

**USULAN PENERAPAN *LEAN MANUFACTURING* DENGAN  
METODE VALSAT UNTUK MEMINIMASI WASTE PADA  
PROSES PRODUKSI GERGAJI KAYU**

(Studi Kasus UD. Ariv Hadipolo)

**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 :

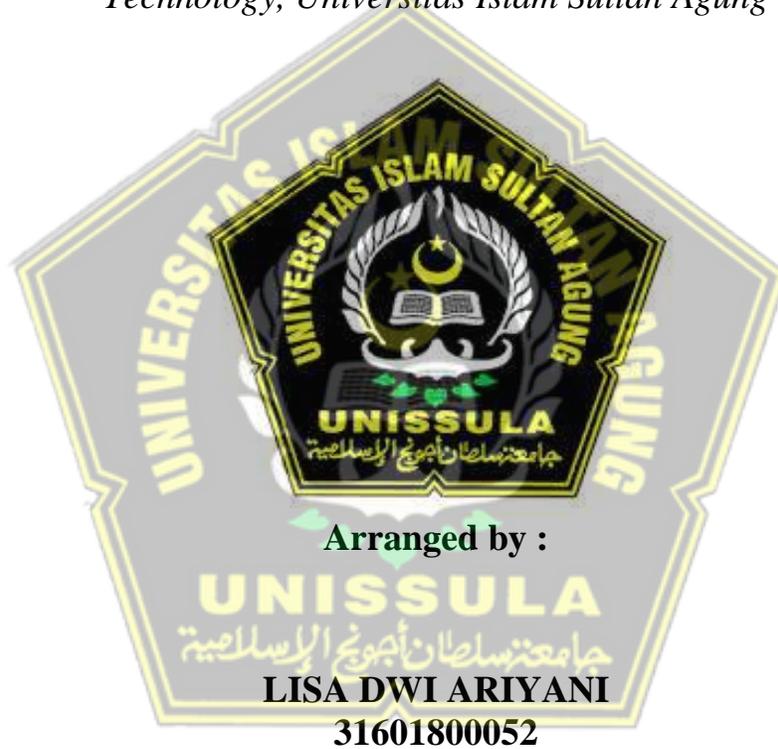
**LISA DWI ARIYANI  
31601800052**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG  
SEMARANG  
2023**

***PROPOSED APPLICATION OF LEAN MANUFACTURING USING  
THE VALSAT METHOD TO MINIMIZE WASTE IN THE  
WOODSAW PRODUCTION PROCESS  
(Case Study of UD. Ariv Hadipolo)***

***FINAL PROJECT***

*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*



**DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING  
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY  
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG  
SEMARANG  
2023**

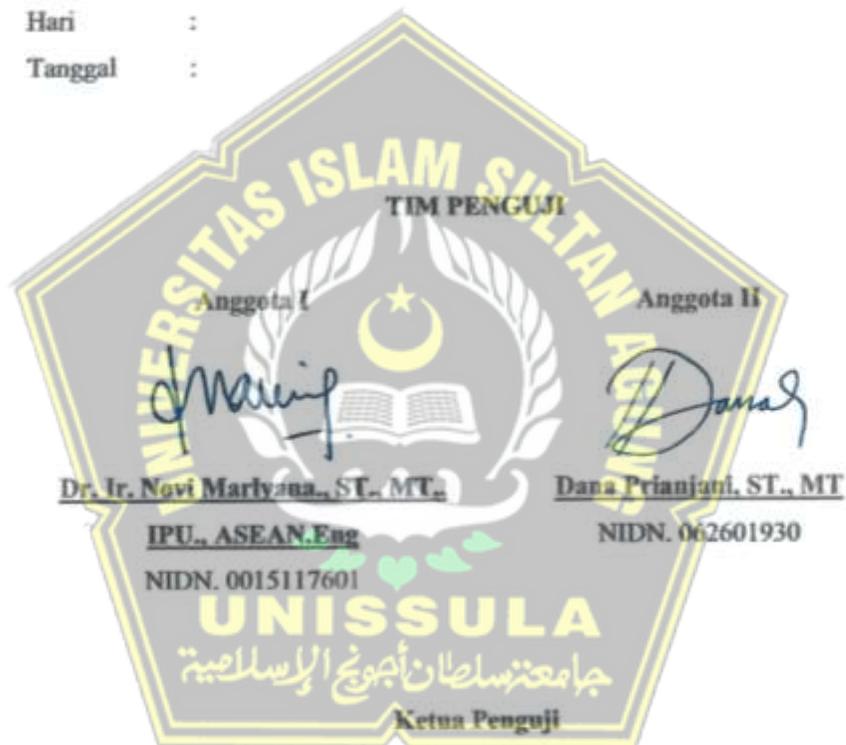


## LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul "USULAN PENERAPAN LEAN MANUFACTURING DENGAN METODE VALSAT UNTUK MEMINIMASI WASTE PADA PROSES PRODUKSI GERGAJI KAYU (STUDI KASUS UD. ARIV HADIPOLO)" ini telah dipertahankan di depan dosen penguji Tugas Akhir pada :

Hari :

Tanggal :



*Irwan*

Ir. Irwan Sukendar, ST., MT., IPM., ASEAN.Eng

NIDN. 0010017601

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Lisa Dwi Ariyani  
Nim : 31601800052  
Judul Tugas Akhir : USULAN PENERAPAN LEAN MANUFACTURING  
DENGAN METODE VALSAT UNTUK  
MEMINIMASI WASTE PADA PROSES PRODUKSI  
GERGAJI KAYU (STUDI KASUS UD ARIV  
HADIPOLO)

Dengan 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 atau dipublikasikan oleh siapapun baik keseluruhan maupun sebagian, kecuali yang secara tertulis diacu pada naskah ini dan telah 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, 2023

Yang Menyatakan



Lisa Dwi Ariyani

**PERNYATAAN PERSETUJUAN  
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Lisa Dwi Ariyani

NIM : 31601800052

Program Studi : Teknik Industri

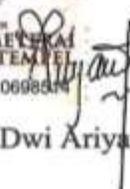
Fakultas : Teknologi Industri

Dengan ini menyatakan Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir dengan Judul: **USULAN PENERAPAN LEAN MANUFACTURING DENGAN METODE VALSAT UNTUK MEMINIMASI WASTE PADA PROSES GERGAJI KAYU (STUDI KASUS UD. ARIV HADIPOLO)**

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, 13 Maret 2023

Yang Menyatakan

  
  
Lisa Dwi Ariyani

## LEMBAR PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini penulis persembahkan untuk :

1. Diri saya sendiri
2. Orang Tua beserta keluarga besar yang selalu memberikan doa untuk kelancaran dalam mengerjakan tugas akhir saya.
3. Serta teman-teman seperjuangan yang selalu mendukung dan mensupport satu sama lain.



## MOTTO

*Carpe Diem* (Nikmati Hari Ini)

(Anonim)

*“... dan berbuat baiklah, karena sesungguhnya Allah menyukai orang-orang yang berbuat baik”*

(Q.S Al-Baqarah: 195)

*“Jangan menjelaskan tentang dirimu kepada siapapun. Karena yang menyukaimu tidak butuh itu dan yang membencimu tidak percaya itu.”*

(Ali bin Abi Thalib)



## KATA PENGANTAR

*Assalamualaikum Wr. Wb.*

Alhamdulillah, syukur kehadirat kepada Allah SWT atas segala rahmat, karunia, taufiq dan hidayah-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul “Usulan Penerapan Lean Manufacturing Dengan Metode VALSAT Untuk Meminimasi Waste Pada Proses Produksi Gergaji Kayu Studi Kasus UD Ariv Hadipolo”. Tidak lupa shalawat serta salam semoga selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW.

Dalam Penyusunan Tugas Akhir ini, penulis sampaikan rasa hormat dan terima kasih yang mendalam kepada :

1. Allah SWT atas segala karunia-Nya hingga Laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.
2. Bapak dan Kakak saya, terima kasih atas semua pengorbanan, dukungan, semangat dan doa-doa yang setiap hari dipanjatkan.
3. Ibu Nuzulia Khoiriyah, ST.MT dan Ibu Wiwiek Fatmawati, ST.M.Eng selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak masukan, bimbingan, serta saran. Mohon maaf atas segala kesalahan, kekhilafan dan keterbatasan saya yang saya miliki.
4. Bapak Ir. Irwan Sekunder, ST.,M.T.IPM.ASEAN.Eng, Ibu Dr.Ir. Novi Marlyana, ST.,MT.IPU, ASEAN,,M.Eng, dan Ibu Dana Prianjani, S.T., M.T selaku dosen penguji yang bersedia memberi masukan berupa saran dan kritik untuk memperbaiki penyusunan laporan tugas akhir.
5. Bapak Ibu Dosen Teknik Industri Universitas Islam Sultan Agung yang telah membimbing dan mengajar selama perkuliahan.
6. Rekan-rekan FTI angkatan 2018

## DAFTAR ISI

<b>LAPORAN TUGAS AKHIR</b> .....	i
<b><i>FINAL PROJECT</i></b> .....	ii
<b>LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING</b> .....	iii
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b> .....	v
<b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH</b> .....	vi
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN</b> .....	vii
<b>MOTTO</b> .....	viii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvii
<b>DAFTAR ISTILAH</b> .....	xviii
<b>ABSTRAK</b> .....	xix
<b><i>ABSTRACT</i></b> .....	xx
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Pembatasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan .....	4
1.5 Manfaat .....	4
1.6 Sistematika penulisan .....	5

<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....</b>	<b>7</b>
2.1    Tinjauan Pustaka .....	7
2.2    Landasan Teori.....	19
2.2.1 <i>Lean manufacturing</i> .....	19
2.2.2 <i>Value Stream Mapping</i> .....	22
2.2.3    Konsep <i>Waste Assessment Model</i> .....	23
2.2.4.1 <i>Seven Waste Relationship</i> .....	24
2.2.4.2 <i>Waste Relationship Matrix (WRM)</i> .....	27
2.2.4.3 <i>Waste Assessment Questionare</i> .....	28
2.2.4 <i>Value Stream Analysis Tools (VALSAT)</i> .....	32
2.2.5 <i>Root Cause Analysis (RCA)</i> .....	35
2.3    Hipotesa dan Kerangka Teoritis .....	37
2.3.1    Hipotesa .....	37
2.3.2    Kerangka Teoritis.....	38
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>40</b>
3.1    Pengumpulan Data .....	40
3.2    Teknik Pengumpulan Data .....	40
3.3    Pengujian Hipotesa.....	41
3.4    Metode Analysis.....	41
3.5    Pembahasan .....	42
3.6    Penarikan Kesimpulan.....	42
3.7    Diagram Alir .....	43
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>46</b>

4.1	Pengumpulan Data .....	46
4.1.1	Proses produksi .....	46
4.1.2	Data Produk Cacat .....	48
4.1.3	Data <i>Manpower</i> .....	49
4.2	Pengolahan Data.....	54
4.2.1	Uji Kecukupan Data.....	54
4.2.2	Uji Keseragaman Data .....	56
4.2.3	Waktu Siklus.....	59
4.2.4	Pembuatan <i>Current State Mapping</i> .....	60
4.2.4.1	Pembentukan Peta <i>Current State Mapping</i> .....	60
4.2.4.2	Mengidentifikasi Aktifitas <i>Value Added, Non Value Added</i> dan <i>Necessary but non Value Added</i> .....	62
4.2.4.3	Membuat <i>Current State Mapping</i> .....	63
4.3	Identifikasi <i>waste</i> .....	65
4.3.1	Identifikasi hubungan antar <i>waste</i> dengan WRM.....	65
4.3.2	Data identifikasi <i>Waste</i> .....	65
4.3.3	<i>Seven Waste Relationship</i> .....	67
4.3.4	Pembobotan <i>Waste Relationship Matrix (WRM)</i> .....	73
4.3.5	<i>Waste Assessment Questionnaire (WAQ)</i> .....	75
4.3.6	<i>Value Stream Analysis Tools (VALSAT)</i> .....	85
4.3.7	<i>Process Activity Mapping (PAM)</i> .....	87
4.3.8	Identifikasi Akar Masalah melalui Metode <i>Root Cause Analysis</i> .....	91
4.3.9	Usulan Perbaikan .....	92

4.3.9.1	Pengadaan Pelatihan Kerja.....	92
4.3.9.2	Perawatan Mesin dan Peralatan.....	93
4.3.9.3	Penerapan Budaya 5R .....	96
4.4	Analisa Data .....	98
4.4.1	Analisa VA, NVA, dan NNVA Pada <i>Current State Value Stream Mapping</i> .....	98
4.4.2	Analisa Hasil Identifikasi <i>Waste</i> .....	100
4.4.3	Analisa <i>Waste Relationship Matrix (WRM)</i> .....	100
4.4.4	Analisa <i>Waste Assesment Questionnaire (WAQ)</i> .....	101
4.4.5	Analisa Hasil <i>Value Stream Analysis Tools (VALSAT)</i> .....	102
4.4.6	Analisa Akar Penyebab Masalah Dengan Metode RCA ( <i>Root Cause Analysis</i> ).....	106
4.4.7	Analisa Usulan Perbaikan .....	107
4.5	Pembuatan <i>Future State Value Stream Mapping</i> .....	109
4.5.1	Analisa VA, NVA, dan NNVA Pada <i>Future State Mapping</i> .....	112
4.6	Pembuktian Hipotesa.....	116
4.6.1	Kecepatan Proses Produksi.....	117
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>119</b>
5.1	Kesimpulan.....	119
5.2	Saran.....	120
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>121</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>124</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1. 1</b> Data pencapaian produksi gergaji kayu UD Ariv Hadipolo Bulan Januari – Juli 2021 .....	2
<b>Tabel 2. 1</b> Tinjauan Pustaka .....	13
<b>Tabel 2. 2</b> Kriteria Untuk Pembobotan Kekuatan Waste Relationship .....	25
<b>Tabel 2. 3</b> Contoh Tabulasi Perhitungan Hubungan Antar Waste .....	26
<b>Tabel 2. 4</b> Simbol Huruf WRM.....	26
<b>Tabel 2. 5</b> Contoh Waste Relationship Matrix .....	27
<b>Tabel 2. 6</b> Waste Relationship Matrix Value .....	28
<b>Tabel 2. 7</b> Bobot Awal Yang Diperoleh Dari WRM.....	29
<b>Tabel 2. 8</b> Hasil pengelompokan dan perhitungan jenis pertanyaan .....	30
<b>Tabel 2. 9</b> Hasil Pembobotan Dari Tabel 6 Dengan Nilai Ni.....	30
<b>Tabel 2. 10</b> Pembobotan Waste Berdasarkan Bobot Tiap Jawaban .....	31
<b>Tabel 2. 11</b> Pemilihan tools valsat .....	32
<b>Tabel 4. 1</b> Jumlah Tenaga Kerja UD. Ariv Hadipolo 2021.....	49
<b>Tabel 4. 2</b> Jam Kerja UD. Ariv Hadipolo 2021 .....	49
<b>Tabel 4. 3</b> Waktu Pengamatan Aktivitas Proses Produksi (dalam satuan menit).....	51
<b>Tabel 4. 4</b> Data Pengamatan Waktu Proses Pengambilan Plat Besi .....	54
<b>Tabel 4. 5</b> Rekapitulasi Uji Kecukupan Data .....	56
<b>Tabel 4. 6</b> Data Pengamatan Waktu Proses Pengambilan Plat Besi .....	57
<b>Tabel 4. 7</b> Rekapitulasi Uji Keseragaman .....	58
<b>Tabel 4. 8</b> Data Waktu Siklus.....	59
<b>Tabel 4. 9</b> Pengelompokan Data .....	61
<b>Tabel 4. 10</b> Klasifikasi VA, NVA, dan NNVA.....	62
<b>Tabel 4. 11</b> Penjelasan Hubungan Pemborosan .....	67
<b>Tabel 4. 12</b> Konversi Rentang Skor Simbol Huruf WRM .....	70
<b>Tabel 4. 13</b> Hasil Rekapitulasi Penilaian Kuesinoer WRM.....	71

<b>Tabel 4. 14</b> Waste Relationship Matrix (WRM) .....	73
<b>Tabel 4. 15</b> Waste Relationship Matrix Value .....	73
<b>Tabel 4. 16</b> Perhitungan Score dan Prosentase Waste .....	74
<b>Tabel 4. 17</b> Pengelompokan dan Perhitungan Pertanyaan .....	76
<b>Tabel 4. 18</b> Penilaian Berdasarkan Waste Relationship Matrix Value .....	76
<b>Tabel 4. 19</b> Pembobotan Berdasarkan Nilai (Ni) .....	78
<b>Tabel 4. 20</b> Pembobotan Waste Berdasarkan Bobot Tiap Jawaban .....	81
<b>Tabel 4. 21</b> Rekapitulasi Hasil Perhitung Berdasarkan WAQ .....	84
<b>Tabel 4. 22</b> Pemilihan Tools VALSAT .....	86
<b>Tabel 4. 23</b> Hasil Perhitungan Pemilihan Mapping Tools VALSAT .....	86
<b>Tabel 4. 24</b> Process Activity Mapping .....	89
<b>Tabel 4. 25</b> Rekapitulasi Tools PAM .....	90
<b>Tabel 4. 26</b> Identifikasi Akar Penyebab Masalah Dengan Why-Why Analysis .....	92
<b>Tabel 4. 27</b> Rancangan Checklist Setting Awal Mesin PON .....	94
<b>Tabel 4. 28</b> Data Barang Yang Tidak Dipakai .....	96
<b>Tabel 4. 29</b> Penataan Yang Dilakukan .....	96
<b>Tabel 4. 30</b> Klasifikasi VA, NVA, dan NNVA .....	99
<b>Tabel 4. 31</b> Ranking Hasil Perhitungan WAQ .....	102
<b>Tabel 4. 32</b> Rangkings Hasil Pembobotan Tools VALSAT .....	102
<b>Tabel 4. 33</b> Klasifikasi Tiap Aktifitas .....	103
<b>Tabel 4. 34</b> Klasifikasi VA, NVA, dan NNVA .....	104
<b>Tabel 4. 35</b> Akar Permasalahn Dengan Why-Why Analysis .....	107
<b>Tabel 4. 36</b> Rincian Perhitungan Minimasi Terhadap Non Value Added .....	109
<b>Tabel 4. 37</b> Rincian Perhitungan Minimasi Terhadap Necessary but non Value Added (NNVA) .....	110
<b>Tabel 4. 38</b> Nilai VA, NVA, dan NNVA setelah perbaikan .....	112
<b>Tabel 4. 39</b> Perbandingan Nilai VA, NVA, dan NNVA seblum dan setelah perbaikan .....	114

**Tabel 4. 40** Perbandingan CSVSM dan FSVSM ..... 117

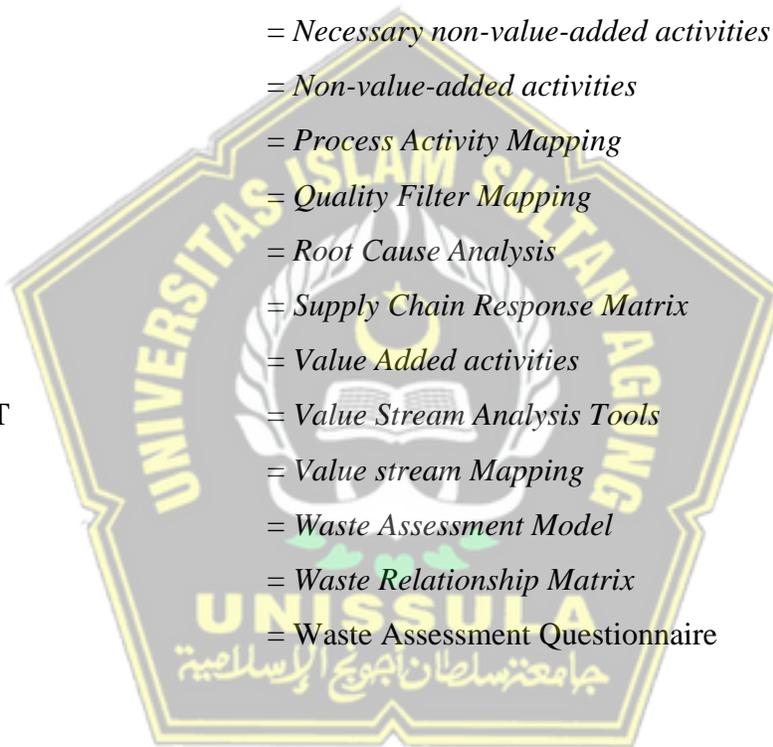


## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b> Value stream Mapping .....	23
<b>Gambar 2. 2</b> Hubungan Antar Waste Menurut Rawabdeh.....	24
<b>Gambar 2. 3</b> Skema kerangka teoritis .....	39
<b>Gambar 3. 1</b> Diagram alir.....	44
<b>Gambar 3. 2</b> Diagram alir.....	45
<b>Gambar 4. 1</b> Proses Produksi Gergaji ayu UD. Ariv Hadipolo.....	46
<b>Gambar 4. 2</b> Produk Gergaji Kayu .....	48
<b>Gambar 4. 3</b> Data Produksi dan Kecacatan Produk .....	48
<b>Gambar 4. 4</b> Panel Stasiun Kerja.....	63
<b>Gambar 4. 5</b> <i>Current State Mapping</i> Lini Produksi di UD Ariv Hadipolo .....	64
<b>Gambar 4. 6</b> Grafik Ranking Waste .....	85
<b>Gambar 4. 7</b> Diagram Peringkat Tools VALSAT.....	87
<b>Gambar 4. 8</b> Diagram Aktivitas Proses Produksi.....	100
<b>Gambar 4. 9</b> Presentase Keterkaitan Waste.....	101
<b>Gambar 4. 10</b> Presentase Waste Tiap Aktivitas .....	104
<b>Gambar 4. 11</b> Future State Value Stream Mapping .....	111
<b>Gambar 4. 12</b> Presentasa VA, NVA, dan NNVA sebelum perbaikan .....	113
<b>Gambar 4. 13</b> Presentase VA, NVA, dan NNVA setelah perbaikan.....	114

## DAFTAR ISTILAH

CO	= <i>Changover Time</i>
CSM	= <i>current state mapping</i>
CT	= <i>Cycle Time</i>
DAM	= <i>Demand Amplification Mapping</i>
FSM	= <i>Future State Mapping</i>
NNVA	= <i>Necessary non-value-added activities</i>
NVA	= <i>Non-value-added activities</i>
PAM	= <i>Process Activity Mapping</i>
QFM	= <i>Quality Filter Mapping</i>
RCA	= <i>Root Cause Analysis</i>
SCRM	= <i>Supply Chain Response Matrix</i>
VA	= <i>Value Added activities</i>
VALSAT	= <i>Value Stream Analysis Tools</i>
VSM	= <i>Value stream Mapping</i>
WAM	= <i>Waste Assessment Model</i>
WRM	= <i>Waste Relationship Matrix</i>
WAQ	= <i>Waste Assessment Questionnaire</i>



## ABSTRAK

UD. Ariv Hadipolo merupakan unit dagang yang bergerak dalam bidang pembuatan produk logam besi khususnya produksi gergaji kayu. Berdasarkan data perusahaan menunjukkan adanya perbedaan total produksi dan permintaan setiap bulannya. Rata-rata produksi gergaji kayu UD Ariv Hadipolo sebesar 250.5 kodi dengan permintaan rata-rata 255.7 kodi. Hal ini menimbulkan keluhan dari konsumen dan menunjukkan perlunya perbaikan proses produksi. Pada perancangan current state mapping yang telah dibuat menunjukkan bahwa nilai *value added activity* sebesar 24.399 menit sedangkan *non value added activity* sebesar 5.957 menit dan *necessary but non value added* sebesar 12.962 menit. Kemudian dilakukan identifikasi pemborosan melalui pembuatan value stream mapping dan penyebaran kuesioner WAM untuk mendapatkan pemborosan yang paling dominan yaitu pemborosan pada defect dan waktu menunggu sebesar 21.97% dan 21.24%. Selanjutnya dilakukan analisis menggunakan VALSAT dengan alat bantu PAM yang menunjukkan bahwa waktu menunggu memakan waktu paling lama dengan 8 aktivitas dan waktu sebesar 541.53 menit (56.32%). Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dilakukan Root Cause Analysis (RCA) dengan menggunakan alat analisis “why-why” untuk menentukan sumber-sumber pemborosan. Dari hasil ‘why why’ mengidentifikasi beberapa penyebab pemborosan, termasuk tenaga kerja yang tidak mencukupi, tempat kerja yang tidak teratur, dan kurangnya pelatihan tenaga kerja. Untuk mengatasi masalah ini, diusulkan perbaikan yang dilakukan, termasuk menambah lebih banyak pekerja, memberikan pelatihan kerja, menerapkan pemeliharaan mandiri, dan menerapkan budaya kerja 5R. Setelah perbaikan ini diterapkan, pada pembuatan future state mapping di peroleh nilai *value added activity* sebesar 24.399 menit, *non value added activity* sebesar 2.368 menit dan *necessary but non value added* sebesar 13.394 menit dengan total lead time 37.343 menit, data tersebut terjadi pengurangan waktu NVA sebesar 60,12 % dan NNVA sebesar 12%.

**Kata Kunci :** *Lean Manufacturing*, RCA, VALSAT, WAM

## **ABSTRACT**

*UD. Ariv Hadipolo is a trading unit engaged in the manufacture of ferrous metal products, especially the production of wood saws. Based on company data, it shows that there are differences in total production and demand each month. The average production of UD Ariv Hadipolo's sawmills is 250.5 score with an average demand of 255.7 score. This raises complaints from consumers and indicates the need to improve the production process. In designing the current state mapping that has been made, it shows that the value added activity is 24.399 minutes, while non value added activity is 5,957 minutes and necessary but non value added is 15,221 minutes. Then identification of waste was carried out through making value stream mapping and distributing WAM questionnaires to get the most dominant waste, namely waste on defects and waiting time of 21.97% and 21.24%. Then an analysis was carried out using VALSAT with the PAM tool which showed that the waiting time took the longest with 8 activities and a time of 541.53 minutes (56.32%). To overcome these problems, a Root Cause Analysis (RCA) is carried out using a "why-why" analysis tool to determine the sources of waste. The results of the 'why why' identified several causes of waste, including insufficient manpower, disorganized workplaces, and lack of workforce training. To overcome this problem, it is proposed that improvements be made, including adding more workers, providing on-the-job training, implementing self-maintenance, and implementing a 5S work culture. After this improvement was implemented, in the preparation of the future state mapping, a value added activity of 24.399 minutes was obtained, a non value added activity was 2.368 minutes and necessary but non value added was 13.394 minutes with a total lead time of 37.343 minutes, the data resulted in a reduction in NVA time of 60.12% and NNVA of 12%.*

**Keywords :** *Lean Manufacturing, RCA, VALSAT, WAM*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tingkat persaingan yang semakin meningkat dalam industri manufactur mendorong produsen untuk menghasilkan barang berkualitas tinggi dengan cara yang paling efektif dan efisien untuk menghasilkan keuntungan dan menyediakan barang tepat waktu. Akibatnya, perusahaan harus terus memantau kualitas produk yang dihasilkannya. Salah satu penyebab tidak tercapainya tujuan bisnis adalah rendahnya kualitas produk yang dihasilkan (Suhartini, 2020). Mengurangi pemborosan (*waste*) yang tidak memiliki nilai tambah dengan berbagai cara, antara lain penyediaan bahan baku, lalu lintas bahan, pergerakan operator, pergerakan mesin dan peralatan, proses menunggu, pengerjaan ulang dan perbaikan, merupakan bentuk meningkatkan produktifitas yang dapat dilakukan perusahaan (Kusbiantoro & Nursanti, 2019).

UD. Ariv Hadipolo merupakan unit dagang yang bergerak dibidang pembuatan produk-produk logam besi. Unit dagang ini berlokasi di Desa Hadipolo, Kecamatan Jekulo, Kabupaten Kudus yang sudah berdiri sejak 2014 hanya berfokus pada produksi gergaji kayu. Dalam pendistribusiannya, produk yang dihasilkan selanjutnya akan disetor kepada pengepul dengan jumlah yang sudah disepakati. Setiap bulan UD Ariv Hadipolo memproduksi rata-rata kurang lebih 250 kodi gergaji kayu. Dalam proses produksi gergaji kayu melalui enam proses tahapan antara lain pemotongan (*cutting*), pembentukan gerigi/mata gigi dan lubang untuk gagang (*saw blade*), pengeboran, pengamplasan (*sanding*), perakitan (*assembling*), dan pengepakan (*packing*). Dapat dilihat data produski gergaji kayu UD Ariv Hadipolo bulan January-July 2021 sebagai berikut :

**Tabel 1. 1** Data pencapaian produksi gergaji kayu UD Ariv Hadipolo Bulan Januari – Juli 2021

<b>Bulan</b>	<b>Total Produksi (kodi)</b>	<b>Total Produksi (pcs)</b>	<b>Permintaan (kodi)</b>	<b>Defect (pcs)</b>
Januari	251	5020	260	56
Februari	245	4900	250	32
Maret	268	5360	260	60
April	247	4940	255	55
Mei	240	4800	250	39
Juni	250	5000	255	21
Juli	253	5060	260	54
Rata-Rata	250,5	5091,4	255,7	45,28

(Catatan 1 kodi = 20 pcs)

(Sumber : UD Ariv Hadipolo)

Tabel 1.1 adalah data pencapaian produksi gergaji kayu selama tujuh bulan terakhir yang belum bisa memenuhi permintaan konsumen setiap bulannya. Permasalahan tersebut dijumpai pada UD Ariv Hadipolo selama tujuh bulan terakhir berdasarkan rata-rata produksi gergaji kayu UD Ariv Hadipolo sebanyak 250,5 kodi sedangkan rata-rata permintaan produksi sebanyak 255,7 kodi. Sehingga dapat menyebabkan keluhan hingga kehilangan konsumen, maka perlu dilakukan observasi pada proses produksi gergaji kayu sendiri untuk meningkatkan produksi tersebut.

Dalam proses produksi gergaji kayu UD Ariv Hadipolo ditemukan beberapa indikasi permasalahan. Salah satunya banyaknya produk defect setiap bulannya dengan rata-rata 45 pcs. UD Ariv Hadipolo membagi hasil produksi menjadi tiga kategori, yaitu gergaji yang bisa diterima, gergaji yang bisa diperbaiki (rework), dan gergaji yang ditolak. Gergaji yang bisa diterima merupakan gergaji yang sudah memenuhi spesifikasi yang diresmikan oleh perusahaan serta lolos proses inspeksi. Sedangkan gergaji yang dapat diperbaiki yaitu gergaji dengan kecacatan yang rendah pada bagian tertentu serta masih bisa diperbaiki memakai mesin yang masih ada seperti pemotongan plat besi yang tidak rapi, pengamplasan yang kurang halus, perakitan baut

kurang kuat. Gergaji yang ditolak merupakan gergaji dengan kerusakan atau kehancuran yang lumayan besar sehingga tidak bisa diperbaiki seperti pemotongan plat besi yang tidak sesuai ukuran, mata gigi gergaji yang patah. Indikasi permasalahan lainnya yaitu tempat kerja yang masih berantakan serta beberapa barang lainnya disusun secara tidak rapi sehingga pekerja sering mondar-mandir untuk mengambil alat yang sedang dibutuhkan. Hal tersebut akan mengakibatkan proses produksi menjadi lebih lama dilakukan. Maka diperlukan penanganan untuk dapat mengoptimalisasikan proses produksi dengan menganalisa kegiatan yang tidak memiliki nilai tambah pada proses produksi gergaji kayu.

Dari uraian latar belakang diatas, maka diharapkan terjadinya penurunan kegiatan tidak bernilai tambah pada aliran proses produksi sehingga aliran proses produksi menjadi efektif dan optimal.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas, masalah utama dari penelitian ini adalah :

1. Apa sajakah pemborosan pada proses produksi gergaji kayu dan pemborosan apa yang paling dominan di UD Ariv Hadipolo ?
2. Apa penyebab pemborosan yang sering terjadi pada proses produksi di UD Ariv Hadipolo?
3. Bagaimana saran rekomendasi perbaikan untuk mengeliminasi pemborosan dari pada proses produksi di UD. Ariv Hadipolo?

## **1.3 Pembatasan Masalah**

Agar tujuan awal penelitian tidak menyimpang maka dilakukan pembatasan masalah, yaitu sebagai berikut:

- a. Objek penelitian ini pada proses pembuatan gergaji kayu 14 inch.

- b. Penelitian ini hanya sebatas aliran produksi mulai dari proses *cutting* sampai produk jadi.
- c. Penelitian difokuskan pada pemborosan proses pembuatan gergaji kayu

#### 1.4 Tujuan

Tujuan penelitian yang dilakukan UD. Ariv Hadipolo adalah :

1. Mengidentifikasi permasalahan yang terjadi dalam proses produksi yang berpengaruh terhadap pemborosan dominan di UD. Ariv Hadipolo.
2. Menentukan penyebab terjadinya pemborosan di UD Ariv Hadipolo
3. Memberikan usulan rencana perbaikan untuk mereduksi pemborosan yang ada di proses produksi gergaji kayu.

#### 1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagi Mahasiswa

Mendapatkan pengalaman praktis dalam lingkungan kerja, mendapatkan kesempatan untuk mempraktikkan pemecahan masalah dalam bisnis, dan membandingkan teori yang dipelajari dalam kursus akademik dengan penerapannya di lapangan dengan menerapkan penggunaan metode Lean manufaktur untuk masalah pemborosan dalam proses produksi.
- b. Bagi Perusahaan

Dengan adanya penerapan metode *Lean manufacture*, diharapkan perusahaan mampu mengurangi jumlah waste yang selama ini dihadapi dan menunjukkan konsistensi dalam menerapkan standar kualitas pada produknya guna memenuhi permintaan konsumen.
- c. Bagi Peneliti

Mampu menerapkan keilmuan teknik industri yang dipelajari selama kuliah untuk memberikan solusi atas permasalahan yang sudah ada didunia usaha dan

menggunakan pengalaman praktis untuk menganalisis permasalahan yang muncul di bidang keilmuan, khususnya di UD. Ariv Hadipolo.

## **1.6 Sistematika penulisan**

Pada sistematika penulisan ini akan disusun menjadi beberapa bagian yang akan dijelaskan pada setiap bab sehingga penulisan tugas akhir ini disusun untuk menerangkan semua permasalahan agar lebih terarah pada sasaran, sistematika penulisan sebagai berikut:

### **BAB I Pendahuluan**

Bab ini menjelaskan tentang penjelasan masalah yang mengarahkan penulis untuk melakukan penelitian, serta rumusan masalah, batasannya, tujuannya, manfaatnya, dan proses sistemati penulisan tugas akhir.

