sendiri yaitu digunakan untuk mengidentifikasi dan mengeliminasi *waste* yang terjadi, sehingga dalam menentukan tingkat hubungan masing-masing *waste* merupakan hal yang sangat penting untuk dilakukan.

### 4.2.2 Identifikasi Hubungan Antar Jenis Waste dengan Menggunakan Metode WRM

Dalam menentukan hubungan antar jenis *waste* terdapat beberapa Langkah dalam mengidentifikasi hubungan antar *waste* dengan menggunakan WRM yaitu :

- Langkah pengumpulan data identifikasi *waste*
- Langkah pembobotan dengan *seven waste relationship*
- Langkah pembobotan dengan *waste relationship matrix*

#### 4.2.2.1 Data Identifikasi Waste

Pada tahap pengumpulan data ini identifikasi *waste* dapat dilakukan dengan menggunakan 2 cara yaitu :

## 1. Kuesioner

Langkah awal yang dilakukan dalam mengidentifikasi *waste* sebelum dilakukan pembobotan yaitu memberikan kuesioner kepada responden, dimana responden pembobotan yaitu memberikan kuesioner kepada responden, dimana responden tersebut terdiri dari 2 orang yaitu kepala bagian produksi dan manager, pada PT Kamaltex Indonesia. Responden tersebut dipilih karena kuesioner ini bersifat *assessment* yang didalamnya terdiri dari beberapa pertanyaan-pertanyaan yang tidak semua orang memahaminya, tetapi lebih kepada kompetensi dan pengalaman yang dikuasai oleh responden tersebut.

## 2. Brainstorming

*Brainstorming* merupakan wawancara atau diskusi yang dilakukan dalam rangka dan tujuan untuk menyamaratakan pendapat atau persepsi pemahaman terhadap *waste* dan hubungan *seven waste relationship*. Berdasarkan hasil dari *brainstorming* yang telah dilakukan terdapat 7 *waste* yang terjadi pada kondisi actual perusahaan yaitu

- a. *Overproduction* (O)
- b. *Waiting time* (W)
- c. *Excessive inventory* (I)
- d. *Excessive transportation* (T)
- e. *Inappropriate processing* (P)
- f. *Unnecessary motion* (M)
- g. *Defect* (D)

### 4.2.2.2 Seven Waste Relationship

Setelah hasil kuesioner yang dibagikan kepada responden terkumpul, Langkah selanjutnya yaitu melakukan pembobotan terhadap kuesioner keterkaitan *waste* dengan cara mengakumulasikan nilai skor pada setiap pertanyaan *question type* berdasarkan hubungan antar *waste* yang disajikan di dalam kuesioner. Tujuan dilakukannya pembobotan ini untuk mengetahui hubungan antar *waste* yang satu dengan *waste* yang lainnya pada perusahaan, sifat *waste* sendiri yaitu *interdependent* dan berpengaruh terhadap timbulnya *waste* lain.

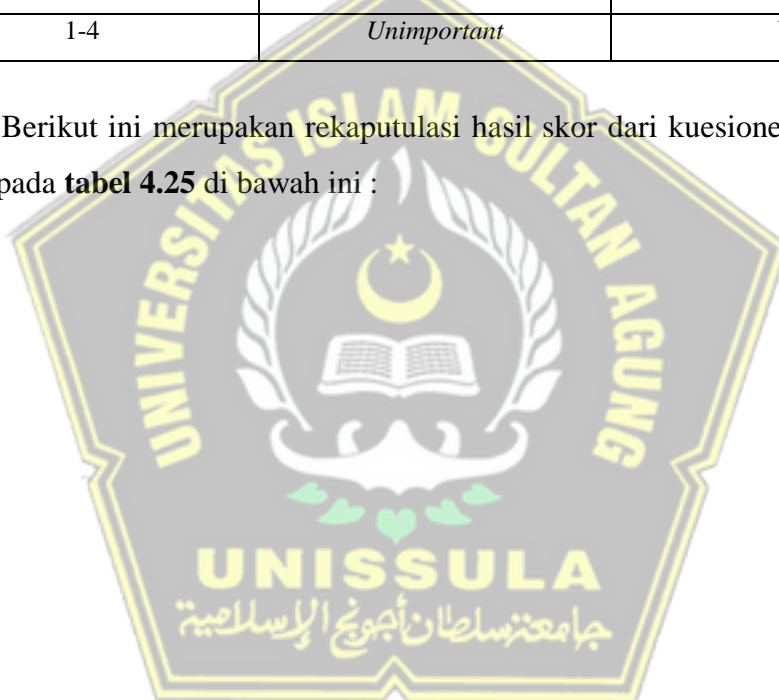
Pembobotan ini dilakukan untuk mengetahui hubungan antar *waste*, melalui

hubungan yang diperlukan secara mutlak sampai hubungan tidak penting. Kemudian setelah itu diketahui hasil skor kuesioner dilakukan konversi rentang skor ke dalam bentuk simbol huruf WRM dengan keterangan pada **tabel 4.24** Sebagai berikut :

**Tabel 4.24** Konversi Rentang Skor ke Simbol Huruf WRM

Rentang Skor	Jenis Hubungan	Simbol
17-20	<i>Absolutely Necessary</i>	A
13-16	<i>Especially Important</i>	E
9-12	<i>Important</i>	I
5-8	<i>Ordinary Closeness</i>	O
1-4	<i>Unimportant</i>	U

Berikut ini merupakan rekapitulasi hasil skor dari kuesioner WRM dapat dilihat pada **tabel 4.25** di bawah ini :



Tabel 4.25 Hasil Rekapitulasi Kuesioner WRM

Hubungan	Pertanyaan												Total Skor	Relationship
	1		2		3		4		5		6			
	Jawab	Skor	Jawab	Skor	Jawab	Skor	Jawab	Skor	Jawab	Skor	Jawab	Skor		
O_I	c	0	c	0	c	0	c	0	e	2	b	2	4	U
O_D	c	0	c	0	c	0	b	1	d	2	b	2	5	O
O_M	b	2	c	0	b	2	b	1	c	1	c	0	6	O
O_T	b	2	c	0	b	2	b	1	c	1	b	2	8	O
O_W	b	2	c	0	c	0	c	0	f	2	b	2	6	O
I_O	c	0	c	0	a	4	c	0	e	2	b	2	8	O
I_D	b	2	c	0	c	0	b	1	e	2	b	2	7	O
I_M	b	2	c	0	a	4	b	1	f	2	b	2	11	I
I_T	a	4	a	2	a	4	b	1	d	2	b	2	15	E
D_O	b	2	c	0	b	2	a	2	g	4	b	2	12	I
D_I	b	2	a	2	c	0	c	0	e	2	b	2	8	O
D_M	a	4	a	2	a	4	a	2	g	4	a	4	20	A
D_T	b	2	c	0	b	2	b	1	d	2	b	2	9	I
D_W	a	4	c	0	b	2	b	1	f	2	a	4	13	E
M_I	c	0	c	0	c	0	b	1	a	1	b	2	4	U
M_D	b	2	c	0	b	2	a	2	d	2	b	2	10	I
M_P	b	2	b	1	a	4	a	2	b	1	b	2	12	I
M_W	b	2	c	0	c	0	b	1	f	2	b	2	7	O



Tabel 2.25 Lanjutan

Hubungan	Pertanyaan												Total Skor	Relationship
	1		2		3		4		5		6			
	Jawab	Skor	Jawab	Skor	Jawab	Skor	Jawab	Skor	Jawab	Skor	Jawab	Skor		
T_O	c	0	b	1	c	0	a	2	d	2	b	2	7	O
T_I	c	0	b	1	c	0	a	2	e	2	b	2	7	O
T_D	b	2	c	0	a	4	a	2	d	2	b	2	12	I
T_M	b	2	a	2	a	4	b	1	g	4	b	2	15	E
T_W	a	4	a	2	a	4	a	2	g	4	b	2	18	A
P_O	b	2	c	0	a	4	c	0	g	4	b	2	12	I
P_I	b	2	c	0	b	2	c	0	d	2	b	2	8	O
P_D	b	2	c	0	a	4	a	2	d	2	b	2	12	I
P_M	b	2	c	0	a	4	a	2	b	1	b	2	11	I
P_W	b	2	c	0	c	0	c	0	f	2	b	2	6	O
W_O	c	0	b	1	c	0	c	0	f	2	b	2	5	O
W_I	c	0	b	1	c	0	c	0	f	2	b	2	5	O
W_D	c	0	c	0	c	0	a	2	d	2	b	2	6	O

#### 4.2.2.3 Pembobotan *Waste Relationship Matrix* (WRM)

Langkah selanjutnya yang dilakukan setelah skor dan hubungan antar *waste* diketahui adalah membuat *Waste Relationship Matrix* (WRM). Skor yang telah dikonversi ke bentuk simbol huruf WRM pada **tabel 4.26** Di atas kemudian dimasukkan ke dalam baris dan kolom WRM sebagai berikut :

**Tabel 4.26** *Waste Relationship Matrix Value*

F/T	O	I	D	M	T	P	W
O	A	U	O	O	O	X	O
I	O	A	O	I	E	X	X
D	I	O	A	A	I	X	E
M	X	U	I	A	X	I	O
T	O	O	I	E	A	X	A
P	I	O	I	I	X	A	O
W	O	O	O	X	X	X	A

Berdasarkan dari **tabel 4.26** di atas, kemudian dilakukan perhitungan terhadap *score* tingkat pengaruh dari masing-masing jenis *waste* dengan cara melakukan konversi simbol huruf WRM ke dalam bentuk bobo tangka sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan yaitu huruf A=10, huruf E = 8, huruf I = 6, huruf O = 4, huruf U = 2 dan huruf X = 0. Berikut ini merupakan konversi simbol huruf WRM ke dalam bentuk bobot angka yaitu dapat dilihat di **tabel 4.27**

**Tabel 4.27** *Waste Relationship Matrix Value*

F/T	O	I	D	M	T	P	W
O	10	2	4	4	4	0	4
I	4	10	4	6	8	0	0
D	6	4	10	10	6	0	8
M	0	2	6	10	0	6	4
T	4	4	6	8	10	0	10
P	6	4	6	6	0	10	4
W	4	4	4	0	0	0	10

Kemudian setelah semua symbol huruf WRM dikonversi ke dalam bentuk angka, lalu dilakukan perhitungan nilai *score* dengan cara melakukan penjumlahan nilai bobot dari masing-masing *waste*. Sebagai contoh di bawah ini perhitungan nilai *score* baris *overproduction* yaitu :

$$\text{Overproduction (O)} = 10 + 2 + 4 + 4 + 4 + 0 + 4 = 28$$

Selanjutnya setelah diketahui semua *score waste* dilakukan perhitungan persentase dari masing-masing *waste*. Sebagai contoh di bawah ini perhitungan persentase baris *overproduction* yaitu :

$$\text{Overproduction (O)} = \frac{\text{Nilai score}}{\text{Total score}} \times 100 = \frac{28}{232} \times 100 = 12,07 \%$$

**Tabel 4.28** Rekapitulasi Perhitungan *Score* dan Persentase *Waste*

F/T	O	I	D	M	T	P	W	Score	%
O	10	2	4	4	4	0	4	28	12,07
I	4	10	4	6	8	0	0	32	13,79
D	6	4	10	10	6	0	8	44	18,97
M	0	2	6	10	0	6	4	28	12,07
T	4	4	6	8	10	0	10	42	18,10
P	6	4	6	6	0	10	4	36	15,52
W	4	4	4	0	0	0	10	22	9,48
Score	34	30	40	44	28	16	40	232	
%	14,66	12,93	17,24	18,97	12,07	6,90	17,24		100

Berdasarkan **tabel 4.28** Di atas diketahui bahwa nilai dari baris *from defect* (D) memiliki *score* dan persentase yang paling besar yaitu sebesar 18,97%. Persentase tersebut menunjukkan bahwa *waste defect* apabila terjadi akan memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap munculnya *waste* lain.

Sedangkan pada kolom matrix diketahui juga nilai dari *to motion* (M) memiliki *score* dan persentase yang paling besar yaitu sebesar 18,97%. Persentase tersebut menunjukkan bahwa *waste motion* merupakan *waste* yang paling banyak dipengaruhi oleh *waste* lain.

#### 4.2.3 Waste Assessment Questionnaire (WAQ)

Setelah diketahui hasil pembobotan pada WRM, maka Langkah selanjutnya adalah melakukan pembobotan dengan menggunakan *algoritma waste assessment questionnaire* (WAQ). Data yang digunakan dalam pembobotan ini berasal dari data kuesioner WAQ terdiri dari 68 pertanyaan yang berbeda-beda, dimana setiap pertanyaan kuesioner mempresentasikan suatu aktivitas, kondisi atau suatu sifat yang mungkin dapat menimbulkan pemborosan tertentu. Kuesioner WAQ terbagi dalam dua jenis kelompok pertanyaan yaitu “*from*” dan “*to*”.

Untuk kategori pertanyaan “*from*” mempunyai arti bahwa pemborosan tersebut dapat mempengaruhi atau menghasilkan pemborosan yang lain, sedangkan pertanyaan “*to*” mempunyai arti bahwa pemborosan tersebut dipengaruhi atau dihasilkan oleh pemborosan lain. Selain itu pertanyaan kuesioner WAQ dibedakan berdasarkan kategori hubungan *waste* yaitu kategori A dan B. Perbedaan kedua kategori ini terletak pada pembobotan jawaban dari setiap pertanyaan kuesioner, dimana kategori A jika responden menjawab “ya” bernilai 1, jika menjawab “sedang” bernilai 0,5 dan jika menjawab “tidak” maka bernilai 0. Begitupun sebaliknya kategori B jika responden menjawab “ya” bernilai 0, jika menjawab “sedang” bernilai 0,5 dan jika menjawab “tidak” maka bernilai 1. Kuesioner WAQ dapat dilihat pada **Lampiran 3**.

Ada 7 tahapan dalam melakukan identifikasi pemborosan dengan WAQ untuk mencari hasil akhir berupa *ranking waste* yaitu :

- a. Melakukan pengelompokan dan menghitung jumlah pertanyaan kuesioner berdasarkan kelompok “*from*” dan “*to*” untuk setiap jenis *waste* yang ada.

**Tabel 4.29** Pengelompokan Jenis Pertanyaan

No	Type Relationship	No of Questions (Ni)
1	From overproduction	3
2	From inventory	6
3	From defect	8
4	From motion	11
5	From transportation	4
6	From process	7
7	From waiting	8
8	To defect	4
9	To motion	9
10	To transportation	3
11	To waiting	5
Jumlah Pertanyaan		68

- b. Kemudian memasukkan bobot dari tiap pertanyaan berdasarkan *waste relationship matrix value* pada **tabel 4.30**. Berikut ini merupakan bobot awal *waste* berdasarkan *waste relationship matrix value* yaitu :

**Tabel 4.30** Bobot Awal Yang Diperoleh Dari *Waste Relationship Matrix Value*

<i>Ques Type</i>	<b>Kategori</b>	<i>Question #</i>	<b>Bobot untuk setiap jenis pemborosan</b>						
			<b>O</b>	<b>I</b>	<b>D</b>	<b>M</b>	<b>T</b>	<b>P</b>	<b>W</b>
<i>To motion</i>	Kategori 1 <i>Man</i>	1	4	6	10	10	8	6	0
<i>From motion</i>		2	0	2	6	10	0	6	4
<i>From defects</i>		3	6	4	10	10	6	0	8
<i>From motion</i>		4	0	2	6	10	0	6	4
<i>From motion</i>		5	0	2	6	10	0	6	4
<i>From defects</i>		6	6	4	10	10	6	0	8
<i>From process</i>		7	6	4	6	6	0	10	4
<i>To waiting</i>	Kategori 2 <i>Material</i>	8	4	0	8	4	10	4	10
<i>From waiting</i>		9	4	4	4	0	0	0	10
<i>From transportation</i>		10	4	4	6	8	10	0	10
<i>From inventory</i>		11	4	10	4	6	8	0	0
<i>From inventory</i>		12	4	10	4	6	8	0	0
<i>From defects</i>		13	6	4	10	10	6	0	8
<i>From inventory</i>		14	4	10	4	6	8	0	0
<i>From waiting</i>		15	4	4	4	0	0	0	10
<i>To defects</i>		16	4	4	10	6	6	6	4
<i>From defects</i>		17	6	4	10	10	6	0	8
<i>From transportation</i>		18	4	4	6	8	10	0	10
<i>To motion</i>		19	4	6	10	10	8	6	0
<i>From waiting</i>		20	4	4	4	0	0	0	10
<i>From motion</i>		21	0	2	6	10	0	6	4
<i>From transportation</i>		22	4	4	6	8	10	0	10
<i>From defects</i>		23	6	4	10	10	6	0	8
<i>From motion</i>		24	0	2	6	10	0	6	4
<i>From inventory</i>		25	4	10	4	6	8	0	0
<i>From inventory</i>		26	4	10	4	6	8	0	0
<i>To waiting</i>		27	4	0	8	4	10	4	10
<i>From defects</i>		28	6	4	10	10	6	0	8
<i>From waiting</i>		29	4	4	4	0	0	0	10
<i>From overproduction</i>		30	10	2	4	4	4	0	4
<i>To motion</i>	31	4	6	10	10	8	6	0	
<i>From process</i>	Kategori 3 <i>Machine</i>	32	6	4	6	6	0	10	4
<i>To waiting</i>		33	4	0	8	4	10	4	10

<i>From process</i>		34	6	4	6	6	0	10	4
<i>From transportation</i>		35	4	4	6	8	10	0	10
<i>To motion</i>		36	4	6	10	10	8	6	0
<i>From overproduction</i>		37	10	2	4	4	4	0	4
<i>From waiting</i>		38	4	4	4	0	0	0	10
<i>From waiting</i>		39	4	4	4	0	0	0	10
<i>To defects</i>		40	4	4	10	6	6	6	4
<i>From waiting</i>		41	4	4	4	0	0	0	10
<i>To motion</i>		42	4	6	10	10	8	6	0
<i>From process</i>		43	6	4	6	6	0	10	4
<i>To transportation</i>		44	4	8	6	0	10	0	0
<i>From motion</i>		45	0	2	6	10	0	6	4
<i>From waiting</i>		46	4	4	4	0	0	0	10
<i>To motion</i>		47	4	6	10	10	8	6	0
<i>To waiting</i>		48	4	0	8	4	10	4	10
<i>To defects</i>		49	4	4	10	6	6	6	4
<i>From motion</i>		50	0	2	6	10	0	6	4
<i>From defects</i>		51	6	4	10	10	6	0	8
<i>From motion</i>		52	0	2	6	10	0	6	4
<i>To waiting</i>		53	4	0	8	4	10	4	10
<i>From process</i>		54	6	4	6	6	0	10	4
<i>From process</i>		55	6	4	6	6	0	10	4
<i>To defects</i>	Kategori 4	56	4	4	10	6	6	6	4
<i>From inventory</i>	Method	57	4	10	4	6	8	0	0
<i>To transportation</i>		58	4	8	6	0	10	0	0
<i>To motion</i>		59	4	6	10	10	8	6	0
<i>To transportation</i>		60	4	8	6	0	10	0	0
<i>To motion</i>		61	4	6	10	10	8	6	0
<i>To motion</i>		62	4	6	10	10	8	6	0
<i>From motion</i>		63	0	2	6	10	0	6	4
<i>From motion</i>		64	0	2	6	10	0	6	4
<i>From motion</i>		65	0	2	6	10	0	6	4
<i>From overproduction</i>		66	10	2	4	4	4	0	4
<i>From process</i>		67	6	4	6	6	0	10	4
<i>From defects</i>		68	6	4	10	10	6	0	8
<b>Total Score</b>			276	290	468	446	324	234	334

- c. Kemudian selanjutnya adalah membagi tiap bobot pertanyaan dengan jumlah dari masing-masing tipe pertanyaan ( $N_i$ ) serta menghitung total skor ( $S_j$ ) dan frekuensi ( $F_j$ ) dengan mengabaikan bobot yang bernilai nol (0,00). Berikut ini contoh perhitungan nilai *overproduction* (O) pada *question type to motion*, diketahui bobot awal pada **tabel 4.30**. Nilai *overproduction* (O) dengan *question type “to motion”* yaitu 4, sedangkan nilai ( $N_i$ ) pada *question type* yaitu 9, kemudian didapatkan nilai bobot *overproduction* (O) untuk

$$\text{to motion} = \frac{\text{WRM value}}{N_i \text{ question type}} = \frac{4}{9} = 0,44$$

**Tabel 4.31** Pembobotan Berdasarkan Nilai  $N_i$

Ques Type	Kategori	Ni	Question #	Bobot untuk setiap jenis pemborosan						
				O	I	D	M	T	P	W
To motion	Kategori 1 Man	9	1	0,44	0,67	1,11	1,11	0,89	0,67	0,00
From motion		11	2	0,00	0,18	0,55	0,91	0,00	0,55	0,36
From defects		8	3	0,75	0,50	1,25	1,25	0,75	0,00	1,00
From motion		11	4	0,00	0,18	0,55	0,91	0,00	0,55	0,36
From motion		11	5	0,00	0,18	0,55	0,91	0,00	0,55	0,36
From defects		8	6	0,75	0,50	1,25	1,25	0,75	0,00	1,00
From process		7	7	0,86	0,57	0,86	0,86	0,00	1,43	0,57
To waiting	Kategori 2 Material	5	8	0,80	0,00	1,60	0,80	2,00	0,80	2,00
From waiting		8	9	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00	1,25
From transportation		4	10	1,00	1,00	1,50	2,00	2,50	0,00	2,50
From inventory		6	11	0,67	1,67	0,67	1,00	1,33	0,00	0,00
From inventory		6	12	0,67	1,67	0,67	1,00	1,33	0,00	0,00
From defects		8	13	0,75	0,50	1,25	1,25	0,75	0,00	1,00
From inventory		6	14	0,67	1,67	0,67	1,00	1,33	0,00	0,00
From waiting		8	15	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00	1,25
To defects		4	16	1,00	1,00	2,50	1,50	1,50	1,50	1,00
From defects		8	17	0,75	0,50	1,25	1,25	0,75	0,00	1,00
From transportation		4	18	1,00	1,00	1,50	2,00	2,50	0,00	2,50
To motion		9	19	0,44	0,67	1,11	1,11	0,89	0,67	0,00
From waiting		8	20	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00	1,25
From motion		11	21	0,00	0,18	0,55	0,91	0,00	0,55	0,36
From transportation	4	22	1,00	1,00	1,50	2,00	2,50	0,00	2,50	

<i>From defects</i>		8	23	0,75	0,50	1,25	1,25	0,75	0,00	1,00
<i>From motion</i>		11	24	0,00	0,18	0,55	0,91	0,00	0,55	0,36
<i>From inventory</i>		6	25	0,67	1,67	0,67	1,00	1,33	0,00	0,00
<i>From inventory</i>		6	26	0,67	1,67	0,67	1,00	1,33	0,00	0,00
<i>To waiting</i>		5	27	0,80	0,00	1,60	0,80	2,00	0,80	2,00
<i>From defects</i>		8	28	0,75	0,50	1,25	1,25	0,75	0,00	1,00
<i>From waiting</i>		8	29	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00	1,25
<i>From overproduction</i>		3	30	3,33	0,67	1,33	1,33	1,33	0,00	1,33
<i>To motion</i>		9	31	0,44	0,67	1,11	1,11	0,89	0,67	0,00
<i>From process</i>		7	32	0,86	0,57	0,86	0,86	0,00	1,43	0,57
<i>To waiting</i>		5	33	0,80	0,00	1,60	0,80	2,00	0,80	2,00
<i>From process</i>		7	34	0,86	0,57	0,86	0,86	0,00	1,43	0,57
<i>From transportation</i>		4	35	1,00	1,00	1,50	2,00	2,50	0,00	2,50
<i>To motion</i>		9	36	0,44	0,67	1,11	1,11	0,89	0,67	0,00
<i>From overproduction</i>	Kategori 3	3	37	3,33	0,67	1,33	1,33	1,33	0,00	1,33
<i>From waiting</i>	Machine	8	38	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00	1,25
<i>From waiting</i>		8	39	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00	1,25
<i>To defects</i>		4	40	1,00	1,00	2,50	1,50	1,50	1,50	1,00
<i>From waiting</i>		8	41	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00	1,25
<i>To motion</i>		9	42	0,44	0,67	1,11	1,11	0,89	0,67	0,00
<i>From process</i>		7	43	0,86	0,57	0,86	0,86	0,00	1,43	0,57
<i>To transportation</i>		3	44	1,33	2,67	2,00	0,00	3,33	0,00	0,00
<i>From motion</i>		11	45	0,00	0,18	0,55	0,91	0,00	0,55	0,36
<i>From waiting</i>		8	46	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00	1,25
<i>To motion</i>		9	47	0,44	0,67	1,11	1,11	0,89	0,67	0,00
<i>To waiting</i>		5	48	0,80	0,00	1,60	0,80	2,00	0,80	2,00
<i>To defects</i>		4	49	1,00	1,00	2,50	1,50	1,50	1,50	1,00
<i>From motion</i>		11	50	0,00	0,18	0,55	0,91	0,00	0,55	0,36
<i>From defects</i>	Kategori 4 Method	8	51	0,75	0,50	1,25	1,25	0,75	0,00	1,00
<i>From motion</i>		11	52	0,00	0,18	0,55	0,91	0,00	0,55	0,36
<i>To waiting</i>		5	53	0,80	0,00	1,60	0,80	2,00	0,80	2,00
<i>From process</i>		7	54	0,86	0,57	0,86	0,86	0,00	1,43	0,57
<i>From process</i>		7	55	0,86	0,57	0,86	0,86	0,00	1,43	0,57
<i>To defects</i>		4	56	1,00	1,00	2,50	1,50	1,50	1,50	1,00
<i>From inventory</i>		6	57	0,67	1,67	0,67	1,00	1,33	0,00	0,00
<i>To transportation</i>		3	58	1,33	2,67	2,00	0,00	3,33	0,00	0,00





<i>From defects</i>		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>From motion</i>		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>From motion</i>		0,25	0,00	0,05	0,14	0,23	0,00	0,14	0,09
<i>From defects</i>		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>From process</i>		0,25	0,22	0,14	0,22	0,22	0,00	0,36	0,14
<i>To waiting</i>		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>From waiting</i>		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>From transportation</i>		0,75	0,75	0,75	1,13	1,50	1,88	0,00	1,88
<i>From inventory</i>		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>From inventory</i>		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>From defects</i>		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>From inventory</i>		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>From waiting</i>		0,25	0,13	0,13	0,13	0,00	0,00	0,00	0,31
<i>To defects</i>		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>From defects</i>		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>From transportation</i>		0,25	0,25	0,25	0,38	0,50	0,63	0,00	0,63
<i>To motion</i>	Kategori 2	0,75	0,33	0,50	0,83	0,83	0,67	0,50	0,00
<i>From waiting</i>	Material	0,75	0,38	0,38	0,38	0,00	0,00	0,00	0,94
<i>From motion</i>		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>From transportation</i>		1	1,00	1,00	1,50	2,00	2,50	0,00	2,50
<i>From defects</i>		0,5	0,38	0,25	0,63	0,63	0,38	0,00	0,50
<i>From motion</i>		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>From inventory</i>		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>From inventory</i>		0,25	0,17	0,42	0,17	0,25	0,33	0,00	0,00
<i>To waiting</i>		1	0,80	0,00	1,60	0,80	2,00	0,80	2,00
<i>From defects</i>		0,25	0,19	0,13	0,31	0,31	0,19	0,00	0,25
<i>From waiting</i>		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>From overproduction</i>		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>To motion</i>		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>From process</i>		0,25	0,22	0,14	0,22	0,22	0,00	0,36	0,14
<i>To waiting</i>		0,25	0,20	0,00	0,40	0,20	0,50	0,20	0,50
<i>From process</i>		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>From transportation</i>		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>To motion</i>		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>From overproduction</i>		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>From waiting</i>	Kategori 3 Machine	0,75	0,38	0,38	0,38	0,00	0,00	0,00	0,94

<i>From waiting</i>		0,25	0,13	0,13	0,13	0,00	0,00	0,00	0,31
<i>To defects</i>		1	1,00	1,00	2,50	1,50	1,50	1,50	1,00
<i>From waiting</i>		1	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00	1,25
<i>To motion</i>		0,25	0,11	0,17	0,28	0,28	0,22	0,17	0,00
<i>From process</i>		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>To transportation</i>		0,5	0,67	1,34	1,00	0,00	1,67	0,00	0,00
<i>From motion</i>		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>From waiting</i>		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>To motion</i>		1	0,44	0,67	1,11	1,11	0,89	0,67	0,00
<i>To waiting</i>		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>To defects</i>		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>From motion</i>		0,25	0,00	0,05	0,14	0,23	0,00	0,14	0,09
<i>From defects</i>		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>From motion</i>		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>To waiting</i>		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>From process</i>		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>From process</i>		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>To defects</i>	Kategori 4 Method	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>From inventory</i>		0,25	0,17	0,42	0,17	0,25	0,33	0,00	0,00
<i>To transportation</i>		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>To motion</i>		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>To transportation</i>		0,25	0,33	0,67	0,50	0,00	0,83	0,00	0,00
<i>To motion</i>		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>To motion</i>		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>From motion</i>		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>From motion</i>		0,25	0,00	0,05	0,14	0,23	0,00	0,14	0,09
<i>From motion</i>		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>From overproduction</i>		0,25	0,83	0,17	0,33	0,33	0,33	0,00	0,33
<i>From process</i>		0,25	0,22	0,14	0,22	0,22	0,00	0,36	0,14
<i>From defects</i>		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Total Score (sj) baru</b>			9,97	10,12	15,94	12,37	15,28	5,66	14,03
<b>Frequency (fj) baru</b>			25	26	28	21	17	13	20

Berdasarkan tabel di atas diketahui *score* (sj) *waste* yang terbesar pada pemborosan *defect* sebesar 15,94 dengan frekuensi (fj) sebesar 28, sedangkan *score* *waste* yang terkecil pada pemborosan *process* sebesar 5,66 dengan frekuensi (fj)

sebesar 13.

