

**USULAN PENERAPAN *LEAN MANUFACTURING* UNTUK
MENGURANGI PEMBOROSAN (*WASTE*) PADA BAGIAN PRODUKSI
MENGUNAKAN METODE *WASTE ASSESSMENT MODEL (WAM)*
DAN *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)*
(Studi Kasus: CV. Treewood Abadi Grup)**

LAPORAN TUGAS AKHIR

LAPORAN TUGAS AKHIR DISUSUN SEBAGAI SALAH SATU SYARAT
UNTUK MEMPEROLEH GELAR SARJANA S-1 PADA PRODI TEKNIK
INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG



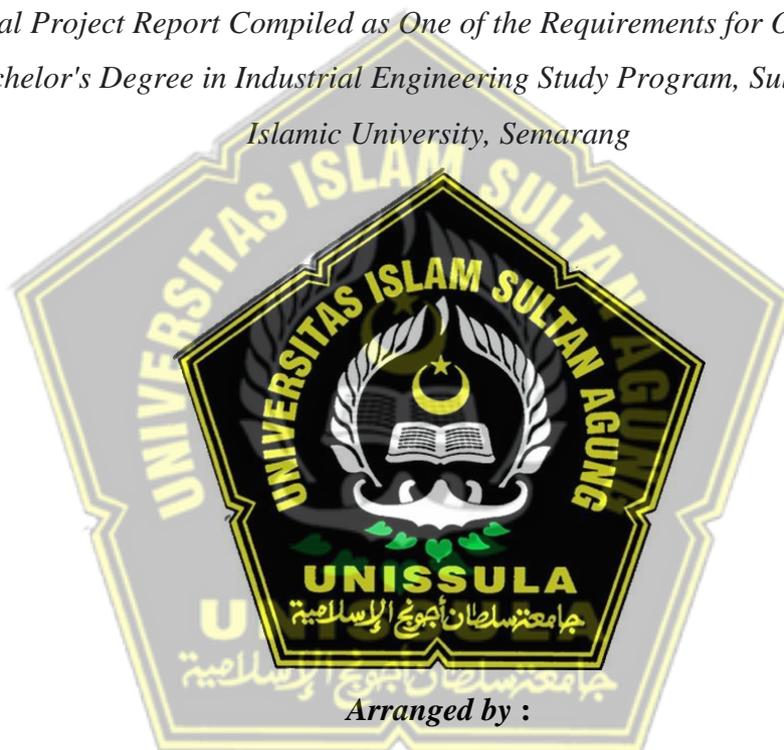
**DISUSUN OLEH :
SEPTIAN ARYO KUNCORO
NIM 31601900071**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG
2022/2023**

***PROPOSED IMPLEMENTATION OF LEAN MANUFACTURING TO
REDUCE WASTE IN THE PRODUCTION SECTION USING THE WASTE
ASSESSMENT MODEL (WAM) AND FAILURE MODE AND EFFECT
ANALYSIS (FMEA) METHODS
(Case Study At CV. Treewood Abadi Grup)***

FINAL PROJECT REPORT

*Final Project Report Compiled as One of the Requirements for Obtaining a
Bachelor's Degree in Industrial Engineering Study Program, Sultan Agung
Islamic University, Semarang*



Arranged by :

SEPTIAN ARYO KUNCORO

NIM 31601900071

**INDUSTRIAL ENGINEERING STUDY PROGRAM
INDUSTRIAL TECHNOLOGY FACULTY
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG
2022/2022**

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan tugas akhir dengan judul “USULAN PENERAPAN *LEAN MANUFACTURING* UNTUK MENGURANGI PEMBOROSAN (*WASTE*) PADA BAGIAN PRODUKSI MENGGUNAKAN METODE *WASTE ASSESSMENT MODEL (WAM)* DAN *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)* (Studi Kasus: CV. Treewood Abadi Grup) “

Nama : Septian Aryo Kuncoro

NIM : 31601900071

Program Studi : SI-Teknik Industri

Telah disahkan dan disetujui oleh pembimbing pada :

Hari :

Tanggal : 6 september 2023

Pembimbing I

Pembimbing II


Akhmad Syakhroni, ST.,M. Eng


Rieska Ernawati, ST.,MT

NIDN.06-1603-7601

NIDN.06-0809-9201

Mengetahui,


Ketua Program Studi Teknik Industri

Nuzulia Khoiriyah, ST.,MT

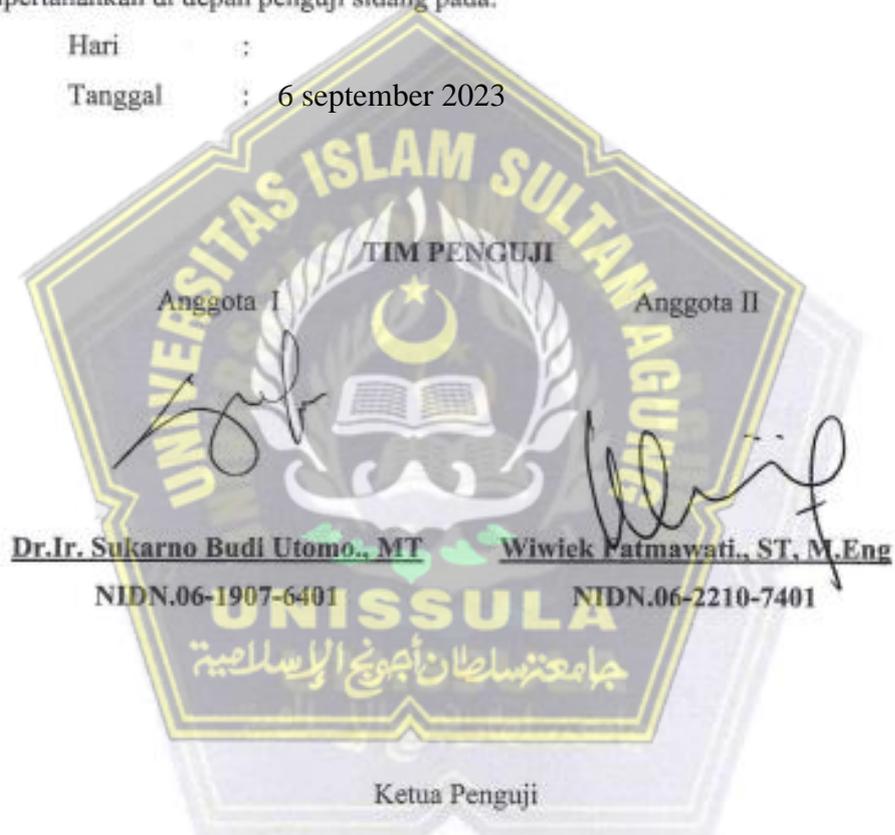
NIK.210-603-029

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

Laporan tugas akhir dengan judul “*USULAN PENERAPAN LEAN MANUFACTURING* UNTUK MENGURANGI PEMBOROSAN (*WASTE*) PADA BAGIAN PRODUKSI MENGGUNAKAN METODE *WASTE ASSESSMENT MODEL (WAM)* DAN *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)* (Studi Kasus: CV. Treewood Abadi Grup).” Ini telah dipertahankan di depan penguji sidang pada:

Hari :

Tanggal : 6 september 2023



Dr. Nurwidiana., ST, MT

NIDN.06-0402-7901

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang betanda tangan dibawah ini :

Nama : Septian Aryo Kuncoro

NIM : 31601900071

Judul Tugas Akhir : "USULAN PENERAPAN *LEAN MANUFACTURING* UNTUK MENGURANGI PEMBOROSAN (*WASTE*) PADA BAGIAN PRODUKSI MENGGUNAKAN METODE *WASTE ASSESSMENT MODEL (WAM)* DAN *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)* (Studi Kasus: CV. Treewood Abadi Grup) "

Dengan ini saya menyatakan bahwa judul dan isi tugas akhir yang telah saya buat dalam rangka menyelesaikan Pendidikan strata satu (S-1) Teknik Industri tersebut adalah asli dan belum pernah diangkat, ditulis ataupun dipublikasikan oleh siapapun baik keseluruhan maupun sebagian, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka, apabila dikemudian 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 pertanggung jawaban.

Semarang, 09 Juli 2023

Yang menyatakan,



Septian Aryo Kuncoro

PERNYATAAN PESETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Septian Aryo Kuncoro

NIM : 31601900071

Program Studi : S1- Teknik Industri

Fakultas : Teknologi Industri

Alamat Asal : Desa Tubanan Rt 05 / Rw 01, Kecamatan Kembang, Kabupaten
Jepara, Jawa Tengah

Dengan ini menyatakan karya ilmiah berupa tugas akhir dengan judul :

“ USULAN PENERAPAN *LEAN MANUFACTURING* UNTUK MENGURANGI PEMBOROSAN (*WASTE*) PADA BAGIAN PRODUKSI MENGGUNAKAN METODE *WASTE ASSESSMENT MODEL* (WAM) DAN *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS* (FMEA) (Studi Kasus: CV. Treewood Abadi Grup) “

Menyetujui merupakan hak milik Universitas Islam Sultan Agung Semarang serta memberikan hak bebas royalti non-eksklusif untuk disimpan, dialih mediakan, dikelola dan pengakalan data publikasi di internet dan media lain untuk kepentingan akademis selama tetap mencantumkan nama penulis sebagai hak milik pencipta. Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh, apabila nanti terbukti ada pelanggaran hak cipta, maka segala tuntutan hukum akan timbul saya akan bertanggung jawab secara pribadi tanpa melibatkan Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Semarang, 09 Juli 2023

Yang menyatakan,



Septian Aryo Kuncoro

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk :

- Diriku sendiri, yang telah bertanggung jawab penuh dan berjuang sampai akhir dalam menyelesaikan program studi strata satu (S-1).
- Kedua orang tua saya, beserta keluarga besar semuanya yang selalu memberikan do'a untuk kelancaran dan keberhasilan saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
- Universitas Islam Sultan Agung yang menjadi kebanggaan besar tersendiri.
- Kepada bapak dan ibu dosen yang sudah memberikan ilmu dan arahan dan bimbingan.
- Teman seperjuangan Teknik Industri 2019. Kita hebat, Kita bisa mari selesaikan tepat waktu.



HALAMAN MOTTO



“Selalu jadilah pribadi yang terbaik untuk diri sendiri, badan boleh lelah tapi jangan sampai menyerah dengan keadaan”.

(Septian Aryo Kuncoro)



KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb

Alhamdulillah rabbil' alamin, puji syukur atas kehadiran Allah SWT, atas limpahan Rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul " Usulan Penerapan *Lean Manufacturing* Untuk Mengurangi Pemborosan (*Waste*) Pada Bagian Produksi Menggunakan Metode *Waste Assessment Model* (WAM) Dan *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA) (Studi Kasus: Cv. Treewood Abadi Grup)". Sholawat serta salam tidak lupa penulis panjatkan kepada Nabi Muhammad SAW yang kita nantikan syafaatnya nanti di yaumul kiyamah. Ammin.

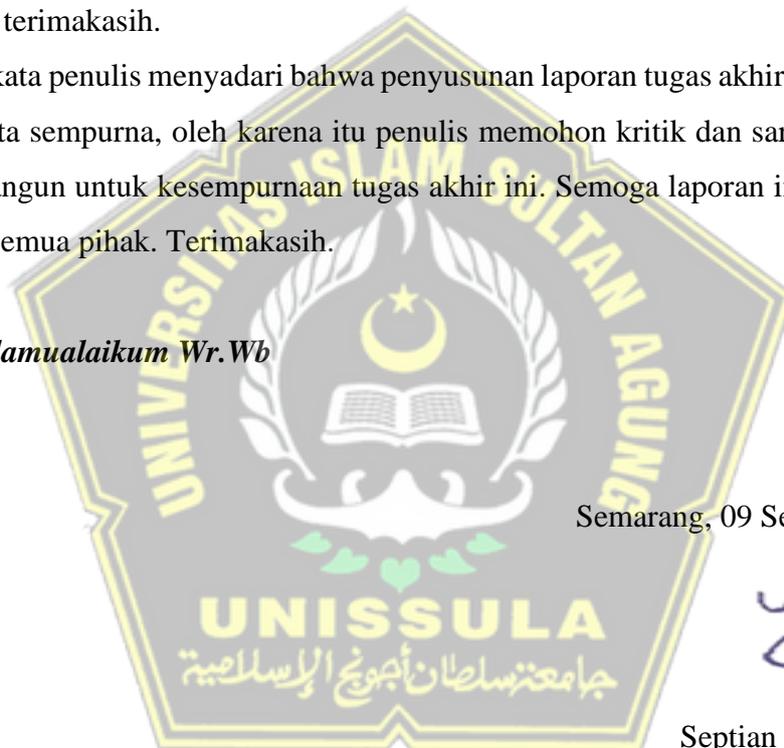
Tugas akhir ini sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan S-1 , Program Studi Teknik industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung. Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan banyak pihak, maka pada kesempatan ini dengan hati yang tulus saya berterimakasih kepada :

1. Allah SWT atas limpahan Rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis diberikan kemudahan dalam menyelesaikan laporan tugas akhir.
2. Kedua orang tua dan saudara atas segala pengorbanan, dukungan dan doa-doa yang stiap harinya dipanjatkan untuk saya.
3. Ibu Haji Dr.Ir. Novi Marlyana , ST., MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung.
4. Ibu Nuzulia Khoiriyah ST., MT selaku ketua jurusan Teknik Industri UNISSULA.
5. Bapak Akhmad Syakhroni, ST.,M. Eng dan Ibu Rieska Ernawati, ST.,MT selaku pembimbing I dan II atas kesediaan beliau dalam memberikan bimbingan dan arahan, dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.
6. Ibu Dr. Nurwidiana , ST., MT, Bapak Dr.Ir.Sukarno Budi Utomo, MT dan Ibu Wiwiek Fatmawati, ST,M.Eng selaku dosen penguji yang sudah bersedia mau memberikan kritik dan saran.

7. Bapak dan Ibu dosen serta seluruh staff karyawan jurusan Teknik Industri UNISSULA yang telah membimbing dan memberikan ilmu yang bermanfaat selama perkuliahan.
8. Bapak Alif Puguh Imanullah S.Hut selaku manajer factory di CV. Treewood Abadi Grup atas izin untuk mengadakan penelitian dan ilmu yang bermanfaat untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu-persatu yang telah membantu yang telah memberikan semangat, dukungan dan Do'a saya ucapkan terimakasih.

Akhir kata penulis menyadari bahwa penyusunan laporan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis memohon kritik dan saran yang dapat membangun untuk kesempurnaan tugas akhir ini. Semoga laporan ini bermanfaat untuk semua pihak. Terimakasih.

Wassalamualaikum Wr.Wb



Semarang, 09 September 2023

Septian Aryo Kuncoro

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	Error! Bookmark not defined.
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR....	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN PESETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH...Error!	Bookmark not defined.
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
HALAMAN MOTTO	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
ABSTRAK	xxii
ABSTRACT	xxiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Pembatasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II STUDI PUSTAKA	8

2.1	Tinjauan Pustaka	8
2.2	Tinjauan Pustaka	8
2.3	Landasan Teori	23
2.2.1	Konsep Lean.....	23
2.2.2	Prinsip Dasar <i>Lean Manufacturing</i>	23
2.2.3	<i>Waste Assessment Model (WAM)</i>	25
2.2.4	<i>Value Stream Mapping (VSM)</i>	30
2.2.5	<i>Value Stream Mapping Analysis Tools (VALSAT)</i>	37
2.2.6	<i>Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)</i>	40
2.4	Hipotesa.....	44
2.3.1	Kerangka Teoritis.....	46
BAB III METODE PENELITIAN		47
3.1	Jenis Penelitian	47
3.1.1	Identifikasi Masalah	47
3.1.2	Pengumpulan Data	48
3.1.3	Pengolahan Data.....	48
3.1.4	Analisa Dan Pembahasan.....	50
3.1.5	Kesimpulan Dan Saran.....	50
3.1.6	Diagram Alir Penelitian	51
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		54
4.1	Pengumpulan Data	54
4.1.1	Profil Umum Perusahaan	54
4.1.2	Struktur Organisasi Perusahaan	56
4.1.3	Produk Perusahaan	57
4.1.4	Gambaran Proses Produksi <i>Plywood</i>	57

4.1.5	<i>Layout</i> Perusahaan	62
4.1.6	Data Jumlah Mesin Produksi	64
4.1.7	Data Tenaga Kerja.....	64
4.1.8	Data Jumlah Permintaan	65
4.1.9	Data Waktu Pengukuran	65
4.1.10	Uji Kecukupan Data.....	69
4.1.11	Uji Keseragaman Data	74
4.1.12	Perhitungan Waktu Rata-Rata (<i>Ws</i>).....	80
4.1.13	<i>Operations Proses Chart</i> (<i>OPC</i>).....	82
4.1.14	Membuat Diagram <i>SIPOC</i>	84
4.1.15	Data Pembuatan <i>Current State Mapping</i>	85
4.1.16	Identifikasi Jenis Kegiatan Yang Termasuk Kategori <i>Waste</i>	91
4.1.17	Mengidentifikasi Aktifitas <i>Value Added</i> , <i>Non Value Added</i> Dan <i>Necessary But Non Value Added</i>	94
4.1.18	Pembuatan Peta Untuk Setiap Kategori Proses.....	96
4.1.19	<i>Current State Mapping</i>	98
4.2	Pengolahan Data.....	99
4.2.1	Identifikasi <i>Waste</i>	99
4.2.2	Identifikasi Hubungan Antar Jenis <i>Waste</i> Dengan Menggunakan Metode <i>WRM</i>	99
4.2.3	<i>Waste Assessment Questionnaire</i> (<i>WAQ</i>).....	105
4.2.4	<i>Value Stream Analysis Tools</i> (<i>VALSAT</i>)	117
4.2.5	Analisa Penyebab Timbulnya <i>Waste</i>	127
4.2.6	Analisa Potensi Kegagalan dengan <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (<i>FMEA</i>)	143
4.2.7	Pembuatan Usulan Perbaikan.....	155

4.2.8	Pembuatan <i>future state mapping</i>	176
4.2.9	<i>Future State Mapping</i>	180
4.3	Analisa.....	181
4.3.1	Analisa VA, NVA dan NNVA Pada <i>Current State Mapping</i>	181
4.3.2	Analisa Hasil Identifikasi <i>Waste</i>	183
4.3.3	Analisa Hasil <i>Value Stream Analysis Tools (VALSAT)</i>	185
4.3.4	Analisa Pembuatan Usulan perbaikan.....	188
4.3.5	Analisa VA, NVA dan NNVA Pada <i>Future State Mapping</i>	193
4.4	Pembuktian Hipotesa.....	201
4.4.1	Kecepatan Proses Produksi	201
4.4.2	Pengurangan Jarak Transportasi dan Waktu Transportasi	201
BAB V PENUTUP		203
5.1	Kesimpulan.....	203
5.2	Saran.....	204
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

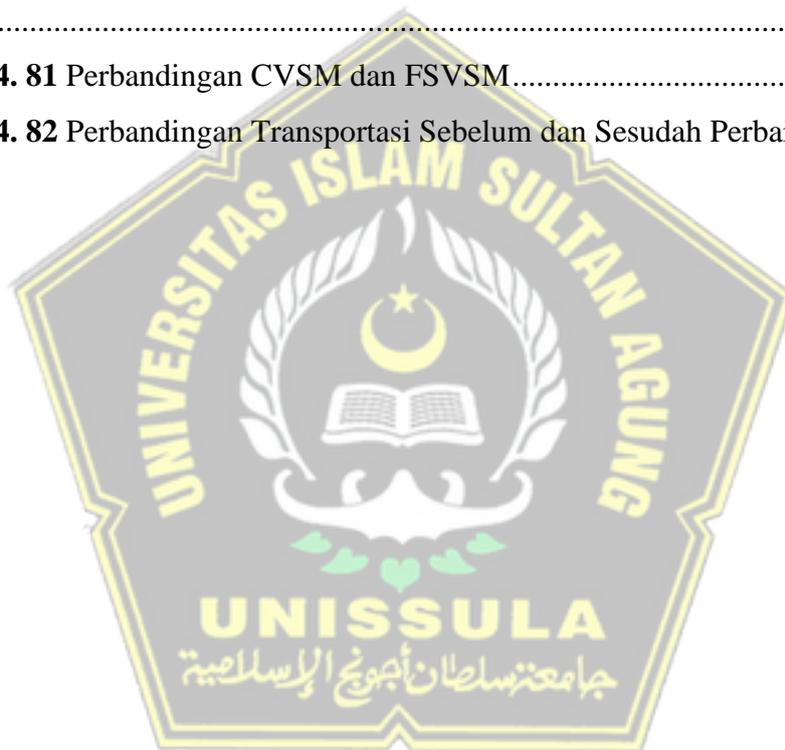
DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1	Data Defect Produksi Plywood	2
Tabel 2. 1	Tinjauan Pustaka	15
Tabel 2. 2	Kelebihan Dan Kekurangan Metode Yang Digunakan	22
Tabel 2. 3	Kuesioner Kriteria untuk Pembobotan Kekuatan Waste Relationship	26
Tabel 2. 4	Contoh Tabulasi Perhitungan Hubungan Antar Waste	26
Tabel 2. 5	Konversi Rentang Skor ke Simbol Huruf WRM.....	27
Tabel 2. 6	Contoh Waste Relationship Matrix	28
Tabel 2. 7	Waste Relationship Matrix Value	28
Tabel 2. 8	Simbol Proses Value Stream Mapping.....	33
Tabel 2. 9	Simbol Material Value Stream Mapping.....	34
Tabel 2. 10	Simbol Material Value Stream Mapping.....	35
Tabel 2. 11	Simbol Umum Value Stream Mapping	36
Tabel 2. 12	Matrik Pemilihan Tools VALSAT	39
Tabel 2. 13	Matrik seleksi untuk pemilihan VALSAT	40
Tabel 2. 14	Nilai Ranging Severity	42
Tabel 2. 15	Nilai Ranging occurrence	43
Tabel 2. 16	Nilai Ranging Detection	43
Tabel 4. 1	Jadwal Jam Kerja Karyawan	55
Tabel 4. 2	Mesin Yang Digunakan Untuk Produksi	64
Tabel 4. 3	Pembagian Tenaga Kerja.....	64
Tabel 4. 4	Produksi Plywood	65
Tabel 4. 5	Pengumpulan Data Waktu Setup Mesin.....	66
Tabel 4. 6	Pengumpulan Data Waktu Proses Produksi	66
Tabel 4. 7	Pengumpulan Data Waktu Transportasi.....	68
Tabel 4. 8	Data Waktu Proses Pemilihan Veneer.....	69
Tabel 4. 9	Rekapitulasi Uji kecukupan Data Waktu Proses	70
Tabel 4. 10	Data Waktu Transportasi Dari Gudang Pemilihan Veneer	71
Tabel 4. 11	Rekapitulasi Uji Kecukupan Data Waktu Transportasi	72
Tabel 4. 12	Data Waktu Setup Mesin Pada Proses Pemilihan Veneer.....	72

Tabel 4. 13	Rekapitulasi Uji Kecukupan Data Waktu Setup Mesin	73
Tabel 4. 14	Data Waktu Proses Pemilihan Veneer.....	74
Tabel 4. 15	Rekapitulasi Uji Keseragaman Data Waktu Proses	76
Tabel 4. 16	Data Waktu Transportasi Dari Gudang Pemilihan Veneer	76
Tabel 4. 17	Rekapitulasi Uji Keseragaman Data Waktu Transportasi	78
Tabel 4. 18	Data Waktu Setup Mesin Pada Proses Pemilihan Veneer.....	78
Tabel 4. 19	Rekapitulasi Uji Keseragaman Data Waktu Setup Mesin.....	80
Tabel 4. 20	Rata-rata Waktu Proses	80
Tabel 4. 21	Rata-rata Waktu Transportasi.....	81
Tabel 4. 22	Rata-rata Waktu Setup Mesin.....	82
Tabel 4. 23	Scrap Di Stasiun Kerja Pemotongan (Panjang).....	85
Tabel 4. 24	Rekapitulasi Perhitungan Scrap Proses Pemotongan (Panjang).....	86
Tabel 4. 25	Scrap Di Stasiun Kerja Pemotongan (Lebar)	86
Tabel 4. 26	Rekapitulasi Perhitungan Scrap Proses Pemotongan (Lebar)	87
Tabel 4. 27	Rekapitulasi Data Uptime	88
Tabel 4. 28	Data Waktu Proses, Setup dan Transportasi	89
Tabel 4. 29	Rekapitulasi Kapasitas Setiap Proses	90
Tabel 4. 30	Rekapitulasi Perhitungan Lead Time	90
Tabel 4. 31	Data Defect Produksi Plywood	94
Tabel 4. 32	Klasifikasi VA, NVA dan NNVA	95
Tabel 4. 33	Konversi Rentang Skor ke Simbol Huruf WRM	101
Tabel 4. 34	Hasil Rekapitulasi Kuesioner WRM	102
Tabel 4. 35	Waste Relationship Matrix Value	104
Tabel 4. 36	Waste Relationship Matrix Value	104
Tabel 4. 37	Rekapitulasi Perhitungan Score dan Persentase Waste	105
Tabel 4. 38	Pengelompokan Jenis Pertanyaan	106
Tabel 4. 39	Bobot Awal Yang Diperoleh Dari Waste Relationship Matrix Value	107
Tabel 4. 40	Pembobotan Berdasarkan Nilai Ni	110
Tabel 4. 41	Pembobotan Waste Berdasarkan Bobot Tiap Jawaban	113
Tabel 4. 42	Nilai Score (Yj)	115

Tabel 4. 43 Nilai Pj Factor	116
Tabel 4. 44 Nilai Final Waste Factor Result (Yj Final)	116
Tabel 4. 45 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Berdasarkan WAQ.....	117
Tabel 4. 46 Tools VALSAT	118
Tabel 4. 47 Rekapitulasi Tools VALSAT	119
Tabel 4. 48 Tools PAM	122
Tabel 4. 49 Rekapitulasi Tools PAM	126
Tabel 4. 50 Rekapitulasi Tools PAM	126
Tabel 4. 51 FMEA Pemborosan Defect	144
Tabel 4. 52 FMEA Pemborosan Inventory.....	145
Tabel 4. 53 FMEA Pemborosan Overproduction.....	146
Tabel 4. 54 FMEA Pemborosan Motion	146
Tabel 4. 55 FMEA Pemborosan Waiting	147
Tabel 4. 56 FMEA Pemborosan Transportasi	147
Tabel 4. 57 FMEA Pemborosan Overprocessing	148
Tabel 4. 58 Rekapitulasi Usulan Perbaikan FMEA.....	149
Tabel 4. 59 Usulan Pembuatan Visual Display	156
Tabel 4. 60 Usulan Perbaikan Pada Alat Material Handling.....	158
Tabel 4. 61 Ukuran Dimensi Tubuh.....	158
Tabel 4. 62 Data dimensi Ukuran Dimensi Tubuh.....	159
Tabel 4. 63 Luas Per Stasiun Kerja	162
Tabel 4. 64 Titik Koordinat Layout Awal	162
Tabel 4. 65 ARC Tabel.....	165
Tabel 4. 66 Koordinat alternatif layout 1	165
Tabel 4. 67 Koordinat alternatif layout 2	166
Tabel 4. 68 Koordinat alternatif layout 3	166
Tabel 4. 69 Perbandingan Jarak Antar Layout	170
Tabel 4. 70 Perbandingan Waktu Transpotasi Layout Sebelum Dan Sesudah Perbaikan.....	173
Tabel 4. 71 Minimasi NVA	177
Tabel 4. 72 Klasifikasi VA, NVA dan NNVA Sesudah Perbaikan.....	178

Tabel 4. 73 Klasifikasi VA, NVA dan NNVA.....	181
Tabel 4. 74 Ranking Waste Assessment Questionnaire	185
Tabel 4. 75 Hail Tools VALSAT	185
Tabel 4. 76 Rekapitulasi Hasil Tools PAM.....	187
Tabel 4. 77 Klasifikasi VA, NVA dan NNVA.....	187
Tabel 4. 78 Output Software BLOCPLAN	191
Tabel 4. 79 Klasifikasi VA, NVA dan NNVA Sesudah Perbaikan.....	193
Tabel 4. 80 Perbandingan VA, NVA dan NNVA Sebelum dan Sesudah Perbaikan	196
Tabel 4. 81 Perbandingan CVSM dan FSVSM.....	201
Tabel 4. 82 Perbandingan Transportasi Sebelum dan Sesudah Perbaikan	202



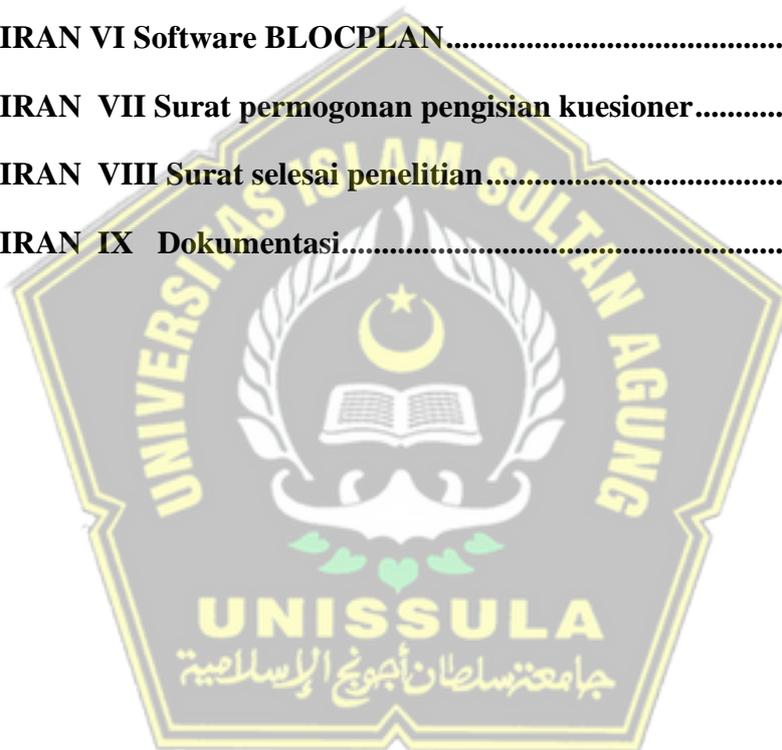
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Hubungan Seven Waste	25
Gambar 2. 2 Value Stream Mapping	37
Gambar 2. 3 Kerangka Teoritis	46
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	52
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian (Lanjuta)	53
Gambar 4. 1 Profil Perusahaan	54
Gambar 4. 2 Struktur Organisasi Perusahaan	56
Gambar 4. 3 Jenis Plywood	57
Gambar 4. 4 Gambaran Proses Produksi Plywood	58
Gambar 4. 5 Proses Pemilihan Veneer	58
Gambar 4. 6 Proses Assembly	59
Gambar 4. 7 Proses Cold Press	59
Gambar 4. 8 Proses Hot Press	60
Gambar 4. 9 Proses Pemotongan	61
Gambar 4. 10 Proses Inspeksi	61
Gambar 4. 11 Proses Packing	62
Gambar 4. 12 <i>Layout</i> Persahaan	63
Gambar 4. 13 Grafik Uji Keseragaman Data Proses Pemilihan Veneer	75
Gambar 4. 14 Grafik Uji Keseragaman Data Transportasi Gudang Ke Pemilihan Veneer	77
Gambar 4. 15 Grafik Uji Keseragaman Data Setup Mesin Proses Pemilihan Veneer	79
Gambar 4. 16 Operations Proses Chart Pembuatan Plywood	83
Gambar 4. 17 Diagram SIPOC Proses Pembuatan Plywood	84
Gambar 4. 18 Alat Material Handling	91
Gambar 4. 19 Produk Cacat Yang Disimpan Pada Warehouse	92
Gambar 4. 20 Layout Awal Perusahaan	93
Gambar 4. 21 Peta Kategori Proses Pemilihan Veneer	97
Gambar 4. 22 Current State Map	98

Gambar 4. 23	Peringkat Tools VALSAT	120
Gambar 4. 24	Diagram Sebab Akibat Defect Blistar	129
Gambar 4. 25	Diagram Sebab Akibat Defect Ukuran Tidak Sesuai Standar	131
Gambar 4. 26	Diagram Sebab Akibat Pemborosan Inventory	133
Gambar 4. 27	Diagram Sebab Akibat Pemborosan Overproduction.....	135
Gambar 4. 28	Diagram Sebab Akibat Pemborosan Motion	137
Gambar 4. 29	Diagram Sebab Akibat Pemborosan Waiting	139
Gambar 4. 30	Diagram Sebab Akibat Pemborosan Transportasi.....	141
Gambar 4. 31	Diagram Sebab Akibat Pemborosan Overprocessing.....	142
Gambar 4. 32	Usulan Pebaikan Alat Material Handling	159
Gambar 4. 33	Layout Awal Perusahaan	161
Gambar 4. 34	Diagram ARC	164
Gambar 4. 35	Layout Usulan.....	172
Gambar 4. 36	Future State Mapping	180
Gambar 4. 37	Presentase VA, NVA dan NNVA.....	183
Gambar 4. 38	Presentase Keterkaitan Waste.....	184
Gambar 4. 39	Presentase Waste Tiap Aktivitas	187
Gambar 4. 40	Visual Display Pada Preoses Pemilihan Veneer.....	189
Gambar 4. 41	Visual Display Pada Proses Press.....	189
Gambar 4. 42	Visual Display Pada Proses Pemotongan	190
Gambar 4. 43	Usulan Pembuatan Alat Material Handling	191
Gambar 4. 44	Presentase VA, NVA dan NNVA.....	195

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I Uji kecukupan data.....	209
LAMPIRAN II Uji keseragaman data	229
LAMPIRAN III Perhitungan waktu siklus	249
LAMPIRAN IV Kuesioner WAM	252
LAMPIRAN V Dimensi tubuh.....	289
LAMPIRAN VI Software BLOCPLAN.....	292
LAMPIRAN VII Surat permogonan pengisian kuesioner	296
LAMPIRAN VIII Surat selesai penelitian.....	297
LAMPIRAN IX Dokumentasi.....	298



ABSTRAK

CV. Treewood Abadi Grup adalah perusahaan industri manufaktur yang bergerak di bidang *furniture*. Produk utama dari CV. Treewood Abadi Grup adalah papan tiruan (*plywood*), dalam proses produksi *plywood* mulai dari *raw material* sampai menjadi *output* mengalami hambatan atau aktifitas yang tidak memiliki nilai tambah terutama sering terjadi adanya *waste* pada kegiatan produksi yang sedang berlangsung. Usulan perbaikan adalah dengan melakukan pendekatan prinsip-prinsip *lean manufacturing* dimana pemborosan (*waste*) yang terdapat pada aliran proses produksi dapat terminimalisir. Metode yang digunakan adalah menggambarkan aliran produksi menggunakan *current state mapping* didapat VA 5222.1 detik dan NVA 9290.5 detik dan jarak perpindahan material 221.75 meter, kemudian mengidentifikasi *waste* menggunakan *Waste Assessment Model* (WAM) yang terdiri dari dua kuesioner yaitu metode *Waste Relationship Matrix* (WRM) tujuannya untuk mengetahui keterkaitan antar *waste* yang terjadi dan metode *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ) dengan tujuan untuk mengetahui *waste* yang paling dominan dan level antar *waste*. Didapat *waste* yang paling dominan di CV. Treewood Abadi Grup adalah *defect* dengan presentase 24.28 %. Pemilihan *mapping tools* menggunakan VALSAT diperoleh *tools* yang terpilih adalah PAM (*Process Activity Mapping*). Kemudian membuat usulan perbaikan berdasarkan nilai RP[N dari *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA). Setelah dilakukan adanya perbaikan didapat adanya pengurangan VA menjadi 5115.8 detik dan NVA menjadi 6603.87 detik dan jarak perpindahan material menjadi 93.65 meter yang digambarkan menggunakan *future state mapping*. Usulan perbaikan yaitu berupa penerapan *visual display*, perbaikan alat *material handling*, *Re-layout*, penambahan karyawan, mengganti bahan baku material *plywood* dari sebelumnya kayu Pinus menjadi kayu sengon.

Kata Kunci : *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA), *Plywood*, *Waste Assessment Model* (WAM).

ABSTRACT

CV. Treewood Abadi Group is a manufacturing industry company engaged in the furniture sector. The main product of CV. Treewood Abadi Group is artificial board (plywood), in the plywood production process starting from raw material to output it experiences obstacles or activities that do not have added value, especially waste often occurs in ongoing production activities. The proposed improvement is to approach the principles of lean manufacturing where the waste contained in the production process flow can be minimized. The method used is to describe the flow of production using current state mapping to obtain VA 5222.1 seconds and NVA 9290.5 seconds and material movement distance of 221.75 meters, then identify waste using the Waste Assessment Model (WAM) which consists of two questionnaires, namely the Waste Relationship Matrix (WRM) method. to find out the relationship between waste that occurs and the Waste Assessment Questionnaire (WAQ) method with the aim of knowing the most dominant waste and the level between wastes. Obtained the most dominant waste in CV. Treewood Abadi Group is a defect with a percentage of 24.28%. The selection of mapping tools using VALSAT obtained the selected tools (Process Activity Mapping). Then make suggestions for improvements based on the values from the Failure Mode And Effect Analysis (FMEA). After the improvements were made, it was found that there was a reduction in VA to 5115.8 seconds and NVA to 6603.87 seconds and the material movement distance to 93.65 meters which was described using future state mapping. Proposed improvements are in the form of implementing visual displays, improving material handling equipment, Re-layout, adding employees, changing the raw material for plywood from previously pine wood to sengon wood.

Keywords : Failure Mode And Effect Analysis (FMEA), Plywood, Waste Assessment Model (WAM).

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Persaingan didalam dunia industri semakin memacu perusahaan manufaktur untuk terus meningkatkan hasil produksinya baik dari segi jumlah, kualitas, harga, dan jumlah unit pengiriman yang dipesan oleh konsumen. Selain itu industri manufaktur juga ingin agar proses produksi dapat kontinyu dan berkembang sehingga kelangsungan hidup perusahaan terjamin. Di era sekarang perusahaan juga dituntut untuk lebih kompetitif sehingga mampu bersaing merebut pasar yang ada. Salah satu langkah untuk mewujudkannya adalah dengan melalui pengembangan sistem operasional dan pemrosesan kegiatan produksi dengan mengeliminasi tahapan operasi yang dikategorikan sebagai pemborosan (*waste*). Dalam buku yang berjudul “*Lean Six Sigma*” karya Vincent Gaspersz, pemborosan (*waste*) diartikan sebagai aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah apapun terhadap dalam suatu proses *input* hingga *output* sepanjang proses membuat, produksi, dan penjualan terjadi atau pemborosan yang harus dibuang atau dihilangkan terutama dalam proses kegiatan produksi (Gaspersz, 2007).

CV. Treewood Abadi Grup yang berlokasikan di Jepara merupakan salah satu perusahaan industri manufaktur yang bergerak di bidang *furniture*. CV. Treewood Abadi Grup dalam pembuatan produknya dimana perusahaan perlu untuk terus meningkatkan kinerja produktivitasnya sehingga mampu menghasilkan produk yang berkualitas dengan meminimumkan biaya kegiatan produksi (*cost production*) untuk mendapatkan profit keuntungan sebesar-besarnya bagi perusahaan. Sehingga untuk mencapai tujuan tersebut perusahaan harus mengetahui dan mengidentifikasi aktivitas-aktivitas apa saja yang merupakan aktifitas yang bernilai tambah terhadap produk (*value added activity*) dan identifikasi *waste* yang terjadi selama aktifitas kegiatan produksi berlangsung sehingga dapat dieliminasi dan mampu memangkas waktu kegiatan proses produksi secara optimal.

Dari hasil pengamatan awal, diketahui biasanya produk utama dari CV.Treewood Abadi Grup adalah papan tiruan (*plywood*), dalam proses produksi *plywood* mulai dari *raw material* sampai menjadi *output* mengalami hambatan atau aktifitas yang tidak memiliki nilai tambah terutama sering terjadi adanya *defect* pada kegiatan produksi yang sedang berlangsung. *Defect* yang terjadi pada kegiatan produksi di CV.Treewood Abadi Grup adalah *defect* yang disebabkan oleh adanya udara atau air dari hasil *hot press* yang terperangkap di dalam lapisan *plywood* sehingga membuat lapisan permukaan dari *plywood* menjadi tidak rata, yang disebut dengan *defect* blister.

Berikut merupakan data *defect* yang dibagi menjadi dua jenis kategori *defect* kategori *recycle* (*defect* yang bisa di *rework*) dan *reject* yang dapat dilihat pada **tabel 1.1** di bawah ini :

Tabel 1. 1 Data *Defect* Produksi *Plywood*

Bulan Januari- september (2022)	Total Permintaan (pcs)	<i>Defect</i> (pcs)		Jumlah <i>Defect</i> (pcs)	Presentase <i>Defect</i> (%)
		<i>Recycle</i>	<i>Reject</i>		
Januari	5.260	243	27	270	5%
Febuari	5.400	253	31	284	5%
Maret	5.600	279	29	308	5%
April	5.100	246	24	270	5%
Mei	6.070	351	44	395	6%
Juni	5.800	144	22	166	3%
Juli	7.600	456	66	522	6%
Agustus	6.580	224	35	259	4%
September	7.880	435	52	487	6%
Rata-rata		292	37	329	5%

Sumber : Data Historis CV. Treewood Abadi Grup Januari-September 2022

Aktifitas yang tidak memiliki nilai tambah lainnya yaitu adanya proses yang berlebih (*overprocessing*), *overprocessing* ini terjadi karena adanya *rework* pada produk yang mengalami *defect*, sehingga secara tidak langsung dapat menambah biaya produksi dari segi material,waktu, tenaga kerja yang dibutuhkan dan alat atau mesin yang digunakan. *waiting* juga terjadi dikarenakan adanya *trouble* pada mesin

yang disebabkan oleh penggunaan mesin yang tidak sesuai dengan frekuensi kapasitas sehingga mesin tersebut akan cenderung lebih cepat mengalami perawatan.