### **BAB II Tinjauan Pustaka dan Landasan Teori**

Memiliki penjelasan tentang tinjauan pustaka yang digunakan sebagai pedoman untuk menetapkan hipotesis penelitian dan memilih metodologi yang terbaik. Juga, bab ini berisi informasi tentang landasan teori yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah yang diangkat dalam proyek akhir, khususnya bagaimana melakukannya dengan menggunakan referensi dan literatur sebagai sumber pengetahuan selama tahap penelitian. Landasan teoretis untuk ini diperoleh dari analisis sastra majalah, buku, dan materi dari situs web di situs *web online*.

### **BAB III Metode Penelitian**

Bab ini memaparkan langkah-langkah yang dilakukan dalam proses penelitian yang meliputi objek penelitian, jenis penelitian, teknik pengumpulan data, prosedur pengujian hipotesis, metode analisis, pembahasan, metode penarikan kesimpulan, dan diagram alir.

### **BAB IV Hasil Penelitian dan Pembahasan**

Pada bab ini berisi tentang pengumpulan data, pengolahan data, analisis dan interpretasi, pembuktian hipotesa yang menguraikan tentang hasil yang didapatkan

ketika penelitian penerapan *lean*, pembuatan *current state mapping*, perhitungan *waste assessment model*, perhitungan *value stream analysis tools*, analisa serta mencari akar penyebab masalah dengan menggunakan *future state mapping*.

## **BAB V Penutup**

Bab terakhir mencakup kesimpulan yang ditarik dari temuan analisis serta rekomendasi yang menawarkan ide atau sudut pandang yang bermanfaat bagi bisnis berdasarkan temuan penelitian yang dilakukan.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Dari beberapa referensi jurnal yang dipilih sebagai acuan sehingga dapat dipilih metode yang tepat dalam penelitian ini yang bias digunakan untuk penerapan lean manufacturing. Dari jurnal yang berjudul “Perancangan *Lean manufacturing* dengan menggunakan *Waste Assessment Model (WAM)* dan *VALSAT* untuk Meminimumkan *Waste*” yang dilakukan oleh (Satria, 2018). Permasalahan yang terjadi di perusahaan tersebut yaitu banyak produk yang cacat, seringkali di bawah standar atau produk yang tidak memenuhi spesifikasi kualitas teh asli 450ml. Penelitian ini bertujuan untuk meminimumkan *waste* pada rantai produksi dengan perancangan *lean manufacturing*. Metode tersebut adalah *Waste Assessment Model (WAM)* yang berfungsi untuk mengidentifikasi pemborosan dalam pembuatan minuman teh dan *Value Stream Analysis Tools (VALSAT)* untuk memilih *mapping tools* yang digunakan berdasarkan hasil dari WAM. Menurut temuan dari penelitian ini, dibutuhkan waktu mencapai 20.255,4 menit untuk menghasilkan 450 ml minuman teh, dan total lead time mencapai 13,23 hari untuk mengirimkan produk jadi ke pelanggan. Tingkat scrap rata-rata adalah 0,65%, yang lebih tinggi dari standar perusahaan. Berdasarkan pemetaan yang telah selesai, menyarankan perbaikan untuk meminimalkan *waste*, termasuk menghilangkan aktivitas tanpa nilai tambah (NVA), implementasi prediktif, dan aktivitas pemeliharaan preventif. Hasil dari penelitian ini meliputi identifikasi pemborosan, pemborosan terbesar yang dihasilkan perusahaan adalah cacat, dengan pengurangan lead time waktu produksi sebesar 14.767,4 menit, dan efisiensi siklus proses (PCE) meningkat dari 39,12% menjadi 53,66%.

Penelitian yang dilakukan oleh (Ristyowati et al., 2017) “Minimasi *Waste* Pada Aktivitas Proses Produksi Dengan Konsep *Lean manufacturing* di PT Sport Glove Indonesia”. Permasalahan yang terjadi di perusahaan tersebut yaitu Adanya *waste*

dalam proses produksi menyebabkan keterlambatan dan cacat produk, membutuhkan waktu lama untuk mencapai tujuan produksi harian, akhirnya memakan waktu lebih lama dari yang diharapkan dan gagal memenuhi tujuan. Untuk mencapai tujuan mengeksekusi pesanan, penelitian ini berupaya meminimalkan pemborosan kegiatan proses manufaktur. Metode yang digunakan adalah *Current state Mapping* yang berfungsi untuk memvisualisasikan aliran material dan informasi diseluruh produksi dan *Value Stream Analysis Tools (VALSAT)*. Dari hasil perhitungan cycle time 19,92 menit dan total lead time 524.209 menit, disebabkan dari antrian material yang harus diproses sehingga terjadi *Waiting*. Akibatnya, langkah-langkah perbaikan yang disarankan berupa mempekerjakan staf tambahan untuk proses pembuatan, melakukan pemeliharaan preventif, dan memberikan bimbingan dan pengawasan kepada pekerja.

Dari jurnal (Tambunan et al., 2017) dengan judul “Penerapan *Lean manufacturing* menggunakan Value Stream Mapping (VSM) untuk Identifikasi *Waste & Performance Improvement* Pada UKM “Shoes and Care”. Permasalahan yang terjadi perusahaan tersebut yaitu jenis layanan fast cleaning yang disediakan oleh UKM Shoes and Care yang masih terdapat *waste (waste) Waiting* yang membutuhkan waktu 30 menit. Penelitian ini bertujuan untuk menggunakan pendekatan *Lean manufacturing* untuk mengidentifikasi *waste* dengan menggunakan *tool* analisis yang disebut *Value Stream Mapping (VSM)*. Berdasarkan VSM asli, ditemukan adanya *waste* berupa gerakan pada proses pencatatan manual operasi kerja dan pencelupan kain lap ke dalam wadah berisi cairan penuang, serta proses dan alat pembersih yang ditemukan. Oleh karena itu, waktu layanan Dibutuhkan 2275 menit, di mana waktu yang tidak bernilai tambah adalah 525 menit, yang menyumbang sekitar 23% dari waktu yang dibutuhkan. Oleh karena itu, saran untuk meningkatkan penggunaan komputer diusulkan Saat memberikan obat, gunakan penyemprot untuk menempatkan wadah larutan pembersih, dan atur alat dan alat pembersih sebelum bekerja. Berdasarkan perbaikan yang dilakukan dan penyusunan VSM perbaikan, maka total waktu siklus yang dihasilkan

berkurang sebesar 1100 menit, yakni dari 2275 menit menjadi 1175 menit yang terdiri dari 995 menit waktu *Value Added* dan 180 menit waktu *Non -Value Added*.

Penelitian yang dilakukan oleh (Kurniawan, 2019) dengan judul “Penerapan Metode Lean Dengan Menggunakan Value Stream Mapping *Tools* Untuk Efisiensi *Waste* Pada Pt. Sari Bumi Sidayu – Gresik”. Kendala yang terjadi pada perusahaan tersebut adalah selama proses produksi masih terdapat pemborosan (*waste*) pada area lantai produksi, seperti *Defect*, *Waiting*, dan proses berlebihan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi berbagai aktifitas apa saja yang meningkatkan nilai tambah (*value add*) baik produk barang maupun produk jasa, serta pemborosan (*waste*) apa saja yang sering terjadi dan bias memperpendek proses produksi. Oleh karena itu, menggunakan pendekatan lean manufaktur perlu digunakan. Big Picture Mapping digunakan untuk menggambarkan keadaan perusahaan saat ini, *waste* diidentifikasi dengan seven *waste*, kemudian dilakukan pemetaan secara detail dengan Value Stream Analysis *Tools* (VALSAT). Berdasarkan pengolahan data tersebut diperoleh bobot klasifikasi *waste* tertinggi oleh *Waiting* yang bernilai 38.09 %, over production dengan nilai 21,77%, *Defect* produk yang bernilai 17%, Unnecessary *inventory* dengan nilai 11,56 %, *transportation* berlebih dengan nilai 8,16 %, Unnecessary *motion* dengan nilai 3,40%. Adapun detail mapping yang dominan adalah *Process Activity Mapping* dengan nilai 520,3 dan supply chain respon matrix dengan nilai 515,56. Karena perbaikan yang disarankan dipraktikkan, waktu pembuatan dolomie berkurang dari 14.400,02 menit menjadi 1.440 menit. Berdasarkan data secara keseluruhan, Perusahaan berpotensi menghemat sebanyak 12.960,02 menit, yang dapat berdampak pada penurunan biaya operasional atau overhead dan peningkatan keuntungan akibat waktu yang dihemat.

Pujotomo & Rusanti, (2015), jurnalnya yang berjudul “Usulan Perbaikan untuk Meningkatkan Produktivitas Fillingplant Dengan Pendekatan *Lean manufacturing* Pada Pt Smart Tbk Surabaya”. Objek penelitian dari penelitian ini adalah PT SMART, Tbk Surabaya, yang bergerak dibidang pengolah minyak kelapa sawit. Permasalahan

yang muncul dalam penelitian ini adalah karena adanya *waste* pada proses filling, maka ketidak seimbangan antara output produksi dan permintaan konsumen harus terpenuhi. Metode yang digunakan adalah Value Stream Mapping (VSM). Value stream map digunakan untuk mengidentifikasi *waste* pada proses filling. *Waste* yang sering terjadi dalam proses produksi adalah menunggu, tindakan yang tidak perlu dan cacat. Berdasarkan hasil analisis, diajukan empat rencana perbaikan, yaitu perbaikan proses filling, kombinasi operasi plugging, keseimbangan continuous flow lines dan redesign layout. Usulan perbaikan dapat mengurangi tingkat cacat, mengurangi total waktu operasi menjadi 188,55 menit/batch, meningkatkan efisiensi lini produksi menjadi 79,83%, dan mengurangi waktu tunda menjadi 23%.

Dari jurnal yang berjudul “Identifikasi Waste dengan Metode Waste Assesment Model dalam Penerapan Lean Manufacturing Untuk Perbaikan Proses Produksi (Studi Kasus Pada Proses Produksi Sarung Tangan) yang dilakukan oleh (Alfiansyah & Kurniati, 2018). Dalam proses produksinya, masih ditemukan beberapa indikasi waste pada proses produksi yang mengakibatkan penurunan efektifitas dan efisiensi proses produksi. Salah satu masalah terbesar adalah cacat produk dengan lebih dari 4,6% cacat BS dan 1,813% cacat ditolak. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengeliminasi pemborosan pada proses produksi sarung tangan di PT. X dengan implementasi metode lean manufacturing. Tahap pertama pada penelitian melibatkan identifikasi proses produksi dan waste menggunakan Operation Process Chart (OPC), Value Stream Mapping (VSM) dan Waste Assessment Model (WAM). Berdasarkan WAM, diketahui ada tiga jenis pemborosan yaitu defect, waiting dan transportation. Selanjutnya dilakukan analisis akar penyebab masalah menggunakan Root Cause Analysis (RCA) 5Why’s dan mengevaluasi risiko kegagalan menggunakan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). FMEA dikategorikan kritis ketika nilai RPN  $\geq 240$  dalam kasus seperti itu, penilaian rekomendasi desain untuk perbaikan dilakukan. Ada tiga cara potensial untuk meningkatkan: mengurangi cacat proses produksi, meningkatkan sistem, dan meningkatkan manajemen dan sistem produksi.

Penelitian yang dilakukan oleh (Adrianto & Kholil, 2016) “Analisis penerapan Lean Production Process Untuk Mengurangi Lead Time Process Perawatan Engine (Studi Kasus PT. GMF AEROASIA)”. Pada penelitian ini, permasalahan muncul pada saat pemeliharaan dilakukan karena cenderung terjadi keterlambatan lead time. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini melibatkan penggunaan metode VSM, RCA, dan FMEA. Temuan menunjukkan bahwa bentuk pemborosan yang paling signifikan adalah menunggu, yaitu sebesar 0,38 dari total pemborosan. Selain itu, defect dihitung 0,23, inventory 0,15, transportasi 0,09, inappropriate processing 0,08, dan motion 0,07. Temuan metode RCA menunjukkan bahwa pemborosan berasal dari berbagai penyebab seperti pemeliharaan data yang tidak memadai atau tidak teratur, pengabaian pengembangan sumber daya manusia, bug sistem (khususnya di SAP), miskomunikasi antar unit yang menyebabkan pemborosan menunggu, birokrasi pengiriman, masalah keuangan, dan masalah dengan prosedur.

Dari jurnal (Zaenal Ma'ruf, Dr. Novi Marlyana S.T, M.T , Dr. Andre Sugiono S.T, 2021) yang berjudul “Analisis Penerapan Lean Manufacturing dengan Metode Valsat untuk Memaksimalkan Produktivitas pada Proses Operasi Crusher (Studi kasus di PT Semen Gresik Pabrik Rembang)”. Perusahaan menghadapi permasalahan dimana tingkat produksi yang dicapai dalam proses operasi crusher berada di bawah target, yaitu sekitar 50,32% dari target produksi. Untuk memperbaiki situasi ini, pendekatan Lean manufacturing diterapkan dengan tujuan meningkatkan efisiensi dengan meminimalkan pemborosan. Penelitian ini menggunakan metode value stream mapping yang meliputi identifikasi tujuh jenis pemborosan dan penyebaran kuesioner berdasarkan hasil perhitungan Waste Relationship Matrix (WRM) yang menunjukkan bahwa jenis pemborosan from *Inappropriate processing* memiliki persentase tertinggi yaitu sebesar 24,59 %, Sedangkan nilai to *Waiting* memiliki persentase tertinggi yaitu sebesar 22,13%. Langkah selanjutnya melibatkan penggunaan Kuesioner Penilaian Limbah (WAQ) untuk menentukan limbah paling signifikan yang mempengaruhi proses produksi. Hasil dari Waste Assessment Questionnaire (WAQ) menunjukkan

bahwa jenis pemborosan yang paling signifikan kedua dan ketiga adalah waiting, yang menyumbang 24,42%, dan motion yang sebesar 17,22%. Untuk mengatasi masalah ini, perbaikan yang diusulkan termasuk penambahan peralatan pendukung dan penambahan jumlah operator, pencegahan akumulasi material antar transportasi dengan pemasangan air blaster, dan penerapan Total Productive Maintenance (TPM).

Fanani & Singgih, (2011), penelitian dengan judul “Implementasi Lean Manufacturing Untuk Meningkatkan Produktivitas (Studi Kasus Pada PT. Ekamas Fortuna Malang)”. Tantangan utama bagi perusahaan adalah untuk terus meningkatkan kinerja produktivitas mereka untuk memaksimalkan keuntungan dengan mengurangi biaya, meningkatkan kualitas, dan memastikan pengiriman tepat waktu ke pelanggan. Perusahaan bertujuan menerapkan lean manufacturing untuk meningkatkan produktivitas, menggunakan metode seperti VSM, VALSAT, dan RCA. Berdasarkan pengolahan data, empat jenis waste dengan skor rata-rata tertinggi adalah Waiting (29,17%), Defects (21,87%), Unnecessary Motion (20,83%), dan Unnecessary Inventory (16,67%). Alat pemetaan detail yang dominan adalah Process Activity Mapping 33 (31%) dan Supply Chain Response Matrix (25,64%), ditentukan dengan mengalikan skor rata-rata pemborosan dengan faktor pengali pemetaan detail. Waktu tunggu untuk produksi kertas adalah 162 menit, dan setelah menerapkan perbaikan yang diusulkan, waktu tunggu berkurang 72 menit, menghasilkan waktu tunggu 90 menit dengan mengurangi waktu tunggu dari saat bahan baku tiba hingga proses lantai produksi. Usulan perbaikan juga mencakup pengelolaan persediaan menggunakan ROP untuk mengurangi persediaan bahan baku sebesar 750 kg. Untuk mengatasi pemborosan waktu tunggu, penelitian ini merekomendasikan untuk menghitung waktu pesanan yang tepat untuk ditindaklanjuti oleh pemasok, memberikan pelatihan karyawan, penjadwalan shift kerja yang tepat, serta perawatan mesin yang rutin dan tepat.

Tabel 2. 1 Tinjauan Pustaka

No.	Judul Penelitian	Peneliti	Sumber	Permasalahan	Metode	Hasil Penelitian
1.	Perancangan <i>Lean manufacturing</i> dengan Menggunakan <i>Waste Assessment Model (WAM)</i> dan VALSAT untuk Meminimumkan <i>Waste</i>	Tamzil Satria, Evi Yuliawat	Jurnal Rekayasa Sistem Industri Vol. 7 No. 1 April 2018	Banyak produk yang cacat, seringkali di bawah standar atau produk yang tidak memenuhi spesifikasi kualitas teh asli 450ml.	<i>Waste Assessment Model (WAM)</i> , <i>Value Stream Analysis Tools (VALSAT)</i>	Menurut temuan dari penelitian ini, dibutuhkan waktu mencapai 20.255,4 menit untuk menghasilkan 450 ml minuman teh, dan total lead time mencapai 13,23 hari untuk mengirimkan produk jadi ke pelanggan. Tingkat scrap rata-rata adalah 0,65%, yang lebih tinggi dari standar perusahaan.
2.	Minimasi <i>Waste</i> Pada Aktivitas Proses Produksi Dengan Konsep <i>Lean manufacturing</i> di PT Sport Glove Indonesia	Trismi Ristyowati, Ahmad Muhsin, dan Putri Puji Nurani	Jurnal OPSI Vol 10 No 1 Juni 2017	Adanya <i>waste</i> dalam proses produksi dalam cacat dan <i>Delay</i> , sehingga dalam pemenuhan target produksi harian memerlukan waktu yang panjang, yang	<i>Current state Mapping</i> dan <i>Value Stream Analysis Tools (VALSAT)</i> .	Dari hasil perhitungan cycle time 19,92 menit dan total lead time 524.209 menit, disebabkan dari antrian material yang harus diproses sehingga terjadi <i>Waiting</i> . Akibatnya, langkah-langkah perbaikan yang disarankan berupa mempekerjakan staf tambahan untuk proses pembuatan, melakukan pemeliharaan preventif, dan memberikan bimbingan dan pengawasan kepada pekerja.

No.	Judul Penelitian	Peneliti	Sumber	Permasalahan	Metode	Hasil Penelitian
				akhirnya melewati batas waktu dan target belum tercapai.		
3.	Penerapan <i>Lean manufacturing</i> menggunakan Value Stream Mapping (VSM) untuk Identifikasi <i>Waste &amp; Performance Improvement</i> Pada UKM “Shoes and Care	Rahmad Agustian Tambunan, Naniek Utami Handayani, Diana Puspitasari	Industrial Engineering Online Journal	Jenis layanan fast cleaning yang disediakan oleh UKM Shoes and Care yang masih terdapat <i>waste (waste) Waiting</i> yang membutuhkan waktu 30 menit.	Value Stream Mapping (VSM)	Berdasarkan perbaikan yang dilakukan dan penyusunan VSM perbaikan, maka total waktu siklus yang dihasilkan berkurang sebesar 1100 menit, yakni dari 2275 menit menjadi 1175 menit yang terdiri dari 995 menit waktu <i>Value Added</i> dan 180 menit waktu <i>Non -Value Added</i> .
4.	Penerapan Metode Lean Dengan Menggunakan Value Stream Mapping <i>Tools</i> Untuk Efisiensi <i>Waste</i> Pada Pt. Sari Bumi Sidayu – Gresik	Moh Dian Kurniawan	Jurnal Matrik Volume XIX No.2, Maret 2019, p.61 - 78	Perusahaan tersebut yaitu pada proses produksinya masih terdapat <i>waste (waste)</i> di	Big Picture Mapping, Value Stream Analysis	Perbaikan yang disarankan dipraktikkan, waktu pembuatan dolomie berkurang dari 14.400,02 menit menjadi 1.440 menit. Berdasarkan data secara keseluruhan, Perusahaan berpotensi menghemat sebanyak 12.960,02 menit,

No.	Judul Penelitian	Peneliti	Sumber	Permasalahan	Metode	Hasil Penelitian
				area lantai produksi, seperti <i>Defect, Waiting, excess processing.</i>	<i>Tools</i> (VALSAT).	yang dapat berdampak pada penurunan biaya operasional atau overhead dan peningkatan keuntungan akibat waktu yang dihemat.
5.	Usulan Perbaikan untuk Meningkatkan Produktivitas Fillingplant Dengan Pendekatan <i>Lean manufacturing</i> Pada Pt Smart Tbk Surabaya	Darminto Pujotomo, Dian Novia Rusanti	Jurnal Teknik Industri	Karena adanya <i>waste</i> pada proses filling, maka ketidakseimbangan antara output produksi dan permintaan konsumen harus terpenuhi.	Value Stream Mapping (VSM)	Usulan perbaikan dapat mengurangi tingkat cacat, mengurangi total waktu operasi menjadi 188,55 menit/batch, meningkatkan efisiensi lini produksi menjadi 79,83%, dan mengurangi waktu tunda menjadi 23%.
6.	Identifikasi Waste dengan Metode Waste Assesment Model dalam Penerapan Lean Manufacturing Untuk Perbaikan Proses Produksi (Studi Kasus Pada Proses Produksi Sarung Tangan)	Reza Aliansyah dan Nani Kurniati	JURNAL TEKNIK ITS Vol. 7, No. 1	Dalam proses produksinya, masih ditemukan beberapa indikasi waste pada proses produksi yang mengakibatkan	Value Stream Mapping (VSM), <i>Waste Assessment Model</i>	Berdasarkan WAM, diketahui ada tiga jenis pemborosan yaitu defect, waiting dan transportation. Selanjutnya dilakukan analisis akar penyebab masalah menggunakan Root Cause Analysis (RCA) 5Why's dan mengevaluasi risiko kegagalan

No.	Judul Penelitian	Peneliti	Sumber	Permasalahan	Metode	Hasil Penelitian
				<p>penurunan eektifitas dan eisiensi proses produksi. Salah satu masalah terbesar adalah cacat produk dengan lebih dari 4,6% cacat BS dan 1,813% cacat ditolak.</p>	<p>(WAM), Root Cause Analysis (RCA), FMEA</p>	<p>menggunakan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). FMEA dikategorikan kritis ketika nilai RPN <math>\geq 240</math> dalam kasus seperti itu, penilaian rekomendasi desain untuk perbaikan dilakukan.</p>
7.	<p>Analisis penerapan Lean Production Process Untuk Mengurangi Lead Time Process Perawatan Engine (Studi Kasus PT. GMF AEROASIA)</p>	<p>Wahyu Andrianto dan Muhammad Kholil</p>	<p>Jurnal Optimasi Sistem Industri</p>	<p>permasalahan muncul pada saat pemeliharaan dilakukan karena cenderung terjadi keterlambatan lead time.</p>	<p>VSM, Root Cause Analysis (RCA), dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</p>	<p>Temuan menunjukkan bahwa bentuk pemborosan yang paling signifikan adalah menunggu, yaitu sebesar 0,38 dari total pemborosan. Selain itu, defect dihitung 0,23, inventory 0,15, transportasi 0,09, inappropriate processing 0,08, dan motion 0,07.</p>

No.	Judul Penelitian	Peneliti	Sumber	Permasalahan	Metode	Hasil Penelitian
8.	Analisis Penerapan Lean Manufacturing dengan Metode Valsat untuk Memaksimalkan Produktivitas pada Proses Operasi Crusher (Studi kasus di PT Semen Gresik Pabrik Rembang)	Zaenal Ma'ruf, Dr. Novi Marlyana S.T, M.T , Dr. Andre Sugiono S.T , M.M	Prosiding Seminar Nasional Konstelasi Ilmiah Mahasiswa UNISSULA 5 (KIMU 5) Semarang, 23 Maret 2021	Pada proses operasi crusher tingkat pencapaian produksi masih dibawah target yaitu sekitar 50,32 % dari target produksi.	Value Stream Mapping, Waste Relationship Matrix (WRM)	Hasil perhitungan Waste Relationship Matrix (WRM) yang menunjukkan bahwa jenis pemborosan from <i>Inappropriate processing</i> memiliki persentase tertinggi yaitu sebesar 24,59 %, Sedangkan nilai <i>to Waiting</i> memiliki persentase tertinggi yaitu sebesar 22,13%. Hasil dari Waste Assessment Questionnaire (WAQ) menunjukkan bahwa jenis pemborosan yang paling signifikan kedua dan ketiga adalah <i>waiting</i> , yang menyumbang 24,42%, dan <i>motion</i> yang sebesar 17,22%.
9.	Implementasi Lean Manufacturing Untuk Meningkatkan Produktivitas (Studi Kasus Pada PT. Ekamas Fortuna Malang)	Zaenal Fanani dan Moses Laksono Singgih	Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XIII	Untuk terus meningkatkan kinerja produktivitas mereka untuk memaksimalkan keuntungan	VSM, VALSAT dan Root Cause Analysis (RCA)	Berdasarkan pengolahan data, empat jenis waste dengan skor rata-rata tertinggi adalah <i>Waiting</i> (29,17%), <i>Defects</i> (21,87%), <i>Unnecessary Motion</i> (20,83%), dan <i>Unnecessary Inventory</i> (16,67%). Alat pemetaan detail yang dominan adalah <i>Process Activity</i>

No.	Judul Penelitian	Peneliti	Sumber	Permasalahan	Metode	Hasil Penelitian
				dengan mengurangi biaya, meningkatkan kualitas, dan memastikan pengiriman tepat waktu ke pelanggan.		Mapping 33 (31%) dan Supply Chain Response Matrix (25,64%), ditentukan dengan mengalikan skor rata-rata pemborosan dengan faktor pengali pemetaan detail. Waktu tunggu untuk produksi kertas adalah 162 menit, dan setelah menerapkan perbaikan yang diusulkan, waktu tunggu berkurang 72 menit, menghasilkan waktu tunggu 90 menit



Dari hasil review jurnal dan metode penelitian yang dilakukan terdahulu pada Tabel 2.1, serta kesamaan pada masalah proses produksi yang mendekati adalah pada penelitian tabel nomor sembilan sehingga dapat dipilih sebagai acuan.

Dimana pada Metodologi lean manufacturing mencakup proses yang dapat mengurangi pemborosan dan meningkatkan efisiensi, yang dapat menghasilkan proses produksi yang optimal. Proses ini melibatkan beberapa langkah seperti mengidentifikasi tujuh jenis pemborosan, menggunakan Waste Relationship Matrix (WRM) dan Waste Assessment Questionnaire (WAQ) untuk menghitung skor pemborosan, dan menganalisis data menggunakan alat Valsat (Value Stream Analysis Tools). Selain itu, metode RCA digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah dan memberikan solusi yang diusulkan untuk masalah tersebut. Hasil dari tahapan tersebut adalah usulan perbaikan berupa pemetaan keadaan masa depan. Ini membantu untuk memahami dengan jelas setiap tahapan sistem proses produksi dan memungkinkan pendekatan yang lebih terfokus untuk meningkatkan tahapan proses tertentu.

## 2.2 Landasan Teori

Berikut ini merupakan landasan teori dari tugas akhir:

### 2.2.1 *Lean manufacturing*

Menurut (Gaspersz, 2011) *Lean manufacturing* merupakan metode yang digunakan untuk mengidentifikasi setiap masalah dalam setiap sistem proses produksi. Permasalahan yang terjadi termasuk dalam kategori *waste* yang perlu dihilangkan. Dari identifikasi tersebut dapat diketahui bahwa semua aktivitas tanpa nilai tambah (*non value-added activities*). Menurut definisi Hines & Taylor (2000), ada tiga macam aktivitas yang menjadi bahasan utama didalam *lean manufacturing* dalam yaitu:

- 1) *Value Added activities* (VA) adalah kegiatan/aktivitas yang dapat memberikan nilai tambah bagi perusahaan dan konsumen selama proses produksi. Pelanggan percaya barang yang dihasilkan akan lebih berharga.

2) *Non-value-added activities* (NVA) adalah kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah selama proses produksi dan menimbulkan kerugian bagi perusahaan dan konsumen. Kegiatan tersebut merupakan *waste* dan tujuan utama untuk dihilangkan.

3) *Necessary non-value-added activities* (NNVA) adalah kegiatan yang tidak berpengaruh, tidak memiliki nilai tambah, tetapi juga perlu dihilangkan. Dibutuhkan waktu yang lama untuk menghilangkan kegiatan ini, karena dampak dari kegiatan ini akan berdampak jangka panjang, sehingga eliminasi bukanlah prioritas utama. Sudah menjadi target jangka panjang yang sudah tereliminasi,

Jika digunakan dengan benar, teknik *lean manufacturing* dapat meningkatkan kinerja sebuah perusahaan, departemen, lini produksi, atau mesin. Teknologi *lean manufacturing* didasarkan pada “*no-cost or low-cost improvement*”, sehingga penggunaan teknologi ini dapat diterapkan pada semua jenis perusahaan, terlepas dari situasi keuangan perusahaan saat ini (Dudbridge, 2011). *Waste* ditemukan di hampir setiap proses produksi, yang dapat menghambat atau mengurangi efisiensi produksi. Kategori *waste* dibagi menjadi tujuh kategori, yaitu: *Over production*, *Waiting time (Delay)*, *Excessive transportation*, *Inappropriate processing*, *Excessive inventory*, *Unnecessary motion* dan *Defect*. Berikut penjelasan dari ketujuh jenis *waste* tersebut:

1. *Overproduction* adalah hasil produk yang melebihi kebutuhan pelanggan/konsumen. Ini terjadi tidak hanya pada produk jadi, tetapi juga pada produk setengah jadi. Jika terjadi kekurangan produksi akan mempengaruhi kualitas produksi dan dapat menyebabkan cacat produk. Perlu perencanaan yang matang dalam setiap rencana produksi agar tidak terjadi *waste* produksi yang berlebihan. Penyebab terjadinya *overproduksi waste* ini perlu segera ditentukan dan dihilangkan karena akan sangat berpengaruh terhadap *waste* lainnya.

2. Produk Cacat (*Defect*) Cacat pada produk akhir disebabkan oleh proses produksi yang tidak sempurna. Pelanggan tidak diizinkan untuk menerima produk cacat. Karena produk ini tidak dijual, semua biaya yang dikeluarkan selama produksi termasuk pembelian bahan mentah, biaya pemrosesan, konsumsi listrik, biaya tenaga

kerja, dan biaya transportasi akan hilang. Ketika suatu produk rusak, mungkin juga perlu diperbaiki, yang akan menghabiskan lebih banyak uang dan membutuhkan bahan tambahan, atau mungkin perlu dibuang. Selain itu, kedatangan barang cacat akan mengakibatkan kerugian material, keterlambatan pengiriman, dan perpanjangan jangka waktu pengiriman.

3. *High Inventory* / Terlalu banyak persediaan bahan baku, jumlah bahan baku yang besar akan sangat mempengaruhi biaya produksi seperti biaya pembelian bahan baku, biaya penyimpanan, pengangkutan/transportasi serta cacat produk. Juga, itu akan mempengaruhi waktu penyelesaian yang tinggi.

4. *Transportation* / Transportasi, penyebab terjadinya *waste* transportasi dikarenakan tata letak/penataan proses produksi yang kurang baik sehingga mempengaruhi perpindahan material dari proses awal ke proses selanjutnya. Salah satu cara untuk mengurangi *waste* ini adalah dengan memindahkan lokasi stok utama/bahan penebaran lebih dekat ke area produksi.

5. *Motion* / Pergerakan, *waste* (*Waste*) disebabkan oleh pergerakan yang berlebihan dalam proses produksi/gerakan yang tidak perlu tidak dapat menciptakan nilai bagi proses produksi. Penyebab gerakan yang tidak perlu ini adalah gerakan mesin atau pekerja. Contohnya adalah penempatan alat/peralatan di luar jangkauan operator. Perencanaan proses produksi yang buruk juga mempengaruhi *Motion*/gerakan berulang dalam proses produksi. Salah satu cara untuk mengurangi *waste* ini adalah dengan menempatkan peralatan yang dapat diakses oleh operator dan merencanakan produksi dengan baik.

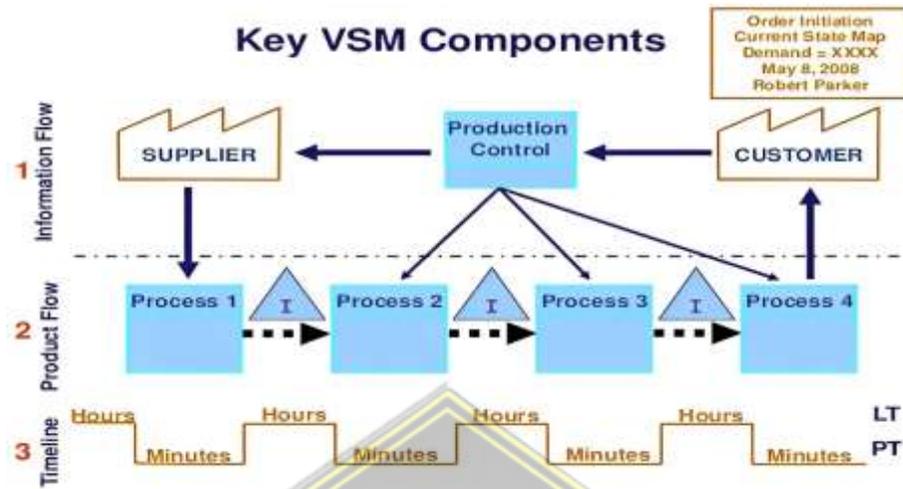
6. *Waiting*/ menunggu. Kala mesin dalam kondisi berhenti serta tidak bisa mengadakan proses produksi, status tersebut dapat disebut menunggu. Perihal ini diakibatkan sebab terdapatnya perbaikan mesin pada proses selanjutnya ataupun proses sistem yang tidak sepadan, sehingga proses mesin sebelumnya atau pekerja wajib menunggu, Begitu pula kebalikannya. Sebab lain yang berpengaruh ialah pada supply/ pasokan bahan baku yang terhambat, ataupun kehadiran komponen

perlengkapan yang terlambat. Keputusan dari pihak lain yang mempengaruhi serta berpengaruh pada waktu tunggu/ *Waiting*.

7. *Innapropriate Prosesing/* Proses yang berlebihan, dalam setiap proses produksi terdapat peluang yang tidak memberi nilai tambah. Pada proses yang tidak memberi nilai tambah terkategori dalam *waste*. Contohnya merupakan pengecekan perlengkapan berulang kali, pembersihan pada salah satu bagian produksi yang membatasi proses produksi. Guna mengurangi/ menyenyapkan pemborosan dairi proses yang melampaui batas merupakan mencari pemicu dari tiap kasus( *root cause*) serta mencari pemecahan yang pas buat menanggulangi masalah tersebut sehingga bisa dilakukan tindakan yang pas( *counter measure*) sesuai dengan *root cause* yang terdapat.