- f. Tahapan selanjutnya adalah melakukan perhitungan *score Yj*. *Yj* sendiri adalah faktor indikasi awal untuk setiap pemborosan. Indikator ini hanya berupa angka yang masih belum mempresentasikan bahwa tiap jenis *waste* dipengaruhi jenis *waste* lainnya.

$$Y_j = \frac{s_j}{S_j} \times \frac{f_j}{F_j} \quad ; \text{ untuk tiap jenis tipe waste } j$$

Berikut merupakan contoh perhitungan *score (Yj)* pada *waste Overproduction (O)* :

$$Y_j = \frac{s_j}{S_j} \times \frac{f_j}{F_j} = \frac{9,97}{50} \times \frac{25}{57} = 0,087456$$

Rekapitulasi nilai *score (Yj)* dapat dilihat pada **tabel 4.33** Di bawah ini :

**Tabel 4.33** Nilai *score (Yj)*

	O	I	D	M	T	P	W
<i>Score Yj</i>	0,087456	0,087011	0,088696	0,071209	0,099754	0,063872	0,103926

- g. Menghitung nilai *Pj factor*. *Pj* adalah factor probabilitas pengaruh antar jenis pemborosan, didapatkan dengan cara mengalikan persentase “from” dengan “to” pada WRM *value* sesuai masing-masing pemborosan (**tabel 4.28**). Berikut merupakan contoh perhitungan *Pj factor* pada jenis pemborosan *overproduction (O)* :

Nilai “from” *overproduction* : 12,07%

Nilai “to” *overproduction* : 14,66%

$P_j = \text{Nilai “from” } overproduction \times \text{Nilai “to” } overproduction$

$$= 12,07 \times 14,66 = 176,9462$$

Berikut ini adalah rekapitulasi perhitungan *Pj factor* untuk semua jenis pemborosan pada **tabel 4.34**.

	O	I	D	M	T	P	W
<i>Pj factor</i>	176,9462	178,3047	327,0428	228,9679	218,467	107,088	163,4352

**Tabel 4.34** Nilai *Pj Factor*

Setelah diketahui semua nilai  $Y_j$  dan  $P_j$ , selanjutnya yaitu menghitung  $Y_j$  final dengan cara mengalikan nilai antara  $Y_j$  dengan  $P_j$ . Di bawah ini merupakan contoh perhitungan  $Y_j$  final pada pemborosan *overproduction* (O) yaitu sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Y_j \text{ final} &= Y_j \times P_j \\ &= 0,087456 \times 176,9462 = 15,48 \end{aligned}$$

Berikut ini merupakan rekapitulasi perhitungan  $Y_j$  final pada semua jenis pemborosan :

**Tabel 4.35** Nilai *Final Waste Factor Result* ( $Y_j$  Final)

	O	I	D	M	T	P	W
<i>Final Result (Yj Final)</i>	15,48	15,51	29,01	16,30	21,79	6,84	16,99
<i>Final Result (%)</i>	12,69	12,73	23,79	13,37	17,87	5,61	13,93

Dari hasil pembobotan yang telah dilakukan selanjutnya melalukan rekapitulasi dari hasil *score* ( $Y_j$ ),  $P_j$  factor, *final result* ( $Y_j$  final) dan *ranking*. Berikut **tabel 4.36** merupakan hasil akhir perhitungan menggunakan metode WAQ untuk mengetahui *waste* apa saja yang terjadi di PT Kamaltex Indonesia berdasarkan persentase terbesar :

**Tabel 4.36** Rekapitulasi Hasil Perhitungan Berdasarkan WAQ

	O	I	D	M	T	P	W
<i>Score Yj</i>	0,087456	0,087011	0,088696	0,071209	0,099754	0,063872	0,103926
<i>Pj factor</i>	176,9462	178,3047	327,0428	228,9679	218,467	107,088	163,4352
<i>Yj Final</i>	15,47503	15,5144	29,0075	16,30455	21,79301	6,839874	16,98515
<i>Yj Final (%)</i>	12,69	12,73	23,79	13,37	17,87	5,61	13,93
<i>Ranking</i>	6	5	1	4	2	7	3

Dari hasil rekapitulasi **tabel 4.36** di atas dapat disimpulkan bahwa *waste* terbesar yang terjadi di PT Kamaltex Indonesia disebabkan *waste defect* dengan persentase sebesar 23,79%, lalu *waste* terbesar kedua adalah *waste transportation* dengan persentase sebesar 17,87%, *waste* terbesar ketiga adalah *waste waiting* dengan persentase sebesar 13,93%, *waste* peringkat keempat adalah *waste motion*

dengan persentase sebesar 13,37%, *waste* peringkat kelima adalah *waste inventory* dengan persentase sebesar 12,73%, *waste* peringkat keenam adalah *waste overproduction* dengan persentase sebesar 12,69% dan *waste* peringkat terakhir adalah *waste process* dengan persentase sebesar 5,61%. Dari hasil peringkat yang sudah didapatkan, maka bisa ditentukan *waste* dominan yang memiliki hubungan paling kuat serta dominan terhadap *waste* lainnya yaitu *waste defect*, *transportation*, dan *waiting*. Dari urutan *ranking* tersebut dapat diketahui bahwa jenis *waste defect* merupakan jenis *waste* yang paling mendominasi dengan persentase sebesar 23,79 %. Pada urutan kedua terdapat jenis *waste transportation* dengan persentase sebesar 17,87% sedangkan *waste waiting* sebesar 13,93%. Maka dari itu, ketiga jenis *waste* tersebut merupakan jenis *waste* yang paling dominan untuk dianalisa dan dilakukan rekomendasi perbaikan.

#### 4.2.4 Value Stream Analysis Tools (VALSAT)

Langkah selanjutnya setelah diketahui hasil akhir identifikasi *waste* dengan menggunakan metode WAM (WRM dan WAQ) yaitu dilanjutkan dengan melakukan pemilihan *detail mapping tools* yang tepat sesuai dengan jenis *waste* yang terjadi pad PT Kamaltex Indonesia. Oleh sebab itu digunakan matrik VALSAT yang didalamnya memiliki ketentuan nilai yaitu nilai 1 (*low correlation*), nilai 3 (*medium correlation*) dan nilai 9 (*high correlation*), serta untuk setiap kolom *weight* (bobot) diperoleh dari bobot hasil identifikasi dengan metode WAM. Matrik pemilihan *tools* VALSAT tersebut dapat dilihat pada **tabel 4.37** di bawah ini :

**Tabel 4.37** Tools VALSAT

<i>Waste</i>	<i>Weight</i>	PAM	SCRM	PVF	QFM	DAM	DPA	PS
O	12,69	1	3	0	1	3	3	0
I	12,73	3	9	3	0	9	3	1
D	23,79	1	0	0	9	0	0	0
M	13,37	9	1	0	0	0	0	0
T	17,87	9	0	0	0	0	0	1
P	5,61	9	0	3	1	0	1	0
W	13,93	9	9	1	0	3	3	0

Dimana :

- ❖ H (*High Correlation and Usefullness*) : faktor pengali = 9

- ❖ M (*Medium Correlation and Usefulness*) : faktor pengali = 3
- ❖ L (*Low Correlation and Usefulness*) : factor pengali = 1

Keterangan :

- PAM = *Process activity mapping*
- SCRM = *Supply chain response matrix*
- PVF = *Production variety funnel*
- QFM = *Quality filter mapping*
- DAM = *Demand amplification mapping*
- DPA = *Decision point analysis*
- PS = *Physical structure*

Berikut merupakan Langkah-langkah dalam pembobotan matrix VALSAT :

- ❖ *Weight* (bobot) diperoleh dari hasil *final result* (%) melalui proses *assessment* menggunakan WAM.
- ❖ Proses pemilihan *tools* ini diperoleh dengan cara mengalikan nilai matrik VALSAT dengan bobot tiap *waste*, contoh mencari total *score* pada bagian kolom *tools* PAM  

$$= (O \times 1) + (I \times 3) + (D \times 1) + (M \times 9) + (T \times 9) + (P \times 9) + (W \times 9)$$

$$= (12,69 \times 1) + (12,73 \times 3) + (23,79 \times 1) + (13,37 \times 9) + (17,87 \times 9) + (5,61 \times 9) + (13,93 \times 9)$$

$$= 12,69 + 38,19 + 23,79 + 120,33 + 160,83 + 50,49 + 125,37 = 531,69$$
- ❖ Dari hasil perkalian tersebut akan dapat diketahui *tools* mana yang terpilih dan tepat untuk selanjutnya dilakukan identifikasi lebih detail terhadap *waste* yang telah teridentifikasi sebelumnya, hasil peringkat *tools* VALSAT tersebut dapat dilihat pada **tabel 4.38** di bawah ini :

**Tabel 4.38** Rekapitulasi *Tools* VALSAT

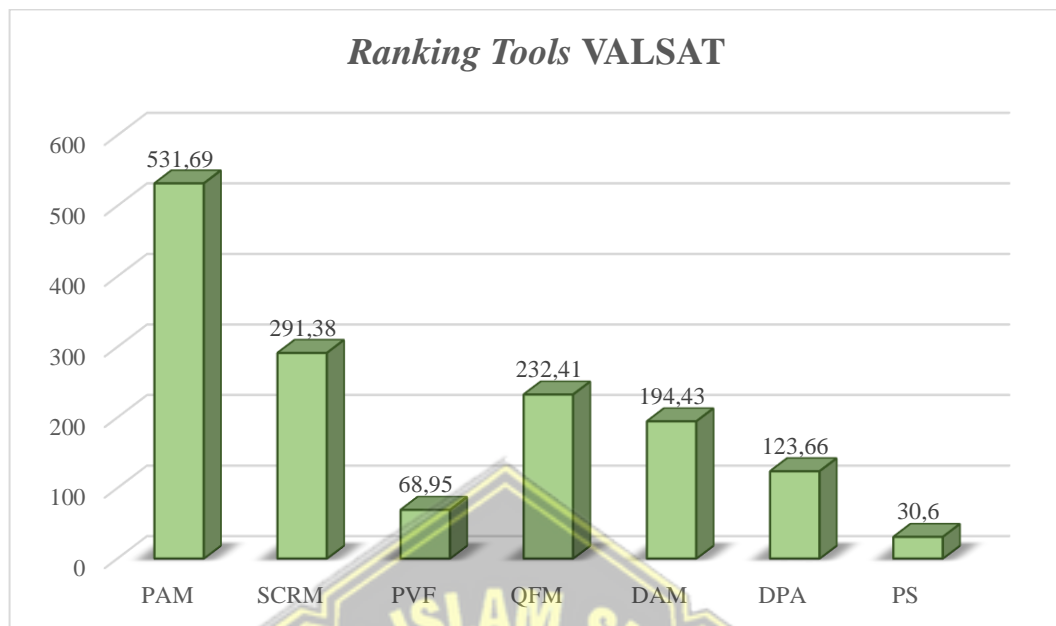
<i>Waste</i>	<i>Weight</i>	PAM	SCRM	PVF	QFM	DAM	DPA	PS
O	12,69	12,69	38,07	0	12,69	38,07	38,07	0
I	12,73	38,19	114,57	38,19	0	114,57	38,19	12,73
D	23,79	23,79	0	0	214,11	0	0	0
M	13,37	120,33	13,37	0	0	0	0	0
T	17,87	160,83	0	0	0	0	0	17,87

P	5,61	50,49	0	16,83	5,61	0	5,61	0
W	13,93	125,37	125,37	13,93	0	41,79	41,79	0
<b>Total</b>		<b>531,69</b>	<b>291,38</b>	<b>68,95</b>	<b>232,41</b>	<b>194,43</b>	<b>123,66</b>	<b>30,6</b>
<b>Ranking</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>7</b>

Berdasarkan dari hasil perhitungan pemilihan *tools* VALSAT pada **tabel 4.38** di atas dapat diketahui bahwa *tools Process Activity Mapping* (PAM) menduduki *ranking* pertama dengan total nilai yaitu sebesar 531,69, lalu urutan *ranking* kedua yaitu *tools Supply Chain Response Matrix* (SCRM) dengan total nilai yaitu sebesar 291,38, kemudian *ranking* ketiga adalah *tools Quality Filter Mapping* (QFM) dengan total nilai sebesar 232,41, *ranking* keempat adalah *tools Demand Amplification Mapping* (DAM) dengan total nilai sebesar 194,43, lalu *ranking* kelima adalah *tools Decision Point Analysis* (DPA) dengan total nilai sebesar 123,66, lalu *ranking* keenam adalah *tools Production Variety Funnel* (PVF) dengan total nilai sebesar 68,95 dan *ranking* ketujuh adalah *tools Physical Structure* (PS) dengan total nilai sebesar 30,6. Sehingga *tools* yang terpilih untuk digunakan menganalisis *waste* secara lebih detail adalah *tools process activity mapping* (PAM) sebagai peringkat terbesar atau pertama.

Dari hasil perhitungan pemilihan *tools* VALSAT di atas dapat digambarkan peringkat *tools* VALSAT dalam bentuk grafik dapat dilihat pada **gambar 4.26** berikut ini :





**Gambar 4.26** Peringkat *Tools* VALSAT

#### **4.2.4.1 Process Activity Mapping (PAM)**

Dari hasil perhitungan *ranking tools* VALSAT **tabel 4.38** di atas dimana *tools process activity mapping* merupakan *tools* pertama yang terpilih dari ketujuh *tools* VALSAT dengan peringkat pertama (terbesar). Proses *activity mapping* adalah *tools* yang digunakan untuk menganalisa aliran proses dan menggambarkan proses pemenuhan order secara detail langkah demi langkah. Penggambaran ini untuk mengidentifikasi berapa persen aktivitas yang merupakan aktivitas bernilai tambah (*value added activities*), aktivitas tidak bernilai tambah (*non value added activities*), aktivitas tidak bernilai tambah namun masih diperlukan (*necessary but non value added activities*). Selain itu *tools* PAM dapat membantu untuk mengidentifikasi adanya pemborosan sepanjang *value stream* (aliran nilai), mengidentifikasi bagian-bagian proses yang sekiranya dapat dilakukan perbaikan dengan mengeliminasi aktivitas yang tidak diperlukan, membuat proses yang lebih sederhana dan mengkombinasikan antar proses jika memungkinkan agar proses dapat berjalan lebih efisien.

Ada beberapa tahapan yang harus dilakukan dalam membuat *process activity mapping* yaitu :

- a. Mencatat semua aktivitas yang dilakukan dalam proses pembuatan benang

meliputi elemen kerja, mesin yang digunakan, waktu proses yang dibutuhkan, jarak *material handling* dan jumlah tenaga kerja yang ada di PT Kamaltex Indonesia.

b. Mengklasifikasikan semua aktivitas ke dalam aktivitas *operation* (O), *transport* (T), *inspection* (I), *storage* (S) dan *delay* (D). penjelasan masing-masing aktivitas tersebut yaitu :

- *Operation* yaitu aktivitas yang diperlukan untuk mengubah bahan baku menjadi produk jadi (*value added activities*)
- *Transport* yaitu aktivitas pemindahan bahan baku atau material, produk dalam proses dan produk jadi dari suatu proses ke proses lainnya.
- *Inspection* yaitu aktivitas pengawasan untuk menjamin atau menjaga kesesuaian produk dengan standar yang ditentukan.
- *Storage* yaitu aktivitas yang menggunakan waktu dan sumber daya selama produk dan bahan baku disimpan.
- *Delay* yaitu aktivitas dimana bahan baku dan produk yang masih dalam proses membutuhkan waktu menunggu (*waiting*) untuk diproses ke proses selanjutnya.

c. Mengelompokkan aktivitas-aktivitas yang tergoong dalam *value added activities* (VA), *non value added activities* (NVA) dan *necessary but non value added activities* (NNVA).

Untuk memperoleh data yang diperlukan dalam membuat *process activity mapping* dilakukan pengumpulan dan pengukuran data melalui observasi, wawancara dan pengukuran waktu secara langsung dengan alat bantu berupa *stopwatch* (jam henti) menggunakan *handphone*. Setelah semua data diperoleh, maka Langkah selanjutnya adalah dilakukan pembuatan *process activity mapping* benang pada **tabel 4.39** Sebagai berikut :

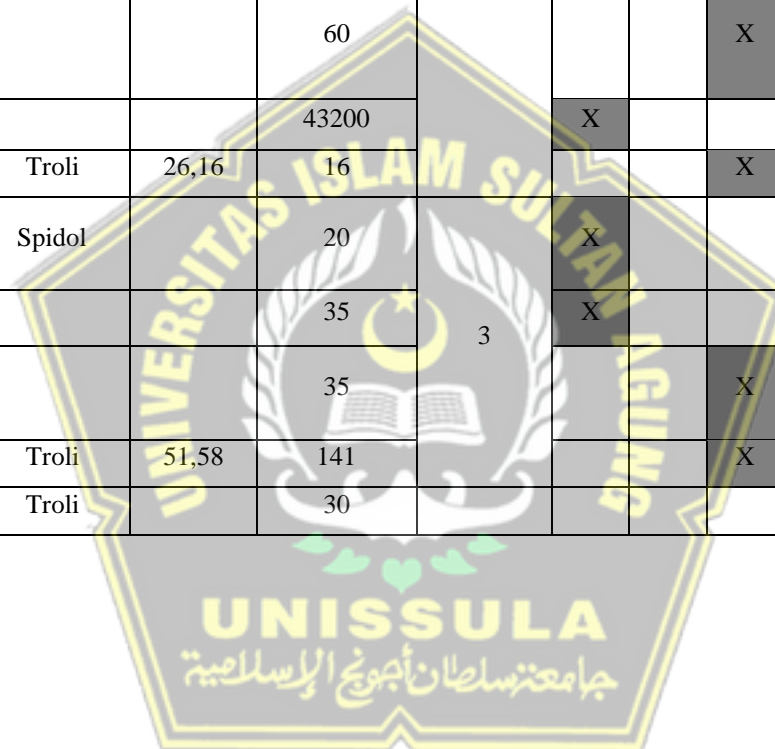
Tabel 4.39 Tools Process Activity Mapping

No	Kegiatan	Mesin/Alat	Jarak (meter)	Waktu (detik)	Jumlah Operator	Aktivitas					Kategori		
						Operation ○	Inspection □	Transport ➔	Delay □	Storage ▽	VA	NVA	NNVA
1	Memindahkan material kapas dari Gudang bahan baku ke <i>blowing area</i>	<i>Forklift</i>	241,27	138				X					138
2	Persiapan material dikeluarkan dari <i>bale</i>	<i>Handpallet</i>		150		X							150
3	Penataan <i>bale material</i> di lantai <i>blowing area</i> per set			1268	2	X							1268
4	Kebersihan + Pengecekan material			780			X						780
5	Proses <i>Blowing</i>	<i>Blowing</i>		2475		X					2475		
6	<i>Output</i> menunggu diproses <i>blowing</i>			50454					X			50454	
7	Transfer <i>ouput blowing</i> ke <i>carding</i>	Otomatis	13,64	Otomatis				X					Otomatis
8	Mengambil dan memasang <i>can</i>			20	2	X					20		

9		<i>Carding + doffing</i>	<i>Carding</i>		10584		X					10584		
10		Pengecekan <i>Carding</i>	Ne		90			X						90
11		Transfer <i>ouput carding</i> ke <i>drawing breaker</i>	Can	15,34	21				X					21
12	<b>Drawing Breaker</b>	Memasang <i>sliver can</i> ke dalam proses <i>drawing breaker</i>			200		X					200		
13		<i>Drawing breaker + doffing</i>	<i>Drawing</i>		1887		X					1887		
14		Pengecekan <i>drawing breaker</i>	Ne		60			X						60
15		<i>Output</i> menunggu diproses <i>drawing breaker</i>			6761					X			6761	
16		Transfer <i>output drawing breaker</i> ke <i>drawing finisher</i>	Can	9,98	6					X				
17	<b>Drawing Finisher</b>	Memasang <i>sliver can</i> kedalam proses <i>drawing finisher</i>			215		X					215		
18		<i>Drawing finisher + doffing</i>	<i>Drawing</i>		2092		X					2092		
19		Pengecekan <i>drawing finisher</i>	Ne		60			X						60
20		<i>Output drawing finisher</i> menunggu diproses			8197					X			8197	
21		Transfer <i>output drawing finisher</i> ke <i>roving</i>	Can	15,43	14					X				
22	<b>Roving</b>	Memasang <i>sliver can</i> ke dalam proses <i>roving</i>			600	2	X					600		

23		Memasang <i>bobbin roving</i>			420		X					420		
24		<i>Roving + doffing</i>	<i>Roving</i>		7200		X					7200		
25		Pengecekan <i>roving</i>	Ne			60		X						60
26		Transfer <i>roving</i> ke rak <i>roving</i>	Troli			25			X					25
27		<i>Output roving</i> menunggu diproses				11444				X			11444	
28		Transfer <i>roving</i> ke <i>spinning</i>	Troli	42,67	13				X					13
29	<i>Spinning</i>	Memasang cop benang ke <i>spinning + doffing</i>			Otomatis		X					Otomatis		
30		<i>Ring spinning frame</i>	RSF		5101	14	X					5101		
31		Pengecekan RSF				90		X						90
32		Transfer cop benang ke <i>winding</i>	Troli	107,1		79				X				79
33	<i>Winding</i>	Memasang cop benang di <i>magazine</i> proses <i>winding</i>			605		X					605		
34		<i>Winding</i>	<i>Winding</i>		4651	11	X					4651		
35		Pengecekan <i>winding</i>	Ne			90		X						90
36		Mengambil <i>cones</i>	Troli				X							120
37		Transfer <i>cones</i> ke UV <i>room</i>	Troli	20,89					X					15
38	<i>UV</i>	UV <i>room</i>	Sinar UV <i>lamp</i>					X						130

39		Transfer <i>cones</i> ke <i>conditional room</i>		10,79	22			X					22
40	Conditional room	Menempatkan <i>cones</i> ke <i>conditional room</i>			60			X					60
41		<i>Conditional room</i>			43200	X				43200			
42		Transfer ke <i>packing</i>	Troli	26,16	16			X					16
43	Packing	Menulis spesifikasi benang secara manual per sak karung	Spidol		20	X							20
44		<i>Packing</i>			35	X				35			
45		Menempatkan sak karung ke pallet			35			X					35
46		Transfer ke Gudang bahan jadi	Troli	51,58	141			X					141
47		Gudang bahan jadi	Troli		30				X				30



Berdasarkan *process activity mapping* (PAM) pembuatan benang di atas, maka dapat dibuat tabel ringkasan perhitungan dan persentase PAM pada **tabel 4.40** berikut ini :

**Tabel 4.40** Rekapitulasi *Tools* PAM

Rekapitulasi			
Aktivitas	Jumlah	Waktu (detik)	Persentase (%)
<i>Operation</i>	20	80842	50,63%
<i>Inspection</i>	8	1360	0,85%
<i>Transportation</i>	14	584	0,37%
<i>Delay</i>	4	76856	48,13%
<i>Storage</i>	1	30	0,02%
Total	47	159672,4	100%

**Tabel 4.41** Rekapitulasi *Tools* PAM

Rekapitulasi			
Aktivitas	Jumlah	Waktu (detik)	Persentase (%)
VA	16	79284	49,65%
NVA	4	76856	48,13%
NNVA	27	3532	2,21%
Total	47	159672,4	100%

Dari **tabel 4.40** di atas dapat dilihat waktu yang diperlukan pada aktivitas keseluruhan proses pembuatan benang selama 159.672,4 detik dengan jumlah aktivitas sebanyak 47 aktivitas antar lain aktivitas *operation* sebanyak 20 aktivitas, *inspection* sebanyak 8 aktivitas, *transportation* sebanyak 14 aktivitas, *delay* sebanyak 4 aktivitas dan *storage* sebanyak 1 aktivitas.

Setelah melakukan rekapitulasi aktivitas kegiatan proses produksi menggunakan *tools* PAM Langkah selanjutnya adalah mengelompokkan aktivitas kegiatan proses produksi tersebut ke dalam bentuk VA, NVA, dan NNVA dari **tabel 4.41** di atas dapat dilihat bahwa aktivitas kegiatan proses produksi benang masih kurang efektif dikarenakan presentase dari aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah atau NVA masih tinggi sehingga perlu dilakukan identifikasi mendalam

tentang penyebab timbulnya *waste* dan melakukan perbaikan agar aktivitas proses kegiatan produksi benang menjadi lebih efektif lagi.