Permasalahan lainya yaitu *layout* yang tidak ditata dengan baik sehingga dapat mempengaruhi efisiensi dan efektivitas kegiatan transportasi, seperti yang terjadi pada rantai produksi di CV. Treewood Abadi Grup yang dimana proses produksi tidak berjalan dengan baik dikarenakan sistem perancangan tata letak fasilitas yang kurang efektif. terutama pada proses pemilihan *venner* menuju proses *assembly* dimana jarak perpindahan material yang terlalu jauh sepanjang 76.42 meter, selain itu pada proses pemotongan menuju proses *inpeksi* memiliki jalur yang belawanan antar proses pemilihan *venner* menuju proses *assembly* yang mengakibatkan berpapasan *forklift* satu dengan lainnya, sehingga salah satu *forklift* harus mengalah terlebih dahulu, pada permasalahan tersebut dapat mengakibatkan *waiting* (pemborosan waktu) yang mengakibatkan aliran perpindahan material pada proses produksi *plywood* menjadi terhambat.

Berdasarkan aktivitas – aktivitas permasalahan *waste* yang terjadi di atas pada akhirnya dapat menurunkan produktivitas kerja serta pemborosan waktu proses produksi akibat terdapatnya aktivitas yang tidak efisien atau tidak mempunyai nilai tambah (*non value added*). Seharusnya bentuk pemborosan tersebut harus dihilangkan agar dimana aliran nilai (*value stream*) dapat berjalan lancar. Oleh sebab itu perlu adanya pendekatan *lean manufacturing* guna untuk mengidentifikasi hubungan antar jenis *waste* pada bagian produksi berdasarkan *value added activity* dengan prinsip-prinsip *lean manufacturing* dimana pemborosan (*waste*) yang terdapat pada aliran proses produksi dapat terminimalisir untuk membantu menyelesaikan permasalahan yang ada di CV.Treewood Abadi Grup.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian kali ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana hubungan antar jenis *waste* dan *waste* apa yang paling dominan di CV.Treewood Abadi Grup ?
2. Bagaimana efektivitas pada lini produksi berdasarkan *value added activity* di CV.Treewood Abadi Grup ?
3. Bagaimana sistem produksi di CV. Treewood Abadi Grup dengan prinsip-prinsip dan pendekatan *lean manufacturing* dimana pemborosan (*waste*) yang terdapat pada aliran proses produksi dapat diminimalisir ?

1.3 Pembatasan Masalah

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

1. Pemetaan aliran proses produksi dilakukan dengan *Operations Proses Chart* (OPC), *Value Stream Mapping* (VSM) dan *Process Activity Mapping* (PAM).
2. Responden dalam pengisian kuesioner ini adalah leader/chief produksi (meneger *factory*) dan *accounting* yang ada di CV. Treewood Abadi Grup.
3. Pembuatan usulan perbaikan berfokus pada nilai RPN (*Risk Priority Number*) tertinggi dari tiap masing-masing *waste*.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui hubungan antar jenis *waste* dan *waste* apa yang paling dominan di CV.Treewood Abadi Grup
2. Mengetahui efektivitas pada lini produksi berdasarkan *value added activity* di CV.Treewood Abadi Grup.

3. Mengetahui sistem produksi di CV. Treewood Abadi Grup dengan prinsip-prinsip dan pendekatan *lean manufacturing* dimana pemborosan (*waste*) yang terdapat pada aliran proses produksi dapat diminimalisir.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang akan diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Bagi Mahasiswa :
Penelitian yang dilakukan ini diharapkan dapat diimplementasikan dan mengembangkan ilmu yang telah didapatkan pada saat berada di bangku perkuliahan dengan cara membandingkan teori-teori ilmiah yang sudah ada dengan permasalahan yang dihadapi di Perusahaan.
2. Bagi Perusahaan :
Perusahaan dapat mengetahui *waste* yang paling berpengaruh pada aliran proses produksi sehingga dapat melakukan identifikasi penyebab dan menentukan langkah untuk meminimalisir *waste* tersebut.
3. Bagi institusi Pendidikan.
Dengan adanya penelitian ini, maka diharapkan dapat menjadi referensi serta inspirasi baru bagi mahasiswa yang membaca maupun yang akan mengambil tugas akhir tentang *Lean Manufacturing* pada periode yang akan datang nanti.

1.6 Sistematika Penulisan

Agar dapat mempermudah interpretasi terhadap alur penelitian, maka laporan penelitian tugas akhir yang dibuat ini disusun secara sistematis yang terdiri dari beberapa bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab pendahuluan ini yaitu menjelaskan tentang permasalahan yang melatarbelakangi penulis sehingga dilakukan penelitian, rumusan permasalahan, batasan permasalahan, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II STUDI PUSTAKA

Pada bab studi Pustaka ini yaitu menjelaskan tentang dasar teori yang digunakan dalam mengerjakan penelitian ini. Landasan teori ini diperoleh dari studi literatur yaitu melalui jurnal, buku maupun situs-situs yang ada di *websaite* internet.

BAB III METODEOLOGI PENELITIAN

Pada bab metodeologi penelitian ini yaitu menjelaskan tentang tahapan-tahapan penelitian yang dilakukan secara sistematis yang digunakan untuk memecahkan permasalahan di dalam penelitian inii. Tahapan-tahapan tersebut merupakan kerangka yang akan dijadikan pedoman dalam melakukan penelitian.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab pengumpulan data dan pengolahan data ini yaitu menjelaskan tentang pengumpulan data, pengolahan data dan Analisa. Tahap ini menjelaskan mengenai langkah-langkah mengolah data sesuai teori yang akan digunakan selama penelitian ini. Dalam bab ini juga menjelaskan Analisa dari pengolahan data sesuai dengan metode yang akan diimplementasikan.

BAB V PENUTUP

Pada bab penutup ini yaitu menjelaskan tentang kesimpulan dan juga saran hasil dari penelitian. Setelah dilakukan pengolahan data dan Analisa hasil pengolahan data maka selanjutnya yaitu dihasilkan kesimpulan sesuai rumusan masalah yang telah ditentukan pada **sub bab 1.2**. serta saran sebagai masukan yang bermanfaat untuk perusahaan.

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

2.2 Tinjauan Pustaka

Berikut ini merupakan tinjauan pustaka yang digunakan sebagai acuan sumber referensi dalam penelitian ini:

Dari jurnal internasional dengan judul “*A model for the assessment of waste in job shop environments.*” Oleh Ibrahim A. Rawabdeh pada tahun 2005 menjelaskan bahwa hasil dari WAM ini adalah model yang digunakan sebagai pedoman untuk menyederhanakan pencarian masalah *waste* dan mengidentifikasi peluang untuk eliminasi *waste*. Dengan cara mengalokasikan *waste*, mengukurnya, dan mendiskusikan hubungan antar *waste*. Kesederhanaan matriks dan kelengkapan kuesioner berkontribusi pada pencapaian hasil yang akurat untuk mengidentifikasi sumber *waste*, membedakan antara tingkat *waste* dan mengurutkan signifikansinya dalam mengidentifikasi akar penyebab *waste* (Rawabdeh, 2005).

Dari jurnal nasional dengan judul “Penerapan *Green Manufacturing* pada IKM Dadi Mulyo.” Raka Wisnu Prayuda dkk, pada tahun 2021 menjelaskan bahwa hasil dari *Value Stream Mapping* (VSM), melihat aliran material dari proses produksi. Pembuatan *value stream mapping* diketahui bahwa aktivitas-aktivitas dari proses produksi pengergajian kayu. Seperti *transportation* membeli bahan baku dengan durasi waktu 3 hari, *storage* penyimpanan bahan baku dengan durasi waktu 3 hari, *operation* pemotongan kayu dengan durasi waktu 1 menit, *operation* proses packing dengan durasi waktu 5 menit, *delay* timbun limbah dengan durasi waktu 5 menit dan *storage* penyimpanan *finish good* dengan durasi waktu 15 hari. Perbaikan permasalahan timbulnya *waste* pada proses produksi kayu tersebut yaitu dengan menggunakan analisis *future stream mapping*. Dimana setelah dilakukan menggunakan analisis menggunakan *future stream mapping* didapat Perbandingan nilai VSM dan FSM, tampak bahwa FSM memiliki peningkatan nilai yang VA yaitu dari 6 menit menjadi 9 menit atau mengalami peningkatan sebesar 50%.

Sementara nilai NVA mengalami penurunan sangat signifikan dari 15 hari 5 menit menjadi 5 menit. Dan nilai NNVA tetap sebesar 7 hari (Raka. W et al., 2021).

Dari jurnal internasional dengan judul “*The seven value stream mapping tools.*” Oleh Peter Hines & Nick Rich pada tahun 1997 menjelaskan bahwa Pekerjaan yang dilakukan pada program pengembangan rantai pasok, telah menunjukkan bahwa untuk memahami sepenuhnya aliran nilai yang berbeda di mana itu diperlukan untuk memetakan proses penambahan nilai antar perusahaan. Proses penambahan nilai ini membuat produk atau layanan akhir lebih berharga bagi konsumen daripada yang sebelumnya. Perbedaan antara rantai pasokan atau nilai tradisional dan aliran nilai adalah bahwa yang pertama mencakup aktivitas lengkap dari semua perusahaan yang terlibat, sedangkan yang terakhir hanya mengacu pada bagian tertentu dari perusahaan yang benar-benar menambah nilai pada produk atau layanan tertentu di bawah pertimbangan. Dengan demikian, aliran nilai merupakan pandangan yang jauh lebih terfokus dan bergantung pada proses penambahan nilai (Hines & Rich, 1997).

Dari jurnal internasional dengan judul “*Use Of The Value Stream Mapping Tool For Waste Reduction In Manufacturing. Case Study For Bread Manufacturing In Zimbabwe.*” Oleh William M. Gariwondo, Samson Mhalaga dkk. pada tahun 2011 menjelaskan bahwa hasil dari *Value Stream Mapping* (VSM) merupakan alat Manufaktur Kelas Dunia yang dapat digunakan untuk meminimalkan pemborosan dalam manufaktur. Perusahaan mengalami masalah pada persaingan yang kuat karena globalisasi sehingga mereka tidak mampu beroperasi dengan *waste* dalam kegiatan proses produksinya. Makalah ini menjelaskan tentang penggunaan alat VSM dalam mengurangi *waste* dalam pembuatan roti untuk sebuah perusahaan di Zimbabwe. Studi kasus menunjukkan bagaimana alat VSM digunakan dapat mengidentifikasi dan mengurangi *defect* sebesar 20%, *inventory* yang tidak perlu sebesar 18%, dan *motion* 37%. Ini menggabungkan peringkat hubungan limbah dan pentingnya komitmen manajemen dalam pengurangan *waste* (Goriwondo et al., 2011) .

Dari jurnal nasional dengan judul “Penerapan *Lean Manufacturing* Untuk Meminimasi *Waste* Percetakan Bok.” Oleh Ella Dewi Krisnawati dkk, pada tahun 2022 menjelaskan bahwa hasil dari metode *Waste Assessment Model* (WAM) didapatkan bahwa jenis *waste* kritis adalah *defect* (18,02%), *transportation* (16,14%), dan *unnecessary motion* (15,06%), selanjutnya yaitu pemilihan *value stream mapping tool* dengan VALSAT, pemetaan aktivitas dan jenis *defect* dengan *value stream mapping tool* terpilih untuk menentukan detail *waste*, identifikasi penyebab dari detail *waste* menggunakan *fishbone diagram*, penentuan prioritas mode kegagalan dan penyebab kegagalan dengan menggunakan *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA) dan melakukan pemberian usulan perbaikan berdasarkan mode kegagalan yang memiliki nilai *risk priority number* paling tertinggi. Selanjutnya yaitu melakukan beberapa usulan perbaikan yang direkomendasikan untuk perusahaan guna untuk meminimasi *waste* adalah: penetapan *Standard Operating Procedure* (SOP) pada proses kontrol mesin cetak, *layout* lantai produksi, dan pemasangan *visual display* (Krisnanti & Garside, 2022).

Dari jurnal nasional dengan judul ” Analisa Penerapan *Lean Manufacturing* Untuk Menhilangkan Pemborosan Di Lini Produksi PT. Adi Satria Abadi.” Oleh Muhammad Shodiq Abdul Khannan dkk, pada tahun 2017 menjelaskan bahwa hasil dari *Waste Assessment Model* (WAM) juga digunakan untuk mengidentifikasi pemborosan. Berdasarkan hasil analisis didapatkan tiga urutan terbesar pemborosan yaitu *defect/reject* 24,73%, *unnecessary inventory* 18,80%, dan *unnecessary motion* 15,44%. Untuk memetakan proses produksi yang ada dan mengidentifikasi proses yang mengandung pemborosan sehingga pemborosan yang ada bisa dihilangkan. Yaitu dengan memvisualisasikan aliran proses *value added* (VA), *Necessary But Non Value Added* (NBNVA) dan *Non Value Added* (NVA). Usulan perbaikan dari penelitian ini adalah terjadinya penurunan *lead time* sebesar 62,22 menit serta peningkatan pada *throughput* produksi sebesar 77 pcs (Khannan & Haryono, 2017).

Dari jurnal nasional dengan judul ”Identifikasi *Waste* Dengan Metode *Waste Assessment Model* Dalam Penerapan *Lean Manufacturing* Untuk Perbaikan Proses Produksi (Studi Kasus pada Proses Produksi Sarung Tangan).” Oleh Reza

Alfiansyah dkk, pada tahun 2018 menjelaskan bahwa indikasi *waste* yang menyebabkan menurunnya efisiensi dan efektivitas proses produksi. Salah satu permasalahan terbesar adalah *defect* dengan presentase *defect* BS diatas 4.6% dan *defect* akhir sebesar 1.813%. Selain itu, ditemukan berbagai indikasi *waste* terkait *waste waiting*, *transportation* dan berbagai *waste* lainnya. Identifikasi proses produksi dan *waste* menggunakan *Operation Process Chart* (OPC), *Value Stream Mapping* (VSM) dan *Waste Assessment Model* (WAM). Berdasarkan WAM, diketahui 3 *waste* kritis yaitu *defect*, *waiting* dan *transportation*. Selanjutnya dilakukan analisis akar masalah dengan *Root Cause Analysis* (RCA) *5Why's* dan mencari nilai risiko kegagalan menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). FMEA dikategorikan kritis ketika nilai RPN ≥ 240 untuk kemudian dilakukan analisis perancangan rekomendasi perbaikan. Terdapat 3 alternatif perbaikan yaitu pengurangan *defect* proses produksi, perbaikan sistem serta perbaikan sistem manajemen dan produksi (Alfiansyah & Kurniati, 2018).

Dari jurnal nasional dengan judul “Penerapan *Lean Manufacturing* Menggunakan Metode VSM dan FMEA untuk Mengurangi *Waste* Pada Produk *Plywood*. (Studi Kasus Dept. Produksi PT Kutai Timber Indonesia). Oleh Rahmad Hidayatd dkk, pada tahun 2014 menjelaskan bahwa hasil dari *value stream mapping* (VSM) peta aliran proses produksi dan aliran informasi terhadap suatu produk pada tingkat produksi total, setelah itu dilakukan Identifikasi *waste* diawali dengan penggambaran *current state map*, lalu dilakukan analisis *waste* ke dalam kategori 7 *waste*. Agar dapat mengetahui nilai RPN tertinggi yang selanjutnya akan menjadi prioritas pemberian usulan perbaikan yang tepat dan sesuai dengan permasalahan dan kondisi di PT. Kutai Timber Indonesia yaitu dengan Analisa FMEA. Rekomendasi perbaikan yang diberikan berdasarkan dengan nilai RPN tertinggi pada *waste* yang teridentifikasi adalah memberikan usulan perbaikan berupa desain alat *material handling* yang lebih tepat dan ergonomis, melakukan kegiatan *maintenance*, serta melakukan penambahan jumlah mesin *dryer* yang ada saat ini (Hidayat et al., 2014).

Dari tugas akhir dengan judul “Analisa *Lean Manufacturing* Untuk Mengurangi *Waste* Di Toko Rotte Pekanbaru (Studi Kasus: Toko Roti Xyz).” Oleh Syafira Melfa Zola dkk, pada tahun 2019 menjelaskan bahwa hasil dari metode

yang digunakan adalah *value stream mapping* (VSM) yang dimana merupakan suatu kegiatan untuk dapat memudahkan proses implementasi *lean* dengan cara membantu mengidentifikasi tahapan-tahapan kategori *value added* di suatu aliran proses (*value stream*), dan mengeliminasi tahapan-tahapan kategori *non-value added*. Hasil penelitian dari analisis *current state value stream mapping* sebelum melakukan perbaikan berupa meminimalisir hal-hal yang tidak memberikan nilai tambah pada proses pembuatan roti mendapatkan nilai *process cycle efficiency* sebesar 33,03%, sedangkan pada analisis *expected future state value stream mapping* dilakukan upaya untuk meminimasi *waste* dan meningkatkan nilai *value added activity* dengan mendapatkan nilai *process cycle efficiency* yaitu sebesar 82,55% (Syafira, 2019).

Dari jurnal nasional dengan judul “Analisis Penerapan *Lean Manufacturing* dengan Metode VALSAT untuk Memaksimalkan Produktivitas pada Proses Operasi Crusher (Studi kasus di PT Semen Gresik Pabrik Rembang).” Oleh Zaenal Ma’ruf dkk, pada tahun 2021 menjelaskan bahwa hasil dari penyebaran kuesioner dengan hasil perhitungan *Waste Relationship Matrix* (WRM) yaitu nilai *from Inappropriate processing* memiliki persentase tertinggi yaitu sebesar 24,59 %, Sedangkan nilai *to waiting* memiliki persentase tertinggi yaitu sebesar 22,13%. Tahap selanjutnya adalah *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ) untuk menentukan *waste* yang paling berpengaruh terhadap proses produksi. Hasil WAQ didapatkan *waste* dengan peringkat dua terbesar, yaitu *waiting* dengan persentase 24,42% , *motion* dengan persentase 17,22 %. Dari hasil WRM dan WAQ akan dikalikan dengan faktor pengendali yang ada pada tabel *Value stream Analysis Tools* (VALSAT). Selanjutnya dilakukan analisa VALSAT untuk mendapatkan tools yang tepat dan dilakukan penyebab masalah asal dengan *diagram fishbone*. Pada tahap *improve* penerapan *tools* yang terpilih dari tabel valsat yaitu *Process Activity Mapping* (PAM). Setelah dilakukan pembuatan PAM, maka didapat waktu aktivitas yang tidak bernilai tambah (NVA) sebesar 630 menit / 3 shift dengan menghasilkan jumlah tonase produksi sebesar 13.125 ton. Setelah adanya usulan perbaikan yaitu Penambahan peralatan penunjang dan jumlah operator, mencegah penumpukan material antar transport dengan pemasangan blaster udara, penerapan

Total Productive Maintenance (TPM). Dari hasil perbaikan tersebut menghasilkan waktu NVA sebesar 138 menit / 3 shift dengan jumlah tonase sebesar 25.425 ton (Zaenal Ma'ruf et al., 2021).

Dari jurnal nasional dengan judul “Usulan Meminimasi *Waste* Pada Proses Produksi Dengan Konsep *Lean Manufacturing* di CV.X.” Oleh Hadi Soenaryo dkk, Pada tahun 2015 menjelaskan bahwa Perusahaan mengalami beberapa pemborosan yang dapat mempengaruhi lambatnya jalur kegiatan produksi. Penggunaan konsep *Lean Manufacturing* dapat mengatasi permasalahan untuk mengurangi pemborosan. Penggunaan *Value Stream Mapping* sebagai alat pada konsep *lean manufacturing* ini dapat memberikan gambaran berupa aliran informasi mengenai proses produksi dan material sebagai dasar untuk melakukan identifikasi *waste*. *Waste* yang terjadi pada proses produksi *Stay A R-L Fender RR* adalah *transportation, motion, process, dan inventory*. Analisis yang dilakukan adalah didasarkan pada perbandingan waktu *cycle time vs takt time*, metode *5 Why* dan *5W-1H*. Berdasarkan hasil analisis dikembangkan usulan perbaikan yaitu antara lain, pengaturan tata letak mesin, penambahan operator, dan memperbaiki jalur transportasi. Usulan penelitian dapat mengurangi waktu siklus sebanyak 5,492 detik (Soenaryo et al., 2015).

Dari tugas akhir dengan judul “Usulan Penerapan *Lean Manufacturing* dengan menggunakan metode VSM,WAM,VALSAT dan RCA Untuk mereduksi *Waste* di Lini Produksi (Studi Kasus: PT. Maju Jaya Sarana Grafika) .” Oleh Hriyanto Arif dkk, Pada tahun 2020 menjelaskan bahwa perusahaan mengalami permasalahan pada bagian produksi yaitu adanya kegiatan yang tidak bernilai tambah yang masuk dalam kategori *waste*. Pemborosan tersebut terjadi karena adanya proses dari manual *blancking* yang mengakibatkan *bottleneck*, adanya penumpukan *WIP* dan lamanya waktu menunggu di beberapa proses. Metode yang digunakan adalah VSM,WAM,VALSAT dan RCA dengan tujuan yaitu untuk mengurangi pemborosan yang terjadi pada lini produksi. Diketahui pada pembuatan VSM didapat bahwa jumlah VA 39.10 %, NVA 52.07% dan NNVA 8.83%. kemudian hasil dari kuiseoner dari WAM diperoleh rank *waste* yang paling dominan yaitu *defect* dengan presentase 23.54%, selanjutnya yaitu melakukan

identifikasi menggunakan tools VALSAT didapat bahwa *tools* yang terpilih adalah tools PAM kemudian dilakukan perbaikan dengan menerapkan beberapa usulan perbaikan yaitu dengan memperbaiki system *sift* kerja, penerapan lintasan kerja (*line balancing*), perbaikan perawatan mesin dan re-layout pada bagian produksi serta penambahan satu unit *lift* (Hariyanto et al., 2020).



Tabel 2. 1 Tinjauan Pustaka

No	Penulis	Judul	Sumber	Permasalahan	Metode	Tujuan Penelitian	Hasil
1	(Rawabdeh, 2005).	<i>A model for the assessment of waste in job shop environments.</i>	Jurnal Industrial Engineering Department, University of Jordan, Amman, Jordan. Vol. 25 No. 8, Tahun 2005.	Terjadinya 7 pemborosan (<i>waste</i>) yang saling berkaitan dan memiliki hubungan (produksi berlebih; pemrosesan; inventaris; mengangkut; memproduksi cacat; waktu menunggu; dan gerakan limbah).	WAM yang terdiri dari WRM dan WAQ.	Untuk menyelidiki pemborosan di lingkungan bengkel kerja dan mengusulkan sebuah metode penilaian yang ditujukan untuk membantu perusahaan mengidentifikasi akar penyebab pemborosan.	Kesederhanaan matriks dan kelengkapan kuesioner dalam mengidentifikasi hubungan antar pemborosan menghasilkan pemborosan yang paling dominan yaitu berdasarkan rank level presentase. Yang berkontribusi pada pencapaian hasil yang akurat dalam mengidentifikasi akar penyebab pemborosan (<i>waste</i>).
2	(Raka. W et al., 2021).	Penerapan <i>Green Manufacturing</i> pada IKM Dadi Mulyo.	Jurnal Teknik Industri, Universitas Islam Sultan Agung Semarang, Vol.05, No. 01, Tahun 2021.	IKM Dadi Mulyo menghasilkan limbah serbuk gergaji kayu kurang lebih 400 kg/hari yang apabila dibiarkan berhari-hari akan menjadi semakin menumpuk, mencemari lingkungan perusahaan dan lingkungan sekitar,	<i>Value Stream Mapping</i> (VSM).	Melakukan terhadap <i>waste</i> analisis guna mengurangi pemborosan dan meningkatkan nilai tambah.	penerapan <i>Green Manufacturing</i> mampu mengurangi pemborosan dan meningkatkan nilai tambah sebesar 50%. Sehingga peningkatan nilai tambah berpotensi untuk meningkatkan kesejahteraan karyawan.

No	Penulis	Judul	Sumber	Permasalahan	Metode	Tujuan Penelitian	Hasil
3	(Hines & Rich, 1997).	<i>The seven value stream mapping tools.</i>	International Journal of Operations & Production Management, Ukraina. Vol. 17 Iss 1 pp. 46 – 64 Tahun 1997 .	Terdapat adanya <i>waste</i> dan <i>kegiatan non value add</i> (NVA) dalam kegiatan produksi yang dapat menyebabkan penurunan kualitas produk. langkah pemecahan pada <i>tools</i> VALSAT dalam proses identifikasi <i>waste</i> ,	VALSAT dan diagram <i>fishbone</i> .	untuk memperluas <i>lean thinking</i> pada kelompok perusahaan tertentu. Perbaikan khusus yang telah dilakukan pengetahuan yang lebih baik tentang <i>customer requirements</i> , reaksi yang lebih cepat, meningkatkan <i>delivery performance</i> , mengurangi <i>time to market</i> dari produk baru,	Perbaikan khusus yang telah dilakukan pengetahuan yang lebih baik tentang <i>customer requirements</i> , reaksi yang lebih cepat, meningkatkan <i>delivery performance</i> , mengurangi <i>time to market</i> dari produk baru.
4	(Goriwondo et al., 2011) .	<i>Use Of The Value Stream Mapping Tool For Waste Reduction In Manufacturing. Case Study For Bread Manufacturing In Zimbabwe.</i>	Jurnal National university of science and thecnology, Bulowayo, Zimbabwe, P.O. Box AC 939, Tahun 2011.	Perusahaan mengalami tekanan persaingan yang kuat karena globalisasi sehingga mereka tidak bisa mampu beroperasi dengan <i>waste</i> dalam proses mereka.	VSM (<i>Value stream mapping</i>).	Untuk mengurangi kemungkinan terjadinya <i>waste</i> pada produksi roti manufaktur untuk sebuah perusahaan di zimbabwe.	Penurunan presentase cacat sebesar 20%, inventaris yang tidak perlu sebesar 18% dan gerakan sebesar 37%. Ini menggabungkan hubungan <i>waste</i> peringkat dan pentingnya komitmen manajemen dalam pengurangan <i>waste</i> .

No	Penulis	Judul	Sumber	Permasalahan	Metode	Tujuan Penelitian	Hasil
5	(Krisnanti & Garside, 2022).	Penerapan <i>Lean Manufacturing</i> Untuk meminimasi <i>Waste</i> Percetakan Bok.	Jurnal Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Malang, Vol 8 No 2, Tahun 2022.	Terdapat adanya <i>defect</i> pada setiap proses, penumpukan produk setengah jadi dan waktu perpindahan Material yang lama.	WAM yang terdiri dari (WRM dan WAQ) dan FMEA.	Meminimalisi waste yang terjadi di lantai produksi CV. XYZ dengan menerapkan <i>lean manufacturing</i> .	Usulan perbaikan untuk meminimasi <i>waste</i> berdasarkan presentasi WAM dan <i>score</i> tertinggi dari RPN dari Metode FMEA.
6	(Khannan & Haryono, 2017).	Analisa Penerapan <i>Lean Manufacturing</i> Untuk Menghilangkan Pemborosan di Lini Produksi PT. Adi Satria Abadi	Jurnal Teknik Industri Universitas Pembangunan Nasional Yogyakarta dan Universitas Sarjanawiyata tamansiswa Yogyakarta, Vol 4 No 1, Tahun 2015.	Pencapaian produktifitas perusahaan PT. Adi Satria Abadi kurang optimal disebabkan karena masih banyaknya pemborosan, Langkah penelitian ini adalah memetakan proses produksi	VSM dan WAM yang terdiri dari (WRM dan WAQ).	Mengidentifikasi proses yang mengandung pemborosan tinggi sehingga pemborosan yang ada dapat dihilangkan.	Penurunan <i>lead time</i> dan peningkatan pada <i>troughput</i> produksi.

No	Penulis	Judul	Sumber	Permasalahan	Metode	Tujuan Penelitian	Hasil
7	(Alfiansyah & Kurniati, 2018).	Identifikasi <i>Waste</i> dengan <i>Metode Waste Assessment</i> model Dalam Penerapan <i>Lean Manufacturing</i> Untuk Perbaikan Proses Produksi	Jurnal Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh November (ITS), Vol. 7, No. 1 tahun (2018).	Dalam proses produksi masih ditemukan adanya indikasi <i>waste</i> yang menyebabkan menurunnya efisiensi dan efektivitas kegiatan produksi.	OPC ,VSM, WAM dan FMEA.	Untuk mengeliminasi <i>waste</i> pada proses produksi sarung tangan di PT. X dengan Implementasi metode <i>Lean Manufacturing</i> .	3 alternatif perbaikan berdasarkan <i>score</i> tertinggi dari RPN metode FMEA yaitu pengurangan terhadap <i>defect</i> dan perbaikan di <i>system</i> manajemen dan produksi.
8	(Hidayat et al., 2014).	Penerapan <i>Lean Manufacturing</i> Menggunakan Metode VSM dan FMEA untuk Mengurangi <i>Waste</i> Pada Produk <i>Plywood</i> .	Jurnal Teknik Industri, Universitas Brawijaya. Vol. 5, Tahun 2014.	Pada proses produksi di perusahaan masih masih ditemukan beberapa <i>waste</i> .	VSM dan FMEA.	Untuk mengidentifikasi dan meminimasi <i>waste</i> Pada proses produksi di perusahaan.	Rekomendasi yang diberikan yaitu berdasarkan nilai RPN tertinggi dari metode FMEA khususnya pada <i>waste</i> yang teridentifikasi khususnya memmberikan desain alat material handling yang lebih tepat dan ergonomis, melakukan kegiatan maintenance sertamelakukan penambahan jumlah mesin pada mesin <i>dryer</i> .

No	Penulis	Judul	Sumber	Permasalahan	Metode	Tujuan Penelitian	Hasil
9	(Syafira, 2019).	Analisa <i>Lean Manufacturing</i> Untuk Mengurangi <i>Waste</i> Di Toko Rotte Pekanbaru.	Penelitian tugas akhir Jurusan Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sultan Syarif Kasim Riau, Jl. HR.Soebrantas No.155 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru 28293.	Dalam proses produksi roti masih sering mengalami hambatan ataupun aktivitas-aktivitas yang tidak memberikan nilai tambahan untuk perusahaan mengalami naik turunnya proses produksi akibat banyaknya permintaan konsumen sehingga rata-rata setiap bulannya sering terjadinya <i>waste</i> .	WAM yang terdiri dari (WRM dan WAQ).	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan meminimalisir <i>waste</i> di toko roti ini.	Melakukan perbaikan berupa meminimalisir hal-hal yang tidak memberikan nilai tambah pada proses pembuatan roti mendapatkan nilai <i>process cycle efficiency</i> sebesar 33,03%, sedangkan pada analisis <i>expected future state value stream mapping</i> dilakukan upaya meminimasi <i>waste</i> dan meningkatkan nilai <i>value added activity</i> dengan mendapatkan nilai <i>process cycle efficiency</i> sebesar 82,55%.

No	Penulis	Judul	Sumber	Permasalahan	Metode	Tujuan Penelitian	Hasil
10	(Zaenal Ma'rif et al., 2021).	Analisis Penerapan <i>Lean Manufacturing</i> dengan Metode VALSAT untuk Memaksimalkan Produktivitas pada Proses Operasi Crusher.	Jurnal Teknik Industri, Universitas Islam Sultan Agung Semarang, Vol. 5, Tahun 2021.	Pada proses operasi crusher tingkat pencapaian produksi masih dibawah target yaitu sekitar 50,32 % dari target produksi.	WAM yang terdiri dari (WRM dan WAQ), VALSAT dan diagram <i>fishbone</i> .	Untuk mengefisiensi sistem dengan meminimasi pemborosan (<i>waste</i>)	Waktu aktivitas yang tidak bernilai tambah (NVA) dengan menghasilkan jumlah <i>tonase</i> produksi Setelah adanya usulan perbaikan yaitu Penambahan peralatan penunjang dan jumlah operator.
11	(Soenaryo et al., 2015).	Usulan meminimasi <i>waste</i> pada proses produksi dengan konsep <i>lean manufacturing</i> di CV.X.	Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung, N0.2, Vol. 3, Tahun 2015.	Perusahaan mengalami beberapa pemborosan yang mempengaruhi lambatnya jalur produksi. Penggunaan	VSM dan 5 <i>why</i> .	Untuk mengidentifikasi aliran informasi mengenai proses produksi dan material sebagai dasar untuk melakukan identifikasi <i>waste</i> .	Rekomendasi perbaikan yaitu pengaturan tata letak mesin, penambahan operator, dan memperbaiki jalur transportasi. Usulan penelitian dapat mengurangi waktu siklus sebanyak 5,492 detik.

No	Penulis	Judul	Sumber	Permasalahan	Metode	Tujuan Penelitian	Hasil
12	(Hariyanto et al., 2020).	Usulan Penerapan <i>Lean Manufacturing</i> dengan menggunakan metode VSM,WAM,VALSAT dan RCA Untuk mereduksi <i>Waste</i> di Lini Produksi (Studi Kasus: PT. Maju Jaya Sarana Grafika).	Penelitian tugas akhir Teknik industri, universitas islam sultan agung semarang Tahun 2020.	<i>Perusahaan mengalami permasalahan pada bagian produksi yaitu adanya kegiatan yang tidak bernilai tambah yang masuk dalam kategori waste.</i>	VSM, WAM, VALSAT dan RCA.	Untuk mengurangi pemborosan yang terjadi pada lini produksi.	Perbaikan dengan menerapkan beberapa usulan perbaikan yaitu dengan memperbaiki system <i>sift</i> kerja, penerapan lintasan kerja (<i>line balancing</i>), perbaikan perawatan mesin dan re-layout pada bagian produksi serta penambahan satu unit <i>lift</i> .

Berdasarkan penelitian terdahulu terdapat beberapa metode yang digunakan dalam penerapan *lean manufacturing* antara lain yaitu *Value Stream Mapping* (VSM), *Waste Assesment Model* (WAM), *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) dan *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA) . Dari beberapa metode tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan dapat dilihat pada **tabel 2.2** dibawah ini :

Tabel 2. 2 Kelebihan Dan Kekurangan Metode Yang Digunakan

Metode	Kelebihan	Kekurangan
VSM	<ul style="list-style-type: none"> - Mengetahui proses bisnis secara menyeluruh. - Dapat menggambarkan aliran proses berupa aliran informasi dan material. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aliran material hanya ada satu produk atau satu tipe produk saja dalam penggambaran VSM.
WAM	<ul style="list-style-type: none"> - Dapat menggambarkan hubungan antar pemborosan. - Dapat mengetahui pemborosan yang paling dominan. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tidak dapat menggambarkan aliran proses berupa aliran informasi dan material pada suatu proses.
VALSAT	<ul style="list-style-type: none"> - Memiliki banyak <i>tools</i> yang dapat digunakan (PAM, SCRM, PVF, QFM, DAM, DPA, PS) - Dapat mengetahui aliran informasi. 	<ul style="list-style-type: none"> - Proses perhitungan yang rumit dikarenakan bobot dari matrix VALSAT didapat dari hasil rekapitulasi bobot tiap pemborosan pada perhitungan WAM , sehingga membutuhkan waktu yang lama.
FMEA	<ul style="list-style-type: none"> - Dapat mengetahui potensi penyebab yang ditimbulkan dari adanya suatu kegagalan atau bahaya. 	<ul style="list-style-type: none"> - Membutuhkan waktu yang lama dan pengetahuan yang mendalam dalam memasukkan faktor yang menyebabkan terjadinya kegagalan.

Setelah memahami dan mempelajari permasalahan yang ada di perusahaan serta membandingkan beberapa metode yang ada maka penulis menggunakan metode VSM, WAM. VALSAT, FMEA yang diharapkan dapat mengatasi permasalahan di CV. Treewood Abadi Grup saat ini.

2.3 Landasan Teori

Berikut ini merupakan landasan teori yang digunakan dalam penelitian ini yang diperoleh dari studi literatur yaitu melalui jurnal, buku maupun situs-situs yang ada di *websaite* internet.

2.2.1 Konsep Lean

Konsep *lean* ini pada dasarnya merupakan konsep dari perampingan atau efisiensi. Konsep ini juga dapat diterapkan pada perusahaan manufaktur atau pun pada bidang jasa. Konsep *lean thinking* dimunculkan oleh sistem produksi dari Toyota di Jepang. *Lean* dijalankan oleh Taichi Ohno dan Sensei Shigeo Shingo dimana implementasi dari konsep ini didasarkan pada 5 prinsip utama. Menurut (Syafira, 2019) dalam (Syawalluddin, 2014) :

1. *Specify value* yaitu menentukan nilai suatu produk yang dilihat dari sudut pandang konsumen bukan dari sudut pandang perusahaan.
2. *Identify whole value stream* yaitu mengidentifikasi tahapan yang diperlukan, mulai dari proses desain, pemesanan, dan pembuatan produk berdasarkan keseluruhan *value stream* untuk menemukan pemborosan yang tidak memiliki nilai tambah (*non value adding waste*).
3. *Flow* yaitu melakukan aktivitas yang menciptakan nilai tanpa adanya gangguan, proses rework, aliran balik, aktivitas menunggu (*waiting*) ataupun sisa produksi.
4. *Pulled* yaitu mengetahui aktivitas-aktivitas penting yang digunakan untuk membuat apa yang diinginkan oleh konsumen.

Perfection yaitu berusaha mencapai kesempurnaan dengan menghilangkan *waste* (pemborosan) secara bertahap dan berkelanjutan. Dalam pemikiran *lean thinking* ialah berusaha untuk menghilangkan *waste* (pemborosan) baik pada perusahaan atau pun antar perusahaan.

2.2.2 Prinsip Dasar *Lean Manufacturing*

Lean Manufacturing merupakan suatu kegiatan produksi yang terfokus pada pengurangan dari pemborosan di semua aspek kegiatan produksi perusahaan. Perusahaan Toyota hingga saat ini masih menjadi arahan yang terbaik untuk

mempelajari bagaimana prinsip dan penerapan dari sistem yang ramping. Karena berbagai macam metode penghilangan pemborosan muncul dari perusahaan Toyota tersebut. Pengurangan atau penghilangan pemborosan merupakan prinsip dasar dari proses *lean manufacturing*. *Lean manufacturing* memiliki 3 prinsip dasar yang diterapkan dalam produksi untuk mencapai tujuan operasional bisnis antara lain (Syafira, 2019) dalam (Ristyowati et al., 2017) :

1. Prinsip Mendefinisikan Nilai Produk (*Define Value*)

Pendefinisian nilai produk dilakukan dengan mengacu pada pandangan dan pendapat para pelanggan (*Voice of Customer*) melalui kerangka QCDS dan PME (*Productivity, Motivation dan Environment*). Pendefinisian nilai produk dimulai dengan membuat pemetaan aliran nilai (*Value Stream Mapping*). Tujuannya adalah mengidentifikasi *value* yang ada pada seluruh aliran proses, dimulai dari pemasok hingga pelanggan. Hasil identifikasi pengetahuan mengenai titik-titik pada proses yang tidak memberikan nilai tambah kepada pelanggan.

2. Prinsip Menghilangkan Pemborosan (*Waste Elimination*)

Pemborosan dalam konsep *Lean Manufacturing* adalah semua aktifitas yang tidak memberi nilai tambah (*non value added*) pada produk yang dapat menyebabkan kepuasan pelanggan. Jadi, semua aktifitas dianggap sebagai *waste* jika tidak memberikan nilai atau kontribusi untuk peningkatan kualitas produk di mata pelanggan.

3. Prinsip Mengutamakan Karyawan (*Support the Employee*)

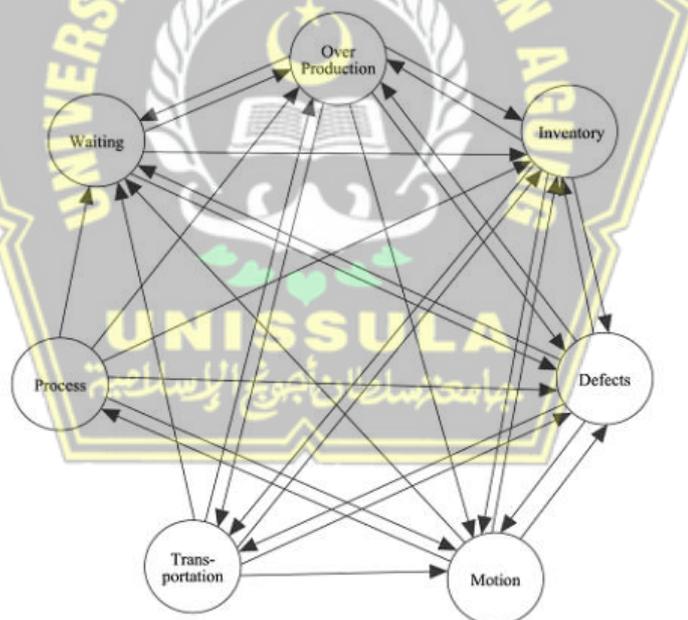
Penerapan *Lean Manufacturing* dilakukan oleh pekerja di semua tingkatan dalam organisasi. Oleh sebab itu, perusahaan harus mendukung pekerja dengan memberikan pendidikan dan pelatihan yang memadai untuk memahami *Lean Manufacturing*, dari metode hingga perkakasnyanya. Operasional harian untuk proyek *Lean Manufacturing* pada perusahaan sepenuhnya adalah berada ditangan pekerja oleh sebab itu diperlukan pengetahuan yang memadai untuk menjalankannya dengan baik.