### 2.2.2 *Value Stream Mapping*

*Value stream Mapping* adalah *tool* yang menggambarkan semua aliran proses produksi dan aliran nilai di dalamnya dalam bentuk gambar. *tool* tersebut juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi apakah ada *waste* dan menemukan hubungan antara aliran informasi dan aliran material (Hines, et al 2000). Saat melakukan VSM, sangat penting untuk memahami alur proses produksi dari input hingga output, dan pengamatan apa yang perlu diperhatikan, seperti volume produksi, dan pengukuran parameter lainnya. Tujuan dari pemetaan ini adalah untuk mendapatkan gambaran lengkap terkait waktu proses untuk memahami aktivitas yang bernilai tambah dan tidak bernilai tambah (Chiarini, 2015).



Gambar 2.1 Value stream Mapping

Sumber : (Osterling & Martin, 2014)

*Value stream Mapping* ini dapat digunakan sebagai titik awal bagi perusahaan untuk mengidentifikasi *waste* dan menentukan penyebabnya. Menggunakan *Value stream Mapping* berarti memulai dari gambaran besar, tidak hanya untuk memecahkan masalah dari satu proses, tetapi juga untuk meningkatkan secara keseluruhan, bukan hanya proses tertentu. Simbol dasar yang digunakan dalam VSM adalah kombinasi dari flowcharting icons dan unique shape untuk menampilkan banyak fungsi dan tugas di VSM.

### 2.2.3 Konsep Waste Assessment Model

*Waste Assessment Model* merupakan model yang dirancang untuk memudahkan dalam menemukan permasalahan *waste* dan menemukan cara untuk menghilangkan *waste* (Rawabdeh, 2005). Untuk mengidentifikasi pemborosan, digunakan dua metode, yaitu:

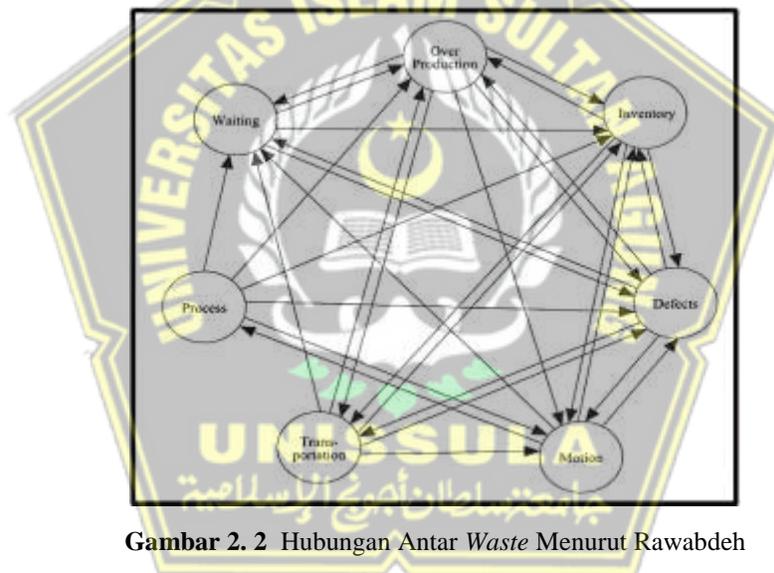
1. Menggunakan *Waste Relationship Matrix* (WRM) untuk mengidentifikasi hubungan antara berbagai jenis waste.

2. Menggunakan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ) untuk mengevaluasi jenis pemborosan yang terjadi dan paling banyak terjadi serta mengonfirmasi pengamatan. Hasil temuan pada saat observasi.

#### 2.2.4.1 *Seven Waste Relationship*

Ketergantungan (inter-dependen) *waste* yang saling terkait satu sama lain dan berdampak pada kategori *waste* lainnya. Menurut (Rawabdeh, 2005; Zakaria & Rochmoeljati, 2020) merancang teknik untuk menghitung konsekuensi dari *waste* lainnya.

Hubungan antara *waste* menurut Rawabdeh (2005) ditunjukkan pada gambar berikut:



**Gambar 2. 2** Hubungan Antar *Waste* Menurut Rawabdeh

Sumber : (Rawabdeh, 2005)

Menurut (Rawabdeh, 2005) model ini menggambarkan masing-masing jenis *waste* disingkat dengan huruf O: *Over production* , I: *Inventory* , D: *Defect* , M: *Motion* , P: *Process*, T: *Transportation* , W: *Waiting*. Jenis waste O, D, dan T berpengaruh terhadap semua waste lain kecuali P, sedangkan untuk jenis waste P memiliki pengaruh terhadap semua jenis waste lain kecuali T. begitu juga seterusnya sampai jenis waste W hanya berpengaruh terhadap waste O, I, dan D. Keseluruhan dari hubungan waste

ini memiliki pengaruh berjumlah 31 hubungan jenis waste  $i$  mempengaruhi semua jenis waste  $j$  ( $i_j$ ).

Ketujuh waste tersebut dibagi menjadi tiga kategori yaitu *man*, *machine*, dan *material*. *Waiting*, *motion*, dan *Overproduction* adalah bagian dari kategori *man*. *Overproduction* termasuk dalam kategori *machine*, sedangkan *defect*, *inventory*, dan *transportation* termasuk dalam kategori *material*. Untuk menghitung kekuatan masing-masing *waste relationship* dilakukan pengukuran dengan menggunakan kuesioner. Tabel 2.1 menyajikan kriteria pengukuran, yang terdiri dari enam pertanyaan dengan kisaran bobot 0 hingga 4 untuk setiap jawaban.

**Tabel 2. 2** Kriteria Untuk Pembobotan Kekuatan *Waste Relationship*

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

Sumber: (Rawabdeh, 2005)

Diperoleh total pertanyaan mengenai pembobotan kekuatan *waste* relationship yaitu 186 pertanyaan, dimana enam pertanyaan yang diajukan untuk setiap hubungan *waste* (31 hubungan). Contoh hasil perhitungan dalam menentukan bobot dapat dilihat pada tabel 2 sebagai berikut

**Tabel 2. 3** Contoh Tabulasi Perhitungan Hubungan Antar *Waste*

Hubungan	Pertanyaan												Total skor	Relationship
	1		2		3		4		5		6			
	Jwb	Skor	Jwb	Skor	Jwb	Skor	Jwb	Skor	Jwb	Skor	Jwb	Skor		
O_I	C	0	C	0	C	0	C	0	F	2	B	2	4	U
O_D	B	2	C	0	C	0	C	0	D	2	B	2	6	O

Total enam pertanyaan yang dijawab untuk setiap hubungan *waste* menghasilkan skor hubungan *waste*, yang selanjutnya ditransformasikan ke dalam simbol huruf WRM pada tabel 3.

**Tabel 2. 4** Simbol Huruf WRM

Range	Jenis Hubungan	Simbol
17 – 20	Absolutely necessary	A
13 – 16	Especially Important	E
9 – 12	Important	I
5 – 8	Ordinary closeness	O
1 – 4	Unimportant	U
0	No relation	X

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 diubah menjadi simbol huruf WRM selanjutnya adalah digunakan dalam pembuatan WRM dengan menghitung tingkat pengaruh masing-masing jenis *waste* ke jenis *waste* yang lain, yaitu dengan cara mengubah kembali bentuk bilangan yang telah ditentukan dimana  $A = 10$ ,  $E = 8$ ,  $I = 6$ ,  $O = 4$ ,  $U = 2$  dan  $X = 0$ . Hasil konversi ini nantinya akan dijumlahkan dan disajikan dalam persentase sehingga tingkat pengaruhnya diketahui.

#### 2.2.4.2 Waste Relationship Matrix (WRM)

*Waste Relationship Matrix* adalah perhitungan matriks yang menganalisis jenis pengukuran yang diambil dan menggambarkan hubungan *waste*. Kolom-kolom pada matriks menunjukkan penampakan *waste* yang terkena dampak *waste* lain, sedangkan baris-baris dalam matriks menunjukkan dampak *waste* tertentu terhadap *waste* lain. Karena setiap jenis *waste* memiliki asosiasi positif yang sama kuatnya dengan *waste* itu sendiri, maka diagonal matriks memiliki nilai hubungan yang paling tinggi. Matriks *waste* menjelaskan hubungan yang jelas antara kategori *waste*. Berikut tabel 3 merupakan 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

Dengan cara menjumlahkan, dilakukan pembobotan pada setiap baris dan kolom dari *matrix value*. Hal ini bertujuan untuk menentukan skor yang menggambarkan dampak *waste* yang satu terhadap *waste* lainnya. Skor tersebut

kemudian diubah menjadi persentase untuk lebih menyederhanakan matriks. 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	%
O	10	10	4	4	6	0	8	42	16.8
I	6	10	6	6	6	0	0	34	13.6
D	6	6	10	6	8	0	6	42	16.8
M	0	4	8	10	0	6	10	38	15.2
T	2	4	6	2	10	0	6	30	12
P	6	2	6	6	0	10	6	36	14.4
W	4	10	4	0	0	0	10	28	11.2
Score	34	46	44	34	30	16	46	250	100
%	13.6	18.4	17.6	13.6	12	6.4	18.4	100	

#### 2.2.4.3 *Waste Assessment Questionare*

*Waste Assessment Questionare* merupakan alat yang digunakan untuk mengidentifikasi *waste* dan membagi setiap *waste* ke dalam setiap proses produksi. Terdapat beberapa pertanyaan dalam kuesioner penilaian *waste*, dan setiap pertanyaan akan disesuaikan dengan situasi/*waste* yang terjadi pada setiap proses selama proses produksi. Pertanyaan-pertanyaan ini dibagi menjadi dua jenis, yaitu “*from*” dan “*to*”. Dari jenis artinya pertanyaan yang diajukan melibatkan *waste* yang dapat menimbulkan/mempengaruhi *waste* lainnya. Pertanyaan jenis “*to*” merupakan jenis pertanyaan yang dipengaruhi oleh *waste* lainnya. Sedangkan pertanyaan lainnya mewakili jenis “*from*” yang menunjukkan bahwa pertanyaan tersebut berlaku untuk semua jenis *waste* yang terjadi dan dapat menghasilkan atau menghasilkan berbagai jenis *waste* (Rawabdeh, 2005). Tiap pertanyaan WAQ memiliki tiga pilihan jawaban dan masing- masing jawaban diberi bobot 1, 0,5 atau 0 (zero). Pertanyaan dikategorikan ke dalam 4 kelompok yaitu *man*, *machine*, *material* dan *method*.

Karena hasil kuesioner akan diproses dengan algoritme yang terdiri dari beberapa kriteria yang ditetapkan untuk menganalisis dan memberi peringkat *waste* saat ini, peringkat akhir *waste* bergantung pada kombinasi tanggapan. Ada 8 fase

penghitungan skor *waste* untuk menghasilkan hasil, hasil akhirnya adalah peringkat *waste*.

1. Membagi dan menghitung jumlah kuesioner berdasarkan jenis pertanyaan. berdasarkan catatan “*From*” dan “*To*” untuk tiap jenis *waste*.
2. Mengisi nilai / bobot pada setiap pertanyaan dalam kuesioener 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

3. Membagi tiap nilai / bobot tiap satu baris dengan jumlah pertanyaan yang di kelompokkan ( $N_i$ ). 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). Kemudian menghitung skor dari setiap *waste* dengan rumus berikut:

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

Dimana nomor ( $N_i$ )nya dapat dilihat pada tabel 6

**Tabel 2. 8** Hasil pengelompokan dan perhitungan jenis pertanyaan

No	Jenis Pertanyaan	Total
	(i)	(Ni)
1	From <i>Over production</i>	3
2	From <i>Inventory</i>	6
3	From <i>Defects</i>	8
4	From <i>Motion</i>	11
5	From <i>Transportation</i>	4
6	From <i>Process</i>	7
7	From <i>Waiting</i>	8
8	To <i>Defects</i>	4
9	To <i>Motion</i>	9
10	To <i>Transportation</i>	3
11	To <i>Waiting</i>	5

Sumber: (Rawabdeh, 2005)

4. Menghitung jumlah skor pada setiap kolom jenis *waste* dan frekuensi (Fj) dari munculnya nilai tiap kolom *waste*. Nilai 0 di abaikan. Dan contoh dari penghitungan jumlah skor dapat dilihat pada tabel 7

**Tabel 2. 9** Hasil Pembobotan Dari Tabel 6 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

5. Memasukkan nilai dari hasil kuesioner (1 ; 0.5 ; 0) kedalam setiap bobot nilai dapat dilakukan dengan cara mengalikannya

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

6. Menghitung total skor untuk setiap nilai bobot pada kolom *waste* dan frekuensi ( $f_j$ ) untuk nilai bobot pada kolom *waste* dengan mengabaikan nilai 0. Hal ini dilakukan karena terkadang tanggapan dari responden kuesioner memiliki nilai nol (0). Akibatnya, persamaan berikut digunakan untuk menghitungnya:

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

Dimana  $s_j$  adalah penjumlahan dari nilai bobot *waste* dan  $X_k$  adalah nilai jawaban setiap pertanyaan kuisisioner (1, 0.5, atau 0).

7. Menghitung nilai indikator untuk tiap *waste* ( $Y_j$ ). Indikasi ini hanya berupa angka, yang tidak menunjukkan fakta bahwa setiap jenis *waste* dipengaruhi oleh bentuk *waste* lainnya.

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

8. Langkah terakhir adalah memasukkan semua nilai  $Y_j$  kedalam tabel rekapitulasi WAQ untuk semua jenis *waste*. Peringkat masing-masing *waste* kemudian dapat ditentukan sebagai proporsi dari faktor bentuk *waste* akhir yang diperoleh.

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

### 2.2.4 Value Stream Analysis Tools (VALSAT)

*Value stream analysis tools* adalah *tools* yang dikembangkan oleh (Hines & Rich, 1997), yang digunakan untuk menemukan lebih banyak/lebih detail dalam analisis pemetaan aliran nilai dari sistem proses produksi yang ada, dan lebih mudah untuk diperbaiki ketika ada *waste* dalam proses produksi/terjadi. Tabel adalah tabel VALSAT yang digunakan untuk memilih alat dalam aliran nilai.

**Tabel 2. 11** Pemilihan *tools* valsat

<i>Waste</i>	<i>Process Actifity Mapping</i>	<i>Supply Chain Respone Matrix</i>	<i>Quality Filter Mapping</i>	<i>Demand Amplification Mapping</i>	<i>Decision Point Analysis</i>	<i>Physical Structure</i>
<i>Over production</i>	L	M		L	M	
<i>Waiting</i>	H	H	L		M	
<i>Transportation</i>	H					L
<i>Over processing</i>	H		M	L		
<i>Inventory</i>	M	H	M		H	L
<i>Motion</i>	H	L		H		
<i>Defect</i>	L				H	

( Sumber: Hines and Rich 1997)

Keterangan:

H (*High Corelation*) Skor Pengali : 9

M (*Medium Corelation*) Skor Pengali : 3

L (*Low Corelation*) Skor Pengali : 1

Penggunaan ketujuh tools pada tabel didasarkan pada kondisi perusahaan yang diberi skor. Nilai setiap alat dihitung dengan mengalikan bobotnya dengan skor yang telah ditentukan. Bobot yang diberikan untuk setiap alat adalah sebagai berikut: 9 untuk H, 3 untuk M, dan 1 untuk L. Dengan menggunakan matriks, ditentukan nilai

pemborosan tertinggi, yang kemudian mengidentifikasi alat yang sesuai untuk digunakan untuk perbaikan.

Detail mapping yang dihasilkan dapat digunakan untuk menentukan penyebab pemborosan. Ada tujuh alat pemetaan detail yang biasa digunakan, antara lain:

a. *Process Activity Mapping*

*Tool* ini memetakan proses secara detail setiap prosesnya. Peta digunakan untuk mengetahui kegiatan mana yang memiliki nilai tambah, kegiatan mana yang tidak memiliki nilai tambah, kegiatan mana yang dapat dikurangi, dan yang tidak, dalam bentuk persentase. Perpanjangan *tool* ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi *lead time* dan nilai produktivitas dalam setiap proses produksi, tidak hanya pada sistem produksi namun pada rantai pasok / *supply chain*. Langkah utama dalam menerapkan *tool* ini adalah memetakan kegiatan / aktivitas pada setiap proses produksi yang terdiri dari *operation, transportation, inspection, Delay, dan storage*. Tujuan penerapan alat ini adalah untuk memfasilitasi pemahaman aliran proses, untuk mengidentifikasi pemborosan, untuk menentukan apakah proses dapat diatur ulang untuk meningkatkan efisiensi, dan untuk mengidentifikasi peluang peningkatan nilai tambah.

b. *Supply Chain Response Matrix*

Menurut (Annisa Kesy Garside, 2014) *Supply Chain Response Matrix* adalah alat yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menilai dampak perubahan tingkat inventaris dan waktu tunggu dalam setiap tahap rantai pasokan. Tujuannya untuk mengetahui tingkat persediaan yang ada dan mengetahui tingkat kenaikan atau penurunan permintaan produk selama distribusi. Tim manajemen kemudian dapat mengevaluasi kebutuhan peluncuran produk berdasarkan permintaan dan kapasitas konsumen untuk meminimalkan biaya distribusi.

c. *Production Variety Funnel*

*Production Variety Funnel* adalah teknologi pemetaan visual yang memetakan banyak perubahan produk yang dihasilkan pada setiap tahap proses produksi. *Tools* ini dapat digunakan untuk memperbaiki kebijakan persediaan dalam bentuk bahan baku,

produk setengah jadi atau produk jadi. Pada setiap tahapan proses produksi dapat dilakukan perbaikan untuk lebih meningkatkan hasil produksi.

Metode ini juga dikenal dengan analisis IVAT ClydeBank Business (2015), yaitu :

I : Produksi yang terdiri dari berbagai manufaktur dengan item yang identik dengan variasi yang sedikit

V : Susunan dari aturan yang luas pada produksi produk jadi dari jumlah kecil pada bahan baku

A : Bagian kecil dari bermacam-macam produksi produk jadi dari jumlah besar pada berbagai macam bahan baku

T : Produksi disusun menggunakan variasi kombinasi produk yang dibuat dari komponen spesifik

#### d. *Quality Filter Mapping*

QFM adalah alat yang digunakan untuk menemukan akar penyebab dari setiap jenis cacat, dengan memahami akar penyebab dapat diperbaiki untuk mencegah terjadinya cacat produk. Adapun jenis dari cacat produk terbagi menjadi 3 tipe yaitu :

- a. *Product defect*. Produk cacat merupakan produk cacat yang diproduksi tidak diketahui saat inspeksi pada saat produksi ataupun pemeriksaan akhir hingga produk berada di tangan konsumen.
- b. *Service defect*, adalah masalah yang timbul dari konsumen yang tidak terkait secara langsung dengan produk, tetapi hasilnya dapat mempengaruhi tingkat pelayanan.
- c. *Scrap defect*, mengacu pada kerusakan produk namun perusahaan mengetahui kerusakan tersebut saat inspeksi awal ataupun akhir.

#### e. *Demand Amplification Mapping*

DAM adalah peta yang digunakan untuk memvisualisasikan perubahan permintaan dalam rantai pasokan. Permintaan yang melewati rantai pasok melalui serangkaian pesanan dan kebijakan persediaan akan mengalami lebih banyak perubahan dalam setiap pergerakan dari hilir ke hulu yang bisa disebut dengan *law of*

*industrial*. Informasi ini dapat digunakan untuk pengambilan keputusan dan analisis lebih lanjut untuk memprediksi perubahan permintaan, mengelola fluktuasi, dan mengevaluasi kebijakan inventaris.

#### 1. *Decision Point Analysis*

Menunjukkan berbagai opsi di setiap sistem produksi yang berbeda, dan trade-off antara waktu tunggu setiap opsi dan tingkat persediaan yang diperlukan dalam proses waktu tunggu.

#### 2. *Physical Structure*

*Tools* ini digunakan untuk menentukan konsep supply dalam sistem produksi. Situasi ini berfokus pada beberapa bagian dari proses produksi yang sering diabaikan, sehingga setiap proses tersebut dapat ditingkatkan.

### 2.2.5 *Root Cause Analysis (RCA)*

*Root Cause Analysis* adalah proses desain yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan penyebab mendalam dari suatu peristiwa yang terkait dengan keselamatan, lingkungan, kualitas, ketergantungan, dan efek produksi. Sederhananya, RCA digunakan untuk membantu menentukan tidak hanya apa tetapi juga bagaimana kegagalan terjadi. Memahami mengapa suatu peristiwa muncul dari kegagalan adalah kunci untuk pengembangan yang efektif. Kesalahan sering kali tidak terjadi secara tidak sengaja, tetapi terkadang dapat dikaitkan dengan alasan tertentu. Untuk mencegah terulangnya situasi yang sama, salah satu kuncinya adalah mengidentifikasi akar permasalahan (Amperajaya & Daryanto, 2007).

Menurut (Syawalluddin, n.d.), metode ini digunakan setelah pemetaan kegiatan yang menghasilkan waste dan dianggap tidak bernilai tambah. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi akar penyebab pemborosan dalam suatu kegiatan atau proses. Tujuan penggunaan metode ini adalah untuk menemukan aktivitas aktivitas dalam pemborosan dan untuk menentukan asal dan akibat dari aktivitas tersebut. Definisi dari

RCA sampai saat ini masih belum terfokus tetapi secara garis besar RCA didefinisikan sebagai berikut (Amperajaya & Daryanto, 2007):

1) *Root cause are underlying causes.*

Pihak yang melakukan investigasi mempunyai tujuan untuk dapat mengidentifikasi secara spesifik garis besar penyebab kesalahan. Investigasi yang lebih menyeluruh dapat berfokus pada bagaimana atau mengapa peristiwa kegagalan dapat terjadi, yang kemudian akan diikuti oleh rekomendasi tindakan pencegahan untuk menghentikan kejadian tersebut terjadi lagi.

2) *Root cause are those that can reasonably be identified.*

Investigasi tentang rata-rata kejadian harus menunjukkan bahwa ada biaya dalam hal keuntungan. Struktur RCA membantu analis untuk menemukan jawaban dalam waktu yang ditentukan untuk investigasi.

3) *Root cause are those over which management has control.*

Seorang analis harus menghindari menggunakan klasifikasi yang umum seperti kesalahan operator, kegagalan peralatan, atau faktor dari luar. Beberapa penyebab yang tidak cukup spesifik untuk meminta persetujuan arahan agar perubahan diterapkan. Sebelum mengambil tindakan pencegahan, manajemen perlu memahami sepenuhnya penyebab secara pasti mengapa peristiwa kegagalan bisa terjadi .

4) *Root cause are those for which effective recommendations can be generated.*

Rekomendasi harus secara langsung mengarah kepada akar permasalahan yang telah diidentifikasi selama proses investigasi.

Empat langkah utama dalam root cause, yaitu sebagai berikut (Amperajaya & Daryanto, 2007):

a. Pengumpulan Data

Langkah pertama dalam proses analisis adalah mengumpulkan data. Jika ada informasi yang tidak lengkap atau kurangnya pemahaman tentang peristiwa tersebut, maka faktor penyebab dan akar penyebab yang terkait tidak dapat diidentifikasi.

b. Tabel Causal factor

Tabel causal factor menyediakan kerangka kerja bagi penyelidik untuk mengatur dan menganalisis informasi yang dikumpulkan selama proses penyelidikan. Persiapan untuk memproses tabel faktor penyebab harus dimulai bersamaan dengan pengumpulan informasi tentang kejadian kegagalan. Tabel causal factor tersebut harus selaras dengan proses pengumpulan data dengan mengidentifikasi kebutuhan yang muncul. Causal factor penyebab terkait dengan kesalahan manusia, kegagalan komponen, dan faktor lain yang perlu dihilangkan untuk mencegah kejadian kegagalan atau mengurangi kemungkinannya.

c. *Identifikasi Root Cause*

Setelah semua faktor penyebab telah teridentifikasi, langkah selanjutnya adalah menentukan akar penyebabnya. Ini melibatkan penggunaan diagram peta Root Cause Analysis (RCA) untuk menyelidiki alasan dari setiap faktor penyebab. Diagram peta RCA mencakup pembenaran untuk alasan yang membantu penyelidik menjawab pertanyaan tentang faktor penyebab dan mengidentifikasi masalah yang terkait dengannya.

d. *Pembangkitan Rekomendasi dan Implementasi*

Langkah selanjutnya adalah menghasilkan satu atau lebih rekomendasi berdasarkan identifikasi akar penyebab dari faktor penyebab. Rekomendasi ini dimaksudkan untuk mencegah terulangnya peristiwa kegagalan.

## **2.3 Hipotesa dan Kerangka Teoritis**

Adapun hipotesa dan kerangka teoritis dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

### **2.3.1 Hipotesa**

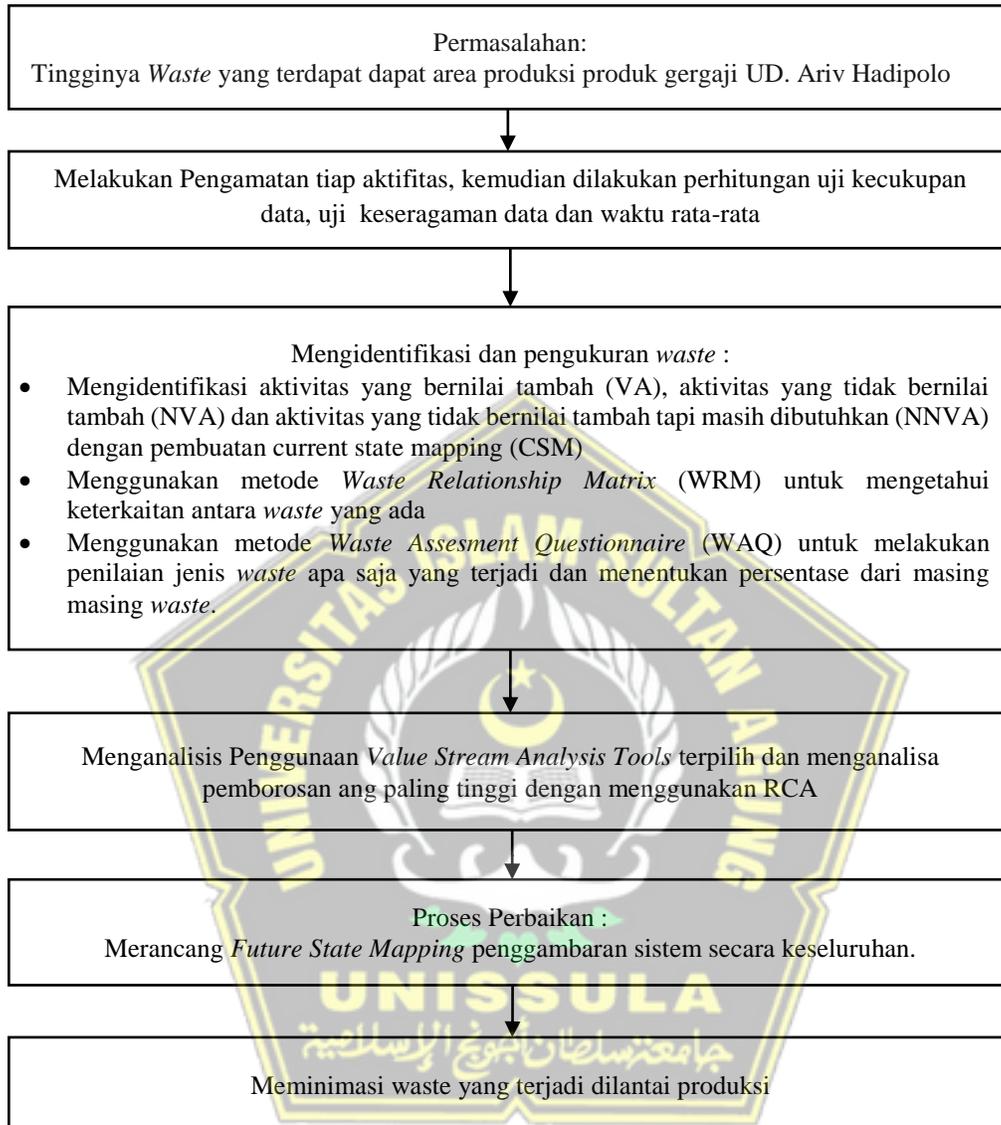
Dalam sebuah perusahaan harus memproduksi barang sesuai dengan permintaan konsumen, pada pelaksanaan produksi produk sering terjadi *waste* seperti adanya proses menunggu sehingga produk tidak selesai tepat waktu yang menyebabkan terjadinya keterlambatan waktu dalam pengiriman barang, banyaknya

proses produksi yang menghabiskan banyak waktu, serta adanya proses produksi yang kurang efisien seperti masih tingginya proses yang mengalami lead time, serta belum adanya pengukuran waktu produksi untuk produk yang dibuat. Dalam mengatasi hal tersebut maka dilakukan perbaikan seperti pada penelitian Satria Tamzil dkk., (2018), Ristyowati dkk., (2017), Tambunan dkk., (2017), Kurniawan dkk., (2019) dan Pujotomo dkk., (2015) tentang pengurangan *waste* menggunakan pendekatan lean manufacturing. Dalam hal ini metode *lean manufacturing* dapat membantu perusahaan mengatasi permasalahan perusahaan. Lean berfokus pada mengidentifikasi dan menghilangkan aktivitas *Non* -nilai tambah yang terkait langsung dengan pelanggan dalam desain, manufaktur (manufaktur) atau operasi (layanan) dan manajemen rantai pasokan. Menghilangkan *waste* internal adalah salah satu cara paling efektif untuk meningkatkan keuntungan dalam proses manufaktur dan penjualan perusahaan (Kurniawan, 2019).

Berdasarkan penelitian terdahulu, langkah selanjutnya adalah menerapkan prinsip lean manufacturing pada proses produksi untuk menentukan bagaimana *waste* dalam proses aktivitas dapat dihilangkan dengan menghitung *waste* relationship matrix (WRM) dan *waste* assessment questioner (WAQ) untuk membuat sebuah gambar. Dan pemilihan tools VALSAT akan mengarah pada Proses Activity Mapping dan *Future state mapping* untuk memperoleh rekomendasi pada setiap tingkat sistem proses produksi dalam skala luas, identifikasi dan pengukuran tahap *waste*.

### 2.3.2 Kerangka Teoritis

Berikut ini merupakan skema kerangka teoritis penelitian pada Gambar 2.3



**Gambar 2.3** Skema kerangka teoritis

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Pengumpulan Data**

Pengumpulan data pada penelitian ini adalah dengan action research. *Action research* adalah suatu penelitian yang bertujuan untuk mendapatkan suatu solusi yang akan diaplikasikan pada perusahaan sebagai bentuk perbaikan dari sistem semula. Ada beberapa data yang dikumpulkan dalam penelitian ini diantaranya adalah data urutan proses produksi, data waktu siklus tiap proses, dan data jumlah operator.

#### **3.2 Teknik Pengumpulan Data**

Tahap ini dilakukan untuk mengumpulkan 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 yang dibutuhkan dalam penelitian ini:

- 1) Alur proses operasional dan aliran informasi yang berjalan selama proses produksi.
- 2) Kuesioner *waste assessment model* (WAM) terdiri dari dua macam yaitu: *waste relationship matrix* (WRM) dan *waste assessment questionnaire* (WAQ). Penyebaran kuesioner WAM ditunjukkan kepada pihak yang kompeten dibidangnya yaitu kepala bagian produksi.

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.

### 3.3 Pengujian Hipotesa

Pada tahap ini akan dilakukan pengujian hipotesa dengan tujuan agar permasalahan yang telah dibuat pada perumusan masalah dapat terpecahkan dan ditemukan solusi yang tepat dengan cara membuat *Current State Mapping* dahulu, lalu menemukan pemborosan apa yang terjadi di rantai produksi, sehingga dapat mengidentifikasi dan pembobotan *waste* dengan menggunakan Model *Waste Assessment Model* (WRM dan WAQ). Setelah diketahui bobot *waste* kemudian dilakukan analisa dengan value stream analysis tools (VALSAT), akan mengarah pada *Future state mapping* untuk memperoleh rekomendasi pada setiap tingkat sistem proses produksi dalam skala luas, identifikasi dan pengukuran tahap *waste*.

### 3.4 Metode Analisis

Berikut ini merupakan langkah-langkah dalam tahap metode analisis dalam penelitian:

1. Analisa *Waste* pada *Current State Mapping*

Pada tahap ini akan dilakukan analisa terhadap pemborosan yang terjadi pada peta *Current State Mapping*. Pada peta *Current State Mapping* menjelaskan semua kegiatan proses meliputi aliran material, aliran informasi, jumlah produk, waktu menunggu.

2. *Waste Relationship Matrix*

Penyebaran kuesioner kepada pihak yang bertanggung jawab pada area produksi, penyebaran kuesioner ini untuk mengidentifikasi keterkaitan antar *waste* dalam sistem pada proses produksi gergaji kayu.

3. *Waste Assesment Questionaire*

Melakukan pembobotan kuesioner penilaian *waste* dengan menggunakan algoritma WAQ. Kuesioner WAQ yang telah diisi oleh koresponden selanjutnya dilakukan tabulasi dan diolah dengan menggunakan rumus algoritma.

#### 4. *Value Stream Analysis Tools*

Faktor pemborosan yang dihasilkan dari perhitungan WRM dan WAQ diubah menjadi persentase dan digunakan untuk menghitung matriks Value Stream Analysis Tools (VALSAT). Persentase ini digunakan sebagai bobot untuk setiap waste, yang kemudian dikalikan dengan nilai matriks. Alat yang menghasilkan skor total tertinggi di antara ketujuh alat pemetaan tersebut selanjutnya digunakan untuk mengidentifikasi pemborosan yang terjadi.

#### 5. *Root Cause Analysis*

Setelah dilakukan identifikasi *waste* dengan model WAM dan VALSAT kemudian langkah yang terakhir yaitu mencari akar penyebab permasalahan dari *waste* yang terjadi dengan why why analysis, sehingga dapat ditentukan usulan perbaikan yang mampu mengurangi pemborosan terutama mengurangi aktivitas - aktivitas yang tergolong *Non Value Added (NVA)*.

#### 6. Usulan Perbaikan

Setelah dilakukan analisa penyebab pemborosan yang terjadi, maka akan dilakukan eliminasi *waste* dengan cara membuat improvement/usulan perbaikan yang akan disajikan dalam bentuk *Future State Mapping*.

### 3.5 Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan pembahasan dari hasil pembuatan *Current State Mapping*, hasil identifikasi dan pemborosan *waste* dengan WRM dan WAQ selanjutnya digunakan untuk perhitungan dengan matriks VALSAT, sehingga akan menemukan akar penyebab masalah dengan pembahasan rancangan *Future State Mapping*.