#### 4.2.4.2 Manufacturing Cycle Effectiveness

Berdasarkan hasil *process activity mapping* maka selanjutnya dilakukan Analisa dengan menggunakan alat analisis *manufacturing cycle effectiveness* untuk mengetahui pengurangan pada aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non value added activities*) yang diharapkan tidak terdistorsi. Terlihat pada **tabel 4.41** bahwa nilai aktivitas yang bernilai tambah (*value added (VA) activities*) adalah sebesar 79284 detik, sedangkan nilai aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non value added (NVA) activities*) adalah sebesar 76856 detik dan nilai aktivitas yang tidak bernilai tetapi dibutuhkan (*necessary but non-value added (NNVA) activities*) adalah 3418 detik, sehingga total aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah adalah sebesar 80274 detik.

$$\text{Manufacturing Cycle Effectiveness} = \frac{\text{Processing Time}}{\text{Cycle Time}} \quad (1)$$

Nilai *cycle time* terdiri dari *Processing time*, *waiting time*, *moving time*, *inspection time* dan *storage time*.

Menggunakan persamaan 1 maka perhitungan nilai MCE adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{MCE} &= \frac{\text{Processing Time}}{\text{Cycle Time}} = \frac{\text{VAA}}{\text{VAA} + \text{NVA} + \text{NVAA}} \\ &= \frac{79284}{79284 + 76856 + 3532} = \frac{79284}{159672,4} = 0,496 = 49,6\% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil nilai MCE yaitu sebesar 49,6% dapat diketahui bahwa aktivitas produksi pemintalan benang mengonsumsi aktivitas 49,6% dan yang tidak bernilai tambah sebesar 50,3%. Berdasarkan perhitungan MCE tersebut maka perhitungan  $\text{MCE} < 100\%$  hal ini menunjukkan bahwa proses produksi yang berlangsung belum ideal karena masih mengandung *non value added activities* bagi konsumen. proses produksi yang ideal adalah rangkain proses yang menghasilkan *cycle time* sama dengan *processing time*, yaitu MCE sebesar 100%.

#### 4.2.5 Analisis Penyebab Waste Kritis dengan RCA (Root Cause Analysis)

Berdasarkan hasil identifikasi *waste* yang telah dilakukan dengan



menggunakan konsep WAM dapat diketahui bahwa 3 *waste* kritis/dominan dengan persentase tertinggi adalah *waste defect*, *waste transportation*, dan *waste waiting* sehingga hal ini perlu dilakukan analisa lebih lanjut, apa yang menjadi akar penyebab masalah terjadinya 3 *waste* tersebut.

Tujuan dari penggunaan RCA adalah untuk mengetahui penyebab suatu masalah atau kejadian (*waste*) untuk mengidentifikasi akar-akar penyebab masalah tersebut. Pencarian akar permasalahan dilakukan dengan menggunakan *tool 5 Why's*.

### 1. *Waste Defect*

Berikut merupakan tabel *Root Cause Analysis* dengan menggunakan *tool 5 Why's* pada *waste Defect* :

#### a. *Waste Defect* pada Proses *Ring Spinning Frame*

Berikut merupakan **tabel 4.42** *Root Cause Analysis* untuk *waste defect* pada proses *ring spinning frame* :

**Tabel 4.42** Analisis 5 *Why's* untuk *waste Defect* pada Proses *Ring Spinning Frame*

Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
Waste Defect	<i>Lapping Back Bottom Roll</i>	Benang putus dan telat disambung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adanya kecacatan pada <i>top roll</i></li> <li>• Kesalahan pada metode kerja</li> <li>• Kurangnya konsentrasi dalam bekerja sehingga ketelitian berkurang</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Setting</i> mesin yang tidak tepat</li> <li>• Perlakuan manusia yang tidak sesuai, yaitu dengan menggunakan pisau untuk membersihkan <i>lapping</i> tidak hati-hati.</li> <li>• Kurangnya pengawasan terhadap kinerja karyawan.</li> <li>• Kurangnya kemampuan dan pengetahuan sumber daya manusia</li> <li>• Kondisi ruangan yang cukup panas dan bising</li> </ul>
	<i>Spindle tape Meleset</i>	• Kecepatan mesin terlalu tinggi	• <i>Boster spindle</i> goyang atau cepat rusak	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Setting</i> mesin yang tidak tepat</li> <li>• Kurangnya pengawasan</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kelalaian sistem kerja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Spindle</i> tertarik saat proses <i>doffing</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>terhadap kinerja karyawan</li> <li>• Kurangnya kemampuan dan pengetahuan sumber daya manusia</li> </ul>
Terompet tersumbat	<i>Fly waste</i> menumpuk pada terompet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terompet kasar</li> <li>• Banyaknya <i>fly waste</i> pada ruangan</li> <li>• Kurangnya ketelitian dan konsentrasi dalam bekerja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kandungan <i>oil</i> pada bahan baku yang menempel pada terompet</li> <li>• Kondisi ruangan yang cukup panas dan bising</li> <li>• Kurangnya kemampuan dan pengetahuan sumber daya manusia</li> </ul>	
Tanpa <i>Bottom Apron</i> Berproduksi	<i>Apron</i> putus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adanya <i>lapping</i></li> <li>• Kesalahan metode kerja</li> <li>• Kurangnya ketelitian dan konsentrasi dalam bekerja</li> <li>• Kualitas <i>bottom apron</i> rendah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Setting</i> mesin yang tidak tepat</li> <li>• Banyaknya <i>fly waste</i> pada ruangan</li> <li>• Perlakuan manusia yang tidak sesuai, yaitu dengan menggunakan pisau untuk membersihkan <i>lapping</i></li> <li>• Kondisi ruangan yang cukup panas dan bising</li> <li>• Kurangnya kemampuan dan pengetahuan sumber daya manusia</li> <li>• Kurangnya pengawasan terhadap kinerja karyawan</li> <li>• Menghemat biaya</li> </ul>	

Berdasarkan **tabel 4.42** analisis *5 why's* untuk *waste defect* pada proses *ring spinning frame* di atas menunjukkan bahwa akar penyebab *waste defect* yang terjadi disebabkan karena perlakuan operator yang tidak sesuai, yaitu saat membersihkan *lapping* operator menggunakan pisau dengan tidak berhati-hati. Oleh karena itu, perlu menerapkan *autonomous maintenance*, agar mampu mengoptimalkan

performansi mesin. Perawatan mesin dengan *autonomous maintenance* tersebut sangat diperlukan keikutandilan dari operator produksi bukan hanya dari operator *maintenance* saja, karena dengan diterapkannya cara tersebut diharapkan dapat mencegah terjadinya mesin *trouble* dan proses produksi dapat berjalan dengan optimal. Selain itu, akar penyebab yang terjadi yaitu kurangnya ketelitian dan konsentrasi dalam bekerja. Berdasarkan hal tersebut, maka untuk mengatasi permasalahan ini yaitu dengan memberikan fasilitas kerja berupa *ear plug* untuk mengurangi kebisingan ruangan, sehingga operator produksi dapat berkonsentrasi saat bekerja dan teliti.

b. *Waste Defect* pada Proses *Winding*

Berikut merupakan **tabel 4.43** *Root Cause Analysis* untuk *waste defect* pada proses *winding* :

**Tabel 4.43** Analisis 5 *Why's* untuk *waste Defect* pada Proses *Winding*

<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>	<i>Why 4</i>	<i>Why 5</i>
<i>Waste Defect</i>	Benang <i>Stiching</i>	Bentuk gulungan benang bagian atas saling menyilang	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cacat dekat <i>drum nose</i></li> <li>• Tegangan tidak tepat/bervariasi</li> <li>• Variasi tegangan menurun</li> <li>• <i>Cradle</i> menurun</li> <li>• Sensor tidak bekerja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurangnya ketelitian dalam bekerja</li> <li>• Kurangnya pelatihan pekerja</li> <li>• SOP belum dijalankan dengan baik</li> <li>• Daya tahan tubuh pekerja menurun</li> </ul>
	Benang <i>Ribon</i>	Gulungan benang yang berada di dalam menonjol keluar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tegangan mesin rendah</li> <li>• Daya tensor tidak tepat</li> <li>• <i>Setting ribbon brick</i> tidak sesuai</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurangnya ketelitian dalam bekerja</li> <li>• Kurangnya pelatihan pekerja</li> <li>• SOP belum dijalankan dengan baik</li> <li>• Daya tahan tubuh pekerja menurun</li> </ul>
	Benang Belang	Tercampurnya	Salah kodefikasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kodefikasi kurang</li> </ul>

		dua jenis material yang berbeda	pada Lot material	<p>jelas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurangnya ketelitian dalam bekerja</li> <li>• Kurangnya pengawasan terhadap kinerja karyawan</li> <li>• Kurangnya kemampuan dan pengetahuan sumber daya manusia</li> </ul>
	Benang Kotor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Benang jatuh</li> <li>• Benang terkena cat troli</li> <li>• Benang terkena cat <i>paper cones</i></li> <li>• Mesin kotor</li> <li>• Lantai kotor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurangnya konsentrasi</li> <li>• Kesalahan metode kerja</li> <li>• Kurangnya kesadaran terhadap kebersihan lingkungan kerja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kondisi ruangan yang cukup panas dan bising</li> <li>• Kurangnya kemampuan dan pengetahuan sumber daya manusia</li> </ul>

Berdasarkan **tabel 4.43** analisis *5 why's* untuk *waste defect* pada proses *winding* di atas menunjukkan bahwa akar penyebab *waste defect* yang terjadi disebabkan karena kurangnya kesadaran terhadap kebersihan lingkungan kerja. Oleh karena itu perlu merancang 5S yang bertujuan untuk menciptakan kondisi lingkungan lantai produksi yang bersih dan rapi serta menyehatkan bagi semua pekerja di area produksi. Sementara kondisi lingkungan yang kotor justru akan menurunkan perasaan karyawan untuk menghargai perusahaan, pekerjaan dan bahkan diri pribadi.

## 2. *Waste Transportation*

Berikut merupakan tabel *Root Cause Analysis* dengan menggunakan *tool 5 Why's* pada *waste Transportation* :

**Tabel 4.44** Analisis 5 *Why's* untuk *waste Transportation*

<b>Why 1</b>	<b>Why 2</b>	<b>Why 3</b>	<b>Why 4</b>	<b>Why 5</b>
<i>Waste Transportation</i>	<i>Layout</i> produksi kurang efisien	Jarak tempuh antar stasiun kerja yang cukup jauh	Kelelahan pada pekerja	Alat transportasi terbatas

Berdasarkan **tabel 4.44** analisis 5 *why's* untuk *waste transportation* di atas menunjukkan bahwa akar penyebab *waste transportation* yang terjadi disebabkan karena jarak antar stasiun kerja cukup jauh. Oleh karena itu, perlu merancang tata letak Perusahaan (*re-layout*) agar *layout* Perusahaan menjadi lebih efisien dan proses produksi yang berjalan dapat menjadi lebih searah.

### 3. *Waste Waiting*

Berikut merupakan tabel *Root Cause Analysis* dengan menggunakan *tool 5 Why's* pada *waste Waiting* :

**Tabel 4.45** Analisis 5 *Why's* untuk *waste Waiting*

<b>Why 1</b>	<b>Why 2</b>	<b>Why 3</b>	<b>Why 4</b>	<b>Why 5</b>
<i>Waste Waiting</i>	<i>Output Roving</i> menunggu diproses	Kapasitas produksi <i>roving</i> melebihi kapasitas proses selanjutnya	Mesin <i>ring spinning</i> sedang <i>breakdown</i>	Aliran proses produksi dengan system dorong ( <i>push system</i> )
	Keterlambatan pada proses <i>ring spinning</i> menyuplai <i>output</i> Ke proses selanjutnya	Terjadi <i>Lapping</i>	<i>Delay</i> saat mesin <i>breakdown</i> , sehingga harus dilakukan <i>maintenance</i> ekstra	Operator produksi kurang fokus dalam melakukan pekerjaan
	<i>Delay time</i> saat proses <i>packing</i>	Pihak manajemen <i>order</i> sak karung yang belum berspesifikasi	Spesifikasi produk benang ditulis manual per sak dengan spidol sebelum <i>packing</i>	Kurangnya tenaga kerja

Berdasarkan **tabel 4.45** analisis 5 *why's* untuk *waste waiting* di atas menunjukkan bahwa akar penyebab *waste waiting* yang terjadi disebabkan karena

kapasitas produksi *roving* melebihi kapasitas proses selanjutnya. Hal tersebut juga terjadi pada proses sebelum *roving* yaitu pada proses *blowing*, *drawing breaker*, *drawing finisher*. Oleh karena itu perlu menerapkan sistem tarik yang bertujuan untuk menghilangkan *delay* sehingga tidak terjadi penumpukan *inventory* di setiap proses sebelumnya.

#### 4.2.6 Usulan Perbaikan dengan 5W+1H

Berdasarkan analisis penyebab *waste* kritis dengan RCA yaitu menggunakan metode 5 *why*'s, maka selanjutnya dapat mengusulkan rekomendasi perbaikan yang harus dilakukan dengan metode 5W+1H.

##### 1. Waste Defect

Berikut merupakan tabel 5W+1H untuk *waste defect* :

##### a. Waste Defect pada Proses Ring Spinning Frame

Berikut merupakan tabel 4.46 5W+1H untuk *waste defect* pada proses *ring spinning frame* :

Tabel 4.46 5W+1H Waste Defect di Ring Spinning Frame

Jenis Waste (What)	Sumber Waste (Where)	Penanggung Jawab (Who)	Waktu Terjadi (When)	Penyebab (Why)	Rekomendasi Perbaikan (How)
<i>Lapping Back Bottom Roll</i>	Mesin Ring Spinning Frame	Operator produksi	Pada saat produksi	Perlakuan operator yang tidak sesuai, yaitu saat membersihkan <i>lapping</i> menggunakan pisau tidak berhati-hati.	Menerapkan <i>autonomous maintenance</i> , agar mampu mengoptimalkan performansi mesin
<i>Spindle tape Meleset</i>	Mesin Ring Spinning Frame	Operator produksi	Pada saat produksi	<i>Boster spindle</i> goyang atau cepat rusak	Melakukan pengawasan proses produksi secara teratur
Terompet tersumbat	Mesin Ring Spinning Frame	Operator produksi	Pada saat produksi	Banyak <i>fly waste</i> pada ruangan	Menambahkan alat kebersihan udara

Tanpa <i>Bottom</i> <i>Apron</i> Berproduksi	Mesin <i>Ring</i> <i>Spinning</i> <i>Frame</i>	Operator produksi	Pada saat produksi	Kurangnya ketelitian dan konsentrasi dalam bekerja	Memberikan fasilitas kerja berupa <i>ear plug</i> untuk mengurangi kebisingan ruangan
---	--	----------------------	-----------------------	--	--

b. *Waste Defect* pada Proses *Winding*

Berikut merupakan **tabel 4.47 5W+1H** untuk *waste defect* pada proses *ring spinning frame* :

**Tabel 4.47 5W+1H Waste Defect di Winding**

Jenis Waste ( <i>What</i> )	Sumber Waste ( <i>Where</i> )	Penanggung Jawab ( <i>Who</i> )	Waktu Terjadi ( <i>When</i> )	Penyebab ( <i>Why</i> )	Rekomendasi Perbaikan ( <i>How</i> )
Benang <i>Stiching</i>	Mesin <i>Winding</i>	Operator produksi	Pada saat produksi	Variasi tegangan menurun	Menjalankan SOP kerja saat <i>setting</i> mesin dengan baik dan tepat
Benang <i>Ribon</i>	Mesin <i>Winding</i>	Operator produksi	Pada saat produksi	<i>Setting ribbon brick</i> tidak sesuai	
Benang Belang	Mesin <i>Blowing</i>	Operator produksi	Pada saat produksi	Salah kodefikasi pada Lot material sehingga material tercampur	Pembuatan <i>visual display</i> sesuai dengan SOP pembuatan resep kodefikasi pada lot material
Benang Kotor	Mesin <i>Winding</i>	Operator produksi	Pada saat produksi/saat <i>packing</i>	Kurangnya kesadaran terhadap kebersihan lingkungan kerja	Merancang 5S

## 2. Waste Transportation

Berikut merupakan tabel 4.48 5W+1H untuk waste transportation :

Tabel 4.48 5W+1H Waste Transportation

Jenis Waste (What)	Sumber Waste (Where)	Penanggung Jawab (Who)	Waktu Terjadi (When)	Penyebab (Why)	Rekomendasi Perbaikan (How)
Layout produksi kurang efisien	<ul style="list-style-type: none"> <li>Transportasi dari Gudang bahan baku ke <i>blowing area</i> Gedung <i>spinning 1</i></li> <li>Transportasi dari proses <i>ring spinning</i> ke <i>winding</i></li> </ul>	Operator produksi	Pada saat produksi	Jarak antar stasiun kerja cukup jauh	Merancang tata letak Perusahaan ( <i>re-layout</i> )

## 3. Waste Waiting

Berikut merupakan tabel 4.49 5W+1H untuk waste waiting :

Tabel 4.49 5W+1H Waste Waiting

Jenis Waste (What)	Sumber Waste (Where)	Penanggung Jawab (Who)	Waktu Terjadi (When)	Penyebab (Why)	Rekomendasi Perbaikan (How)
Output Roving menunggu diproses	Mesin <i>roving</i>	Operator produksi	Pada saat produksi	Kapasitas produksi <i>roving</i> melebihi kapasitas proses selanjutnya	Menerapkan sistem tarik
Keterlambatan pada proses <i>ring spinning</i> menyuplai output	Mesin <i>ring spinning frame</i>	Operator produksi	Pada saat produksi	<i>Delay</i> saat mesin <i>breakdown</i> , sehingga harus	Perawatan mesin secara berkala



Ke proses selanjutnya				dilakukan <i>maintenance</i> ekstra	
Terjadi <i>delay time</i> saat proses <i>packing</i>	<i>Packing area</i>	Operator <i>packing</i>	Pada saat <i>packing</i>	Kurangnya tenaga kerja	Penambahan jumlah tenaga kerja

#### 4.2.7 Rekomendasi Perbaikan

Berdasarkan hasil proses analisis penyebab masalah *waste* dengan metode RCA yaitu dengan penggunaan 5 *why's*, kemudian dapat direkomendasikan usulan perbaikan yang akan dilakukan dengan menggunakan 5W+1H maka diharapkan dapat membantu meminimumkan *waste* yang terjadi pada saat proses produksi berlangsung sebagai langkah perancangan dengan pendekatan konsep *lean manufacturing* sehingga mampu menciptakan proses produksi yang lebih efisien. Adapun usulan perbaikan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

##### 1. *Autonomous maintenance*

Rekomendasi kegiatan *maintenance* ini ditujukan untuk mengurangi *waste defect*, *waiting* dan *inventory*. Selama pengamatan pada aktivitas produksi berlangsung sering kali dijumpai adanya ketiga *waste* tersebut dikarenakan banyaknya abnormal yang ditemukan.

Cara pandang terhadap *Maintenance* adalah bahwa apapun yang terkait dengan mesin dan peralatan produksi meskipun hanya perawatan dasar adalah mutlak tanggung jawab bagian departemen *maintenance*. Padahal, cara pandang ini tidak dapat menghilangkan *breakdown* dan *defect* yang kerap terjadi. Oleh karena itu, TPM secara sederhana mengenalkan cara pandang baru untuk meminimasi *breakdown* dan *defect* tersebut dengan melibatkan operator produksi dalam Upaya merawat kondisi dasar mesin yang bisa dilakukan sehari-hari yang biasa disebut *Autonomous maintenance*.

Berikut merupakan Langkah-langkah penerapan *Autonomous maintenance*.

1. Menjaga kebersihan area kerja
  - Kebersihan adalah inspeksi
  - Inspeksi berarti mencari dan menemukan masalah

- Masalah adalah untuk diperbaiki dan sekaligus peluang untuk berkembang dan maju.
2. Menangani area yang sulit dan mengurangi sumber masalah
    - Menghentikan kontaminasi dengan sumber masalah
    - Meminimalkan kontaminasi
    - Modifikasi peralatan untuk memudahkan pembersihan dan penanganan lebih lanjut
  3. Membuat standar-standar perawatan dasar
 

Operator produksi menganalisa kebiasaan kerjanya dan Menyusun standar-standar perawatan dasar yang dibutuhkan dalam kerja. Standar-standar ini berupa aktivitas yang bisa dipahami, realistic, efisien, dan efektif.
  4. Pengecekan umum
    - Mempelajari struktur dan fungsi-fungsi mesin dan *sparepart*
    - Melatih pemahaman hingga pelaksanaan inspeksi mesin.
    - Memperbaiki masalah-masalah baru yang ditemukan.
    - Membuat *visual control* untuk memudahkan pemeriksaan kondisi mesin.
  5. Melakukan *Autonomous inspection*

Pembuatan *check sheet Autonomous checking* dan pelaksanaannya.
  6. Standarisasi dan menyempurnakan *Autonomous control*

Menstandarkan *item control* di lapangan dan mensistematisasikan dengan sempurna manajemen pemeliharannya.

Tujuan dengan menerapkan *Autonomous maintenance* pada rantai produksi Gedung *spinning* 1 adalah menciptakan iklim kerja yang efektif dan efisien, Dimana harapannya mampu mengoptimalkan performansi mesin sehingga efisiensi mesin meningkat dan secara tidak langsung mengurangi *waste waiting, defect, dan motion*. Akan tetapi tujuan tersebut tidak akan tercapai apabila kondisi lingkungan, mesin dan peralatan kerja penuh dengan kotoran, debu, *flywaste* dll. Asumsinya adalah karyawan akan bekerja dengan baik apabila peralatan kerja yang dioperasikan bekerja dengan baik pula.

## 2. Penambahan fasilitas kerja

Adapun usulan perbaikan terhadap fasilitas kerja akan dijelaskan sebagai

berikut.

❖ Memberi *ear plug*

Proses produksi pada ring spinning frame Dimana setelah dilakukan pengukuran kebisingan pada proses tersebut dengan menggunakan alat ukur berupa sound level meter diketahui bahwa mesin spinning menyebabkan terjadinya kebisingan antara 90-95 Db sedangkan ambang batas manusia menerima suara adalah sebesar 85 Db. Hal ini apabila didengar oleh manusia dalam jangka waktu yang paanjang mampu menimbulkan berbagai macam gangguan, yaitu : gangguan pendengaran, fisiologis, komunikasi, performance, gangguan tidur dan psikologis.

❖ Memberi masker

Sebagai pelindung pada bagian pernapasan seperti hidung serta mulut, untuk meminimalisir terhirupnya *fly waste* ke rongga pernapasan. Sehingga secara tidak langsung akan meminimalisasi resiko gangguan pernapasan akibat terjadinya *fly waste* tersebut.

### 3. Perancangan 5S

5S merupakan pendekatan sistematis untuk meningkatkan lingkungan kerja, proses-proses, dan produk dengan melibatkan karyawan di lantai produksi. Kondisi lingkungan yang bersih dan rapi akan berpengaruh terhadap kinerja operator dalam melakukan setiap aktivitasnya. Hal ini juga akan berpengaruh pada hasil produksi benang *polyester* di Gedung *spinning* 1. Maka untuk menciptakan kondisi lingkungan kerja yang baik digunakan konsep 5S (*seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke*)

❖ Perancangan *seiri* (pemilahan)

*Seiri* merupakan pemilahan barang-barang. Barang-barang yang masih digunakan dipisahkan dan disimpan sedangkan barang-barang yang sudah tidak digunakan disingkirkan. Pada kondisi aktual lantai produksi Gedung *spinning* 1 terlihat bahwa terdapat beberapa *can carding, drawing breaker, dan drawing finisher* yang tidak terpakai yang justru mempersempit area produksi dan bahkan tercampur dengan *can* yang berisi *sliver* sehingga menghambat jalannya proses produksi. Maka dari itu perlu dilakukan

pemilahan pada *can* yang digunakan dan menyingkirkan *can* yang tidak terpakai. Hal ini dilakuakn agar pada area kerja hanya terdapat barang-barang yang diperlukan saat proses produksi.

❖ Perancangan *seiton* (Penataan)

Perancangan *seiton* berarti menentukan tata letak yang tertata rapi sehingga operator selalu dapat menemukan barang yang diperlukan. Perancangan *seiton* dilakukan untuk mencegah pencarian barang saat dibutuhkan. Berkaitan dengan *seiri*, penataan dilakuakn pada *can* yang telah dipilah, karena pada kondisi aktual terlihat bahwa *can* berserakan dan kurang tertata yang mengakibatkan operator perlu melakukan pencarian dan menghambat pergerakan material (macet), maka dari itu perlu dilakukan penataan yang rapi terhadap peralatan produksi yang digunakan sehingga mampu memperlancar pergerakan *material handling*.

❖ Perancangan *seiso* (pembersihan)

*Seiso* dilakukan dengan usaha mempertahankan area kerja agar tetap bersih dan rapi. Salah satu syarat untuk menciptakan lingkungan yang bersih adalah menyediakan alat kebersihan dalam jumlah yang cukup. Penyediaan alat kebersihan yang cukup akan memperlancar kegiatan kebersihan. Selain itu dalam menjaga lingkungan kerja agar tetap rapi dan bersih, perlu adanya jadwal rutin untuk melakukan pembersihan area kerja setiap harinya. Jadwal pembersihan area kerja ini diberikan kepada seluruh operator. Kegiatan ini dilakukan 10 menit setelah jam pulang kerja. Selain itu pada proses spinning perlu adanya penambahan *cleaning service* mengingat bahwa proses spinning membutuhkan Tingkat kebersihan yang baik dikarenakan banyaknya *flywaste* pada area produksi, *flywaste* merupakan salah satu factor yang menyebabkan mesin menjadi *lapping*.

❖ Perancangan *Seiketsu* (Standarisasi)

Dalam istilah 5S, *seiketsu* berarti terus menerus dan secara berulang-ulang memelihara pemilahan, penataan dan pembersihannya. *Seiketsu* bertujuan untuk menstandarisasikan atau menciptakan konsistensi implementasi 3S sebelumnya. Dalam penerapan *seiketsu* dapat melakukan pembuatan aturan

kerja yang digunakan untuk menginstruksikan Tindakan yang harus dilakukan operator dalam menjaga pelaksanaan 3S di area kerja. Pembuatan aturan kerja ini bertujuan agar operator selalu mengingat dan memelihara kegiatan 3S setiap saat di area kerja. Selain membuat aturan kerja, manajemen visual juga merupakan salah satu Langkah untuk menerapkan *seiketsu* di lingkungan kerja. Manajemen visual yang dibuat berupa poster yang berguna sebagai pemberitahuan atau sebagai penghimbau kepada operator untuk selalu membudayakan 5S di seluruh area kerja setiap saat.