2.2.3 Waste Assessment Model (WAM)

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

2.2.3.1 Seven Waste Relationship

Menurut Rawabdeh (2005) Hubungan antar *waste* bersifat inter-dependen (saling bergantung), dan memiliki pengaruh terhadap jenis *waste* lainnya. Maka dari itu dikembangkan suatu kerangka kerja penilaian oleh Rawabdeh untuk mengetahui tingkat pengaruh *waste* terhadap *waste* lain yang dapat dilihat pada **gambar 2.1** dibawah ini :



Gambar 2. 1 Hubungan *Seven Waste*

Sumber : (Rawabdeh, 2005)

Tujuh *waste* dapat dikelompokkan kedalam 3 kategori utama yang dikaitkan terhadap *man*, *machine*, dan *material*. Kategori *man* berisi konsep *motion*, *waiting*, dan *overproduction*. Kategori *machine* meliputi *overproduction waste*, sedangkan kategori *material* meliputi *transportation*, *inventory*, dan *defect*. Untuk menghitung

kekuatan dari *waste relationship* dikembangkan suatu pengukuran dengan kuisisioner. **Tabel 2.3** memperlihatkan kriteria pengukuran yang berupa enam pertanyaan dengan tiap jawaban memiliki rentang bobot 0 sampai 4.

Tabel 2. 3 Kuesioner Kriteria untuk Pembobotan Kekuatan *Waste Relationship*

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1	Apakah <i>i</i> menghasilkan <i>j</i> .	a. Selalu	= 4
		b. Kadang-kadang	= 2
		c. Jarang	= 0
2	Bagaimana jenis hubungan antara <i>i</i> dan <i>j</i> .	a. Jika <i>i</i> naik maka <i>j</i> naik	= 2
		b. jika <i>i</i> naik maka <i>j</i> tetap	= 1
		c. tidak tertentu tergantung keadaan	= 0
3	Dampak terhadap <i>j</i> karena <i>i</i> ,	a. Tampak secara langsung	= 4
		b. Butuh waktu untuk muncul	= 2
		c. Tidak sering muncul	= 0
4	Menghilangkan dampak <i>i</i> terhadap <i>j</i> dapat dicapai dengan cara...	a. Metode engineering	= 2
		b. Sederhana dan langsung	= 1
		c. solusi instruksional	= 0
5	Dampak <i>i</i> terhadap <i>j</i> terutama mempengaruhi...	a. Kualitas produk	= 1
		b. Produktivitas sumber daya	= 1
		c. Lead time	= 1
		d. kualitas dan produktivitas	= 2
		e. Kualitas dan lead time	= 2
		f. Produktifitas dan lead time	= 2
		g. Kualitas, Produktifitas dan lead time	= 4
6	Sebesar apa dampak <i>i</i> terhadap <i>j</i> akan meningkatkan <i>lead time</i> .	a. Sangat tinggi	= 4
		b. Sedang	= 2
		c. Rendah	= 0

Sumber : (Rawabdeh, 2005)

Penjelasan keterkaitan antar *waste* dapat dilihat pada Hasil pembobotan dihitung dalam tabulasi dengan contoh pada **tabel 2.4** sebagai berikut :

Tabel 2. 4 Contoh Tabulasi Perhitungan Hubungan Antar *Waste*

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

Sumber : (Rawabdeh, 2005)

Berdasarkan hasil penjumlahan dari enam pertanyaan yang diajukan pada masing-masing hubungan *waste* maka didapatkan skor hubungan antar *waste* yang selanjutnya dikonversikan ke dalam simbol Huruf WRM pada **tabel 2.5**.

Tabel 2. 5 Konversi Rentang Skor ke Simbol Huruf WRM

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

Sumber : (Rawabdeh, 2005)

Keterangan :

- *Absolutely Necessary* (A) : Hubungan yang bersifat mutlak
- *Especially Important* (E) : Hubungan yang bersifat sangat penting
- *Important* (I) : Hubungan yang bersifat cukup penting
- *Ordinary Closeness* (O) : Hubungan yang bersifat biasa
- *Unimportant* (U) : Hubungan yang bersifat Tidak Penting

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

2.2.3.2 Waste Relationship Matrix (WRM)

Waste Relationship Matrix (WRM) merupakan matrix yang digunakan untuk menganalisa kriteria pengukuran. Baris pada matrix menunjukkan efek suatu *waste* tertentu terhadap enam *waste* lainnya, sedangkan kolom pada matrix menunjukkan menunjukkan *waste* yang dipengaruhi oleh *waste* lainnya. Diagonal dari matrix ditempatkan dengan nilai *relationship* tertinggi, dan secara *default*, tiap jenis *waste* akan memiliki hubungan pokok dengan *waste* itu sendiri. *Waste matrix* menggambarkan hubungan nyata diantara jenis-jenis *waste*. WRM dapat dilihat pada **tabel 2.6**.

Tabel 2. 6 Contoh *Waste Relationship Matrix*

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

Sumber : (Rawabdeh, 2005)

Pembobotan dari tiap baris dan kolom dari WRM ditotal untuk melihat skor yang menggambarkan efek atau pengaruh dari satu *waste* terhadap *waste* lain. Skor ini dikonversikan kedalam bentuk persentase untuk lebih menyederhanakan matrix. Berikut diilustrasikan pada **tabel 2.7**.

Tabel 2. 7 *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	100

Sumber : (Rawabdeh, 2005)

2.2.3.3 Waste Assessment Questionnaire (WAQ)

Waste Assessment Questionnaire dibuat untuk mengidentifikasi dan mengalokasikan *waste* yang terjadi pada lini produksi (Rawabdeh, 2005). Kuisisioner *assessment* ini terdiri atas 68 pertanyaan yang berbeda, dimana kuisisioner ini dikenalkan untuk tujuan menentukan *waste*.

Tiap pertanyaan kuisisioner merepresentasikan suatu aktivitas, suatu kondisi atau suatu sifat yang mungkin menimbulkan suatu jenis *waste* tertentu. Beberapa pertanyaan ditandai dengan tulisan "From", maksudnya bahwa pertanyaan tersebut menjelaskan jenis *waste* yang ada saat ini yang dapat memicu munculnya jenis *waste* lainnya berdasarkan WRM. Pertanyaan lainnya ditandai dengan tulisan "To", maksudnya pertanyaan tersebut menjelaskan tiap jenis *waste* yang ada saat ini bisa

terjadi karena dipengaruhi jenis *waste* lainnya. Tiap pertanyaan yang ada memiliki tiga pilihan jawaban dan masing-masing jawaban diberi bobot 1, 0,5 atau 0. Pertanyaan-pertanyaan kuisisioner dikategorikan kedalam empat kelompok yaitu *man*, *machine*, *material* dan *method* dimana tiap pertanyaan berhubungan antara satu kategori dengan kategori lainnya.

Peringkat akhir dari *waste* tergantung pada kombinasi dari jawaban, karena dari hasil kuisisioner nanti akan diproses dengan suatu algoritma yang terdiri dari beberapa langkah yang telah dikembangkan untuk menilai dan meranking *waste* yang ada. Ada 8 tahapan perhitungan skor *waste* untuk mencapai hasil akhir berupa ranking dari *waste*.

1. Mengelompokkan dan menghitung jumlah pertanyaan kuisisioner berdasarkan catatan "From" dan "To" untuk tiap jenis *waste*.
2. Memasukkan bobot dari tiap pertanyaan berdasarkan *waste relationship matrix*. Tabel 2 memperlihatkan contoh dari pemberian bobot awal berdasarkan WRM.
3. Menghilangkan efek dari variasi jumlah pertanyaan untuk tiap jenis pertanyaan dengan membagi tiap bobot dalam satu baris dengan jumlah pertanyaan yang dikelompokkan (N_i).
4. Menghitung jumlah skor dari tiap kolom jenis *waste*, dan frekuensi (F_j) dari munculnya nilai pada tiap kolom *waste* dengan mengabaikan nilai 0 (nol).

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

5. Memasukkan nilai dari hasil kuisisioner (1, 0,5, atau 0) kedalam tiap bobot nilai di tabel dengan cara mengalikannya (lihat tabel 5)
6. Menghitung total skor untuk tiap nilai bobot pada kolom *waste* dan frekuensi (f_j) untuk nilai bobot pada kolom *waste* dengan mengabaikan nilai 0 (nol). Dengan persamaan:

$$\sum_{k=1}^k X_k x \frac{W_{j,k}}{N_i} \text{ untuk tiap tipe tipe dari waste } j \quad (2)$$

Dimana s_j adalah total untuk nilai bobot *waste*, dan X_k adalah nilai dari jawaban tiap pertanyaan kuisisioner (1, 0,5, atau 0)

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

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

8. Menghitung nilai final *waste factor* ($Y_{j\text{final}}$) dengan memasukkan faktor probabilitas pengaruh antar jenis *waste* (P_j) berdasarkan total “From” dan “To” pada WRM. Kemudian mempersentasekan bentuk final *waste factor* yang diperoleh sehingga bias diketahui peringkat level dari masing-masing *waste*.

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

2.2.4 Value Stream Mapping (VSM)

Value stream mapping (VSM) adalah *tools* yang digunakan untuk mempermudah mencari akar permasalahan pada proses dengan mengidentifikasi aktivitas *value added* dan *non-value added* pada industri manufaktur (Mutiarra, 2018) dalam (McWilliams & Tetteh, 2008). Selain itu, di lapangan sering kali dijumpai dimana terdapat aktivitas-aktivitas yang sebenarnya tidak bernilai tambah namun diperlukan. VSM mencakup seperangkat semua aktivasi (nilai tambah/VA serta non-nilaitambah/NVA) yang penting untuk membawa produk melalui suatu aliran utama, dimulai dengan bahan baku, dan berakhir dengan pelanggan. Pada VSM terdapat 3 Kategori aktivitas yang dipetakan yaitu:

a. *Value Added activities* (VA)

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

b. *Non Value Added activities* (NVA)

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

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

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

Value Stream Mapping (VSM) dapat menunjukkan kesalahan pada suatu gambaran kondisi sistem saat ini (*current state*) yang kemudian dapat dievaluasi untuk memperbaiki kondisi yang lebih ideal pada masa yang akan datang (*future state*). *Value stream mapping* juga merupakan suatu alat pemetaan untuk menginterpretasikan jaringan *supply chain*. Kualitas, biaya dan *lead time* merupakan indikator *performance* atau indeks.

pengukuran dari VSM yang diuraikan sebagai berikut:

1. *First Time Through* (FIT): persentase unit yang sempurna atau sesuai terhadap standart kualitas yang telah ditentukan pada saat awal proses.
2. *Dock To Dock Time* (DTD): waktu antara unloading raw material dan selesainya produk jadi untuk siap dikirim.
3. *Overall Equipment Effectiveness* (OEE): mengukur ketersediaan, efisiensi dan kualitas dari suatu peralatan mesin.

4. *Build To Schedule* (BTS): pembuatan penjadwalan untuk melihat eksekusi rencana pembuatan produk yang tepat pada waktu dan urutan yang benar.
5. Nilai rasio (*Value rate*): persentase aktivitas *value added* dari keseluruhan aktivitas.
6. Indikator lainnya:
 - T/T: *Takt Time* = *Available Time* / Volume Produksi
 - VA: waktu yang *value added*
 - NVA: waktu yang *non-value added* (termasuk *waste*)

Langkah-langkah VSM di buat dan dibahas di bawah ini sebagai berikut :

1. Mendeskripsikan kebutuhan yang dipesan oleh konsumen.
2. Menggambarkan aliran proses informasi dari supplier ke konsumen.
3. Menggambarkan aliran informasi dan aliran fisik (material) yang dapat berupa tahapan-tahapan proses utama dalam perusahaan sesuai dengan ikon VSM.
4. Menautkan aliran informasi dan aliran fisik yang terjadi dengan anak panah yang dapat menggambarkan informasi aliran proses bisnis perusahaan, instruksi kerja antar departemen, dari dan untuk siapa informasi tersebut diperintahkan, dimana biasanya terjadi masalah dalam aliran material.
5. Melegkapi pemetaan aliran informasi dan aliran fisik dengan menambahkan informasi *available time*, *cycle time*, *changeover time*, *uptime*, *manpower*, *lead time*, jarak dll.

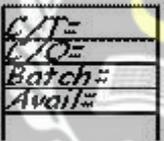
2.2.4.1 Simbol-simbol Dalam Value Stream Mapping (VSM)

Adapun simbol-simbol yang digunakan untuk membuat *value stream mapping* diantaranya dapat dilihat pada **tabel 2.8** sampai **tabel 2.11** sebagai berikut :

1. Simbol proses *Value Stream Mapping*

Simbol proses pada *value stream mapping* dapat dilihat pada **tabel 2.8** dibawah ini.

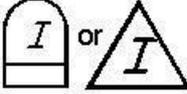
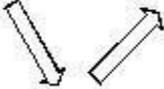
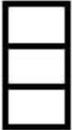
Tabel 2. 8 Simbol Proses *Value Stream Mapping*

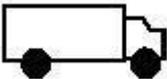
Nama	Simbol	Keterangan
<i>Customer/supplier</i>		Simbol ini melambangkan <i>supplier</i> jika diletakkan disebelah atas kiri pada VSM dan melambangkan <i>customer</i> jika diletakkan disebelah kanan atas pada VSM
<i>Dedicated Process Flow</i>		Simbol ini menunjukkan suatu proses, operasi, mesin atau departement yang dilalui oleh material
<i>Shared Process</i>		Simbol ini melambangkan proses operasi, departement, pusat kerja yang digunakan bersamadengan productfamily yang lain.
<i>Data Box</i>		Simbol ini digunakan untuk memberikan informasi atau data dibawah simbol yang membutuhkannya, data yang ada didalam simbol ini menyesuaikan dengan masalah yang diteliti
<i>Workcell</i>		Simbol ini digunakan untuk menunjukkan beberapa proses yang terintegrasi dalam sebuah workcell perusahaan, produk berpindah dari satu proses ke proses selanjutnya dalam batch yang kecil atau single pieces.

2. Simbol material *Value Stream Mapping*

Simbol material pada *value stream mapping* dapat dilihat pada **tabel 2.9** dibawah ini.

Tabel 2. 9 Simbol Material *Value Stream Mapping*

Nama	Simbol	Keterangan
<i>Inventory</i>		Simbol ini melambangkan inventori/persediaan yang ada diantaraproses. Simbol ini juga melambangkan penyimpanan material bahan baku dan produk jadi
<i>Shipments</i>		Simbol ini melambangkan perpindahan raw material dari <i>supplier</i> ke gudang bahan baku dan perpindahan dari gudang barang jadi ke pelanggan
<i>Push Arrow</i>		Simbol ini melambangkan arah material dari proses ke proses selanjutnya.
<i>Supermarket</i>		Simbol ini melambangkan inventori <i>supermarket</i> (kanban <i>Stockpoint</i>). Seperti <i>supermarket</i> , sebuah inventori kecil tersedia dari satu atau lebih <i>downstream customer</i> datang ke supermarket untuk mengambil apa yang diperlukan. <i>Upstream workcenter</i> kemudian
<i>FIFO Lane</i>		Simbol ini melambangkan inventori dengan sistem FIFO (<i>First-In-First-Out</i>), digunakan ketika proses-proses terhubung dengan sistem FIFO yang memiliki input terbatas
<i>Material Pull</i>		Simbol ini melambangkan penghubung <i>supermarket</i> ke proses <i>downstream</i>
<i>Safety Stock</i>		Simbol ini melambangkan <i>safety stock inventory</i> . Tujuannya untuk menghindari masalah <i>downstream</i> , melindungi sistem dari kegagalan serta fluktuasi permintaan <i>customer</i>

Nama	Simbol	Keterangan
<i>ExternalShipment</i>		Simbol ini melambangkan pengiriman dari <i>supplier</i> /pengiriman ke konsumen menggunakan transportasi eksternal

3. Simbol material *Value Stream Mapping* lainnya

Simbol material lainnya pada *value stream mapping* dapat dilihat pada **tabel 2.10** dibawah ini.

Tabel 2. 10 Simbol Material *Value Stream Mapping*

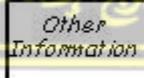
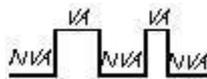
Nama	Simbol	Keterangan
<i>ProductionControl</i>		Simbol ini menggambarkan penjadwalan produksi yang berasal dari pusat departemen kontrol atau orang ataupun operasi
<i>Manual Information</i>		Simbol ini menggambarkan aliran informasi secara manual dalam bentuk laporan
<i>ElectronicInfo</i>		Simbol ini menggambarkan aliran informasi secara elektronik dalam bentuk lisan, telepon, ataupun internet
<i>WithdrawalKanban</i>		Simbol ini bermaksud untuk memerintahkan proses produksi, yang digunakan untuk menyediakan kebutuhan material ke proses <i>downstream</i> .
<i>MaterialPull</i>		Simbol ini menggambarkan kartu atau alat yang digunakan untuk mengintruksikan material <i>handler</i> untuk mengirim part dari supermarket ke proses
<i>Kanban Post</i>		Simbol ini digunakan ketika <i>level on hand</i> ditangan supermarket diantara dua proses berada di titik minimum. Simbol ini juga disebut <i>one-per-batch-kanban</i>

Nama	Simbol	Keterangan
<i>Safety Stock</i>		Simbol ini melambangkan lokasi/tempat dimana sinyal kanban diambil
<i>Sequenced Pull</i>		Simbol ini menggambarkan <i>pull system</i> yang memberikan intruksi kepada proses <i>sub-assembly</i> untuk memproduksi dan jumlah produk tanpa menggunakan supermarket

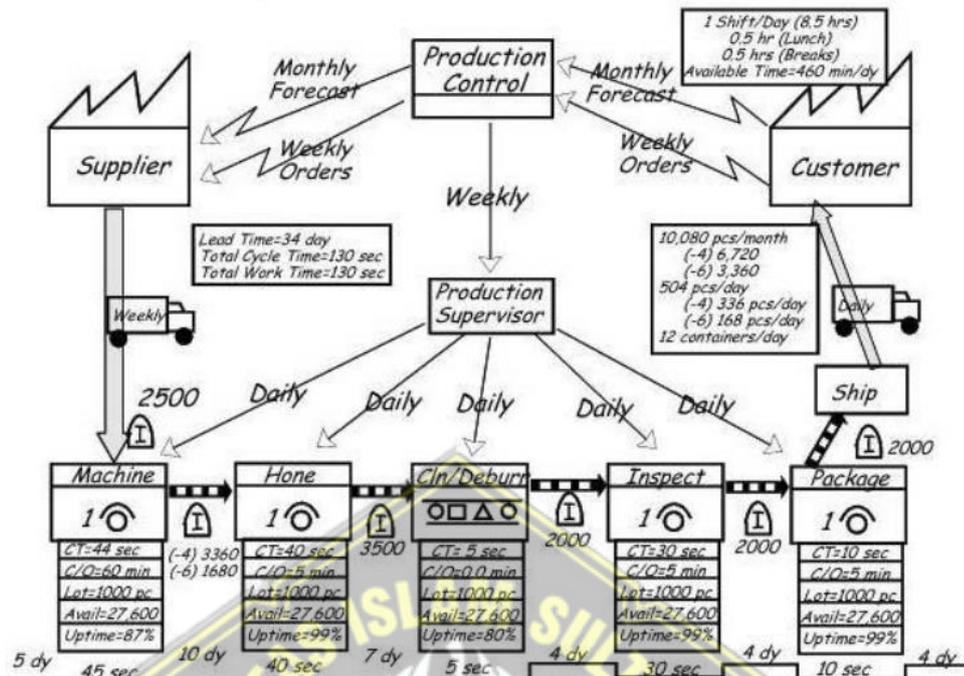
4. Simbol umum *Value Stream Mapping*

Simbol umum pada *value stream mapping* dapat dilihat pada **tabel 2.11** dibawah ini.

Tabel 2. 11 Simbol Umum Value Stream Mapping

Nama	Simbol	Keterangan
<i>Kaizen Burst</i>		Simbol ini digunakan untuk menandakan adanya kebutuhan perbaikan dan perencanaan <i>kaizen workshop</i> di area proses yang lebih efektif untuk memberikan kritikan dalam membentuk <i>future state map</i> VSM
<i>Operator</i>		Simbol menggambarkan jumlah operator yang dibutuhkan di proses produksi tertentu
<i>Other Stuff</i>		Simbol ini digunakan untuk tambahan informasi lain.
<i>Timeline</i>		Simbol ini melambangkan <i>value added times</i> (waktu siklus) dan <i>on value added</i> (waktu tunggu), serta digunakan untuk menghitung lead time/total waktu siklus.

Pada **gambar 2.2** berikut merupakan contoh dari pengambara *Value Stream Mapping* (VSM) :



Gambar 2. 2 Value Stream Mapping

2.2.5 Value Stream Mapping Analysis Tools (VALSAT)

Value stream analysis tools digunakan sebagai alat bantu untuk memetakan secara detail aliran nilai (*value stream*) yang berfokus pada *value adding process*. Detail *mapping* ini kemudian dapat digunakan untuk menemukan penyebab waste yang terjadi (Zaenal Ma'ruf et al., 2021).

Menurut Hines & Rich (1997) VALSAT merupakan suatu alat bantu pemetaan yang dikembangkan dan digunakan untuk mempermudah memahami bagaimana *value stream* yang terjadi dan memudahkan proses evaluasi dalam membuat rencana perbaikan terkait dengan *waste* yang terdapat di dalam *value stream*. VALSAT merupakan suatu pendekatan yang digunakan melakukan pemilihan tool yang tepat sesuai dengan bobot *waste* yang teridentifikasi melalui matrik VALSAT. Secara umum, ada 7 macam detail *mapping tools* yang digunakan yaitu :

1. Process Activity Mapping (PAM)

PAM merupakan sebuah *tools* yang digunakan untuk menggambarkan secara detail aliran proses produksi dari tiap-tiap aktivitas yang terdapat pada proses produksi tersebut. Konsep dasar *tools* ini adalah memetakan

setiap tahap aktivitas yang terjadi dimana aktivitas tersebut dikelompokkan kedalam beberapa aktivitas meliputi *operation, inspection, transport, storage dan delay* kemudian dikategorikan ke dalam tipe-tipe aktivitas yaitu *value added (VA) activities, necessary but non-value added (NNVA) activities*, dan *non value added (NVA)*. Pemetaan ini dilakukan bertujuan untuk membantu pemahaman terhadap aliran dan aktivitas proses, mengidentifikasi adanya pemborosan, mengidentifikasi apakah suatu proses dapat dirancang kembali sehingga menjadi lebih efisien.

2. *Supply Chain Response Matrix (SCRM)*

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

3. *Production Variety Funnel (PVF)*

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

4. *Quality Filter Mapping (QFM)*

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

5. *Demand Amplification Mapping (DAM)*

Demand amplification mapping merupakan *tools* yang digunakan untuk memvisualisasikan perubahan *demand* disepanjang *supply chain* pada

periode tertentu. Dari informasi pemetaan tersebut dapat digunakan dalam mengevaluasi dan pengambilan keputusan serta analisa lebih lanjut baik untuk mengantisipasi adanya perubahan permintaan, mengelola fluktuasi demand, serta evaluasi kebijakan inventory.

6. *Decision Point Analysis (DPA)*

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

7. *Physical Structure (PS)*

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

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

Tabel 2. 12 Matrik Pemilihan Tools VALSAT

Waste	Mapping Tool						
	Process Activity Mapping	Supply Chain Response Matrik	Production Variety Funnel	Quality Filter Mapping	Demand Amplification Mapping	Decision Point Analysis	Physical Structure
Overproduction	L	M		L	M	M	
Waiting	H	H	L		M	M	
Excessive Transportation	H						L
Innapropriate Processing	H		M	L		L	
Unnecessary Inventory	M	H	M		H	M	L
Unnecessary Motion	L	L					
Defect	L			H			
Note :							
H = High Correlation and Usefullness							
M = Medium Correlation and Usefullness							
L = Low Correlation and Usefullness							

Sumber : (Goriwondo et al., 2011)

Dimana :

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

Tabel 2. 13 Matrik seleksi untuk pemilihan VALSAT

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

Sumber : (Hines & Rich, 1997)

Kolom A berisi tujuh jenis *waste* yang biasanya terdapat pada perusahaan. Sedangkan kolom B berisi tujuh *tools* pada VALSAT. Sementara kolom C berisi bobot korelasi antara kolom A dengan kolom B. Selain itu kolom D berisi bobot dari tiap jenis *waste*. Kemudian masing-masing bobot pada kolom D dikalikan dengan bobot yang ada pada kolom C, setelah didapatkan hasilnya kemudian dijumlahkan dan ditempatkan pada kolom E dan hasil nilai yang tertinggi pada tujuh *tools* VALSAT adalah yang dipilih sebagai *tools* yang tepat untuk melakukan pemetaan atau proses identifikasi.

2.2.6 *Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)*

FMEA merupakan sebuah teknik yang digunakan untuk mencari, mengidentifikasi, dan menghilangkan kegagalan potensial, error, dan masalah yang diketahui dari sistem, desain, proses, atau jasa sebelum hal tersebut sampai ke konsumen (Puspitasari & Martanto, 2014). FMEA disini adalah proses untuk mendeteksi risiko yang teridentifikasi pada saat proses. Analisa dari evaluasi dapat dilakukan melalui dua cara. Pertama, menggunakan data historis seperti data mengenai produk atau jasa, complain pelanggan, dan beberapa informasi tersedia untuk mencari kegagalan. Kedua, melalui sistem statistik, model matematis, dan simulasi (Rahman, 2014).

2.2.6.1 RPN (*Risk Priority Number*)

RPN (*Risk Priority Number*) merupakan produk dari hasil perkalian tingkat keparahan, tingkat kejadian, dan tingkat deteksi. RPN menentukan prioritas dari kegagalan. RPN tidak memiliki nilai atau arti. Nilai tersebut digunakan untuk meranking kegagalan proses yang potensial. Dalam proses FMEA satu hal yang perlu diingat bahwa tujuannya adalah untuk mengurangi nilai RPN, tetapi dengan cara yang spesifik. Cara yang spesifik tersebut melalui pengurangan pada tingkat keparahan, tingkat kejadian, dan tingkat deteksi.

Nilai RPN dapat ditunjukkan dengan persamaan sebagai berikut (Rahman, 2014).

$$\text{RPN} = \text{Severity} \times \text{Occurrence} \times \text{Detection}$$

1. *Severity*

Severity adalah penilaian terhadap keseriusan dari efek yang ditimbulkan. Dalam arti setiap kegagalan yang timbul akan dinilai seberapa besarkah tingkat keseriusannya. Terdapat hubungan secara langsung antara efek dan *severity*. Sebagai contoh, apabila efek yang terjadi adalah efek yang kritis, maka nilai *severity* pun akan tinggi. Dengan demikian, apabila efek yang terjadi bukan merupakan efek yang kritis, maka nilai *severity* pun akan sangat rendah (Puspitasari & Martanto, 2014). Langkah pertama untuk menganalisa resiko, yaitu menghitung seberapa besar dampak atau intensitas kejadian mempengaruhi hasil akhir proses. Dampak tersebut di rating mulai nilai 1 sampai 10, dimana 10 merupakan dampak terburuk. Nilai ranking *severity* pada FMEA proses ditunjukkan pada **tabel 2.14**.

Tabel 2. 14 Nilai Ranging Severity

<i>Effect</i>	Kriteria	Ranking
<i>Hazardous without warning</i>	Kegagalan memberi efek mengganggu proses produksi secara total tanpa ada peringatan terlebih dahulu dan langsung menjadi <i>waste</i> .	10
<i>Hazardous with warning</i>	Kegagalan memberi efek mengganggu proses produksi secara total dengan perbaikan 25%-50% pada bagian produk.	9
<i>Very High</i>	Kegagalan memberi efek yang mengganggu yang tidak dapat diperbaiki pada proses produksi dengan perbaikan 10%-25% pada bagian produk.	8
<i>High</i>	Kegagalan memberi efek mengganggu 80%-50% dari kegiatan proses produksi dan menyebabkan sebagian produk tidak dapat dipakai.	7
<i>Moderate</i>	Kegagalan memberi efek mengganggu 50%-25% dari kegiatan proses produksi dan menyebabkan sebagian produk tidak dapat dipakai.	6
<i>Low</i>	Kegagalan memberi efek mengganggu 25%-10% dari kegiatan produksi dan menyebabkan 100% produk harus dikerjakan ulang.	5
<i>Very Low</i>	Kegagalan memberi efek major pada proses produksi.	4
<i>minor</i>	Kegagalan memberi efek minor pada proses produksi.	3
<i>Very minor</i>	Kegagalan memberi efek sangat kecil pada proses produksi.	2
<i>None</i>	Tidak ada efek	1

Sumber : (Hidayat et al., 2014)

2. Occurrence

Occurance adalah kemungkinan bahwa penyebab tersebut akan terjadi dan menghasilkan bentuk kegagalan selama masa penggunaan produk. *Occurance* merupakan nilai rating yang disesuaikan dengan frekuensi yang diperkirakan dan atau angka kumulatif dari kegagalan yang dapat terjadi (Puspitasari & Martanto, 2014). Apabila sudah ditentukan ranking pada proses *severity*, maka tahap selanjutnya adalah menentukan rating terhadap nilai *occurence*. *Occurrence* merupakan kemungkinan bahwa penyebab kegagalan akan terjadi dan menghasilkan bentuk kegagalan selama masa

produksi produk. Nilai ranking *Occurrence* pada FMEA proses ditunjukkan pada **tabel 2.15**.

Tabel 2. 15 Nilai Ranging occurrence

<i>Effect</i>	Kriteria	Frekuensi	Ranking
<i>Remote</i>	Kegagalan yang tidak mungkin terjadi	1 in 1.500.000	1
		1 in 150.000	2
<i>Low</i>	Kegagalan yang relatife sedikit	1 in 15.000	3
		1 in 2.000	4
<i>Moderate</i>	Kegagalan yang tesrjadi sesekali	1 in 400	5
		1 in 80	6
<i>High</i>	Kegagalan berulang	1 in 20	7
		1 in 8	8
<i>Very high</i>	Kegagalan yang sangat tinggi	1 in 3	9
		1 in 2	10

Sumber : (Hidayat et al., 2014)

3. *Detection*

Nilai *detection* diasosiasikan dengan pengendalian saat ini. *Detection* adalah pengukuran terhadap kemampuan mengendalikan atau mengontrol kegagalan yang dapat terjadi (Puspitasari & Martanto, 2014). *Risk* Standar skala ranking *detection* pada FMEA proses ditunjukkan pada **tabel 2.16**.

Tabel 2. 16 Nilai Ranging Detection

<i>Effect</i>	Kriteria	Ranking
<i>Almost certain</i>	Tentunya control saat ini akan mendeteksi kegagalan	1
<i>Very high</i>	Tingginya probabilitas saat ini akan mendeteksi kegagalan	2
<i>High</i>	Mungkin control saat ini akan mendekati kegagalan	3
<i>Moderate high</i>	Peluang tinggi untuk mendeteksi kegagalan	4
<i>Moderate</i>	Peluang sedang untuk mendeteksi kegagalan	5
<i>Low</i>	Peluang rendah untuk mendeteksi kegagalan	6
<i>Very low</i>	Kesempatan yang rendah untuk mendeteksi kegagalan	7
<i>Remote</i>	Sulit mendeteksi kegagalan	8
<i>Very Remote</i>	Sangat sulit untuk mendeteksi kegagalan	9
<i>Absolute uncertainly</i>	Tidak mungkin mendeteksi kegagalan	10

Sumber : (Hidayat et al., 2014)

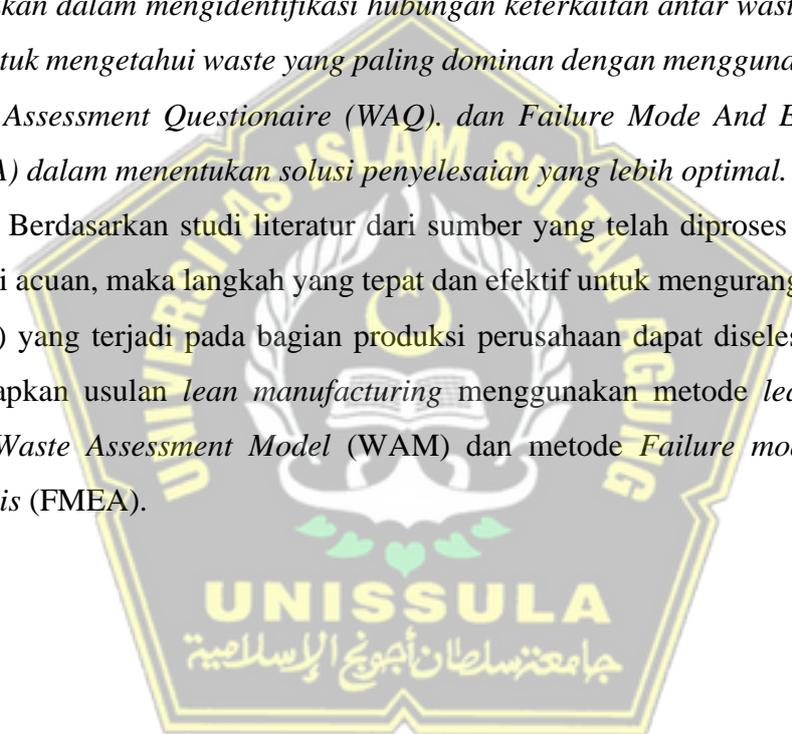
2.4 Hipotesa

CV. Treewood Abadi Grup merupakan perusahaan industri manufaktur yang bergerak dibidang *furniture* khususnya pembuatan *plywood* (papan tiruan). Alur proses produksi yang ada di CV. Treewood Abadi Grup dibagi menjadi beberapa stasiun kerja mulai proses pemilihan *veneer* hingga *packing*. Namun didalam proses produksinya masih ditemukan beberapa bentuk hambatan atau aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, hambatan tersebut termasuk kedalam bentuk pemborosan (*waste*), bentuk *waste* tersebut yaitu masih ditemukanya adanya *defect* pada saat proses produksi yang dikategorikan menjadi dua jenis *defect* yaitu *defect* kategori *rework* dan *defect* kategori *reject*. Selain itu akibat terjadinya *defect* tersebut mengakibatkan timbulnya bentuk pemborosan lain, yang dimana Permasalahan tersebut sangat menghambat proses produksi perusahaan. Oleh karena itu pemborosan tersebut harus dikurangi atau direduksi agar proses produksi berjalan dengan lancar.

Dijelaskan dari jurnal interenasional internasional dengan judul “*A model for the assessment of waste in job shop environments.*” Dari jurnal nasional dengan judul “Penerapan *Green Manufacturing* pada IKM Dadi Mulyo.” Dari jurnal internasional dengan judul “*The seven value stream mapping tools.*” Dari jurnal internasional dengan judul “*Use Of The Value Stream Mapping Tool For Waste Reduction In Manufacturing. Case Study For Bread Manufacturing In Zimbabwe.*” Dari jurnal nasional dengan judul “Penerapan *Lean Manufacturing* Untuk Meminimasi *Waste* Percetakan Bok.” Dari jurnal nasional dengan judul ” Analisa Penerapan *Lean Manufacturing* Untuk Menhilangkan Pemborosan Di Lini Produksi PT. Adi Satria Abadi.” Dari jurnal nasional dengan judul ”Identifikasi *Waste* Dengan Metode *Waste Assessment Model* Dalam Penerapan *Lean Manufacturing* Untuk Perbaikan Proses Produksi (Studi Kasus pada Proses Produksi Sarung Tangan). Dari penelitian tugas akhir dengan judul “Usulan Perbaikan Untuk Meminimasi *Waste* Dengan Menggunakan WAM dan FMEA pada *Proses Percetakan di CV. Aneka Grafika.*” Dari penelitian tugas akhir dengan judul “Analisa *Lean Manufacturing* Untuk Mengurangi *Waste* Di Toko Rotte Pekanbaru (Studi Kasus: Toko Roti Xyz) .” Dari jurnal nasional dengan judul

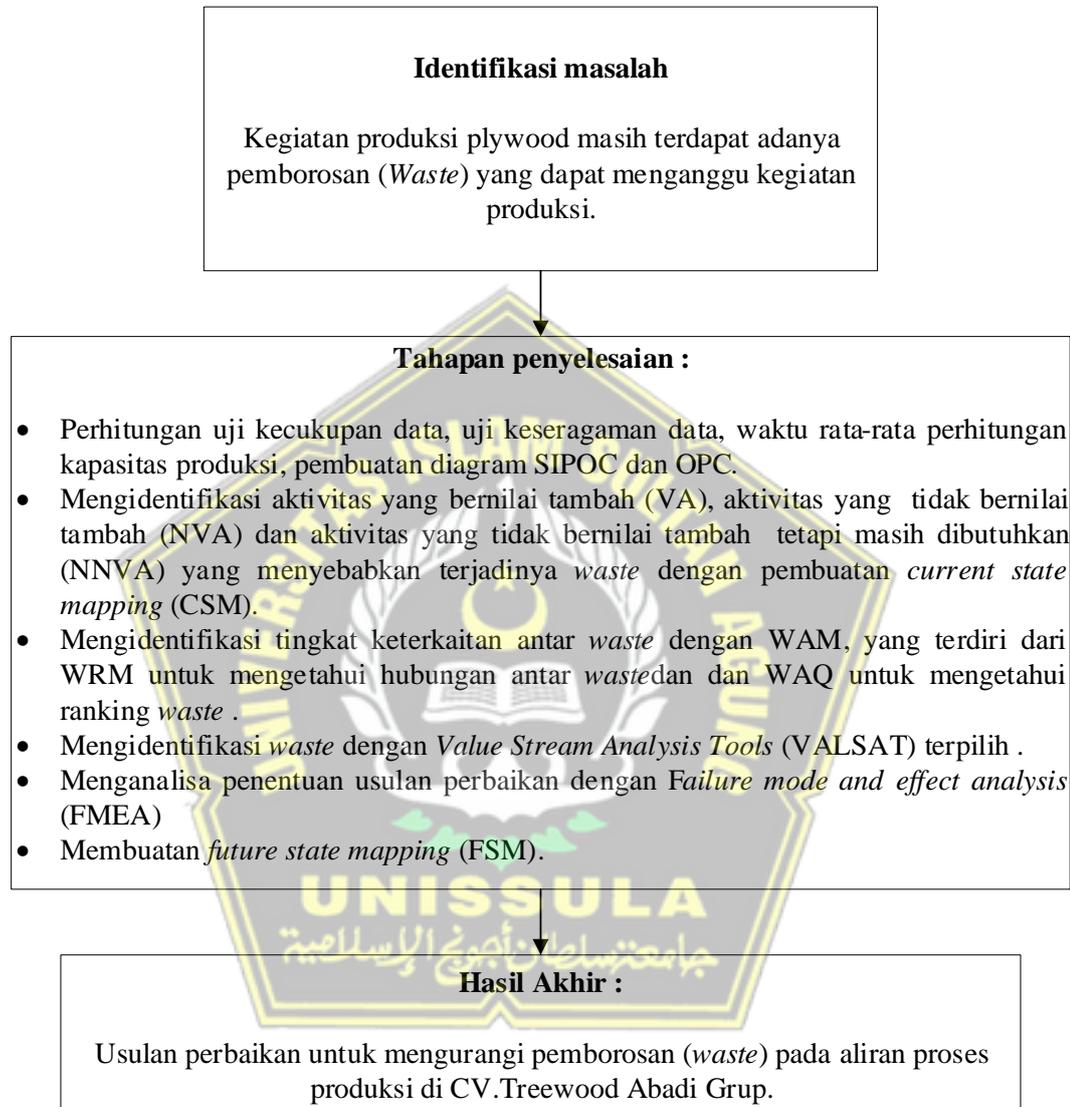
“Analisis Penerapan *Lean Manufacturing* dengan Metode VALSAT untuk Memaksimalkan Produktivitas pada Proses Operasi Crusher (Studi kasus di PT Semen Gresik Pabrik Rembang).” *Dari jurnal nasional* dengan judul “Usulan Meminimasi *Waste* Pada Proses Produksi Dengan Konsep *Lean Manufacturing* di CV.X.” Dari tugas akhir dengan judul “Usulan Penerapan *Lean Manufacturing* dengan menggunakan metode VSM,WAM,VALSAT dan RCA Untuk mereduksi *Waste* di Lini Produksi (Studi Kasus: PT. Maju Jaya Sarana Grafika) .”*Menjelaskan bahwa metode WAM yang terdiri dari Waste Relationship Matrix (WRM) digunakan dalam mengidentifikasi hubungan keterkaitan antar waste yang terjadi dan untuk mengetahui waste yang paling dominan dengan menggunakan kuesioner Waste Assessment Questionnaire (WAQ). dan Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) dalam menentukan solusi penyelesaian yang lebih optimal.*

Berdasarkan studi literatur dari sumber yang telah diproses dan dijadikan sebagai acuan, maka langkah yang tepat dan efektif untuk mengurangi pemborosan (*waste*) yang terjadi pada bagian produksi perusahaan dapat diselesaikan dengan menerapkan usulan *lean manufacturing* menggunakan metode *lean assessment* yaitu *Waste Assessment Model (WAM)* dan metode *Failure mode and Effect Analysis (FMEA)*.