### 3.6 Penarikan Kesimpulan

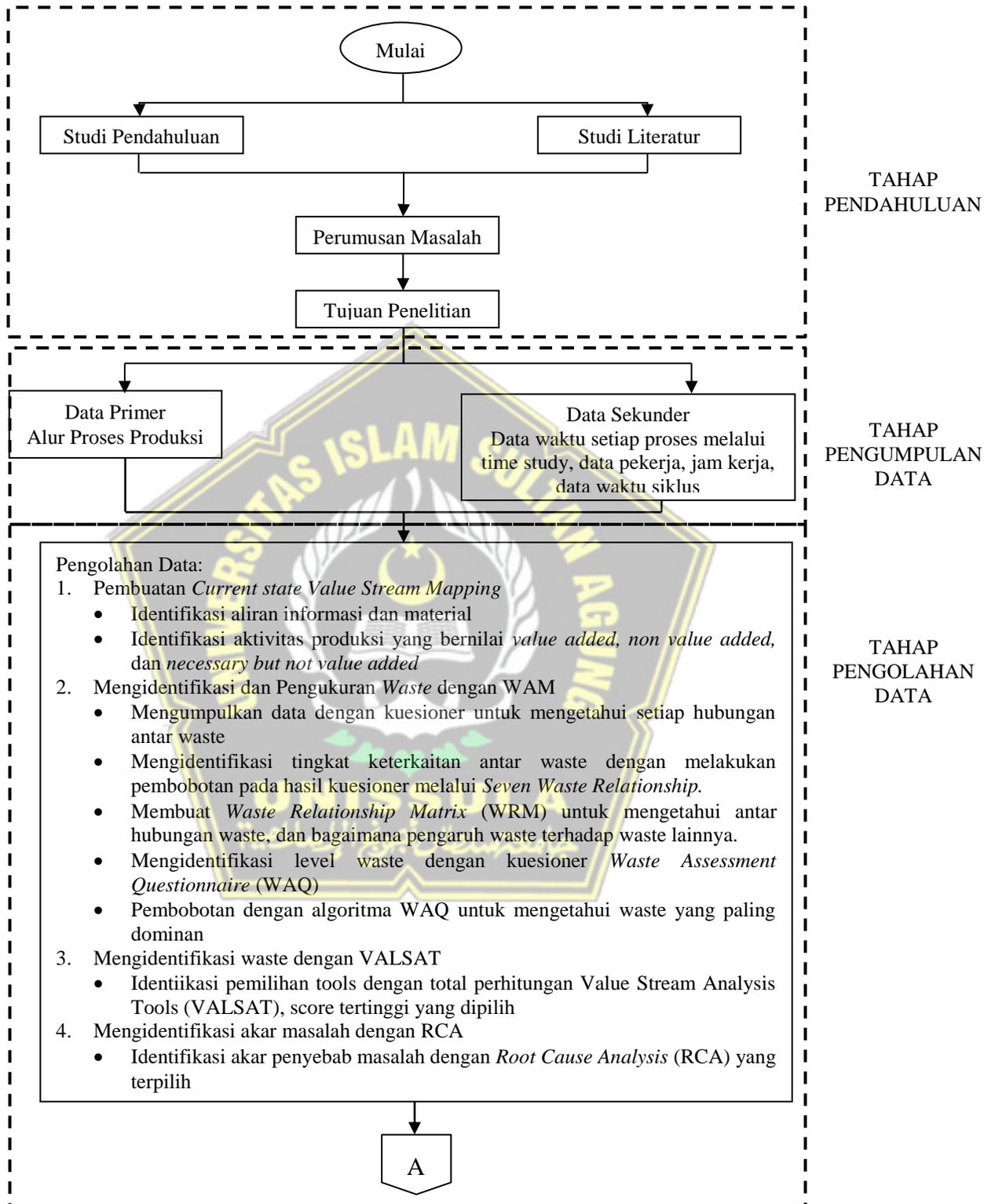
Langkah terakhir dari penelitian ini yaitu dengan melakukan penarikan kesimpulan yang berisi tentang hasil akhir tentang apa yang telah dicapai berdasarkan

perumusan masalah dan berisi tentang saran yang bermanfaat bagi semua pihak yang terkait.

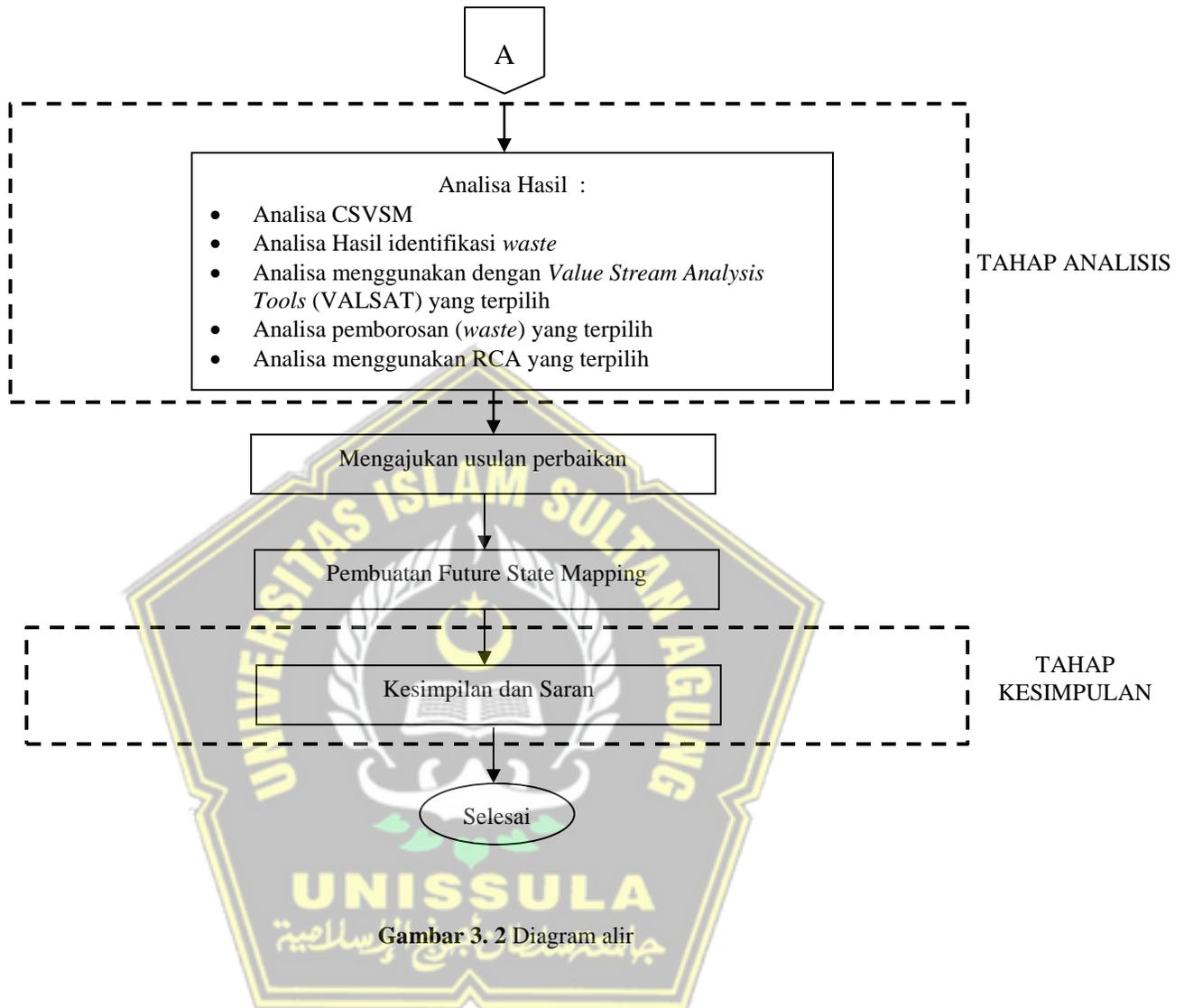
### 3.7 Diagram Alir

Diagram alir pada penelitian ini untuk menguraikan tahapan-tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian, mulai dari awal penelitian hingga selesai:





Gambar 3. 1 Diagram alir

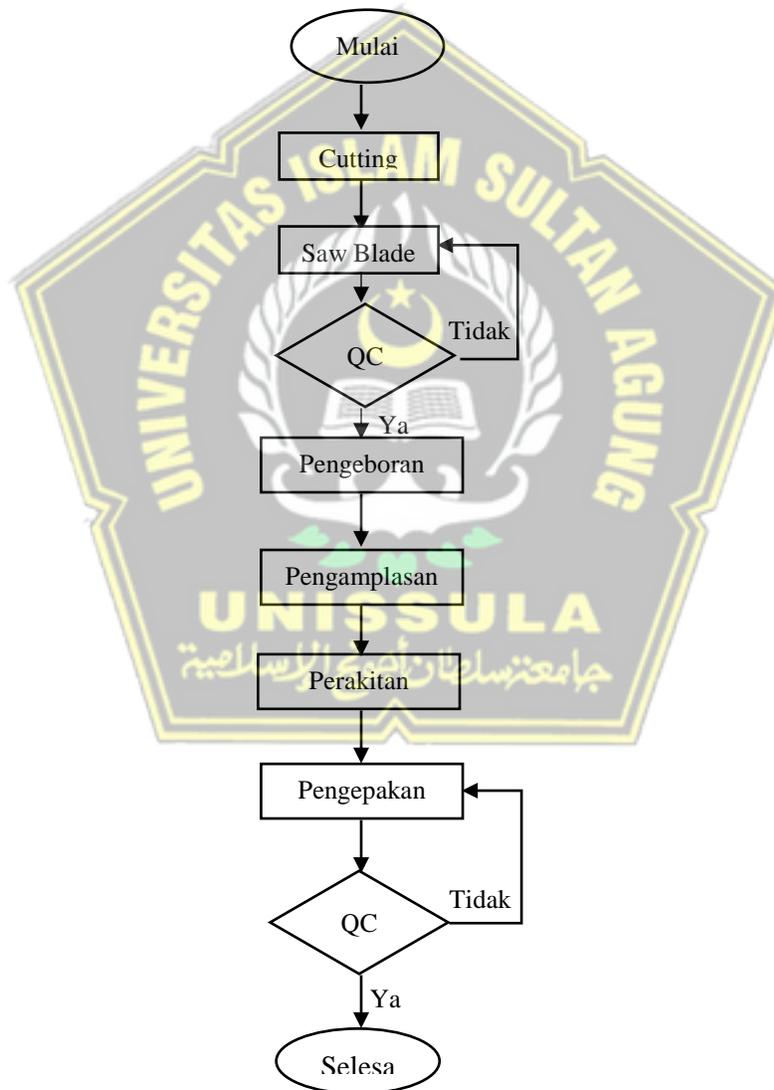


**BAB IV**  
**HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

**4.1 Pengumpulan Data**

**4.1.1 Proses produksi**

Proses produksi produk gergaji kayu 14 inch dapat dilihat pada gambar sebagai berikut :



**Gambar 4. 1** Proses Produksi Gergaji ayu UD. Ariv Hadipolo

Penjelasan proses produksi produk gergaji kayu 14 inch UD. Ariv Hadipolo adalah sebagai berikut :

Proses produksi gergaji kayu yang dilakukan oleh UD. Ariv Hadipolo terdiri dari lima proses yaitu proses *cutting*, proses *saw blade*, proses pengeboran, proses pengamplasan, proses perakitan, dan proses pengepakan/packing.

1. *Cutting* Plat Besi

Tahap pertama pada proses produksi gergaji kayu 14 inch adalah dengan memotong plat besi dengan ukuran 35cm. Plat besi yang biasanya digunakan memiliki panjang 9 m dengan lebar 7 cm.

2. *Saw blade*

Proses selanjutnya setelah plat besi dipotong sesuai ukuran adalah proses pembuatan mata gigi atau *saw blade*. Dalam pembuatan mata gigi operator membutuhkan ketelitian yang sangat tinggi. Sehingga dibutuhkan tenaga kerja yang professional sebab pada proses ini membutuhkan ketelitian dalam segi membuat jarak atau radius antar mata gigi yang sama dan rapi agar didapatkan mata gigi yang lancip dan tajam. Setelah pembuatan mata gigi terdapat aktivitas memeriksa apakah ada kesalahan pembuatan *saw blade* dan *saw blade* yang kurang rapi.

3. Pengeboran

Setelah terbentuk mata gigi proses selanjutnya yaitu pengeboran atau pemberian lubang baut yang nantinya dapat dipasangkan dengan kayu pegangan.

4. Pengamplasan

Setelah pembentukan *saw blade* langkah selanjutnya melakukan pengamplasan. Dimana pada proses pengamplasan atau penghalusan menggunakan gerinda untuk menghilangkan plat besi yang bengkok saat proses *saw blade* sehingga didapatkan gergaji yang halus dan rapi.

5. Perakitan

Aktivitas yang dilakukan setelah pengamplasan plat besi yaitu proses perakitan dengan kayu pegangan menggunakan bor listrik.

## 6. Pengepakan

Setelah melalui proses perakitan selanjutnya gergaji diberi minyak atau plitur sehingga gergaji terlihat lebih mengkilap. Setelah kering kemudian diperiksa apakah gergaji sudah bagus apa tidak, jika bagus maka gergaji di beri keras label atau packaging dan disusun setiap 20 pcs siap dikirim.



Gambar 4. 2 Produk Gergaji Kayu

### 4.1.2 Data Produk Cacat

Berdasarkan data historis pada proses produksi gergaji kayu didapatkan jumlah produksi gergaji kayu dan jumlah produk *Defect* dari bulan januari sampai juli 2021 berikut ini merupakan rinciannya :

Gambar 4. 3 Data Produksi dan Kecacatan Produk

Bulan	Total Produksi (kodi)	Total Produksi (pcs)	Defect (pcs)	Presentase Defect (%)
Januari	251	5020	56	1,11
Februari	245	4900	32	0,65
Maret	268	5360	60	1,12
April	247	4940	55	1,11
Mei	240	4800	39	0,81
Juni	250	5000	21	0,42
Juli	253	5060	54	1,07
Rata-Rata	250,5	5191,4	45,28	0,89

### 4.1.3 Data Manpower

Pada aktivitas produksi gergaji kayu di UD. Ariv Hadipolo memiliki 6 proses tahapan mulai dari *cutting*, *saw blade*, pengeboran, pengamplasan, perakitan dan pengepakan memerlukan tenaga kerja. Penjelasan tenaga kerja di masing-masing stasiun kerja adalah sebagai berikut :

**Tabel 4. 1** Jumlah Tenaga Kerja UD. Ariv Hadipolo 2021

No	Proses	Man Power (orang)
1.	<i>Cutting</i>	2
2.	<i>Saw blade</i>	3
3.	Pengeboran	1
4.	Pengamplasan	2
5.	Perakitan	1
6.	Pengepakan	

### 4.1.4 Jam Kerja Perusahaan

UD. Ariv Hadipolo adalah berawal dari industri rumahan yang sebagian tenaga kerja yaitu warga sekitar, maka perusahaan menerapkan waktu normal selayaknya jam kerja pada perusahaan lainnya, yaitu sebagai berikut :

**Tabel 4. 2** Jam Kerja UD. Ariv Hadipolo 2021

No	Hari	Jam Kerja
1	Senin	08.00 – 12.00, 13.00 – 16.00
2	Selasa	08.00 – 12.00, 13.00 – 16.00
3	Rabu	08.00 – 12.00, 13.00 – 16.00
4	Kamis	08.00 – 12.00, 13.00 – 16.00
5	Jumat	08.00 – 11.30, 13.00 – 16.00
6	Sabtu	08.00 – 12.00

### 4.1.5 Data Waktu Proses Produksi

Detail aktivitas data proses produksi merupakan salah satu data yang digunakan untuk membuat *Current State Mapping*. Data yang dikumpulkan berdasarkan waktu setiap aktivitas produksinya. Pengambilan data waktu ini dilakukan dengan pengamatan (P) sebanyak 30 kali dengan menggunakan stopwatch. Data waktu dalam

satuan menit. Data yang telah terkumpul selanjutnya akan di uji kecukupan data dan uji keseragaman data. Berikut merupakan hasil pengambilan data dan pengolahan data proses produksi gergaji kayu 14 inch :



Tabel 4. 3 Waktu Pengamatan Aktivitas Proses Produksi (dalam satuan menit)

No	Aktivitas	Proses	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
1	Mengambil plat besi	Cutting	1.20	1.27	1.35	1.25	1.30	1.23	1.34	1.26	1.31	1.35	1.40	1.38	1.28	1.33	1.39
2	Mengukur pola		2.32	2.22	2.24	2.27	2.25	2.33	2.35	2.24	2.31	2.47	2.39	2.41	2.33	2.27	2.37
3	Memotong plat besi		4.34	4.20	4.28	4.36	4.25	4.29	4.37	4.40	4.36	4.34	4.39	4.42	4.32	4.38	4.24
4	Membawa ke <i>saw blade</i>	Saw blade	1.36	1.24	1.29	1.31	1.25	1.32	1.35	1.26	1.31	1.34	1.38	1.29	1.32	1.35	1.40
5	Mengambil potongan		0.40	0.34	0.41	0.45	0.38	0.42	0.47	0.39	0.42	0.40	0.36	0.32	0.37	0.43	0.39
6	Mulai pembuatan <i>saw blade</i>		6.52	7.16	7.11	6.58	7.29	7.23	7.19	6.55	6.59	7.15	7.22	7.18	7.09	7.23	7.13
7	<i>Delay</i> saat pembuatan <i>saw blade</i>		0.31	0.35	0.33	0.31	0.35	0.31	0.32	0.34	0.36	0.32	0.32	0.31	0.29	0.32	0.34
8	Pengecekan hasil <i>saw blade</i>		1.09	1.13	1.15	1.08	1.12	1.14	1.07	1.10	1.14	1.11	1.23	1.13	1.19	1.16	1.08
9	Menunggu proses pengeboran	Pengeboran	0.43	0.49	0.45	0.50	0.42	0.48	0.52	0.47	0.55	0.53	0.48	0.45	0.40	0.41	0.44
10	Menentukan titik yang akan dilubangi		1.12	1.10	1.25	1.14	1.28	1.13	1.17	1.24	1.01	1.09	1.25	1.20	1.27	1.14	1.25
11	Pengeboran plat besi		1.35	1.43	1.33	1.42	1.28	1.34	1.32	1.29	1.41	1.37	1.31	1.39	1.45	1.32	1.30
12	<i>Delay</i> sebelum pengamplasan	Pengamplasan	2.03	2.04	2.10	1.52	2.09	2.05	1.53	2.06	2.04	2.05	1.58	1.55	1.51	2.02	2.11
13	Menuju ke pengamplasan		1.11	1.05	1.13	1.10	1.19	1.04	1.10	1.14	1.17	1.15	1.03	1.10	1.09	1.02	1.13
14	Mulai pengamplasan		3.40	3.51	3.55	3.46	3.52	3.48	3.45	3.42	3.50	3.52	3.45	3.30	3.39	3.44	3.55
15	Membawa ke perakitan	Perakitan	1.05	1.00	1.10	1.03	1.09	1.06	1.04	1.11	1.09	1.15	1.12	1.03	1.08	1.05	1.12
16	<i>Delay</i> perakitan		3.29	3.20	3.23	3.30	3.26	3.29	3.25	3.27	3.22	3.28	3.20	3.24	3.32	3.29	3.35
17	Perakitan		2.32	2.39	2.40	2.35	2.30	2.38	2.34	2.39	2.35	2.31	2.43	2.39	2.45	2.34	2.41

18	Membawa ke pengepakan	Pengepakan	1.28	1.23	1.25	1.20	1.22	1.28	1.30	1.24	1.30	1.21	1.32	1.29	1.25	1.34	1.31
19	Memberi plitur ke gergaji		0.31	0.39	0.35	0.40	0.43	0.38	0.32	0.40	0.34	0.39	0.36	0.42	0.35	0.38	0.44
20	Pengeringan		2.17	2.20	2.30	2.24	2.28	2.22	2.19	2.27	2.30	2.25	2.24	2.35	2.21	2.34	2.30
21	Pengecekan gergaji		0.58	0.40	0.46	0.45	0.53	0.50	0.55	0.49	0.43	0.49	0.52	0.55	0.43	0.40	0.51
22	Mengemas gergaji dengan label		0.32	0.38	0.40	0.43	0.37	0.33	0.38	0.35	0.30	0.34	0.41	0.32	0.44	0.39	0.34
23	Menata gergaji per kodi		2.54	2.59	3.01	3.06	2.58	3.08	3.00	3.10	3.05	3.09	3.12	2.53	2.56	3.04	3.10
24	Membawa ke tempat penyimpanan		1.40	1.35	1.39	1.41	1.43	1.32	1.36	1.38	1.40	1.37	1.33	1.39	1.42	1.45	1.38
<b>No</b>	<b>Aktivitas</b>	<b>Proses</b>	<b>P16</b>	<b>P17</b>	<b>P18</b>	<b>P19</b>	<b>P20</b>	<b>P21</b>	<b>P22</b>	<b>P23</b>	<b>P24</b>	<b>P25</b>	<b>P26</b>	<b>P27</b>	<b>P28</b>	<b>P29</b>	<b>P30</b>
1	Mengambil plat besi	Cutting	1.30	1.37	1.25	1.33	1.30	1.23	1.34	1.36	1.34	1.25	1.32	1.28	1.33	1.23	1.29
2	Mengukur pola		2.40	2.42	2.34	2.33	2.25	2.35	2.42	2.29	2.33	2.45	2.38	2.41	2.33	2.37	2.30
3	Memotong plat besi		4.38	4.23	4.29	4.34	4.35	4.28	4.37	4.38	4.30	4.34	4.40	4.32	4.36	4.29	4.31
4	Membawa ke <i>saw blade</i>	Saw blade	1.23	1.29	1.34	1.32	1.38	1.25	1.34	1.39	1.35	1.38	1.25	1.29	1.35	1.42	1.41
5	Mengambil potongan		0.42	0.40	0.44	0.30	0.38	0.42	0.43	0.34	0.38	0.35	0.42	0.45	0.32	0.37	0.39
6	Mulai pembuatan <i>saw blade</i>		7.22	7.19	7.13	7.20	6.59	6.54	7.03	6.58	7.08	7.05	7.12	7.18	7.29	6.56	6.50
7	<i>Delay</i> saat pembuatan <i>saw blade</i>		0.35	0.32	0.30	0.31	0.33	0.29	0.32	0.28	0.35	0.26	0.27	0.29	0.31	0.32	0.30
8	Pengecekan hasil <i>saw blade</i>		1.14	1.02	1.13	1.10	1.08	1.11	1.17	1.14	1.12	1.03	1.13	1.20	1.19	1.15	1.01
9	Menunggu proses pengeboran	Pengeboran	0.46	0.50	0.51	0.47	0.42	0.40	0.45	0.41	0.46	0.49	0.54	0.55	0.48	0.45	0.43
10	Menentukan titik yang akan dilubangi		1.03	1.11	1.08	1.10	1.20	1.13	1.19	1.22	1.21	1.18	1.25	1.22	1.18	1.14	1.19
11	Pengeboran plat besi		1.29	1.32	1.38	1.42	1.40	1.33	1.30	1.29	1.35	1.33	1.30	1.34	1.39	1.42	1.44

12	Delay sebelum pengamplasan	Pengamplasan	2.10	2.03	2.12	1.52	1.58	2.02	1.59	2.04	2.11	2.15	1.54	1.59	2.05	2.13	2.15
13	Menuju ke pengamplasan		1.11	1.15	1.04	1.12	1.15	1.08	1.14	1.09	1.12	1.17	1.03	1.18	1.09	1.03	1.10
14	Mulai pengamplasan		3.44	3.53	3.38	3.55	3.54	3.45	3.42	3.49	3.50	3.55	3.45	3.33	3.40	3.34	3.45
15	Membawa ke perakitan	Perakitan	1.03	1.05	1.11	1.00	1.04	1.02	1.14	1.10	1.04	1.15	1.12	1.03	1.05	1.03	1.14
16	Delay perakitan		3.21	3.29	3.33	3.32	3.29	3.35	3.24	3.28	3.30	3.35	3.28	3.25	3.21	3.23	3.26
17	Perakitan dengan gagang kayu		2.42	2.37	2.31	2.35	2.40	2.32	2.44	2.45	2.39	2.31	2.35	2.30	2.38	2.41	2.39
18	Membawa ke pengepakan	Pengepakan	1.35	1.30	1.28	1.23	1.27	1.20	1.32	1.35	1.24	1.20	1.22	1.29	1.32	1.30	1.23
19	Memberi plitur ke gergaji		0.40	0.34	0.42	0.45	0.43	0.37	0.35	0.32	0.30	0.38	0.41	0.38	0.35	0.32	0.38
20	Pengeringan		2.33	2.25	2.32	2.28	2.30	2.22	2.19	2.17	2.30	2.25	2.24	2.19	2.28	2.23	2.35
21	Pengecekan gergaji		0.52	0.44	0.40	0.45	0.51	0.54	0.58	0.43	0.41	0.44	0.50	0.55	0.49	0.47	0.51
22	Mengemas gergaji dengan label		0.38	0.40	0.30	0.43	0.34	0.33	0.40	0.39	0.34	0.30	0.41	0.38	0.32	0.39	0.45
23	Menata gergaji per kodi		3.10	2.59	3.02	3.08	2.56	3.01	3.05	3.10	3.15	3.09	2.59	2.53	3.07	3.02	2.58
24	Membawa ke tempat penyimpanan		1.40	1.32	1.38	1.44	1.35	1.39	1.41	1.45	1.34	1.39	1.33	1.30	1.34	1.45	1.33

## 4.2 Pengolahan Data

### 4.2.1 Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data dilakukan untuk menunjukkan bahwa jumlah data hasil pengamatan sudah dinyatakan cukup untuk melakukan penelitian. Apabila jumlah sampel yang diambil ( $N$ ) lebih besar dari jumlah sampel seharusnya ( $N'$ ), maka data atau sampel waktu pengukuran telah mencukupi. Sedangkan jika nilai  $N$  lebih kecil dari nilai  $N'$  ( $N < N'$ ) maka jumlah data yang ada belum cukup untuk digunakan dan harus melakukan pengambilan sampel kembali serta melakukan uji kecukupan data ulang hingga data dinyatakan cukup. Pada penelitian ini tingkat keyakinan yang digunakan sebesar 95% sehingga nilai  $k$  sebesar 2 dan tingkat ketelitian 5%. Berikut ini adalah contoh perhitungan uji kecukupan pada proses produksi gergaji kayu pada tahap pengambilan plat besi sebelum dipotong yaitu:

**Tabel 4. 4** Data Pengamatan Waktu Proses Pengambilan Plat Besi

No	X1(menit)	X1 <sup>2</sup>
1.	1.20	1.44
2.	1.27	1.61
3.	1.35	1.82
4.	1.25	1.56
5.	1.30	1.69
6.	1.23	1.51
7.	1.34	1.80
8.	1.26	1.59
9.	1.31	1.72
10.	1.35	1.82
11.	1.40	1.96
12.	1.38	1.90
13.	1.28	1.64
14.	1.33	1.77
15.	1.39	1.93
16.	1.30	1.69

No	X1(menit)	X1 <sup>2</sup>
17.	1.37	1.88
18.	1.25	1.56
19.	1.33	1.77
20.	1.30	1.69
21.	1.23	1.51
22.	1.34	1.80
23.	1.36	1.85
24.	1.34	1.80
25.	1.25	1.56
26.	1.32	1.74
27.	1.28	1.64
28.	1.33	1.77
29.	1.23	1.51
30	1.29	1.66
Jumlah	39.16	51.20

Diketahui :

$$N = 30$$

$$\sum x = 39.16$$

$$(\sum x)^2 = 1533.506$$

$$\sum x^2 = 51.20$$

Tingkat keyakinan (k) = 95%  $\approx 2$

Tingkat ketelitian (s) = 5%  $\rightarrow \alpha = 0,05$

Ditanyakan : N' = ...?

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

$$N' = \left[ \frac{2/0,05 \sqrt{(30 \times 51.20 - 1533.506)}}{39.16} \right]^2$$

$$N' = 2.527$$

Kesimpulan dikarenakan  $N' < N$  maka data proses *cutting* adalah cukup.

Uji kecukupan data yang telah dihitung dapat dilihat pada Tabel berikut ini

**Tabel 4. 5** Rekapitulasi Uji Kecukupan Data

No	Aktivitas	Proses	$\sum x$	$(\sum x)^2$	N'	N	Keterangan
1	Mengambil plat besi	Cutting	39.16	1533.51	2.53	30	Cukup
2	Mengukur pola		70.14	4919.62	1.24	30	Cukup
3	Memotong plat besi		129.88	16868.81	0.25	30	Cukup
4	Membawa ke <i>saw blade</i>	Saw blade	39.76	1580.86	2.50	30	Cukup
5	Mengambil potongan		11.76	138.30	17.66	30	Cukup
6	Mulai pembuatan <i>saw blade</i>		209.48	43881.87	2.67	30	Cukup
7	<i>Delay</i> saat pembuatan <i>saw blade</i>		9.48	89.87	9.36	30	Cukup
8	Pengecekan hasil <i>saw blade</i>	Pengeboran	33.64	1131.65	3.20	30	Cukup
9	Menunggu proses pengeboran		14.04	197.12	13.66	30	Cukup
10	Menentukan titik yang akan dilubangi		35.07	1229.90	5.60	30	Cukup
11	Pengeboran plat besi	Pengamplasan	40.61	1649.17	2.28	30	Cukup
12	<i>Delay</i> sebelum pengamplasan		57.00	3249.00	27.66	30	Cukup
13	Menuju ke pengamplasan		33.15	1098.92	2.99	30	Cukup
14	Mulai pengamplasan	Perakitan	103.76	10766.14	0.61	30	Cukup
15	Membawa ke perakitan		32.17	1034.91	2.81	30	Cukup
16	<i>Delay</i> perakitan		98.18	9639.31	0.28	30	Cukup
17	Perakitan dengan gagang kayu		71.14	5060.90	0.57	30	Cukup
18	Membawa ke pengepakan	Pengepakan	38.12	1453.13	2.05	30	Cukup
19	Memberi plitur ke gergaji		11.26	126.79	18.08	30	Cukup
20	Pengeringan		67.76	4591.42	0.87	30	Cukup
21	Pengecekan gergaji		14.53	211.12	19.17	30	Cukup
22	Mengemas gergaji dengan label		11.06	122.32	21.72	30	Cukup
23	Menata gergaji per kodi		86.99	7567.26	10.90	30	Cukup
24	Membawa ke tempat penyimpanan		41.40	1713.96	1.47	30	Cukup

#### 4.2.2 Uji Keseragaman Data

Berikut ini merupakan perhitungan uji keseragaman data. Uji keseragaman data digunakan untuk memastikan data yang diambil untuk setiap bagian proses masih

berada dalam batas kontrol atas dan batas kontrol bawah, sehingga tidak ada data yang berada diluar batas kontrol atas dan batas kontrol bawah. Berikut ini adalah contoh perhitungan uji keseragaman pada proses pembuatan gergaji kayu.

**Tabel 4. 6** Data Pengamatan Waktu Proses Pengambilan Plat Besi

No	X	X <sup>2</sup>	X - $\bar{X}$	(X - $\bar{X}$ ) <sup>2</sup>
1	1.20	1.44	-0.105	0.01103
2	1.27	1.61	-0.035	0.00122
3	1.35	1.82	0.045	0.00203
4	1.25	1.56	-0.055	0.00302
5	1.30	1.69	-0.005	0.00002
6	1.23	1.51	-0.075	0.00562
7	1.34	1.80	0.035	0.00123
8	1.26	1.59	-0.045	0.00202
9	1.31	1.72	0.005	0.00003
10	1.35	1.82	0.045	0.00203
11	1.40	1.96	0.095	0.00902
12	1.38	1.90	0.075	0.00562
13	1.28	1.64	-0.025	0.00062
14	1.33	1.77	0.025	0.00063
15	1.39	1.93	0.085	0.00722
16	1.30	1.69	-0.005	0.00002
17	1.37	1.88	0.065	0.00423
18	1.25	1.56	-0.055	0.00302
19	1.33	1.77	0.025	0.00063
20	1.30	1.69	-0.005	0.00002
21	1.23	1.51	-0.075	0.00562
22	1.34	1.80	0.035	0.00123
23	1.36	1.85	0.055	0.00303
24	1.34	1.80	0.035	0.00123
25	1.25	1.56	-0.055	0.00302
26	1.32	1.74	0.015	0.00023
27	1.28	1.64	-0.025	0.00062

No	X	X <sup>2</sup>	X - $\bar{X}$	(X - $\bar{X}$ ) <sup>2</sup>
28	1.33	1.77	0.025	0.00063
29	1.23	1.51	-0.075	0.00562
30	1.29	1.66	-0.015	0.00022
Jumlah	39.16	51.20	0.010	0.081

Dimana :

X = Data waktu yang dibaca oleh *stopwatch* tiap pengamatan

$\bar{X}$  = Nilai Rata-rata

N = Jumlah Data

Dengan :

$$N = 30$$

$$\sum x = 39.16$$

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N} = \frac{39.16}{30} = 1.305$$

$$\begin{aligned} \text{Standar deviasi } (\sigma) &= \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N - 1}} \\ &= \sqrt{\frac{0.081}{29}} = 0.053 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Batas Kendali Atas} &= \bar{x} + k \sigma \\ &= 1.286 + 2(0.0527) \\ &= 1.3914 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Batas Kendali Bawah} &= \bar{x} - k \sigma \\ &= 1.286 - 2(0.0527) \\ &= 1.1806 \end{aligned}$$

**Tabel 4. 7** Rekapitulasi Uji Keseragaman

No	Aktivitas	Proses	$\bar{x}$	Stdev	BKA	BKB	Keterangan
1	Mengambil plat besi	Cutting	1.305	0.053	1.411	1.200	Terkendali
2	Mengukur pola		2.338	0.066	4.462	2.205	Terkendali
3	Memotong plat besi		4.329	0.055	4.440	4.219	Terkendali

No	Aktivitas	Proses	$\bar{x}$	Stdev	BKA	BKB	Keterangan
4	Membawa ke <i>saw blade</i>	Saw blade	1.325	0.053	1.432	1.219	Terkendali
5	Mengambil potongan		0.392	0.042	0.476	0.308	Terkendali
6	Mulai pembuatan <i>saw blade</i>		6.983	0.290	7.563	6.402	Terkendali
7	<i>Delay</i> saat pembuatan <i>saw blade</i>		0.316	0.025	0.365	0.267	Terkendali
8	Pengecekan hasil <i>saw blade</i>		1.121	0.051	1.223	1.019	Terkendali
9	Menunggu proses pengeboran	Pengeboran	0.468	0.044	0.556	0.380	Terkendali
10	Menentukan titik yang akan dilubangi		1.169	0.070	1.310	1.028	Terkendali
11	Pengeboran plat besi		1.354	0.052	1.458	1.250	Terkendali
12	<i>Delay</i> sebelum pengamplasan	Pengamplasan	1.900	0.254	2.408	1.392	Terkendali
13	Menuju ke pengamplasan		1.105	0.049	1.202	1.008	Terkendali
14	Mulai pengamplasan		3.459	0.069	3.597	3.321	Terkendali
15	Membawa ke perakitan	Perakitan	1.072	0.046	1.164	0.981	Terkendali
16	<i>Delay</i> perakitan		3.273	0.044	3.361	3.184	Terkendali
17	Perakitan dengan gagang kayu		2.371	0.045	2.462	2.280	Terkendali
18	Membawa ke pengepakan		1.271	0.046	1.363	1.178	Terkendali
19	Memberi plitur ke gergaji		0.375	0.041	0.456	0.294	Terkendali
20	Pengeringan	Pengepakan	2.259	0.053	2.366	2.152	Terkendali
21	Pengecekan gergaji		0.484	0.054	0.592	0.376	Terkendali
22	Mengemas gergaji dengan label		0.369	0.044	0.456	0.281	Terkendali
23	Menata gergaji per kodi		2.900	0.243	3.386	2.413	Terkendali
24	Membawa ke tempat penyimpanan		1.380	0.043	1.465	1.295	Terkendali

#### 4.2.3 Waktu Siklus

Berdasarkan hasil perhitungan uji keseragaman dan uji kecukupan data dapat disimpulkan bahwa data waktu proses produksi telah seragam dan cukup sehingga data tersebut dapat digunakan untuk proses pengolahan data selanjutnya. Dan berikut merupakan data waktu siklus produksi gergaji kayu.