❖ Perancangan *Shitsuke* (Pembiasaan)

Tujuan penerapan *shitsuke* adalah untuk menjamin keberhasilan dan kesinambungan program 5S sebagai salah satu disiplin. Dalam mengukur keberhasilan dari program 5S yang dijalankannya maka perlu adanya jadwal audit 5S. tujuan dari kegiatan audit ini adalah untuk mengetahui perkembangan dalam menjalankan 5S yang ingin dicapai dan melakukan perbaikan.

Penerapan konsep 5S pada Gedung *spinning* 1 ini bertujuan untuk menciptakan kondisi lingkungan lantai produksi yang bersih dan rapi serta menyehatkan bagi semua pekerja di area produksi. Sementara kondisi lingkungan yang kotor justru akan menurunkan perasaan karyawan untuk menghargai Perusahaan, pekerjaan dan bahkan diri pribadi. Kondisi lingkungan yang kotor dan berantakan tersebut akan memicu timbulnya *breakdown*, *defect*, *stoppage*, dan rasa malas.

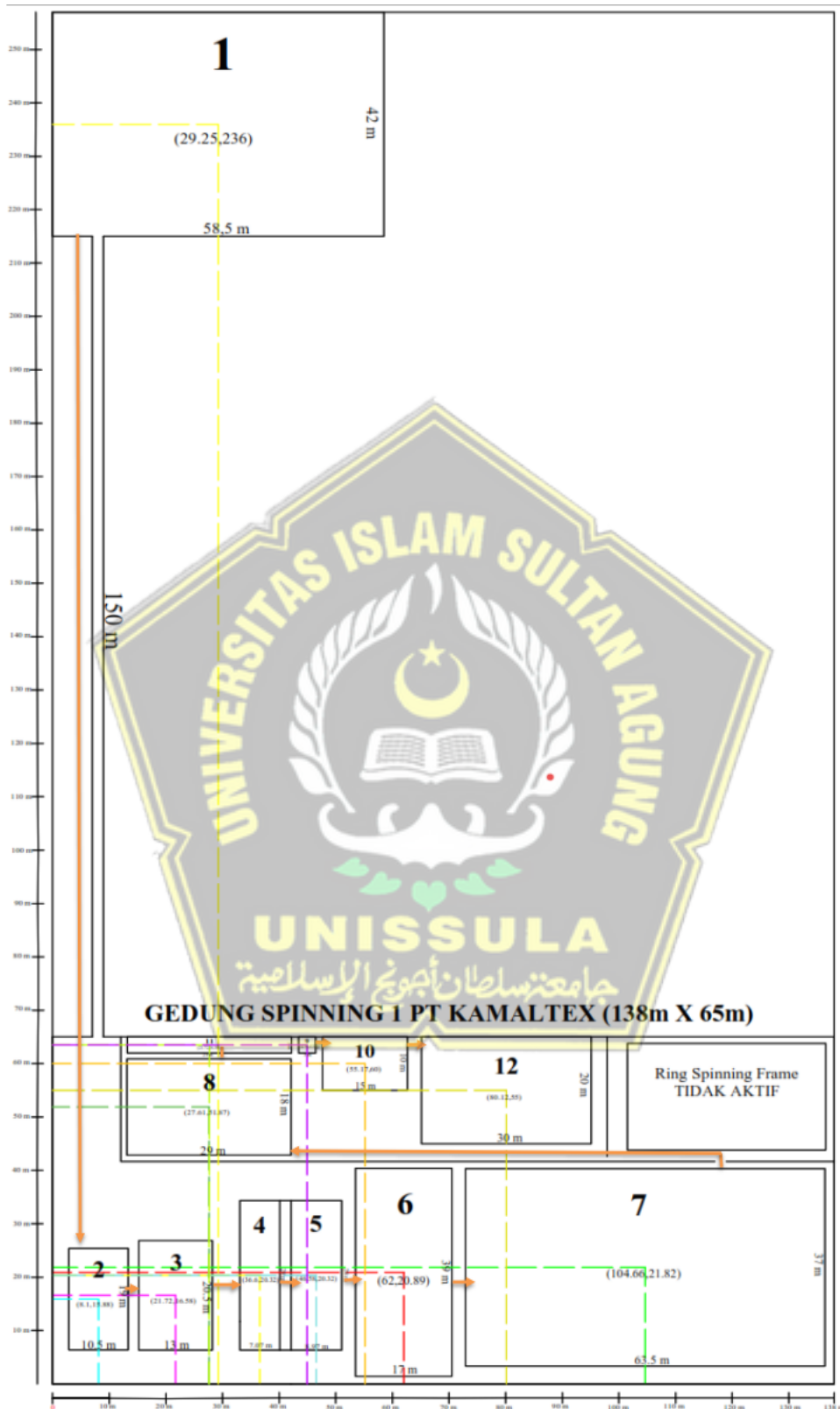
Harapannya dengan menerapkan konsep 5S adalah mengurangi *waste motion*, *waiting*, *process*, dan yang terutama *waste defect*. Mengintegrasikan konsep 5S dengan *Autonomous maintenance* secara berkesinambungan mampu mengurangi *lead time* produksi yang Panjang yang diakibatkan oleh *waste* yang terjadi. Hal ini menunjukkan bahwa suatu proses dapat berjalan lebih cepat dari standar waktu yang ditetapkan untuk membuat satu unit produk tertentu.

**4. Perbaikan *layout* pada bagian produksi (*re-layout*)**

*Layout* yang diterapkan sekarang di PT Kamaltex Indonesia belum efektif dan efisien sehingga perlu dilakukan adanya *re-layout* guna untuk mengurangi

adanya *waiting time* transportasi. Secara teknis hal tersebut terjadi karena pada proses Gudang bahan baku menuju proses *Gedung Spinning 1* (menuju *Blowing*) yang dimana panjangnya jarak perpindahan material (*material handling*), selain itu pada proses *Ring Spinning Frame* menuju proses *Winding* memiliki jalur yang panjangnya jarak perpindahan material (*material handling*), pada permasalahan tersebut dapat mengakibatkan *waiting* (pemborosan waktu) yang mengganggu pada proses kegiatan produksi benang. Pada **gambar 4.27** merupakan gambaran *layout* saat ini :





- Keterangan kode :**
- 1 = Gudang bahan baku
  - 2 = *Blowing*
  - 3 = *Carding*
  - 4 = *Drawing Breaker*
  - 5 = *Drawing Finisher*
  - 6 = *Roving*
  - 7 = *Ring Spinning Frame*
  - 8 = *Winding*
  - 9 = *UV room*
  - 10 = *Conditional room*
  - 11 = *Packing*
  - 12 = Gudang bahan jadi

Gambar 4.27 Layout Awal Perusahaan

Selanjutnya yaitu menghitung luas per stasiun kerja dapat dilihat pada **tabel**

4.50 di bawah ini :

**Tabel 4.50** Luas per Stasiun Kerja

No	Stasiun Kerja	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m <sup>2</sup> )
1	Gudang Bahan Baku	58,5	42	2457
2	<i>Blowing</i>	19	10,5	199,5
3	<i>Carding</i>	20,5	13	266,5
4	<i>Drawing Breaker</i>	28	7,07	197,96
5	<i>Drawing Finisher</i>	28	8,97	251,16
6	<i>Roving</i>	39	17	663
7	<i>Ring Spinning Frame</i>	63,5	37	2349,5
8	<i>Winding</i>	29	18	522
9	<i>UV Room</i>	3	3	9
10	<i>Conditional Room</i>	15	10	150
11	<i>Packing</i>	29	3	87
12	Gudang Bahan Jadi	30	20	600

Untuk mengetahui jarak perpindahan material *layout* awal maka selanjutnya yaitu dilakukan perhitungan jarak *Euclidean* untuk jarak lurus dan jarak *Rectilinear* untuk jarak tegak lurus yaitu pada **tabel 4.51** dibawah ini :

**Tabel 4. 51** Titik Koordinat *Layout* Awal

Stasiun Kerja	Centeroid	
	X	Y
Gudang Bahan Baku	29,25	236
<i>Blowing</i>	8,1	15,88
<i>Carding</i>	21,72	16,58
<i>Drawing Breaker</i>	36,6	20,32
<i>Drawing Finisher</i>	46,58	20,32
<i>Roving</i>	62	20,89
<i>Ring Spinning Frame</i>	104,66	21,82
<i>Winding</i>	27,61	51,87
<i>UV Room</i>	44,96	63,5
<i>Conditional Room</i>	55,17	60
<i>Packing</i>	29,25	63,5
Gudang Bahan Jadi	80,12	55



Dengan Rumus :

❖ Rumus *Euclidean* :

$$d_{ij} = \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2}$$

Dimana :

$X_i$  = Koordinat x pada pusat fasilitas i

$Y_i$  = Koordinat pada pusat fasilitas i

$d_{ij}$  = Jarak antara pusat fasilitas i dan j

❖ Rumus *Rectilinear* :

$$D_{ij} = |X_i - X_j| + |Y_i - Y_j|$$

Dimana :

$X_i$  = Koordinat x pada pusat fasilitas i

$Y_i$  = Koordinat pada pusat fasilitas i

$d_{ij}$  = Jarak antara pusat fasilitas i dan j

• **Jarak perpindahan *layout* awal**

➤ Gudang Bahan Baku ke proses *Blowing* (*Rectilinear*)

$$\begin{aligned} &= |X_i - X_j| + |Y_i - Y_j| = |29,25 - 8,1| + |236 - 15,88| \\ &= 21,15 + 220,12 \\ &= 241,27 \text{ m} \end{aligned}$$

➤ Proses *Blowing* ke proses *Carding* (*Euclidean*)

$$\begin{aligned} &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(8,1 - 21,72)^2 + (15,88 - 16,58)^2} \\ &= \sqrt{185,5 + 0,49} \\ &= 13,64 \text{ m} \end{aligned}$$

➤ Proses *Carding* ke proses *Drawing Breaker* (*Euclidean*)

$$\begin{aligned} &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(21,72 - 36,6)^2 + (16,58 - 20,32)^2} \\ &= \sqrt{221,41 + 13,99} \\ &= 15,34 \text{ m} \end{aligned}$$

➤ Proses *Drawing Breaker* ke proses *Drawing Finisher* (*Euclidean*)

$$= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(36,6 - 46,58)^2 + (20,32 - 20,32)^2}$$

$$= \sqrt{99,6 + 0}$$

$$= 9,98 \text{ m}$$

- Proses *Drawing Finisher* ke proses *Roving (Euclidean)*

$$= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(46,58 - 62)^2 + (20,32 - 20,89)^2}$$

$$= \sqrt{237,78 + 0,32}$$

$$= 15,43 \text{ m}$$

- Proses *Roving* ke proses *Ring Spinning Frame (Euclidean)*

$$= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(62 - 104,66)^2 + (20,89 - 21,82)^2}$$

$$= \sqrt{1819,88 + 0,86}$$

$$= 42,67 \text{ m}$$

- Proses *Ring Spinning Frame* ke proses *Winding (Rectilinear)*

$$= |X_i - X_j| + |Y_i - Y_j| = |104,66 - 27,61| + |21,82 - 51,87|$$

$$= 77,05 + 30$$

$$= 107,10 \text{ m}$$

- Proses *Winding* ke proses *UV Room (Euclidean)*

$$= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(27,61 - 44,96)^2 + (51,87 - 63,5)^2}$$

$$= \sqrt{301,02 + 135,26}$$

$$= 20,89 \text{ m}$$

- Proses *UV Room* ke proses *Conditional Room (Euclidean)*

$$= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(44,96 - 55,17)^2 + (63,5 - 60)^2}$$

$$= \sqrt{104,24 + 12,25}$$

$$= 10,79 \text{ m}$$

- Proses *Conditional Room* ke proses *Packing (Euclidean)*

$$= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(55,17 - 29,25)^2 + (60 - 63,5)^2}$$

$$= \sqrt{671,85 + 12}$$

$$= 26,16 \text{ m}$$

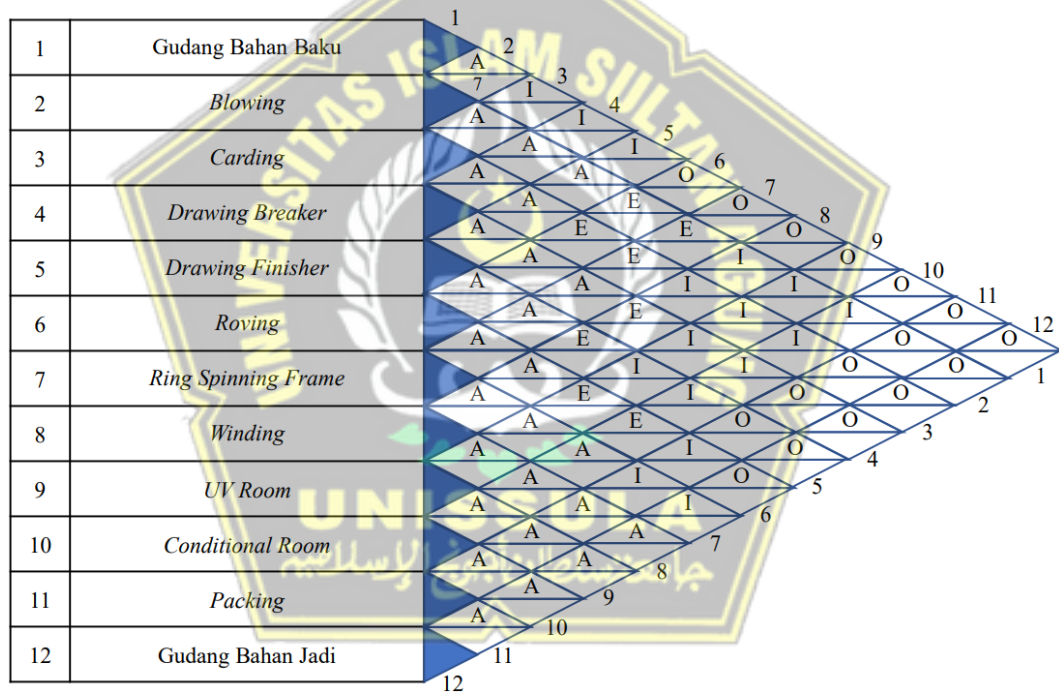
- Proses *Packing* ke Gudang Bahan Jadi (*Euclidean*)

$$= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(29,25 - 80,12)^2 + (63,5 - 55)^2}$$

$$= \sqrt{2587,76 + 72}$$

= 51,58 m

Setelah menghitung luas stasiun kerja yang ada di bagian produksi dan menghitung jarak perpindahan material maka tahap selanjutnya adalah memberikan usulan *layout* agar menjadi lebih efektif, dalam memberikan usulan *layout* penulis menggunakan algoritma BLOCPLAN dengan bantuan *software* yang bertujuan untuk meminimalkan jarak perpindahan material antar stasiun kerja satu ke stasiun kerja lainnya, data yang dibutuhkan dalam menjalankan *software* ini adalah luas pabrik, luas per stasiun kerja dan hubungan kedekatan antar stasiun kerja, dalam menentukan hubungan kedekatan antar stasiun kerja ini yaitu dengan menggunakan *activity relationship chart* (ARC) dapat dilihat pada **gambar 4.28** di bawah ini :



Gambar 4.28 Diagram ARC

Selanjutnya dari diagram ARC pada **gambar 4.28** diatas dikonversi ke dalam bentuk tabel seperti pada **tabel 4.52** agar mudah dibaca pada saat pengisian pada *software* algoritmaBLOCPLAN.

Tabel 4.52 Tabel ARC

No	Stasiun Kerja	Stasiun Kerja											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Gudang bahan baku	-	A	I	I	I	O	O	O	O	O	O	O
2	Blowing		-	A	A	A	E	E	I	I	I	O	O

3	<i>Carding</i>			-	A	A	E	E	I	I	I	O	O
4	<i>Drawing Breaker</i>				-	A	A	A	E	I	I	O	O
5	<i>Drawing Finisher</i>					-	A	A	E	I	I	O	O
6	<i>Roving</i>						-	A	A	E	E	I	O
7	<i>Ring Spinning Frame</i>							-	A	A	A	I	I
8	<i>Winding</i>								-	A	A	A	A
9	<i>UV Room</i>									-	A	A	A
10	<i>Conditional Room</i>										-	A	A
11	<i>Packing</i>											-	A
12	Gudang bahan jadi												-

Selanjutnya akan dilakukan pengolahan menggunakan algoritma BLOCPLAN *output* yang dihasilkan pada *software* ini adalah gambaran alternatif *layout* berdasarkan titik koordinat, dalam hal ini penulis hanya membatasi 3 usulan alternatif *layout* yang dapat dilihat pada **lampiran 4** sedangkan untuk koordinat dari alternatif *layout* tersebut dapat dilihat pada **tabel 4.53** di bawah ini :

a. Koordinat alternatif *layout* 1

**Tabel 4. 53** Koordinat alternatif *layout* 1

Stasiun Kerja	Centeroid	
	X	Y
Gudang Bahan Baku	30,29	92,18
<i>Blowing</i>	6,55	92,18
<i>Carding</i>	2,38	92,18
<i>Drawing Breaker</i>	4,14	52,26
<i>Drawing Finisher</i>	3,12	20,15
<i>Roving</i>	22,15	52,26
<i>Ring Spinning Frame</i>	35,38	20,15
<i>Winding</i>	46,95	52,26
<i>UV Room</i>	64,33	52,26
<i>Conditional Room</i>	61,01	52,26
<i>Packing</i>	53,02	92,18
Gudang Bahan Jadi	59,16	92,18

a. Koordinat alternatif *layout 2***Tabel 4. 54** Koordinat alternatif *layout 2*

Stasiun Kerja	Centeroid	
	X	Y
Gudang Bahan Baku	19,25	88,26
<i>Blowing</i>	40,07	88,26
<i>Carding</i>	3,06	21,81
<i>Drawing Breaker</i>	8,38	21,81
<i>Drawing Finisher</i>	43,6	88,26
<i>Roving</i>	26,02	49,98
<i>Ring Spinning Frame</i>	37,58	21,81
<i>Winding</i>	49,66	88,26
<i>UV Room</i>	52,39	49,98
<i>Conditional Room</i>	58,63	49,98
<i>Packing</i>	63,84	88,26
Gudang Bahan Jadi	58,45	88,26

a. Koordinat alternatif *layout 3***Tabel 4. 55** Koordinat alternatif *layout 3*

Stasiun Kerja	Centeroid	
	X	Y
Gudang Bahan Baku	35,1	20,88
<i>Blowing</i>	60,59	54,43
<i>Carding</i>	62,01	93,63
<i>Drawing Breaker</i>	57,63	93,63
<i>Drawing Finisher</i>	51,7	54,43
<i>Roving</i>	33,67	54,43
<i>Ring Spinning Frame</i>	33,62	93,63
<i>Winding</i>	10,3	54,43
<i>UV Room</i>	11,39	93,63
<i>Conditional Room</i>	3,88	20,88
<i>Packing</i>	1,04	20,88
Gudang Bahan Jadi	5,65	93,63

Selanjutnya akan dilakukan perhitungan jarak perpindahan menggunakan rumus *Euclidean* untuk mengetahui mana alternatif *layout* terbaik yang akan dijadikan usulan perbaikan. Dengan rumus yaitu :

$$d_{ij} = \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2}$$

Dimana :

$X_i$  = Koordinat x pada pusat fasilitas i

$Y_i$  = Koordinat pada pusat fasilitas i

$d_{ij}$  = Jarak antara pusat fasilitas i dan j

❖ **Jarak perpindahan layout 1**

➤ Gudang Bahan Baku ke proses *Blowing*

$$\begin{aligned} &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(30,29 - 6,55)^2 + (92,18 - 92,18)^2} \\ &= \sqrt{563,59 + 0} \\ &= 23,74 \text{ m} \end{aligned}$$

➤ Proses *Blowing* ke proses *Carding*

$$\begin{aligned} &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(6,55 - 2,38)^2 + (92,18 - 92,18)^2} \\ &= \sqrt{17,39 + 0} \\ &= 4,17 \text{ m} \end{aligned}$$

➤ Proses *Carding* ke proses *Drawing Breaker*

$$\begin{aligned} &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(2,38 - 4,14)^2 + (92,18 - 52,26)^2} \\ &= \sqrt{3,10 + 1593,61} \\ &= 39,96 \text{ m} \end{aligned}$$

➤ Proses *Drawing Breaker* ke proses *Drawing Finisher*

$$\begin{aligned} &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(4,14 - 3,12)^2 + (52,26 - 20,15)^2} \\ &= \sqrt{1,04 + 1031,05} \\ &= 32,13 \text{ m} \end{aligned}$$

➤ Proses *Drawing Finisher* ke proses *Roving*

$$\begin{aligned} &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(3,12 - 22,15)^2 + (20,15 - 52,26)^2} \\ &= \sqrt{362,14 + 1031,05} \\ &= 37,33 \text{ m} \end{aligned}$$

- Proses *Roving* ke proses *Ring Spinning Frame*

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(22,15 - 35,38)^2 + (52,26 - 20,15)^2} \\
 &= \sqrt{175,03 + 1031,05} \\
 &= 34,73 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Proses *Ring Spinning Frame* ke proses *Winding*

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(35,38 - 46,95)^2 + (20,15 - 52,26)^2} \\
 &= \sqrt{133,86 + 1031,05} \\
 &= 34,13 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Proses *Winding* ke proses *UV Room*

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(46,95 - 64,33)^2 + (52,26 - 52,26)^2} \\
 &= \sqrt{302,06 + 0} \\
 &= 17,38 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Proses *UV Room* ke proses *Conditional Room*

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(64,33 - 61,01)^2 + (52,26 - 52,26)^2} \\
 &= \sqrt{11,02 + 0} \\
 &= 3,32 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Proses *Conditional Room* ke proses *Packing*

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(61,01 - 53,02)^2 + (52,26 - 92,18)^2} \\
 &= \sqrt{63,84 + 1593,61} \\
 &= 40,71 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Proses *Packing* ke Gudang Bahan Jadi

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(53,02 - 59,16)^2 + (92,18 - 92,18)^2} \\
 &= \sqrt{37,70 + 0} \\
 &= 6,14 \text{ m}
 \end{aligned}$$

❖ **Jarak perpindahan *layout* 2**

- Gudang Bahan Baku ke proses *Blowing*

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(19,25 - 40,07)^2 + (88,26 - 88,26)^2} \\
 &= \sqrt{433,47 + 0} \\
 &= 20,82 \text{ m}
 \end{aligned}$$

➤ Proses *Blowing* ke proses *Carding*

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(40,07 - 3,06)^2 + (88,26 - 21,81)^2} \\
 &= \sqrt{1369,74 + 4415,6} \\
 &= 76,06 \text{ m}
 \end{aligned}$$

➤ Proses *Carding* ke proses *Drawing Breaker*

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(3,06 - 8,38)^2 + (21,81 - 21,81)^2} \\
 &= \sqrt{28,3 + 0} \\
 &= 5,32 \text{ m}
 \end{aligned}$$

➤ Proses *Drawing Breaker* ke proses *Drawing Finisher*

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(8,38 - 43,6)^2 + (21,81 - 88,26)^2} \\
 &= \sqrt{1240,45 + 4415,6} \\
 &= 75,21 \text{ m}
 \end{aligned}$$

➤ Proses *Drawing Finisher* ke proses *Roving*

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(43,6 - 26,02)^2 + (88,26 - 49,98)^2} \\
 &= \sqrt{309,06 + 1465,36} \\
 &= 42,12 \text{ m}
 \end{aligned}$$

➤ Proses *Roving* ke proses *Ring Spinning Frame*

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(26,02 - 37,58)^2 + (49,98 - 21,81)^2} \\
 &= \sqrt{133,63 + 793,55} \\
 &= 30,45 \text{ m}
 \end{aligned}$$

➤ Proses *Ring Spinning Frame* ke proses *Winding*

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(37,58 - 49,66)^2 + (21,81 - 88,26)^2} \\
 &= \sqrt{145,93 + 4415,6} \\
 &= 67,54 \text{ m}
 \end{aligned}$$

➤ Proses *Winding* ke proses *UV Room*

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(49,66 - 52,39)^2 + (88,26 - 49,98)^2} \\
 &= \sqrt{7,45 + 1465,36} \\
 &= 38,38 \text{ m}
 \end{aligned}$$



- Proses *UV Room* ke proses *Conditional Room*

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(52,39 - 58,63)^2 + (49,98 - 49,98)^2} \\
 &= \sqrt{38,94 + 0} \\
 &= 6,24 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Proses *Conditional Room* ke proses *Packing*

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(58,63 - 63,84)^2 + (49,98 - 88,26)^2} \\
 &= \sqrt{27,14 + 1465,36} \\
 &= 38,63 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Proses *Packing* ke Gudang Bahan Jadi

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(63,84 - 58,45)^2 + (88,26 - 88,26)^2} \\
 &= \sqrt{29,05 + 0} \\
 &= 5,39 \text{ m}
 \end{aligned}$$

❖ **Jarak perpindahan layout 3**

- Gudang Bahan Baku ke proses *Blowing*

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(35,1 - 60,59)^2 + (20,88 - 54,43)^2} \\
 &= \sqrt{649,74 + 1125,60} \\
 &= 42,13 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Proses *Blowing* ke proses *Carding*

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(60,59 - 62,01)^2 + (54,43 - 93,63)^2} \\
 &= \sqrt{2,02 + 1536,64} \\
 &= 39,23 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Proses *Carding* ke proses *Drawing Breaker*

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(62,01 - 57,63)^2 + (93,63 - 93,63)^2} \\
 &= \sqrt{19,18 + 0} \\
 &= 4,38 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Proses *Drawing Breaker* ke proses *Drawing Finisher*

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(57,63 - 51,7)^2 + (93,63 - 54,43)^2} \\
 &= \sqrt{35,16 + 1536,64} \\
 &= 39,65 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Proses *Drawing Finisher* ke proses *Roving*
- $$\begin{aligned}
 &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(51,7 - 33,67)^2 + (54,43 - 54,43)^2} \\
 &= \sqrt{325,08 + 0} \\
 &= 18,03 \text{ m}
 \end{aligned}$$
- Proses *Roving* ke proses *Ring Spinning Frame*
- $$\begin{aligned}
 &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(33,67 - 33,62)^2 + (54,43 - 93,63)^2} \\
 &= \sqrt{0 + 1536,64} \\
 &= 39,20 \text{ m}
 \end{aligned}$$
- Proses *Ring Spinning Frame* ke proses *Winding*
- $$\begin{aligned}
 &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(33,62 - 10,3)^2 + (93,63 - 54,43)^2} \\
 &= \sqrt{543,82 + 1536,64} \\
 &= 45,61 \text{ m}
 \end{aligned}$$
- Proses *Winding* ke proses *UV Room*
- $$\begin{aligned}
 &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(10,3 - 11,39)^2 + (54,43 - 93,63)^2} \\
 &= \sqrt{1,19 + 1536,64} \\
 &= 39,22 \text{ m}
 \end{aligned}$$
- Proses *UV Room* ke proses *Conditional Room*
- $$\begin{aligned}
 &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(11,39 - 3,88)^2 + (93,63 - 20,88)^2} \\
 &= \sqrt{56,40 + 5292,56} \\
 &= 73,14 \text{ m}
 \end{aligned}$$
- Proses *Conditional Room* ke proses *Packing*
- $$\begin{aligned}
 &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(3,88 - 1,04)^2 + (20,88 - 20,88)^2} \\
 &= \sqrt{8,07 + 0} \\
 &= 2,84 \text{ m}
 \end{aligned}$$
- Proses *Packing* ke Gudang Bahan Jadi
- $$\begin{aligned}
 &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(1,04 - 5,65)^2 + (20,88 - 93,63)^2} \\
 &= \sqrt{21,25 + 5292,56} \\
 &= 72,90 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Berikut adalah rekapitulasi dari perhitungan jarak alternatif *layout* di atas.