2.3.1 Kerangka Teoritis

Kerangka teoritis dalam penelitian tugas akhir ini dapat dilihat pada **gambar 2.3** dibawah ini :



Gambar 2. 3 Kerangka Teoritis

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

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

3.1.1 Identifikasi Masalah

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

a. **Studi Lapangan**

Observasi secara langsung merupakan tahapan awal dalam melakukan observasi untuk mengetahui gambaran awal tentang objek penelitian dan dapat memahami keadaan real proses produksi perusahaan. Observasi langsung dilakukan pada bagian produksi pembuatan *plywood* di CV. Treewood Abadi Grup.

b. **Studi Pustaka**

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

c. **Perumusan Masalah**

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

d. Penentuan Tujuan

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

3.1.2 Pengumpulan Data

Tahap ini dilakukan untuk 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 dapat berupa opini subjek (orang) secara individual atau kelompok, hasil observasi terhadap suatu benda (fisik), kejadian atau kegiatan hasil pengujian. Data ini didapat dari metode-metode wawancara atau dengan memberikan kuisioner kepada pihak-pihak yang kompeten.

b. Data Sekunder

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

3.1.3 Pengolahan Data

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

a. Menghitung waktu siklus setiap proses

Perhitungan waktu baku setiap proses dibutuhkan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan pada setiap stasiun kerja yang ada pada proses produksi yang akan digunakan untuk membuat *Operation Process Chart (OPC)*, serta untuk menghitung kapasitas produksi tiap masing-masing *work*

station. Untuk selanjutnya data ini dibutuhkan dalam pembuatan *current state mapping*.

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

correlation) dan nilai 9 (*high correlation*), serta untuk kolom *weight* (bobot) diperoleh dari bobot hasil identifikasi dengan metode *Weight* (bobot) diperoleh dari hasil final *result* (%) melalui proses *assessment* menggunakan WRM dan WAQ.

- g. Usulan perbaikan dengan menggunakan FMEA.

Dalam tahap ini metode FMEA. Pertama menggunakan *fishbone diagram* digunakan untuk mengetahui akar penyebab kritis dari *waste* dan untuk memberikan usulan perbaikan yaitu menggunakan perhitungan RPN untuk menghitung *root cause* dari *waste* yang terjadi di perusahaan. Usulan perbaikan dilakukan berdasarkan nilai RPN tertinggi pada masing-masing *waste* sehingga diperlukan usulan perbaikan dan membuat *future state mapping*.

3.1.4 Analisa Dan Pembahasan

Pada tahap ini peneliti melakukan analisa terhadap data yang telah di olah pada tahap sebelumnya. Analisa data dilakukan pada setiap metode yang digunakan untuk dalam proses minimasi *waste*. Metode yang pertama yaitu metode *Waste Assessment Model* (WAM) yang dimana terdapat dua metode didalamnya yaitu WRM dan WAQ. Hasil pengolahan data kedua metode WAM dianalisis dengan cara membandingkan tingkat persentase antar jenis *waste* untuk mengetahui *waste* yang dominan. Selanjutnya yaitu analisis terhadap hasil dari identifikasi akar penyebab *waste*. Akar penyebab *waste* menggunakan *fishbone diagram* dan dianalisis berdasarkan hasil dari metode FMEA yaitu untuk mengetahui potensi bahaya yang ditimbulkan dengan mengalikan tiga faktor yaitu *Severity* x *Occurrence* x *Detection* yang digunakan untuk mencari hasil dari nilai RPN tertinggi dan memberikan usulan yang dapat dijadikan pertimbangan oleh perusahaan.

3.1.5 Kesimpulan Dan Saran

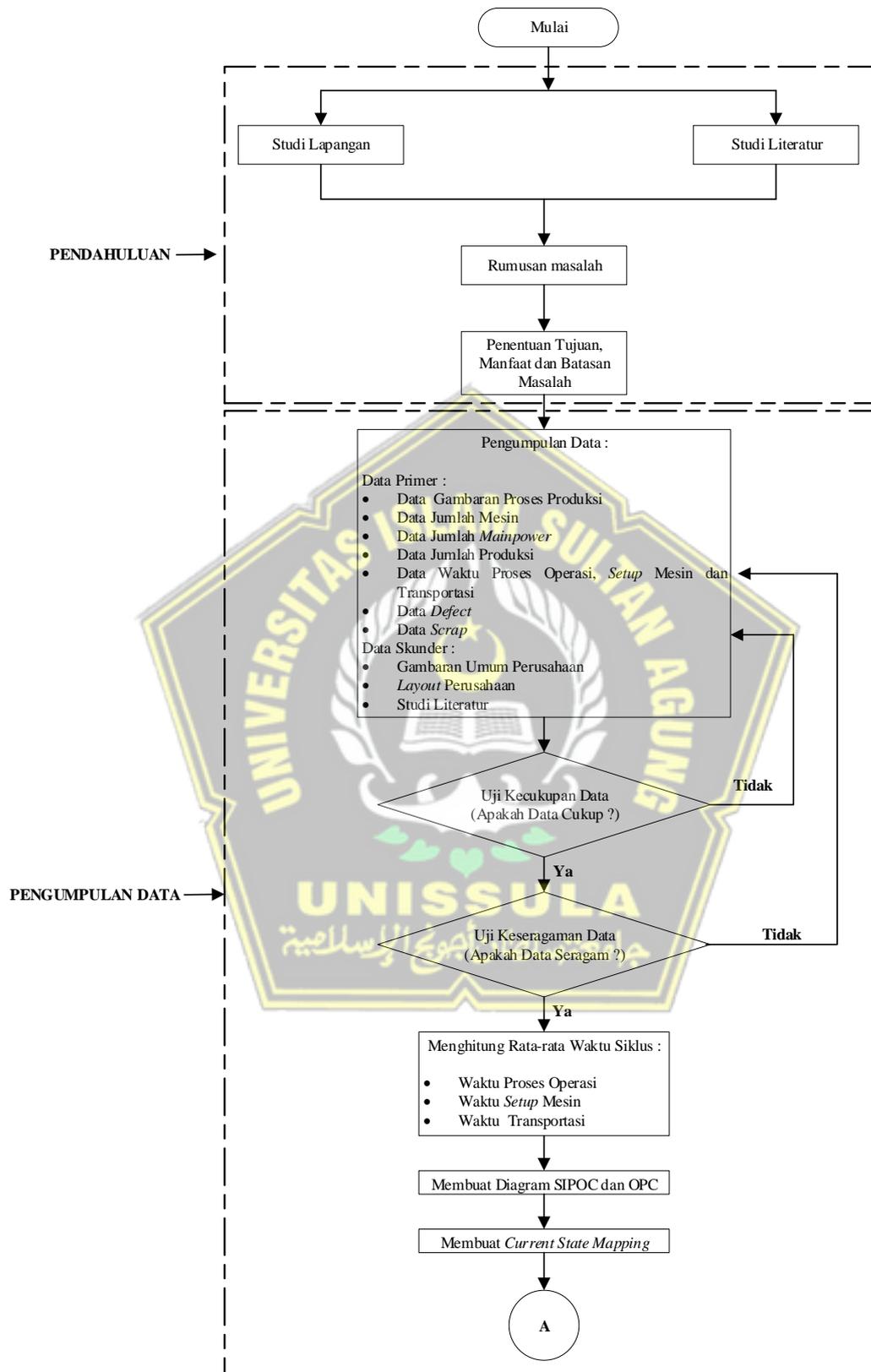
Kesimpulan dan saran merupakan tahap akhir dari penelitian. Kesimpulan merupakan hasil dari keseluruhan proses penelitian. Kesimpulan harus sesuai

dengan tujuan awal penelitian. Sedangkan saran digunakan sebagai acuan pada penelitian selanjutnya agar tercipta suatu perbaikan dari penelitian terdahulu.

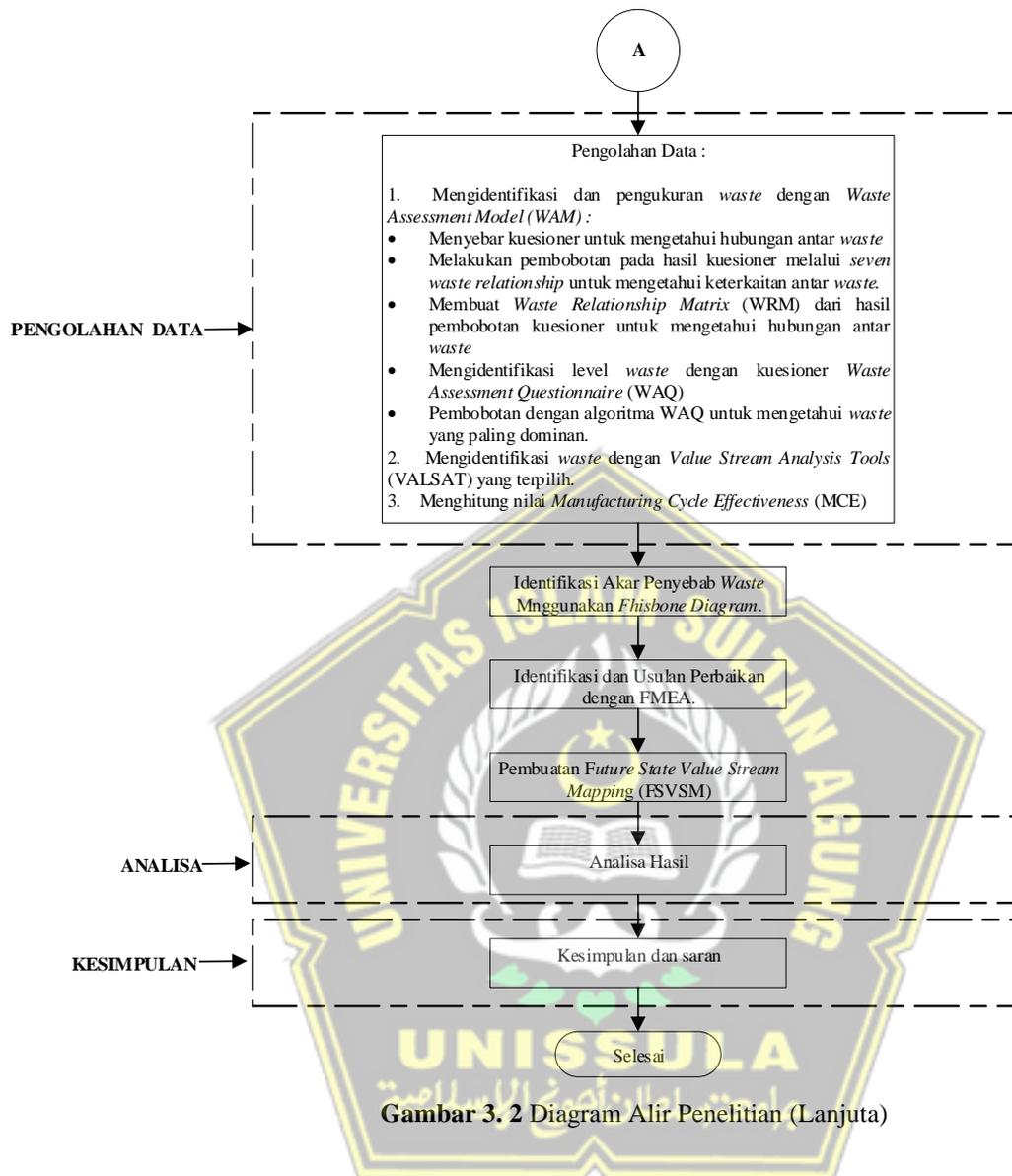
3.1.6 Diagram Alir Penelitian

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





Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

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

4.1.1 Profil Umum Perusahaan

Nama Perusahaan : CV. Treewood Abadi Grup.

Bidang Usaha : *Plywood* (papan tiruan).

Lokasi Perusahaan : Jln No.Rt 01, Kemloko Manis, Tengguli, Bangsri, Jepara Regency, Central Java 59453.



Gambar 4.1 Profil Perusahaan

CV. Treewood Abadi Grup berdiri pada tahun 2011 yang dipimpin oleh Bapak Firmansyah yang menjabat sebagai general manager di perusahaan tersebut. Lokasi CV. Treewood Abadi Grup berlokasi di Kabupaten Jepara, Kecamatan

Bangsri, Desa Tengguli, merupakan sebuah perusahaan yang bergerak di dalam bidang *manufacture*. CV. Treewood Abadi Grup lebih menekankan ke pembuatan papan tiruan (*plywood*) yang biasanya digunakan keperluan pembangunan dan proyek lainnya.

Karyawan yang berkerja di CV. Treewood Abadi Grup merupakan pekerja lepas (pekerja harian) dengan umur rata-rata yaitu 17 tahun-50 tahun. CV. Treewood Abadi Grup dalam menetapkan aturan kerja bagi karyawan dalam melaksanakan kegiatan operasional perusahaan. Karyawan bekerja dari hari senin-sabtu, apabila terdapat banyak order dan harus segera dikirim, maka karyawan akan bekerja lembur untuk menyelesaikan target order tersebut.

Jadwal jam beroperasi CV. Treewood Abadi Grup dapat dilihat pada **tabel 4.1**.

Tabel 4. 1 Jadwal Jam Kerja Karyawan

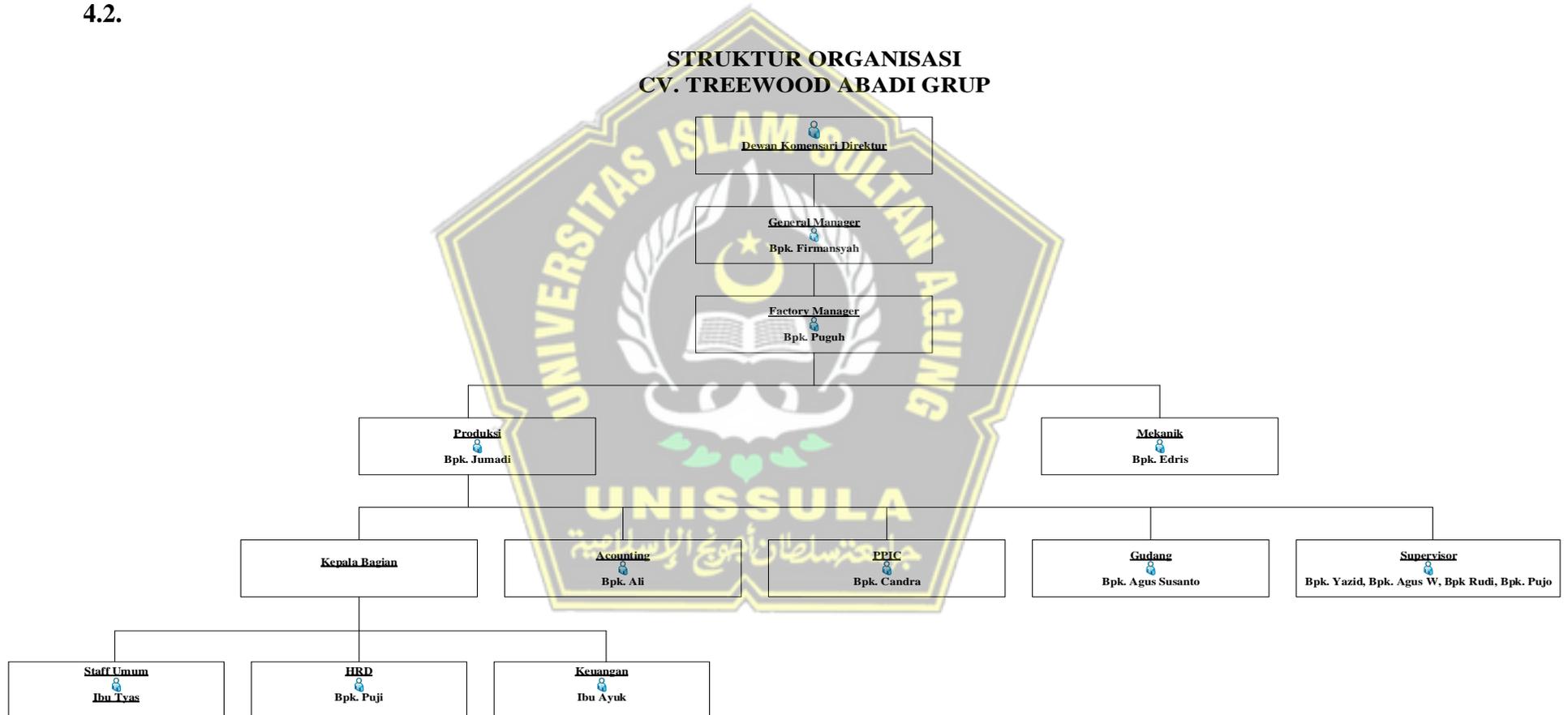
Hari	Jam kerja
Senin	08.00-16.00 WIB
Selasa	08.00-16.00 WIB
Rabu	08.00-16.00 WIB
Kamis	08.00-16.00 WIB
Jum'at	08.00-16.00 WIB
Sabtu	08.00-16.00 WIB

Sumber : Jadwal Masuk Karyawan CV. Treewood Abadi Grup

4.1.2 Struktur Organisasi Perusahaan

Berikut adalah merupakan bagan struktur organisasi dari perusahaan dari CV. Treewood Abadi Grup dapat dilihat pada **gambar**

4.2.



Gambar 4. 2 Struktur Organisasi Perusahaan

4.1.3 Produk Perusahaan

CV. Treewood Abadi Grup merupakan salah satu perusahaan industri manufaktur yang bergerak di bidang *furniture*. khususnya yaitu *plywood* (papan tiruan), untuk membuat sebuah harus *plywood* melalui beberapa tahapan proses yaitu mulai dari proses pemilihan *veneer*, *assembly*, *press*, pemotongan, *inspeksi* dan proses *packing*. Produk *plywood* yang diproduksi di CV. Treewood Abadi Grup adalah *plywood* jenis “*multiplek*”. *plywood* jenis *multiplek* ini terbuat dari kulit kayu terdiri dari tiga lapisan yaitu *face*, *core* dan *back* yang disusun dan direkatkan secara berlapis-lapis. Setelah itu, susunan bahan dasar ini akan di *press* dengan mesin dengan suhu yang bertekanan tinggi sehingga menghasilkan papan tiruan (*plywood*). Produk dari CV. Treewood Abadi Grup dapat dilihat pada **gambar 4.3**



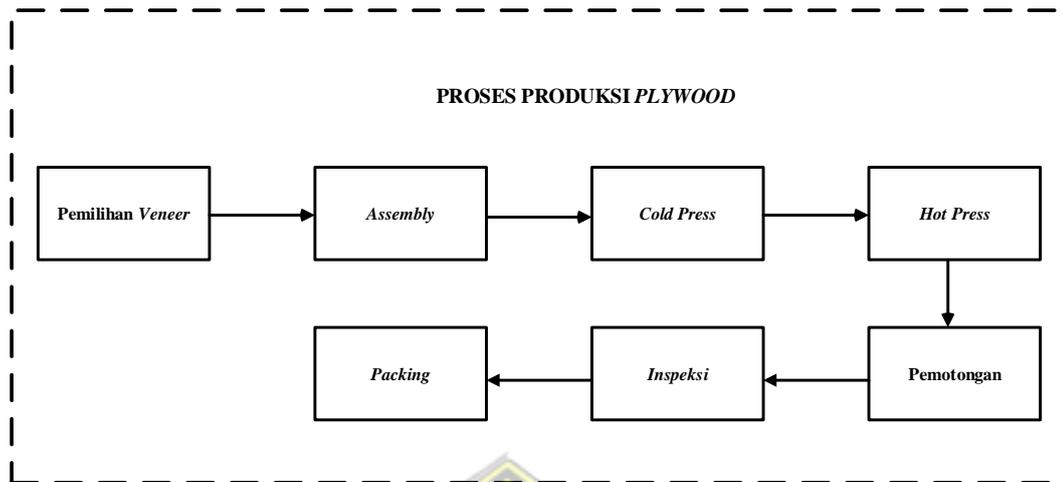
Gambar 4. 3 Jenis Plywood

- **Spesifikasi Produk :**

- Nama Produk : *plywood* jenis *multiplek*
- Ukuran : 2400 mm x 1120 mm ketebalan 8 mm

4.1.4 Gambaran Proses Produksi *Plywood*

Gambaran alur proses produksi *plywood* yang ada di CV. Treewood Abadi Grup yaitu terdiri dari tuju tahapan proses yaitu mulai dari proses pemilihan *veneer*, *assembly*, *press*, pemotongan, *inspeksi* dan proses *packing*. Pada **gambar 4.4** dibawah ini merupakan alur proses produksi *plywood* :



Gambar 4. 4 Gambaran Proses Produksi Plywood

1. Pemilihan veneer atau pengeringan (Stasiun kerja I)

Didalam tahap ini yaitu dilakukan pekerjaan pemeriksaan kadar air yang terkandung di bahan *log core*, tujuannya yaitu menurunkan kadar air sesuai standar kadar air yang disyaratkan untuk *plywood* yaitu untuk mengeringkan dari kadar air 80% menjadi 8% sampai 14% biasanya pada tahap ini menggunakan bantuan sinar matahari dan ketika musim penghujan yaitu dengan menggunakan bantuan mesin *press dryer*. Pada **gambar 4.5** dibawah ini adalah proses pemilihan *veneer*.



Gambar 4. 5 Proses Pemilihan Veneer

2. Assembly (Stasiun kerja II)

Didalam tahap ini yaitu dilakukan pengeleman pada *plywood* yang menghubungkan *face*, *core* dan *back*. Lembaran *plywood* yang telah lolos dari proses *dryer* selanjutnya akan dilakukan *assembly* (pengabungan) pada proses *glue* yaitu dengan menggunakan mesin *glue spreader* sebelum

memasuki tahapan selanjutnya yaitu proses *press*. Pada **gambar 4.6** dibawah ini adalah proses *assembly*.



Gambar 4. 6 Proses Assembly

3. *Cold Press* (Stasiun kerja III)

Didalam tahap *cold press* ini diartikan pengempaan dingin. Tujuan proses ini yaitu untuk meratakan dan meresapkan lem (*glue*) sehingga *face*, *core* dan *back* tersusun rapi menjadi sebuah *Plywood*. Pengempaan dingin ini dilakukan dengan mesin *cold press* selama jangka waktu 30 sampai 45 menit agar mendapatkan hasil yang maksimal dengan standar tekanan kurang lebihnya yaitu 10 kg. Pada **gambar 4.7** dibawah ini adalah proses *cold press*.



Gambar 4. 7 Proses *Cold Press*

4. *Hot Press* (Stasiun kerja IV)

Tujuan proses *hot press* ini ialah untuk mematikan struktur *glue* yang ada pada lembaran *Veneer* agar tidak terkontaminasi terhadap kelembapan udara. Pengepresan panas ini dilakukan menggunakan mesin *hot press* yaitu dengan suhu 120⁰C selama hampir 10 menit. Akurasi perkiraan waktu

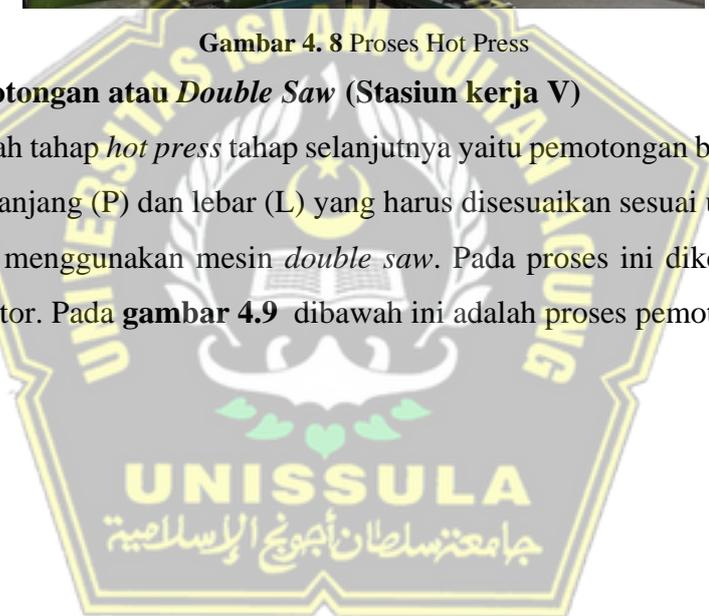
pengepresan, tingginya tekanan dan temperature sangat penting dalam proses ini agar struktur *glue* benar-benar mengering sempurna. Pada **gambar 4.8** dibawah ini adalah proses *hot press*.



Gambar 4. 8 Proses Hot Press

5. Pemotongan atau *Double Saw* (Stasiun kerja V)

Setelah tahap *hot press* tahap selanjutnya yaitu pemotongan bagian *plywood* sisi Panjang (P) dan lebar (L) yang harus disesuaikan sesuai ukuran standar yaitu menggunakan mesin *double saw*. Pada proses ini dikerjakan oleh 2 operator. Pada **gambar 4.9** dibawah ini adalah proses pemotongan.





Gambar 4. 9 Proses Pemotongan

6. **Pemeriksaan atau Inspeksi (Stasiun kerja VI)**

Pada tahap *inspeksi* ini bertujuan untuk mengetahui hasil akhir dari produk *plywood* apakah terjadi adanya *defect* atau tidak sebelum masuk ke proses *packing*, proses ini biasanya yaitu dilakukan secara manual. Pada **gambar 4.10** dibawah ini adalah proses *inspeksi*.



Gambar 4. 10 Proses *Inspeksi*

7. **Packing (Stasiun kerja VII)**

Setelah lolos dari proses *inspeksi* maka tahap selanjutnya yaitu melakukan *packing* sebelum *plywood* diserahkan ke konsuen. Adapun yang harus dilakukan pada proses ini yaitu pemeriksaan jumlah lembar *plywood* pada setiap kemasan, pemeriksaan sistem kemasan dan pemeriksaan hasil pengemasan yang sesuai agar saat pengiriman *plywood* tidak mengalami kerusakan. Pada **gambar 4.11** dibawah ini adalah proses *packing*.

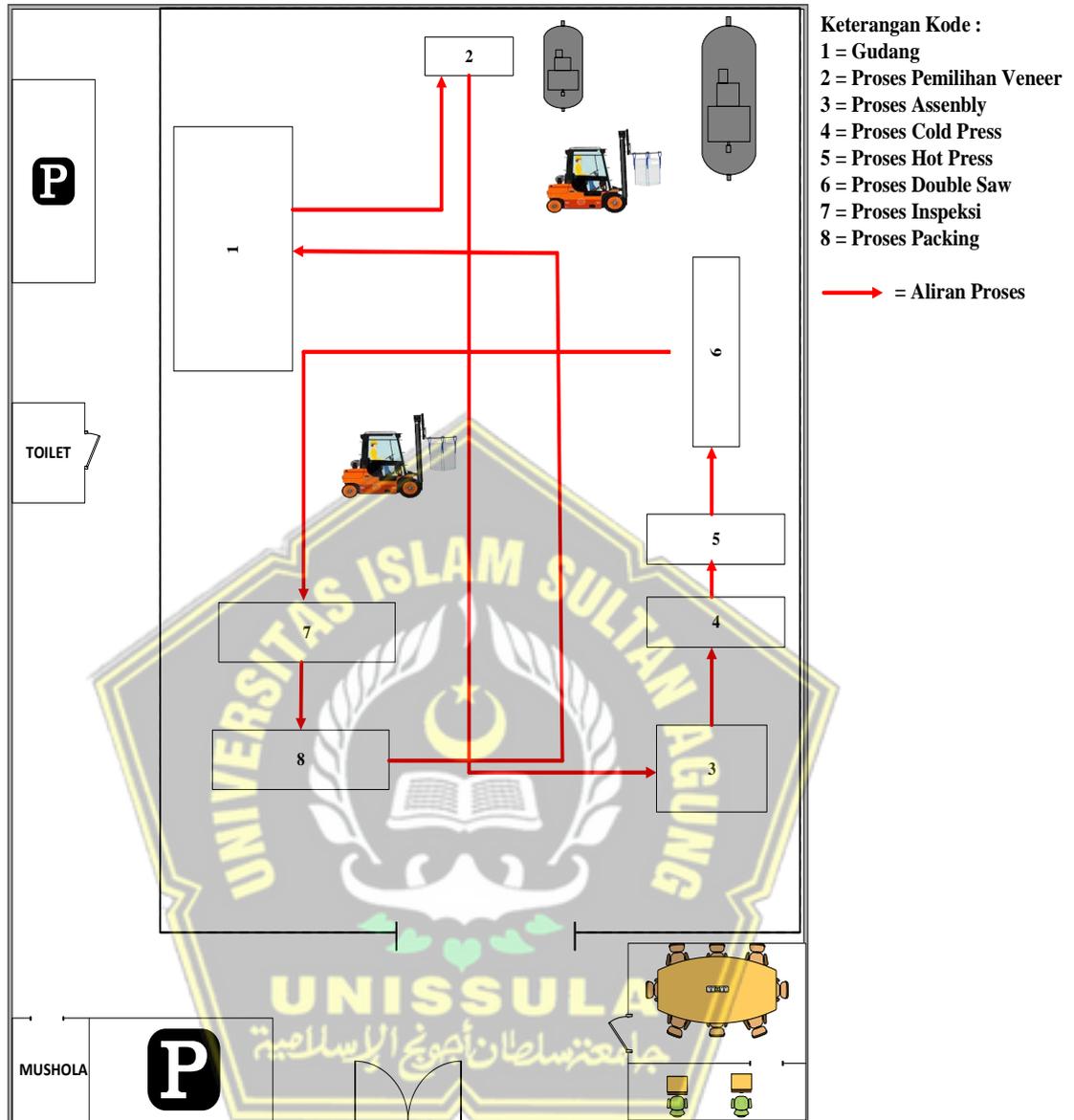


Gambar 4. 11 Proses *Packing*

4.1.5 **Layout Perusahaan**

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

CV. Treewood Abadi Grup dalam mengatur tata letak fasilitas produksinya yaitu menggunakan sistem alur produksi dengan tipe sistem *product layout*, yang dimana peralatan atau pekerjaan proses diatur sesuai dengan langkah-langkah dimana produk yang akan dibuat.



Gambar 4. 12 Layout Persahaan

4.1.6 Data Jumlah Mesin Produksi

Pada proses produksi *plywood* ini menggunakan 5 jenis mesin yaitu pada proses pemilihan *veneer*, *assembly*, *cold press*, *hot press* dan pemotongan. Sedangkan untuk proses *inspeksi* dan *packing* dilakukan secara manual. Penjelasan jumlah masing-masing mesin dapat dilihat pada **tabel 4.2** dibawah :

Tabel 4. 2 Mesin Yang Digunakan Untuk Produksi

Stasiun Kerja	Proses	Nama Mesin	Jumlah Mesin	Fungsi
I	Pemilihan <i>Veneer</i>	Mesin <i>press dryer</i>	2	Mengeringkan lembaran <i>core</i>
II	<i>Assembly</i>	Mesin <i>glue spreader</i>	1	Tempat pengeleman untuk merekatkan lembaran <i>core</i>
III	<i>Cold Press</i>	Mesin <i>Cold Press</i>	2	Merekatkan & meresapkan <i>glue</i> pada <i>plywood</i>
IV	<i>Hot Press</i>	Mesin <i>Hot Press</i>	2	Merekatkan <i>plywood</i>
V	Pemotongan	Mesin <i>double saw</i>	1	Memoong sisi-sisi <i>plywood</i>

4.1.7 Data Tenaga Kerja

Pada aktivitas kegiatan produksi *plywood* di CV. Treewood Abadi Grup tidak semua proses menggunakan bantuan *machine*, tetapi ada beberapa proses yang dilakukan oleh bantuan tenaga manusia. Penjelasan jumlah tenaga kerja di tiap stasiun kerja dapat dilihat pada **tabel 4.3** dibawah :

Tabel 4. 3 Pembagian Tenaga Kerja

Stasiun Kerja	Proses	Tenaga kerja
I	Pemilihan <i>Veneer</i>	2
II	<i>Assembly</i>	12
III	<i>Cold Press</i>	4
IV	<i>Hot Press</i>	4
V	Pemotongan	5
VI	<i>inspeksi</i>	2
VII	<i>Packing</i>	5

4.1.8 Data Jumlah Permintaan

Berdasarkan data historis di CV. Treewood Abadi Grup pada proses produksi *plywood* didapatkan jumlah permintaan *plywood* dari bulan januari sampai september 2022, berikut ini adalah rinciannya dapat dilihat pada **tabel 4.4**

Tabel 4. 4 Produksi *Plywood*

Bulan Januari-september (2022)	Total Permintaan (pcs)
Januari	5.260
Febuari	5.400
Maret	5.600
April	5.100
Mei	6.070
Juni	5.800
Juli	7.600
Agustus	6.580
September	7.880

Sumber : Data Historis CV. Treewood Abadi Grup Januari-September 2022

4.1.9 Data Waktu Pengukuran

Data waktu pengukuran ini meliputi data waktu setup mesin, data waktu proses operasi dan data waktu transportasi.

4.1.9.1 Waktu Setup Mesin

Waktu setup mesin adalah waktu persiapan terhadap mesin-mesin yang akan melakukan produksi sampai mesin tersebut produktif untuk menghasilkan suatu produk. Pada proses produksi ini, terdapat beberapa stasiun kerja yang tidak memerlukan waktu *set up* mesin yaitu proses *inspeksi* (pemeriksaan) dan *packing*. Berikut ini adalah data waktu *set up* mesin di di CV. Treewood Abadi Grup pada pembuatan *plywood* dapat dilihat pada **tabel 4.5** dibawah ini:

Tabel 4. 5 Pengumpulan Data Waktu *Setup* Mesin

No	Proses	Pengamatan ke- (Detik)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	<i>Pemilihan Veneer</i>	41	44	40	44	44	41	41	40	42	43
2	<i>Assembly</i>	616	702	729	682	776	658	673	772	754	642
3	<i>Cold Press</i>	1082	1216	1187	1216	1187	1138	1096	1152	1184	1236
4	<i>Hot Press</i>	582	621	638	667	589	661	589	553	661	595
5	<i>Pemotongan</i>	60	66	62	68	72	69	68	65	66	64

4.1.9.2 Waktu Proses Operasi

Pada perhitungan waktu siklus proses operasi ini yaitu dilakukan dengan cara mengukur waktu pengerjaan di setiap proses atau bagian untuk tiap satu *pcs plywood* yang dilakukan dengan pengukuran secara langsung menggunakan *stopwatch*. Berikut ini merupakan data waktu proses produksi *plywood*. Jumlah data yang dikumpulkan yaitu sebanyak 10 kali melakukan pengamatan dapat dilihat pada **tabel 4.6** dibawah ini :

Tabel 4. 6 Pengumpulan Data Waktu Proses Produksi

No	Proses	Pengamatan ke- (Detik)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	<i>Pemilihan Veneer</i>	1800	1800	1700	1680	1708	1699	1800	1750	1807	1722
2	<i>Assembly</i>	47	43	45	40	41	43	44	45	46	50
3	<i>Cold Press</i>	2398	2366	1890	2230	1973	2170	2141	2230	2087	1980
4	<i>Hot Press</i>	300	330	300	321	300	308	358	322	309	340
5	<i>Pemotongan</i>	17	18	18	20	21	19	19	18	20	18
6	<i>Inspeksi</i>	709	688	670	653	598	596	701	678	645	676
7	<i>Packing</i>	287	309	277	243	305	255	278	300	300	302

4.1.9.3 Waktu Transportasi

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

- Transportasi dari gudang ke proses pemilihan *veneer*, transportasi ini dilakukan oleh dua orang pekerja operator. Pekerjaan yang dilakukan untuk mengangkat *material handling* lembaran *core* ke mesin *driyer* untuk masuk ke tahap selanjutnya yaitu pemilihan *veneer*, alat bantu pada proses ini adalah berupa forklift dengan jenis beban 3 ton,
- Transportasi dari proses pemilihan *veneer* ke proses *assembly*, pada transportasi ini dilakukan oleh dua orang pekerja operator forklift. Pekerjaan yang dilakukan untuk mengangkat *material handling* lembaran *core* yang sudah lolos seleksi kadar air yang ada pada mesin *driyer*, selanjutnya lembaran *core* tersebut akan masuk ke proses *assembly* untuk merekatkan lembar *core* menggunakan lem.
- Transportasi dari proses *assembly* ke proses *cold press*, pada transportasi ini dilakukan secara estafet oleh beberapa pekerja menuju kereta dorong untuk selanjutnya yaitu merekatkan dan meresapkan *glue* pada *plywood* pada tahap *cold press*.
- Transportasi dari proses *cold press* ke proses *hot press*, pada transportasi ini yaitu digunakan alat *material handling* berupa kereta dorong, setelah *glue* pada *plywood* merekatkan dan meresapkan maka tahap selanjutnya yaitu menuju ke proses *hot press* untuk disempurnakan pada lapisan yang masih mengandung *glue*.
- Transportasi dari proses *hot press* ke proses pemotongan , pada transportasi ini yaitu digunakan alat *material handling* berupa kereta dorong, setelah *glue* pada *plywood* benar-benar merekat dan meresap sempurna maka selanjutnya yaitu menuju ke proses pemotongan guna untuk merapikan bagian sisi *plywood* sesuai standar menggunakan mesin *double saw*.

- Transportasi dari proses pemotongan ke proses *inspeksi* pada transportasi ini setelah selesai dari proses pemotongan maka *plywood* akan ditumpuk kembali dan akan diangkat menggunakan forklift menuju ke tahapan selanjutnya yaitu *inspeksi*, disini dilakukan pemeriksaan dan juga seleksi sebelum *plywood* masuk ke proses *packing*.
- Transportasi dari proses *inspeksi* ke proses *packing*, pada transportasi ini dilakukan secara manual. Selanjutnya yaitu ke proses *packing* untuk memastikan keamanan *plywood*.
- Transportasi dari proses *packing* ke gudang atau tempat penyimpanan, pada transportasi ini juga dilakukan menggunakan forklift.

Berikut ini adalah data proses waktu siklus transportasi antar proses diatas yang dapat dilihat pada **tabel 4.7** di bawah ini :

Tabel 4.7 Pengumpulan Data Waktu Transportasi

No	Proses	Pengamatan ke- (Detik)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	dari gudang ke proses pemilihan <i>veneer</i>	26	26	26	25	27	31	30	29	28	25
2	dari proses pemilihan <i>veneer</i> ke proses <i>assembly</i>	75	77	81	79	78	80	89	85	83	77
3	dari proses <i>assembly</i> ke proses <i>cold press</i>	12	13	12	14	12	12	13	11	11	13
4	dari proses <i>cold press</i> ke proses <i>hot press</i>	14	14	16	16	15	15	14	14	13	15
5	dari proses <i>hot press</i> ke proses pemotongan	19	18	20	18	20	16	19	18	20	21
6	dari proses pemotongan ke proses <i>inspeksi</i>	45	45	51	53	56	56	54	53	52	55
7	dari proses <i>inspeksi</i> ke proses <i>packing</i>	16	17	19	17	18	17	18	14	17	18
8	dari proses <i>packing</i> ke Gudang	14	13	11	12	12	13	13	12	14	13

4.1.10 Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data yaitu dilakukan untuk mengetahui cukup atau tidaknya data yang telah diambil pada setiap proses melalui pengamatan dan pengukuran secara langsung di lantai produksi *plywood*. dalam uji kecukupan data penelitian ini digunakan tingkat ketelitian dan tingkat kepercayaan sebesar 5% dan 95 %. Hal tersebut menunjukkan bahwa penyimpangan yang diperbolehkan dari rata-rata sebenarnya adalah sebesar 5% dan pengukuran yakin bahwa data yang diperoleh itu bernilai benar sebesar 95%. Uji kecukupan data yang dilakukan meliputi waktu proses, transportasi dan waktu *set up* mesin.

4.1.10.1 Uji Kecukupan Data Waktu Proses

Pada **table 4.8** dibawah ini merupakan contoh dari perhitungan uji kecukupan data proses pemilihan *veneer*.

Tabel 4. 8 Data Waktu Proses Pemilihan *Veneer*

No	Xi (detik)	Xi^2
1	1800	3240000
2	1800	3240000
3	1700	2890000
4	1680	2822400
5	1708	2917264
6	1699	2886601
7	1800	3240000
8	1750	3062500
9	1807	3265249
10	1722	2965284
Jumlah	17466	30529298

Diketahui

$$N = 10$$

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

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

$$\sum x = 17466$$

$$(\sum x)^2 = 305061156$$

$$\sum x^2 = 30529298$$

Perhitungan :

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

$$N' = \left[\frac{2/0,05 \sqrt{10 \times 30529298 - 305061156}}{17466} \right]^2$$

$$N' = 1.22$$

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

Keterangan :

X_i : Data pengamatan proses pemilihan *veneer* ke- i .

N' : Jumlah pengamatan yang seharusnya dilakukan.

N : Jumlah pengamatan yang telah dilakukan.

Pada **tabel 4.9** berikut ini merupakan rekapitulasi hasil perhitungan uji kecukupan data untuk semua proses produksi *plywood*.

Tabel 4.9 Rekapitulasi Uji kecukupan Data Waktu Proses

No	Proses	$\sum x$	$\sum x^2$	$(\sum x)^2$	N'	N	Keterangan
1	Pemilihan <i>Veneer</i>	17466	30529298	305061156	1.22	10	Cukup
2	<i>Assembly</i>	444	19790	197136	6.20	10	Cukup
3	<i>Cold Press</i>	21465	46327739	460746225	8.79	10	Cukup
4	<i>Hot Press</i>	3188	1019734	10163344	5.35	10	Cukup
5	Pemotongan	188	3548	35344	6.16	10	Cukup
6	<i>Inspeksi</i>	6614	4388240	43744996	5.03	10	Cukup
7	<i>Packing</i>	2856	820166	8156736	8.81	10	Cukup

4.1.10.2 Uji Kecukupan Data Waktu Transportasi

Pada tabel 4.10 dibawah ini merupakan contoh dari perhitungan uji kecukupan data waktu transportasi dari gudang ke pemilihan veneer.