**Tabel 4. 8** Data Waktu Siklus

No	Aktivitas	Proses	N	$\sum x$	Ws (menit)
1	Mengambil plat besi	Cutting	30	39.16	1.305
2	Mengukur pola		30	70.14	2.338
3	Memotong plat besi		30	129.88	4.329
4	Membawa ke <i>saw blade</i>		30	39.76	1.325

No	Aktivitas	Proses	N	$\Sigma x$	Ws (menit)
5	Mengambil potongan	Saw blade	30	11.76	0.392
6	Mulai pembuatan <i>saw blade</i>		30	209.48	6.983
7	<i>Delay</i> saat <i>saw blade</i>		30	9.48	0.316
8	Pengecekan hasil <i>saw blade</i>		30	33.64	1.121
9	Menunggu proses pengeboran	Pengeboran	30	14.04	0.468
10	Menentukan titik yang akan dilubangi		30	35.07	1.169
11	Pengeboran plat besi		30	40.61	1.354
12	<i>Delay</i> sebelum pengamplasan	Pengamplasan	30	57.00	1.900
13	Menuju ke pengamplasan		30	33.15	1.105
14	Mulai pengamplasan		30	103.76	3.459
15	Membawa ke perakitan	Perakitan	30	32.17	1.072
16	<i>Delay</i> perakitan		30	98.18	3.273
17	Perakitan dengan gagang kayu		30	71.14	2.371
18	Membawa ke pengepakan		30	38.12	1.271
19	Memberi plitur ke gergaji	Pengepakan	30	11.26	0.375
20	Pengeringan		30	67.76	2.259
21	Pengecekan gergaji		30	14.53	0.484
22	Mengemas gergaji dengan label		30	11.06	0.369
23	Menata gergaji per kodi		30	86.99	2.900
24	Membawa ke tempat penyimpanan		30	41.40	1.380

#### 4.2.4 Pembuatan *Current State Mapping*

*Current State Mapping* dibuat untuk menggambarkan kondisi saat ini pada lini produksi. Berikut ini merupakan langkah-langkah dalam pembuatan *Current State Mapping*.

##### 4.2.4.1 Pembentukan Peta *Current State Mapping*

Dalam menyusun *Current State Mapping*, diperlukan pembuatan peta untuk setiap kategori proses. Pembuatan peta pada setiap kategori proses ini dibutuhkan data-data seperti CT (*Cycle Time*) atau waktu proses yaitu waktu yang dibutuhkan oleh satu operator untuk menyelesaikan seluruh elemen/kegiatan kerja dalam membuat satu part sebelum mengulangi kegiatan untuk membuat part berikutnya, CO (*Changover Time*) atau waktu set-up mesin adalah waktu yang dibutuhkan untuk melakukan persiapan

operasi/ kerja, *Delay* (Waktu Tertunda) yaitu besar waktu hambatan yang terjadi selama satu siklus pengangkutan, *Transportation* (Waktu Transportasi) yaitu memindahkan material dengan jarak yang sangat jauh dari satu proses ke proses berikut, Jumlah Pekerja dan *Availability* (Tingkat Ketersediaan Waktu)

**Tabel 4. 9** Pengelompokan Data

No	Aktivitas	Proses	Ws (menit)	Kategori			
				Proses	Delay	Transportasi	Set-up
1	Mengambil plat besi	Cutting	1.305			1.305	
2	Mengukur pola		2.338				2.338
3	Memotong plat besi		4.329	4.329			
4	Membawa ke <i>saw blade</i>	Saw blade	1.325			1.325	
5	Mengambil potongan		0.392				0.392
6	Mulai pembuatan <i>saw blade</i>		6.983	6.983			
7	<i>Delay</i> saat <i>saw blade</i>		0.316		0.316		
8	Pengecekan hasil <i>saw blade</i>		1.121				1.121
9	Menunggu proses pengeboran	Pengeboran	0.468		0.468		
10	Menentukan titik yang akan dilubangi		1.169				1.169
11	Pengeboran plat besi		1.354	1.354			
12	<i>Delay</i> sebelum pengamplasan	Pengamplasan	1.900		1.900		
13	Menuju ke pengamplasan		1.105			1.105	
14	Mulai pengamplasan		3.459	3.459			
15	Membawa ke perakitan	Perakitan	1.072			1.072	
16	<i>Delay</i> perakitan		3.273		3.273		
17	Perakitan dengan gagang kayu		2.371	2.371			
18	Membawa ke pengepakan		1.271			1.271	
19	Memberi plitur ke gergaji	Pengepakan	0.375	0.375			
20	Pengeringan		2.259	2.259			
21	Pengecekan gergaji		0.484				0.484
22	Mengemas gergaji dengan label		0.369	0.369			
23	Menata gergaji per kodi		2.900	2.900			
24	Membawa ke tempat penyimpanan		1.380			1.380	
Jumlah			43.318	24.399	5.957	9.717	5.504

#### 4.2.4.2 Mengidentifikasi Aktifitas *Value Added*, *Non Value Added* dan *Necessary but non Value Added*

Sebelum melakukan pembuatan *Current State Mapping*, dilakukan klasifikasi pada aktivitas *Value Added activity*, *non Value Added activity* dan *necessary but non Value Added activity*. *Value Added activity* adalah segala aktivitas proses produksi gergaji kayu yang mana proses-proses tersebut mempunyai nilai tambah. *Non Value Added activity* adalah segala aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah sama sekali seperti waktu menunggu atau *delay*. Sedangkan *necessary but non Value Added activity* adalah segala aktivitas dalam sistem yang tidak memberikan nilai tambah akan tetapi keberadaannya dibutuhkan untuk menjalankan segala proses dari awal sampai akhir, seperti waktu transportasi dan waktu set up mesin.

**Tabel 4. 10** Klasifikasi VA, NVA, dan NNVA

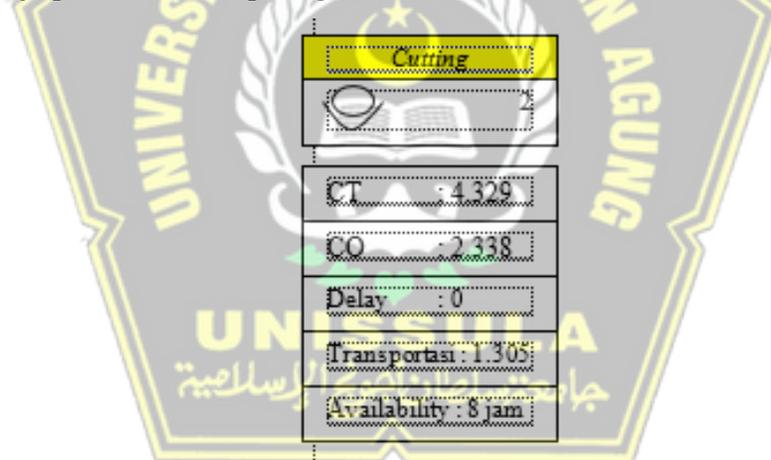
No	Aktivitas	Proses	Ws (menit)	VA	NVA	NNVA
1	Mengambil plat besi	Cutting	1.305			√
2	Mengukur pola		2.338			√
3	Memotong plat besi		4.329	√		
4	Membawa ke <i>saw blade</i>	Saw blade	1.325			√
5	Mengambil potongan		0.392			√
6	Mulai pembuatan <i>saw blade</i>		6.983	√		
7	<i>Delay</i> saat <i>saw blade</i>		0.316		√	
8	Pengecekan hasil <i>saw blade</i>		1.121			√
9	Menunggu proses pengeboran	Pengeboran	0.468		√	
10	Menentukan titik yang akan dilubangi		1.169			√
11	Pengeboran plat besi		1.354	√		
12	<i>Delay</i> sebelum pengamplasan	Pengamplasan	1.900		√	
13	Menuju ke pengamplasan		1.105			√
14	Mulai pengamplasan		3.459	√		
15	Membawa ke perakitan	Perakitan	1.072			√
16	<i>Delay</i> perakitan		3.273		√	
17	Perakitan dengan gagang kayu		2.371	√		
18	Membawa ke pengepakan	Pengepakan	1.271			√
19	Memberi plitur ke gergaji		0.375	√		
20	Pengeringan		2.259	√		
21	Pengecekan gergaji		0.484			√

22	Mengemas gergaji dengan label		0.369	√		
23	Menata gergaji per kodi		2.900	√		
24	Membawa ke tempat penyimpanan		1.380			√
Jumlah			43.318	24.399	5.957	12.962

Berikut ini akan diberikan contoh pembuatan peta kategori proses untuk proses pada stasiun kerja Pembahanan. Adapun langkahnya adalah sebagai berikut:

1. Mengisi nama untuk proses yang dilakukan pada bagian atas *process box*.
2. Kemudian masukkan data jumlah operator per lini proses.
3. Selanjutnya lengkapi *process box* dengan data *changeover time*, waktu proses, *Delay*, transportasi, waktu *availability*, dan lainnya.

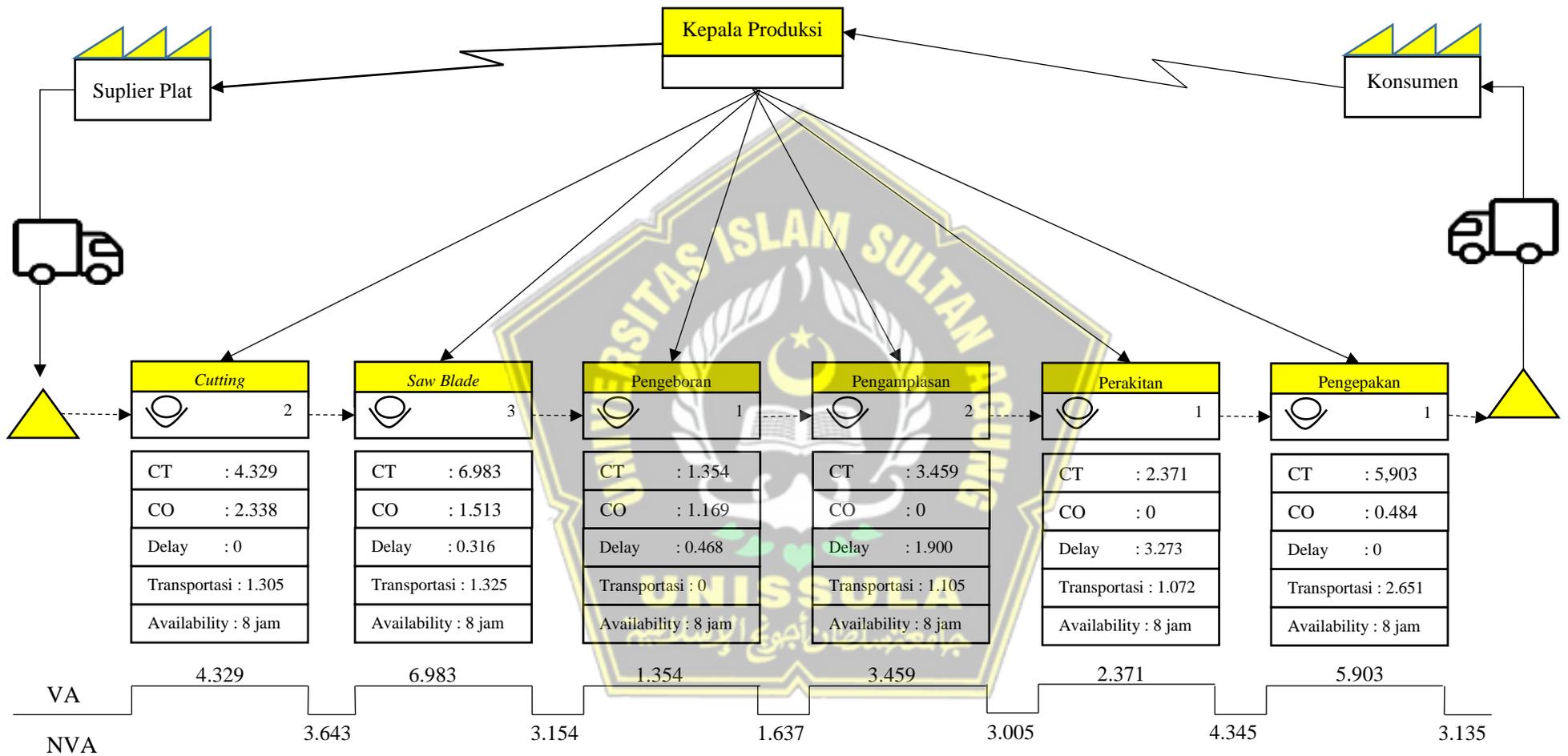
Setelah ketiga langkah di atas dilakukan, maka akan diperoleh peta kategori stasiun kerja pembahanan seperti gambar berikut



Gambar 4. 4 Panel Stasiun Kerja

#### 4.2.4.3 Membuat *Current State Mapping*

Setelah semua data yang diperlukan terkumpul dan telah dilakukan pengolahan, maka dibuatlah *curret state mapping* seperti berikut :



Gambar 4.5 Current State Mapping Lini Produksi di UD Ariv Hadipolo

### 4.3 Identifikasi *waste*

Pada tahap ini dilakukan identifikasi *waste* dengan memanfaatkan konsep *waste assessment model* (WAM). Dalam penelitian ini proses identifikasi *waste* yang terjadi dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu :

1. Mengidentifikasi hubungan antar *waste* dengan metode *Waste Relationship Matrix* (WRM) yang bertujuan untuk mengetahui keterkaitan antara *waste* yang terjadi.
2. Mengidentifikasi *waste* dengan metode *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ) yang bertujuan untuk mengetahui *waste* yang paling dominan dan *level* antar *waste* yang ada.

Selanjutnya hasil dari kedua metode tersebut digunakan dalam proses analisa menggunakan *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT).

#### 4.3.1 Identifikasi hubungan antar *waste* dengan WRM

Untuk mengetahui hubungan antar *waste* dengan metode *waste relationship matrix* maka yang perlu dilakukan adalah:

- a. Menyebarkan kuesioner hubungan antar *waste* kepada bagian produksi
- b. Melakukan pengumpulan data identifikasi *waste*
- c. Melakukan pembobotan dengan *seven waste relationship*
- d. Melakukan pembobotan dengan *waste relationship matrix*

#### 4.3.2 Data identifikasi *Waste*

Data identifikasi *waste* pada tahap pengumpulan data dilakukan dengan dua cara yaitu :

1. Kuesioner

Langkah awal yang dilakukan dalam mengidentifikasi *waste* sebelum dilakukan pembobotan yaitu memeberikan kuesioner kepada responden, dimana responden tersebut yaitu kepala bagian produksi (owner) UD. Ariv Hadipolo. Responden tersebut dipilih karena kuesioner ini bersifat *assessment* yang didalamnya terdiri dari pertanyaan-pertanyaan yang tidak semua orang memahaminya, tetapi lebih

kepada kompetensi dan pengalaman yang dimiliki oleh responden tersebut. Kuesioner *Waste Relationship Matrix* (WRM) dapat dilihat di **lampiran 3** dan kuesioner *Waste Assessment Model* (WAQ) dapat dilihat pada **lampiran 4**.

2. *Brainstorming*

Wawancara/diskusi (*brainstorming*) dilakukan untuk menyamaratakan pendapat atau persepsi tentang pemahaman terhadap *waste* dan hubungan tujuh *waste* (*seven waste relationship*).

a. *Overproduction*

Terjadinya aktivitas produksi berlebih produk setengah jadi yang terkadang terjadi pada proses pembuatan gergaji kayu.

b. *Waiting time*

Sering terjadinya waktu menunggu produk setengah jadi dari proses sebelumnya untuk dikerjakan ke proses selanjutnya, proses menunggu perlengkapan dan peralatan yang tidak memiliki nilai tambah.

c. *Excessive inventory*

Sering dijumpai sejumlah produk setengah jadi yang menumpuk pada proses perakitan.

d. *Excessive transportation*

Pergerakan material, informasi, peralatan dan perlengkapan dalam pabrik yang tidak memiliki nilai tambah.

e. *Inappropriate processing*

Terjadinya proses rework produk dikarenakan ketidaksesuaian kualitas produk yang dihasilkan dengan spesifikasi yang ditentukan dikarenakan kesalahan prosedur atau system operasi.

f. *Unnecessary motion*

Pekerja atau operator sering melakukan gerakan-gerakan kecil yang tidak perlu seperti mengambil baut dilain tempat dan mencari tali rafia ditempat lain hal ini disebabkan karena rancangan metode yang buruk.

g. *Defect.*

Ketidak sempurnaan produk yang dihasilkan dengan standar kualitas yang telah ditetapkan khususnya pada proses saw blade yang sering ditemukan produk cacat sehingga menyebabkan alokasi tenaga kerja untuk proses pengerjaan ulang. Namun dugaan sementara *waste* yang paling dominan terjadi adalah *Defect* dan *Waiting time*

#### 4.3.3 *Seven Waste Relationship*

Setelah hasil kuesioner yang dibagikan kepada responden terkumpul, langkah selanjutnya yaitu pembobotan terhadap kuesioner keterkaitan *waste* dengan cara mengakumulasikan nilai skor pada setiap pertanyaan question type berdasarkan hubungan antar *waste* yang disajikan pada kuesioner. Tujuan dilakukan pembobotan ini untuk mengetahui hubungan antar *waste* yang satu dengan *waste* yang lainnya, sifat *waste* sendiri yaitu inter-dependent dan berpengaruh terhadap *waste* lain. Berikut ini merupakan rekapitulasi hasil skor dari kuesioner WRM yaitu :

**Tabel 4. 11** Penjelasan Hubungan Pemborosan

Tipe Pemborosan	Jenis Hubungan	Penjelasan
<i>Overproduction</i>	O_I	<i>Over-production</i> menyebabkan kebutuhan ruang penyimpanan produk dihasilkan menjadi semakin lebih besar dari sebelumnya.
	O-D	Ketika operator memproduksi secara lebih, dapat berpeluang menyebabkan kualitas produksi terhadap produk yang di hasilkan berkurang.
	O_M	<i>Overproduction</i> tersebut akan mengarah ke perilaku tidak ergonomis dimana mengarah ke metode kerja yang tidak standar dengan banyak pergerakan yang dilakukan mengakibatkan serangkaian kerugian
	O_T	<i>Overproduction</i> membutuhkan upaya yang lebih besar dalam transportasi mengikuti pemborosan diproduksi.
	O_W	Ketika terjadi produksi yang berlebihan di stasiun kerja, maka terjadi antrian produk untuk diproses pada stasiun kerja berikutnya.
	I_O	Penggunaan bahan baku yang berlebih dapat membuat pekerja untuk melakukan proses produksi secara berlebihan.

<b>Tipe Pemborosan</b>	<b>Jenis Hubungan</b>	<b>Penjelasan</b>
<i>Inventory</i>	I_D	Meningkatkan persediaan bahan baku, meningkatkan kemungkinan terjadinya kecacatan meningkat karena kurangnya perhatian dan kondisi penyimpanan.
	I_M	Peningkatan persediaan menghasilkan peningkatan jumlah waktu yang dihabiskan untuk mencari, memilih, mencapai, memindahkan dan penanganan persediaan juga mengalami peningkatan.
	I_T	Peningkatan persediaan pada akhirnya dapat menghalangi yang tersedia, menyebabkan aktivitas transportasi menjadi lebih lama.
<i>Defect</i>	D_O	Kegiatan produksi yang berlebihan muncul untuk mengatasi kekurangan produk dikarenakan cacat.
	D_I	Memproduksi produk yang cacat perlu dilakukan pengerjaan ulang, sehingga terjadi peningkatan proses pengerjaan akibatnya ada penambahan penyimpanan.
	D_M	Produksi produk cacat meningkatkan waktu yang diperlukan untuk pencarian, pemilihan, dan pemeriksaan pada bagian pengerjaan ulang sehingga membutuhkan lebih banyak gerakan.
	D_T	Pemindahan produk cacat ke area kerja pengerjaan sebelumnya meningkatkan intensitas transportasi yaitu kegiatan pemborosan transportasi.
	D_W	Adanya proses pengerjaan ulang menyebabkan proses selanjutnya menunggu untuk diproses.
<i>Motion</i>	M_I	Pergerakan yang tidak standar menyebabkan penumpukan material karena keterlambatan proses pengerjaan.
	M_D	Persentase cacat meningkat ketika ada kekurangan keterampilan dan pelatihan.
	M_P	Ketika pekerjaan tidak mencapai standar yang sudah ditetapkan, maka pemborosan proses meningkat karena kurang pemahaman tentang kapasitas teknologi yang tersedia.
	M_W	Ketika standar tidak diatur dengan benar, waktu terbuang untuk mencari dan bergerak, yang meningkatkan waktu tunggu.
	T_O	Transportasi karena kapasitas pengangkutan yang besar sehingga mengakibatkan mesin memproduksi secara berlebihan.
	T_I	Transportasi yang berlebihan menyebabkan persediaan produk menumpuk.

<b>Tipe Pemborosan</b>	<b>Jenis Hubungan</b>	<b>Penjelasan</b>
<i>Transportation</i>	T_D	Jika transportasi berlebihan, produk mengalami cacat karena penggunaan transportasi yang tidak sesuai dengan produk.
	T_M	Ketika barang yang diangkut dengan tidak benar, menyebabkan pemborosan pada waktu yang dilakukan oleh operator.
	T_W	Jika transportasi tidak sesuai standar, maka stasiun selanjutnya menunggu untuk dilakukan proses produksi.
<i>Process</i>	P_O	Jika melakukan proses produksi yang berlebihan, maka menghasilkan produk yang berlebihan.
	P_I	Dengan melakukan proses yang berlebihan, maka menyebabkan peningkatan persediaan.
	P_D	Pemrosesan bahan yang berlebihan dapat menyebabkan material menjadi cacat.
	P_M	Proses yang tidak sesuai setandar dapat menyebabkan pergerakan operator yang berlebihan.
	P_W	Jika prosesnya tidak standar atau berulang, waktu tunggu akan bertambah.
<i>Waiting</i>	W_O	Ketika mesin harus menunggu karena produk masih diproses pada stasiun kerja yang lain, maka nantinya mesin harus memproduksi secara berlebih karena produksi harus tetap berjalan.
	W_I	Menunggu dapat diartikan bahwa lebih banyak produk yang diperlukan pada titik tertentu.
	W_D	Produk yang menunggu dapat menyebabkan cacat karena berada pada kondisi yang tidak sesuai.

Pembobotan ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antar pemborosan satu dengan yang lain mulai dari hubungan diperlukan secara mutlak (*absolutely necessary*) hingga hubungan tidak penting (*unimportant*) atau pun tidak punya hubungan (*no relation*).

Tabel 4.12 dibawah ini, merupakan tabel hasil pembobotan pemborosan dari setiap jawaban responden. Kemudian setelah diketahui hasil skor kuesioner dilakukan

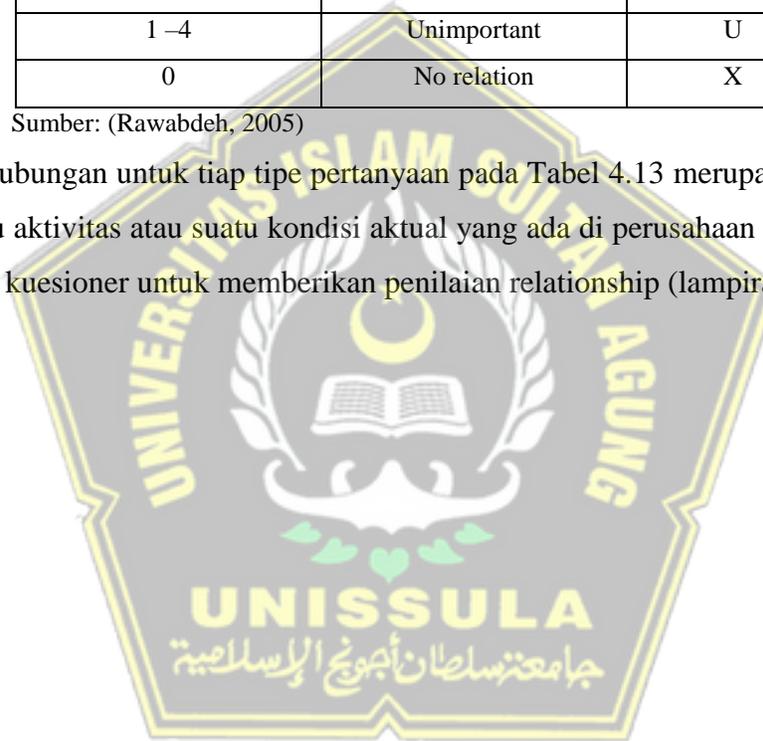
konversi rentang skor kedalam bentuk simbol huruf WRM dengan ketentuan sebagai berikut :

**Tabel 4. 12** Konversi Rentang Skor Simbol Huruf WRM

Range	Jenis Hubungan	Simbol
17 – 20	Absolutely necessary	A
13 – 16	Especially Important	E
9 – 12	Important	I
5 – 8	Ordinary closeness	O
1 – 4	Unimportant	U
0	No relation	X

Sumber: (Rawabdeh, 2005)

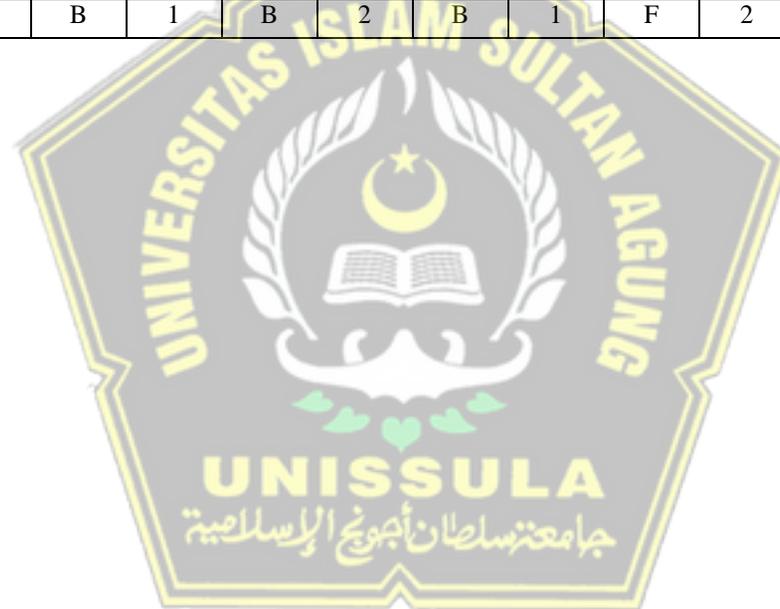
Hubungan untuk tiap tipe pertanyaan pada Tabel 4.13 merupakan representasi dari suatu aktivitas atau suatu kondisi aktual yang ada di perusahaan yang didapatkan dari hasil kuesioner untuk memberikan penilaian relationship (lampiran 3).



Tabel 4. 13 Hasil Rekapitulasi Penilaian Kuesinoer WRM

No	Hubungan	Pertanyaan												Total skor	Relationship
		1		2		3		4		5		6			
		Jwb	Skor	Jwb	Skor	Jwb	Skor	Jwb	Skor	Jwb	Skor	Jwb	Skor		
1.	O_I	C	0	C	0	C	0	C	0	F	2	B	2	4	U
2.	O_D	B	2	C	0	C	0	C	0	D	2	B	2	6	O
3.	O_M	C	0	C	0	C	0	B	1	B	1	C	0	2	U
4.	O_T	C	0	C	0	C	0	B	1	F	2	B	2	5	O
5.	O_W	B	2	A	2	A	4	C	0	E	2	B	2	12	I
6.	I_O	C	0	C	0	C	0	B	1	B	1	C	0	2	U
7.	I_D	C	0	C	0	B	2	C	0	E	2	C	0	4	U
8.	I_M	C	0	C	0	C	0	C	0	B	1	C	0	1	U
9.	I_T	C	0	C	0	C	0	B	1	B	1	C	0	2	U
10.	D_O	C	0	C	0	C	0	B	1	A	1	C	0	2	U
11.	D_I	C	0	C	0	C	0	B	1	A	1	C	0	2	U
12.	D_M	B	2	A	2	C	0	B	1	B	1	B	2	8	O
13.	D_T	C	0	C	0	C	0	C	0	B	1	C	0	1	U
14.	D_W	B	2	C	0	B	2	C	0	C	1	B	2	7	O
15.	M_I	C	0	C	0	C	0	B	1	B	1	C	0	2	U
16.	M_D	B	2	A	2	A	4	B	1	D	2	B	2	13	E
17.	M_P	C	0	C	0	C	0	C	0	C	1	C	0	1	U
18.	M_W	A	4	A	2	A	4	C	0	A	1	B	2	13	E
19.	T_O	C	0	C	0	C	0	C	0	D	2	C	0	2	U
20.	T_I	C	0	C	0	C	0	B	1	B	1	C	0	2	U
21.	T_D	C	0	C	0	C	0	C	0	B	1	C	0	1	U
22.	T_M	C	0	C	0	C	0	B	1	B	1	C	0	2	U
23.	T_W	B	2	C	0	C	0	B	1	F	2	C	0	5	O

24.	P_O	C	0	B	1	B	2	C	0	E	2	B	2	7	I
25.	P_I	C	0	C	0	C	0	B	1	D	2	C	0	3	U
26.	P_D	B	2	C	0	A	4	C	0	C	1	B	2	9	I
27.	P_M	B	2	C	0	B	2	C	0	E	2	C	0	6	O
28.	P_W	B	2	A	2	A	4	C	0	G	4	B	2	14	E
29.	W_O	C	0	B	1	B	2	C	0	F	2	B	2	7	O
30.	W_I	C	0	C	0	C	0	B	1	B	1	C	0	2	U
31.	W_D	C	0	B	1	B	2	B	1	F	2	B	2	8	O



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

Setelah diketahui skor dan *relationship* untuk setiap pertanyaan, maka langkah selanjutnya adalah membuat *waste relationship matrix* (WRM). Skor yang telah di konversi ke dalam bentuk simbol huruf WRM pada table diatas kemudian dimasukkan ke dalam baris dan kolom WRM. Pada Tabel 4.14 berikut ini menunjukkan hubungan nyata diantara jenis-jenis *waste* yang terjadi.

**Tabel 4. 14** *Waste Relationship Matrix* (WRM)

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

Dari tabel *waste relationship matrix*, tahap selanjutnya yaitu membuat *waste relationship matrix value* dengan cara mengkonversikan simbol huruf WRM kedalam bentuk bobot angka 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 merupakan konversi simbol huruf WRM kedalam bentuk bobo tangka yaitu :

**Tabel 4. 15** *Waste Relationship Matrix Value*

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

Kemudian pada table dilakukan perhitungan nilai *score* dengan cara menjumlahkan nilai bobot dari masing-masing *waste*. Sebagai contoh dibawah ini perhitungan *score* baris *Overproduction* yaitu :

$$\text{Overproduction (O)} = 10 + 2 + 4 + 2 + 4 + 0 + 6 = 28$$

Setelah diketahui *score* masing-masing *waste* selanjutnya dilakukan perhitungan prosentase dari masing-masing *waste* yaitu dengan menjumlahkan nilai bobot masing-masing *waste* kemudian dibagi dengan total nilai bobot WRM dan dikali dengan seratus persen(%). Sebagai contoh dibawah ini perhitungan prosentase baris *Overproduction* yaitu :

$$\begin{aligned} \text{overproduction (O)} &= \frac{\text{nilai score}}{\text{total score}} \times 100\% \\ &= \frac{28}{182} \times 100\% = 15,38 \end{aligned}$$

**Tabel 4. 16** Perhitungan Score dan Prosentase Waste

F/T	O	I	D	M	T	P	W	Score	%
<b>O</b>	10	2	4	2	4	0	6	28	15,38
<b>I</b>	2	10	2	2	6	0	0	22	12,08
<b>D</b>	2	2	10	4	2	0	4	24	13,18
<b>M</b>	0	2	8	10	0	2	8	30	16,48
<b>T</b>	2	2	2	10	0	4	0	22	12,08
<b>P</b>	6	2	6	4	0	10	8	36	<b>19,78</b>
<b>W</b>	4	2	4	0	0	0	10	20	10,98
<b>Score</b>	26	22	36	24	22	12	40	<b>182</b>	
<b>%</b>	14,28	12,08	19,78	13,18	12,08	6,59	<b>21,97</b>		100

Hasil *waste matrix value* yang sudah dilakukan pada kuesioner hubungan antar waste menunjukkan bahwa waste process (P) mempengaruhi waste lain. Hasil dari waste process ini bernilai 19.78% yang terdapat pada kolom waste “from” yaitu waste yang dapat mempengaruhi waste yang lain. Pada waste waiting dan defect mempengaruhi pada kolom waste lain yang terdapat pada kolom waste “to” dengan tingginya nilai

waste waiting sebesar 21.97%. Waste waiting akan berpengaruh pada processing dan waste lain.

#### 4.3.5 *Waste Assessment Questionnaire (WAQ)*

Setelah diketahui hasil pembobotan pada *Waste Relationship Matrix (WRM)*, langkah selanjutnya yaitu melakukan pembobotan dengan menggunakan algoritma *Waste Assessment Questionnaire (WAQ)*. *Waste Assessment Questionnaire (WAQ)* merupakan kuesioner penilaian yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mengalokasi *waste* yang terjadi pada lini produksi. Menurut (Rawabdeh, 2005) kuesioner *assessment* ini terdiri dari 68 jenis pertanyaan yang berbeda, dimana setiap pertanyaan kuesioner memperlihatkan suatu aktivitas, suatu kondisi atau sifat yang mungkin menimbulkan suatu jenis *waste* tertentu. Kuesioner WAQ dibagi menjadi dua jenis pertanyaan yaitu “*from*” dan “*to*”.