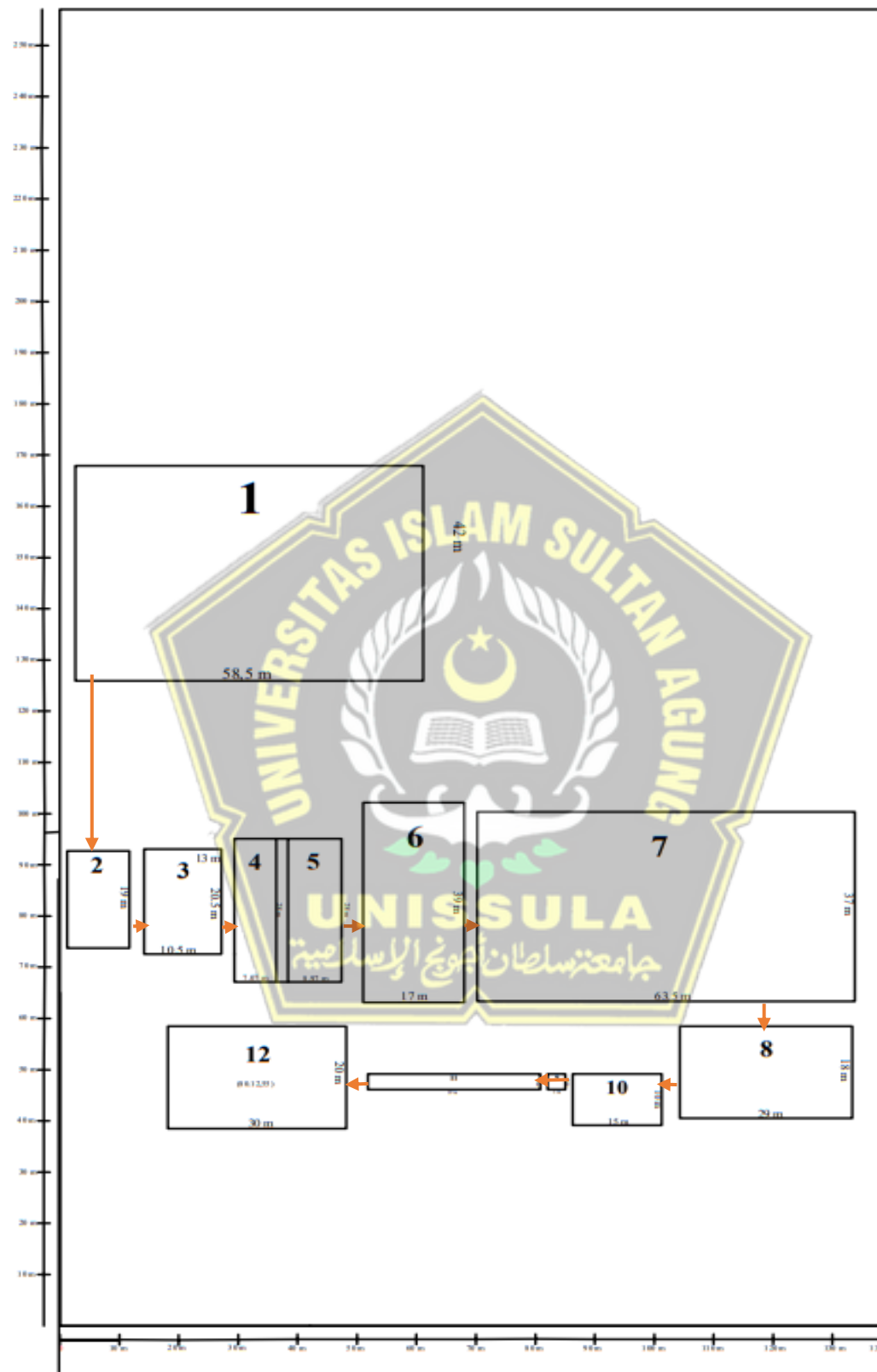
Kemudian yaitu melakukan perbandingan jarak alternatif *layout* 1, 2 dan 3 dengan *layout* awal untuk menentukan mana alternatif *layout* yang terpilih berdasarkan jarak perpindahan material, untuk selanjutnya *layout* terpilih tersebut total akan digunakan sebagai usulan perbaikan *layout*.

**Tabel 4. 56** Perbandingan Jarak Antar *Layout*

No	<i>Layout</i> Awal	Jarak (m)
1	Gudang Bahan Baku ke <i>Blowing</i>	241,27
2	<i>Blowing</i> ke <i>Carding</i>	13,64
3	<i>Carding</i> ke <i>Drawing Breaker</i>	15,34
4	<i>Drawing Breaker</i> ke <i>Drawing Finisher</i>	9,98
5	<i>Drawing Finisher</i> ke <i>Roving</i>	15,43
6	<i>Roving</i> ke <i>Ring Spinning Frame</i>	42,67
7	<i>Ring Spinning Frame</i> ke <i>Winding</i>	107,10
8	<i>Winding</i> ke <i>UV Room</i>	20,89
9	<i>UV Room</i> ke <i>Conditional Room</i>	10,79
10	<i>Conditional Room</i> ke <i>Packing</i>	26,16
11	<i>Packing</i> ke Gudang Bahan Jadi	51,58
<b>Total jarak</b>		<b>554,84</b>
No	<i>Layout</i> Alternatif 1	Jarak (m)
1	Gudang Bahan Baku ke <i>Blowing</i>	23,74
2	<i>Blowing</i> ke <i>Carding</i>	4,17
3	<i>Carding</i> ke <i>Drawing Breaker</i>	39,96
4	<i>Drawing Breaker</i> ke <i>Drawing Finisher</i>	32,13
5	<i>Drawing Finisher</i> ke <i>Roving</i>	37,33
6	<i>Roving</i> ke <i>Ring Spinning Frame</i>	34,73
7	<i>Ring Spinning Frame</i> ke <i>Winding</i>	34,13
8	<i>Winding</i> ke <i>UV Room</i>	17,38
9	<i>UV Room</i> ke <i>Conditional Room</i>	3,32
10	<i>Conditional Room</i> ke <i>Packing</i>	40,71
11	<i>Packing</i> ke Gudang Bahan Jadi	6,14
<b>Total jarak</b>		<b>273,73</b>
No	<i>Layout</i> Alternatif 2	Jarak (m)
1	Gudang Bahan Baku ke <i>Blowing</i>	20,82
2	<i>Blowing</i> ke <i>Carding</i>	76,06
3	<i>Carding</i> ke <i>Drawing Breaker</i>	5,32

4	<i>Drawing Breaker ke Drawing Finisher</i>	75,21
5	<i>Drawing Finisher ke Roving</i>	42,12
6	<i>Roving ke Ring Spinning Frame</i>	30,45
7	<i>Ring Spinning Frame ke Winding</i>	67,54
8	<i>Winding ke UV Room</i>	38,38
9	<i>UV Room ke Conditional Room</i>	6,24
10	<i>Conditional Room ke Packing</i>	38,63
11	<i>Packing ke Gudang Bahan Jadi</i>	5,39
<b>Total jarak</b>		<b>406,16</b>
<b>No</b>	<b>Layout Alternatif 3</b>	<b>Jarak (m)</b>
1	Gudang Bahan Baku ke <i>Blowing</i>	42,13
2	<i>Blowing ke Carding</i>	39,23
3	<i>Carding ke Drawing Breaker</i>	4,38
4	<i>Drawing Breaker ke Drawing Finisher</i>	39,65
5	<i>Drawing Finisher ke Roving</i>	18,03
6	<i>Roving ke Ring Spinning Frame</i>	39,20
7	<i>Ring Spinning Frame ke Winding</i>	45,61
8	<i>Winding ke UV Room</i>	39,22
9	<i>UV Room ke Conditional Room</i>	73,14
10	<i>Conditional Room ke Packing</i>	2,84
11	<i>Packing ke Gudang Bahan Jadi</i>	72,90
<b>Total jarak</b>		<b>416,32</b>

Berdasarkan rekapitulasi di atas maka dapat disimpulkan alternatif *layout* yang terpilih adalah alternatif *layout* 1, dikarenakan alternatif *layout* 1 memiliki total jarak perpindahan material lebih sedikit dibandingkan dengan alternatif 2, 3 dan *layout* awal. Berikut merupakan gambaran dari alternatif *layout* 1 yang akan dijadikan sebagai usulan perbaikan pada PT Kamaltex Indonesia.



- Keterangan kode :**
- 1 = Gudang bahan baku
  - 2 = *Blowing*
  - 3 = *Carding*
  - 4 = *Drawing Breaker*
  - 5 = *Drawing Finisher*
  - 6 = *Roving*
  - 7 = *Ring Spinning Frame*
  - 8 = *Winding*
  - 9 = *UV room*
  - 10 = *Conditional room*
  - 11 = *Packing*
  - 12 = Gudang bahan jadi

Gambar 4.29 *Layout Usulan*

Untuk menghitung waktu transportasi perpindahan material setelah dilakukan perbaikan *layout* yaitu digunakan waktu transportasi sebelum perbaikan dan sesudah perbaikan dengan rumus perbaikan silang (Hariyanto et al., 2020). Rumus perkalian silang dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$= \frac{\text{jarak sebelum perbaikan}}{\text{jarak setelah perbaikan}} = \frac{\text{waktu sebelum perbaikan}}{\text{waktu setelah perbaikan}}$$

Adapun contoh perhitungan perhitungan waktu transportasi dari gudang bahan baku ke proses *blowing* setelah perbaikan *layout* yaitu :

Diketahui :

- Jarak sebelum perbaikan : 241,27 m
- Jarak setelah perbaikan : 23,74 m
- Waktu sebelum perbaikan : 137,8 detik
- Waktu setelah perbaikan (*re-layout*): Wp

Persamaan :

$$\frac{\text{jarak sebelum perbaikan}}{\text{jarak setelah perbaikan}} = \frac{\text{waktu sebelum perbaikan}}{\text{waktu setelah perbaikan}}$$

$$\frac{241,27}{23,74} = \frac{137,8}{Wp}$$

$$Wp = \frac{137,8 \times 23,74}{241,27} \text{ (untuk menghitung waktu transportasi setelah dilakukan adanya } re\text{-layout)}$$

$$Wp = 13,56 \text{ detik}$$

Berikut ini adalah rekapitulasi dari perhitungan waktu transportasi perpindahan material pada *layout* setelah perbaikan dan melakukan perbandingan dengan *layout* awal pada **tabel 4.57** sebagai berikut :

**Tabel 4. 57** Perbandingan Waktu Transportasi Layout Sebelum Dan Sesudah Perbaikan

No	Transportasi	Sebelum perbaikan		Sesudah perbaikan	
		Jarak (m)	Waktu (detik)	Jarak (m)	Waktu (detik)
1	Gudang bahan baku ke proses <i>Blowing</i>	241,27	137,8	23,74	13,56
2	Proses <i>Blowing</i> ke proses <i>Carding</i>	13,64	*	4,17	*
3	Proses <i>Carding</i> ke proses <i>Drawing Breaker</i>	15,34	21	39,96	54,70

4	Proses <i>Drawing Breaker</i> ke proses <i>Drawing Finisher</i>	9,98	6	32,13	19,32
5	Proses <i>Drawing Finisher</i> ke proses <i>Roving</i>	15,43	13,8	37,33	33,39
6	Proses <i>Roving</i> ke proses <i>Ring Spinning Frame</i>	42,67	12,8	34,73	10,42
7	Proses <i>Ring Spinning Frame</i> ke proses <i>Winding</i>	107,1	79,2	34,13	25,24
8	Proses <i>Winding</i> ke proses <i>UV room</i>	20,89	14,9	17,38	12,40
9	Proses <i>UV room</i> ke <i>Conditional room</i>	10,79	8,1	3,32	2,49
10	<i>Conditional room</i> ke proses <i>Packing</i>	26,16	11,4	40,71	17,74
11	Proses <i>Packing</i> ke Gudang bahan jadi	51,58	13,2	6,14	1,57
<b>Total</b>		<b>554,85</b>	<b>318,2</b>	<b>273,74</b>	<b>190,82</b>

#### 5. Menerapkan Sistem Tarik (*pull system*) dari Sistem *Kanban*

Berdasarkan observasi di lini produksi yang telah dilakukan menunjukkan bahwa aliran proses produksi yang diterapkan perusahaan adalah dengan sistem dorong (*push system*). Secara dasarnya penerapan konsep sistem dorong adalah produk didorong dari awal proses produksi sampai akhir proses produksi (sepanjang proses). Pada sistem dorong ini sering ditemukan adanya penumpukan WIP dan antrian produk di salah satu proses produksi. Pada kondisi aktual hal tersebut menyebabkan adanya *inventory* pada proses *roving*, hal ini disebabkan karena *output* proses *roving* lebih besar daripada *output* di proses selanjutnya yaitu pada *output* mesin *ring spinning* dan adanya perbedaan *cycle time* pada proses *roving* dengan proses *ring spinning*, sehingga material akan menunggu diproses pada proses *spinning* (tabel 4.41 PAM).

Sedangkan sistem tarik adalah produk ditarik dari akhir proses produksi menuju awal proses produksi. Sistem tarik (*pull system*) yaitu proses sesudah (*subsequent process*) akan meminta atau menarik material dari proses sebelum (*preceding process*) berdasarkan kebutuhan aktual dari proses sesudah tersebut. Dalam hal ini proses sebelum tidak boleh memproduksi dan mendorong atau memberikan material kepada proses sesudah, sebelum ada permintaan produksi dari proses sesudah.

Adapun langkah-langkah dalam melakukan sistem tarik (sisten *kanban*) adalah sebagai berikut :

1. Pembuatan aliran *kanban* pada proses benang di PT Kamaltex Indonesia sebagai berikut :
  - a. Operator pada proses *ring spinning frame* akan pergi proses *roving* untuk meminta hasil *roving* yang diperlukan dengan menggunakan *kanban* penarikan. Jika hasil *roving* yang diminta sudah tersedia, maka operator *ring spinning frame* menukar *kanban* penarikan dengan *kanban* produksi yang ada pada hasil *roving*. *Kanban* produksi yang sudah ditukar, kemudian diletakkan di pos *kanban* yang ada di *roving*.
  - b. Bila hasil *roving* yang diminta tidak tersedia, maka operator pada proses *roving* akan mengeluarkan *kanban* produksi yang berisi perintah produksi kepada proses *roving*. *Kanban* produksi akan melekat pada hasil proses *roving* dari awal di produksi hingga selesai.
  - c. Operator pada proses *roving* akan menukar *kanban* produksi yang telah selesai dengan *kanban* penarikan dan mengirimkan hasil proses *roving* ke proses *ring spinning frame*.
  - d. Operator pada proses *roving* akan pergi proses *drawing finisher* untuk meminta hasil proses *drawing finisher* yang diperlukan dengan menggunakan *kanban* penarikan. Jika hasil proses *drawing finisher* yang diminta sudah tersedia, maka operator *roving* menukar *kanban* penarikan dengan *kanban* produksi yang ada pada hasil proses *drawing finisher*. *Kanban* produksi yang sudah ditukar, kemudian diletakkan di pos *kanban* yang ada di proses *drawing finisher*.
  - e. Bila hasil proses *drawing finisher* yang diminta tidak tersedia, maka operator pada proses proses *drawing finisher* akan mengeluarkan *kanban* produksi yang berisi perintah produksi kepada proses proses *drawing finisher*. *Kanban* produksi akan melekat pada hasil proses



proses *drawing finisher* dari awal di produksi hingga selesai.

- f. Operator pada proses proses *drawing finisher* akan menukar *kanban* produksi yang telah selesai dengan *kanban* penarikan dan mengirimkan hasil proses *drawing finisher* ke proses *roving*.
  - g. Operator pada proses *drawing finisher* akan pergi proses *drawing breaker* untuk meminta hasil proses *drawing breaker* yang diperlukan dengan menggunakan *kanban* penarikan. Jika hasil proses *drawing breaker* yang diminta sudah tersedia, maka operator proses *drawing finisher* menukar *kanban* penarikan dengan *kanban* produksi yang ada pada hasil proses *drawing breaker*. *Kanban* produksi yang sudah ditukar, kemudian diletakkan di pos *kanban* yang ada di proses *drawing breaker*.
  - h. Bila hasil proses *drawing breaker* yang diminta tidak tersedia, maka operator pada proses *drawing breaker* akan mengeluarkan *kanban* produksi yang berisi perintah produksi kepada proses *drawing breaker*. *Kanban* produksi akan melekat pada hasil proses *drawing breaker* dari awal di produksi hingga selesai.
  - i. Operator pada proses *drawing breaker* akan menukar *kanban* produksi yang telah selesai dengan *kanban* penarikan dan mengirimkan hasil proses *drawing breaker* ke proses *drawing finisher*.
2. Perhitungan jumlah kartu *kanban* yang dibutuhkan
    - a. Perhitungan jumlah kartu *kanban* dari proses *drawing finisher* ke proses *drawing breaker*.
    - b. Perhitungan jumlah kartu *kanban* dari proses *roving* ke proses *drawing finisher*.
    - c. Perhitungan jumlah kartu *kanban* dari *ring spinning frame* ke proses *roving*.
  3. Pembuatan kartu *kanban*

Kartu *kanban* produksi menspesifikasikan jenis dan jumlah produk yang harus dihasilkan proses terdahulu (Corrie Susanto, at.al 2018).

*Kanban* penarikan menspesifikasikan jenis dan jumlah produk yang harus ditarik dari proses terdahulu oleh proses berikutnya. Berikut ini tampilan kartu *kanban* penarikan dan tampilan kartu *kanban* pemesanan produksi pada **Gambar 4.30**.

KANBAN PRODUKSI		KANBAN PENARIKAN	
Nama Komponen :	Proses	Nama Komponen :	Proses Pendahulu
Tipe Modul :		Jumlah Pesanan yang Diminta :	
Jumlah Pesanan yang Diminta :		Waktu Saat Penarikan :	
Waktu Saat Produksi :		Kapasitas Rak Beroda :	
Keterangan :		Keterangan :	
		Proses Selanjutnya	

**Gambar 4.30** Format Kartu *Kanban*

#### 4. Perancangan *kanban post*

*Kanban post* merupakan tempat penyimpanan kartu *kanban* dan berfungsi sebagai tampilan bagi operator yang ada di lantai produksi (Corrie Susanto et.al, 2018). Jika *kanban post* berisi kartu *kanban* produksi, maka operator harus melakukan produksi sesuai dengan jumlah pesanan yang diminta yang tertera pada kartu *kanban* produksi. Operator hanya boleh melakukan produksi jika di *kanban post* terdapat kartu *kanban* produksi. Berikut ini tampilan *kanban post* pada **Gambar 4.31**.



**Gambar 4.31** *Kanban Post*

Setelah melakukan langkah-langkah sistem tarik (sistem *kanban*) seperti di atas, maka diperlukan pertimbangan pemenuhan target produksi yang sudah ditetapkan oleh perusahaan. Peningkatan kapasitas produksi dilakukan dengan memperbaiki mesin *ring spinning frame* yang sudah lama tidak beroperasi pada ruang mesin *ring spinning frame*. Penambahan 1 mesin *ring spinning frame* bisa menutupi kekurangan kapasitas *output* produksi sebesar 406 *cop*, sehingga tidak ada *output* menunggu untuk diproses selanjutnya.

## 6. Penambahan jumlah tenaga kerja

Pada proses *ring spinning frame* yang memiliki tekanan panas dan tingkat kebisingan yang cukup tinggi hal ini mengakibatkan pekerja akan cenderung cepat mengalami kelelahan pada saat bekerja, pada proses *ring spinning frame* dengan jumlah pekerja yang hanya 14 orang dimana pada proses *ring spinning frame* ini operator bekerja pada suhu yang bertekanan kurang lebihnya yaitu 34-36<sup>0</sup>C yang menyebabkan pekerja cepat mengalami kelelahan sehingga apabila salah satu pekerja tidak berangkat maka proses *ring spinning frame* akan menjadi terhambat. Untuk mengantisipasi hal tersebut diharapkan pihak perusahaan menambah jumlah pekerja pada proses tersebut yang semula jumlah operator yang ada di proses *ring spinning frame* hanya berjumlah 14 orang harus ditambah menjadi 17 orang pekerja, dengan catatan penambahan pekerja ini dilakukan dengan melakukan seleksi berkas pendaftaran seperti Batasan umur, wawancara, ijazah terakhir dan melampirkan surat sehat dari dokter. Dikarenakan sebelum perekrutan pekerja hanya berdasarkan KTP tanpa mempertimbangkan syarat lainnya yang juga seharusnya penting.

Penambahan jumlah pekerja juga dapat menambah kecepatan proses produksi pada proses *ring spinning frame*. Untuk menghitung waktu proses *ring spinning frame* setelah dilakukan adanya perbaikan yaitu digunakan waktu proses *ring spinning frame* sebelum perbaikan dan sesudah perbaikan dengan rumus perbaikan silang (Hariyanto et al., 2020). Rumus perkalian silang dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\frac{\text{jumlah pekerja setelah perbaikan}}{\text{waktu sebelum perbaikan}} = \frac{\text{jumlah pekerja sebelum perbaikan}}{\text{waktu setelah perbaikan}}$$

Diketahui :

- Jumlah pekerja sebelum perbaikan : 14 Orang
- Jumlah pekerja setelah perbaikan : 17 Orang
- Waktu sebelum perbaikan pada proses *ring spinning frame* : 5101,20 detik
- Waktu setelah perbaikan pada proses *ring spinning frame* : Wp

Persamaan :

$$\frac{17}{5101,20} = \frac{14}{WP}$$

$WP = \frac{5101,20 \times 14}{17}$  (untuk menghitung waktu proses setelah dilakuakn adanya perbaikan)

WP = 4200,98 detik

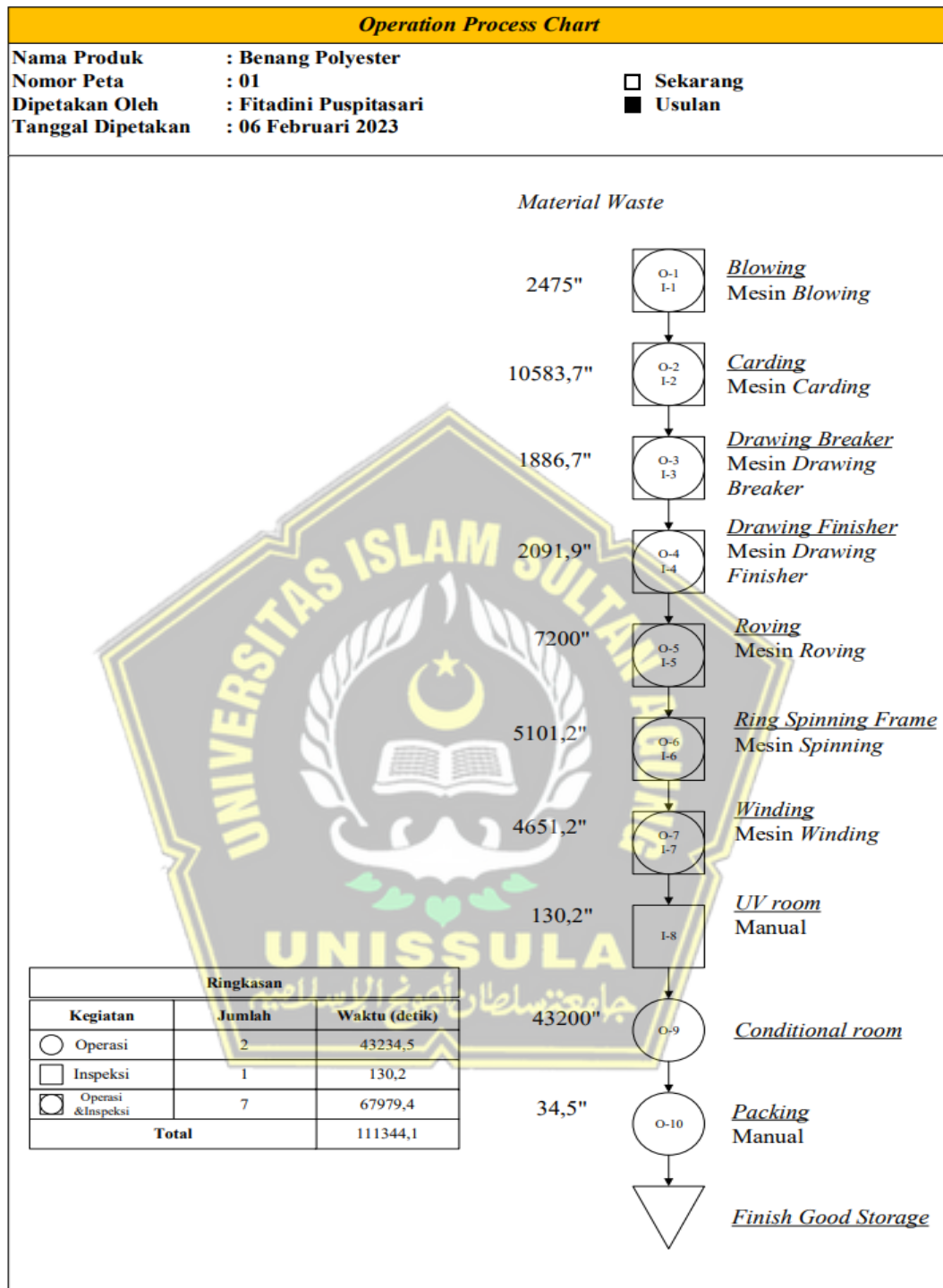
Setelah menghitung waktu proses sesudah dilakukan adanya perbaikan maka tahap selanjutnya adalah menghitung jumlah biaya dari penambahan pekerja atau upah pegawai hal ini bertujuan untuk mengetahui berapa pengeluaran biaya yang dikeluarkan Perusahaan ketika melakukan penambahan jumlah pekerja.

- Upah pekerja : Rp. 99.318/ hari (untuk 1 pekerja)
- Jumlah pekerja sebelum dilakukan perbaikan : 14 orang x Rp. 99.318  
: Rp. 1.390.452/ hari
- Jumlah pekerja sebelum dilakukan perbaikan : 17 orang x Rp. 99.318  
: Rp. 1.688.406/ hari

Berdasarkan perhitungan yang sudah dilakukan diketahui bahwa waktu proses *ring spinning frame* sebelum adanya perbaikan adalah 5101,20 detik dengan jumlah pekerja adalah 14 orang dengan upah perharinya adalah Rp. 1.390.452 hari, sedangkan setelah dilakukan adanya perbaikan waktu proses *ring spinning frame* mengalami penurunan menjadi 4200,98 detik dengan jumlah pekerja adalah 17 orang dengan biaya tambahan upah sebesar 17,65 % yaitu dari Rp. 1.390.452 per hari menjadi Rp. 1.688.406 per hari.