Tabel 4. 10 Data Waktu Transportasi Dari Gudang Pemilihan Veneer

No	Xi (detik)	Xi ²
1	26	676
2	26	676
3	26	676
4	25	625
5	27	729
6	31	961
7	30	900
8	29	841
9	28	784
10	25	625
Jumlah	273	7493

Diketahui

$$N = 10$$

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

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

$$\sum x = 273$$

$$(\sum x)^2 = 74529$$

$$\sum x^2 = 7493$$

Perhitungan :

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

$$N' = \left[\frac{2/0,05 \cdot \sqrt{10 \times 7493 - 74529}}{273} \right]^2$$

$$N' = 8.61$$

Kesimpulan : karena $N' < N$ maka data waktu transportasi dari gudang ke pemilihan veneer adalah cukup.

Keterangan :

X_i : Data pengamatan waktu transportasi dari gudang ke *veneer* ke-i.

N' : Jumlah pengamatan yang seharusnya dilakukan.

N : Jumlah pengamatan yang telah dilakukan.

Pada **tabel 4.11** berikut ini merupakan rekapitulasi hasil perhitungan uji kecukupan data untuk semua waktu transportasi produksi *plywood*.

Tabel 4. 11 Rekapitulasi Uji Kecukupan Data Waktu Transportasi

No	Proses	$\sum x$	$\sum x^2$	$(\sum x)^2$	N'	N	Keterangan
1	Dari gudang ke proses pemilihan <i>veneer</i>	273	7493	74529	8.61	10	Cukup
2	Dari proses pemilihan <i>veneer</i> ke proses <i>assembly</i>	804	64804	646416	4.02	10	Cukup
3	Dari proses <i>assembly</i> ke proses <i>cold press</i>	123	1521	15129	8.57	10	Cukup
4	Dari proses <i>cold press</i> ke proses <i>hot press</i>	146	2140	21316	6.31	10	Cukup
5	Dari proses <i>hot press</i> ke proses pemotongan	189	3591	35721	8.47	10	Cukup
6	Dari proses pemotongan ke proses <i>inspeksi</i>	520	27186	270400	8.64	10	Cukup
7	Dari proses <i>inspeksi</i> ke proses <i>packing</i>	171	2941	29241	9.25	10	Cukup
8	Dari proses <i>packing</i> ke Gudang	127	1621	16129	8.04	10	Cukup

4.1.10.3 Uji Kecukupan Dara Waktu *Setup* Mesin

Pada **table 4.12** dibawah ini merupakan contoh dari perhitungan uji kecukupan data waktu *setup* pada proses pemilihan *veneer*.

Tabel 4. 12 Data Waktu *Setup* Mesin Pada Proses Pemilihan *Veneer*

No	X_i (detik)	X_i^2
1	41	1681
2	44	1936
3	40	1600
4	44	1936
5	44	1936
6	41	1681
7	41	1681
8	40	1600
9	42	1764
10	43	1849
Jumlah	420	17664

Diketahui

$$N = 10$$

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

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

$$\sum x = 420$$

$$(\sum x)^2 = 176400$$

$$\sum x^2 = 17664$$

Perhitungan :

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

$$N' = \left[\frac{2/0,05 \sqrt{10 \times 17664 - 176400}}{420} \right]^2$$

$$N' = 2.18$$

Kesimpulan : karena $N' < N$ maka data *setup* proses pemilihan *veneer* adalah cukup.

Keterangan :

X_i : Data pengamatan proses pemilihan *veneer* ke- i .

N' : Jumlah pengamatan yang seharusnya dilakukan.

N : Jumlah pengamatan yang telah dilakukan.

Pada **tabel 4.13** berikut ini merupakan rekapitulasi hasil perhitungan uji kecukupan data untuk semua *setup* proses produksi *plywood*.

Tabel 4. 13 Rekapitulasi Uji Kecukupan Data Waktu *Setup* Mesin

No	Proses	$\sum x$	$\sum x^2$	$(\sum x)^2$	N'	N	Keterangan
1	Pemilihan <i>Veneer</i>	420	17664	176400	2.18	10	Cukup
2	<i>Assembly</i>	6937	4834383	48121969	7.38	10	Cukup
3	<i>Cold Press</i>	11694	13698890	136749636	2.80	10	Cukup
4	<i>Hot Press</i>	6156	3803816	37896336	5.99	10	Cukup
5	Pemotongan	660	43670	435600	4.04	10	Cukup

4.1.11 Uji Keseragaman Data

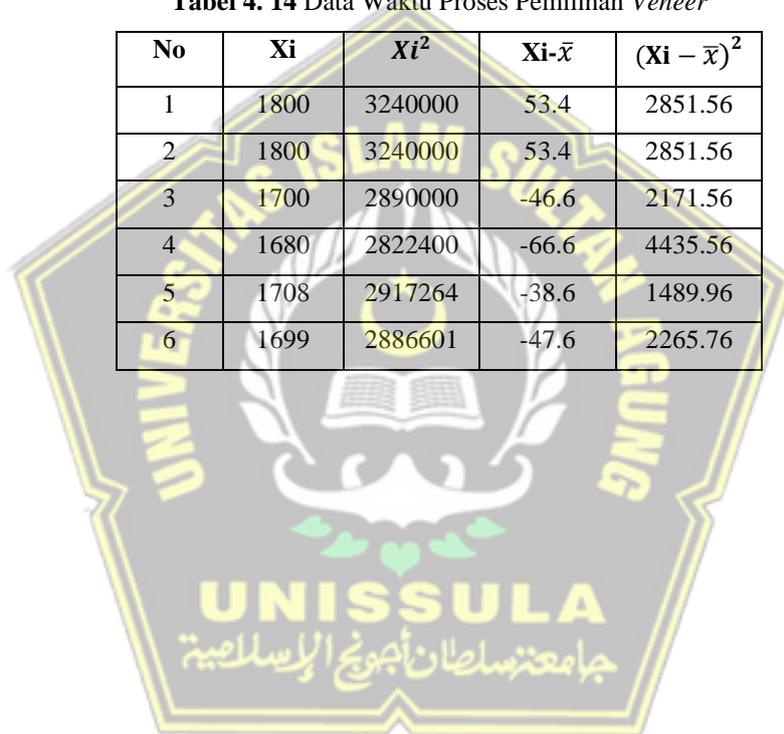
Uji keseragaman data dipakai guna untuk memastikan data yang kita ambil melalui pengamatan secara langsung untuk setiap proses masih berada dalam batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB), sehingga tidak ada data yang berada diluar batas kontrol atas dan batas kontrol bawah.

4.1.11.1 Uji Keseragaman Data Waktu Proses

Pada **tabel 4.14** dibawah ini merupakan contoh dari perhitungan uji keseragaman data proses pemilihan *veneer*.

Tabel 4. 14 Data Waktu Proses Pemilihan *Veneer*

No	X_i	X_i^2	$X_i - \bar{x}$	$(X_i - \bar{x})^2$
1	1800	3240000	53.4	2851.56
2	1800	3240000	53.4	2851.56
3	1700	2890000	-46.6	2171.56
4	1680	2822400	-66.6	4435.56
5	1708	2917264	-38.6	1489.96
6	1699	2886601	-47.6	2265.76



No	X_i	X_i^2	$X_i - \bar{x}$	$(X_i - \bar{x})^2$
7	1800	3240000	53.4	2851.56
8	1750	3062500	3.4	11.56
9	1807	3265249	60.4	3648.16
10	1722	2965284	-24.6	605.16
Jumlah	17466	30529298	0	23182.4

Diketahui :

$$N = 10$$

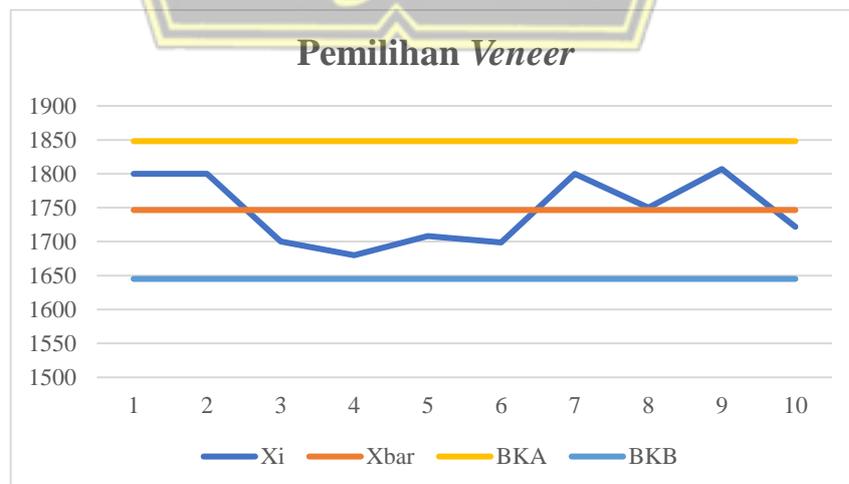
$$\begin{aligned} \bullet \bar{x}/Ws &= \frac{\sum X_i}{N} \\ &= \frac{17466}{10} = 1746.6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{Standar deviasi } (\sigma) &= \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{x})^2}{N-1}} \\ &= \sqrt{\frac{23182.4}{10-1}} = 50.8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{Batas Kendali Atas (BKA)} &= \bar{x} + k. \sigma \\ &= 1746.6 + (2 \times 50.8) \\ &= 1848.1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{Batas Kendali Bawah (BKB)} &= \bar{x} - k. \sigma \\ &= 1746.6 - (2 \times 50.8) \\ &= 1645.1 \end{aligned}$$

Berikut ini merupakan grafik uji keseragaman data proses pemilihan veneer.



Gambar 4. 13 Grafik Uji Keseragaman Data Proses Pemilihan Veneer

Pada **gambar 4.13** grafik diatas menunjukkan bahwa data dianggap seragam dikarenakan data berada dalam batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB). Pada **tabel 4.15** ini merupakan rekapitulasi uji keseragaman data untuk semua proses pada produksi *plywood*.

Tabel 4. 15 Rekapitulasi Uji Keseragaman Data Waktu Proses

No	Proses	Rata-rata	Standar deviasi	BKA	BKB	Min	Maks	Keterangan
1	Pemilihan Veneer	1746.6	50.8	1848.1	1645.1	1680	1807	Seragam
2	Assembly	44.4	2.9	50.2	38.6	40	50	Seragam
3	Cold Press	2146.5	167.7	2481.9	1811.1	1890	2398	Seragam
4	Hot Press	318.8	19.4	357.7	279.9	300	358	Seragam
5	Pemotongan	18.8	1.2	21.3	16.3	17	21	Seragam
6	Inspeksi	661.4	39.1	739.5	583.3	596	709	Seragam
7	Packing	285.6	22.3	330.3	240.9	243	309	Seragam

4.1.11.2 Uji Keseragaman Data Waktu Transportasi

Pada **tabel 4.16** dibawah ini merupakan contoh dari perhitungan uji keseragaman data transportasi dari Gudang ke proses pemilihan veneer.

Tabel 4. 16 Data Waktu Transportasi Dari Gudang Pemilihan Veneer

No	X_i	X_i^2	$X_i - \bar{x}$	$(X_i - \bar{x})^2$
1	26	676	-1.3	1.69
2	26	676	-1.3	1.69
3	26	676	-1.3	1.69
4	25	625	-2.3	5.29
5	27	729	-0.3	0.09
6	31	961	3.7	13.69
7	30	900	2.7	7.29
8	29	841	1.7	2.89
9	28	784	0.7	0.49
10	25	625	-2.3	5.29
Jumlah	273	7493	0	40.1

Diketahui :

$$N = 10$$

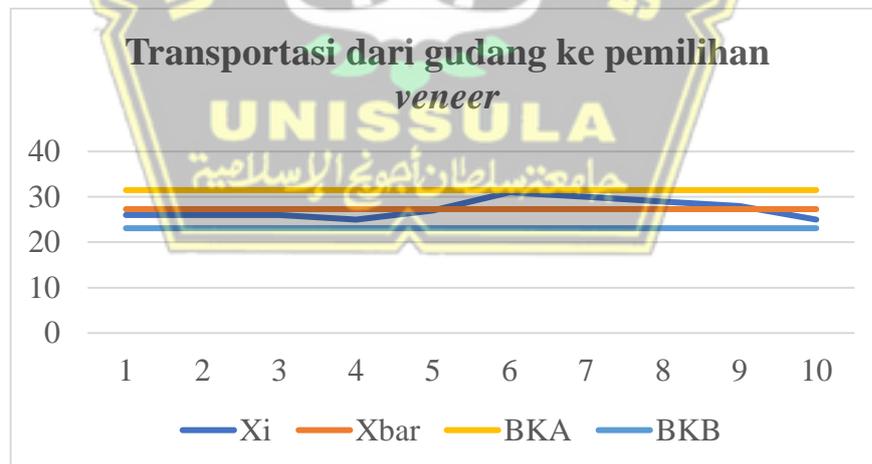
$$\begin{aligned} \bullet \bar{x}/W_s &= \frac{\sum X_i}{N} \\ &= \frac{273}{10} = 27.3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{Standar deviasi } (\sigma) &= \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{x})^2}{N-1}} \\ &= \sqrt{\frac{40.1}{10-1}} = 2.1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{Batas Kendali Atas (BKA)} &= \bar{x} + k \cdot \sigma \\ &= 27.3 + (2 \times 2.1) \\ &= 31.5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{Batas Kendali Bawah (BKB)} &= \bar{x} - k \cdot \sigma \\ &= 27.3 - (2 \times 2.1) \\ &= 23.1 \end{aligned}$$

Berikut ini merupakan grafik uji keseragaman data transportasi dari gudang ke pemilihan *veneer*.



Gambar 4.14 Grafik Uji Keseragaman Data Transportasi Gudang Ke Pemilihan Veneer

Pada **gambar 4.14** grafik diatas menunjukkan bahwa data dianggap seragam dikarenakan data berada dalam batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB). Pada **tabel 4.17** ini merupakan rekapitulasi uji keseragaman data untuk semua proses pada produksi *plywood*.

Tabel 4. 17 Rekapitulasi Uji Keseragaman Data Waktu Transportasi

No	Proses	Rata-rata	Standar deviasi	BKA	BKB	Min	Maks	Keterangan
1	Dari gudang ke proses pemilihan veneer	27.3	2.1	31.5	23.1	25	31	Seragam
2	Dari proses pemilihan veneer ke proses assembly	80.4	4.2	88.9	71.9	75	89	Seragam
3	Dari proses assembly ke proses cold press	12.3	0.9	14.2	10.4	11	14	Seragam
4	Dari proses cold press ke proses hot press	14.6	1.0	16.5	12.7	13	16	Seragam
5	Dari proses hot press ke proses pemotongan	18.9	1.4	21.8	16	16	21	Seragam
6	Dari proses pemotongan ke proses inspeksi	52	4.0	60.1	43.9	45	56	Seragam
7	Dari proses inspeksi ke proses packing	17.1	1.4	19.8	14.4	14	19	Seragam
8	Dari proses packing ke Gudang	12.7	0.9	14.6	10.8	11	14	Seragam

4.1.11.3 Uji Keseragaman Data Waktu Setup Mesin

Pada **table 4.18** dibawah ini merupakan contoh dari perhitungan uji keseragaman data proses pemilihan veneer.

Tabel 4. 18 Data Waktu Setup Mesin Pada Proses Pemilihan Veneer

No	X_i	X_i^2	$X_i - \bar{x}$	$(X_i - \bar{x})^2$
1	41	1681	1	1
2	44	1936	-2	4
3	40	1600	2	4
4	44	1936	-2	4
5	44	1936	-2	4
6	41	1681	1	1
7	41	1681	1	1
8	40	1600	2	4
9	42	1764	0	0
10	43	1849	-1	1
Jumlah	420	17664	0	24

Diketahui :

$$N = 10$$

- $\bar{x}/Ws = \frac{\sum Xi}{N}$
 $= \frac{420}{10} = 42$

- Standar deviasi (σ) $= \sqrt{\frac{\sum (Xi - \bar{x})^2}{N-1}}$
 $= \sqrt{\frac{24}{10-1}} = 1.63$

- Batas Kendali Atas (BKA) $= \bar{x} + k. \sigma$
 $= 42 + (2 \times 1.63)$
 $= 45.2$
- Batas Kendali Bawah (BKB) $= \bar{x} - k. \sigma$
 $= 42 - (2 \times 1.63)$
 $= 38.6$

Berikut ini merupakan grafik uji keseragaman data proses pemilihan veneer.



Gambar 4. 15 Grafik Uji Keseragaman Data Setup Mesin Proses Pemilihan Veneer

Pada **gambar 4.15** grafik diatas menunjukkan bahwa data dianggap seragam dikarenakan data berada dalam batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB). Pada **tabel 4.19** ini merupakan rekapitulasi uji keseragaman data untuk semua proses pada produksi *plywood*.

Tabel 4. 19 Rekapitulasi Uji Keseragaman Data Waktu Setup Mesin

No	Proses	Rata-rata	Standar deviasi	BKA	BKB	Min	Maks	Keterangan
1	Pemilihan <i>Veneer</i>	42	1.63	45.3	38.7	40	44	Seragam
2	<i>Assembly</i>	693.7	49.6	793	594.4	616	776	Seragam
3	<i>Cold Press</i>	1169.4	51.6	1272.5	1066.3	1082	1236	Seragam
4	<i>Hot Press</i>	615.6	39.7	695	536.2	553	667	Seragam
5	Pemotongan	66	3.50	73	59	60	72	Seragam

4.1.12 Perhitungan Waktu Rata-Rata (Ws)

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

4.1.12.1 Waktu Siklus Proses Operasi

Berikut ini adalah contoh perhitungan waktu rata-rata (Ws) pada proses pemilihan *veneer*.

$$\begin{aligned}
 Ws &= \frac{1800+1800+1700+1680+1708+1699 + 1800 +1750+1087+1722}{10} \\
 &= \frac{17466}{10} = 1746.6
 \end{aligned}$$

Tabel 4. 20 Rata-rata Waktu Proses

No	Proses	Pengamatan ke- (Detik)										Rata-rata
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Pemilihan <i>Veneer</i>	1800	1800	1700	1680	1708	1699	1800	1750	1807	1722	1746.6
2	<i>Assembly</i>	47	43	45	40	41	43	44	45	46	50	44.4
3	<i>Cold Press</i>	2398	2366	1890	2230	1973	2170	2141	2230	2087	1980	2146.5
4	<i>Hot Press</i>	300	330	300	321	300	308	358	322	309	340	318.8
5	Pemotongan	17	18	18	20	21	19	19	18	20	18	18.8
6	<i>Inspeksi</i>	709	688	670	653	598	596	701	678	645	676	661.4
7	<i>Packing</i>	287	309	277	243	305	255	278	300	300	302	285.6

4.1.12.2 Waktu Siklus Transportasi

Berikut ini adalah contoh perhitungan waktu rata-rata (W_s) pada Transportasi dari proses pemotongan ke proses inspeksi.

$$W_s = \frac{45+45+51+53+56+54+53+52+55}{10}$$

$$= \frac{520}{10} = 52$$

Tabel 4. 21 Rata-rata Waktu Transportasi

No	Proses	Pengamatan ke- (Detik)										Rata-rata
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	dari gudang ke proses pemilihan veneer	26	26	26	25	27	31	30	29	28	25	27.3
2	dari proses pemilihan veneer ke proses assembly	75	77	81	79	78	80	89	85	83	77	80.4
3	dari proses assembly ke proses cold press	12	13	12	14	12	12	13	11	11	13	12.3
4	dari proses cold press ke proses hot press	14	14	16	16	15	15	14	14	13	15	14.6
5	dari proses hot press ke proses pemotongan	19	18	20	18	20	16	19	18	20	21	18.9
6	dari proses pemotongan ke proses inspeksi	45	45	51	53	56	56	54	53	52	55	52
7	dari proses inspeksi ke proses packing	16	17	19	17	18	17	18	14	17	18	17.1
8	dari proses packing ke Gudang	14	13	11	12	12	13	13	12	14	13	12.7

4.1.12.3 Waktu Siklus Setup Mesin

Berikut ini adalah contoh perhitungan waktu rata-rata (W_s) pada proses pemilihan veneer.

$$W_s = \frac{41+42+40+44+44+41+41+40+42+43}{10}$$

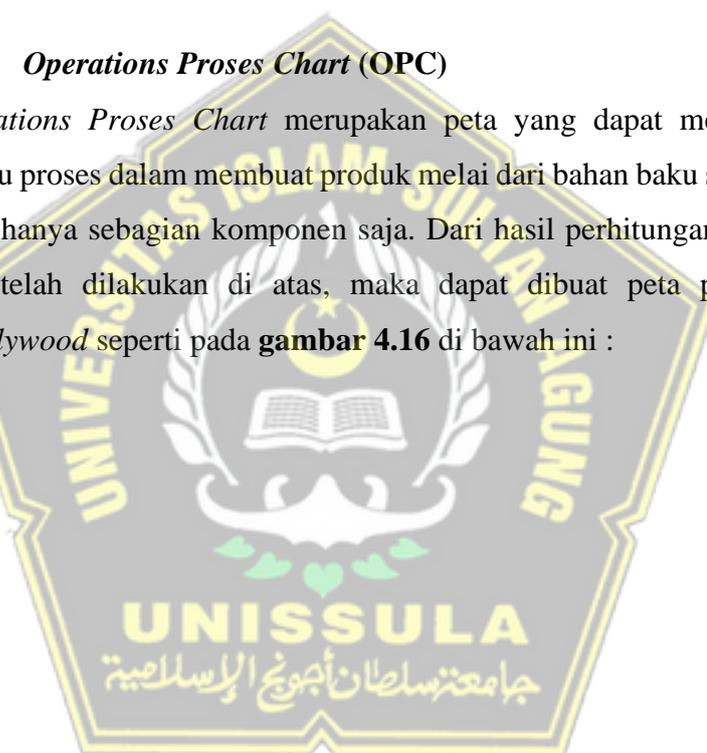
$$= \frac{420}{10} = 42$$

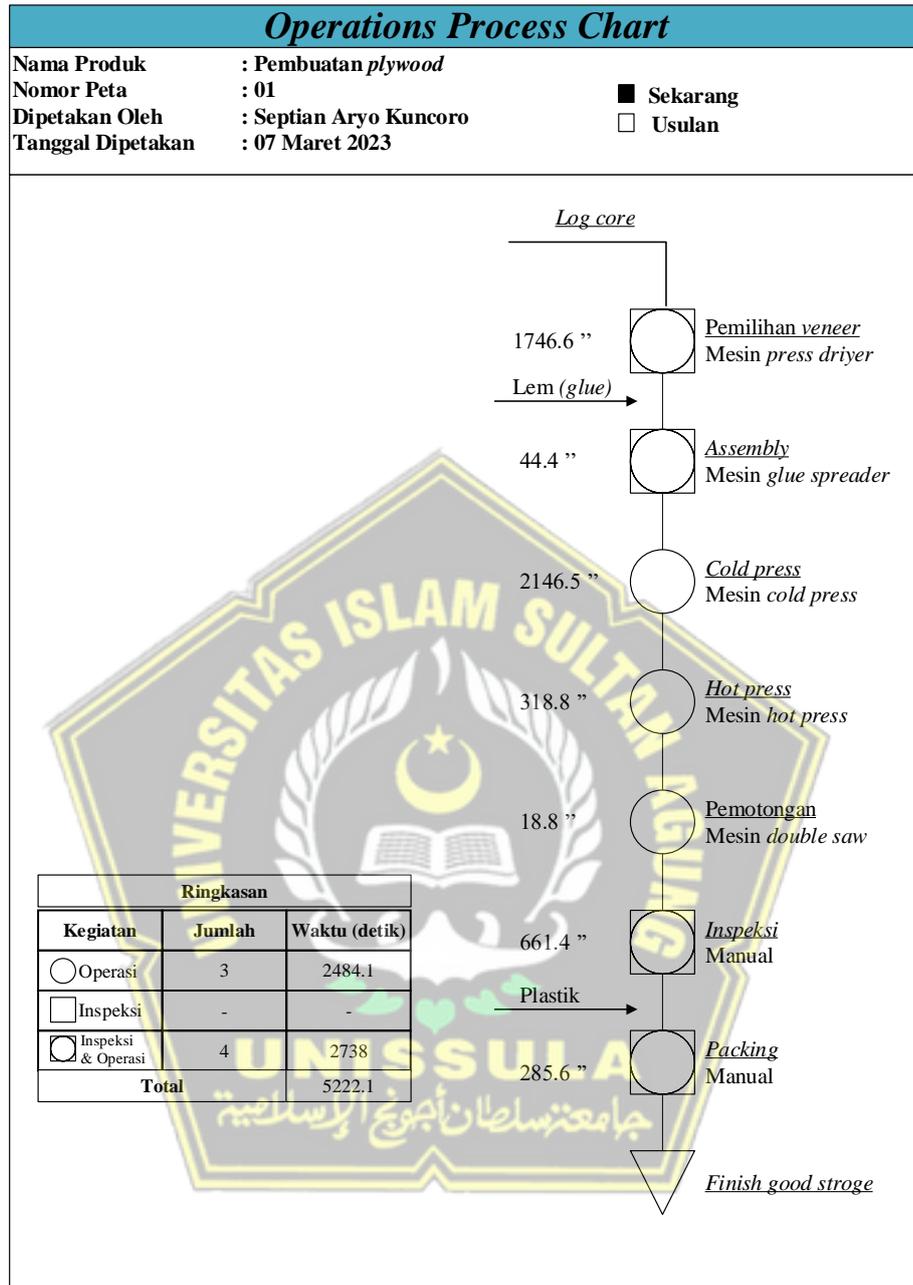
Tabel 4. 22 Rata-rata Waktu Setup Mesin

No	Proses	Pengamatan ke- (Detik)										Rata-rata
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Pemilihan <i>Veneer</i>	41	44	40	44	44	41	41	40	42	43	42
2	<i>Assembly</i>	616	702	729	682	776	658	673	772	754	642	693.7
3	<i>Cold Press</i>	1082	1216	1187	1216	1187	1138	1096	1152	1184	1236	1169.4
4	<i>Hot Press</i>	582	621	638	667	589	661	589	553	661	595	615.6
5	Pemotongan	60	66	62	68	72	69	68	65	66	64	66

4.1.13 *Operations Proses Chart (OPC)*

Operations Proses Chart merupakan peta yang dapat menggambarkan aktivitas suatu proses dalam membuat produk mulai dari bahan baku sampai produk jadi ataupun hanya sebagian komponen saja. Dari hasil perhitungan waktu siklus (WS) yang telah dilakukan di atas, maka dapat dibuat peta proses operasi pembuatan *plywood* seperti pada **gambar 4.16** di bawah ini :





Gambar 4. 16 Operations Proses Chart Pembuatan Plywood

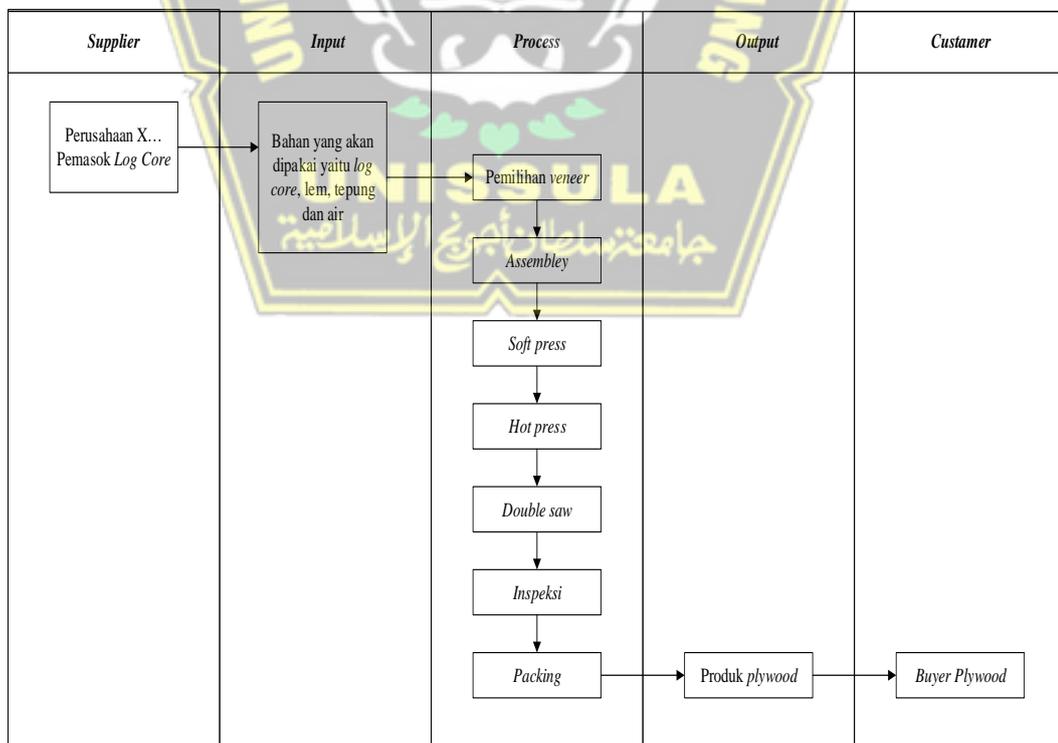
Berdasarkan *Operations Proses Chart* pada proses pembuatan *plywood* di atas diketahui bahwa pada proses pemilihan *veneer* termasuk proses operasi dan *inspeksi* dengan waktu yaitu 1746.6 detik, proses *assembly* termasuk proses operasi dengan waktu yaitu 44.4 detik, proses *cold press* termasuk proses operasi dengan waktu yaitu 2146.5 detik, proses *hot press* termasuk proses operasi dengan waktu yaitu 318.8 detik, proses pemotongan termasuk proses operasi dengan waktu yaitu 18.8

detik, proses *inspeksi* termasuk proses operasi dan *inspeksi* dengan waktu yaitu 661.4 detik, proses *packing* termasuk proses operasi dan *inspeksi* dengan waktu yaitu 285.6 dan yang terakhir setelah *plywood* jadi maka akan masuk ke *finish good stroge* untuk disimpan sebelum sampai ke tangan konsumen.

4.1.14 Membuat Diagram SIPOC

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

1. *Supplier* : Perusahaan X merupakan pemasok *log core*
2. *Input* : Bahan yang digunakan dalam proses pembuatan *plywood*
3. *Process* : Proses yang dilakukan dalam membuat *plywood* mulai dari pemilihan *veneer* sampai dengan *packing*.
4. *Output* : Hasil yang dikeluarkan dari kegiatan produksi yaitu *plywood* (papan tiruan).
5. *Customer* : Buyer yang memesan produk *plywood*.



Gambar 4. 17 Diagram SIPOC Proses Pembuatan Plywood

4.1.15 Data Pembuatan *Current State Mapping*

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

➤ Menghitung *Scrape* Proses Pemotongan

Scrap merupakan segala yang bentuk sisa material yang dihasilkan dari proses produksi, data *scrap* diperoleh melalui pengamatan secara langsung di stasiun kerja proses pemotongan dikarenakan hanya stasiun kerja ini yang menghasilkan *scrap*. Dibawah ini merupakan data hasil pengukuran *scrap plywood* pada stasiun kerja pemotongan yang dibagi menjadi 2 tahap yaitu *scrap Panjang plywood* dan *scrap lebar plywood*.

a. *Scrap* Panjang *plywood*

Tabel 4. 23 Scrap Di Stasiun Kerja Pemotongan (Panjang)

Pengamatan	Panjang <i>Plywood</i> Awal (mm)	Jumlah <i>Plywood</i> (pcs)	Panjang <i>Plywood</i> yang dibuang (mm)
1	2450	5	50
2	2450	5	50
3	2450	5	50
4	2450	5	50
5	2430	5	30
6	2430	5	30
7	2450	5	50
8	2445	5	45
9	2440	5	40
10	2450	5	50

Scrap dapat dihitung dalam bentuk presentase dengan rumus sebagai berikut

:

$$\text{Scrape} = \frac{\text{Panjang plywood yang dibuang}}{\text{panjang awal plywood sebelum dipotong}} \times 100\%$$

Setiap produk *plywood* memiliki standar ukuran yaitu 2400 mm x 1120 mm. Kemudian dipotong sesuai standar ukuran yang sudah diatur sebelumnya. Dibawah merupakan contoh perhitungan *scrap* di stasiun kerja proses pemotongan pada pengamatan 1 :

$$\begin{aligned}
 \text{Scrape} &= \frac{50\text{mm} \times 5 \text{ lembar}}{\text{panjang awal plywood sebelum dipotong}} \times 100\% \\
 &= \frac{50\text{mm} \times 5 \text{ lembar}}{2450 \text{ mm} \times 5 \text{ lembar}} \times 100\% \\
 &= 2.04 \%
 \end{aligned}$$

Tabel 4. 24 Rekapitulasi Perhitungan Scrap Proses Pemotongan (Panjang)

No	Panjang Plywood Awal (mm) a	Jumlah Plywood (pcs) b	Panjang Plywood yang dibuang (mm) c	Total Panjang Plywood Awal (mm) d = a x b	Panjang Plywood yang dibuang (mm) e = b x c	Scrape rate (%) (e/d) x 100
1	2450	5	50	12250	250	2.04
2	2450	5	50	12250	250	2.04
3	2450	5	50	12250	250	2.04
4	2450	5	50	12250	250	2.04
5	2430	5	30	12150	150	1.23
6	2430	5	30	12150	150	1.23
7	2450	5	50	12250	250	2.04
8	2445	5	45	12225	225	1.84
9	2440	5	40	12200	200	1.64
10	2450	5	50	12250	250	2.04
Rata-rata				12222.5	222.5	1.82

b. Scrap lebar plywood

Tabel 4. 25 Scrap Di Stasiun Kerja Pemotongan (Lebar)

Pengamatan	Panjang Plywood Awal (mm)	Jumlah Plywood (pcs)	Panjang Plywood yang dibuang (mm)
1	1170	5	50
2	1170	5	50
3	1170	5	50
4	1170	5	50
5	1150	5	30
6	1150	5	30
7	1170	5	50
8	1165	5	45
9	1160	5	40
10	1170	5	50

Scrap dapat dihitung dalam bentuk presentase dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Scrape} = \frac{\text{Panjang plywood yang dibuang}}{\text{panjang awal plywood sebelum dipotong}} \times 100\%$$

Setiap produk *plywood* memiliki standar ukuran yaitu 2400 mm x 1120 mm. Kemudian dipotong sesuai standar ukuran yang sudah diatur sebelumnya. Dibawah merupakan contoh perhitungan *scrap* di stasiun kerja proses pemotongan pada pengamatan 1 :

$$\begin{aligned} \text{Scrape} &= \frac{50\text{mm} \times 5 \text{ lembar}}{\text{panjang awal plywood sebelum dipotong}} \times 100\% \\ &= \frac{50\text{mm} \times 5 \text{ lembar}}{1170 \text{ mm} \times 5 \text{ lembar}} \times 100\% \\ &= 4,27 \% \end{aligned}$$

Tabel 4. 26 Rekapitulasi Perhitungan Scrap Proses Pemotongan (Lebar)

No	Panjang Plywood Awal (mm) a	Jumlah Plywood (pcs) b	Panjang Plywood yang dibuang (mm) c	Total Panjang Plywood Awal (mm) d = a x b	Panjang Plywood yang dibuang (mm) e = b x c	Scrape rate (%) (e/d) x 100
1	1170	5	50	5850	250	4.27
2	1170	5	50	5850	250	4.27
3	1170	5	50	5850	250	4.27
4	1170	5	50	5850	250	4.27
5	1150	5	30	5750	150	2.61
6	1150	5	30	5750	150	2.61
7	1170	5	50	5850	250	4.27
8	1165	5	45	5825	225	4.29
9	1160	5	40	5800	200	3.45
10	1170	5	50	5850	250	4.27
Rata-rata				5822.5	222.5	3.82

➤ **Menghitung Uptime**

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

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

Keterangan :

- *Actual production of machine* merupakan waktu aktual mesin saat melakukan produksi selama satu shift kerja dan selama satu bulan (24 hari) dengan waktu kerja pershift selama 7 jam. Jeda 1 jam digunakan pekerja istirahat. Berikut ini merupakan *perhitungan actual production time of machine* :

$$\begin{aligned} \text{Actual} &= (24 \text{ hari} \times 7 \text{ jam} \times 60 \text{ menit} \times 60 \text{ detik}) \\ &= 604800 \text{ detik.} \end{aligned}$$

- *Value added time* adalah waktu siklus masing-masing proses.
- *Availability time* merupakan waktu aktual yang tersedia selama satu shift kerja dan selama satu bulan (24 hari) dengan satu shift kerja 8 jam. berikut ini merupakan perhitungan *availability time* :

$$\begin{aligned} \text{Availability} &= (24 \text{ hari} \times 8 \text{ jam} \times 60 \text{ menit} \times 60 \text{ detik}) \\ &= 691200 \text{ detik.} \end{aligned}$$

Berikut adalah contoh dari perhitungan uptime untuk proses pemilihan veneer :

$$\begin{aligned} \text{Uptime (\%)} &= \frac{\text{Actual production time of machine} - \text{value added time}}{\text{availability time}} \times 100\% \\ &= \frac{24 \text{ hari} \times 7 \text{ jam} \times 60 \text{ menit} \times 60 \text{ detik} - 1746.6}{24 \text{ hari} \times 8 \text{ jam} \times 60 \text{ menit} \times 60 \text{ detik}} \times 100\% \\ &= 87.25 \% \end{aligned}$$

Pada **tabel 4.27** di bawah ini adalah rekapitulasi dari perhitungan *uptime* untuk semua proses pada produksi *plywood*

Tabel 4. 27 Rekapitulasi Data Uptime

No	Proses	Actual	Availiability	Value added time	Uptime (%)
1	Pemilihan Veneer	604800	691200	1746.6	87.25
2	Assembly	604800	691200	44.4	87.49
3	Cold Press	604800	691200	2146.5	87.19
4	Hot Press	604800	691200	318.8	87.45
5	Pemotongan	604800	691200	18.8	87.50
6	Inspeksi	604800	691200	661.4	87.40
7	Packing	604800	691200	285.6	87.46

➤ **Work in process (WIP)**

Work in process adalah barang atau produk setengah jadi yang menunggu untuk selanjutnya diproses pada proses selanjutnya. *Work in process* terjadi apabila terdapat jumlah WIP pada setiap proses jumlahnya sendiri tidak pasti atau tidak mempunyai ketentuan jumlah yang ditetapkan, maka jumlah WIP yaitu didapat dengan melakukan observasi dan wawancara pada setiap operator mengenai rata-rata jumlah WIP yang harus dikumpulkan pada saat proses pembuatan *plywood* dilakukan.

Tabel 4. 28 Data Waktu Proses, Setup dan Transportasi

No	Setup	Waktu setup (detik)	proses	Waktu proses (detik)	Transportasi	Waktu transportasi (detik)
1	Pemilihan <i>Veneer</i>	42	Pemilihan <i>Veneer</i>	1746.6	-	-
2	<i>Assembly</i>	693.7	<i>Assembly</i>	44.4	Ke <i>assembly</i>	80.4
3	<i>Cold Press</i>	1169.4	<i>Cold Press</i>	2146.5	Ke <i>Cold press</i>	12.3
4	<i>Hot Press</i>	615.6	<i>Hot Press</i>	318.8	Ke <i>hot press</i>	14.6
5	Pemotongan	66	Pemotongan	18.8	Ke pemotongan	18.9
6	-	-	<i>Inspeksi</i>	661.4	Ke inspeksi	27.3
7	-	-	<i>Packing</i>	285.6	Ke <i>packing</i>	17.1
9	-	-	-	-	Ke gudang	12.7

Dari table di atas diketahui bahwa waktu setup, proses pemilihan *veneer* dan transportasi ke *assembly* masing-masing memiliki waktu sebesar 42 detik, 1746.6 detik dan 80.4 detik sehingga total dari kegiatan proses pemilihan *veneer* yaitu $42 + 1746.6 + 80.4 = 1869$ detik. Sedangkan untuk waktu jam kerja diperoleh sebesar $8 \text{ jam} \times 60 \text{ menit} \times 60 \text{ detik} = 28800$ detik

Sehingga dapat diketahui kapasitas proses produksi pemilihan *veneer* adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas pemilihan } veneer &= \frac{\text{available time}}{\text{cycle time}} \\ &= \frac{28800}{1869} = 15.41 \text{ palet/shift} \end{aligned}$$

Berikut ini adalah rekapitulasi perhitungan kapasitas produksi dari masing-masing proses :

Tabel 4. 29 Rekapitulasi Kapasitas Setiap Proses

No	Proses	Kapasitas <i>a</i>	Jumlah kelompok <i>b</i>	Jumlah shift <i>c</i>	Kapasitas (palet) <i>d = (a x b x c)</i>
1	Pemilihan <i>Veneer</i>	15.41	2	1	30.82
2	<i>Assembly</i>	38.38	1	1	38.38
3	<i>Cold Press</i>	8.65	2	1	17.3
4	<i>Hot Press</i>	30.21	2	1	60.42
5	Pemotongan	256.91	1	1	256.91
6	<i>Inspeksi</i>	42.45	2	1	84.9
7	<i>Packing</i>	96.55	2	1	193.1

Berdasarkan perhitungan kapasitas tersebut maka perhitungan *lead time* WIP pada proses pemilihan *veneer* adalah sebagai berikut :

$$\text{Lead time} = \frac{\text{WIP}}{\text{kapasitas}} = \frac{30}{30.82} = 0.781657 \text{ hari}$$

Nilai *lead time* pada proses pemilihan *veneer* adalah sebesar 0.781657 hari.