Beberapa pertanyaan “*from*” mempunyai arti bahwa pertanyaan tersebut mengarah terhadap segala pemborosan (*waste*) yang terjadi dapat mempengaruhi munculnya jenis *waste* yang berbeda. Sedangkan pertanyaan “*to*” mempunyai arti bahwa semua jenis pemborosan (*waste*) yang ditimbulkan oleh waste yang lainnya. Tiap pertanyaan memiliki tiga pilihan jawaban masing-masing jawaban diberi bobot 1, 0.5 atau 0 (zero). Pertanyaan-pertanyaan kuesioner dikategorikan kedalam empat kelompok yaitu *man*, *machine*, *material* dan *method* dimana pertanyaan hubungan antar suatu kategori dengan kategori lainnya. Selain itu, terdapat dua kategori hubungan waste, yaitu kategori A dan B. Perbedaan kedua kategori tersebut perada pada pembobotan jawaban dari setiap pertanyaan dalam kuesioner. Pada hubungan waste kategori A, jika responden menjawab “ya” maka nilai pembobotan sebesar 1, jika responden menjawab “sedang” maka nilai pembobotan sebesar 0.5 dan jika responden menjawab “tidak” maka nilai pembobotan sebesar 0. Sebaliknya pada hubungan waste yang kategori B, jika responden menjawab “ya” maka nilai pembobotan sebesar 0, jika

“sedang” maka nilai pembobotan sebesar 0,5 dan jika “tidak” maka nilai pembobotan sebesar 1. Kuesioner WAQ dapat dilihat pada **lampiran 4**

Dalam melakukan identifikasi pemborosan dengan Waste Assessment Questionare (WAQ) Terdapat 6 tahapan yang dilakukan dalam mengidentifikasi pemborosan dengan Waste Assessment Questionare (WAQ) untuk memperoleh hasil akhir berupa ranking dari waste, yaitu:

- a. Mengelompokkan dan menghitung jumlah pertanyaan kuesioner berdasarkan “from” dan “to” dari tiap jenis *waste*. Tabel merupakan hasil pengelompokan dan perhitungan jenis pertanyaan.

**Tabel 4. 17** Pengelompokkan dan Perhitungan Pertanyaan

No.	Tipe Pertanyaan	Jumlah Pertanyaan
1.	From <i>Over production</i>	3
2.	From <i>Inventory</i>	6
3.	From <i>Defects</i>	8
4.	From <i>Motion</i>	11
5.	From <i>Transportation</i>	4
6.	From <i>Process</i>	7
7.	From <i>Waiting</i>	8
8.	To <i>Defects</i>	4
9.	To <i>Motion</i>	9
10.	To <i>Transportation</i>	3
11.	To <i>Waiting</i>	5
Total Jumlah Pertanyaan		68

Sumber: (Rawabdeh, 2005)

- b. Melakukan pembobotan untuk tiap jenis *waste* dari setiap pertanyaan kuesioner WAQ berdasarkan *Waste Relation shipMatrix Value* pada Tabel 4.17. Berikut ini merupakan bobot awal *waste* berdasarkan *Waste Relationship Matrix Value* yaitu :

**Tabel 4. 18** Penilaian Berdasarkan *Waste Relationship Matrix Value*

No.	Question Type	Aspek Pertanyaan	Bobot Untuk Setiap Jenis Pemborosan						
			O	I	D	M	T	P	W
1.	<i>To Motion</i>	Kategori 1 <i>Man</i>	2	2	4	10	2	4	0
2.	<i>From Motion</i>		0	2	8	10	0	2	8
3.	<i>From Defect</i>		2	2	10	4	2	0	4
4.	<i>From Motion</i>		0	2	8	10	0	2	8
5.	<i>From Motion</i>		0	2	8	10	0	2	8

No.	Question Type	Aspek Pertanyaan	Bobot Untuk Setiap Jenis Pemborosan						
			O	I	D	M	T	P	W
6.	<i>From Defect</i>	Kategori 2 Material	2	2	10	4	2	0	4
7.	<i>From Process</i>		6	2	6	4	0	10	8
8.	<i>To Waiting</i>		6	0	4	8	4	8	10
9.	<i>From Waiting</i>		4	2	4	0	0	0	10
10.	<i>From Transportation</i>		2	2	2	2	10	0	4
11.	<i>From Inventory</i>		2	10	2	2	6	0	0
12.	<i>From Inventory</i>		2	10	2	2	6	0	0
13.	<i>From Defect</i>		2	2	10	4	2	0	4
14.	<i>From Inventory</i>		2	10	2	2	6	0	0
15.	<i>From Waiting</i>		4	2	4	0	0	0	10
16.	<i>To Defect</i>		4	2	10	8	2	6	4
17.	<i>From Defect</i>		2	2	10	4	2	0	4
18.	<i>From Transportation</i>		2	2	2	2	10	0	4
19.	<i>To Motion</i>		2	2	4	10	2	4	0
20.	<i>From Waiting</i>		4	2	4	0	0	0	10
21.	<i>From Motion</i>		0	2	8	10	0	2	8
22.	<i>From Transportation</i>		2	2	2	2	10	0	4
23.	<i>From Defect</i>		2	2	10	4	2	0	4
24.	<i>From Motion</i>		0	2	8	10	0	2	8
25.	<i>From Inventory</i>		2	10	2	2	6	0	0
26.	<i>From Inventory</i>		2	10	2	2	6	0	0
27.	<i>To Waiting</i>		6	0	4	8	4	8	10
28.	<i>From Defect</i>		2	2	10	4	2	0	4
29.	<i>From Waiting</i>		4	2	4	0	0	0	10
30.	<i>From Overproduction</i>		10	2	2	0	2	6	4
31.	<i>To Motion</i>		2	2	4	10	2	4	0
32.	<i>From Process</i>		6	2	6	4	0	10	8
33.	<i>To Waiting</i>		6	0	4	8	4	8	10
34.	<i>From Process</i>		6	2	6	4	0	10	8
35.	<i>From Transportation</i>		2	2	2	2	10	0	4
36.	<i>To Motion</i>		2	2	4	10	2	4	0
37.	<i>From Overproduction</i>		10	2	2	0	2	6	4
38.	<i>From Waiting</i>	4	2	4	0	0	0	10	
39.	<i>From Waiting</i>	4	2	4	0	0	0	10	
40.	<i>To Defect</i>	4	2	10	8	2	6	4	
41.	<i>From Waiting</i>	4	2	4	0	0	0	10	
42.	<i>To Motion</i>	2	2	4	10	2	4	0	
43.	<i>From Process</i>	6	2	6	4	0	10	8	
44.	<i>To Transportation</i>	4	6	2	0	10	0	0	
45.	<i>From Motion</i>	0	2	8	10	0	2	8	
46.	<i>From Waiting</i>	4	2	4	0	0	0	10	
47.	<i>To Motion</i>	2	2	4	10	2	4	0	
48.	<i>To Waiting</i>	6	0	4	8	4	8	10	
49.	<i>To Defect</i>	4	2	10	8	2	6	4	
50.	<i>From Motion</i>	0	2	8	10	0	2	8	
51.	<i>From Defect</i>	2	2	10	4	2	0	4	
52.	<i>From Motion</i>	0	2	8	10	0	2	8	

No.	Question Type	Aspek Pertanyaan	Bobot Untuk Setiap Jenis Pemborosan						
			O	I	D	M	T	P	W
53.	To Waiting	Kategori 4 Method	6	0	4	8	4	8	10
54.	From Process		6	2	6	4	0	10	8
55.	From Process		6	2	6	4	0	10	8
56.	To Defect		4	2	10	8	2	6	4
57.	From Inventory		2	10	2	2	6	0	0
58.	To Transportation		4	6	2	0	10	0	0
59.	To Motion		2	2	4	10	2	4	0
60.	To Transportation		4	6	2	0	10	0	0
61.	To Motion		2	2	4	10	2	4	0
62.	To Motion		2	2	4	10	2	4	0
63.	From Motion		0	2	8	10	0	2	8
64.	From Motion		0	2	8	10	0	2	8
65.	From Motion		0	2	8	10	0	2	8
66.	From Overproduction		10	2	2	0	2	6	4
67.	From Process		6	2	6	4	0	10	8
68.	From Defect		2	2	10	4	2	0	4
Total score			216	186	370	352	174	210	350

Berdasarkan table diatas diketahui bahwa jumlah pembobotan tertinggi yaitu *waste Defect* (D) sebesar 370, sedangkan jumla pembobotan terkecil yaitu *waste transporasi* (T) sebesar 174.

- c. Membagi tiap bobot pertanyaan dengan jumlah dari masing-masing tipe pertanyaan ( $N_i$ ), kemudian menghitung jumlah skor ( $S_j$ ) dari tiap kolom jenis *waste*, serta frekuensi ( $F_j$ ) dari munculnya nilai pada tiap kolom jenis *waste* dengan mengabaikan nilai 0 (nol). Berikut ini merupakan contoh perhitungan nilai *Overproduction* (O) pada *question type to motion*, diketahui bobot awal pada tabel 4.18 nilai *Overproduction* dengan *question type to motion* yaitu 2, selanjutnya nilai ( $N_i$ ) pada *question type to motion* yaitu 9 pada Tabel 4.17, maka nilai bobot *Overproduction* (O) untuk *question type to motion* sebagai berikut :

$$= \frac{WRM \text{ Value}}{N_i \text{ question type}} = \frac{2}{9} = 0,22$$

**Tabel 4. 19** Pembobotan Berdasarkan Nilai ( $N_i$ )

No.	Question Type	Aspek Pertanyaan	Ni	Bobot Untuk Setiap Jenis Pemborosan						
				O	I	D	M	T	P	W
1.	To Motion	Kategori 1 Man	9	0.22	0.22	0.44	1.11	0.22	0.44	0.00
2.	From Motion		11	0.00	0.18	0.73	0.91	0.00	0.18	0.73
3.	From Defect		8	0.25	0.25	1.25	0.50	0.25	0.00	0.50
4.	From Motion		11	0.00	0.18	0.73	0.91	0.00	0.18	0.73
5.	From Motion		11	0.00	0.18	0.73	0.91	0.00	0.18	0.73
6.	From Defect		9	0.22	0.22	1.11	0.44	0.22	0.00	0.44
7.	From Process		7	0.86	0.29	0.86	0.57	0.00	1.43	1.14
8.	To Waiting	Kategori 2 Material	5	1.20	0.00	0.80	1.60	0.80	1.60	2.00
9.	From Waiting		8	0.50	0.25	0.50	0.00	0.00	0.00	1.25
10.	From Transportation		4	0.50	0.50	0.50	0.50	2.50	0.00	1.00
11.	From Inventory		6	0.33	1.67	0.33	0.33	1.00	0.00	0.00
12.	From Inventory		6	0.33	1.67	0.33	0.33	1.00	0.00	0.00
13.	From Defect		8	0.25	0.25	1.25	0.50	0.25	0.00	0.50
14.	From Inventory		6	0.33	1.67	0.33	0.33	1.00	0.00	0.00
15.	From Waiting		8	0.50	0.25	0.50	0.00	0.00	0.00	1.25
16.	To Defect		4	1.00	0.50	2.50	2.00	0.50	1.50	1.00
17.	From Defect		8	0.25	0.25	1.25	0.50	0.25	0.00	0.50
18.	From Transportation		4	0.50	0.50	0.50	0.50	2.50	0.00	1.00
19.	To Motion		9	0.22	0.22	0.44	1.11	0.22	0.44	0.00
20.	From Waiting		8	0.50	0.25	0.50	0.00	0.00	0.00	1.25
21.	From Motion		11	0.00	0.18	0.73	0.91	0.00	0.18	0.73
22.	From Transportation	4	0.50	0.50	0.50	0.50	2.50	0.00	1.00	
23.	From Defect	8	0.25	0.25	1.25	0.50	0.25	0.00	0.50	
24.	From Motion	11	0.00	0.18	0.73	0.91	0.00	0.18	0.73	
25.	From Inventory	6	0.33	1.67	0.33	0.33	1.00	0.00	0.00	
26.	From Inventory	6	0.33	1.67	0.33	0.33	1.00	0.00	0.00	
27.	To Waiting	5	1.20	0.00	0.80	1.60	0.80	1.60	2.00	
28.	From Defect	8	0.25	0.25	1.25	0.50	0.25	0.00	0.50	
29.	From Waiting	8	0.50	0.25	0.50	0.00	0.00	0.00	1.25	
30.	From Overproduction	3	3.33	0.67	0.67	0.00	0.67	2.00	1.33	
31.	To Motion	Kategori 3 Mechine	9	0.22	0.22	0.44	1.11	0.22	0.44	0.00
32.	From Process		7	0.86	0.29	0.86	0.57	0.00	1.43	1.14
33.	To Waiting		5	1.20	0.00	0.80	1.60	0.80	1.60	2.00
34.	From Process		7	0.86	0.29	0.86	0.57	0.00	1.43	1.14
35.	From Transportation		4	0.50	0.50	0.50	0.50	2.50	0.00	1.00
36.	To Motion		9	0.22	0.22	0.44	1.11	0.22	0.44	0.00
37.	From Overproduction		3	3.33	0.67	0.67	0.00	0.67	2.00	1.33
38.	From Waiting		8	0.50	0.25	0.50	0.00	0.00	0.00	1.25
39.	From Waiting		8	0.50	0.25	0.50	0.00	0.00	0.00	1.25
40.	To Defect		4	1.00	0.50	2.50	2.00	0.50	1.50	1.00
41.	From Waiting		8	0.50	0.25	0.50	0.00	0.00	0.00	1.25

No.	Question Type	Aspek Pertanyaan	Ni	Bobot Untuk Setiap Jenis Pemborosan						
				O	I	D	M	T	P	W
42.	To Motion	Kategori 4 Method	9	0.22	0.22	0.44	1.11	0.22	0.44	0.00
43.	From Process		7	0.86	0.29	0.86	0.57	0.00	1.43	1.14
44.	To Transportation		3	1.33	2.00	0.67	0.00	3.33	0.00	0.00
45.	From Motion		11	0.00	0.18	0.73	0.91	0.00	0.18	0.73
46.	From Waiting		8	0.50	0.25	0.50	0.00	0.00	0.00	1.25
47.	To Motion		9	0.22	0.22	0.44	1.11	0.22	0.44	0.00
48.	To Waiting		5	1.20	0.00	0.80	1.60	0.80	1.60	2.00
49.	To Defect		4	1.00	0.50	2.50	2.00	0.50	1.50	1.00
50.	From Motion		11	0.00	0.18	0.73	0.91	0.00	0.18	0.73
51.	From Defect		8	0.25	0.25	1.25	0.50	0.25	0.00	0.50
52.	From Motion		11	0.00	0.18	0.73	0.91	0.00	0.18	0.73
53.	To Waiting		5	1.20	0.00	0.80	1.60	0.80	1.60	2.00
54.	From Process		7	0.86	0.29	0.86	0.57	0.00	1.43	1.14
55.	From Process		7	0.86	0.29	0.86	0.57	0.00	1.43	1.14
56.	To Defect		4	1.00	0.50	2.50	2.00	0.50	1.50	1.00
57.	From Inventory		6	0.33	1.67	0.33	0.33	1.00	0.00	0.00
58.	To Transportation		3	1.33	2.00	0.67	0.00	3.33	0.00	0.00
59.	To Motion		9	0.22	0.22	0.44	1.11	0.22	0.44	0.00
60.	To Transportation		3	1.33	2.00	0.67	0.00	3.33	0.00	0.00
61.	To Motion		9	0.22	0.22	0.44	1.11	0.22	0.44	0.00
62.	To Motion		9	0.22	0.22	0.44	1.11	0.22	0.44	0.00
63.	From Motion		11	0.00	0.18	0.73	0.91	0.00	0.18	0.73
64.	From Motion		11	0.00	0.18	0.73	0.91	0.00	0.18	0.73
65.	From Motion		11	0.00	0.18	0.73	0.91	0.00	0.18	0.73
66.	From Overproduction		3	3.33	0.67	0.67	0.00	0.67	2.00	1.33
67.	From Process		7	0.86	0.29	0.86	0.57	0.00	1.43	1.14
68.	From Defect		8	0.25	0.25	1.25	0.50	0.25	0.00	0.50
Total score (Sj)				41.97	31.97	53.86	47.94	37.97	36.00	51.94
Frequency (Fj)				58	63	68	54	42	41	50

Berdasarkan tabel diatas nilai Sj tertinggi adalah *waste defect* sebesar 53.86 dengan nilai Fj sebesar 68, sedangkan nilai Sj terkecil adalah *waste inventory* (I) sebesar 31.97 dengan nilai Fj sebesar 63.

- d. Langkah selanjutnya memasukkan nilai hasil kuesioner (lampiran 5) ke dalam bobot berdasarkan nilai Ni (tabel 4.19) dengan cara mengalikannya. Pembobotan *waste* berdasarkan bobot tiap jawaban kuesioner dapat dilihat pada tabel 4.20. Berikut merupakan contoh perhitungan nilai bobot *Overproduction* pada *question type to motion*.



No.	Question Type	Aspek Pertanyaan	Ni	Bobot Untuk Setiap Jenis Pemborosan						
				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>
22.	From Transportation	Kategori 3 Mechine	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23.	From Defect		0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24.	From Motion		0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25.	From Inventory		1	0.33	1.67	0.33	0.33	1.00	0.00	0.00
26.	From Inventory		0.5	0.17	0.83	0.17	0.17	0.50	0.00	0.00
27.	To Waiting		0.5	0.60	0.00	0.40	0.80	0.40	0.80	1.00
28.	From Defect		1	0.25	0.25	1.25	0.50	0.25	0.00	0.50
29.	From Waiting		0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30.	From Overproduction		0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
31.	To Motion		0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
32.	From Process		0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
33.	To Waiting		0.5	0.60	0.00	0.40	0.80	0.40	0.80	1.00
34.	From Process		0.5	0.43	0.14	0.43	0.29	0.00	0.71	0.57
35.	From Transportation		0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
36.	To Motion		0.5	0.11	0.11	0.22	0.56	0.11	0.22	0.00
37.	From Overproduction		0.5	1.67	0.33	0.33	0.00	0.33	1.00	0.67
38.	From Waiting		0.5	0.25	0.13	0.25	0.00	0.00	0.00	0.63
39.	From Waiting		1	0.50	0.25	0.50	0.00	0.00	0.00	1.25
40.	To Defect		1	1.00	0.50	2.50	2.00	0.50	1.50	1.00
41.	From Waiting		0.5	0.25	0.13	0.25	0.00	0.00	0.00	0.63
42.	To Motion		1	0.22	0.22	0.44	1.11	0.22	0.44	0.00
43.	From Process		0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
44.	To Transportation		0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
45.	From Motion		0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
46.	From Waiting		0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
47.	To Motion		0.5	0.11	0.11	0.22	0.56	0.11	0.22	0.00

No.	Question Type	Aspek Pertanyaan	Ni	Bobot Untuk Setiap Jenis Pemborosan							
				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>	
48.	To Waiting	Kategori 4 Method	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
49.	To Defect		0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
50.	From Motion		1	0.00	0.18	0.73	0.91	0.00	0.18	0.73	
51.	From Defect		1	0.25	0.25	1.25	0.50	0.25	0.00	0.50	
52.	From Motion		0.5	0.00	0.09	0.36	0.45	0.00	0.09	0.36	
53.	To Waiting		1	1.20	0.00	0.80	1.60	0.80	1.60	2.00	
54.	From Process		0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
55.	From Process		0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
56.	To Defect		0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
57.	From Inventory		0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
58.	To Transportation		0.5	0.67	1.00	0.33	0.00	1.67	0.00	0.00	
59.	To Motion		0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
60.	To Transportation		0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
61.	To Motion		1	0.22	0.22	0.44	1.11	0.22	0.44	0.00	
62.	To Motion		1	0.22	0.22	0.44	1.11	0.22	0.44	0.00	
63.	From Motion		1	0.00	0.18	0.73	0.91	0.00	0.18	0.73	
64.	From Motion		1	0.00	0.18	0.73	0.91	0.00	0.18	0.73	
65.	From Motion		0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
66.	From Overproduction		1	3.33	0.67	0.67	0.00	0.67	2.00	1.33	
67.	From Process		0.5	0.43	0.14	0.43	0.29	0.00	0.71	0.57	
68.	From Defect	0.5	0.13	0.13	0.63	0.25	0.13	0.00	0.25		
Total score (Sj)				16.53	11.89	23.39	21.59	11.36	14.61	20.11	
Frequency (Fj)				33	36	39	31	24	23	28	

Berdasarkan tabel diatas nilai Sj tertinggi adalah *waste defect* (D) sebesar 23.39 dengan nilai Fj sebesar 39, sedangkan nilai Sj terkecil adalah *waste transportasi* (I) sebesar 11.36 dengan nilai Fj sebesar 24.

Tahap selanjutnya adalah melakukan perhitungan *score* Yj dan Pj untuk mendapatkan Yjfinal dan presentase pemborosan yang paling tinggi. Yj merupakan faktor indikasi awal untuk setiap pemborosan. Berikut merupakan contoh perhitungan Yj pada *waste Overproduction* (O).

$$Y_j = \frac{s_j}{S_j} \times \frac{f_j}{F_j} = \frac{16.53}{41,97} \times \frac{33}{58} = 0,2241$$

Nilai skor (sj) baru dan frekuensi (fj) baru terdapat pada tabel 4.20, sedangkan nilai skor (SJ) dan frekuensi (FJ) dapat dilihat pada tabel 4.19.

Sedangkan Pj merupakan faktor probabilitas pengaruh antar jenis pemborosan, didapat dengan cara mengalikan persentase “from” dengan “to” pada WRM value dapat dilihat pada tabel 4.16. Berikut merupakan contoh perhitungan Pj pada *waste Overproduction* (O).

Nilai “form” *Overproduction* : 14,28

Nilai “to” *Overproduction* : 11,90

$$P_j = 15,38 \times 14,28 = 219,62$$

Jika nilai Yj dan Pj telah didapatkan, maka Yjfinal didapatkan dengan cara megalikan Yj dan Pj. Berikut merupakan contoh perhitungan Yjfinal pada *waste Overproduction* (O).

$$Y_{jfinal} = 0,2241 \times 219.62 = 49.22$$

**Tabel 4. 21** Rekapitulasi Hasil Perhitung Berdasarkan WAQ

	O	I	D	M	T	P	W
<b>Score (Yj)</b>	0.2241	0.2124	0.2491	0.2585	0.1710	0.2276	0.2168
<b>Score (Pj)</b>	219.6264	185.7904	304.2164	202.7084	185.7904	101.3542	337.8986
<b>Final Result (Yjfinal)</b>	49.22	39.47	75.78	52.41	31.77	23.07	73.26
<b>Final Result (%)</b>	14.27%	11.44%	21.97%	15.19%	9.21%	6.69%	21.24%
<b>Ranking</b>	4	5	1	3	6	7	2

Dari Tabel di atas dapat disimpulkan bahwa *waste* terbesar yang terjadi di UD. Ariv Hadipolo disebabkan oleh *waste defect* dengan proporsi sebesar 21.97%,

kemudian *waste* terbesar kedua adalah *waste waiting* dengan proporsi sebesar 21.24%, sedangkan *waste process* menduduki peringkat yang terakhir yaitu dengan proporsi sebesar 6.69%. Hasil akhir (%) selanjutnya digunakan sebagai pembobotan dalam pemilihan value stream analysis tools digunakan dengan mengalikan hasil *waste* dengan factor pengali yang telah ditentukan.

Dari hasil perhitungan final result (%), maka pada gambar 4.6 Dapat dilihat peringkat (ranking) *waste* dalam bentuk grafik sebagai berikut :



Gambar 4. 6 Grafik Ranking Waste

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

Setelah mendapatkan hasil akhir dari proses identifikasi *waste* dengan cara pembobotan WAQ dan WRM, selanjutnya adalah menentukan detail mapping tools yang akan digunakan dan sesuai dengan jenis *waste* yang terdapat pada perusahaan. Proses pemilihan mapping tools ini digunakan matrix VALSAT yaitu dengan mengalikan nilai matrix VALSAT dengan bobot dari setiap jenis *waste*. Tabel 2.11 merupakan matrik VALSAT yang menunjukkan korelasi dan kegunaan dari tools VALSAT terhadap *waste*, dimana nilai matrik VALSAT-nya adalah 1 (*low correlation*), 3 (*medium correlation*), 9 (*high correlation*) (Hines & Rich, 1997).

Sementara nilai bobot *waste* didapatkan dari hasil identifikasi dengan WAQ yang telah dilakukan sebelumnya.

Berikut adalah matrix VALSAT yang telah disesuaikan dengan bobot dari tiap *waste* yang terjadi.

**Tabel 4. 22** Pemilihan *Tools* VALSAT

<i>Waste</i>	<b>Weight</b>	<b>Mapping Tools</b>						
		<b>PAM</b>	<b>SCRM</b>	<b>PVF</b>	<b>QFM</b>	<b>DAM</b>	<b>DPA</b>	<b>PS</b>
<i>Overproduction</i>	14.27	1	3		1	3	3	
<i>Inventory</i>	11.44	3	9	3		9	3	1
<i>Defect</i>	21.97	1			9			
<i>Motion</i>	15.19	9	1					
<i>Transportation</i>	9.21	9						1
<i>Process</i>	6.69	9		3	1		1	
<i>Waiting</i>	21.24	9	9	1		3	3	

Untuk mengetahui hasil alat bantu yang cocok untuk permasalahan yang dialami yaitu mengalikan nilai weight pada masing-masing pemborosan dengan nilai pada jenis tools yang akan digunakan (Tabel 4.22), sebagai contoh adalah sebagai berikut :

Overproduction x PAM overproduction :  $14.27 \times 1$

: 14.27

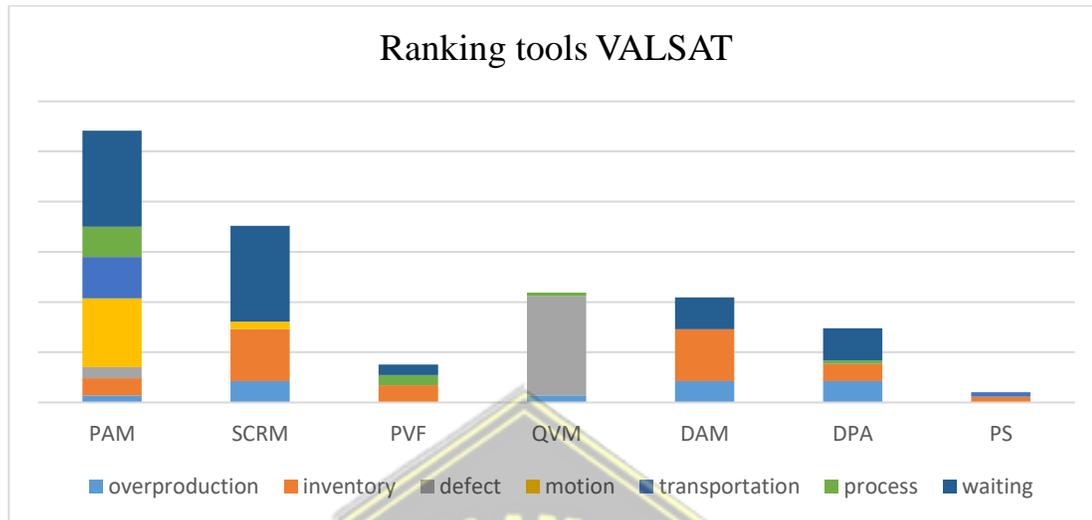
Overproduction x SCRM overproduction :  $14.27 \times 3$

: 42.81

Berikut merupakan hasil perhitungan tools VALSAT :

**Tabel 4. 23** Hasil Perhitungan Pemilihan Mapping Tools VALSAT

<i>Waste</i>	<b>Weight</b>	<b>Mapping Tools</b>						
		<b>PAM</b>	<b>SCRM</b>	<b>PVF</b>	<b>QFM</b>	<b>DAM</b>	<b>DPA</b>	<b>PS</b>
<i>Overproduction</i>	14.27	14.27	42.81		14.27	42.81	42.81	
<i>Inventory</i>	11.44	34.32	102.96	34.32		102.96	34.32	11.44
<i>Defect</i>	21.97	21.97			197.73			
<i>Motion</i>	15.19	136.71	15.19					
<i>Transportation</i>	9.21	82.89						9.21
<i>Process</i>	6.69	60.21		20.07	6.69		6.69	
<i>Waiting</i>	21.24	191.16	191.16	21.24		63.72	63.72	
<b>Total</b>	<b>100.01</b>	<b>541.53</b>	<b>352.12</b>	<b>75.63</b>	<b>218.69</b>	<b>209.49</b>	<b>147.54</b>	<b>20.65</b>



**Gambar 4. 7** Diagram Peringkat Tools VALSAT

Dari Gambar 4.2 dapat dilihat bahwa *Process Activity Mapping* menempati urutan pertama dengan skor sebesar 541.53. Sedangkan di urutan kedua yaitu *Supply Chain Response Matrix* dengan total skor sebesar 352.12 dan menempati urutan ketiga dengan total skor sebesar 218.69 yaitu *Quality Filter Mapping*. Dalam penelitian ini penulis membatasi penggunaan *tools* yang akan digunakan yaitu *tools* yang berada pada ranking terbesar saja. Sehingga *tools* yang akan digunakan yaitu *Process Activity Mapping*.

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

Berdasarkan *ranking tools VALSAT*, *process activity mapping* menjadi *tools* pertama yang terpilih dengan peringkat terbesar. *Process activity mapping* digunakan untuk membantu memahami aliran proses, mengidentifikasi proporsi dari aktivitas yang meliputi *Value Added (VA) activities*, *non Value Added (NVA) activities*, dan *necessary but non-Value Added (NNVA) activities*, mengidentifikasi apakah segala sesuatu yang telah dilakukan pada tiap-tiap stage benar-benar diperlukan dan apa yang akan terjadi apabila hal-hal yang bersifat pemborosan atau berlebihan tersebut dihilangkan. Selain itu membantu untuk mengidentifikasi adanya pemborosan sepanjang *value stream*, mengidentifikasi bagian-bagian proses yang sekiranya dapat

dilakukan perbaikan dengan mengeliminasi aktivitas yang tidak perlu. Data yang dibutuhkan dalam pembuatan PAM adalah semua aktivitas, mesin atau alat bantu, waktu untuk setiap proses, dan jumlah tenaga kerja. Setelah didapatkan perincian setiap aktivitas yang ada pada proses pembuatan gergaji kayu, maka dilakukan proses klasifikasi setiap aktivitas ke dalam aktivitas *operation* (O), *transportation* (T), *inspection* (I), *Storage* (S) dan *delay* (D).



Tabel 4. 24 Process Activity Mapping

No	Aktivitas	Stasiun Kerja	Mesin/alat	Jumlah Tenaga Kerja	Ws (menit)	Aktifitas					Kategori			
						O	D	T	I	S	VA	NVA	NNVA	
1	Mengambil plat besi	Cutting	Manual	2	1.305			1.305					√	
2	Mengukur pola		Meteran		2.338				2.338					√
3	Memotong plat besi		Gunting, gerinda		4.329	4.329					√			
4	Membawa ke saw blade	Saw blade	Manual	3	1.325			1.325					√	
5	Mengambil potongan		Manual		0.392				0.392					√
6	Mulai pembuatan saw blade		PON		6.983	6.983					√			
7	Delay saat saw blade		Manual		0.316		0.316						√	
8	Pengecekan hasil saw blade		Manual		1.121					1.121				√
9	Menunggu proses pengeboran	Pengeboran	Manual	1	0.468		0.468					√		
10	Menentukan titik yang akan dilubangi		Manual, pensil		1.169				1.169					√
11	Pengeboran plat besi	Pengamplasan	Bor	2	1.354	1.354					√			
12	Delay sebelum pengamplasan		Manual		1.900		1.900						√	
13	Menuju ke pengamplasan		Manual		1.105		1.105							√
14	Mulai pengamplasan		Gerinda, amplas		3.459	3.459					√			
15	Membawa ke perakitan	Perakitan	Manual	1	1.072			1.072					√	
16	Delay perakitan		Manual		3.273		3.273						√	
17	Perakitan dengan gagang kayu		Baut, bor		2.371	2.371						√		
18	Membawa ke pengepakan	Pengepakan	Manual	1	1.271			1.271					√	
19	Memberi plitur ke gergaji		Manual		0.375	0.375					√			
20	Pengeringan		Manual		2.259	2.259					√			
21	Pengecekan gergaji		Manual		0.484					0.484				√
22	Mengemas gergaji dengan label		Manual		0.369	0.369					√			
23	Menata gergaji per kodi		Manual, gunting		2.900	2.900					√			
24	Membawa ke tempat penyimpanan		Manual		1.380						1.380			
Jumlah					43.318	24.399	5.957	6.078	5.504	1.38	9	4	11	

Berdasarkan *process activity mapping* (PAM) pembuatan gergaji kayu diatas, dapat diketahui aktivitas yang tergolong dalam aktivitas *operation*, *inspection*, *transportation*, *Delay* dan *storage*. Selanjutnya dilakukan pengelompokan aktivitas-aktivitas tersebut berdasarkan VA, NVA, dan NNVA yaitu sebagai berikut :

**Tabel 4. 25** Rekapitulasi Tools PAM

Aktifitas	Klasifikasi	Jumlah	Waktu (menit)	Presentasi
<i>Operation</i>	VA	9	24.399	56.32
<i>Inspection</i>	NNVA	5	5.504	12.70
<i>Transportation</i>		5	6.078	14.03
<i>Storage</i>		1	1.38	3.18
<i>Delay</i>	NVA	4	5.957	13.75
<b>Total</b>		<b>24</b>	<b>43.318</b>	<b>100%</b>

Dari tabel 4.23 terlihat bahwa waktu yang diperlukan pada aktivitas keseluruhan proses pembuatan gergaji kayu adalah selama 43.318 menit dengan jumlah aktivitas sebanyak 24 aktivitas. Dimana dari 24 aktivitas tersebut dapat diklasifikasikan untuk aktivitas *operation* sebanyak 9 aktivitas dengan waktu 24.399 menit, *transport* sebanyak 5 aktivitas dengan waktu 6.078 menit, *inspection* sebanyak 5 aktivitas dengan waktu 5.504 menit, *storage* hanya 1 aktivitas yang dilakukan dengan waktu 1.38 menit dan *Delay* sebanyak 4 aktivitas dengan waktu 5.957 menit.