#### **4.2.7.1 Pembuatan *Operation Process Chart* (OPC) Setelah Usulan Perbaikan**

Berdasarkan rekomendasi usulan perbaikan yang telah diberikan maka dapat diperoleh *operation process chart* (OPC) setelah usulan perbaikan pada proses produksi pembuatan benang *polyester* pada **gambar 4.32** berikut ini.



Gambar 4.32 OPC Setelah Usulan Perbaikan

**4.2.7.2 Pembuatan *Flow Process Chart* (FPC) Setelah Usulan Perbaikan**

Berdasarkan rekomendasi usulan perbaikan yang telah diberikan maka dapat diperoleh *flow process chart* (FPC) setelah usulan perbaikan pada proses produksi pembuatan benang *polyester* pada **gambar 4.33** berikut ini.

Kegiatan	Sekarang		Usulan		Beda		Pekerjaan : Pemintalan Benang Polyester			
	Jumlah (Unit)	Waktu (Detik)	Jumlah (Unit)	Waktu (Detik)	Jumlah (Unit)	Waktu (Detik)	Orang <input type="checkbox"/>	Barang <input checked="" type="checkbox"/>	Sekarang <input type="checkbox"/>	Usulan <input checked="" type="checkbox"/>
Operasi	20	80842	20	80842	0	0				
Inspeksi	8	1360	8	1360	0	0				
Transportasi	14	584	14	191	0	393				
Delay	4	76856	0	0	4	76856				
Storage	1	30	1	30	0	0				
<b>Total</b>	<b>47</b>	<b>159672</b>	<b>43</b>	<b>82423</b>	<b>4</b>	<b>77249</b>				

Dipetakan Oleh : Fitadini Puspitasari  
Tanggal Dipetakan : Mei 2024

NO	Kegiatan	Lambang					Jarak (meter)	Waktu (detik)	Jumlah
		○	□	→	▢	▽			
1	Memindahkan material kapas dari gudang ke <i>blowing area</i>			●			23,74	13,56	
2	Persiapan material dikeluarkan dari <i>bale</i>	●						150	
3	Penataan <i>bale material</i> di lantai <i>blowing area</i> per set	●						1268	
4	Kebersihan + Pengecekan material		●					780	
5	Proses <i>Blowing</i>	●						2475	
6	Transfer <i>ouput blowing</i> ke <i>carding</i>			●			4,17	Otomatis	
7	Mengambil dan memasang <i>can</i>	●						20	
8	<i>Carding + doffing</i>	●						10584	
9	Pengecekan <i>Carding</i>		●					90	
10	Transfer <i>ouput carding</i> ke <i>drawing breaker</i>			●			39,96	54,7	
11	Memasang <i>sliver can</i> ke dalam proses <i>drawing breaker</i>	●						200	
12	<i>Drawing breaker + doffing</i>	●						1887	
13	Pengecekan <i>drawing breaker</i>		●					60	
14	Transfer <i>output drawing breaker</i> ke <i>drawing finisher</i>			●			32,13	19,32	
15	Memasang <i>sliver can</i> kedalam proses <i>drawing finisher</i>	●						215	
16	<i>Drawing finisher + doffing</i>	●						2092	
17	Pengecekan <i>drawing finisher</i>		●					60	
18	Transfer <i>ouput drawing finisher</i> ke <i>roving</i>			●			37,33	33,39	
19	Memasang <i>sliver can</i> ke dalam proses <i>roving</i>	●						600	
20	Memasang <i>bobbin roving</i>	●						420	
21	<i>Roving + doffing</i>	●						7200	
22	Pengecekan <i>roving</i>		●					60	
23	Transfer <i>roving</i> ke rak <i>roving</i>			●				25	
24	Transfer <i>roving</i> ke <i>spinning</i>			●			34,73	10,42	
25	Memasang <i>cop benang</i> ke <i>spinning + doffing</i>	●						Otomatis	
26	<i>Ring spinning frame</i>	●						5101	
27	Pengecekan RSF		●					90	
28	Transfer <i>cop benang</i> ke <i>winding</i>			●			34,13	25,24	
29	Memasang <i>cop benang</i> di <i>magazine</i> proses <i>winding</i>	●						605	
30	<i>Winding</i>	●						4651	
31	Pengecekan <i>winding</i>		●					90	
32	Mengambil <i>cones</i>	●						120	
33	Transfer <i>cones</i> ke <i>UV room</i>			●			17,38	12,40	
34	<i>UV room</i>		●					130	
35	Transfer <i>cones</i> ke <i>conditional room</i>			●			3,32	2,49	
36	Menempatkan <i>cones</i> ke <i>conditional room</i>			●				60	
37	<i>Conditional room</i>	●						43200	
38	Transfer ke <i>packing</i>			●			40,71	17,74	
39	Menulis spesifikasi benang secara manual per sak karung	●						20	
40	<i>Packing</i>	●						35	
41	Menempatkan sak karung ke pallet			●				35	
42	Transfer ke gudang bahan jadi			●			6,14	1,57	
43	Gudang bahan jadi			●				30	
<b>TOTAL</b>							<b>273,74</b>	<b>82543,03</b>	

Gambar 4.33 FPC Setelah Usulan Perbaikan

#### 4.2.8 Future State Value Stream Mapping (FSVSM)

Berdasarkan rekomendasi perbaikan yang telah disusulkan maka aktivitas menunggu dapat dieliminasi. Sehingga *lead time* pada proses produksi benang *polyester* dapat berkurang. Pengurangan waktu tersebut diperoleh dari penghilangan aktivitas menunggu yang tidak bernilai tambah dan transportasi yang tidak perlu selama proses produksi berlangsung. Sehingga memberikan nilai MCE yang lebih optimal dari sebelumnya berikut merupakan perbandingan FSVSM dengan CSVSM.

Tabel 4.58 Minimasi NVA

Stasiun kerja	KegiatanNVA	NVA sebelum perbaikan (detik)	Perbaikan minimasi (detik)	Keterangan dalam upaya perbaikan
<i>Blowing</i>	<i>Output</i> menunggu diproses <i>blowing</i>	50454	0	Aktivitas produksi sudah tidak lagi mengonsumsi aktivitas yang tidak bernilai tambah ( <i>delay</i> ), dikarenakan dengan menerapkan Sistem Tarik maka tidak ada lagi persediaan diantara dua proses ( <i>work in process</i> ) yang menunggu untuk diproses.
<i>Drawing breaker</i>	<i>Output</i> menunggu diproses <i>Drawing breaker</i>	6761	0	Aktivitas produksi sudah tidak lagi mengonsumsi aktivitas yang tidak bernilai tambah ( <i>delay</i> ), dikarenakan dengan menerapkan Sistem Tarik maka tidak ada lagi persediaan diantara dua proses ( <i>work in process</i> ) yang menunggu untuk diproses.

<i>Drawing finisher</i>	<i>Output</i> menunggu diproses <i>Drawing finisher</i>	8197	0	Aktivitas produksi sudah tidak lagi mengonsumsi aktivitas yang tidak bernilai tambah ( <i>delay</i> ), dikarenakan dengan menerapkan Sistem Tarik maka tidak ada lagi persediaan diantara dua proses ( <i>work in process</i> ) yang menunggu untuk diproses.
<i>Roving</i>	<i>Output</i> menunggu diproses <i>Roving</i>	11444	0	Aktivitas produksi sudah tidak lagi mengonsumsi aktivitas yang tidak bernilai tambah ( <i>delay</i> ), dikarenakan dengan menerapkan Sistem Tarik maka tidak ada lagi persediaan diantara dua proses ( <i>work in process</i> ) yang menunggu untuk diproses.

Setelah dilakukan minimasi pada aktivitas *non value added activity* segala aktivitas proses seperti proses *blowing* sampai dengan proses yang terakhir yaitu *packing*, yang dimana proses-proses tersebut mempunyai nilai tambah. Sedangkan *non value added activity* adalah segala aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah sehingga perlu diminimasi/dieliminasi.

Pada **tabel 4.59** di bawah ini merupakan rincian estimasi perhitungan minimasi terhadap *Necessary but Non Value Added Activity* untuk pembuatan *future state mapping*.

**Tabel 4.59** Rincian Perhitungan Minimasi Terhadap *Necessary but Non Value Added* (NNVA)

Stasiun Kerja	Kegiatan NNVA	NNVA Sebelum Perbaikan (Detik)	Perbaikan Minimasi (Detik)	Keterangan Upaya Perbaikan
<i>Blowing</i>	Memindahkan material kapas dari Gudang bahan baku ke <i>blowing area</i>	138	13,56	<i>Relayout</i> lantai produksi sehingga terjadi perubahan waktu
	Persiapan material dikeluarkan dari <i>bale</i>	150	150	Tidak ada perubahan

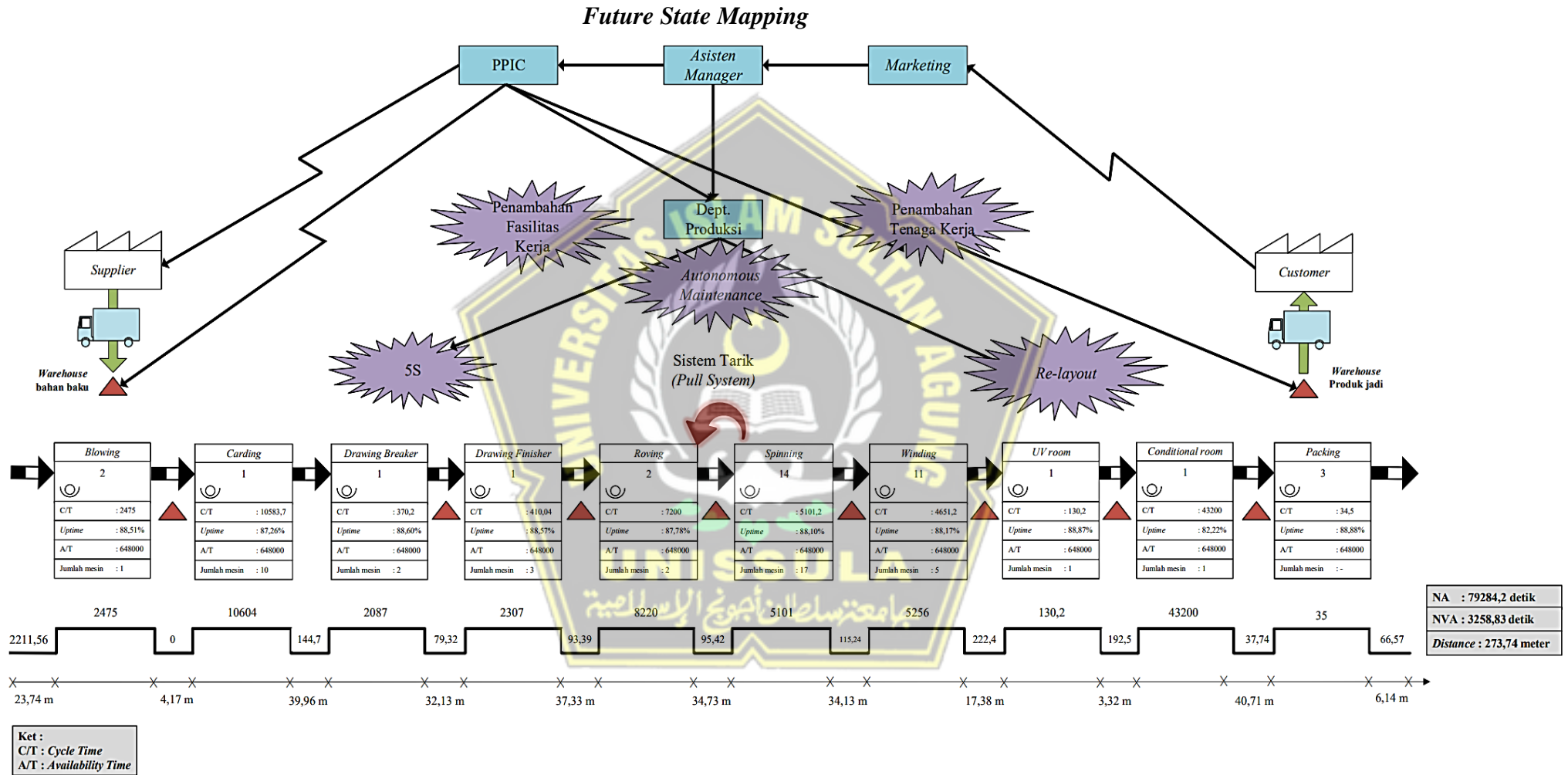


	Penataan <i>bale material</i> di lantai <i>blowing area</i> per set	1268	1268	Tidak ada perubahan
	Kebersihan + Pengecekan material	780	780	Tidak ada perubahan
<i>Carding</i>	Transfer <i>ouput blowing</i> ke <i>carding</i>	Otomatis	Otomatis	<i>Relayout</i> lantai produksi sehingga terjadi perubahan waktu
	Pengecekan <i>Carding</i>	90	90	Tidak ada perubahan
<i>Drawing breaker</i>	Transfer <i>ouput carding</i> ke <i>drawing breaker</i>	21	54,7	<i>Relayout</i> lantai produksi sehingga terjadi perubahan waktu
	Pengecekan <i>drawing breaker</i>	60	60	Tidak ada perubahan
<i>Drawing finisher</i>	Transfer <i>output drawing breaker</i> ke <i>drawing finisher</i>	6	19,32	<i>Relayout</i> lantai produksi sehingga terjadi perubahan waktu
	Pengecekan <i>drawing finisher</i>	60	60	Tidak ada perubahan
<i>Roving</i>	Transfer <i>output drawing finisher</i> ke <i>roving</i>	14	33,39	<i>Relayout</i> lantai produksi sehingga terjadi perubahan waktu
	Pengecekan <i>roving</i>	60	60	Tidak ada perubahan
	Transfer <i>roving</i> ke rak <i>roving</i>	25	25	<i>Relayout</i> lantai produksi sehingga terjadi perubahan waktu
<i>Ring spinning</i>	Transfer <i>roving</i> ke <i>spinning</i>	13	10,42	<i>Relayout</i> lantai produksi sehingga terjadi perubahan waktu
	Pengecekan RSF	90	90	Tidak ada perubahan
<i>Winding</i>	Transfer <i>cop benang</i> ke <i>winding</i>	79	25,24	<i>Relayout</i> lantai produksi sehingga terjadi perubahan waktu
	Pengecekan <i>winding</i>	90	90	Tidak ada perubahan
<i>UV room</i>	Mengambil <i>cones</i>	120	120	Tidak ada perubahan
	Transfer <i>cones</i> ke <i>UV room</i>	15	12,4	<i>Relayout</i> lantai produksi sehingga terjadi perubahan waktu
	<i>UV room</i>	130	130	Tidak ada perubahan
<i>Conditional room</i>	Transfer <i>cones</i> ke <i>conditional room</i>	8	2,49	<i>Relayout</i> lantai produksi sehingga terjadi perubahan waktu
	Menempatkan <i>cones</i> ke <i>conditional room</i>	60	60	Tidak ada perubahan
<i>Packing</i>	Transfer ke <i>packing</i>	11	17,74	<i>Relayout</i> lantai produksi sehingga terjadi perubahan waktu
	Menulis spesifikasi benang secara manual per sak karung	20	20	Tidak ada perubahan

	Menempatkan sak karung ke pallet	35	35	<i>Relayout</i> lantai produksi sehingga terjadi perubahan waktu
	Transfer ke Gudang bahan jadi	13	1,57	<i>Relayout</i> lantai produksi sehingga terjadi perubahan waktu
	Gudang bahan jadi	30	30	Tidak ada perubahan

Setelah dilakuan identifikasi VA, NVA dan NNVA sesudah perbaikan, maka tahap selanjutnya adalah membuat *future state mapping* dapat dilihat pada **gambar 4.34** dibawah ini.





Gambar 4.34 Future State Mapping

#### 4.2.8.1 Perbandingan VA, NVA dan NNVA Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Berdasarkan data informasi dari *current state mapping* dan *future state mapping*, maka dapat diperoleh rekapitulasi perbandingan dari nilai *value added activity*, *non value added activity* dan *necessary but not value added activity* sebelum dan sesudah perbaikan yang dapat dilihat pada **tabel 4.60** di bawah ini :

**Tabel 4.60** Perbandingan VA, NVA dan NNVA Sebelum dan Sesudah Perbaikan

No	Kegiatan	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	
		VA	VA	NVA	NVA	NNVA	NNVA	
1	Memindahkan material kapas dari gudang ke <i>blowing area</i>					138	13,56	
2	Blowing	Persiapan material dikeluarkan dari <i>bale</i>				150	150	
3		Penataan <i>bale material</i> di lantai <i>blowing area</i> per set				1268	1268	
4		Kebersihan + Pengecekan material				780	780	
5		Proses <i>Blowing</i>	2475	2475				
6		<i>Output</i> menunggu diproses <i>blowing</i>			50454	0		
7	Transfer <i>ouput blowing</i> ke <i>carding</i>					Otomatis	Otomatis	
8	Carding	Mengambil dan memasang <i>can</i>	20	20				
9		<i>Carding</i> + <i>doffing</i>	10584	10584				
10		Pengecekan <i>Carding</i>					90	90
11	Transfer <i>ouput carding</i> ke <i>drawing breaker</i>					21	54,7	
12	Drawing Breaker	Memasang <i>sliver can</i> ke dalam proses <i>drawing breaker</i>	200	200				
13		<i>Drawing breaker</i> + <i>doffing</i>	1887	1887				
14		Pengecekan <i>drawing breaker</i>					60	60

15		Output menunggu diproses <i>drawing breaker</i>			6761	0		
16		Transfer <i>output drawing breaker</i> ke <i>drawing finisher</i>					6	19,32
17	Drawing Finisher	Memasang <i>sliver can</i> kedalam proses <i>drawing finisher</i>	215	215				
18		<i>Drawing finisher + doffing</i>	2092	2092				
19		Pengecekan <i>drawing finisher</i>					60	60
20		Output <i>drawing finisher</i> menunggu diproses			8197	0		
21		Transfer <i>output drawing finisher</i> ke <i>roving</i>					14	33,39
22	Roving	Memasang <i>sliver can</i> ke dalam proses <i>roving</i>	600	600				
23		Memasang <i>bobbin roving</i>	420	420				
24		<i>Roving + doffing</i>	7200	7200				
25		Pengecekan <i>roving</i>					60	60
26		Transfer <i>roving</i> ke rak <i>roving</i>					25	25
27		Output <i>roving</i> menunggu diproses			11444	0		
28		Transfer <i>roving</i> ke <i>spinning</i>					13	10,42
29	Spinning	Memasang cop benang ke <i>spinning + doffing</i>	Otomatis	Otomatis				
30		<i>Ring spinning frame</i>	5101	5101				
31		Pengecekan RSF					90	90
32		Transfer cop benang ke <i>winding</i>					79	25,24
33	Winding	Memasang cop benang di <i>magazine</i> proses <i>winding</i>	605	605				
34		<i>Winding</i>	4651	4651				

35		Pengecekan <i>winding</i>					90	90	
36		Mengambil <i>cones</i>					120	120	
37		Transfer <i>cones</i> ke UV <i>room</i>					15	12,40	
38	UV	UV <i>room</i>					16	16	
39		Transfer <i>cones</i> ke <i>conditional room</i>					22	2,49	
40	Conditional room	Menempatkan <i>cones</i> ke <i>conditional room</i>					60	60	
41		<i>Conditional room</i>	43200	43200					
42		Transfer ke <i>packing</i>					16	17,74	
43	Packing	Menulis spesifikasi benang secara manual per sak karung					20	20	
44		<i>Packing</i>	35	35					
45		Menempatkan sak karung ke pallet					35	35	
46		Transfer ke gudang					141	1,57	
47		Gudang					30	30	
<b>Total waktu (detik)</b>			<b>79284</b>	<b>79284</b>	<b>76856</b>	<b>0</b>	<b>3532</b>	<b>3259</b>	
<b>Total waktu sebelum perbaikan (detik)</b>							<b>159672</b>		
<b>Total waktu sesudah perbaikan (detik)</b>							<b>82543</b>		

Setelah melakukan perbandingan pada tabel di atas selanjutnya adalah Analisa pengurangan waktu sebelum dan sesudah perbaikan pada *value added activity*, *non value added activity* dan *necessary but not value added activity*, yaitu sebagai berikut :

1. Pengurangan aktivitas terhadap *value added activity*

Total waktu sebelum dilakukan adanya perbaikan terhadap nilai *value added activity* adalah 79284 detik, sedangkan setelah dilakukan adanya perbaikan terhadap nilai *value added activity* tidak mengalami perubahan atau tetap sama dikarenakan nilai *value added activity* merupakan kegiatan proses operasi, sehingga pengurangan waktu dapat dihitung pada perhitungan dibawah ini :

$$\begin{aligned} \text{Pengurangan waktu VA} &= \frac{\text{sebelum perbaikan} - \text{sesudah perbaikan}}{\text{sebelum perbaikan}} \times 100\% \\ &= \frac{79284 - 79284}{79284} \times 100\% \\ &= 0\% \end{aligned}$$

2. Pengurangan aktivitas terhadap *non value added activity*

Total waktu sebelum dilakukan adanya perbaikan terhadap nilai *non value added activity* adalah 76856 detik, sedangkan setelah dilakukan adanya perbaikan terhadap nilai *non value added activity* mengalami perubahan yaitu menjadi 0 detik, karena diterapkan sistem tarik yang mampu mengeliminasi aktivitas tidak bernilai tambah (*non value added*). Sehingga pengurangan waktu dapat dihitung pada perhitungan dibawah ini :

$$\begin{aligned} \text{Pengurangan waktu NVA} &= \frac{\text{sebelum perbaikan} - \text{sesudah perbaikan}}{\text{sebelum perbaikan}} \times 100\% \\ &= \frac{76856 - 0}{76856} \times 100\% \\ &= 100\% \end{aligned}$$

3. Pengurangan aktivitas terhadap *necessary but not value added activity* Total waktu sebelum dilakukan adanya perbaikan terhadap nilai *necessary but not value added activity* adalah 3532 detik, sedangkan setelah dilakukan adanya perbaikan terhadap nilai *necessary but not value added activity* mengalami perubahan yaitu menjadi 3259 detik, sehingga pengurangan

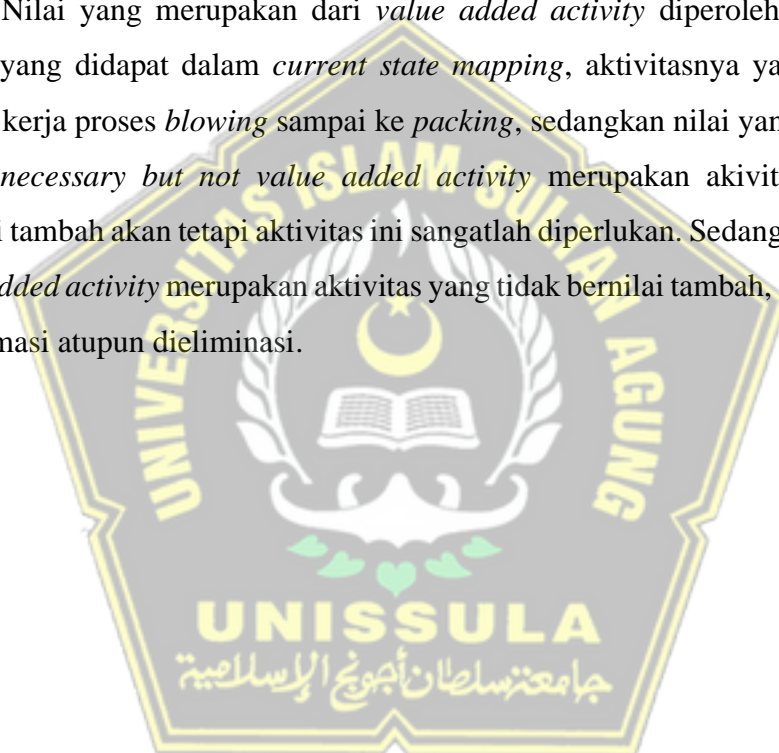
waktu dapat dihitung pada perhitungan dibawah ini :

$$\begin{aligned}
 \text{Pengurangan waktu NNVA} &= \frac{\text{sebelum perbaikan} - \text{sesudah perbaikan}}{\text{sebelum perbaikan}} \times 100\% \\
 &= \frac{3532 - 3259}{3532} \times 100\% \\
 &= 7,73\%
 \end{aligned}$$

### 4.3 Analisa

#### 4.3.1 Analisa VA, NVA dan NNVA pada *Current State Mapping*

Nilai yang merupakan dari *value added activity* diperoleh dalam waktu proses yang didapat dalam *current state mapping*, aktivitasnya yaitu mulai dari stasiun kerja proses *blowing* sampai ke *packing*, sedangkan nilai yang termasuk ke dalam *necessary but not value added activity* merupakan aktivitas yang tidak bernilai tambah akan tetapi aktivitas ini sangatlah diperlukan. Sedangkan untuk *non value added activity* merupakan aktivitas yang tidak bernilai tambah, sehingga perlu diminimasi ataupun dieliminasi.