Berikut merupakan prekapitulasi perhitungan *lead time* WIP untuk seluruh proses :

Tabel 4. 30 Rekapitulasi Perhitungan *Lead Time*

No	Proses	Kapasitas <i>a</i>	WIP (palet) <i>b</i>	LT WIP (hari) <i>c = (a / b)</i>
1	Gudang - Pemilihan <i>veneer</i>	30.82	-	-
2	Pemilihan <i>veneer</i> - <i>Assembly</i>	38.38	30	0.782
3	<i>Assembly</i> - <i>Cold Press</i>	17.3	10	0.578
4	<i>Cold Press</i> - <i>Hot Press</i>	60.42	10	0.166
5	<i>Hot Press</i> - Pemotongan	256.91	10	0.039
6	Pemotongan - <i>Inspeksi</i>	84.9	10	0.118
7	<i>Inspeksi</i> - <i>Packing</i>	193.1	10	0.052

4.1.16 Identifikasi Jenis Kegiatan Yang Termasuk Kategori Waste

Identifikasi aktivitas atau kegiatan yang masuk dalam kategori pemborosan bertujuan untuk mengetahui gambaran secara menyeluruh tentang pemborosan yang terjadi saat ini pada aliran proses produksi *plywood* saat ini dengan cara melakukan observasi secara langsung maupun wawancara terhadap pihak perusahaan. Berikut merupakan gambaran dari tiap pemborosan yang terjadi saat ini pada proses produksi *plywood* :

➤ Mengidentifikasi Pemborosan *Motion*

Berdasarkan observasi atau pengamatan secara langsung diketahui bahwa alat material *handling* yang kurang efektif pada kereta dorong pengangkut (*coveyor*) yang digunakan saat ini untuk mengangkut material maupun *plywood* dikarenakan sebelumnya alat material *handling* (*conveyor*) tidak memiliki pegangan yang digunakan untuk mendorong *conveyor* tersebut.



Gambar 4. 18 Alat Material Handling

Berdasarkan gambar 4.18 diatas alat material *handling* (*conveyor*) tidak memiliki pegangan sehingga ketika pekerja ingin mendorong akan sedikit kesusahan, alhasil menimbulkan gerakan yang tidak perlu dilakukan oleh pekerja yang apabila dilakukan secara terus-menerus dapat mengakibatkan cedera punggung.

➤ **Mengidentifikasi Pemborosan *Inventory***

Berdasarkan observasi atau pengamatan secara langsung diketahui bahwa dalam kegiatan proses produksi pembuatan *plywood* terkadang dari pihak perusahaan tidak memperhatikan permintaan konsumen sehingga untuk mempertahankan produk yang tidak terjual tersebut yaitu dengan cara meningkatkan biaya penyimpanan. Selain itu Penyebab lainnya yaitu adanya cacat produk kategori *rework* dan cacat produk kategori *reject* yang sering kali tidak tertata dengan rapi bahkan cacat kategori *rework* ini seringkali dijumpai di *warehouse* bahan baku dan penyimpanan barang jadi.



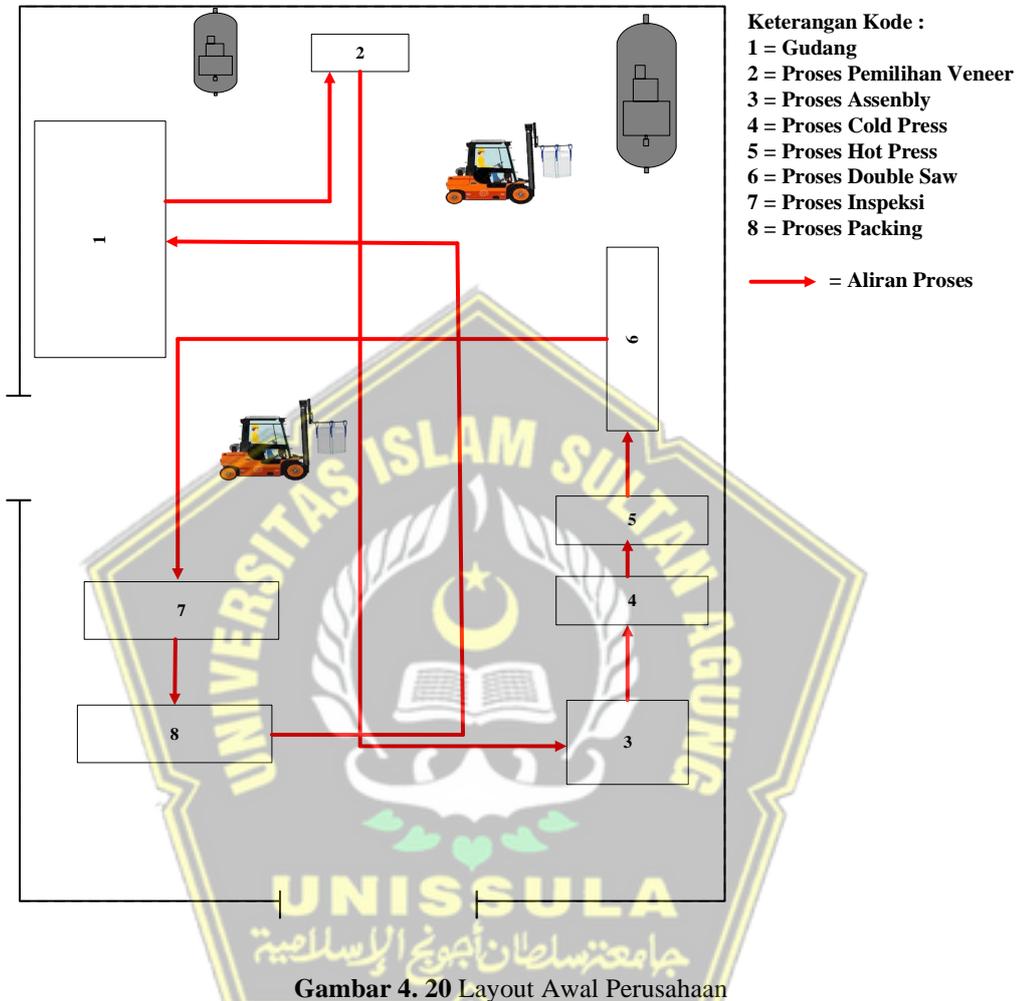
Gambar 4. 19 Produk Cacat Yang Disimpan Pada Warehouse

Berdasarkan permasalahan yang terjadi diatas secara tidak langsung dapat mempengaruhi keuntungan yang ingin dicapai oleh Perusahaan dikarenakan jumlah biaya penyimpanan yang mengalami peningkatan.

➤ **Mengidentifikasi Pemborosan Transportasi & *Waiting***

Layout yang tidak ditata dengan baik dapat mempengaruhi efisiensi dan efektivitas kegiatan transportasi, seperti yang terjadi pada lantai produksi di CV. Treewood Abadi Grup yang dimana proses produksi tidak berjalan dengan baik dikarenakan sistem perancangan tata letak fasilitas yang kurang efektif. terutama pada proses pemilihan *venner* menuju proses *assembly* dimana panjangnya jarak perpindahan material yang terlalu jauh sepanjang 76.42 meter, selain itu pada proses pemotongan menuju proses *inpeksi* memiliki jalur yang belawan antar proses pemilihan *venner* menuju proses *assembly* yang mengakibatkan berpapasannya *forklift* satu dengan lainnya, sehingga salah satu *forklift* harus mengalah terlebih dahulu, pada permasalahan tersebut dapat mengakibatkan

waiting (pemborosan waktu) yang mengganggu pada proses kegiatan produksi *plywood*. Secara detail berikut adalah gambaran kondisi *layout* di lantai produksi CV. Treewood Abadi Grup dapat dilihat pada **gambar 4.20**.



Gambar 4. 20 Layout Awal Perusahaan

Sumber : *Layout* bagian produksi CV.Treewood Abadi Grup

➤ **Mengidentifikasi Pemborosan *Defect*, *Overprocessing* & *Overproduction***

Berdasarkan pengamatan dan data historis perusahaan dari bulan Januari sampai bulan September 2022 diketahui bahwa *defect* yang dialami oleh perusahaan memiliki 2 kategori. **Tabel 4.31** ini adalah rekapitulasi *defect plywood*.

Tabel 4. 31 Data Defect Produksi Plywood

Bulan Januari- september (2022)	Total Permintaan (pcs)	Defect (pcs)		Jumlah Defect (pcs)	Presentase Defect (%)
		<i>Recycle</i>	<i>Reject</i>		
Januari	5.260	243	27	270	5%
Febuari	5.400	253	31	284	5%
Maret	5.600	279	29	308	5%
April	5.100	246	24	270	5%
Mei	6.070	351	44	395	6%
Juni	5.800	144	22	166	3%
Juli	7.600	456	66	522	6%
Agustus	6.580	224	35	259	4%
September	7.880	435	52	487	6%
Rata-rata		292	37	329	5%

Sumber : Data Historis CV. Treewood Abadi Grup Januari-September 2022

Berdasarkan data *defect* di atas diketahui bahwa jenis *defect* dibagi menjadi dua kategori yaitu kategori *rework* dan *reject*, kategori *rework* merupakan *defect* yang dapat di *rework* atau diproses kembali menjadi produk *plywood* namun dengan mengeluarkan biaya produksi tambahan seperti material, tenaga kerja dan penggunaan mesin. Sedangkan kategori ke dua yaitu kategori *reject*, kategori *reject* merupakan *defect* yang sudah tidak dapat diolah kembali. *defect* kategori *reject* ini sendiri biasanya terjadi pada saat proses pemotongan *plywood*.

4.1.17 Mengidentifikasi Aktifitas *Value Added*, *Non Value Added* Dan *Necessary But Non Value Added*

Sebelum melakukan pembuatan *current state mapping*, maka akan terlebih dahulu dilakukan klasifikasi terhadap aktivitas *value added activity*, *non value added activity* dan *necessary but non value added activity*. *Value added activity*

adalah segala aktivitas proses seperti proses pemilihan veneer sampai dengan proses yang terakhir yaitu *packing*, yang dimana proses-proses tersebut mempunyai nilai tambah. Sedangkan *necessary but non value added activity* adalah segala aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah akan tetapi kebutuhannya keberadaannya dibutuhkan untuk menjalankan suatu proses mulai dari tahap awal sampai akhir seperti waktu *transportasi* dan *set up* mesin dapat dilihat di **tabel 4.32**.

Tabel 4. 32 Klasifikasi VA, NVA dan NNVA

No	Aktivitas	Waktu (detik)	Kategori		
			VA	NVA	NNVA
1	Memindahkan lapisan veneer ke proses pemilihan veneer menggunakan forklift.	27.3			√
2	Setup mesin press driyer	42			√
3	Proses pemilihan veneer	1746.6	√		
4	Memindahkan plywood ke proses assembly menggunakan forklift.	80.4			√
5	Delay sebelum assembly	1827		√	
6	Mengambil dan mencampur lem	108.2			√
7	Setup mesin glue spreader	693.7			√
8	Proses assembly	44.4	√		
9	Memindahkan plywood ke proses cold press secara manual menggunakan conveyor	12.3			√
10	Delay sebelum proses cold press	56.7		√	
11	Menata lembaran core dari proses assembly	223			√
12	Mengatur suhu pada mesin cold press	142.3			√
13	Setup mesin cold press	1169.4			√
14	Proses cold press	2146.5	√		
15	Memindahkan plywood ke proses hot press secara manual menggunakan conveyor	14.6			√
16	Delay sebelum proses hot press	2161.1		√	
17	Mengatur suhu pada mesin hot press	134.5			√
18	Setup mesin hot press	615.6			√
19	Proses hot press	318.8	√		
20	Memindahkan plywood ke proses pemotongan secara manual menggunakan conveyor	18.9			√
21	Delay sebelum proses double saw	337.7		√	

No	Aktivitas	Waktu (detik)	Kategori		
			VA	NVA	NNVA
22	Menata lembaran core menjadi 1 palet berisi 5 lembar plywood	235.7			√
23	mengambil pisau gergaji dan pelumas	62			√
24	Setup mesin double saw	66			√
25	Proses double saw	18.8	√		
26	Memindahkan plywood ke proses inspeksi menggunakan forklift.	52			√
27	Delay sebelum proses inspeksi	70.8		√	
28	Proses inspeksi	661.4	√		
29	Memindahkan plywood ke proses packing menggunakan forklift.	17.1			√
30	Delay sebelum proses packing	678.5		√	
31	Merapikan plywood menjadi 1 palet dengan jumlah 20 lembar	431			√
32	Proses packing	285.6	√		
33	Memindahkan palet plywood yang sudah dikemas ke gudang barang jadi (warehouse) menggunakan forklift.	12.7			√

4.1.18 Pembuatan Peta Untuk Setiap Kategori Proses

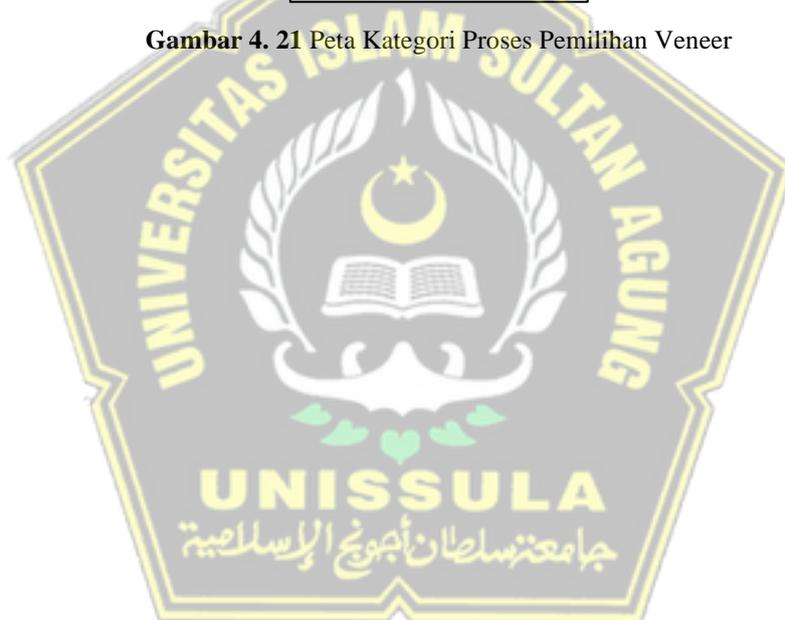
Pembuatan peta untuk setiap kategori proses dapat dengan menggunakan data waktu siklus dilengkapi dengan data lainnya seperti *setup* mesin, *availability time*, *uptime*, jumlah operator, kapasitas, scrap dan jumlah mesin yang ada dalam proses pembuatan *plywood*. Berikut ini adalah langkah-langkah contoh pembuatan peta kategori untuk proses pemilihan *veneer* dapat dilihat pada **gambar 4.21**.

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

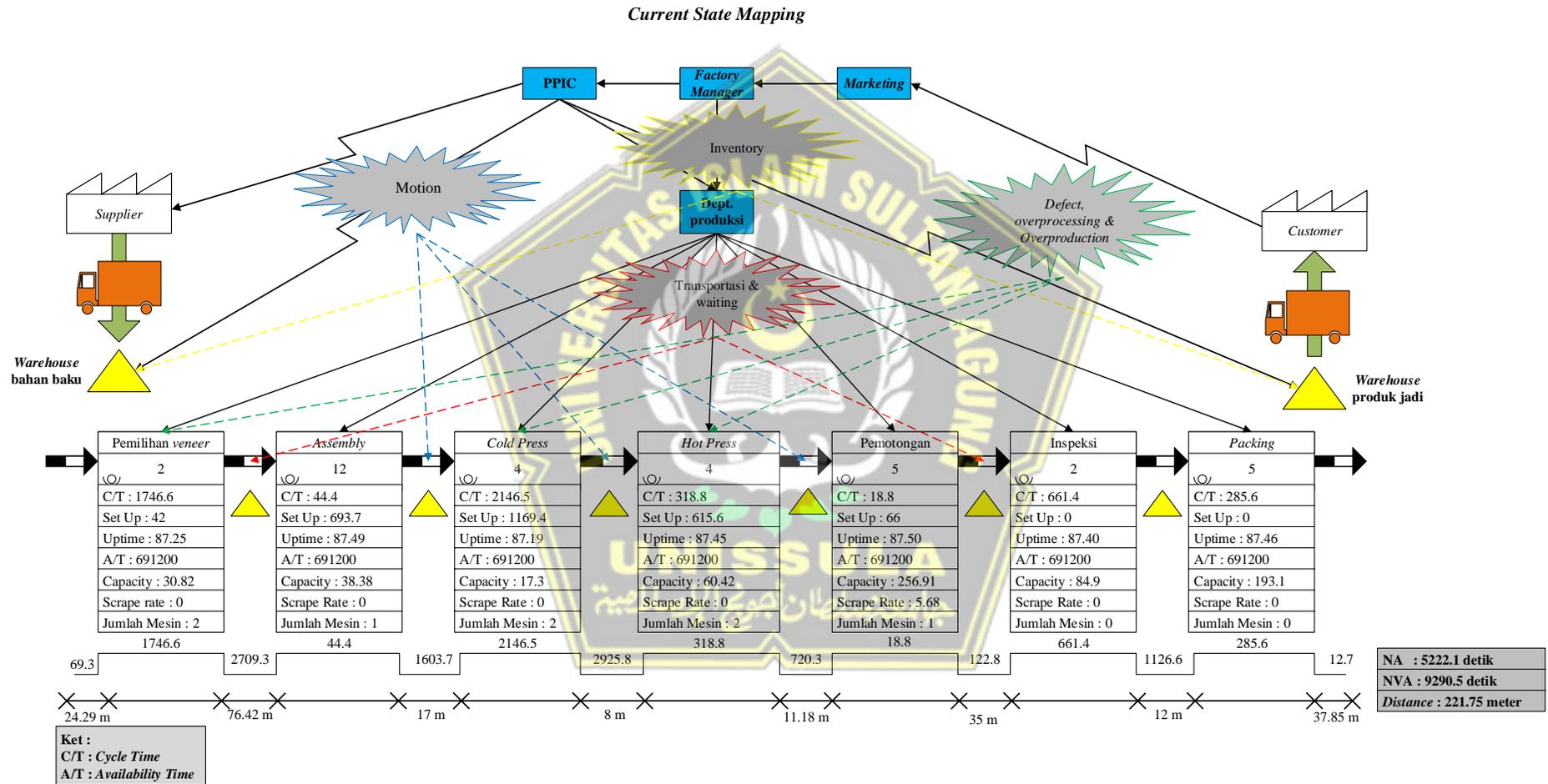
Setelah semua langkah diatas dilakukan, akan diperoleh peta kategori proses pemilihan *veneer* seperti **gambar 4.21** berikut :

Pemilihan <i>veneer</i>
2
C/T : 1746.6
Set Up : 42
Uptime : 88.34
A/T : 864000
Capacity :
Srape Rate : 0
Jumlah Mesin : 2

Gambar 4. 21 Peta Kategori Proses Pemilihan Veneer



4.1.19 Current State Mapping



Gambar 4. 22 Current State Map

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Identifikasi Waste

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

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

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

4.2.2 Identifikasi Hubungan Antar Jenis Waste Dengan Menggunakan Metode WRM

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

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

4.2.2.1 Data Identifikasi Waste

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

1. Kuesioner

Langkah awal yang dilakukan dalam mengidentifikasi *waste* sebelum dilakukan pembobotan yaitu memberikan kuesioner kepada responden, dimana responden tersebut terdiri dari 2 orang yaitu *leader* bagian produksi (meneger *factory*) dan *accounting*, pada CV. Treewood abadi grup. Responden tersebut dipilih karena kuesioner ini bersifat *assessment* yang didalamnya terdiri dari beberapa pertanyaan-pertanyaan yang tidak semua orang memahaminya, tetapi lebih kepada kompetensi dan pengalaman yang dikuasai oleh responden tersebut.

2. Brainstorming

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

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

4.2.2.2 Seven Waste Relationship

Setelah hasil kuesioner yang dibagikan kepada responden terkumpul, langkah selanjutnya yaitu melakukan pembobotan terhadap kuesioner keterkaitan *waste* dengan cara mengakumulasikan nilai skor pada setiap pertanyaan *question type* berdasarkan hubungan antar *waste* yang disajikan di dalam kuesioner. Tujuan dilakukan pembobotan ini untuk mengetahui hubungan antar *waste* yang satu

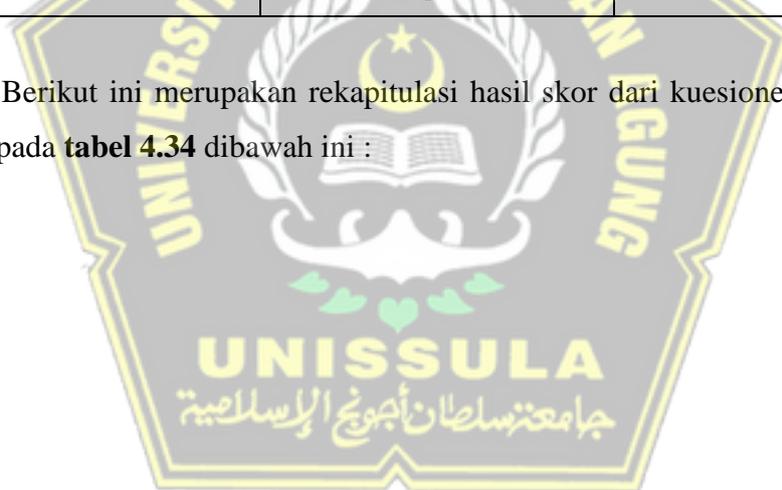
dengan *waste* yang lainnya pada perusahaan, sifat *waste* sendiri yaitu *inter-dependent* dan berpengaruh terhadap timbulnya *waste* lain.

Pembobotan ini dilakukan untuk mengetahui hubungan antar *waste*, melalui hubungan yang diperlukan secara mutlak sampai hubungan tidak penting. Kemudian setelah itu diketahui hasil skor kuesioner dilakukan konversi rentang skor ke dalam bentuk simbol huruf WRM dengan keterangan pada **tabel 4.33** sebagai berikut :

Tabel 4. 33 Konversi Rentang Skor ke Simbol Huruf WRM

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

Berikut ini merupakan rekapitulasi hasil skor dari kuesioner WRM dapat dilihat pada **tabel 4.34** dibawah ini :



Tabel 4. 34 Hasil Rekapitulasi Kuesioner 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	a	4	a	2	b	2	c	0	g	4	b	2	14	E
2	O_D	b	2	c	0	b	2	b	1	d	2	b	2	9	I
3	O_M	a	4	a	2	a	4	c	0	b	1	b	2	13	E
4	O_T	c	0	c	0	c	0	b	1	b	1	c	0	2	U
5	O_W	c	0	c	0	b	2	b	1	d	2	b	2	7	O
6	I_O	b	2	c	0	b	2	b	1	g	4	b	2	11	I
7	I_D	b	2	c	0	b	2	b	1	g	4	b	2	11	I
8	I_M	b	2	c	0	c	0	c	0	b	1	c	0	3	U
9	I_T	b	2	c	0	b	2	c	0	b	1	b	2	7	O
10	D_O	b	2	c	0	b	2	a	2	a	1	b	2	9	I
11	D_I	a	4	a	2	a	4	a	2	g	4	b	2	18	A
12	D_M	b	2	c	0	b	2	b	1	b	1	b	2	8	O
13	D_T	c	0	c	0	a	4	a	2	b	1	b	2	9	I
14	D_W	a	4	a	2	a	4	a	2	a	1	b	2	15	E
15	M_I	b	2	a	2	a	4	b	1	b	1	b	2	12	I
16	M_D	c	0	b	1	c	0	b	1	c	1	b	2	5	O
17	M_P	c	0	c	0	c	0	c	0	f	2	c	0	2	U
18	M_W	a	4	a	2	a	4	b	1	a	1	a	4	16	E

No	Hubungan	Pertanyaan												Total Skor	Relationship
		1		2		3		4		5		6			
		Jwb	Skor	Jwb	Skor	Jwb	Skor	Jwb	Skor	Jwb	Skor	Jwb	Skor		
19	T_O	c	0	c	0	c	0	c	0	b	1	c	0	1	U
20	T_I	c	0	c	0	c	0	b	1	b	1	c	0	2	U
21	T_D	b	2	a	2	b	2	a	2	b	1	c	0	9	I
22	T_M	a	4	a	2	a	4	a	2	b	1	a	4	17	A
23	T_W	b	2	c	0	b	2	b	1	c	1	b	2	8	O
24	P_O	b	2	a	2	a	4	c	0	d	2	b	2	12	I
25	P_I	b	2	c	0	a	4	b	1	d	2	b	2	11	I
26	P_D	a	4	a	2	b	2	b	1	a	1	a	4	14	E
27	P_M	b	2	c	0	a	4	c	0	c	1	b	2	9	I
28	P_W	b	2	c	0	a	4	c	0	b	1	b	2	9	I
29	W_O	b	2	a	2	c	0	b	1	b	1	b	2	8	O
30	W_I	b	2	b	1	b	2	b	1	g	4	a	4	14	E
31	W_D	b	2	c	0	a	4	b	1	b	1	a	4	12	I

4.2.2.3 Pembobotan *Waste Relationship Matrix* (WRM)

Langkah selanjutnya yang dilakukan setelah skor dan hubungan antar *waste* diketahui adalah membuat *Waste Relationship Matrix* (WRM). Skor yang telah dikonversi ke bentuk simbol huruf WRM pada **tabel 4.35** diatas kemudian dimasukkan ke dalam baris dan kolom WRM sebagai berikut :

Tabel 4. 35 *Waste Relationship Matrix Value*

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

Berdasarkan dari **tabel 4.35** diatas, kemudian dilakukan perhitungan terhadap *score* tingkat pengaruh dari masing-masing jenis *waste* dengan cara melakukan konversi simbol huruf WRM ke dalam 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 ini merupakan konversi simbol huruf WRM ke dalam bentuk bobot angka yaitu dapat dilihat di **tabel 4.36**.

Tabel 4. 36 *Waste Relationship Matrix Value*

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

Kemudian setelah semua simbol huruf WRM dikonversi kedalam bentuk angka, lalu dilakukan perhitungan nilai *score* dengan cara melakukan

penjumlahkan nilai bobot dari masing-masing *waste*. Sebagai contoh dibawah ini perhitungan nilai *score* baris *overproduction* yaitu :

$$\text{Overproduction (O)} = 10 + 8 + 6 + 8 + 2 + 0 + 4 = 38$$

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

$$\begin{aligned} \text{Overproduction (O)} &= \frac{\text{Nilai score}}{\text{Total score}} \times 100 \\ &= \frac{38}{240} \times 100 \\ &= 15.57\% \end{aligned}$$

Tabel 4. 37 Rekapitulasi Perhitungan *Score* dan Persentase *Waste*

F/T	O	I	D	M	T	P	W	Score	%
O	10	8	6	8	2	0	4	38	15.57
I	6	10	6	2	4	0	0	28	11.48
D	6	10	10	4	6	0	8	44	18.03
M	0	6	4	10	0	2	8	30	12.30
T	2	2	6	10	10	0	4	34	13.93
P	6	6	8	6	0	10	6	42	17.21
W	4	8	6	0	0	0	10	28	11.48
Score	34	50	46	40	22	12	40	244	
%	13.93	20.49	18.85	16.39	9.02	4.92	16.39		100.00

Berdasarkan **tabel 4.37** diatas diketahui bahwa nilai dari baris *from defect* (D) memiliki *score* dan persentase yang paling besar yaitu sebesar 18.03 %. Persentase tersebut menunjukkan bahwa *waste defect* apabila terjadi akan memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap munculnya *waste* lain.

Sedangkan pada kolom matrix diketahui juga nilai dari *to Inventory* (I) memiliki *score* dan persentase yang paling besar yaitu sebesar 20.49%. Persentase tersebut menunjukkan bahwa *waste Inventory* merupakan *waste* yang paling banyak dipengaruhi oleh *waste* lain.

4.2.3 Waste Assessment Questionnaire (WAQ)

Setelah diketahui hasil pembobotan pada WRM, maka langkah selanjutnya adalah melakukan pembobotan dengan menggunakan *algoritma waste assessment*

questionnaire (WAQ). Data yang digunakan dalam pembobotan ini berasal dari data kuesioner WAQ terdiri dari 68 pertanyaan yang berbeda-beda, dimana setiap pertanyaan kuesioner mempresentasikan suatu aktivitas, kondisi atau suatu sifat yang mungkin dapat menimbulkan pemborosan tertentu. Kuesioner WAQ terbagi dalam dua jenis kelompok pertanyaan yaitu “*from*” dan “*to*”.

Untuk kategori pertanyaan “*from*” mempunyai arti bahwa pemborosan tersebut dapat mempengaruhi atau menghasilkan pemborosan yang lain, sedangkan pertanyaan “*to*” mempunyai arti bahwa pemborosan tersebut dipengaruhi atau dihasilkan oleh pemborosan lain. Selain itu pertanyaan kuesioner WAQ dibedakan berdasarkan kategori hubungan *waste* yaitu kategori A dan B. Perbedaan kedua kategori ini terletak pada pembobotan jawaban dari setiap pertanyaan kuesioner, dimana kategori A jika responden menjawab “ya” bernilai 1, jika menjawab “sedang” bernilai 0,5 dan jika menjawab “tidak” maka bernilai 0. Begitupun sebaliknya kategori B jika responden menjawab “ya” bernilai 0, jika menjawab “sedang” bernilai 0,5 dan jika menjawab “tidak” maka bernilai 1. Kuesioner WAQ dapat dilihat pada **Lampiran 4**.

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

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

Tabel 4. 38 Pengelompokan Jenis Pertanyaan

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

No	Type Relationship	No of Questions (Ni)
11	To waiting	5
Jumlah Pertanyaan		68

- b. Kemudian memasukkan bobot dari tiap pertanyaan berdasarkan *waste relationship matrix value* pada **tabel 4.39**. Berikut ini merupakan bobot awal *waste* berdasarkan *waste relationship matrix value* yaitu :

Tabel 4. 39 Bobot Awal Yang Diperoleh Dari *Waste Relationship Matrix Value*

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

<i>Ques Type</i>	Kategori	<i>Question</i> #	Bobot untuk setiap jenis pemborosan						
			O	I	D	M	T	P	W
<i>From inventory</i>		25	6	10	6	2	4	0	6
<i>From inventory</i>		26	6	10	6	2	4	0	6
<i>To waiting</i>		27	4	0	8	8	4	6	10
<i>From defects</i>		28	6	10	10	4	6	0	8
<i>From waiting</i>		29	4	8	6	0	0	0	10
<i>From overproduction</i>		30	10	8	6	8	2	0	4
<i>To motion</i>		31	8	2	4	10	10	6	0
<i>From process</i>	Kategori 3 <i>Machine</i>	32	6	6	8	6	0	10	6
<i>To waiting</i>		33	4	0	8	8	4	6	10
<i>From process</i>		34	6	6	8	6	0	10	6
<i>From transportation</i>		35	2	2	6	10	10	0	4
<i>To motion</i>		36	8	2	4	10	10	6	0
<i>From overproduction</i>		37	10	8	6	8	2	0	4
<i>From waiting</i>		38	4	8	6	0	0	0	10
<i>From waiting</i>		39	4	8	6	0	0	0	10
<i>To defects</i>		40	6	6	10	4	6	8	6
<i>From waiting</i>		41	4	8	6	0	0	0	10
<i>To motion</i>		42	8	2	4	10	10	6	0
<i>From process</i>		43	6	6	8	6	0	10	6
<i>To transportation</i>		44	2	4	6	0	10	0	0
<i>From motion</i>		45	0	6	4	10	0	2	8
<i>From waiting</i>	46	4	8	6	0	0	0	10	
<i>To motion</i>	47	8	2	4	10	10	6	0	
<i>To waiting</i>	48	4	0	8	8	4	6	10	
<i>To defects</i>	Kategori 4 <i>Method</i>	49	6	6	10	4	6	8	6
<i>From motion</i>		50	0	6	4	10	0	2	8
<i>From defects</i>		51	6	10	10	4	6	0	8
<i>From motion</i>		52	0	6	4	10	0	2	8
<i>To waiting</i>		53	4	0	8	8	4	6	10
<i>From process</i>		54	6	6	8	6	0	10	6
<i>From process</i>		55	6	6	8	6	0	10	6

Ques Type	Kategori	Question #	Bobot untuk setiap jenis pemborosan						
			O	I	D	M	T	P	W
<i>To defects</i>		56	6	6	10	4	6	8	6
<i>From inventory</i>		57	6	10	6	2	4	0	0
<i>To transportation</i>		58	2	4	6	0	10	0	0
<i>To motion</i>		59	8	2	4	10	10	6	0
<i>To transportation</i>		60	2	4	6	0	10	0	0
<i>To motion</i>		61	8	2	4	10	10	6	0
<i>To motion</i>		62	8	2	4	10	10	6	0
<i>From motion</i>		63	0	6	4	10	0	2	8
<i>From motion</i>		64	0	6	4	10	0	2	8
<i>From motion</i>		65	0	6	4	10	0	2	8
<i>From overproduction</i>		66	10	8	6	8	2	0	4
<i>From process</i>		67	6	6	8	6	0	10	6
<i>From defects</i>		68	6	10	10	4	4	0	8
Total Score			318	398	440	406	280	208	406

- c. Kemudian selanjutnya adalah membagi tiap bobot pertanyaan dengan jumlah dari masing-masing tipe pertanyaan (N_i) serta menghitung total skor (S_j) dan frekuensi (F_j) dengan mengabaikan bobot yang bernilai nol (0,00). Berikut ini contoh perhitungan nilai *overproduction* (O) pada *question type to motion*, diketahui bobot awal pada **tabel 4.39** nilai *overproduction* (O) dengan *question type "to motion"* yaitu 8, sedangkan nilai (N_i) pada *question type* yaitu 9, kemudian didapatkan nilai bobot *overproduction* (O) untuk *to motion*

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{WRM value}}{N_i \text{ question type}} \\
 &= \frac{8}{9} = 0.89
 \end{aligned}$$

Tabel 4. 40 Pembobotan Berdasarkan Nilai Ni

<i>Ques Type</i>	Kategori	Ni	<i>Question #</i>	Bobot untuk setiap jenis pemborosan						
				O	I	D	M	T	P	W
<i>To motion</i>	Kategori 1 <i>Man</i>	9	1	0.89	0.22	0.44	1.11	1.11	0.67	0.00
<i>From motion</i>		11	2	0.00	0.55	0.36	0.91	0.00	0.18	0.73
<i>From defects</i>		8	3	0.75	1.25	1.25	0.50	0.75	0.00	1.00
<i>From motion</i>		11	4	0.00	0.55	0.36	0.91	0.00	0.18	0.73
<i>From motion</i>		11	5	0.00	0.55	0.36	0.91	0.00	0.18	0.73
<i>From defects</i>		8	6	0.75	1.25	1.25	0.50	0.75	0.00	1.00
<i>From process</i>		7	7	0.86	0.86	1.14	0.86	0.00	1.43	0.86
<i>To waiting</i>	Kategori 2 <i>Material</i>	5	8	0.80	0.00	1.60	1.60	0.80	1.20	2.00
<i>From waiting</i>		8	9	0.50	1.00	0.75	0.00	0.00	0.00	1.25
<i>From transportation</i>		4	10	0.50	0.50	1.50	2.50	2.50	0.00	1.00
<i>From inventory</i>		6	11	1.00	1.67	1.00	0.33	0.67	0.00	1.00
<i>From inventory</i>		6	12	1.00	1.67	1.00	0.33	0.67	0.00	1.00
<i>From defects</i>		8	13	0.75	1.25	1.25	0.50	0.75	0.00	1.00
<i>From inventory</i>		6	14	1.00	1.67	1.00	0.33	0.67	0.00	1.00
<i>From waiting</i>		8	15	0.50	1.00	0.75	0.00	0.00	0.00	1.25
<i>To defects</i>		4	16	1.50	1.50	2.50	1.00	1.50	2.00	1.50
<i>From defects</i>		8	17	0.75	1.25	1.25	0.50	0.75	0.00	1.00
<i>From transportation</i>		4	18	0.50	0.50	1.50	2.50	2.50	0.00	1.00
<i>To motion</i>		9	19	0.89	0.22	0.44	1.11	1.11	0.67	0.00
<i>From waiting</i>		8	20	0.50	1.00	0.75	0.00	0.00	0.00	1.25
<i>From motion</i>		11	21	0.00	0.55	0.36	0.91	0.00	0.18	0.73
<i>From transportation</i>		4	22	0.50	0.50	1.50	2.50	2.50	0.00	1.00
<i>From defects</i>		8	23	0.75	1.25	1.25	0.50	0.75	0.00	1.00
<i>From motion</i>		11	24	0.00	0.55	0.36	0.91	0.00	0.18	0.73

Ques Type	Kategori	Ni	Question #	Bobot untuk setiap jenis pemborosan						
				O	I	D	M	T	P	W
<i>From inventory</i>		6	25	1.00	1.67	1.00	0.33	0.67	0.00	1.00
<i>From inventory</i>		6	26	1.00	1.67	1.00	0.33	0.67	0.00	1.00
<i>To waiting</i>		5	27	0.80	0.00	1.60	1.60	0.80	1.20	2.00
<i>From defects</i>		8	28	0.75	1.25	1.25	0.50	0.75	0.00	1.00
<i>From waiting</i>		8	29	0.50	1.00	0.75	0.00	0.00	0.00	1.25
<i>From overproduction</i>		3	30	3.33	2.67	2.00	2.67	0.67	0.00	1.33
<i>To motion</i>		9	31	0.89	0.22	0.44	1.11	1.11	0.67	0.00
<i>From process</i>	Kategori 3 Machine	7	32	0.86	0.86	1.14	0.86	0.00	1.43	0.86
<i>To waiting</i>		5	33	0.80	0.00	1.60	1.60	0.80	1.20	2.00
<i>From process</i>		7	34	0.86	0.86	1.14	0.86	0.00	1.43	0.86
<i>From transportation</i>		4	35	0.50	0.50	1.50	2.50	2.50	0.00	1.00
<i>To motion</i>		9	36	0.89	0.22	0.44	1.11	1.11	0.67	0.00
<i>From overproduction</i>		3	37	3.33	2.67	2.00	2.67	0.67	0.00	1.33
<i>From waiting</i>		8	38	0.50	1.00	0.75	0.00	0.00	0.00	1.25
<i>From waiting</i>		8	39	0.50	1.00	0.75	0.00	0.00	0.00	1.25
<i>To defects</i>		4	40	1.50	1.50	2.50	1.00	1.50	2.00	1.50
<i>From waiting</i>		8	41	0.50	1.00	0.75	0.00	0.00	0.00	1.25
<i>To motion</i>		9	42	0.89	0.22	0.44	1.11	1.11	0.67	0.00
<i>From process</i>		7	43	0.86	0.86	1.14	0.86	0.00	1.43	0.86
<i>To transportation</i>		3	44	0.67	1.33	2.00	0.00	3.33	0.00	0.00
<i>From motion</i>		11	45	0.00	0.55	0.36	0.91	0.00	0.18	0.73
<i>From waiting</i>	8	46	0.50	1.00	0.75	0.00	0.00	0.00	1.25	
<i>To motion</i>	9	47	0.89	0.22	0.44	1.11	1.11	0.67	0.00	
<i>To waiting</i>	5	48	0.80	0.00	1.60	1.60	0.80	1.20	2.00	
<i>To defects</i>	Kategori 4 Method	4	49	1.50	1.50	2.50	1.00	1.50	2.00	1.50
<i>From motion</i>		11	50	0.00	0.55	0.36	0.91	0.00	0.18	0.73
<i>From defects</i>		8	51	0.75	1.25	1.25	0.50	0.75	0.00	1.00
<i>From motion</i>		11	52	0.00	0.55	0.36	0.91	0.00	0.18	0.73
<i>To waiting</i>		5	53	0.80	0.00	1.60	1.60	0.80	1.20	2.00
<i>From process</i>		7	54	0.86	0.86	1.14	0.86	0.00	1.43	0.86
<i>From process</i>		7	55	0.86	0.86	1.14	0.86	0.00	1.43	0.86

Ques Type	Kategori	Ni	Question #	Bobot untuk setiap jenis pemborosan						
				O	I	D	M	T	P	W
To defects		4	56	1.50	1.50	2.50	1.00	1.50	2.00	1.50
From inventory		6	57	1.00	1.67	1.00	0.33	0.67	0.00	0.00
To transportation		3	58	0.67	1.33	2.00	0.00	3.33	0.00	0.00
To motion		9	59	0.89	0.22	0.44	1.11	1.11	0.67	0.00
To transportation		3	60	0.67	1.33	2.00	0.00	3.33	0.00	0.00
To motion		9	61	0.89	0.22	0.44	1.11	1.11	0.67	0.00
To motion		9	62	0.89	0.22	0.44	1.11	1.11	0.67	0.00
From motion		11	63	0.00	0.55	0.36	0.91	0.00	0.18	0.73
From motion		11	64	0.00	0.55	0.36	0.91	0.00	0.18	0.73
From motion		11	65	0.00	0.55	0.36	0.91	0.00	0.18	0.73
From overproduction		3	66	3.33	2.67	2.00	2.67	0.67	0.00	1.33
From process		7	67	0.86	0.86	1.14	0.86	0.00	1.43	0.86
From defects		8	68	0.75	1.25	1.25	0.50	0.50	0.00	1.00
Total Score (Sj)				54.00	62.00	74.00	62.00	51.75	32.00	61.00
Frequency (Fj)				57	63	68	57	42	36	56

- d. Kemudian memasukkan nilai dari hasil kuesioner (1, 0,5 atau 0) ke dalam tiap bobot nilai pada tabel dengan cara mengalikan hasil rata-rata jawaban kuesioner dengan bobot masing-masing nilai *waste*. Nilai hasil kuesioner yang digunakan yaitu rata-rata dari jawaban kuesioner dari 2 responden. Hasil penilaian kuesioner tersebut dapat dilihat pada **lampiran 4**. Pembobotan *waste* berdasarkan rata-rata tiap jawaban kuesioner dapat dilihat pada **tabel 4.41**, berikut ini merupakan contoh perhitungan nilai bobot *overproduction* pada *question type* “to motion” sebagai berikut :

$$W_{o,k} = \text{Rata-rata jawaban kuesioner} \times \text{bobot } \textit{overproduction} \text{ (O)}$$

$$= 0.89 \times 1.0 = 0.89$$

- e. Melakukan perhitung total skor (sj) baru untuk tiap nilai bobot pada kolom *waste*, dan frekuensi (fj) baru untuk nilai bobot pada kolom *waste* dengan cara mengabaikan nilai nol (0,00). Hal tersebut dilakukan karena terkadang jawaban dari responden terhadap kuesioner yang diberikan memiliki nilai sama dengan nol. Nilai skor (sj) baru dan frekuensi (fj) baru dapat dilihat pada **tabel 4.41** di bawah ini :

Tabel 4. 41 Pembobotan Waste Berdasarkan Bobot Tiap Jawaban

Ques Type	Kategori	Rata-rata jawaban	Bobot untuk setiap jenis pemborosan						
			Wo,k	Wi,k	Wd,k	Wm,k	Wt,k	Wp,k	Ww,k
<i>To motion</i>	Kategori 1Man	1.0	0.89	0.22	0.44	1.11	1.11	0.67	0.00
<i>From motion</i>		0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>From defects</i>		0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>From motion</i>		0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>From motion</i>		0.8	0.00	0.44	0.29	0.73	0.00	0.15	0.58
<i>From defects</i>		0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>From process</i>		0.3	0.26	0.26	0.34	0.26	0.00	0.43	0.26
<i>To waiting</i>	Kategori 2Material	0.5	0.40	0.00	0.80	0.80	0.40	0.60	1.00
<i>From waiting</i>		0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>From transportation</i>		0.5	0.25	0.25	0.75	1.25	1.25	0.00	0.50
<i>From inventory</i>		0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>From inventory</i>		0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>From defects</i>		1.0	0.75	1.25	1.25	0.50	0.75	0.00	1.00
<i>From inventory</i>		0.5	0.50	0.83	0.50	0.17	0.33	0.00	0.50
<i>From waiting</i>		1.0	0.50	1.00	0.75	0.00	0.00	0.00	1.25
<i>To defects</i>		1.0	1.50	1.50	2.50	1.00	1.50	2.00	1.50
<i>From defects</i>		1.0	0.75	1.25	1.25	0.50	0.75	0.00	1.00
<i>From transportation</i>		0.5	0.25	0.25	0.75	1.25	1.25	0.00	0.50
<i>To motion</i>		0.3	0.27	0.07	0.13	0.33	0.33	0.20	0.00
<i>From waiting</i>		0.5	0.25	0.50	0.38	0.00	0.00	0.00	0.63
<i>From motion</i>		0.3	0.00	0.16	0.11	0.27	0.00	0.05	0.22
<i>From transportation</i>		0.5	0.25	0.25	0.75	1.25	1.25	0.00	0.50
<i>From defects</i>		0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>From motion</i>		0.3	0.00	0.16	0.11	0.27	0.00	0.05	0.22

Ques Type	Kategori	Rata-rata jawaban	Bobot untuk setiap jenis pemborosan						
			Wo,k	Wi,k	Wd,k	Wm,k	Wt,k	Wp,k	Ww,k
To defects		0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
From inventory		0.5	0.50	0.83	0.50	0.17	0.33	0.00	0.00
To transportation		0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
To motion		0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
To transportation		0.5	0.33	0.67	1.00	0.00	1.67	0.00	0.00
To motion		0.5	0.44	0.11	0.22	0.56	0.56	0.33	0.00
To motion		0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
From motion		0.8	0.00	0.44	0.29	0.73	0.00	0.15	0.58
From motion		0.5	0.00	0.27	0.18	0.45	0.00	0.09	0.36
From motion		0.5	0.00	0.27	0.18	0.45	0.00	0.09	0.36
From overproduction		0.5	1.67	1.33	1.00	1.33	0.33	0.00	0.67
From process		0.5	0.43	0.43	0.57	0.43	0.00	0.71	0.43
From defects		0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total Score (sj) baru			24.14	27.22	30.96	25.46	20.04	12.30	25.05
Frequency (ff) baru			36	40	43	36	26	24	36

Berdasarkan tabel diatas diketahui *score* (sj) *waste* yang terbesar pada pemborosan *defect* sebesar 30.96 dengan frekuensi (fj) sebesar 43, sedangkan *score* *waste* yang terkecil pada pemborosan proses sebesar 12.30 dengan frekuensi (fj) sebesar 24.