Berdasarkan Tabel 4.23 terlihat bahwa hanya 9 aktivitas tergolong pada aktivitas bernilai tambah (VA) dengan waktu sebesar 24.399 menit, yang berarti presentase sebesar 56.32% dari keseluruhan aktivitas. Total waktu aktivitas yang tidak bernilai tambah (NVA) sebesar 5.957 menit atau 13.75% dari total waktu dengan 4 aktivitas. Aktivitas tidak mempunyai nilai tambah tapi dibutuhkan (NNVA) adalah aktivitas yang paling banyak membutuhkan lead time produksi karena mempunyai aktivitas sebanyak 11 aktivitas dengan waktu 12.962 menit, persentase sebesar 29.91%. Dari hasil perhitungan PAM menunjukkan angka terbesar sebagai pemborosan yaitu *Waste Process*.

#### 4.3.8 Identifikasi Akar Masalah melalui Metode *Root Cause Analysis*

Berdasarkan identifikasi yang telah dilakukan dengan menggunakan metode diatas, ditemukan tujuh pemborosan antara lain *waste Overproduction*, *waste inventory*, *waste Waiting*, *waste transportation*, *waste defect*, *waste motion*, dan *waste processing*. Namun berdasarkan konsep WAM penulis hanya menganalisa tiga jenis pemborosan yang terpilih yaitu *waste defect*, *waste Waiting*, dan *waste motion*.

Penggunaan dari data-data penting diatas bisa dijadikan dan digunakan sebagai dasar dalam penggunaan metode *Root Cause Analysis*. Langkah awal yang perlu dilakukan dalam proses analisa adalah menentukan mana sajakah aktivitas-aktivitas atau elemen kerja yang didalamnya terdapat *Non Value Added*. Tentunya aktivitas-aktivitas yang tergolong kedalam hal ini adalah type elemen kerja NVA (*Non Value Added Activities*) dan NNVA (*Necessary but non Value Added Activities*). Setelah diketahui elemen kerja yang menjadi titik fokus, maka ditentukan elemen kerja yang perlu dianalisa terlebih dahulu dengan mempertimbangkan stasiun kerja yang memiliki *Non -Value Added* dan NNVA (*Necessary but non Value Added Activities*) paling besar. Kemudian dilakukan proses analisa dari seluruh elemen kerja yang terpilih dengan cara mengamati dan mencari tahu secara lebih mendalam akar permasalahan yang ada.

Untuk mempermudah proses penggalian substansi atau akar masalah, dibantu dengan data problem dasar yang telah ditemukan dalam *Current State Mapping*. Sebenarnya, ada dua macam alat bantu yang bisa digunakan pada penggunaan metode *Root Cause Analysis*, yaitu *Fishbone Diagram* dan *Why Why Analysis*. Namun, saat melihat permasalahan yang ada, maka kali ini alat bantu yang digunakan adalah *Why Why Analysis*, karena penentuan akar masalah berasal dari elemen-elemen kerja. *Why's Analysis* merupakan pendekatan suatu yang terstruktur dimana untuk memberikan pertanyaan mengapa yang berulang-ulang kali untuk memahami penyebab suatu permasalahan. Dengan itu untuk menghasilkan suatu tindakan korektif yang efektif agar mengurangi kejadian yang terjadi, dan mencegah kejadian kecelakaan yang terjadi kembali. Secara detail akan dijelaskan dalam tabel berikut ini :

Tabel 4. 26 Identifikasi Akar Penyebab Masalah Dengan *Why-Why Analysis*

<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>	<i>Why 4</i>	<i>Why 5</i>
<i>Waste Defect</i>	Pemotongan plat besi tidak sesuai ukuran	Terjadi karena kesalahan saat pemotongan dan penempatan penggaris	Keteledoran pekerja saat menggunakan mesin dan gunting	Pekerja terburu-buru dalam bekerja
	<i>Cutting</i> tidak rapi	Terjadi karena kesalahan pemotongan	Terjadi karena factor <i>tools</i> (gunting dan mesin) yang digunakan mengalami aus yaitu tools tidak tajam dan tumpul	Kurang adanya pengecekan secara rutin pada mesin
	Gigi gergaji patah	Terjadi karena kesalahan jarak antar gigi berdekatan	Kurang ketelitian pekerja dalam mengatur radius setiap gigi gergaji	Kurangnya bimbingan dalam menggunakan mesin
<i>Waste Waiting</i>	Terjadi <i>Delay time</i> pada <i>saw blade</i>	Terjadi karena mesin pon yang sering <i>trouble</i>	Mesin mengalami kerusakan	Kurangnya pengecekan serta perbaikan mesin
	<i>Delay time</i> perakitan	Terjadi karena proses perakitan hanya terdapat satu pekerja	Jika pekerja perakitan tidak berangkat, pekerja proses lain akan membackup dan proses akan lambat	Kurangnya <i>Man Power</i> pada stasiun kerja perakitan
<i>Waste Motion</i>	Penempatan material pendukung yang kurang baik	Pekerja harus mencari dan bolak-bolak mengambil alat pekerjaan	Alat pekerjaan yang terletak sembarangan dan berceceran	Belum ada tempat khusus untuk meletakkan alat kerja dan budaya kerja yang sembarangan
	Gerakan yang tidak diperlukan dilakukan oleh pekerja	Pekerja pada proses <i>saw blade</i> sering meninggalkan sejenak pekerjaannya	Melakukan kegiatan yang tidak perlu untuk melepas lelah dalam bekerja (kelelahan kerja)	Kurangnya kedisiplinan kerja

### 4.3.9 Usulan Perbaikan

Berikut merupakan usulan yang di usulkan oleh peneliti untuk mengurangi maupun menghilangkan aktivitas yang termasuk dalam pemborosan dapat dilakukan dengan memberikan usulan sebagai berikut :

#### 4.3.9.1 Pengadaan Pelatihan Kerja

Berdasarkan identifikasi akar penyebab masalah, faktor yang mengakibatkan banyaknya *defect* pada stasiun kerja *cutting* yaitu pekerja kurang hati hati pada proses

*cutting* sehingga menyebabkan pemotongan tidak sesuai ukuran. Faktor lainnya yaitu kurangnya kemampuan khusus operator dalam proses *saw blade*, oleh karena itu peneliti memberikan usulan pengadaan pelatihan kerja, harapannya dengan pelatihan kerja ntuk peningkatan potensial yang dapat mengurangi pemborosan dalam bentuk cacat termasuk memberikan pelatihan atau pendidikan untuk meningkatkan atau meningkatkan kemampuan pekerja, memberikan bimbingan dan pengawasan kepada pekerja, dan melakukan pemeriksaan rutin atau pemeriksaan mesin. Fungsi dari pelatihan kerja yaitu untuk membekali, meningkatkan dan mengembangkan kompensasi kerja guna meningkatkan kemampuan, produktifitas dan kesejahteraan kerja.

Terdapat 4 jenis pelatihan dan pengembangan sumber daya manusia bagi perusahaan yaitu sebagai berikut :

1. *Skill Training* (pelatihan keahlian)

*Skill training* atau pelatihan keahlian merupakan jenis pelatihan yang sering diberikan disemua bisnis atau perusahaan. Program *skill training relative* sederhana seperti melibatkan penilaian kebutuhan atau kesenjangan apa pun dan kemudian mengidentifikasinya melalui evaluasi yang dicakup.

2. *Retraining* (pelatihan ulang)

*Retraining* atau pelatihan ulang yaitu membekali karyawan dengan keterampilan yang mereka butuhkan untuk mengikuti perubahan persyaratan profesional.

3. *Cross Functional Training* (pelatihan lintas fungsional)

*Cross functional training* atau pelatihan lintas fungsional merupakan pelatihan yang melibatkan karyawan untuk melakukan aktivitas terkait pekerjaan di luar peran yang ditugaskan kepada mereka.

4. *Team Training* (pelatihan tim)

Pelatihan tim melibatkan sekelompok orang yang bekerja sama untuk menyelesaikan suatu tugas guna mencapai tujuan bersama dalam suatu tim kerja.

#### **4.3.9.2 Perawatan Mesin dan Peralatan**

Berdasarkan identifikasi akar penyebab masalah, terjadi kerusakan atau trouble pada mesin pon pada stasiun kerja sawblade sehingga mengakibatkan *waste Waiting* pada proses produksi yang sedang berlangsung. Faktor lainnya pada stasiun kerja *cutting* karena *tools* (gunting) yang digunakan mengalami aus yaitu gunting tidak tajam yang menyebabkan potongan bahan tidak rapi. Oleh karena itu perlu menerapkan strategi *autonomous maintenance*. Kegiatan tersebut seperti pembersihan, pelumasan, pengencangan mur atau baut, pengecekan harian, pendeteksian penyimpangan, dan perbaikan langsung. Tujuan *autonomous maintenance* yaitu untuk memotivasi operator agar melakukan perawatan mesin yang proaktif dan responsif sehingga mesin dapat bekerja secara konsisten pada puncaknya. Selain itu, bertujuan untuk menciptakan tempat kerja yang rapi dan teratur sehingga setiap penyimpangan dari standar dapat diketahui dengan cepat. Pembuatan *checklist* akan membantu mengurangi kesalahan operator yang disebabkan oleh kelupaan atau kesalahan pengaturan mesin. Rancangan *checklist* untuk *setting* awal mesin pemotongan dapat dilihat pada Tabel 4.25

**Tabel 4. 27** Rancangan Checklist Setting Awal Mesin PON

CHEKLIST SETTING AWAL MESIN PON SAW BLADE			
Tanggal :			
Operator :			
No	Aktifitas Yang Dilakukan	Status	Keterangan
1	Cek kondisi pisau <i>saw blade</i>		
2	Cek pelumas untuk mesin		
3	Bersihkan area mesin dengan menggunakan cairan solar		
4	Lakukan tes potong <i>saw blade</i> untuk melihat hasil pemotongan		
5	Mesin siap digunakan		

Pilar Autonomous Maintenance memastikan bahwa mesin atau peralatan produksi tetap bersih dan terlumasi dengan baik, dan potensi kerusakan teridentifikasi sebelum menjadi lebih parah. Langkah-langkah yang disarankan untuk Autonomous Maintenance adalah sebagai berikut:

1. Menjunjung tinggi kebersihan

- Kebersihan adalah inspeksi
  - Inspeksi berarti mencari dan menemukan masalah
  - Masalah adalah untuk diperbaiki dan sekaligus peluang untuk maju dan berkembang.
2. Menangani area yang sulit dan mengurangi sumber masalah.
    - Hentikan kontaminasi dengan sumber masalah.
    - Minimalkan/lokalisasi kontaminasi.
    - Modifikasi peralatan untuk memudahkan pembersihan dan penanganan lebih lanjut.
  3. Membuat standar-standar perawatan dasar.
    - Operator produksi menganalisa kebiasaan kerjanya dan menyusun standarstandar perawatan dasar yang dibutuhkan dalam kerja. standar-standar ini berupa aktivitas yang bisa dipahami, realistik, 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 penyempurnaan *Autonomous Inspection*.
    - Menstandarkan *item control* di lapangan dan mensistematisasikan dengan sempurna manajemen pemeliharannya.

Untuk menciptakan lingkungan kerja yang efektif dan sehat bagi pekerja produksi, pemeliharaan instalasi harus dilaksanakan. Jika tata letak asli dalam keadaan yang sesuai, kondisi kotor ini akan menyebabkan *breakdown, defect, minor stoppage*,

dan rasa malas. Namun, tujuan tersebut di atas tidak sering tercapai karena jika kondisi lingkungan, mesin dan peralatan pekerja penuh dengan sampah, debu, oli sisa, dll.

#### 4.3.9.3 Penerapan Budaya 5R

Berdasarkan dari akar penyebab masalah why-why analisis adalah munculnya *excessive motion* yaitu gerakan yang berlebihan maka di perlukan penerapan budaya 5R akan berpengaruh untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas di tempat kerja. Kondisi lingkungan yang bersih dan rapi akan berpengaruh terhadap kinerja operator dalam melakukan setiap aktivitasnya.

##### 1. Perancangan Seiri (Ringkas)

Seiri, juga dikenal sebagai penyortiran, melibatkan penyortiran dan penyimpanan hanya peralatan atau bahan yang diperlukan di area kerja. Setiap bahan yang belum digunakan disimpan secara terpisah (Dudek-Burlikowska & Szewieczek, 2007). Rincian tentang barang-barang yang tidak terpakai di setiap stasiun kerja dan tindakan terkait yang harus dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.26.

**Tabel 4. 28** Data Barang Yang Tidak Dipakai

No	Stasiun Kerja	Barang Yang Tidak Terpakai	Tindakan Yang Dilakukan
1.	<i>Cutting</i>	Sisa potongan plat besi	Menjual ke pengepul
		Spare part bekas yang rusak	
2.	<i>Saw blade</i>	Cairan solar	Memisahkan di tempat tertentu
		Gergaji cacat	Menjual ke pengepul
3.	Pengepakan	Kardus yang tidak terpakai	Menjual ke pengepul

##### 2. Perancangan Seiton (Rapi)

Seiton adalah kegiatan yang melibatkan pengorganisasian bahan dan peralatan di area kerja secara sistematis agar lebih mudah digunakan dan meningkatkan efisiensi kerja. Usulan perbaikan untuk Seiton dapat dilihat pada Tabel 4.27.

**Tabel 4. 29** Penataan Yang Dilakukan

	Stasiun Kerja	Penataan Yang Dilakukan
1	<i>Cutting</i>	Barang yang tidak terpakai seperti Sisa Plat besi yang rusak dikumpulkan ke tempatnya
		Peralatan yang dibutuhkan seperti gunting dan gurinda di tata rapih dan di taruh di area yang mudah di jangkau
2	<i>Saw blade</i>	Barang yang tidak terpakai seperti gergaji yang rusak, spare part bekas dan sisa potongan <i>saw blade</i> dikumpulkan ke tempat yang sudah disediakan setelah selesai jam kerja
		Peralatan penyetelan mesin harus ditempatkan kembali di area penyimpanan yang ditentukan dan diatur dengan benar setelah
		Kaleng solar yang sudah digunakan dikembalikan kembali ke tempatnya
3	Pengepakan	Barang-barang yang tidak terpakai, seperti kardus dan plastik yang rusak, segera dikumpulkan dan ditempatkan di tempat yang telah ditentukan setelah jam kerja.

### 3. Perencanaan *Seiso* (Resik)

Secara khusus, *seiso* mengacu pada tugas pembersihan termasuk menghilangkan kotoran, debu, dan noda. Tujuan pembersihan adalah untuk menghilangkan semua debu dan kotoran dan menjaga tempat kerja tetap rapi. Setiap karyawan perusahaan harus melaksanakan program ini agar dapat dilaksanakan. Jadwal pembersihan rutin untuk seluruh area produksi harus ditetapkan, minimal sebulan sekali, untuk mempercepat program ini. Pekerja diwajibkan untuk membersihkan area kerjanya segera setelah shift mereka selesai dalam hal pembersihan di setiap stasiun kerja.

#### 4. Perencanaan *Seiketsu* (Rawat)

*Seiketsu* yaitu kegiatan standarisasi yaitu kepatuhan yang konsisten terhadap standar atau aturan yang telah ditetapkan. Jadi, dalam situasi ini, perusahaan harus menetapkan standar atau prosedur untuk setiap bidang pekerjaan. Semua karyawan secara aktif diinformasikan tentang standar yang dikembangkan agar dapat diterapkan dan diterapkan dengan benar. Dengan penerapan standar yang telah ditetapkan, diharapkan karyawan akan mengikuti prosedur dan lebih berkualitas dalam pekerjaannya, sehingga waktu bekerja menjadi lebih produktif.

#### 5. Perencanaan *Shitsuke* (Rajin)

*Shitsuke* yaitu kegiatan pembiasaan yang mengharuskan melakukan tugas yang menjadi tanggung jawabnya sesuai dengan aturan secara konsisten sehingga tugas tersebut dapat diselesaikan secara alami. Dalam hal ini, bisnis harus mempertimbangkan program 5S yang dikembangkan sebagai bagian dari budaya perusahaan yang berkelanjutan. Penerapan slogan, iklan, atau gambar terkait program 5S di lingkungan tempat kerja adalah salah satu tindakan yang mungkin dilakukan. Selain itu, audit program 5S harus dilakukan minimal sebulan sekali. Hal ini bertujuan untuk menilai pelaksanaan program agar dapat bekerja secara efektif dan mempelajari perbaikannya.

### 4.4 Analisa Data

Pada tahap ini akan dijabarkan hasil analisa dari pengolahan data yang telah dilakukan untuk selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam pengembangan rekomendasi perbaikan pada sistem dan proses produksi. Langkah terakhir pada tahap ini adalah memberikan rekomendasi perbaikan.

#### 4.4.1 Analisa VA, NVA, dan NNVA Pada *Current State Value Stream Mapping*

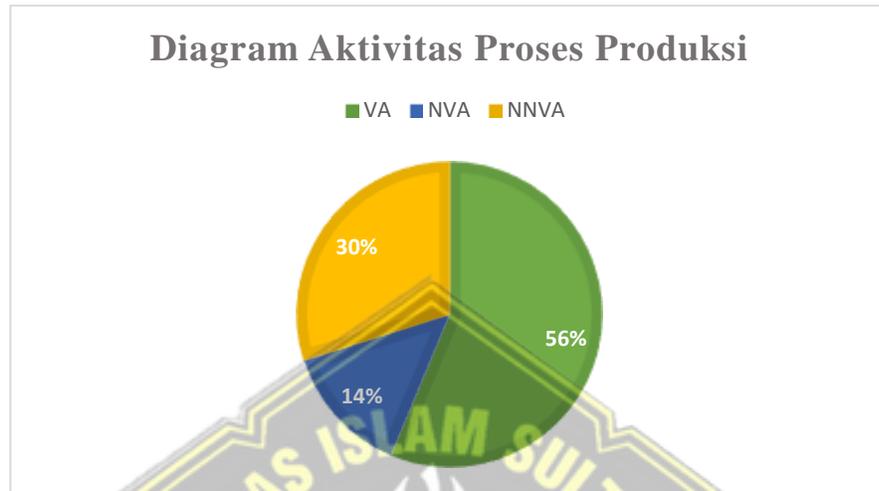
Nilai dari *Value Added activity* diperoleh dari waktu proses yang terdapat dalam *current state mapping*, aktivitasnya meliputi proses pada stasiun kerja *cutting*, *saw blade*, pengamplasan, perakitan dan pengepakan. Nilai dari *necessary but non Value Added activity* merupakan aktivitas yang tidak bernilai tambah tetapi aktivitas ini

sangat diperlukan untuk mendukung proses operasi menjadi lancar. Aktivitas tersebut meliputi proses transportasi dan setup mesin. Sedangkan *non Value Added* merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah pada proses operasi. Aktivitas yang termasuk dalam kategori *non Value Added* yaitu *Delay* atau *Waiting* saat proses produksi. Berikut ini merupakan hasil klasifikasi *Value Added activity*, *non Value Added activity* dan *necessary but non Value Added activity* dalam proses produksi gergaji kayu UD. Ariv Hadipolo

**Tabel 4. 30** Klasifikasi VA, NVA, dan NNVA

No	Aktivitas	Proses	Ws (menit)	VA	NVA	NNVA
1	Mengambil plat besi	Cutting	1.305			1.305
2	Mengukur pola		2.338			2.338
3	Memotong plat besi		4.329	4.329		
4	Membawa ke <i>saw blade</i>	Saw blade	1.325			1.325
5	Mengambil potongan		0.392			0.392
6	Mulai pembuatan <i>saw blade</i>		6.983	6.983		
7	<i>Delay</i> saat <i>saw blade</i>		0.316		0.316	
8	Pengecekan hasil <i>saw blade</i>		1.121			1.121
9	Menunggu proses pengeboran	Pengeboran	0.468		0.468	
10	Menentukan titik yang akan dilubangi		1.169			1.169
11	Pengeboran plat besi		1.354	1.354		
12	<i>Delay</i> sebelum pengamplasan	Pengamplasan	1.900		1.900	
13	Menuju ke pengamplasan		1.105			1.105
14	Mulai pengamplasan		3.459	3.459		
15	Membawa ke perakitan	Perakitan	1.072			1.072
16	<i>Delay</i> perakitan		3.273		3.273	
17	Perakitan dengan gagang kayu		2.371	2.371		
18	Membawa ke pengepakan	Pengepakan	1.271			1.271
19	Memberi plitur ke gergaji		0.375	0.375		
20	Pengeringan		2.259	2.259		
21	Pengecekan gergaji		0.484			0.484
22	Mengemas gergaji dengan label		0.369	0.369		
23	Menata gergaji per kodi		2.900	2.900		
24	Membawa ke tempat penyimpanan		1.380			1.380
Jumlah			43.318	24.399	5.957	12.962

Maka dapat digambarkan perbandingan *Value Added activity*, *Non Value Added activity* dan *necessary Non Value Added activity* pada gambar berikut :



**Gambar 4. 8** Diagram Aktivitas Proses Produksi

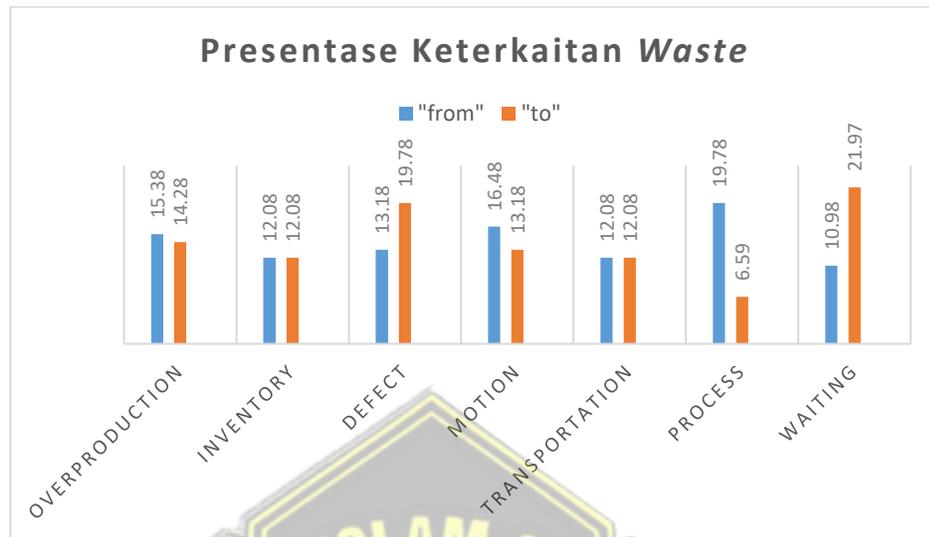
Berdasarkan gambar diatas nilai *Value Added activity* sebesar 56%, nilai *non Value Added activity* sebesar 14% sedangkan *necessary but non Value Added* sebesar 30% .

#### **4.4.2 Analisa Hasil Identifikasi Waste**

Proses identifikasi *waste* pada tahap ini dengan menggunakan metode *waste assessment model* (WAM). Penggunaan metode ini bertujuan untuk menyederhanakan pencarian permasalahan dan objektifitas penelitian. Identifikasi *waste* dengan metode ini melibatkan satu responden yang berkompeten dari setiap fungsi serta bertanggungjawab terhadap operasional sistem dan proses produksi, responden tersebut yaitu kepala produksi.

#### **4.4.3 Analisa Waste Relationship Matrix (WRM)**

*Waste Relationship Matrix* (WRM) digunakan untuk menganalisa pengukuran dari *waste* yang menunjukkan tingkat pengaruh maupun efek dari masing – masing *waste*.



**Gambar 4. 9** Presentase Keterkaitan Waste

Pada gambar diatas menunjukkan hasil skor *waste relationship matrix* (WRM) berdasarkan total skor masing – masing waste pada setiap baris dan kolom pada *matrix* WRM. Pada baris matrik (“*from*”) menunjukkan jenis waste yang mempengaruhi jenis waste lainnya. Sedangkan pada kolom matrik (“*to*”) menunjukkan jenis waste yang dipengaruhi oleh jenis waste lainnya. Berdasarkan presentase keterkaitan waste diketahui bahwa *from process* memiliki presentase paling tinggi sebesar 19.78% dari keseluruhan skor waste pada baris matrik. Hal tersebut berarti bahwa waste defect yang terjadi saat ini memberikan pengaruh yang besar dan memicu terjadinya waste yang lainnya. Sedangkan *to Waiting* memiliki presentase tertinggi sebesar 21.97% dari keseluruhan skor waste pada kolom matrik. Sehingga waste *Waiting* yang terjadi saat ini dipengaruhi oleh jenis waste lainnya.

#### 4.4.4 Analisa Waste Assessment Questionnaire (WAQ)

Waste Assessment Questionnaire (WAQ) digunakan untuk mengidentifikasi dan menentukan waste yang paling signifikan. WAQ terdiri dari 68 pertanyaan penilaian yang menggambarkan suatu kegiatan, kondisi atau karakteristik tertentu yang dapat menyebabkan pemborosan jenis tertentu. Pertanyaan-pertanyaan ini termasuk

pertanyaan "from" dan "to" dan dibagi menjadi beberapa kategori seperti man, method, material, dan mechine. Pemeringkatan hasil penilaian WAQ dimulai dari yang terbesar hingga yang terkecil sebagai berikut:

**Tabel 4. 31** Ranking Hasil Perhitungan WAQ

Peringkat	Jenis Waste	Presentase
1	<i>Defect</i>	21.97
2	<i>Waiting</i>	21.24
3	<i>Motion</i>	15.19
4	<i>Overproduction</i>	14.27
5	<i>Inventory</i>	11.44
6	<i>Transportation</i>	9.21
7	<i>Process</i>	6.69

Dari hasil *assessment* diatas peringkat *waste* yang dominan serta *waste* yang sangat berpengaruh terhadap *waste* yang lainnya adalah *waste defect* dengan presentase 21.97%. Selanjutnya *waste Waiting* dan *motion* dengan presentase masing-masing yaitu 21.24% dan 15.19%. Peringkat keempat dan kelima dengan presentase masing-masing 14.27% dan 11.44% yaitu *waste Overproduction* dan *process*. Sedangkan yang termasuk *minor waste* yaitu *waste inventori* dan *transportation* dengan presentase masing-masing 9.21% dan 6.69%.

#### 4.4.5 Analisa Hasil Value Stream Analysis Tools (VALSAT)

Setelah diketahui peringkat masing-masing *waste* dengan metode WAM, selanjutnya dilakukan pembobotan dan pengolahan *tools* menggunakan matrik VALSAT, dengan tujuan untuk menentukan *tools* yang efektif dan tepat dalam mengevaluasi *waste* yang terjadi secara detail. Adapun ranking hasil pembobotan *tools* VALSAT sebagai berikut:

**Tabel 4. 32** Rangkings Hasil Pembobotan Tools VALSAT

Ranking	Tools VALSAT	Total Bobot	Presentase	Akumulasi Presentase
1	<i>Process Activity Mapping (PAM)</i>	541.53	34.59	34.59
2	<i>Supply Chain Response Matrix (SCRM)</i>	352.12	22.49	57.47
3	<i>Production Variety Funnel (PVF)</i>	75.63	4.83	62.83
4	<i>Quality Filter Mapping (QFM)</i>	218.69	13.97	77.43
5	<i>Demand Amplification Mapping (DAM)</i>	209.49	13.38	89.93

6	<i>Decision Point Analysis (DPA)</i>	147.54	9.42	98.73
7	<i>Physical Structure (PS)</i>	20.65	1.32	100

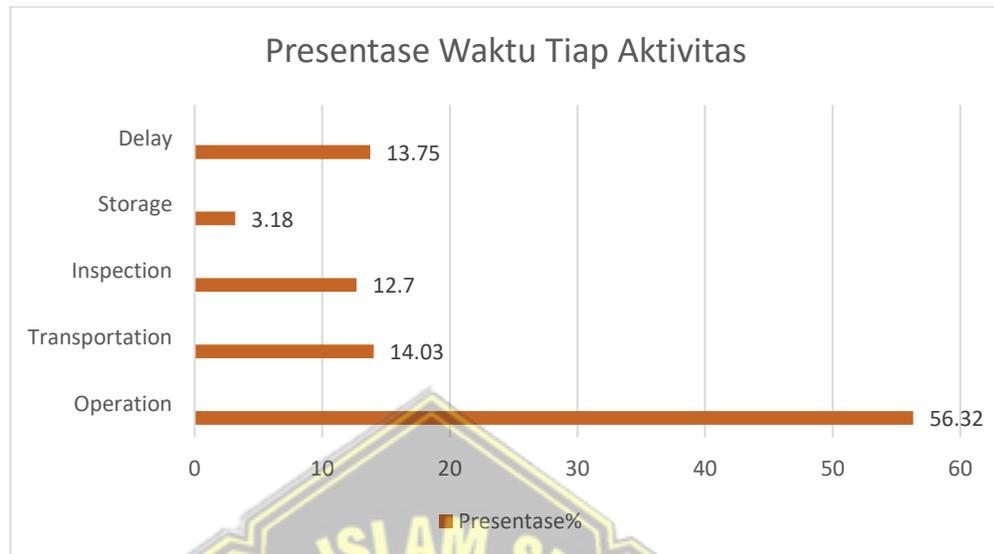
Berdasarkan ranking tools VALSAT di atas, skor tertinggi yaitu *proses activity mapping* (PAM) dengan nilai sebesar 541.53, ranking kedua *suplay chain reponse matrix* (SCRM) sebesar 352.12, ranking ketiga yaitu *quality filter mapping* (QFM) sebesar 218.69, ranking ke empat *demand amplification mapping* (DAM) sebesar 209.49, ranking ke lima *decision point analysis* (DPA) sebesar 147.54, ranking ke enam *production variety funnel* (PVF) sebesar 75.63 dan yang ke tujuh yaitu *physical structure* (PS) dengan nilai 20.65, jadi tools yang terpilih untuk menganalisa pemborosan (*waste*) secara lebih detail adalah *process activity mapping* (PAM) sebagai peringkat pertama, tools ini mampu menggambarkan lebih detail, proses pembuatan PAM menggunakan data waktu proses yang di dapatkan melalui pengamatan langsung dengan stopwatch. Hasil pengukuran waktu proses di validasi dengan menggunakan uji kecukupan data dan uji keseragaman data, total seluruh aktivitas proses produksi memerlukan waktu sebesar 43.318 menit.

Terdapat 24 aktifitas dalam *process activity mapping* yang terdiri dari aktivitas *operation* sebanyak 9 aktivitas, *inspection* sebanyak 5 aktivitas, *transportation* sebanyak 5 aktivitas, *Delay* sebanyak 4 aktivitas, dan *storage* sebanyak 1 aktivitas presentase secara detail dari setiap aktivitas dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

**Tabel 4. 33** Klasifikasi Tiap Aktifitas

<b>Jenis Aktifitas</b>	<b>Operation</b>	<b>Transportation</b>	<b>Inspection</b>	<b>Storage</b>	<b>Delay</b>	<b>Total</b>
Jumlah Aktifitas	9	5	5	1	4	24
Waktu (menit)	24.399	6.078	5.504	1.38	5.957	43.318
Persentase	56.32	14.03	12.70	3.18	13.75	100

Berdasarkan tabel diatas, maka dapat digambarkan perbandingan waktu antar aktivitas sebagai berikut:



**Gambar 4. 10** Presentase *Waste* Tiap Aktivitas

Dari grafik diatas terlihat bahwa presentasi yang paling tinggi pada aktivitas operasi yaitu sebesar 56.32% dan yang kedua yaitu transportasi sebesar 14.03%. Untuk klasifikasi *Value Added activity*, *Non Value Added activity* dan *necessary but non Value Added activity* yaitu sebagai berikut:

**Tabel 4. 34** Klasifikasi VA, NVA, dan NNVA

Klasifikasi	Jumlah Aktivitas	Waktu (menit)	Presentase
VA	9	24.399	56.32
NVA	4	5.957	13.75
NNVA	11	12.962	29.91
<b>Jumlah</b>	24	43.318	100

Berdasarkan tabel diatas di ketahui presentase waktu aktivitas yang bernilai *Value Added activity* sebesar 56.32% sedangkan untuk aktivitas *Non Value Added activity* sebesar 13.75% dan untuk aktivitas *necessary but non Value Added activity* yaitu sebesar 29.91%, dengan demikian waktu aktivitas tertinggi adalah aktivitas *Value Added* dan yang kedua adalah *necessary but non Value Added activity*.

Maka hal tersebut perlu diminimalisasi karena merupakan aktivitas yang tidak bernilai tambah. Berikut merupakan analisa untuk tiap jenis aktivitasnya.

- 1) Operation

Berdasarkan PAM terdapat 9 aktivitas yang tergolong aktivitas *operation* dimana aktivitas ini memberikan kontribusi waktu sebanyak 24.399 menit dengan proporsi sebesar 56.32%.

Dalam aktivitas ini terdapat ketidakseimbangan lini produksi antara proses *saw blade* dengan proses pengamplasan hal ini bisa kita lihat dari waktu tiap proses dimana proses *cutting* membutuhkan waktu 7.972 menit sedangkan proses *saw blade* membutuhkan waktu 10.137 menit sehingga hal ini mengakibatkan penumpukan atau *inventory output cutting* karena terjadi *bottleneck*. Hal ini perlu dilakukan perbaikan sehingga tidak terjadi *Delay* yang disebabkan penumpukan *output* pengamplasan yang menunggu untuk diproses.

2) *Transportation*

Berdasarkan PAM terdapat 5 aktivitas yang tergolong aktivitas *transportation* dimana aktivitas ini memberikan kontribusi waktu sebanyak 6.078 menit dengan proporsi sebesar 14.03%

Perbaikan untuk proses transportasi ini adalah pengurangan waktu transportasi dari proses perakitan ke proses pengepakan yang sebelumnya 1.271 menit dioptimalkan menjadi 0 menit, hal ini diusulkan karena melihat waktu optimal untuk perpindahan material menjadi barang jadi ke proses perakitan tanpa membutuhkan waktu transportasi.

3) *Inspection*

Berdasarkan PAM terdapat 5 aktifitas yang masuk dalam kategori *Inspection* dimana aktifitas ini memberikan kontribusi waktu 5.504 menit dengan presentase 12.70%

Pada UD. Ariv Hadipolo pengendalian kualitas dilakukan secara langsung dilantai produksi. Proses inspeksi yang dilakukan bersifat random dimana QC akan melakukan inspeksi secara acak pada stasiun kerja *saw blade* dan pengepakan. Inspeksi merupakan aktifitas yang tergolong dalam *necessary but non Value Added activity* sehingga perlu dilakukan secara efektif.

4) *Storage*

Berdasarkan PAM terdapat 1 aktivitas yang tergolong aktivitas *storage* dimana aktivitas ini memberikan kontribusi waktu sebanyak 1.38 menit dengan proporsi sebesar 3.18%. Aktivitas *storage* merupakan aktivitas yang membutuhkan waktu kecil, sehingga perubahannya tidak berdampak terhadap keseluruhan system produksi.

5) *Delay*

Berdasarkan PAM terdapat 4 aktivitas yang tergolong aktivitas *Delay* dimana aktivitas ini memberikan kontribusi waktu sebanyak 5.957 menit dengan proporsi sebesar 13.75%. *Delay* teridentifikasi karena ada tiga faktor yaitu, a. karena sistem produksi bersifat *push system* atau material akan didorong sepanjang proses. 2.) karena adanya perbedaan *cycle time* antar proses, seperti yang sudah dijelaskan pada poin 1 (*operation*).