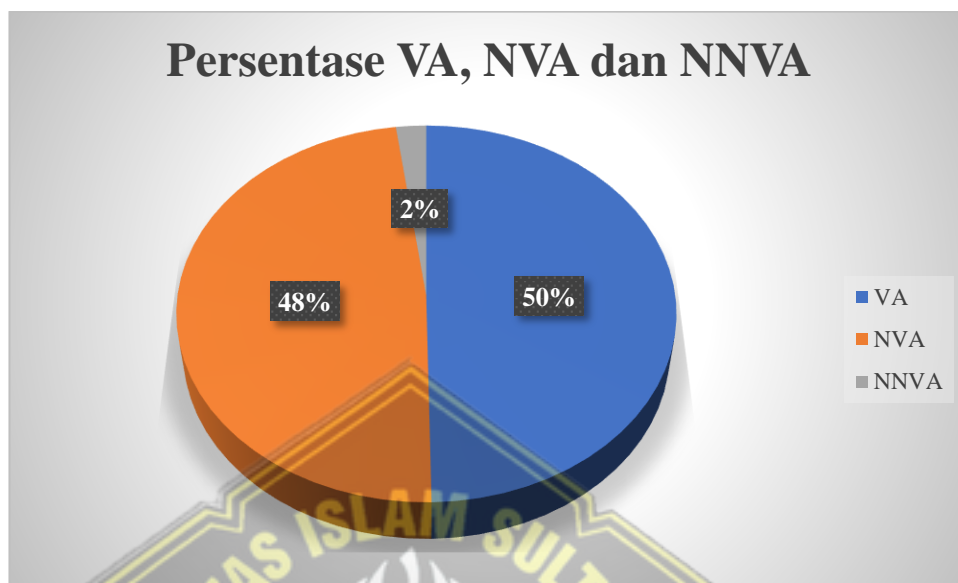
Tabel 4.61 Klasifikasi VA, NVA, NNVA

No	Kegiatan	Mesin/Alat	Jarak (meter)	Waktu (detik)	Jumlah Operator	Aktivitas					Kategori			
						Operation	Inspection	Transport	Delay	Storage	VA	NVA	NNVA	
						○	□	➔	◻	▽				
1	Memindahkan material kapas dari Gudang bahan baku ke <i>blowing area</i>	Forklift	241,27	138	2			X					138	
2	Persiapan material dikeluarkan dari <i>bale</i>	Handpallet		150		X								150
3	Penataan <i>bale material</i> di lantai <i>blowing area</i> per set			1268		X								1268
4	Kebersihan + Pengecekan material			780			X							780
5	Proses <i>Blowing</i>	Blowing		2475		X					2475			
6	<i>Output</i> menunggu diproses <i>blowing</i>			50454					X			50454		
7	Transfer <i>ouput blowing</i> ke <i>carding</i>	Otomatis	13,64	Otomatis			X						Otomatis	
8	Mengambil dan memasang <i>can</i>			20	2	X					20			
9	<i>Carding + doffing</i>	Carding		10584		X					10584			
10	Pengecekan <i>Carding</i>	Ne		90			X							90
11	Transfer <i>ouput carding</i> ke <i>drawing breaker</i>	Can	15,34	21				X						21

12	Drawing Breaker	Memasang <i>sliver can</i> ke dalam proses <i>drawing breaker</i>			200	1	X					200			
13		<i>Drawing breaker + doffing</i>	<i>Drawing</i>		1887		X						1887		
14		Pengecekan <i>drawing breaker</i>	Ne		60			X							60
15		<i>Output</i> menunggu diproses <i>drawing breaker</i>			6761					X				6761	
16		Transfer <i>output drawing breaker</i> ke <i>drawing finisher</i>	Can	9,98	6			X						6	
17	Drawing Finisher	Memasang <i>sliver can</i> kedalam proses <i>drawing finisher</i>			215	1	X					215			
18		<i>Drawing finisher + doffing</i>	<i>Drawing</i>		2092		X						2092		
19		Pengecekan <i>drawing finisher</i>	Ne		60			X							60
20		<i>Output drawing finisher</i> menunggu diproses			8197					X				8197	
21		Transfer <i>output drawing finisher</i> ke <i>roving</i>	Can	15,43	14			X						14	
22	Roving	Memasang <i>sliver can</i> ke dalam proses <i>roving</i>			600	2	X					600			
23		Memasang <i>bobbin roving</i>			420		X						420		
24		<i>Roving + doffing</i>	<i>Roving</i>		7200		X						7200		
25		Pengecekan <i>roving</i>	Ne		60			X							60
26		Transfer <i>roving</i> ke rak <i>roving</i>	Troli		25					X					25
27		<i>Output roving</i> menunggu diproses			11444				X				11444		
28		Transfer <i>roving</i> ke <i>spinning</i>	Troli	42,67	13			X						13	
29	Spinning	Memasang cop benang ke <i>spinning + doffing</i>			Otomatis	14	X					Otomatis			
30		<i>Ring spinning frame</i>	RSF		5101		X						5101		

31		Pengecekan RSF			90		X							90
32		Transfer cop benang ke <i>winding</i>	Troli	107,1	79			X						79
33	Winding	Memasang cop benang di <i>magazine</i> proses <i>winding</i>			605	11	X				605			
34		<i>Winding</i>	<i>Winding</i>		4651		X				4651			
35		Pengecekan <i>winding</i>	Ne		90		X							90
36		Mengambil <i>cones</i>	Troli		120		X							120
37		Transfer <i>cones</i> ke UV room	Troli	20,89	15			X						15
38	UV	UV room	Sinar UV lamp		130	1	X							16
39		Transfer <i>cones</i> ke <i>conditional room</i>		10,79	22				X					
40	Conditional	Menempatkan <i>cones</i> ke <i>conditional room</i>			60			X						60
41		<i>Conditional room</i>			43200	X				43200				
42		Transfer ke <i>packing</i>	Troli	26,16	16			X						16
43	Packing	Menulis spesifikasi benang secara manual per sak karung	Spidol		20	3	X							20
44		<i>Packing</i>			35		X				35			
45		Menempatkan sak karung ke pallet			35			X						35
46		Transfer ke Gudang bahan jadi	Forklift	51,58	141			X						141
47		Gudang	Forklift		30					X				30
<b>TOTAL</b>											79284	76856	3532	
<b>Persentase</b>											49,65	48,13	2,21	

Grafik perbandingan dari VA, NVA dan NNVA pada Analisa **tabel 4.35** diatas dapat dilihat pada **gambar 4.35** di bawah ini :



**Gambar 4.35** Persentase VA, NVA, NNVA

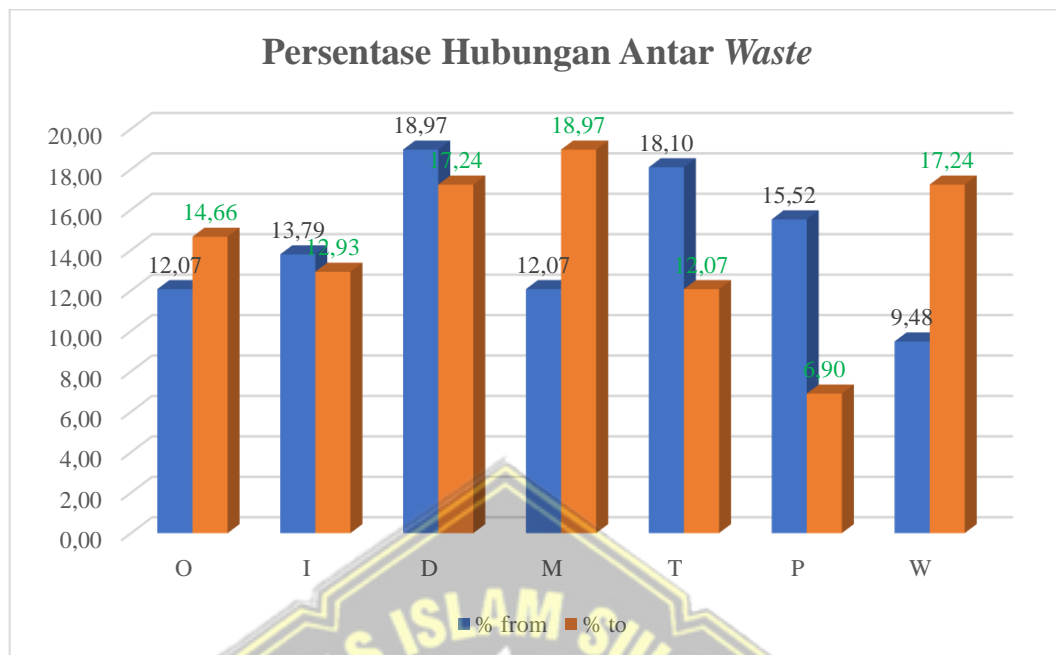
Berdasarkan gambar grafik di atas nilai *value added activity* sebesar 79284 detik dengan presentase 50%, nilai *non value added activity* sebesar 76856 detik dengan presentase 48% sedangkan untuk *necessary but not value added activity* sebesar 3532 detik dengan presentase 2%.

#### 4.3.2 Analisa Hasil Identifikasi Waste

Proses identifikasi *waste* di tahap ini yaitu menggunakan *waste assessment model* (WAM). Penggunaan metode yaitu bertujuan untuk mengetahui *waste* yang paling dominan berdasarkan hubungan antar *waste*, dimana di dalam WAM terdapat 2 metode yang akan digunakan yaitu yang pertama adalah metode *Waste Relationship Matrix* (WRM) dan yang ke dua yaitu metode *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ). Identifikasi *waste* ini menggunakan kuisioner yang melibatkan 2 responden yaitu Manager dan kepala bagian produksi pada PT Kamaltex Indonesia.

##### 4.3.2.1 Analisa *Waste Relationship Matrix* (WRM)

*Waste Relationship Matrix* (WRM) digunakan untuk menganalisa pengukuran dari *waste*, yang menggambarkan tingkat pengukuran maupun efek dari masing-masing *waste*.



**Gambar 4.36** Persentase Hubungan Antar Waste

Pada **gambar 4.36** grafik di atas menunjukkan hasil skor dari *Waste Relationship Matrix* (WRM), berdasarkan total skor dari masing-masing waste pada setiap baris dan kolom pada *matrix*. Baris (“*from*”) berarti menunjukkan jenis waste yang mempengaruhi waste lainnya, sedangkan pada kolom *matrix* (“*to*”) menunjukkan jenis waste yang dipengaruhi waste lainnya.

Berdasarkan presentase keterkaitan waste diketahui bahwa *from defect* memiliki presentase paling tinggi yaitu sebesar 18,97% dari keseluruhan skor waste pada baris *matrix*, hal tersebut dapat disimpulkan bahwa waste defect yang terjadi saat ini memberikan dampak yang besar dan memicu terjadinya waste yang lainnya. Sedangkan *to motion* memiliki presentase tertinggi yaitu sebesar 18,97% dari keseluruhan skor waste pada kolom *matrix*, sehingga waste motion yang terjadi saat ini dipengaruhi oleh jenis waste lainnya yang ada di PT Kamaltex Indonesia.

#### **4.3.2.2 Analisa Waste Assessment Questionnaire (WAQ)**

*Waste Assessment Questionnaire* (WAQ) digunakan untuk mengidentifikasi waste yang paling diminan. WAQ sendiri terdiri dari 68 jenis pertanyaan *assessment* yang menggambarkan suatu aktifitas, kondisi tertentu atau mungkin sifat yang dapat menimbulkan waste tertentu. *Assessment* ini terdiri dari 2 jenis pertanyaan yaitu *from* dan *to* yang dikategorikan ke dalam beberapa factor yaitu

*man, machine, material dan method*. Adapun ranking dari WAQ ini secara berurutan dsari yang terbesar sampai terkecil dapat dilihat pada **tabel 4.62** dibawah ini :

**Tabel 4.62** *Ranking Waste Assesment Questionaire*

<b>Ranking</b>	<b>Jenis Waste</b>	<b>Persentase</b>	<b>Akumulasi Persentase</b>
1	<i>Defect</i>	23,79%	23,79%
2	<i>Transportation</i>	17,87%	41,66%
3	<i>Waiting</i>	13,93%	55,59%
4	<i>Motion</i>	13,37%	68,96%
5	<i>Inventory</i>	12,73%	81,69%
6	<i>Overproduction</i>	12,69%	94,38%
7	<i>Process</i>	5,61%	100%

Hasil metode WAM berdasarkan **tabel 4.62** menunjukkan bahwa *waste* yang menduduki peringkat pertama merupakan *waste* yang paling dominan, dimana *waste defect* merupakan *waste* yang mendominasi dari jenis *waste* yang terjadi lainnya yaitu dengan persentase sebesar 23,79% dan *waste* yang paling minor adalah *waste process* dengan presentase sebesar 5,61%.

### 4.3.3 Analisa Hasil *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT)

Setelah diketahui ranking dari masing-masing *waste* dengan menggunakan WAM, maka Langkah selanjutnya adalah dilakukan pembobotan untuk mendapatkan *tools* yang efektif dan tepat dalam mengevaluasi *waste* yang terjadi di PT Kamaltex Indonesia menggunakan matrik VALSAT. Ranking matrik VALSAT dari yang terbesar sampai yang terkecil dapat dilihat pada **tabel 4.63** dibawah ini :

**Tabel 4.63** *Ranking Hasil VALSAT*

<b>Ranking</b>	<b>Tools VALSAT</b>	<b>Bobot</b>	<b>Persentase</b>
1	<i>Process Activity Mapping (PAM)</i>	531,69	36,09%
2	<i>Supply Chain Response Matrix (SCRM)</i>	291,38	19,78%
3	<i>Quality Filter Mapping (QFM)</i>	232,41	15,78%
4	<i>Demand Amplification Mapping (DAM)</i>	194,43	13,20%
5	<i>Decision Filter Mapping (DPA)</i>	123,66	8,39%
6	<i>Production Variety Funnel (PVF)</i>	68,95	4,68%
7	<i>Physical Structure (PS)</i>	30,6	2,08%

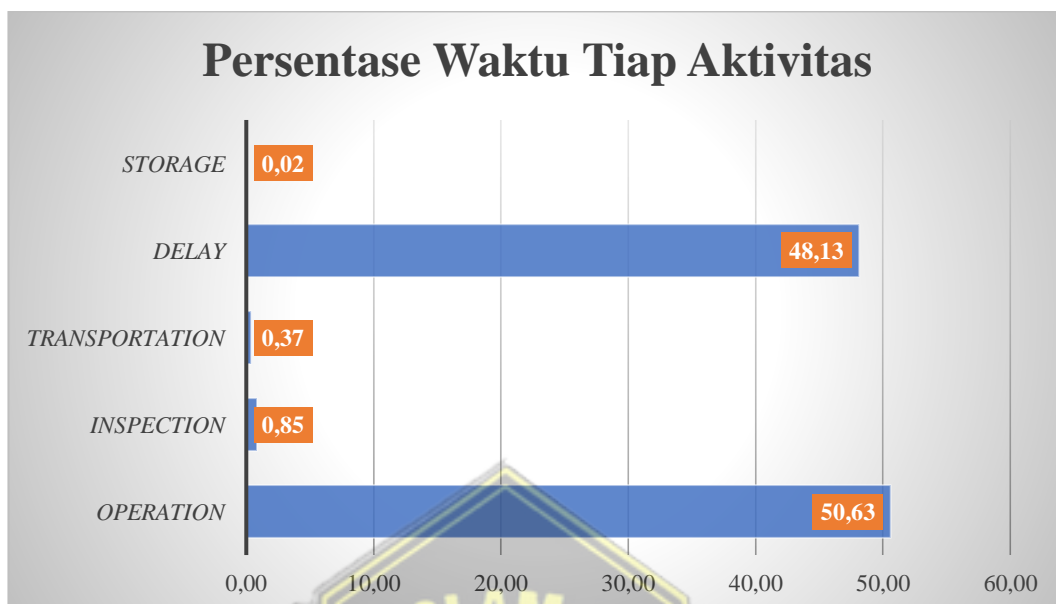
Berdasarkan dari hasil perhitungan pemilihan *tools* VALSAT pada **tabel 4.63** diatas dapat diketahui dan disimpulkan bahwa *tools Process Activity Mapping* (PAM) menduduki *ranking* peringkat pertama dengan total nilai sebesar 531,69, lalu urutan ranking kedua yaitu *tools Supply Chain Response Matrix* (SCRM) dengan total nilai sebesar 291,38, kemudian ranking ketiga adalah *tools Quality Filter Mapping* (QFM) dengan total nilai sebesar 232,41, ranking keempat yaitu *tools Demand Amplification Mapping* (DAM) dengan total nilai sebesar 194,43 lalu ranking kelima *tools Decision Point Analysis* (DPA) dengan total nilai sebesar 123,66, lalu ranking keenam *tools Production Variety Funnel* (PVF) dengan total nilai sebesar 68,95 dan ranking ketujuh yaitu *tools Physical Structure* (PS) dengan total nilai sebesar 30,6, sehingga *tools* yang terpilih untuk digunakan menganalisa *waste* secara lebih detail adalah *tools process activity mapping* (PAM) sebagai peringkat terbesar atau pertama. *Tools* ini mampu menggambarkan proses produksi secara detail.

Terdapat 47 aktivitas dalam *process activity mapping* diantaranya terdiri dari aktivitas *operation* sebanyak 20 aktivitas, *inspection* sebanyak 8 aktivitas, *transportation* sebanyak 14 aktivitas, *delay* sebanyak 4 aktivitas dan *storage* sebanyak 1 aktivitas. Presentase secara detail dari setiap aktivitas yang ada dapat dilihat pada **tabel 4.64**.

**Tabel 4.64** Rekapitulasi Hasil *Tools* PAM

Rekapitulasi			
Aktivitas	Jumlah	Waktu (detik)	Persentase (%)
<i>Operation</i>	20	80842	50,63
<i>Inspection</i>	8	1360	0,85
<i>Transportation</i>	14	584	0,37
<i>Delay</i>	4	76856	48,13
<i>Storage</i>	1	30	0,02
Total	47	159672,4	100

Berdasarkan **tabel 4.64** diatas, maka dapat digambarkan perbandingan waktu antar aktivitas pada **gambar 4.37** sebagai berikut :



**Gambar 4.37** Persentase *Waste* Tiap Aktivitas

Dari **gambar 4.37** grafik di atas diketahui bahwa persentase tertinggi berada pada aktivitas *operation* dengan persentase sebesar 50,63%. Kemudian melakukan klasifikasi *value added activity*, *non value added activity* dan *necessary but not value added activity* yaitu dapat dilihat pada **tabel 4.65** dibawah ini :

**Tabel 4.65** Rekapitulasi VA, NVA dan NNVA

Rekapitulasi			
Aktivitas	Jumlah	Waktu (detik)	Persentase (%)
VA	16	79284	49,65
NVA	4	76856	48,13
NNVA	27	3532	2,21
Total	47	159672,4	100

Berdasarkan **tabel 4.65** diatas diketahui bahwa waktu aktivitas yang bernilai *value added activity* dengan jumlah 16 kegiatan, waktu sebesar 79284 detik dengan persentase 49,65%, *non value added activity* dengan jumlah 4 kegiatan, waktu sebesar 76856 detik atau 48,13% dan *necessary but not value added activity* dengan jumlah 27 kegiatan, waktu sebesar 3532 detik atau 2,21%.

#### 4.3.4 Analisa Hasil Pembuatan Usulan Perbaikan

Berdasarkan pembuatan usulan perbaikan pada **sub bab 4.2.6** didapat bahwa usulan perbaikan yang telah diusulkan memiliki pengaruh terhadap



pemborosan yang terjadi. Berikut merupakan analisa dari pembuatan usulan perbaikan :

### 1. *Autonomous maintenance*

Rekomendasi kegiatan *maintenance* ini ditujukan untuk mengurangi *waste defect, waiting* dan *motion*. Selama pengamatan pada aktivitas produksi berlangsung sering kali dijumpai adanya ketiga *waste* tersebut dikarenakan banyaknya abnormal yang ditemukan.

Tujuan dengan menerapkan *Autonomous maintenance* pada rantai produksi Gedung *spinning* 1 adalah menciptakan iklim kerja yang efektif dan efisien, Dimana harapannya mampu mengoptimalkan performansi mesin sehingga efisiensi mesin meningkat dan secara tidak langsung mengurangi *waste waiting, defect*, dan *motion*. Akan tetapi tujuan tersebut tidak akan tercapai apabila kondisi lingkungan, mesin dan peralatan kerja penuh dengan kotoran, debu, *flywaste* dll. Asumsinya adalah karyawan akan bekerja dengan baik apabila peralatan kerja yang dioperasikan bekerja dengan baik pula.

### 2. **Penambahan fasilitas kerja**

Adapun usulan perbaikan terhadap fasilitas kerja bertujuan untuk melindungi Kesehatan dan keselamatan saat bekerja. Pertama, memberi *ear plug* kepada operator. Terutama pada bagian proses produksi *ring spinning frame*, dimana setelah dilakukan pengukuran kebisingan pada proses tersebut dengan menggunakan alat ukur berupa *sound level meter* diketahui bahwa mesin *spinning* menyebabkan terjadinya kebisingan antara 90-95 Db sedangkan ambang batas manusia menerima suara adalah sebesar 85 Db. Hal ini apabila didengar oleh manusia dalam jangka waktu yang panjang mampu menimbulkan berbagai macam gangguan, yaitu : gangguan pendengaran, fisiologis, komunikasi, performance, gangguan tidur dan psikologis. Kemudian fasilitas yang kedua yaitu masker yang berfungsi sebagai pelindung pada bagian pernapasan seperti hidung serta mulut, untuk meminimalisir terhirupnya *fly waste* ke rongga pernapasan. Sehingga secara tidak langsung akan meminimalisasi resiko gangguan pernapasan akibat terjadinya *fly waste* tersebut.

### 3. Perancangan 5S

5S difokuskan untuk meningkatkan lingkungan kerja, proses-proses, dan produk dengan melibatkan operator di lantai produksi. Kondisi lingkungan yang bersih dan rapi akan berpengaruh terhadap kinerja operator dalam melakukan setiap aktivitasnya. Hal ini juga akan berpengaruh pada hasil produksi benang *polyester* di Gedung *spinning* 1. Maka untuk menciptakan kondisi lingkungan kerja yang baik digunakan konsep 5S (*seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke*)

Penerapan konsep 5S pada Gedung *spinning* 1 ini bertujuan untuk menciptakan kondisi lingkungan lantai produksi yang bersih dan rapi serta menyehatkan bagi semua pekerja di area produksi. Sementara kondisi lingkungan yang kotor justru akan menurunkan perasaan karyawan untuk menghargai Perusahaan, pekerjaan dan bahkan diri pribadi. Kondisi lingkungan yang kotor dan berantakan tersebut akan memicu timbulnya *breakdown, defect* dan rasa malas.

Harapannya dengan menerapkan konsep 5S adalah mengurangi *waste motion, waiting, transportation*, dan yang terutama *waste defect*. Mengintegrasikan konsep 5S dengan *Autonomous maintenance* secara berkesinambungan mampu mengurangi *lead time* produksi yang Panjang yang diakibatkan oleh *waste* yang terjadi, sehingga *cycle time* yang tinggi bisa mendekati atau bahkan lebih kecil. Hal ini menunjukkan bahwa suatu proses dapat berjalan lebih cepat dari standar waktu yang ditetapkan untuk membuat satu unit produk tertentu.

### 4. Perbaikan *layout* pada bagian produksi (*re-layout*)

*Layout* yang diterapkan sekarang di PT Kamaltex Indonesia belum efektif dan efisien sehingga perlu dilakukan adanya *re-layout* guna untuk mengurangi adanya *waiting time* transportasi. *Re-layout* dilakukan dengan menggunakan bantuan menggunakan *software* BLOCPLAN. *Output* dari *software* BLOCPLAN dapat dilihat pada **tabel 4.66** dibawah ini :

**Tabel 4. 66** *Output Software* BLOCPLAN

<i>Layout</i>	<i>R-score</i>	<i>Distance (meter)</i>
1	0.87	273,73
2	0.66	406,16
3	0.79	416,32

Pada **tabel 4.66** diatas diketahui bahwa terdapat tiga *output* alternatif *layout*

dari *software* BLOCPLAN. Alternatif *layout* yang terpilih adalah *layout* 1 dikarenakan memiliki *R-score* dan jarak perpindahan material yang paling sedikit dibandingkan dengan alternatif *layout* lainnya. Sebelum dilakukannya perbaikan *layout* jarak perpindahan material *layout* awal adalah 554,85 meter setelah dilakukan adanya perbaikan jarak perpindahan material menjadi 273,74 meter dengan pengurangan waktu transportasi dari sebelum dilakukan adanya perbaikan *layout* adalah 318,2 detik menjadi 190,82 detik atau pengurangan waktu transportasi sebesar 25,02%.

### 5. Menerapkan Sistem Tarik (*pull system*)

Berdasarkan observasi di lini produksi yang telah dilakukan menunjukkan bahwa dengan diterapkannya sistem tarik diharapkan dapat meminimasi aktivitas yang tidak bernilai tambah (*delay*). Oleh sebab itu dengan menerapkan sistem tarik tidak ada persediaan diantara dua proses yang menunggu untuk diproses. Sistem tarik (*pull system*) yaitu proses sesudah (*subsequent process*) akan meminta atau menarik material dari proses sebelum (*preceding process*) berdasarkan kebutuhan aktual dari proses sesudah tersebut. Dalam hal ini proses sebelum tidak boleh memproduksi dan mendorong atau memberikan material kepada proses sesudah, sebelum ada permintaan produksi dari proses sesudah.

Berdasarkan penerapan usulan sistem tarik (*pull system*) maka bisa direalisasikan dengan mengedukasi operator produksi yang bisa disampaikan pada saat *meeting* pagi dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Pembuatan aliran *kanban* pada proses benang di PT Kamaltex Indonesia
- b. Perhitungan jumlah kartu *kanban* yang dibutuhkan
- c. Pembuatan kartu *kanban*
- d. Perancangan *kanban post*

Setelah melakukan langkah-langkah sistem tarik (sistem *kanban*) seperti di atas, maka diperlukan pertimbangan pemenuhan target produksi yang sudah ditetapkan oleh perusahaan, meningkatkan kapasitas produksi dengan memperbaiki mesin *ring spinning frame* yang sudah lama tidak beroperasi pada ruang mesin *ring spinning frame*. Penambahan 1 mesin *ring spinning frame* bisa menutupi kekurangan kapasitas *output* produksi sebesar 406 *cop*, sehingga tidak ada *output*

menunggu untuk diproses selanjutnya.

## 6. Penambahan jumlah tenaga kerja

Pada proses *ring spinning frame* yang memiliki tekanan panas dan tingkat kebisingan yang cukup tinggi hal ini mengakibatkan pekerja akan cenderung cepat mengalami kelelahan pada saat bekerja, pada proses *ring spinning frame* dengan jumlah pekerja yang hanya 14 orang dimana pada proses *ring spinning frame* ini ada 3 operator per masing-masing orang meng-*handle* 2 mesin karena operator tersebut dianggap sudah melebihi kapasitas target. Sehingga 3 operator tersebut cepat mengalami kelelahan dan menyebabkan menurunnya konsentrasi saat bekerja. Selain itu, di area proses produksi *ring spinning frame* ini juga memiliki suhu ruangan yang bertekanan kurang lebihnya yaitu 34-36°C yang menyebabkan pekerja cepat kelelahan. Untuk mengantisipasi hal tersebut diharapkan pihak perusahaan menambah jumlah operator produksi pada proses tersebut yang sebelumnya berjumlah 14 orang harus ditambah menjadi 17 orang pekerja, sehingga 1 orang nya akan meng-*handle* hanya 1 mesin saja dan tidak menimbulkan beban kerja yang tidak seimbang antar operator saat bekerja. Persyaratan dalam penambahan jumlah tenaga kerja yaitu dengan catatan bahwa akan dilakukan seleksi berkas pendaftaran seperti Batasan umur, wawancara, ijazah terahir dan melampirkan surat sehat dari dokter. Dikarenakan sebelum sebelumnya perekrutan pekerja hanya berdasarkan KTP tanpa mempertimbangkan syarat lainya yang juga seharusnya penting.

Penambahan jumlah pekerja juga dapat menambah kecepatan proses produksi pada proses *ring spinning frame* yang dimana diketahui bahwa waktu proses proses *ring spinning frame* sebelum adanya perbaikan adalah 5101,20 detik dengan jumlah pekerja adalah 14 orang dengan upah perharinya adalah Rp. 1.390.452 hari, sedangkan setelah dilakukan adanya perbaikan waktu proses *ring spinning frame* mengalami penurunan menjadi 4200,98 detik dengan jumlah pekerja adalah 17 orang dengan biaya tambahan upah sebesar 17,65 % yaitu dari Rp. 1.390.452 per hari menjadi Rp. 1.688.406 per hari.