- f. Tahapan selanjutnya adalah melakukan perhitungan *score* *Yj*. *Yj* sendiri adalah faktor indikasi awal untuk setiap pemborosan. Berikut merupakan contoh perhitungan *score* (*Yj*) pada *waste overproduction* (O) :

$$\text{overproduction (O)} = \frac{sj}{Sj} \times \frac{fj}{Fj} = \frac{24.14}{54.00} \times \frac{36}{57} = 0.282339$$

Rekapitulasi nilai *score* (*Yj*) dapat dilihat pada **tabel 4.42** dibawah ini :

Tabel 4. 42 Nilai *Score* (*Yj*)

	O	I	D	M	T	P	W
Score <i>Yj</i>	0.282339	0.278751	0.264563	0.259355	0.238571	0.256250	0.263993

- g. Menghitung nilai *Pj* factor. *Pj* adalah faktor probabilitas pengaruh antar jenis pemborosan, didapatkan dengan cara mengalikan persentase “from”

dengan “to” pada WRM *value* sesuai masing-masing pemborosan. Berikut merupakan contoh perhitungan *Pj factor* pada jenis pemborosan *overproduction* (O) :

Nilai “from” *Overproduction* : 15.57

Nilai ”to” *Overproduction* : 13.93

$$Pj = \text{nilai “from” } Overproduction \times \text{nilai ”to” } Overproduction \\ = 15.57 \times 13.93 = 217.01$$

Berikut ini adalah rekapitulasi perhitungan *Pj factor* untuk semua jenis pemborosan pada **tabel 4.43**.

Tabel 4. 43 Nilai *Pj Factor*

	O	I	D	M	T	P	W
<i>Pj factor</i>	217.01	235.15	339.96	201.56	125.64	84.65	188.12

Setelah diketahui semua nilai *Yj* dan *Pj*, selanjutnya yaitu menghitung *Yjfinal* dengan cara mengalikan nilai antara *Yj* dengan *Pj*. Dibawah ini merupakan contoh perhitungan *Yjfinal* pada pemborosan *overproduction* (O) yaitu sebagai berikut :

$$Yj_{final} = 0.282339 \times 217.01 = 61.27$$

Berikut ini merupakan rekapitulasi perhitungan *Yjfinal* pada semua jenis pemborosan :

Tabel 4. 44 Nilai *Final Waste Factor Result* (*Yj Final*)

	O	I	D	M	T	P	W
<i>Final Result (Yj final)</i>	61.27	65.55	89.94	52.28	29.97	21.69	49.66
<i>Final Result (%)</i>	16.54	17.70	24.28	14.11	8.09	5.86	13.41

Dari hasil pembobotan yang telah dilakukan selanjutnya melakukan rekapitulasi dari hasil *score* (*Yj*), *Pj factor*, *final result* (*Yj final*) dan ranking. Berikut ini merupakan hasil akhir perhitungan menggunakan metode WAQ :

Tabel 4. 45 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Berdasarkan WAQ

	O	I	D	M	T	P	W
<i>Score (Yj)</i>	0.282339	0.278751	0.264563	0.259355	0.238571	0.256250	0.263993
<i>Pj factor</i>	217.01	235.15	339.96	201.56	125.64	84.65	188.12
<i>Yj final</i>	61.27	65.55	89.94	52.28	29.97	21.69	49.66
<i>Yj final (%)</i>	16.54	17.70	24.28	14.11	8.09	5.86	13.41
<i>Ranking</i>	3	2	1	4	6	7	5

Dari hasil rekapitulasi **tabel 4.45** diatas dapat disimpulkan bahwa *waste* terbesar yang terjadi di CV.Treewood Abadi Grup disebabkan oleh *waste defect* dengan presentase sebesar 24.28%, lalu *waste* terbesar kedua adalah *waste inventory* dengan presentase sebesar 17.7% dan *waste* terbesar ketiga adalah *waste overproduction* dengan presentase sebesar 16.56%, *waste* peringkat keempat adalah *waste motion* sebesar 14.11%, *waste* peringkat kelima adalah *waste waiting* sebesar 13.41%, *waste* peringkat keenam adalah *waste transportasi* sebesar 8.09% dan *waste* peringkat terakhir adalah *waste process* sebesar 5.86%.

4.2.4 Value Stream Analysis Tools (VALSAT)

Langkah selanjutnya setelah diketahui hasil akhir identifikasi *waste* dengan menggunakan metode WAM (WRM dan WAQ) yaitu dilanjutkan dengan melakukan pemilihan detail *mapping tools* yang tepat sesuai dengan jenis *waste* yang terjadi pada CV.Treewood Abadi Grup. Oleh sebab itu digunakan matrik VALSAT yang didalamnya memiliki ketentuan nilai yaitu nilai 1 (*low correlation*), nilai 3 (*medium correlation*) dan nilai 9 (*high correlation*), serta untuk setiap kolom *weight* (bobot) diperoleh dari bobot hasil identifikasi dengan metode WAM. Matrik pemilihan *tools* VALSAT tersebut dapat dilihat pada **tabel 4.46** dibawah ini :

Tabel 4. 46 Tools VALSAT

Waste	Wight	PAM	SCRM	PVF	QFM	DAM	DPA	PS
O	16.54	1	3	0	1	3	3	0
I	17.7	3	9	3	0	9	3	1
D	24.28	1	0	0	9	0	0	0
M	14.11	9	1	0	0	0	0	0
T	8.09	9	0	0	0	0	0	1
P	5.86	9	0	3	1	0	1	0
W	13.41	9	9	1	0	3	3	0

Dimana :

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

Keterangan :

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

Berikut merupakan Langkah-langkah dalam pembobotan matrix VALSAT

:

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

$$\begin{aligned}
 &= (O \times 1) + (I \times 3) + (D \times 1) + (M \times 9) + (T \times 9) + (P \times 9) + (W \times 9) \\
 &= (16.54 \times 1) + (17.7 \times 3) + (24.28 \times 1) + (14.11 \times 9) + (8.09 \times 9) + (5.86 \times 9) + (13.41 \times 9)
 \end{aligned}$$

$$= 16.54 + 53.1 + 24.28 + 126.99 + 72.81 + 52.56 + 118.26 = 464.58$$

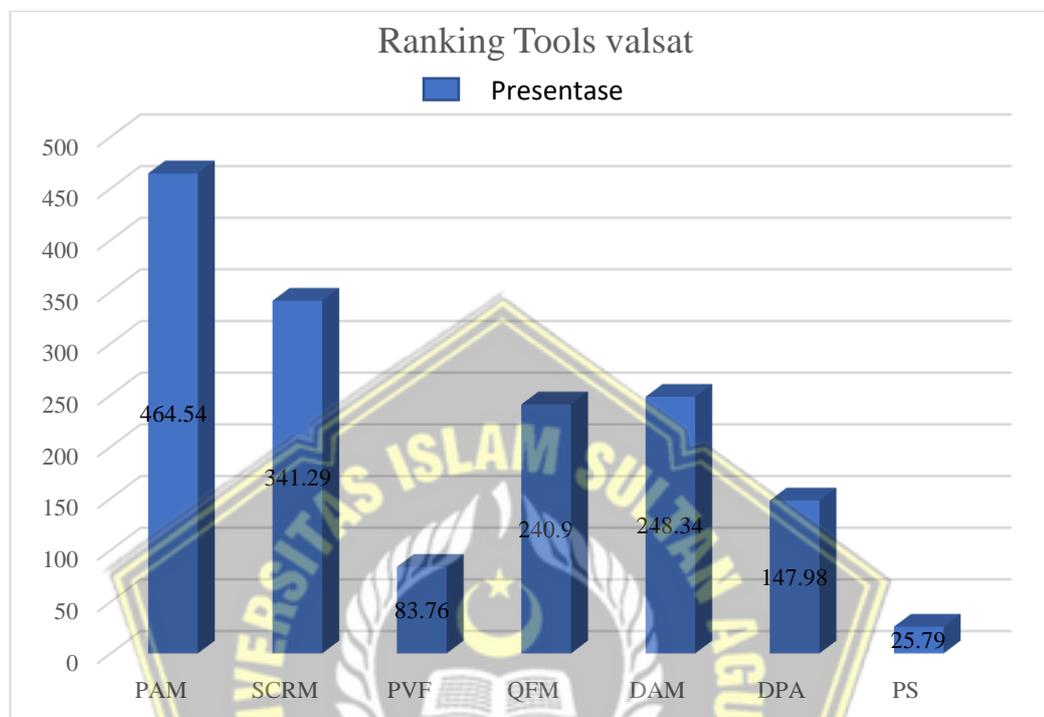
- Dari hasil perkalian tersebut akan dapat diketahui *tools* mana yang terpilih dan tepat untuk selanjutnya dilakukan identifikasi lebih detail terhadap *waste* yang telah teridentifikasi sebelumnya, hasil peringkat *tools* VALSAT tersebut dapat dilihat pada **tabel 4.47** dibawah ini :

Tabel 4. 47 Rekapitulasi *Tools* VALSAT

<i>Waste</i>	<i>Wight</i>	PAM	SCRM	PVF	QFM	DAM	DPA	PS
O	16.54	16.54	49.62	0	16.54	49.62	49.62	0
I	17.7	53.1	159.3	53.1	0	159.3	53.1	17.7
D	24.28	24.28	0	0	218.52	0	0	0
M	14.11	126.99	14.11	0	0	0	0	0
T	8.09	72.81	0	0	0	0	0	8.09
P	5.86	52.56	0	17.52	5.84	0	5.84	0
W	13.41	118.26	118.26	13.14	0	39.42	39.42	0
Total		464.54	341.29	83.76	240.9	248.34	147.98	25.79
Ranking		1	2	6	4	3	5	7

Berdasarkan dari hasil perhitungan pemilihan *tools* VALSAT pada **tabel 4.47** diatas dapat diketahui bahwa *tools Process Activity Mapping* (PAM) menduduki ranking peringkat pertama dengan total nilai yaitu sebesar 464.54, lalu urutan ranking kedua yaitu *tools Supply Chain Response Matrix* (SCRM) dengan total nilai yaitu sebesar 341.29, kemudian ranking ketiga adalah *tools Demand Amplification Mapping* (DAM) dengan total nilai sebesar 248.34, ranking keempat yaitu *tools Quality Filter Mapping* (QFM) dengan total nilai sebesar 240.9 lalu ranking kelima *tools Decision Point Analysis* (DPA) dengan total nilai sebesar 147.98, lalu ranking keenam *tools Production Variety Funnel* (PVF) dengan total nilai sebesar 83.76 dan ranking ketujuh yaitu *tools Physical Structure* (PS) dengan total nilai sebesar 25.79, Sehingga *tools* yang terpilih untuk digunakan menganalisa *waste* secara lebih detail adalah *tools process activity mapping* (PAM) sebagai peringkat terbesar atau pertama.

Dari hasil perhitungan pemilihan tools VALSAT diatas dapat digambarkan peringkat *tools* VALSAT dalam bentuk grafik dapat dilihat pada **gambar 4.21** berikut ini :



Gambar 4. 23 Peringkat Tools VALSAT

4.5.2.1 Process Activity Mapping (PAM)

Dari hasil perhitungan ranking *tools* VALSAT **tabel 4.47** diatas dimana *tools process activity mapping* merupakan *tools* pertama yang terpilih dari ketujuh *tools* VALSAT dengan peringkat pertama (terbesar). Proses *activity mapping* adalah *tools* yang digunakan untuk menganalisa aliran proses dan menggambarkan proses pemenuhan order secara detail langkah demi langkah. Penggambaran ini untuk mengidentifikasi berapa persen aktivitas yang merupakan aktivitas bernilai tambah (*value added activities*), aktivitas tidak bernilai tambah (*non value added activities*), aktivitas tidak bernilai tambah namun masih diperlukan (*necessary but non value added activities*). Selain itu *tools* PAM dapat membantu untuk mengidentifikasi adanya pemborosan sepanjang *value stream* (aliran nilai), mengidentifikasi bagian-bagian proses yang sekiranya dapat dilakukan perbaikan dengan mengeliminasi aktivitas yang tidak diperlukan, membuat proses yang lebih

sederhana dan mengkombinasikan antar proses jika memungkinkan agar proses dapat berjalan lebih efisien.

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

- a. Mencatat semua aktivitas yang dilakukan dalam proses pembuatan *plywood* meliputi elemen kerja, mesin yang digunakan, waktu proses yang dibutuhkan, jarak material handling dan jumlah tenaga kerja yang ada di CV. Treewood Abadi Grup.
- b. Mengklasifikasikan semua aktivitas kedalam aktivitas *operation* (O), *transport* (T), *inspection* (I), *storage* (S) dan *delay* (D). penjelasan masing-masing aktivitas tersebut yaitu :
 - *Operation* yaitu aktivitas yang diperlukan untuk mengubah bahan baku menjadi produk jadi (*value added activities*).
 - *Transport* yaitu aktivitas pemindahan bahan baku atau material, produk dalam proses dan produk jadi dari satu proses ke proses lainnya.
 - *Inspection* yaitu aktivitas pengawasan untuk menjamin atau menjaga kesesuaian produk dengan standar yang ditentukan .
 - *Storage* yaitu aktivitas yang menggunakan waktu dan sumber daya selama produk dan bahan baku disimpan.
 - *Delay* yaitu aktivitas dimana bahan baku dan produk yang masih dalam proses membutuhkan waktu menunggu (*waiting*) untuk diproses ke proses selanjutnya.
- c. Mengelompokkan aktivitas-aktivitas yang tergolong dalam *value added activities* (VA), *non value added activities* (NVA) dan *necessary but non value added activities* (NNVA).

Untuk memperoleh data yang diperlukan dalam membuat *process activity mapping* dilakukan pengumpulan dan pengukuran data melalui observasi, wawancara dan pengukuran waktu secara langsung dengan alat bantu berupa *stopwatch* (jam henti) menggunakan android. Setelah semua data diperoleh, maka Langkah selanjutnya adalah dilakukan pembuatan *process activity mapping plywood* pada **tabel 4.48** sebagai berikut :

Tabel 4. 48 Tools PAM

No.	Kegiatan	Alat	Jarak (meter)	Waktu (detik)	Jumlah Operator	Aktivitas					Kategori				
						Operation	Inspection	Transport	Delay	Storage	VA	NVA	NNVA		
						○	□	→	⌒	▽					
1	Transportasi	Memindahkan lapisan veneer ke proses pemilihan veneer	Forklift	14.23	27.3	-			X						27.3
2	Pemilihan veneer	Setup mesin press driyer	-	-	42		X								42
3		Proses pemilihan veneer	Driyer	-	1746.6	2	X				1746.6				
4		Memindahkan lapisan veneer ke proses assembly dengan forklift	Forklift	34	80.4				X						80.4
5	Assembly	Delay sebelum assembly	-	-	1827				X				1827		
6		Mengambil dan mencampur lem	Manual	-	108.2		X								108.2
7		Setup mesin glue spreader	-	-	693.7			X							693.7
8		Proses assembly	Glue spreader	-	44.4	12	X					44.4			
9		Memindahkan plywood ke proses cold press secara manual menggunakan conveyer	Conveyor	12.23	12.3				X						12.3
10		Delay sebelum proses cold press	-	-	56.7				X				56.7		

No.	Kegiatan	Alat	Jarak (meter)	Waktu (detik)	Jumlah Operator	Aktivitas					Kategori			
						Operation	Inspection	Transport	Delay	Storage	VA	NVA	NNVA	
						○	□	➔	⌒	▽				
11	Cold press	Menata lembaran core dari proses assembly	Manual	-	223	4	X							223
12		Mengatur suhu pada mesin cold press	Manual	-	142.3			X						142.3
13		Setup mesin cold press	-	-	1169.4			X						1169.4
14		Proses cold press	cold press	-	2146.5		X					2146.5		
15		Memindahkan plywood ke proses hot press secara manual menggunakan conveyor	Conveyor	6	14.6				X					14.6
16	Hot press	Delay sebelum proses hot press	-	-	2161.1				X			2161.1		
17		Mengatur suhu pada mesin hot press	Manual	-	134.5			X						134.5
18		Setup mesin hot press	-	-	615.6			X						615.6
19		Proses hot press	Hot press	-	318.8		X					318.8		
20		Memindahkan plywood ke proses pemotongan secara manual menggunakan conveyor	Conveyor	5.41	18.9				X					18.9

No.	Kegiatan	Alat	Jarak (meter)	Waktu (detik)	Jumlah Operator	Aktivitas					Kategori			
						Operation	Inspection	Transport	Delay	Storage	VA	NVA	NNVA	
						○	□	➔	⌒	▽				
21	Delay sebelum proses double saw	-	-	337.7	5				X			337.7		
22	Menata lembaran core menjadi 1 palet berisi 5 lembar plywood	Manual	-	235.7		X								235.7
23	mengambil pisau gergaji dan pelumas	Manual	-	62		X								62
24	Setup mesin double saw	-	-	66			X							66
25	Proses double saw	double saw	-	18.8		X					18.8			
26	Memindahkan plywood ke proses inspeksi menggunakan forklift	Forklift	21.41	52					X					52
27	Delay sebelum proses inspeksi	-	-	70.8	2				X			70.8		
28	Proses inspeksi	Manual	-	661.4			X				661.4			
29	Memindahkan plywood ke proses packing menggunakan forklift	Manual	4	17.1					X					17.1

No.	Kegiatan	Alat	Jarak (meter)	Waktu (detik)	Jumlah Operator	Aktivitas					Kategori			
						Operation	Inspection	Transport	Delay	Storage	VA	NVA	NNVA	
						○	□	→	D	▽				
30	Packing	Delay sebelum proses packing	-	678.5	5				X			678.5		
31		Merapikan plywood menjadi 1 palet dengan jumlah 20 lembar	Manual	- 431		X								431
32		Proses packing	Manual	- 285.6		X					285.6			
33	Transportasi	Memindahkan palet plywood ke proses inspeksi ke gudang barang jadi menggunakan forklift	Forklift	17.3 12.7	-			X					12.7	

Berdasarkan *process activity mapping* (PAM) pembuatan *plywood* diatas, maka dapat dibuat tabulasi ringkasan perhitungan dan persentase PAM pada **tabel 4.49** berikut ini :

Tabel 4. 49 Rekapitulasi Tools PAM

Rekapitulasi			
Aktivitas	Jumlah	Waktu (detik)	Presentase (%)
<i>Operation</i>	11	5620.6	39%
<i>Inspection</i>	8	3524.9	24%
<i>Transportation</i>	7	235.3	2%
<i>Delay</i>	6	5131.8	35%
Total	33	14512.6	100%

Tabel 4. 50 Rekapitulasi Tools PAM

Rekapitulasi			
Klasifikasi	Jumlah	Waktu (detik)	Presentase (%)
VA	7	5222.1	36%
NVA	6	5131.8	35%
NNVA	20	4158.7	29%
Total	33	14512.6	100%

Dari **tabel 4.49** diatas dapat dilihat waktu yang diperlukan pada aktivitas keseluruhan proses pembuatan *plywood* selama 14512.6 detik dengan jumlah aktivitas sebanyak 33 aktivitas antara lain aktivitas *operation* sebanyak 11 aktivitas, *inspection* sebanyak 8 aktivitas, *transportation* sebanyak 7 aktivitas, *delay* sebanyak 6 aktivitas dan *storage* sebanyak 1 aktivitas.

Setelah melakukan rekapitulasi aktivitas kegiatan proses produksi menggunakan *tools* PAM langkah selanjutnya adalah mengelompokkan aktivitas kegiatan proses produksi tersebut ke dalam bentuk VA, NVA dan NNVA dari **tabel 4.50** diatas dapat dilihat bahwa aktivitas kegiatan proses produksi *plywood* masih kurang efektif dikarenakan presentase dari aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah atau NVA masih tinggi sehingga perlu dilakukan identifikasi mendalam

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

4.2.5 Analisa Penyebab Timbulnya Waste

Dari hasil identifikasi *waste* dengan penyebaran kuesioner menggunakan *Waste Assessment Model* (WAM) dan identifikasi pengamatan secara langsung mengenai aktivitas kegiatan proses produksi *plywood* dalam bentuk *tools* PAM untuk mengetahui penyebab timbulnya *waste* dimana *waste* tersebut akan dianalisa menggunakan *fishbone diagram* untuk mencari akar permasalahan dari setiap jenis *waste* yang ada. Berikut ini merupakan masing-masing pencarian akar permasalahan *waste* dengan diagram sebab akibat yaitu pada **gambar 4.24** sampai **gambar 4.31** dibawah ini :

1. Pemborosan *defect* blister

Berdasarkan identifikasi permasalahan yang dilakukan melalui observasi dan wawancara secara langsung menunjukkan identifikasi akar penyebab masalah dari jenis cacat blister pada *plywood* yang memicu kegagalan produk. Terdapat lima faktor penyebab cacat yaitu faktor manusia, mesin, metode, material dan lingkungan kerja.

➤ Faktor manusia

Penyebab cacat *blistar* ini jika dilihat penyebabnya dari factor manusia antara lain yaitu yang pertama operator tidak teliti saat mengoperasikan mesin yang disebabkan oleh operator mengalami kelelahan pada saat bekerja dan operator yang kurang mahir dalam bekerja karna disebabkan oleh kurangnya pelatihan khusus dan yang kedua penyebab kegagalan cacat *blistar* ini juga disebabkan oleh adanya ketidaktelitian operator saat memeriksa *veneer* terutama kadar air yang terkandung dalam *veneer* pada saat proses pemilihan *veneer* karena operator mengalami kelelahan pada saat bekerja.

➤ Faktor mesin

Penyebab cacat *blistar* ini jika dilihat penyebabnya dari factor mesin antara lain yaitu disebabkan oleh mesin yang tidak optimal karena beban atau

kapasitas mesin yang berlebih pada saat melakukan produksi. Selain itu terkadang mesin mengalami kendala atau rusak secara tiba-tiba pada saat proses produksi dikarenakan mesin yang sudah tua atau melebihi umur ekonomis yang seharusnya mesin tersebut harus ditangani dan dirawat secara khusus untuk menghindari kerusakan ketika proses produksi berlangsung agar aliran material dapat berjalan dengan lancar.

➤ Faktor metode

Penyebab cacat *blistar* ini jika dilihat penyebabnya dari factor metode antara lain yaitu disebabkan oleh proses pengeringan yang tidak sempurna dikarenakan pengaturan suhu pada mesin *dryer* yang kurang tepat dan proses *press* yang tidak sempurna karena pengaturan suhu pada mesin *press* yang kurang tepat hal tersebut terjadi karena terkadang ketika proses produksi berlangsung para pegawai kurang memperhatikan SOP yang sudah ditetapkan oleh perusahaan.

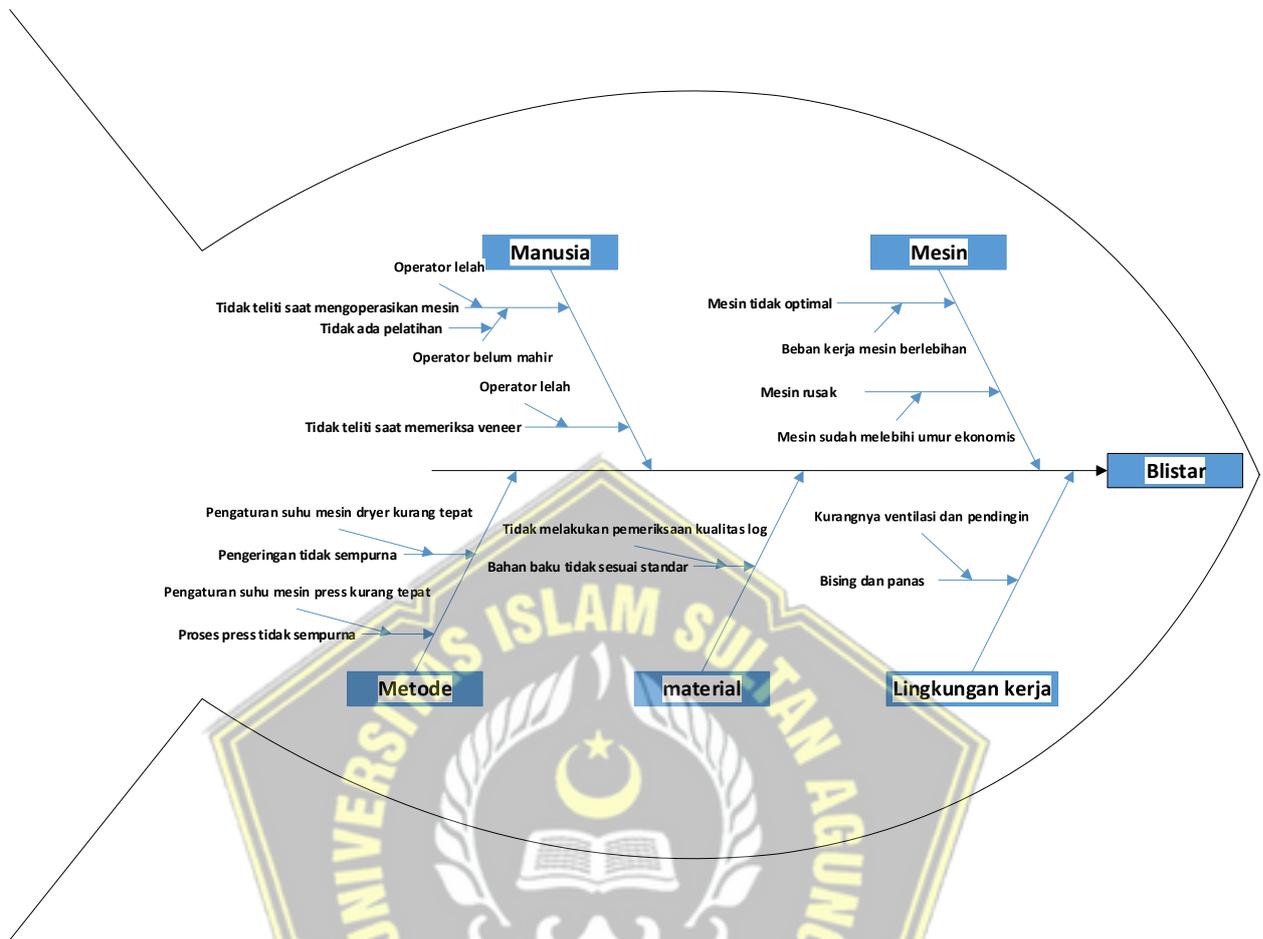
➤ Material

Penyebab cacat *blistar* ini jika dilihat penyebabnya dari factor material antara lain yaitu disebabkan karena material atau bahan baku utama penyusun *plywood* tidak terlalu bagus dikarenakan sebelumnya penyusun lapisan *plywood* yang terdiri dari lapisan atas, tengah dan bawah menggunakan kayu pinus yang dimana kayu pinus sendiri memiliki karakteristik yang rentan terhadap perubahan suhu sehingga perlu ketelitian dalam proses pembuatan *plywood*.

➤ Lingkungan kerja

Penyebab cacat *blistar* ini jika dilihat penyebabnya dari factor lingkungan kerja antara lain yaitu disebabkan karena bising yang disebabkan oleh mesin *double saw* pada proses pemotongan yang mengakibatkan operator menjadi terganggu tidak hanya itu udara atau uap panas pada proses *press* juga menjadi salah satu penyebab naiknya tekanan suhu pada lantai produksi.

Pemjelasan dari tiap jenis pemborosan *blistar* dapat digambarkan dalam bentuk *fishbone diagram* pada **gambar 4.24** dibawah ini.



Gambar 4. 24 Diagram Sebab Akibat Defect Blistar

2. Pemborosan defect ukuran tidak sesuai standar

Berdasarkan identifikasi permasalahan yang dilakukan melalui observasi dan wawancara secara langsung menunjukkan identifikasi akar penyebab masalah dari jenis cacat ukuran tidak sesuai pada *plywood* yang memicu kegagalan produk. Terdapat lima faktor penyebab cacat yaitu faktor manusia, mesin, metode, material dan lingkungan kerja.

➤ Faktor manusia

Penyebab cacat ukuran tidak sesuai ini jika dilihat penyebabnya dari factor manusia antara lain yaitu yang pertama operator tidak teliti saat mengoperasikan mesin yang disebabkan oleh operator mengalami kelelahan pada saat bekerja dan operator yang kurang mahir dalam bekerja karna disebabkan oleh kurangnya pelatihan khusus dan yang kedua penyebab

kegagalan cacat ukuran tidak sesuai ini juga disebabkan oleh adanya ketidakteelitian operator saat melakukan pemotongan (*cutting*) karena operator mengalami kelelahan pada saat bekerja.

➤ Faktor mesin

Penyebab cacat ukuran tidak sesuai ini jika dilihat penyebabnya dari factor mesin antara lain yaitu disebabkan oleh mesin yang tidak optimal karena beban atau kapasitas mesin yang berlebih pada saat melakukan produksi dikarenakan operator terkadang tidak memperhatikan kapasitas maksimum dari mesin yang akan digunakan. Selain itu pisau gergaji yang sudah aus pada saat proses produksi dikarenakan mesin tersebut kurang adanya perawatan perawat secara berkala untuk menghindari pisau gergaji yang tumpul pada mesin *double saw* ketika proses pemotongan *plywood* berlangsung.

➤ Faktor metode

Penyebab cacat ukuran tidak sesuai ini jika dilihat penyebabnya dari factor metode antara lain yaitu disebabkan oleh kelaialaian dalam system kerja yang dikarenakan kurangnya pengawasan dari para atasan dan proses pemotongan yang tidak sempurna dikarenakan terkadang operator lalai memeriksa ukuran saat *plywood* akan dipotong juga menjadi penyebab dari cacat ukuran tidak sesuai ini.

➤ Material

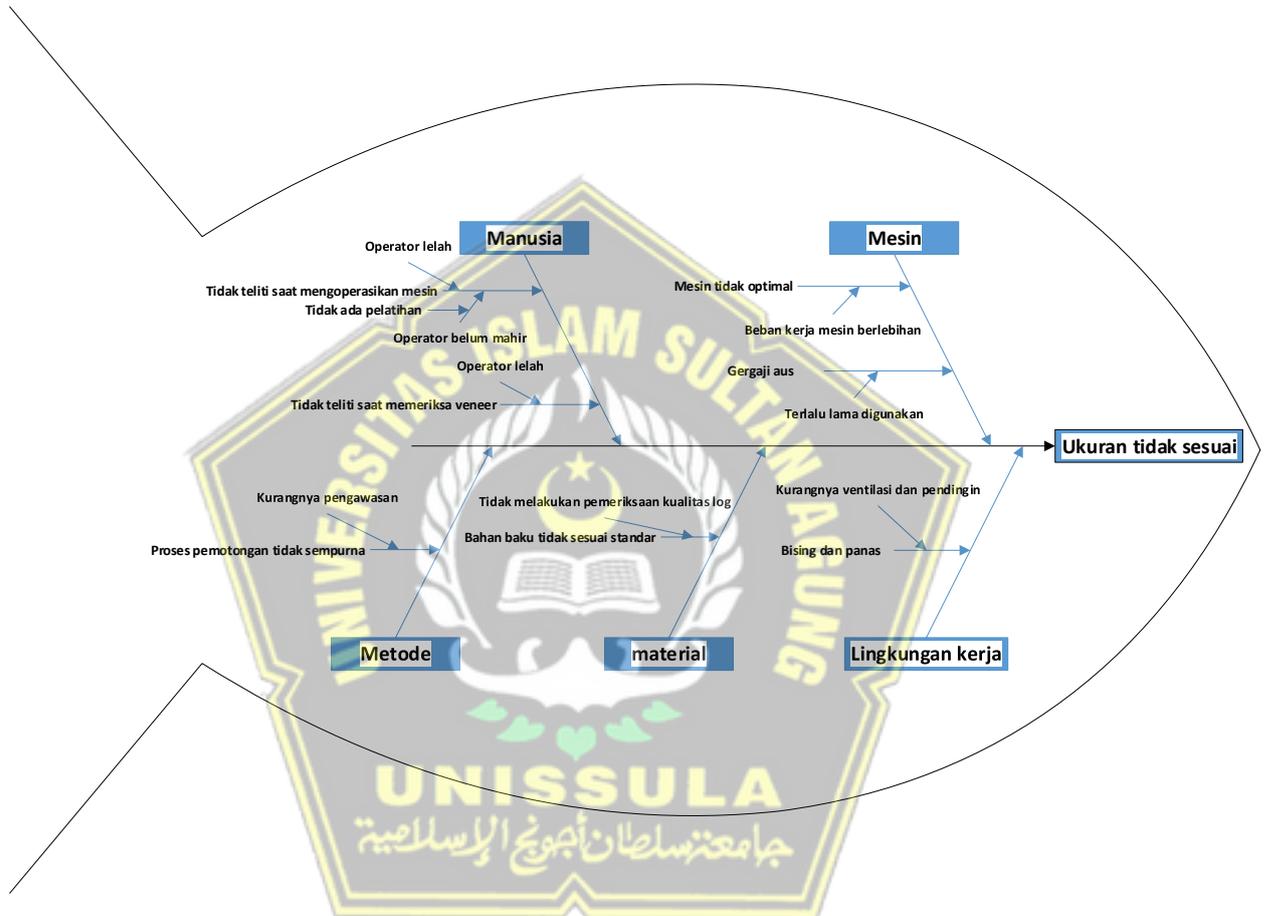
Penyebab cacat ukuran tidak sesuai ini jika dilihat penyebabnya dari factor material antara lain yaitu material yang tidak sesuai standar hal tersebut dikarenakan ketika membuat *plywood* biasanya *veneer* yang digunakan terlalu keras sehingga ketika dilakukan adanya pemotongan akan menyebabkan mata pisau pada gergaji *double saw* menjadi tumpul dan akan susah ketika melakukan pemotongan.

➤ Lingkungan kerja

Penyebab cacat ukuran tidak sesuai ini jika dilihat penyebabnya dari factor lingkungan kerja antara lain yaitu disebabkan karena bising yang disebabkan oleh mesin *double saw* pada proses pemotongan yang

mengakibatkan operator menjadi terganggu tidak hanya itu udara atau uap panas pada proses press juga menjadi salah satu penyebab naiknya tekanan suhu pada rantai produksi.

Pemjelasan dari tiap jenis pemborosan ukuran tidak sesuai standar dapat digambarkan dalam bentuk *fishbone diagram* pada **gambar 4.25** dibawah ini.



Gambar 4. 25 Diagram Sebab Akibat *Defect* Ukuran Tidak Sesuai Standar

3. Pemborosan *inventory*

Berdasarkan identifikasi permasalahan yang dilakukan melalui observasi dan wawancara secara langsung menunjukkan identifikasi akar penyebab pemborosan *inventory* pada proses produksi *plywood*. Terdapat tiga faktor penyebab pemborosan *inventory* yaitu factor mesin, metode dan lingkungan kerja.

➤ Faktor metode

Penyebab pemborosan *inventory* ini jika dilihat penyebabnya dari factor metode antara lain yaitu disebabkan oleh ketidakseimbangannya kegiatan

produksi hal tersebut dikarenakan pada saat proses produksi terkadang dari pihak perusahaan tidak memperhatikan permintaan konsumen sehingga untuk mempertahankan produk yang tidak terjual tersebut yaitu dengan cara meningkatkan biaya penyimpanan yang dapat menurunkan keuntungan perusahaan. Penyebab lainnya yaitu adanya *rework* pada produk yang mengalami cacat dengan cara mengeluarkan biaya produksi tambahan seperti material, tenaga kerja dan penggunaan mesin. Selain itu penyebab lainnya adanya produk yang mengalami cacat kategori *reject* yang sering kali tidak tertata dengan rapi bahkan cacat kategori *reject* ini seringkali dijumpai di *warehouse* bahan baku dan penyimpanan barang jadi.

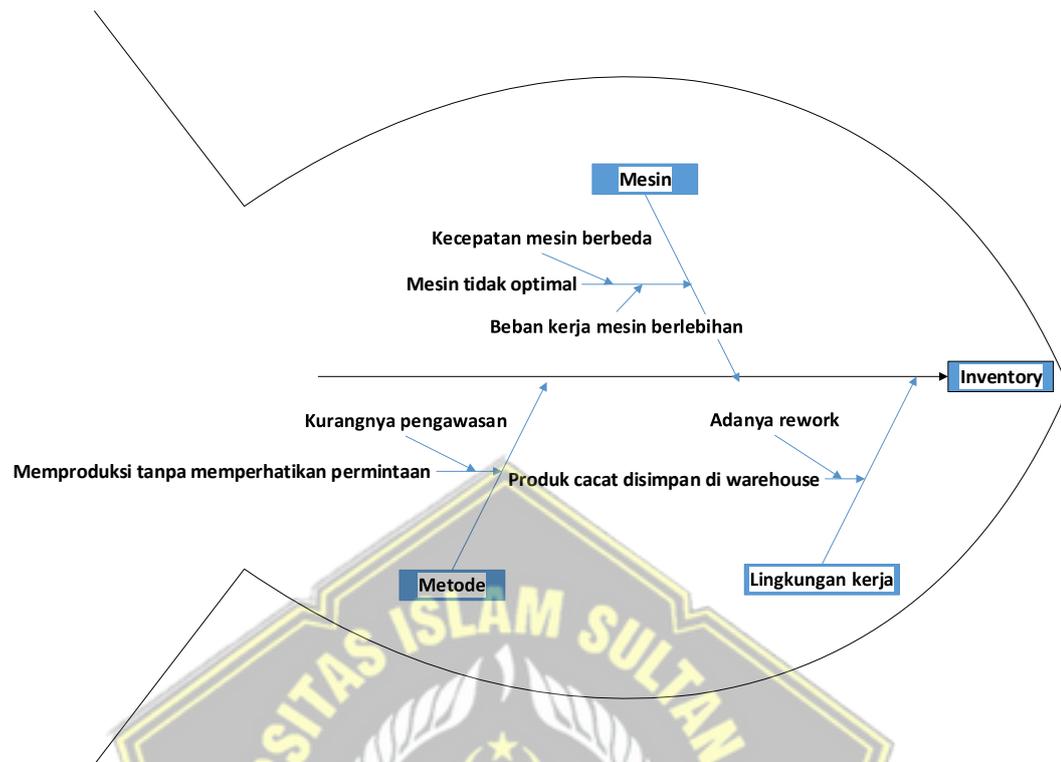
➤ Lingkungan kerja

Penyebab pemborosan *inventory* ini jika dilihat penyebabnya dari factor lingkungan kerja antara lain yaitu disebabkan oleh adanya *rework* pada produk yang mengalami cacat dengan cara mengeluarkan biaya produksi tambahan seperti material, tenaga kerja dan penggunaan mesin. Selain itu penyebab lainnya adanya produk yang mengalami cacat kategori *reject* yang sering kali tidak tertata dengan rapi bahkan cacat kategori *reject* ini seringkali dijumpai di *warehouse* bahan baku dan penyimpanan barang jadi.