#### 4.4.6 Analisa Akar Penyebab Masalah Dengan Metode RCA (*Root Cause Analysis*)

Dalam menentukan akar masalah yang dilakukan identifikasi dengan mengamati dan mencari tahu secara lebih mendalam akar permasalahan yang ada.

Dalam penggunaan metode RCA terdapat dua macam alat bantu yaitu fishbone diagram dan why-why analysis, namun setelah mengamati permasalahan yang ada, penulis menggunakan metode why-why analysis karena permasalahan yang timbul berasal dari elemen-elemen kerja sehingga penentuan akar masalah dapat focus pada permasalahan yang ada, berdasarkan hasil penentuan akar masalah menggunakan alat bantu berupa why-why analysis pada metode root cause analysis, maka dari tabel di bawah ini dapat disimpulkan bahwa akar penyebab permasalahan yang menyebabkan terjadinya *Non Value Added* adalah sebagai berikut:

- 1) Kurangnya pelatihan kerja dalam pengoprasian mesin
- 2) Kurangnya *man power*
- 3) Tempat kerja yang kurang rapi dan tertata
- 4) Kurangnya perawatan mesin dan peralatan

Secara detail akan dijelaskan dalam tabel berikut ini :

**Tabel 4. 35** Akar Permasalahn Dengan Why-Why Analysis

Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
<i>Waste Defect</i>	Pemotongan plat besi tidak sesuai ukuran	Terjadi karena kesalahan saat pemotongan dan penempatan penggaris	Keteledoran pekerja saat menggunakan mesin dan gunting	Pekerja terburu-buru dalam bekerja
	<i>Cutting</i> tidak rapi	Terjadi karena kesalahan pemotongan	Terjadi karena factor <i>tools</i> (gunting dan mesin) yang digunakan mengalami aus yaitu <i>tools</i> tidak tajam dan tumpul	Kurang adanya pengecekan secara rutin pada mesin
	Gigi gergaji patah	Terjadi karena kesalahan jarak antar gigi berdekatan	Kurang ketelitian pekerja dalam mengatur radius setiap gigi gergaji	Kurangnya bimbingan dalam menggunakan mesin
<i>Waste Waiting</i>	Terjadi <i>Delay time</i> pada <i>saw blade</i>	Terjadi karena mesin pon yang sering <i>trouble</i>	Mesin mengalami kerusakan	Kurangnya pengecekan serta perbaikan mesin
	<i>Delay time</i> perakitan	Terjadi karena proses perakitan hanya terdapat satu pekerja	Jika pekerja perakitan tidak berangkat, pekerja proses lain akan membackup dan proses akan lambat	Kurangnya <i>Man Power</i> pada stasiun kerja perakitan
<i>Waste Motion</i>	Penempatan material pendukung yang kurang baik	Pekerja harus mencari dan bolak-bolak mengambil alat pekerjaan	Alat pekerjaan yang terletak sembarangan dan berceceran	Belum ada tempat khusus untuk meletakkan alat kerja dan budaya kerja yang sembarangan
	Gerakan yang tidak diperlukan dilakukan oleh pekerja	Pekerja pada proses <i>saw blade</i> sering meninggalkan sejenak pekerjaannya	Melakukan kegiatan yang tidak perlu untuk melepas lelah dalam bekerja (kelelahan kerja)	Kurangnya kedisiplinan kerja

#### 4.4.7 Analisa Usulan Perbaikan

Hasil dari identifikasi akar penyebab permasalahan, maka penulis memeberikan usulan perbaikan untuk permasalahan yang timbul yaitu sebagai berikut:

##### 1. Pengadaan Pelatihan Tenaga Kerja

Fungsi dari pelatihan kerja yaitu untuk membekali, meningkatkan dan mengembangkan kompensasi kerja guna meningkatkan kemampuan,

produktifitas dan kesejahteraan kerja. Adanya *defect* pada stasiun kerja *cutting*, dan *saw blade*. Pada stasiun kerja *cutting* pekerja kurang berhati-hati dalam memotong bahan sehingga menyebabkan potongan plat besi tidak rapi dan tidak sesuai ukuran, sedangkan di proses *saw blade* adanya *Defect* patah gigi gergaji disebabkan karena operator kurang ahli dalam mengoperasikan mesin. Oleh karena itu adanya pelatihan tenaga kerja pada proses *cutting*, dan *saw blade* dapat meningkatkan kemampuan tenaga kerja, sehingga harapannya permasalahan berkurang.

## 2. Penerapan Budaya 5R Pada Tempat Kerja

Berdasarkan dari akar penyebab masalah why-why analisis adalah munculnya *excessive motion* yaitu gerakan yang berlebihan di mana gerakan-gerakan ini ini merupakan gerakan yang kurang penting yang dikarenakan oleh tempat kerja yang masih semrawut, alat-alat kerja yang masih berceceran kurang rapi oleh karena itu maka di perlukan penerapan budaya 5R akan berpengaruh untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas di tempat kerja. Budaya 5R yaitu Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, dan Rajin merupakan metode yang digunakan untuk mengatur dan mengelola tempat kerja yang berkelanjutan dengan lebih baik. Menerapkan budaya 5R dapat meningkatkan produktivitas dengan membuat tempat kerja menjadi lebih efisien. Dalam proses pembuatan gergaji kayu, penerapan budaya 5R dapat mengurangi waktu siklus untuk setiap kegiatan.

## 3. Perawatan Mesin dan Peralatan

Terdapat kerusakan mesin pada salah satu mesin pada stasiun kerja *saw blade* sehingga mengakibatkan *Waiting* pada proses produksi yang sedang berlangsung. Faktor lainnya pada stasiun kerja *cutting* karena *tools* (gunting) yang digunakan mengalami aus yaitu gunting tidak tajam yang menyebabkan potongan bahan tidak rapi. Oleh karena itu perlu menerapkan strategi *autonomous maintenance*, strategi ini merupakan sekumpulan aktivitas perawatan yang dilakukan oleh operator produksi untuk memelihara mesin dan peralatan yang mereka gunakan pada saat proses produksi. Perawatan mesin

dan peralatan yang dilakukan dengan membuat *checklist* untuk setting awal mesin sehingga proses produksi dapat dilakukan tanpa adanya kendala.

#### 4.5 Pembuatan *Future State Value Stream Mapping*

Pengamatan awal yang telah dilakukan serta *Current State Mapping* yang telah dibuat, setelah dilakukan analisa terhadap *current stream mapping* dengan menggunakan alat bantu VALSAT yang terpilih yaitu *process activity mapping* (PAM), dan menghasilkan output bahwa pada proses produksi terdapat aktivitas yang tidak bernilai tambah (*Non Value Added activity*) serta aktifitas yang harus dilakukan tetapi tidak bernilai tambah (*Necessary but non Value Added activity*) yang keduanya harus di kurangi bahkan di hilangkan, pada tabel merupakan rincian estimasi perhitungan minimasi terhadap *Non Value Added activity* untuk pembuatan *future state mapping*.

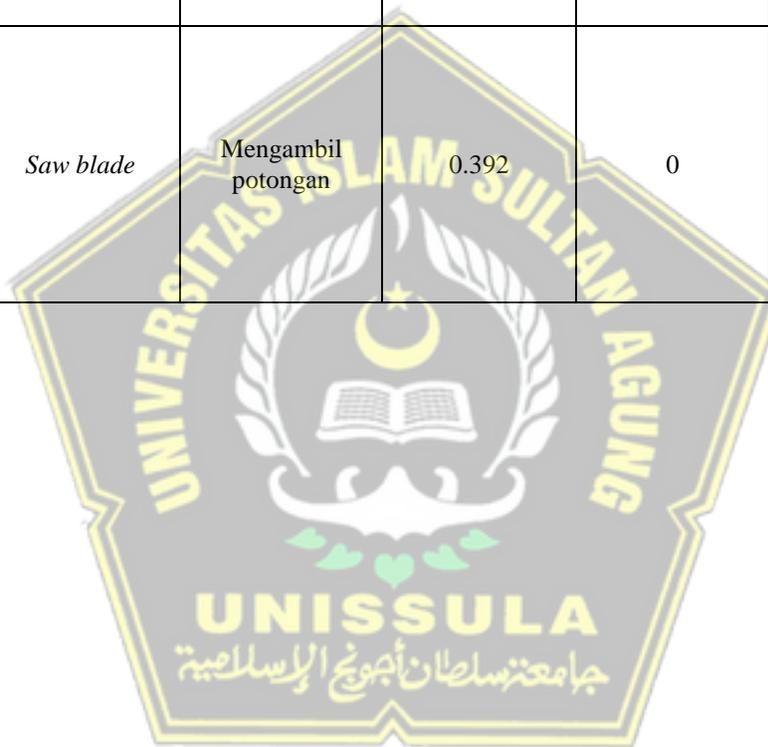
Tabel 4. 36 Rincian Perhitungan Minimasi Terhadap *Non Value Added*

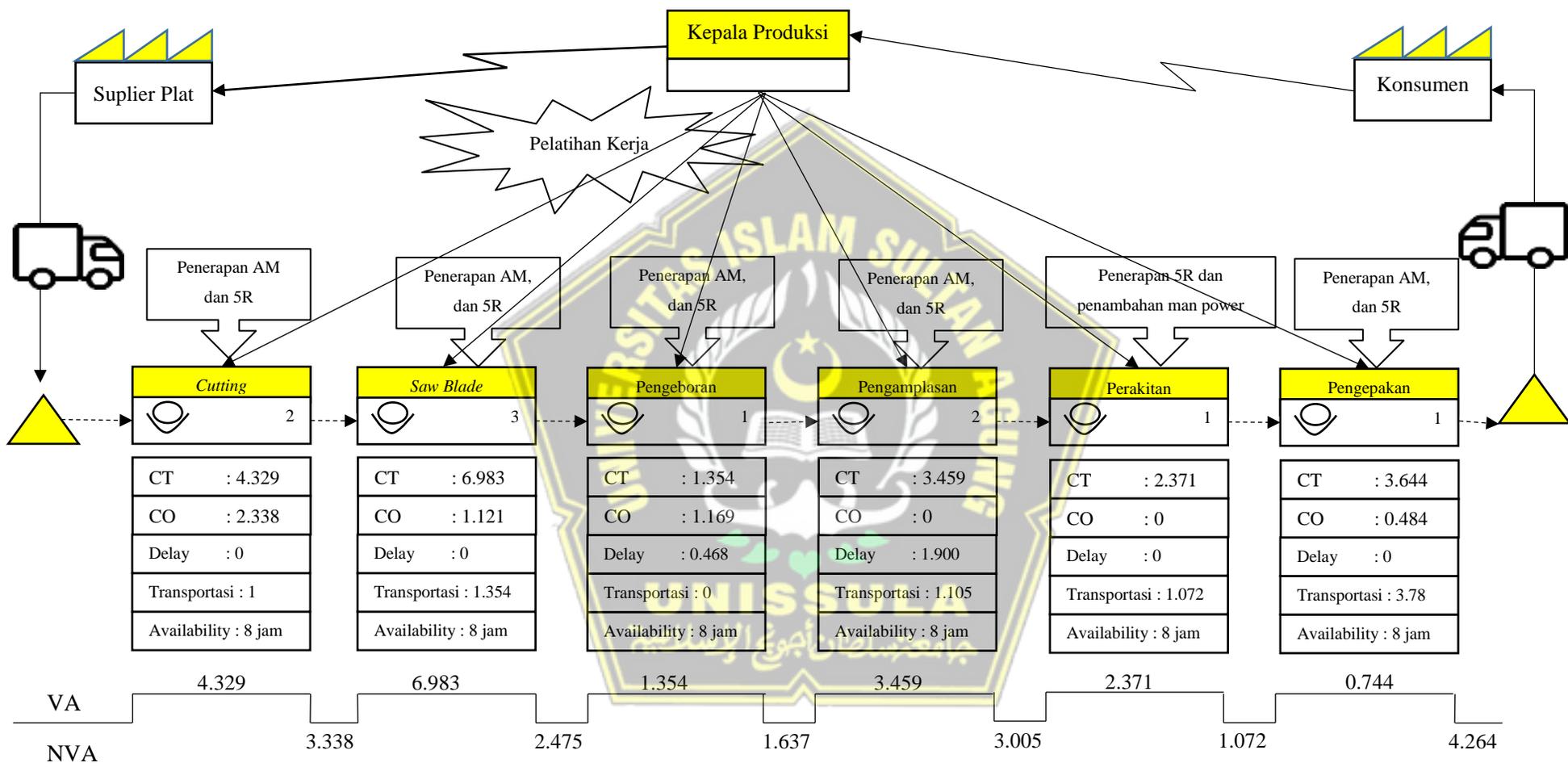
Stasiun Kerja	Kegiatan NVA	NVA sebelum perbaikan (menit)	Perbaikan minimasi (menit)	Keterangan upaya perbaikan
Perakitan	<i>Delay</i> perakitan	3.459	0	Menghilangkan kegiatan <i>Delay</i> proses perakitan karena adanya penambahan man power
Pengepakan	Pengeringan	2.259	1.129	Durasi kegiatan pengeringan di perpendek karena sudah ada perubahan 5R
<i>Saw blade</i>	<i>Delay</i> saat <i>saw blade</i>	0.316	0	Menghilangkan kegiatan <i>Delay</i> proses <i>saw blade</i> karena adanya perawatan mesin yang sering trouble

Pada tabel di bawah ini merupakan rincian estimasi perhitungan minimasi terhadap necessary but not *Value Added activity* untuk pembuatan *future state mapping*.

**Tabel 4. 37** Rincian Perhitungan Minimasi Terhadap *Necessary but non Value Added* (NNVA)

Stasiun Kerja	Kegiatan NNVA	NNVA sebelum perbaikan (menit)	Perbaikan minimasi (menit)	Keterangan upaya perbaikan
<i>Cutting</i>	Mengambil plat besi	1.305	1	Ada perubahan setelah adanya prinsip 5R
<i>Saw blade</i>	Mengambil potongan	0.392	0	Sudah tidak ada kegiatan merapikan plat besi karena sudah ada perubahan 5R dan melakukan perawatan pada mesin





Gambar 4. 11 Future State Value Stream Mapping

#### 4.5.1 Analisa VA, NVA, dan NNVA Pada *Future State Mapping*

Berdasarkan perbaikan yang telah di usulkan pada *future state mapping* di peroleh nilai *Value Added activity*, *Non Value Added activity* dan *necessary but non Value Added* sebagai berikut:

**Tabel 4. 38** Nilai VA, NVA, dan NNVA setelah perbaikan

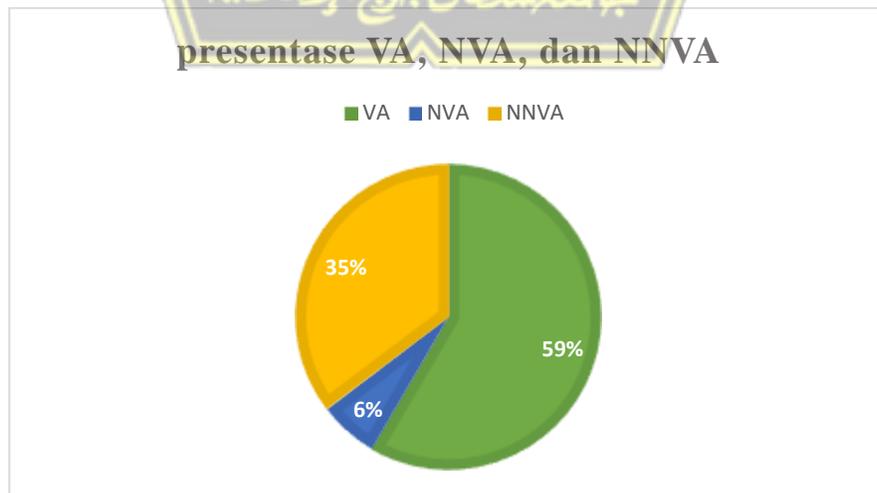
No	Aktivitas	Proses	Ws (menit)	Kategori				VA	NVA	NNVA
				Proses	Delay	Transp ortasi	Set-up			
1	Mengambil plat besi	Cutting	1.305			√			1	
2	Mengukur pola		2.338				√		2.338	
3	Memotong plat besi		4.329	√				4.329		
4	Membawa ke <i>saw blade</i>	Saw blade	1.325			√			1.325	
5	Mengambil potongan		0.392				√		0	
6	Mulai pembuatan <i>saw blade</i>		6.983	√				6.983		
7	Delay saat <i>saw blade</i>		0.316		√				0	
8	Pengecekan hasil <i>saw blade</i>		1.121				√		1.121	
9	Menunggu proses pengeboran		0.468		√				0.468	
10	Menentukan titik yang akan dilubangi		Pengeboran	1.169				√		1.169
11	Pengeboran plat besi			1.354	√				1.354	
12	Delay sebelum pengamplasan			1.9		√				1.900
13	Menuju ke pengamplasan	Pengamplasan	1.105			√			1.105	
14	Mulai pengamplasan		3.459	√				3.459		
15	Membawa ke perakitan	Perakitan	1.072			√			1.072	
16	Delay perakitan		3.273		√				0	
17	Perakitan dengan gagang kayu		2.371	√				2.371		
18	Membawa ke pengepakan	Pengepakan	1.271			√			1.271	
19	Memberi plitur ke gergaji		0.375	√				0.375		

20	Pengeringan		2.259			√				1.129	
21	Pengecekan gergaji		0.484				√			0.484	
22	Mengemas gergaji dengan label		0.369	√				0.369			
23	Menata gergaji per kodi		2.9	√				2.900			
24	Membawa ke tempat penyimpanan		1.38			√				1.380	
Total									24.399	2.268	13.394

Grafik perbandingan *Value Added activity*, *Non Value Added activity* dan *necessary but non Value Added* dapat di lihat pada gambar berikut:



**Gambar 4. 12** Presentasa VA, NVA, dan NNVA sebelum perbaikan



**Gambar 4. 13** Presentase VA, NVA, dan NNVA setelah perbaikan

Setelah dilakukan perbaikan terlihat bahwa terjadi perubahan presentase antara *Value Added activity*, *Non Value Added activity* dan *necessary but non Value Added*. Pada aktivitas *Value Added activity* mengalami perubahan dari 51% menjadi 59% dengan waktu tetap 24.399 menit, aktivitas *Non Value Added activity* mengalami perubahan dari 14% menjadi 6% dengan waktu 5.957 menit menjadi 2.368 menit dan aktivitas *necessary but non Value Added activity* memiliki presentase 35% dengan waktu 12.962 menjadi 13.394 menit.

**Tabel 4. 39** Perbandingan Nilai VA, NVA, dan NNVA sebelum dan setelah perbaikan

No	Aktivitas	Proses	Sebelum			Setelah		
			VA	NVA	NNVA	VA	NVA	NNVA
1	Mengambil plat besi	Cutting			1.305			1
2	Mengukur pola				2.338			2.338
3	Memotong plat besi		4.329			4.329		
4	Membawa ke saw blade	Saw blade			1.325			1.325
5	Mengambil potongan				0.392			0
6	Mulai pembuatan saw blade		6.983			6.983		
7	Delay saat saw blade		0.316			0		
8	Pengecekan hasil saw blade				1.121			1.121
9	Menunggu proses pengeboran	Pengeboran		0.468			0.468	
10	Menentukan titik yang akan dilubangi				1.169			1.169
11	Pengeboran plat besi		1.354			1.354		
12	Delay sebelum pengamplasan	Pengamplasan		1.900			1.9	
13	Menuju ke pengamplasan				1.105			1.105
14	Mulai pengamplasan		3.459			3.459		
15	Membawa ke	Perakitan			1.072			1.072

No	Aktivitas	Proses	Sebelum			Sesudah		
			VA	NVA	NNVA	VA	NVA	NNVA
	perakitan							
16	Delay perakitan			3.273			0	
17	Perakitan dengan gagang kayu		2.371			2.371		
18	Membawa ke pengepakan	Pengepakan			1.271			1.271
19	Memberi plitur ke gergaji		0.375			0.375		
20	Pengeringan				2.259			1.129
21	Pengecekan gergaji				0.484			0.484
22	Mengemas gergaji dengan label		0.369			0.369		
23	Menata gergaji per kodi		2.900			2.9		
24	Membawa ke tempat penyimpanan				1.380			1.38
Total waktu (menit)			24.399	5.957	12.962	24.399	2.368	13.394
Total waktu keseluruhan			43.318			37.902		

Berikut merupakan analisa pengurangan waktu aktivitas sebelum dan sesudah perbaikan pada aktivitas *Value Added activity*, *Non Value Added activity*, dan *necessary but non Value Added activity* berdasarkan tabel :

1. Pengurangan waktu aktivitas *Value Added*

Total waktu sebelum di lakukan perbaikan nilai aktivitas *Value Added* sebesar 24.399 menit, sedangkan setelah perbaikan nilai aktivitas *value added* tidak mengalami perubahan atau tetap sama karena nilai aktivitas *value added* merupakan kegiatan operasi, sehingga nilai presentase pengurangan waktu yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{pengurangan waktu aktifitas VA} &= \frac{\text{sebelum perbaikan} - \text{sesudah perbaikan}}{\text{sebelum perbaikan}} \times 100\% \\
 &= \frac{24.399 - 24.399}{24.399} \times 100\% \\
 &= 0\%
 \end{aligned}$$

2. Pengurangan waktu aktivitas *Non Value Added*

Total waktu sebelum di lakukan perbaikan nilai aktivitas *Non Value Added* sebesar 5.957 menit sedangkan setelah perbaikan nilai aktivitas *Non Value Added* mengalami penurunan sebesar 3.027 menit, sehingga nilai presentase pengurangan waktu yaitu sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{pengurangan waktu aktifitas NVA} &= \frac{\text{sebelum perbaikan} - \text{sesudah perbaikan}}{\text{sebelum perbaikan}} \times 100\% \\ &= \frac{5.957 - 2.368}{5.957} \times 100\% \\ &= 60.24\% \end{aligned}$$

3. Pengurangan waktu *necessary but non Value Added activity*

Total waktu sebelum di lakukan perbaikan nilai aktivitas *necessary but non Value Added activity* sebesar 12.962 menit sedangkan setelah perbaikan nilai aktivitas *necessary but non Value Added activity* mengalami penurunan sebesar 13.394 menit, sehingga nilai presentase pengurangan waktu yaitu sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{pengurangan waktu aktifitas NNVA} &= \frac{\text{sebelum perbaikan} - \text{sesudah perbaikan}}{\text{sebelum perbaikan}} \times 100\% \\ &= \frac{12.962 - 13.394}{12.962} \times 100\% \\ &= 12\% \end{aligned}$$

#### 4.6 Pembuktian Hipotesa

Pada hipotesa awal menunjukkan bahwa penelitian yang dilakukan dengan menggunakan metode *Value Stream Analysis Tools* dan WAM mampu mengatasi permasalahan yang ada, yaitu pencapaian target produksi. Setelah dilakukan proses pengolahan data, analisa serta interpretasi, ternyata dengan konsep tersebut mampu menyelesaikan masalah yang ada dengan hasil berupa pemecahan solusi pemborosan-pemborosan yang dominan menghambat proses produksi selama ini.

Pemborosan dominan tersebut yaitu *waste Waiting* dan *inappropriate processing* (proses berlebih), yang ditunjukkan jumlah leadtime yang berkurang

setelah mengalami perbaikan, keseimbangan lintasan dari persentase efisiensi lintasan yang meningkat dari sebelumnya, mendapat rekomendasi untuk mengatasi permasalahan yaitu dengan menambah tenaga kerja dan penerapan budaya kerja 5R untuk lebih detail pembuktian hipotesa adalah sebagai berikut :

#### 4.6.1 Kecepatan Proses Produksi

Pembuktian hipotesa pada kecepatan produksi ini perlu di garis bawahi penelitian ini tidak mencapai tahap implementasi sehingga di lakukan perhitungan estimasi peningkatan usulan apabila dapat di terima oleh perusahaan. Berdasarkan dari pengolahan data dengan penerapan lean manufacturing terbukti dapat mengurangi aktivitas yang tidak bernilai tambah (*Non Value Added*) yang dapat mempengaruhi kecepatan proses produksi. Berikut merupakan perbandingan current value stream mapping (CSVSM) dan future state value stream mapping (FSVSM).

**Tabel 4. 40** Perbandingan CSVSM dan FSVSM

Aktifitas	Sebelum perbaikan	Sesudah perbaikan	Selisih	Presentase perbaikan
VA	24.399	24.399	0	0%
NVA	5.957	2.368	3.589	60.24%
NNVA	12.962	13.394	1.827	12%
Total	43.318	37.902	5.416	12.50%

Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah di lakukan menunjukkan perbedaan lead time produksi, pada *Current State Mapping* di peroleh lead time sebesar 43.318 menit sedangkan setelah di lakukan perbaikan pada *future state mapping* yaitu sebesar 37.902 menit dengan pengurangan waktu sebesar 5.416 menit dengan presentase 12.50%. Total waktu aktivitas *Value Added activity* (VA) sebelum perbaikan 24.399 menit dan sesudah perbaikan mempunyai total waktu yang sama, selanjutnya aktivitas *Non Value Added activity* (NVA) sebelum perbaikan sebesar 5.957 menit dan sesudah perbaikan berkurang menjadi 2.368 menit dengan presentase pengurangan sebesar 60.24% disebabkan karena adanya pengurangan waktu *Delay*, kemudian total waktu *necessary but non Value Added activity* (NNVA) sebelum perbaikan sebesar 12.962

menit dan setelah perbaikan menjadi 13.394 menit dengan persentase sebesar 12% disebabkan karena adanya pengurangan waktu proses transportasi.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian di UD. Ariv Hadipolo adalah sebagai berikut :

1. Hasil identifikasi permasalahan yang terjadi dalam proses pembuatan gergaji kayu adalah sebagai berikut :
  - a) *Current State Mapping* yang telah dibuat menunjukkan bahwa nilai *Value Added activities* yaitu sebesar 24.399 menit sedangkan *Non Value Added activity* sebesar 5.957 menit dan *necessary but non Value Added* sebesar 12.962 menit.
  - b) Diketahui hasil identifikasi masalah pada perusahaan dengan alat bantu WAM ( *Waste Assesment Matrix* ) di dapatkan permasalahan berdasarkan perhitungan yaitu pemborosan pada *Defect* dan waktu menunggu sebesar 21.97%. dan 21.24%
  - c) Hasil pengolahan data menggunakan metode *value stream analisys tools* yang memiliki peringkat pertama akan di gunakan untuk menganalisa pemborosan secara lebih detail yaitu tools *process activity mapping* (PAM) dengan bobot 541.53. Hasil pengolahan menggunakan value stream analisys tools menggunakan tools PAM, di dapatkan peringkat pertama yaitu aktivitas operation sejumlah 9 aktivitas dengan presentase 56.32%.
2. Hasil dari penentuan akar masalah menggunakan alat bantu why-why analysis pada metode *root couse analysis* di peroleh masalah yang menyebabkan terjadinya *Non Value Added actifity* yaitu sebagai berikut:
  - a. Tempat kerja yang kurang rapid an tertata
  - b. Kurang pelatihan tenaga kerja
  - c. Kurangnya perawatan mesin dan peralatan

3. Rekomendasi perbaikan yang di usulkan peneliti sebagai upaya mereduksi *Non Value Added activity* adalah sebagai berikut :
- 1) Pengadaan pelatihan kerja
  - 2) Penerapan *autonomous maintenance*
  - 3) Penerapan budaya kerja 5R
    - a. Rancangan *future state mapping* di peroleh total nilai value adde activity sebesar 24.399 menit , total nilai *Non Value Added activity* sebesar 2.368 menit dan total nilai *necessary but non Value Added* sebesar 13.394 menit dengan total lead time sebesar 37.902 menit.
    - b. Perbedaan lead time produksi pada *Current State Mapping* di peroleh lead time sebesar 43.318 menit sedangkan setelah di lakukan perbaikan pada *future state mapping* sebesar 37.343 menit dengan pengurangan waktu sebesar 12.50%

## 5.2 Saran

Setelah penelitian ini dilakukan terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan yang dapat digunakan untuk kelanjutan penelitain selanjutnya dibawah ini merupakan saran yang dapat diberikan oleh peneliti, yaitu sebagai berikut :

1. Diharapkan perusahaan menerapkan budaya kerja 5R pada tempat kerja agar terciptanya lingkungan kerja yang bersih, rapi dan disiplin.
2. Peneliti selanjutnya dapat menggali penyebab *waste* secara lebih terperinci dan spesifik mulai dari awal proses produksi hingga akhir produk sampai ditangan konsumen.
3. Perusahaan dapat menerapkan usulan perbaikan lean manufacturing pada semua lini produksi agar *waste* yang terjadi dapat dikurangi bahkan dihilangkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adrianto, W., & Kholil, M. (2016). Analisis Penerapan Lean Production Process untuk Mengurangi Lead Time Process Perawatan Engine (Studi Kasus PT.GMF AEROASIA). *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 14(2), 299. <https://doi.org/10.25077/josi.v14.n2.p299-309.2015>
- Alfiansyah, R., & Kurniati, N. (2018). Identifikasi Waste dengan Metode Waste Assessment Model dalam Penerapan Lean Manufacturing untuk Perbaikan Proses Produksi (Studi Kasus pada Proses Produksi Sarung Tangan). *Jurnal Teknik ITS*, 7(1), 1–6. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v7i1.28858>
- Amperajaya, M. D., & Daryanto. (2007). Identifikasi Penyebab Cacat Pulley pada Proses Pengecoran di PT Himalaya Nabeya Indonesia dengan Metode FMEA & RCA. *Jurnal Inovasi*, 6(1).
- Annisa Kesy Garside, F. R. (2014). *PENGURANGAN WASTE DENGAN PENDEKATAN LEAN PADA SISTEM DISTRIBUSI DI PT. SUPRALITA MANDIRI* Annisa Kesy Garside 1\*, Faraningrum Restiana 2 1,2. 2(2000).
- Chiarini, A. (2015). Improvement of OEE performance using a Lean Six Sigma approach: An Italian manufacturing case study. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 16(4), 416–433. <https://doi.org/10.1504/IJPQM.2015.072414>
- Dudbridge, M. (2011). Handbook of Lean Manufacturing in the Food Industry. In *Handbook of Lean Manufacturing in the Food Industry*. <https://doi.org/10.1002/9781444393125>
- Dudek-Burlikowska, M., & Szewieczek, D. (2007). Quality estimation methods used in product life cycle. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, October 2007, 203–206. <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.548.5368&rep=rep1&type=pdf>
- Fanani, Z., & Singgih, M. L. (2011). Implementasi Lean Manufacturing Untuk Peningkatan Produktivitas. *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XIII*.
- Gaspersz, V. (2011). Metode Peningkatan Kualitas PDSA. *Bogor: Vinchristo Publication*, 978-602-99918-0-2, 1–120.
- Hines, P., & Rich, N. (1997). The seven value stream mapping tools. *International Journal of Operations and Production Management*, 17(1), 46–64. <https://doi.org/10.1108/01443579710157989>

- Kurniawan, M. D. (2019). Lean PENERAPAN METODE LEAN DENGAN MENGGUNAKAN VALUE STREAM MAPPING TOOLS UNTUK EFISIENSI WASTE PADA PT. SARI BUMI SIDAYU - GRESIK. *Matrik*, 19(2), 61. <https://doi.org/10.30587/matrik.v19i2.767>
- Kusbiantoro, C., & Nursanti, E. (2019). Penerapan Lean Manufacturing Untuk Mengidentifikasi Dan Menurunkan Waste (Studi Kasus CV Tanara Textile). *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri*, 5(1), 1–7. <https://doi.org/10.36040/jtmi.v5i1.251>
- Osterling, M., & Martin, K. (2014). *Praise for Value Stream Mapping*.
- Pujotomo, D., & Rusanti, D. N. (2015). USULAN PERBAIKANUNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS FILLINGPLANT DENGAN PENDEKATAN LEAN MANUFACTURING PADA PT SMART Tbk SURABAYA. *J@Ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, 10(2). <https://doi.org/10.12777/jati.10.2.123-132>
- Rawabdeh, I. A. (2005). A model for the assessment of waste in job shop environments. *International Journal of Operations and Production Management*, 25(8), 800–822. <https://doi.org/10.1108/01443570510608619>
- Ristyowati, T., Muhsin, A., & Nurani, P. P. (2017). MINIMASI WASTE PADA AKTIVITAS PROSES PRODUKSI DENGAN KONSEP LEAN MANUFACTURING (Studi Kasus di PT. Sport Glove Indonesia). *Opsi*, 10(1), 85. <https://doi.org/10.31315/opsi.v10i1.2191>
- Satria, T. (2018). Perancangan Lean Manufacturing dengan Menggunakan Waste Assessment Model (WAM) dan VALSAT untuk Meminimumkan Waste (Studi Kasus: PT. XYZ). *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 7(1), 55. <https://doi.org/10.26593/jrsi.v7i1.2828.55-63>
- Suhartini, N. (2020). Penerapan Metode Statistical Proses Control (Spc) Dalam Mengidentifikasi Faktor Penyebab Utama Kecacatan Pada Proses Produksi Produk Abc. *Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Rekayasa*, 25(1), 10–23. <https://doi.org/10.35760/tr.2020.v25i1.2565>
- Syawalluddin, M. W. (n.d.). *Value Added Activities and Non- Value Added Activities ? VIII(2)*, 5–11.
- Tambunan, R. A., Handayani, N. U., Puspitasari, D., Studi, P., Industri, T., Industri, F. T., & Dipenogoro, U. (2017). Penerapan Lean Manufacturing menggunakan Value Stream Mapping (VSM) untuk Identifikasi Waste & Performance Improvement Pada

UKM “Shoes and Care.” *Industrial Engineering Online Journal*, 6(4), 1–6.

Zaenal Ma’ruf, Dr. Novi Marlyana S.T, M.T , Dr. Andre Sugiono S.T, M. . (2021). Analisis Penerapan Lean Manufacturing dengan Metode Valsat untuk Memaksimalkan Produktivitas pada Proses Operasi Crusher ( Studi kasus di PT Semen Gresik Pabrik Rembang ). *Analisis Penerapan Lean Manufacturing Dengan Metode Valsat Untuk Memaksimalkan Produktivitas Pada Proses Operasi Crusher (Studi Kasus Di PT Semen Gresik Pabrik Rembang)*, 5(Kimu 5), 10–20.

Zakaria, M. I., & Rochmoeljati, R. (2020). Analisis Waste Pada Aktivitas Produksi Bta Sk 32 Dengan Menggunakan Lean Manufacturing Di Pt Xyz. *Juminten*, 1(2), 45–56. <https://doi.org/10.33005/juminten.v1i2.29>