#### 4.3.5 Analisa VA, NVA dan NNVA Pada *Future State Mapping*

Berdasarkan usulan perbaikan yang telah diusulkan pada *Future State Mapping* maka didapat nilai *value added activity*, *non value added activity* dan *necessary but not value added activity* sebagai berikut :

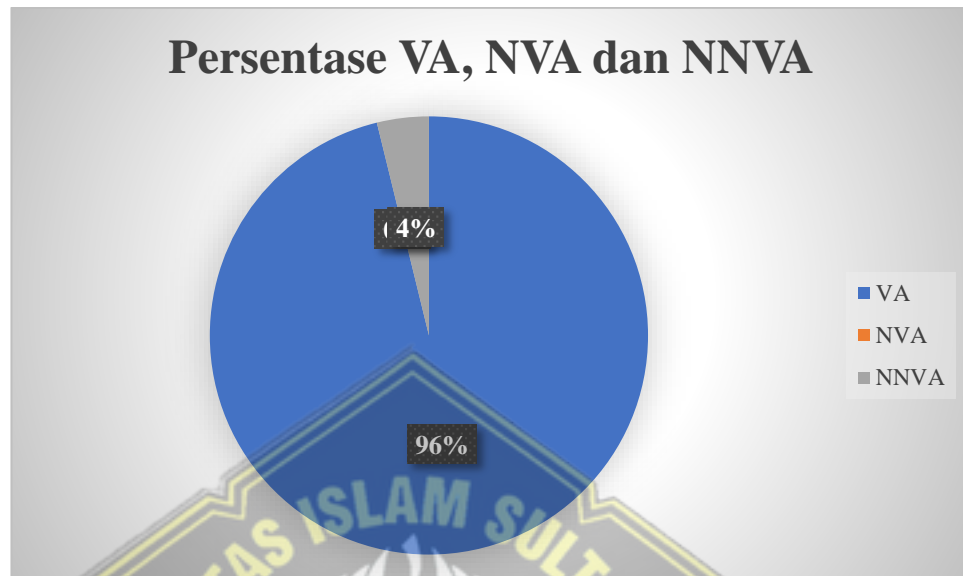
Tabel 4. 67 Klasifikasi VA, NVA dan NNVA Sesudah Perbaikan

No	Kegiatan	Mesin/Alat	Jarak (meter)	Waktu (detik)	Jumlah Operator	Aktivitas					Kategori			
						Operation ○	Inspection □	Transport ⇨	Delay □	Storage ▽	VA	NVA	NNVA	
1	Memindahkan material kapas dari gudang ke <i>blowing area</i>	<i>Forklift</i>	23,74	13,56	2			X					13,56	
2	Persiapan material dikeluarkan dari <i>bale</i>	<i>Handpallet</i>		150		X								150
3	Penataan <i>bale material</i> di lantai <i>blowing area</i> per set			1268		X								1268
4	Kebersihan + Pengecekan material			780			X							780
5	Proses <i>Blowing</i>	<i>Blowing</i>		2475		X					2475			
6	<i>Output</i> menunggu diproses <i>blowing</i>			0					X			0		
7	Transfer <i>ouput blowing</i> ke <i>carding</i>	Otomatis	4,17	Otomatis				X						Otomatis
8	Mengambil dan memasang <i>can</i>			20	2	X					20			
9	<i>Carding + doffing</i>	<i>Carding</i>		10584		X					10584			
10	Pengecekan <i>Carding</i>	Ne		90			X							90

11		Transfer output carding ke drawing breaker	Can	39,96	54,7			X					54,7
12	Drawing Breaker	Memasang sliver can ke dalam proses drawing breaker			200	1	X					200	
13		Drawing breaker + doffing	Drawing		1887		X					1887	
14		Pengecekan drawing breaker	Ne		60			X					60
15		Output menunggu diproses drawing breaker			0				X				0
16		Transfer output drawing breaker ke drawing finisher	Can	32,13	19,32			X					19,32
17	Drawing Finisher	Memasang sliver can kedalam proses drawing finisher			215	1	X					215	
18		Drawing finisher + doffing	Drawing		2092		X					2092	
19		Pengecekan drawing finisher	Ne		60			X					60
20		Output drawing finisher menunggu diproses			0				X				0
21		Transfer output drawing finisher ke roving	Can	37,33	33,39			X					33,39
22	Roving	Memasang sliver can ke dalam proses roving			600	2	X					600	
23		Memasang bobbin roving			420		X					420	
24		Roving + doffing	Roving		7200		X					7200	
25		Pengecekan roving	Ne		60			X					60
26		Transfer roving ke rak roving	Troli		25				X				25
27		Output roving menunggu diproses			0				X			0	
28		Transfer roving ke spinning	Troli	34,73	10,42			X					10,42
29	Spinning	Memasang cop benang ke spinning + doffing			Otomatis	14	X					Otomatis	

30		Ring spinning frame	RSF		5101		X					5101		
31		Pengecekan RSF			90			X						90
32		Transfer cop benang ke winding	Troli	34,13	25,24				X					25,24
33	Winding	Memasang cop benang di magazine proses winding			605		X					605		
34		Winding	Winding		4651		X					4651		
35		Pengecekan winding	Ne		90			X						90
36		Mengambil cones	Troli		120		X							120
37		Transfer cones ke UV room	Troli	17,38	12,40				X					12,40
38	UV	UV room	Sinar UV lamp		130			X						16
39		Transfer cones ke conditional room		3,32	2,49				X					2,49
40	Conditional room	Menempatkan cones ke conditional room			60				X					60
41		Conditional room			43200		X					43200		
42		Transfer ke packing	Troli	40,71	17,74				X					17,74
43	Packing	Menulis spesifikasi benang secara manual per sak karung	Spidol		20		X							20
44		Packing			35		X					35		
45		Menempatkan sak karung ke pallet			35				X					35
46		Transfer ke gudang	Forklift	6,14	1,57				X					1,57
47		Gudang	Forklift		30						X			30
<b>TOTAL</b>											79284	0	3259	
<b>Persentase</b>											96,05	0	3,95	

Grafik perbandingan dari VA, NVA dan NNVA pada Analisa **tabel 4.67** di atas dapat dilihat pada **gambar 4.38** di bawah ini :



**Gambar 4.38** Persentase VA, NVA dan NNVA

Setelah dilakukan adanya perbaikan terlihat bahwa terjadi adanya perubahan persentase antara *value added activity*, *non value added activity* dan *necessary but not value added activity* diketahui bahwa *value added activity* memiliki persentase sebesar 96% dengan nilai 79284 detik, *non value added activity* memiliki persentase sebesar 0% dengan nilai 0 detik dan *necessary but not value added activity* memiliki persentase sebesar 3,95% dengan nilai 3259 detik.

#### 4.3.6 Manufacturing Cycle Effectiveness (MCE)

Berdasarkan hasil perbaikan di atas yang telah digambarkan pada *future state mapping*, kemudian dilakukan analisis efektivitas dengan menggunakan alat bantu *manufacturing cycle effectiveness* dengan tujuan mengetahui pengurangan pada aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non value added activities*). Setelah dilakukan perbaikan diketahui nilai aktivitas yang bernilai tambah (*value added activities*) sebesar 79284 detik, sedangkan nilai aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non value added activities*) sebesar 0 detik dan nilai aktivitas yang tidak bernilai tambah tetapi dibutuhkan (*necessary but non-value added activities*) sebesar 3259 detik. Sehingga diperoleh total aktivitas yang tidak bernilai tambah sebesar 3259 detik. Rumus MCE adalah sebagai berikut :



$$\text{Manufacturing Cycle Effectiveness} = \frac{\text{Processing Time}}{\text{Cycle Time}}$$

Nilai *cycle time* terdiri dari *processing time*, *waiting time*, *moving time*, *inspection time* dan *storage time*. Sehingga perhitungan nilai MCE sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{MCE} &= \frac{\text{Processing Time}}{\text{Cycle Time}} = \frac{VA}{VA+NVA+NNVA} \\ &= \frac{79284}{79284+0+3259} \\ &= \frac{79284}{82543,03} \\ &= 96,05\% \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan nilai MCE setelah usulan perbaikan di atas diperoleh nilai sebesar 96,05%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pada proses produksi terdapat aktivitas bernilai tambah (*value added activities*) sebesar 96,05% dan aktivitas tidak bernilai tambah (*non value added activities*) sebesar 3,95%. Hasil MCE FSVSM mendekati 100% hal ini menunjukkan bahwa proses produksi sudah cukup ideal, akan tetapi masih mengandung *non value added activities*.

#### 4.4 Pembuktian Hipotesa

Hipotesa menunjukkan bahwa penelitian yang sudah dilakukan pada penelitian ini mampu mengatasi permasalahan yang ada di PT Kamaltex Indonesia, permasalahan tersebut berupa terjadinya beberapa *waste* yang memiliki hubungan dan keterkaitan *waste* satu dengan *waste* lainnya yang mengganggu kegiatan proses produksi, dimana permasalahan tersebut mampu diselesaikan menggunakan pendekatan *lean manufacturing* dengan menerapkan metode WAM, VALSAT, dan RCA, yang dimana dapat diketahui bahwa *waste* yang paling dominan dan berpengaruh terhadap *waste* lainnya adalah *defect* dan melakukan usulan perbaikan pada setiap *waste* yang ada. Untuk menunjukkan pembuktian hipotesa secara jelas dapat dilihat pada sub bab dibawah ini :

##### 4.4.1 Kecepatan Proses Produksi

Pembuktian hipotesa pada kecepatan proses produksi ini belum mencapai implementasi, oleh karena itu hanya dilakukan perhitungan estimasi peningkatan apabila usulan tersebut dapat diterima dan diterapkan oleh perusahaan untuk

mengatasi permasalahan yang ada. Berdasarkan dari pengolahan data terbukti dapat mengurangi aktivitas *non value added activity* dimana hal tersebut akan berdampak pada kecepatan proses produksi yang ada di PT Kamaltex Indonesia. Berikut ini merupakan perbandingan *current state value stream mapping* dan *future state value stream mapping* dapat dilihat pada **tabel 4.68** dibawah ini :

**Tabel 4. 68** Perbandingan CVSM dan FSVSM

Aktivitas	Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan	Selisih	Persentase Perbaikan
VA	79285	79284	1	0
NVA	76856	0	76856	99,64
NNVA	3419	3144,83	274,17	0,36
Total lead time	159560	82428,83	77131,17	100

#### 4.4.2 Pengurangan Jarak Transportasi dan Waktu Transportasi

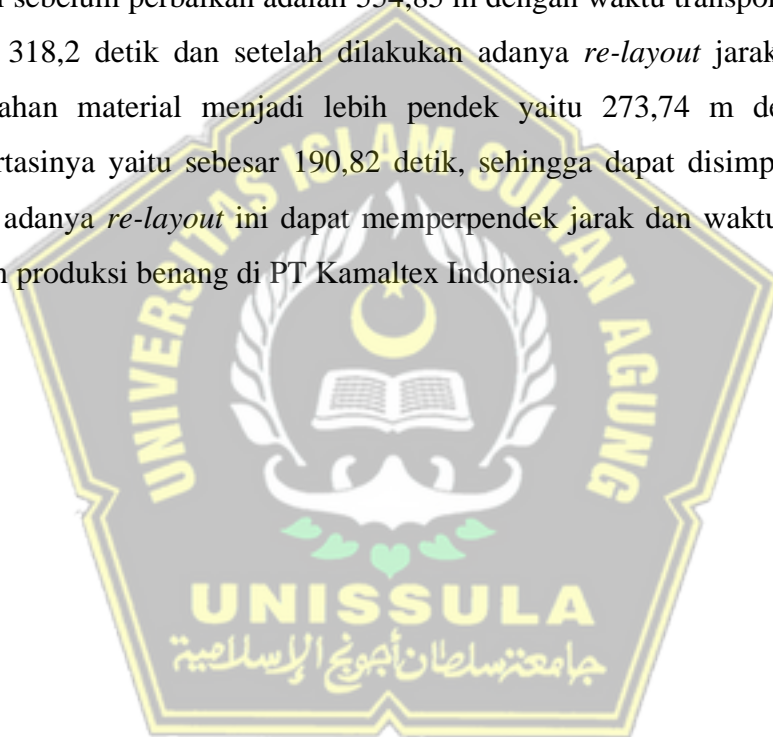
Berdasarkan identifikasi masalah yang dilakukan yaitu terdapat adanya penempatan tata letak *layout* yang kurang efektif pada bagian produksi. Oleh karena itu dilakukan adanya usulan perbaikan yaitu berupa *re-layout* pada bagian proses produksi untuk memperpendek jarak perpindahan material dan waktu transportasi pada bagian produksi di PT Kamaltex Indonesia. Berikut merupakan perbandingan *layout* sebelum dan sesudah perbaikan dapat dilihat pada **tabel 4.69** dibawah ini :

**Tabel 4.69** Perbandingan Transportasi Sebelum dan Sesudah Perbaikan

No	Transportasi	Sebelum perbaikan		Sesudah perbaikan	
		Jarak (m)	Waktu (detik)	Jarak (m)	Waktu (detik)
1	Gudang bahan baku ke proses <i>Blowing</i>	241,27	137,8	23,74	13,56
2	Proses <i>Blowing</i> ke proses <i>Carding</i>	13,64	*	4,17	*
3	Proses <i>Carding</i> ke proses <i>Drawing Breaker</i>	15,34	21	39,96	54,70
4	Proses <i>Drawing Breaker</i> ke proses <i>Drawing Finisher</i>	9,98	6	32,13	19,32
5	Proses <i>Drawing Finisher</i> ke proses <i>Roving</i>	15,43	13,8	37,33	33,39
6	Proses <i>Roving</i> ke proses <i>Ring Spinning Frame</i>	42,67	12,8	34,73	10,42

7	Proses <i>Ring Spinning Frame</i> ke proses <i>Winding</i>	107,1	79,2	34,13	25,24
8	Proses <i>Winding</i> ke proses <i>UV room</i>	20,89	14,9	17,38	12,40
9	Proses <i>UV room</i> ke <i>Conditional room</i>	10,79	8,1	3,32	2,49
10	<i>Conditional room</i> ke proses <i>Packing</i>	26,16	11,4	40,71	17,74
11	Proses <i>Packing</i> ke Gudang bahan jadi	51,58	13,2	6,14	1,57
<b>Total</b>		<b>554,85</b>	<b>318,2</b>	<b>273,74</b>	<b>190,82</b>

Dari **tabel 4.69** diatas diketahui bahwa jarak transportasi perpindahan material sebelum perbaikan adalah 554,85 m dengan waktu transportasinya yaitu sebesar 318,2 detik dan setelah dilakukan adanya *re-layout* jarak transportasi perpindahan material menjadi lebih pendek yaitu 273,74 m dengan waktu transportasinya yaitu sebesar 190,82 detik, sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan adanya *re-layout* ini dapat memperpendek jarak dan waktu transportasi kegiatan produksi benang di PT Kamaltex Indonesia.



## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengumpulan dan pengolahan data dari penelitian yang telah dilakukan oleh penulis pada proses produksi benang di PT Kamaltex Indonesia maka dapat ditarik kesimpulan yaitu sebagai berikut :

1. Berdasarkan identifikasi *waste* dengan menggunakan metode *waste assessment model* pada PT Kamaltex Indonesia terdiri dari :
  - a. *Motion*, meliputi ada gerakan memilih dan mengelompokkan warna *tube* sesuai dengan warna yang sama yang dilakukan oleh operator pada proses *Winding*. Kemudian, berdasarkan hasil dari metode WAQ untuk *waste motion* didapatkan persentase sebesar 13,37%.
  - b. *Overproduction*, meliputi produksi berlebih terjadi pada proses *roving*. Dimana *output roving* yang diproduksi melebihi kebutuhan pelanggan perharinya. Oleh karena itu dapat memunculkan *waste inventory*. Kemudian, berdasarkan hasil dari metode WAQ untuk *waste overproduction* didapatkan persentase sebesar 12,69%.
  - c. *Inventory*, meliputi persediaan berlebih terjadi akibat produksi berlebih yang disebabkan oleh *waste overproduction* pada produksi *roving* sehingga menimbulkan adanya penumpukan *output roving*. Kemudian, berdasarkan hasil dari metode WAQ untuk *waste inventory* didapatkan persentase sebesar 12,73%.
  - d. *Transportation*, meliputi adanya transportasi berlebih selama proses produksi berlangsung adalah ketika transfer material dari Gudang bahan baku ke *blowing area* serta dari *output ring spinning frame* menuju ke *winding area* dengan jarak yang cukup jauh, karena harus melintasi area yang berbeda sehingga mengakibatkan tidak efisien nya dalam waktu transportasi tersebut. Kemudian, berdasarkan hasil dari metode WAQ untuk *waste transportation* didapatkan persentase sebesar 17,87%.
  - e. *Waiting*, meliputi mesin sering mengalami terjadinya *lapping* dan

*breakdown* mesin yang mampu mempengaruhi ketidakseimbangan lini produksi atau menambah waktu siklus untuk tiap prosesnya karena menunggu operator atau bagian maintenance untuk melakukan perbaikan sehingga dengan tidak seimbangnya lini produksi tersebut menimbulkan terjadinya waktu menunggu pada output untuk diproses pada stasiun kerja selanjutnya. Kemudian, berdasarkan hasil dari metode WAQ untuk *waste waiting* didapatkan persentase sebesar 13,93%.

- f. *Overprocessing*, meliputi *human error* dan kurangnya pengetahuan operator terhadap metode kerja yang berlaku. Contoh terjadinya *human error* adalah ketika operator menyambung sliver putus yang tidak benar atau tidak rapi. Kemudian, berdasarkan hasil dari metode WAQ untuk *waste overprocessing* didapatkan persentase sebesar 5,61%.
  - g. *Defect*, meliputi rata-rata produk cacat yang dialami oleh perusahaan sebesar 3,92% sedangkan batas toleransi standar kualitas yang sudah ditentukan oleh perusahaan sebesar 2,5%. Berdasarkan hal tersebut maka bisa dikatakan bahwa standar *defect* melebihi dari standar yang sudah ditentukan. Kemudian, berdasarkan hasil dari metode WAQ untuk *waste defect* didapatkan persentase sebesar 23,79%.
2. Berdasarkan nilai efektivitas (MCE) pada kondisi sekarang ini pada produksi pembuatan benang sebesar 49,6%, hal tersebut menunjukkan bahwa pada proses produksi terdapat aktivitas yang bernilai tambah (*value added activity*) sebesar 49,6% dan aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non value added activity*) sebesar 50,4%. Dibandingkan dengan nilai efektivitas (MCE) pada kondisi setelah usulan perbaikan pada produksi benang sebesar 96,18%, hal tersebut menunjukkan bahwa pada proses produksi terdapat aktivitas bernilai tambah (*value added activity*) sebesar 96,18% dan aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non value added activity*) 3,82%. Hal ini menunjukkan bahwa proses produksi benang sudah cukup ideal, akan tetapi masih mengandung *non value added activity*.
  3. Berdasarkan hasil analisis akar penyebab dengan menggunakan metode RCA 5 *why's* maka dapat diusulkan rekomendasi perbaikan dengan

menggunakan metode 5W+1H sebagai upaya mereduksi *non value added activity* di lini produksi sebagai berikut :

- b. Penerapan *autonomous maintenance*
- c. Penambahan fasilitas kerja
- d. Perancangan 5S
- e. Perbaikan *layout* pada bagian produksi (*re-layout*)
- f. Menerapkan sistem tarik (*pull system*)
- g. Penambahan jumlah tenaga kerja

## 5.2 Saran

Adapun saran-saran yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pada bagian lini produksi dapat dilakuakn penerapan *autonomous maintenance* yang bertujuan untuk menghindari terjadinya kerusakan mesin secara bersamaan.
2. Penambahan fasilitas kerja dari perusahaan digunakan untuk meningkatkan produktivitas perusahaan.
3. Perusahaan dapat merancang 5S bertujuan untuk menciptakan kondisi lingkungan rantai produksi yang bersih dan rapi serta menyehatkan bagi semua pekerja di area produksi.
4. Perusahaan dapat melakukan perbaikan *layout* pada bagian produksi karena jarak dan urutan antar stasiun kerja yang kurang efisien yaitu dengan menggunakan *software blocplan* dan setelah mendapatkan *output centeroid* dari *blocplan* dapat perhitungan *Euclidean* untuk mengetahui jarak antar proses sehingga bisa mengetahui jarak antar proses dan *workstation* dapat diatur dalam urutan yang efisien untuk mengurangi waktu *transportation*.
5. Dalam menerapkan sistem tarik (*pull system*) perlu dilakukan kajian lebih dalam terhadap penyusunan jadwal produksi, sehingga sistem tarik (*pull system*) yang diusulkan dapat diimplementasikan pada perusahaan.
6. Perusahaan dapat menambahkan jumlah tenaga kerja pada bagian proses

*ring spinning frame* agar meningkatkan produktivitas Perusahaan dan kecepatan proses produksi.

7. Perusahaan dapat menerapkan usulan perbaikan *lean manufacturing* pada semua proses produksi agar pemborosan yang terjadi dapat dikurangi bahkan dieliminasi.



## DAFTAR PUSTAKA

- Anthony, Muhamad Bob. 2017. "Produk Pelat Baja Dengan Metode Six Sigma." 3(2):41–48.
- Asrul fole (Institut Teknologi Dan Bisnis Nobel Indonesia). 2023. "JIEI : Journal OfIndustrial Engineering Innovation JIEI : Journal OfIndustrial Engineering Innovation." *Journal OfIndustrial Engineering Innovation* 01(01):23–29.
- Capital. 2004. "Capital Konsep Lean.Pdf."
- Syakhroni, Akhmad et.al. 2019. "Usulan Penerapan Manufacturing Cycle Effectiveness ( MCE ) Untuk Meningkatkan Efektivitas Lini Produksi Dengan Menggunakan Alat Bantu Value Stream Mapping Dan Root Cause Analysis." 149–54.
- Corrie Susanto<sup>1</sup>, Agus Alex Yanuar<sup>2</sup>, Praty Poeri Suryadhini<sup>3</sup> 1, 2, 3Prodi. 2018. "PERANCANGAN SISTEM KANBAN UNTUK MEMINIMASI WASTE INVENTORY PADA PROSES PRODUKSI MODUL SURYA 260WP PT . XYZ DENGAN PENDEKATAN LEAN MANUFACTURING DESIGN OF THE KANBAN SYSTEM TO MINIMIZE WASTE INVENTORY IN PRODUCTION PROCESS OF MODUL SURYA 260WP PT . XYZ WIT." 5(2):2767–74.
- Daonil. 2012. *Implementasi Lean Manufacturing Untuk Eleminasi Waste Pada Lini Produksi Machining Cast Wheel Dengan Menggunakan Metode WAM Dan VALSAT.*
- Edwin Bayu Kurniawan, 2Ni Luh Putu Hariastuti. 2020. "Implementasi Lean Manufacturing Pada Proses Produksi Untuk Mengurangi Waste Guna Lebih Efektif Dan Efisien." 2507(February):1–9.
- Febianti, Evi, Yusraini Muharni, and Kulsum Kulsum. 2021. "Penerapan Lean Manufacturing Untuk Mereduksi Waste Pada Produksi Spare Part Screw Spindle Set." *Journal Industrial Servicess* 7(1):76. doi: 10.36055/jiss.v7i1.12338.
- Haekal, Jakfat. 2022. "Integration of Lean Manufacturing and Promodel Simulation on Repair Production Process Flow of Polysilane Bottle Printing Using VSM,



- WAM, VALSAT, And RCA Methods: Case Study Packaging Manufacturing Company.” *International Journal Of Scientific Advances* 3(2):235–43. doi: 10.51542/ijscia.v3i2.15.
- Hines, Peter, and Nick Rich. 1997. “Mapping Tools.” *International Journal of Operations & Production Management* 17(1):46–64.
- Hines, and Taylor. 2000. *Going Lean, Lean Enterprise Research Center*. 1st ed. edited by T. Matters. Cardiff: Cardiff Business School.
- Irwan Setiawan, Arif Rahman. 2021. “Penerapan Lean Manufacturing Untuk Meminimalkan Waste Dengan Menggunakan Metode VSM Dan WAM Pada PT XYZ.” *Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ* 1(1):1–10.
- Kusbiantoro, Catur, and Ellysa Nursanti. 2019. “Penerapan Lean Manufacturing Untuk Mengidentifikasi Dan Menurunkan Waste (Studi Kasus CV Tanara Textile).” *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri* 5(1):1–7. doi: 10.36040/jtmi.v5i1.251.
- Ma’ruf, Zaenal, Novi Marlyana, and Andre Sugiyono. 2021. “Analisis Penerapan Lean Manufacturing Dengan Metode Valsat Untuk Memaksimalkan Produktivitas Pada Proses Operasi Crusher ( Studi Kasus Di PT Semen Gresik Pabrik Rembang ).” *Prosiding Seminar Nasional Konstelasi Ilmiah Mahasiswa UNISSULA 5 (KIMU 5)* 5(1):10–20.
- Maulana, Muhamad, Endang Suhendar, and Aliffia Teja Prasasty. 2023. “Penerapan Lean Management Untuk Meminimasi Waste Pada Lini Produksi CV. Mandiri Jaya Dengan Metode WAM Dan VALSAT.” *Jurnal Optimasi Teknik Industri (JOTI)* 5(1):1. doi: 10.30998/joti.v5i1.13747.
- Mohd, A., W. A. Y. Yusoff, Attia Boudjemline, and Naim Ben Ali. 2023. “Implementation of Root Cause Analysis ( RCA ) in Painting Process for Malaysian Automotive Industries.” 4(2):128–38.
- Rawabdeh, Ibrahim A. 2005. “A Model for the Assessment of Waste in Job Shop Environments.” *International Journal of Operations and Production Management* 25(8):800–822. doi: 10.1108/01443570510608619.
- Setiawan, Setiawan, Indra Setiawan, Choesnul Jaqin, Herry A. Prabowo, and Humiras H. Purba. 2021. “Integration of Waste Assessment Model and Lean

Automation to Improve Process Cycle Efficiency in the Automotive Industry.”

*Quality Innovation Prosperity* 25(3):48–64. doi: 10.12776/qip.v25i3.1613.

Sihombing, Aminuddin. 2010. “Analisis Penggunaan Value Stream Mapping Menuju Perusahaan Lean Manufacturing Studi Kasus PT. Kharisma Abadi Jaya.” Universitas Sumatera Utara.

Syakhroni, Akhmad, Septian Aryo Kuncoro, and Rieska Ernawati. 2023. “Proposed Implementation of Lean Manufacturing To Reduce Waste in Plywood Production.” *Engineering and Technology Journal* 08(10):2940–48. doi: 10.47191/etj/v8i10.17.

Yanti, Misda, Fitriani Surayya Lubis, and Muhammad Rizki. 2023. “Production Line Improvement Analysis With Lean Manufacturing Approach To Reduce Waste At CV. TMJ Uses Value Stream Mapping (VSM) and Root Cause Analysis (RCA) Methods.” 1875–87. doi: 10.46254/sa03.20220369.