➤ Mesin

Penyebab pemborosan *inventory* ini jika dilihat penyebabnya dari factor mesin antara lain yaitu disebabkan oleh mesin yang tidak optimal karena beban atau kapasitas mesin yang berlebih pada saat melakukan produksi dikarenakan operator terkadang tidak memperhatikan kapasitas maksimum dari mesin yang akan digunakan.

Pemjelasan dari tiap jenis pemborosan *inventory* dapat digambarkan dalam bentuk *fishbone diagram* pada **gambar 4.26** dibawah ini.



Gambar 4. 26 Diagram Sebab Akibat Pemborosan *Inventory*

4. Pemborosan *overproduction*

Berdasarkan identifikasi permasalahan yang dilakukan melalui observasi dan wawancara secara langsung menunjukkan identifikasi akar penyebab pemborosan *overproduction* pada proses produksi *plywood*. Terdapat tiga faktor penyebab pemborosan *overproduction* yaitu factor manusia, mesin dan metode.

➤ Faktor metode

Penyebab pemborosan *overproduction* ini jika dilihat penyebabnya dari factor metode antara lain yaitu disebabkan oleh memproduksi tanpa memperhatikan permintaan hal tersebut dikarenakan dalam memenuhi kebutuhan konsumen Perusahaan terkadang tidak memiliki permintaan yang tetap tiap bulanya terkadang bisa berubah-ubah sesuai kehendak konsumen, kurangnya pengawasan terhadap rekapitulasi data permintaan juga terkadang terdapat kesalahan yang seharusnya hal tersebut harus dihindari. Penyebab lainnya yaitu adanya proses yang tidak sempurna dikarenakan *rework* pada produk yang mengalami cacat dengan cara

mengeluarkan biaya produksi tambahan seperti material, tenaga kerja dan penggunaan mesin juga dapat menurunkan keuntungan.

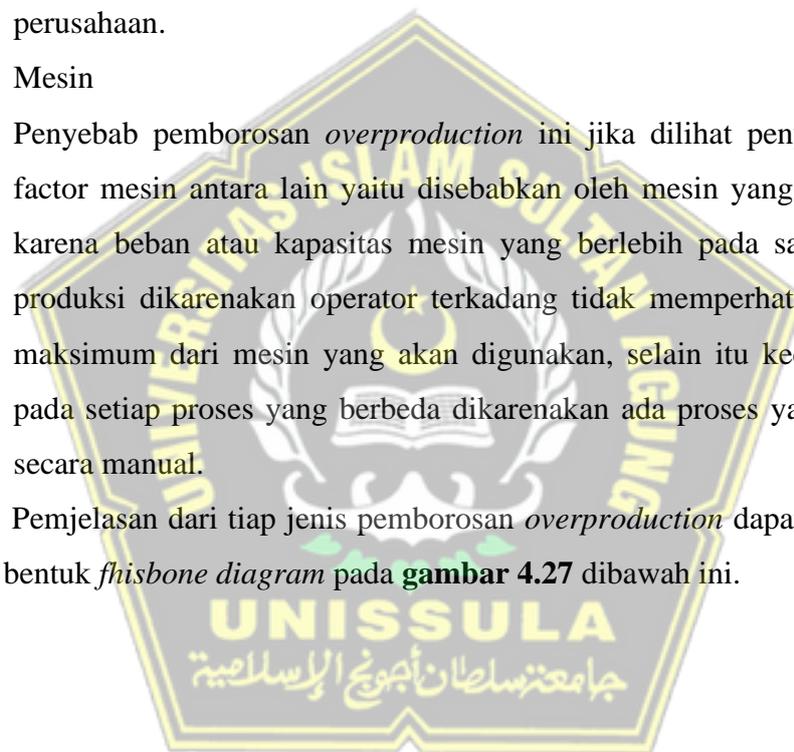
➤ Manusia

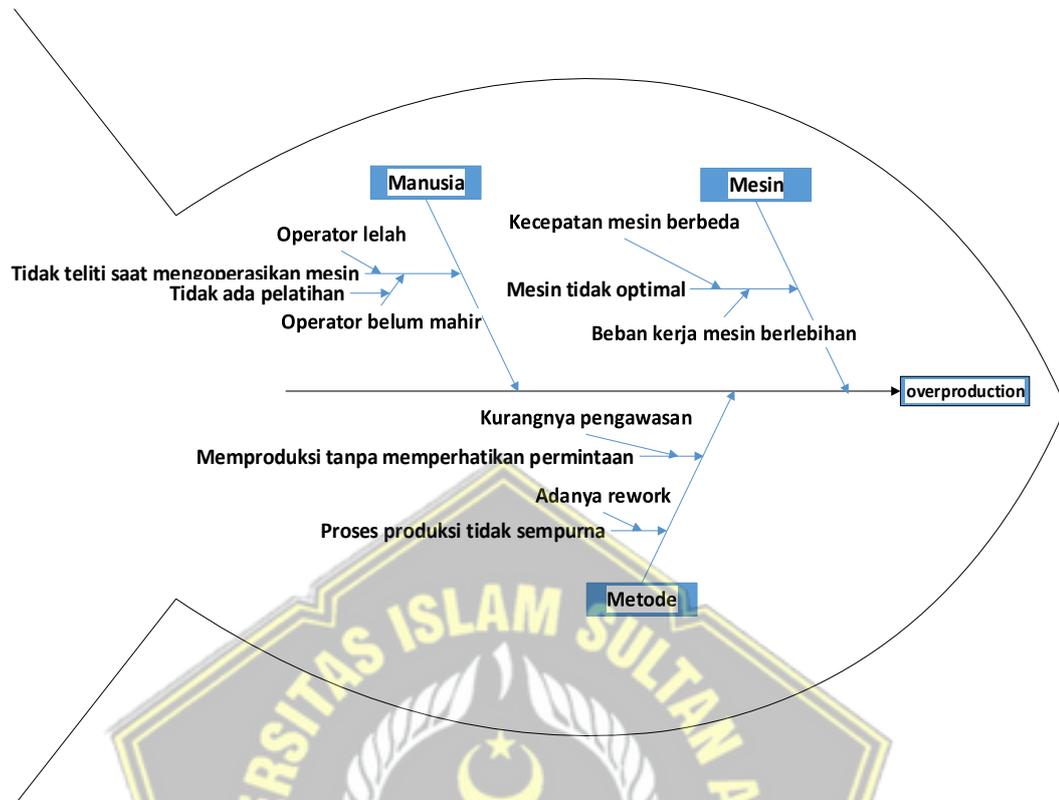
Penyebab pemborosan *overproduction* ini jika dilihat penyebabnya dari factor manusia antara lain yaitu disebabkan oleh operator tidak teliti saat mengoperasikan mesin yang disebabkan operator mengalami kelelahan pada saat bekerja dan operator yang kurang mahir dalam bekerja karna disebabkan oleh kurangnya pelatihan khusus yang diselenggarakan oleh perusahaan.

➤ Mesin

Penyebab pemborosan *overproduction* ini jika dilihat penyebabnya dari factor mesin antara lain yaitu disebabkan oleh mesin yang tidak optimal karena beban atau kapasitas mesin yang berlebih pada saat melakukan produksi dikarenakan operator terkadang tidak memperhatikan kapasitas maksimum dari mesin yang akan digunakan, selain itu kecepatan mesin pada setiap proses yang berbeda dikarenakan ada proses yang dikerjakan secara manual.

Pemjelasan dari tiap jenis pemborosan *overproduction* dapat digambarkan dalam bentuk *fishbone diagram* pada **gambar 4.27** dibawah ini.





Gambar 4. 27 Diagram Sebab Akibat Pemborosan *Overproduction*

5. Pemborosan *motion*

Berdasarkan identifikasi permasalahan yang dilakukan melalui observasi dan wawancara secara langsung menunjukkan identifikasi akar penyebab masalah dari pemborosan *motion* pada proses produksi *plywood* yang memicu kegagalan produk. Terdapat tiga faktor penyebab pemborosan *motion* yaitu faktor mesin, metode dan lingkungan kerja.

➤ Faktor metode

Penyebab pemborosan *motion* ini jika dilihat penyebabnya dari factor metode antara lain yaitu disebabkan oleh adanya gerakan yang seharusnya tidak perlu dilakukan oleh para pekerja terutama pada saat menggunakan *conveyor* untuk memindahkan material maupun *plywood* terutama kegiatan transportasi dari proses *assembly*, *cold press*, *hot press*, dikarenakan sebelumnya alat material handling (*conveyor*) tidak memiliki pegangan yang digunakan untuk mendorong *conveyor* tersebut sehingga ketika pekerja ingin mendorong akan sedikit kesusahan (membungkuk) dan

membutuhkan waktu yang lama, alhasil menimbulkan gerakan yang tidak perlu dilakukan oleh pekerja yang apabila dilakukan secara terus-menerus dapat mengakibatkan cedera punggung.

➤ Faktor lingkungan kerja

Penyebab pemborosan *motion* ini jika dilihat penyebabnya dari factor lingkungan kerja antara lain yaitu disebabkan oleh *layout* produksi yang kurang efisien terutama pada proses pemilihan *venner* menuju proses *assembly* yang dimana panjangnya jarak perpindahan material (*material handling*), selain itu pada proses pemotongan menuju proses *inpeksi* memiliki jalur yang belawan antar proses pemilihan *venner* menuju proses *assembly* yang mengakibatkan berpapasannya *forklift* satu dengan lainnya, sehingga salah satu *forklift* harus mengalah terlebih dahulu.

➤ Mesin

Penyebab pemborosan *motion* ini jika dilihat penyebabnya dari factor mesin antara lain yaitu disebabkan oleh alat mesin yang disediakan oleh perusahaan terbatas hal ini terjadi karena terkadang mesin yang dipakai rusak sehingga terkadang proses yang seharusnya dikerjakan menggunakan bantuan mesin justru dikerjakan secara manual dan solusi untuk memperbaikinya adalah dengan mengganti beberapa komponen yang mengalami kerusakan dengan cara membeli yang baru atau dilakukan perawatan *maintenance*.

Pemjelasan dari tiap jenis pemborosan *motion* dapat digambarkan dalam bentuk *fhisbone diagram* pada **gambar 4.28** dibawah ini.



Gambar 4. 28 Diagram Sebab Akibat Pemborosan *Motion*

6. Pemborosan *waiting*

Berdasarkan identifikasi permasalahan yang dilakukan melalui observasi dan wawancara secara langsung menunjukkan identifikasi akar penyebab masalah dari *waiting* pada proses produksi *plywood* yang memicu kegagalan produk. Terdapat tiga faktor penyebab *waiting* yaitu faktor manusia, mesin dan lingkungan kerja.

➤ Faktor manusia

Penyebab *waiting* ini jika dilihat penyebabnya dari factor manusia antara lain yaitu disebabkan oleh yang pertama operator tidak berangkat dikarenakan operator sakit yang disebabkan oleh operator kelelahan pada saat bekerja, terutama pada proses *press* dengan jumlah operator yang hanya 4 orang dimana pada proses *press* ini operator bekerja pada suhu yang bertekanan kurang lebihnya yaitu 120⁰C yang menyebabkan operator cepat mengalami kelelahan sehingga apabila salah satu operator tidak berangkat maka proses *press* akan menjadi terhambat.

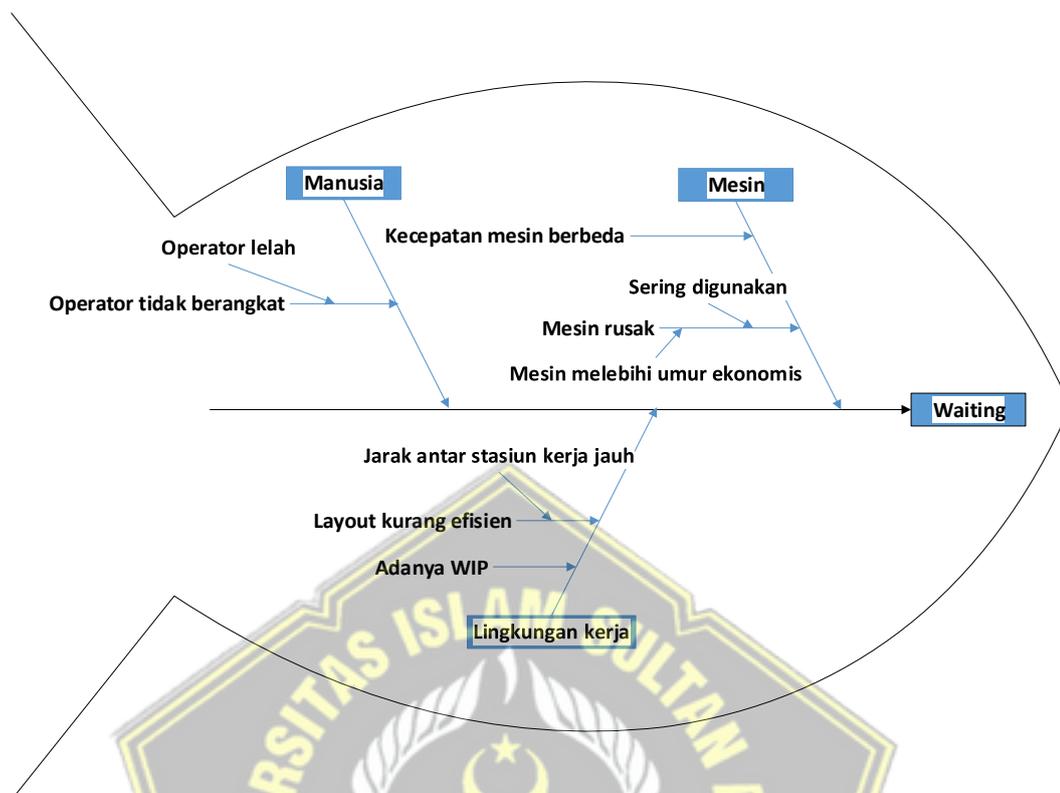
➤ Faktor mesin

Penyebab *waiting* ini jika dilihat penyebabnya dari factor mesin antara lain yaitu disebabkan oleh kecepatan mesin yang berbeda menjadi factor yang berpengaruh terhadap penyebab *waiting* dikarenakan pada setiap proses mulai dari proses pemilihan *vener* sampai proses *packing* ada yang dikerjakan secara manual dan ada juga yang menggunakan bantuan mesin hal tersebut menyebabkan perbedaan waktu siklus pada setiap prosesnya. Selain itu mesain yang mengalami kerusakan pada saat proses produksi juga menjadi factor penyebab adanya *waiting* dikarenakan adanya produk yang mengalami *rework* tersebut menyebabkan frekuensi penggunaan mesin jadi lebih sering daripada biasanya.

➤ Faktor lingkungan kerja

Penyebab *waiting* ini jika dilihat penyebabnya dari factor lingkungan kerja antara lain yaitu disebabkan oleh *layout* produksi yang kurang efisien terutama pada proses pemilihan *vener* menuju proses *assembly* yang dimana panjangnya jarak perpindahan material, selain itu pada proses pemotongan menuju proses *inpeksi* memiliki jalur yang belawan an antar proses pemilihan *vener* menuju proses *assembly* yang mengakibatkan berpapasannya *forklift* satu dengan lainnya, sehingga salah satu *forklift* harus mengalah terlebih dahulu.

Pemjelasan dari tiap jenis pemborosan *waiting* dapat digambarkan dalam bentuk *fishbone diagram* pada **gambar 4.29** dibawah ini.



Gambar 4. 29 Diagram Sebab Akibat Pemborosan *Waiting*

7. Pemborosan *transportation*

Berdasarkan identifikasi permasalahan yang dilakukan melalui observasi dan wawancara secara langsung menunjukkan identifikasi akar penyebab masalah dari pemborosan transportasi pada proses produksi *plywood* yang memicu kegagalan produk. Terdapat tiga faktor penyebab pemborosan transportasi yaitu faktor manusia, mesin dan lingkungan kerja.

➤ Faktor mesin

Penyebab pemborosan transportasi ini jika dilihat penyebabnya dari factor mesin antara lain yaitu disebabkan oleh alat transportasi yang minimum atau terbatas dikarenakan ada beberapa alat *material handling* yang tidak bisa dipakai atau rusak tidak hanya itu *conveyor* yang dipakai juga perlu adanya perbaikan terutama ketika saat kegiatan pemindahann material dari *assembly*, *cold press*, *hot press* yang dikerjakan secara manual tidak adanya *handle* yang dimana ketika saat *conveyor* tersebut digunakan maka pekerja akan sedikit kesusahan dalam mengoprasikan *conveyor* tersebut.

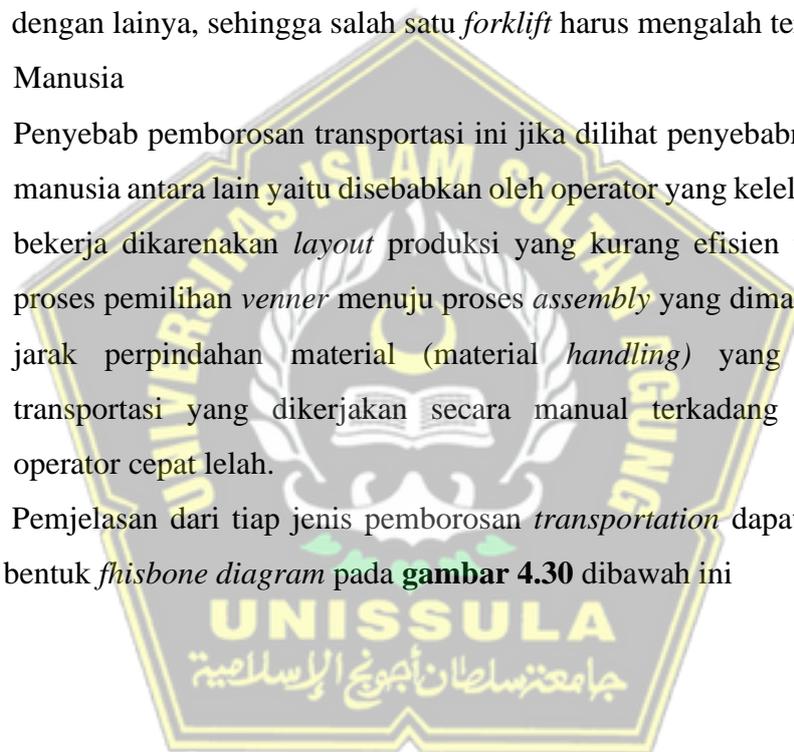
➤ Faktor lingkungan kerja

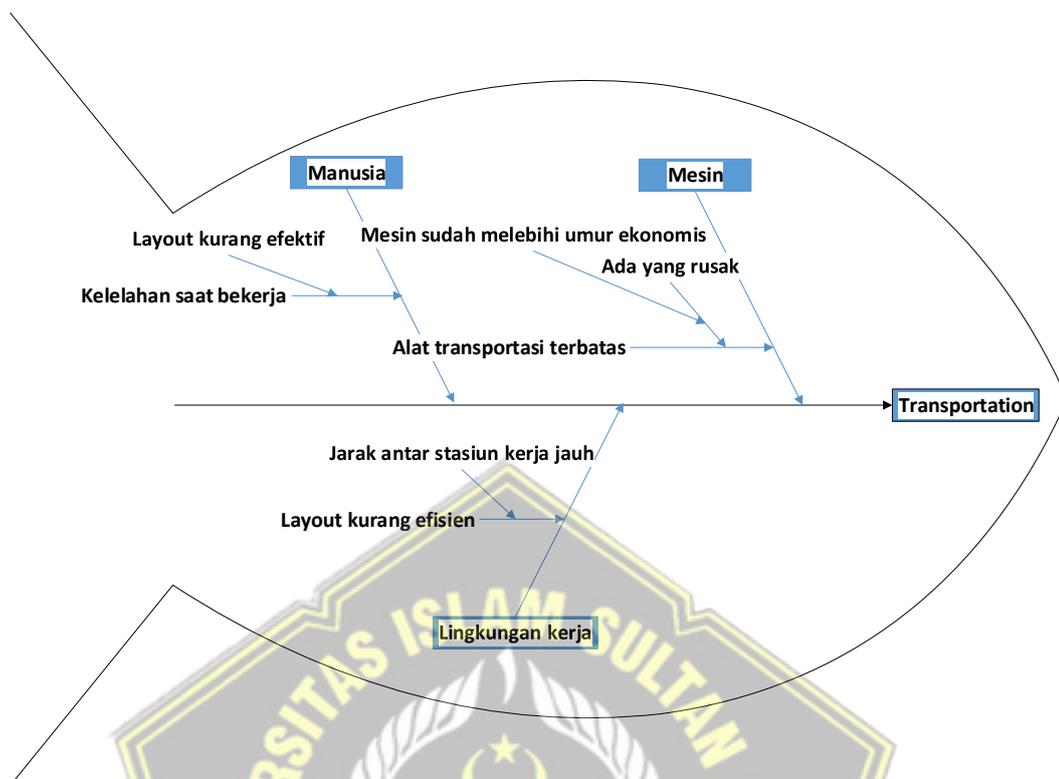
Penyebab pemborosan transportasi ini jika dilihat penyebabnya dari factor lingkungan kerja antara lain yaitu disebabkan oleh *layout* produksi yang kurang efisien terutama pada proses pemilihan *venner* menuju proses *assembly* yang dimana panjangnya jarak perpindahan material (*material handling*) yang terlalu jauh, selain itu pada proses pemotongan menuju proses *inpeksi* memiliki jalur yang belawan antar proses pemilihan *venner* menuju proses *assembly* yang mengakibatkan berpapasmnya *forklift* satu dengan lainnya, sehingga salah satu *forklift* harus mengalah terlebih dahulu.

➤ Manusia

Penyebab pemborosan transportasi ini jika dilihat penyebabnya dari factor manusia antara lain yaitu disebabkan oleh operator yang kelelahan pada saat bekerja dikarenakan *layout* produksi yang kurang efisien terutama pada proses pemilihan *venner* menuju proses *assembly* yang dimana panjangnya jarak perpindahan material (*material handling*) yang terlalu jauh, transportasi yang dikerjakan secara manual terkadang menyebabkan operator cepat lelah.

Pemjelasan dari tiap jenis pemborosan *transportation* dapat digambarkan dalam bentuk *fishbone diagram* pada **gambar 4.30** dibawah ini





Gambar 4. 30 Diagram Sebab Akibat Pemborosan Transportasi

8. Pemborosan *overprocessing*

Berdasarkan identifikasi permasalahan yang dilakukan melalui observasi dan wawancara secara langsung menunjukkan identifikasi akar penyebab masalah dari *overprocessing* pada *plywood* yang memicu kegagalan produk. Terdapat tiga faktor penyebab *overprocessing* yaitu faktor manusia, mesin dan metode.

➤ Faktor metode

Penyebab *overprocessing* ini jika dilihat penyebabnya dari factor metode antara lain yaitu disebabkan oleh proses produksi yang tidak sempurna dikarenakan masih terdapat adanya *rework* atau diproses kembali menjadi produk *plywood* namun dengan mengeluarkan biaya produksi tambahan seperti material, tenaga kerja dan penggunaan mesin. Selain itu penyebab dari proses produksi yang tidak sempurna juga disebabkan oleh kurangnya pengawasan oleh pihak manajemen terhadap penerapan SOP yang ada pada saat proses produksi yang menyebabkan terdapat adanya beberapa *defect* seperti *defect* blister dan *defect* ukuran yang tidak sesuai standar.

➤ Manusia

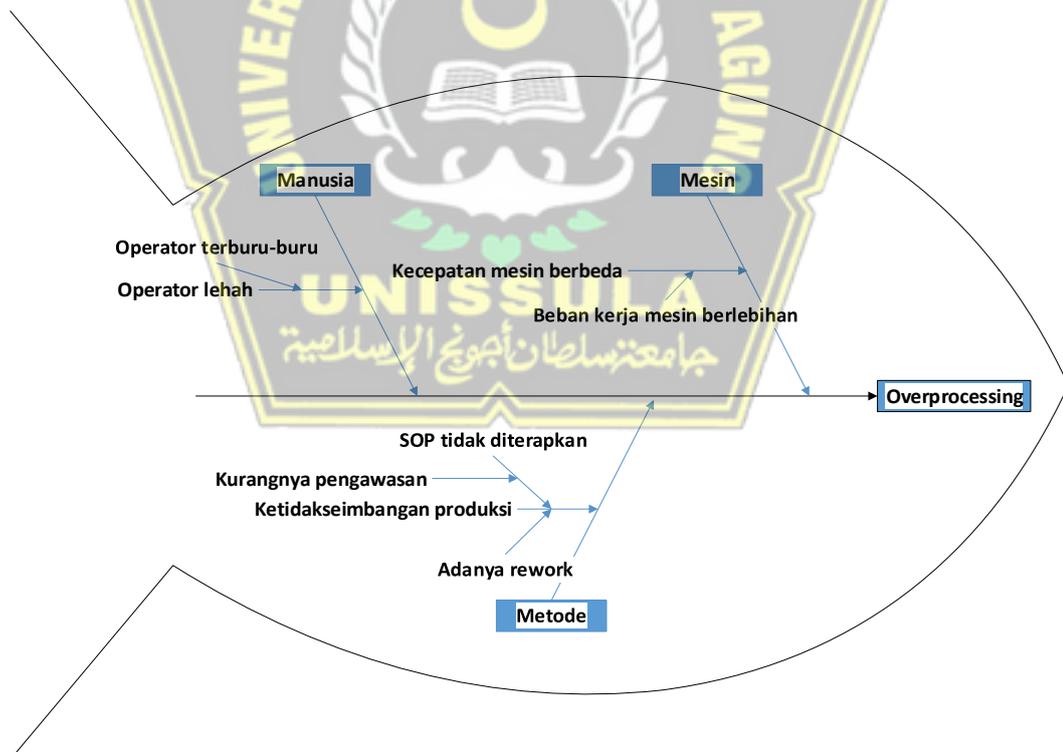
Penyebab *overprocessing* ini jika dilihat penyebabnya dari factor manusia antara lain yaitu disebabkan oleh operator yang kelelahan saat bekerja dikarenakan operator terburu-buru pada saat bekerja hal tersebut karena ada *rework* pada produk yang mengalami cacat sehingga berpengaruh kepada target produksi yang ingin dicapai oleh perusahaan tiap bulanya sehingga untuk mengatasi hal tersebut operator harus dituntut secara maksimal.



Mesin

yaitu disebabkan oleh mesin yang tidak optimal karena beban atau kapasitas mesin yang berlebih pada saat melakukan produksi dikarenakan operator terkadang tidak memperhatikan kapasitas maksimum dari mesin yang akan digunakan, selain itu kecepatan mesin pada setiap proses yang berbeda dikarenakan ada proses yang dikerjakan secara manual.

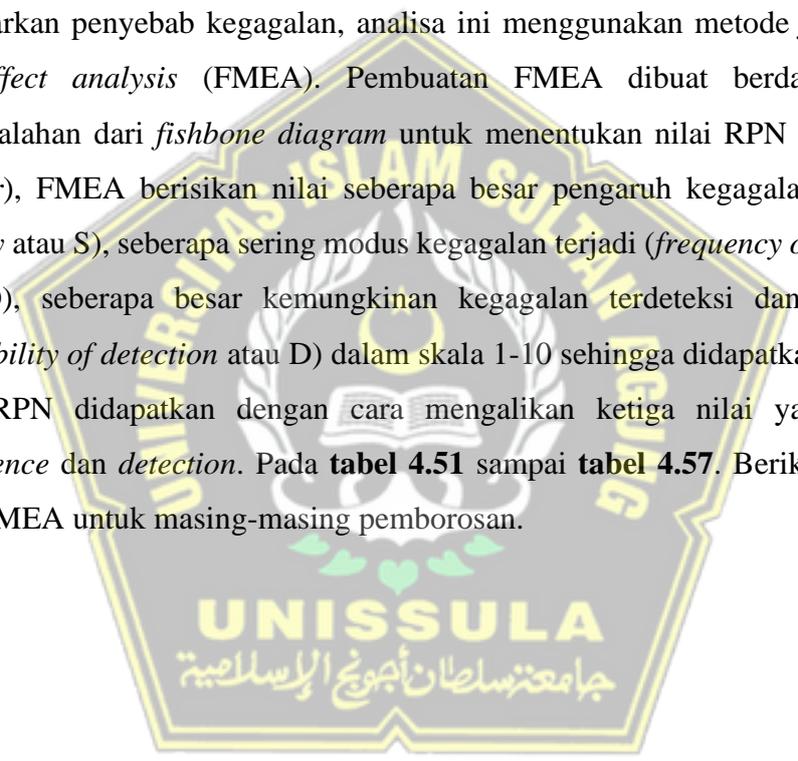
Pemjelasan dari tiap jenis pemborosan *overprocessing* dapat digambarkan dalam bentuk *fishbone diagram* pada **gambar 4.31** dibawah ini.



Gambar 4. 31 Diagram Sebab Akibat Pemborosan *Overprocessing*

4.2.6 Analisa Potensi Kegagalan dengan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Setelah diketahui pemborosan paling dominan dengan penyebaran kuesioner menggunakan *Waste Assessment Model* (WAM) dan identifikasi pengamatan secara langsung mengenai aktivitas kegiatan proses produksi *plywood* untuk mengidentifikasi terjadinya *waste* menggunakan *tools* PAM kemudian mengidentifikasi penyebab-penyebab dari pemborosan dengan menggunakan *fishbone diagram*, langkah berikutnya melakukan analisa potensi kegagalan berdasarkan penyebab kegagalan, analisa ini menggunakan metode *failure mode and effect analysis* (FMEA). Pembuatan FMEA dibuat berdasarkan akar permasalahan dari *fishbone diagram* untuk menentukan nilai RPN (*risk priority number*), FMEA berisikan nilai seberapa besar pengaruh kegagalan (*degree of severity* atau S), seberapa sering modus kegagalan terjadi (*frequency of occurrence* atau O), seberapa besar kemungkinan kegagalan terdeteksi dan diantisipasi (*probability of detection* atau D) dalam skala 1-10 sehingga didapatkan nilai RPN. Nilai RPN didapatkan dengan cara mengalikan ketiga nilai yaitu *severity*, *occurrence* dan *detection*. Pada **tabel 4.51** sampai **tabel 4.57**. Berikut ini adalah tabel FMEA untuk masing-masing pemborosan.



1. Pemborosan Defect

Tabel 4. 51 FMEA Pemborosan Defect

No	Jenis kegagalan	Efek dari kegagalan	S	Penyebab kegagalan	O	Kontrol saat ini yang dilakukan	D	RPN
1	Defect blister	Produk dapat diperbaiki (<i>rework</i>) namun membutuhkan biaya tambahan seperti material, penggunaan mesin dan tenaga kerja tambahan.	5	Operator tidak teliti pada saat memeriksa <i>veneer</i> , operator lelah	6	Melakukan pemeriksaan ulang, istirahat di sela pekerjaan	4	120
			5	Mesin dalam keadaan tidak optimal, mesin rusak pada saat pengeringan dan <i>press</i> .	2	Melakukan perawatan (<i>maintenance</i>) harian.	3	30
			5	Proses <i>press</i> dan pengeringan yang tidak sempurna.	6	Mengelompokkan produk dalam kategori <i>rework</i> .	9	270
			5	Bahan baku material tidak standar	6	Menganti bahan baku material.	9	270
			6	Bising dan panas	2	Memasang penutup telinga dan fentilasi udara	3	36
2	Defect ukuran tidak sesuai standar.	Produk tidak dapat diperbaiki atau masuk dalam kategori <i>reject</i> .	6	Operator tidak teliti saat mengoperasikan mesin <i>double saw</i> .	6	istirahat di sela pekerjaan.	3	108
			6	Mesin dalam keadaan tidak optimal, gergaji pisau yang sudah aus.	3	Melakukan perawatan (<i>maintenance</i>) harian.	3	54
			6	Kurangnya pengawasan atau kelalaian pada saat bekerja.	8	Belum ada.	10	480

No	Jenis kegagalan	Efek dari kegagalan	S	Penyebab kegagalan	O	Kontrol saat ini yang dilakukan	D	RPN
2	Defect ukuran tidak sesuai standar.	Produk tidak dapat diperbaiki atau masuk dalam kategori <i>reject</i> .	6	Material bahan baku tidak sesuai standar (keras)	3	Memeriksa kembali ketika membeli material	2	36
			6	Bising dan panas	2	Memasang penutup telinga dan fentilasi udara	3	36

2. Pemborosan *inventory*

Tabel 4. 52 FMEA Pemborosan *Inventory*

No	Jenis kegagalan	Efek dari kegagalan	S	Penyebab kegagalan	O	Kontrol saat ini yang dilakukan	D	RPN
1	Pemborosan <i>inventory</i> .	Pemborosan biaya penyimpanan.	4	Adanya <i>rework</i> pada produk cacat yang disimpan di <i>warehouse</i> .	9	Kembali melakukan <i>rework</i> agar produk cacat tidak menumpuk di <i>warehouse</i> .	4	144
			4	Memproduksi tanpa memperhatikan permintaan.	3	Melakukan pendataan permintaan <i>customer</i> dan memproduksi sesuai dengan jumlah kebutuhan yang dipesan <i>customer</i> .	3	36
			4	Mesin tidak optimal	3	Melakukan perawatan (<i>maintenance</i>) harian	3	36

3. Pemborosan *overproduction*

Tabel 4. 53 FMEA Pemborosan *Overproduction*

No	Jenis kegagalan	Efek dari kegagalan	S	Penyebab kegagalan	O	Kontrol saat ini yang dilakukan	D	RPN
1	Pemborosan <i>overproduction</i> .	Proses produksi terhambat.	4	Memproduksi tanpa memperhatikan permintaan, adanya <i>rework</i> pada produk cacat.	9	Kembali melakukan <i>rework</i> agar produk cacat tidak menumpuk di <i>warehouse</i> .	4	144
			4	Operator tidak teliti pada saat mengoperasikan mesin, lelah	6	Melakukan pemeriksaan ulang, istirahat di sela pekerjaan	4	96
			4	Mesin tidak optimal	2	Melakukan perawatan (<i>maintenance</i>) harian	3	24

4. Pemborosan *motion*

Tabel 4. 54 FMEA Pemborosan *Motion*

No	Jenis kegagalan	Efek dari kegagalan	S	Penyebab kegagalan	O	Kontrol saat ini yang dilakukan	D	RPN
1	Pemborosan <i>motion</i> .	Proses produksi terhambat.	4	Gerakan yang tidak perlu dilakukan oleh pekerja.	9	Belum ada.	10	360
			4	<i>Layout</i> yang kurang efektif.	8	Belum ada.	10	320
			4	Alat mesin terbatas, ada yang rusak	2	Melakukan perawatan (<i>maintenance</i>) harian, membeli baru.	3	24

5. Pemborosan *waiting*

Tabel 4. 55 FMEA Pemborosan Waiting

No	Jenis kegagalan	Efek dari kegagalan	S	Penyebab kegagalan	O	Kontrol saat ini yang dilakukan	D	RPN
1	Pemborosan waktu menunggu.	Proses produksi terhambat.	4	Operator tidak berangkat.	8	Belum ada.	10	320
			4	Kecepatan mesin berbeda, mesin mengalami kerusakan pada saat kegiatan produksi.	3	Melakukan perawatan (<i>maintenance</i>) harian.	3	36
			4	<i>Layout</i> yang kurang efisien.	8	Belum ada.	10	320

6. Pemborosan transportasi

Tabel 4. 56 FMEA Pemborosan *Transportasi*

No	Jenis kegagalan	Efek dari kegagalan	S	Penyebab kegagalan	O	Kontrol saat ini yang dilakukan	D	RPN
1	Pemborosan transportasi.	Perpindahan material menjadi lama.	4	Alat transportasi terbatas, mengalami kerusakan.	4	Diperbaiki atau membeli baru.	3	48
			4	<i>Layout</i> yang kurang efisien.	8	Belum ada.	10	320
			4	Kelelahan saat bekerja	6	Istirahat di sela pekerjaan.	4	94

7. Pemborosan *overprocessing*

Tabel 4. 57 FMEA Pemborosan *Overprocessing*

No	Jenis kegagalan	Efek dari kegagalan	S	Penyebab kegagalan	O	Kontrol saat ini yang dilakukan	D	RPN
1	Pemborosan <i>overprocessing</i> .	Pemborosan material (bahan baku, penggunaan mesin dan tenaga kerja).	4	Proses produksi yang tidak seimbang, adanya <i>rework</i> pada produk yang mengalami cacat, SOP tidak diterapkan dengan baik.	9	Kembali melakukan <i>rework</i> , menerapkan SOP yang sudah ada.	6	216
			4	Kecepatan mesin berbeda	3	Melakukan perawatan (<i>maintenance</i>) harian.	3	36
			4	Operator lelah	6	Istirahat di sela pekerjaan	4	96

Setelah dilakukan analisa di atas maka diperoleh tipe pemborosan yang paling dominan untuk diselesaikan terlebih dahulu. Oleh karena itu perlu disusun suatu rekomendasi perbaikan dengan tujuan untuk mengurangi pemborosan tersebut. Berikut ini merupakan tabel usulan perbaikan berdasarkan faktor-faktor akar permasalahan *fishbone diagram* dan berdasarkan nilai RPN tertinggi pada tabel 4.58 dibawah ini :

Tabel 4. 58 Rekapitulasi Usulan Perbaikan FMEA

No	Jenis kegagalan	Unsur	S	O	D	Nilai RPN	Faktor penyebab kegagalan	Usulan perbaikan
1	Defect blister	Metode	5	6	9	270	Proses <i>press</i> dan pengeringan yang tidak sempurna.	Melakukan penerapan <i>visual display</i> , karena salah Satu penyebab terjadinya <i>waste defect</i> blister disebabkan oleh proses <i>press</i> dan proses pengeringan yang kurang begitu sempurna, hal tersebut dikarenakan kurangnya kesadaran pekerja dalam melaksanakan SOP yang sudah ada serta kurangnya pengawasan pihak manajemen terhadap SOP yang sudah diterapkan apakah sudah diaplikasikan oleh para pekerja secara maksimal atau belum..
		Material	5	6	9	270	Bahan baku material tidak sesuai standar	Menganti bahan baku utama <i>plywood</i> dari sebelumnya kayu pinus diganti dengan kayu sengon, hal tersebut dikarenakan kayu pinus sangat rentan terhadap perubahan suhu yang berpotensi timbulnya <i>defect blister</i> lebih tinggi.

No	Jenis kegagalan	Unsur	S	O	D	Nilai RPN	Faktor penyebab kegagalan	Usulan perbaikan
2	<i>Defect</i> ukuran	Metode	6	8	10	480	Kurangnya pengawasan atau kelalaian pada saat bekerja.	Melakukan penerapan <i>visual display</i> , karena salah Satu penyebab terjadinya <i>waste defect</i> ukuran tidak sesuai standar disebabkan kurangnya pengawasan atau kelalaian pekerja pada saat bekerja terutama pada proses pemotongan <i>plywood</i> , yang dimana hal tersebut dikarenakan kurangnya kesadaran pekerja dalam melaksanakan SOP yang sudah ada serta kurangnya pengawasan pihak manajemen terhadap SOP yang sudah diterapkan apakah sudah diaplikasikan oleh para pekerja secara maksimal atau belum.
3	<i>Inventory</i>	Metode	4	9	4	144	Adanya <i>rework</i> pada produk cacat.	Melakukan penerapan <i>visual display</i> mengenai SOP yang sudah ada agar lebih diaplikasikan secara maksimal oleh para pekerja untuk mencegah adanya <i>defect</i> , karena salah Satu penyebab terjadinya <i>waste inventory</i> yaitu dikarenakan adanya <i>rework</i> pada produk cacat, cacat kategori <i>reject</i> yang sering kali tidak tertata dengan rapi. Bahkan cacat kategori <i>reject</i> ini seringkali dijumpai di <i>warehouse</i> bahan baku dan penyimpanan barang jadi.

No	Jenis kegagalan	Unsur	S	O	D	Nilai RPN	Faktor penyebab kegagalan	Usulan perbaikan
4	<i>Overproduction</i>	Metode	4	9	4	144	Adanya <i>rework</i> pada produk cacat.	Melakukan penerapan <i>visual display</i> mengenai SOP yang sudah ada agar lebih diaplikasikan secara maksimal oleh para pekerja untuk mencegah adanya <i>defect</i> , karena salah Satu penyebab terjadinya <i>waste overproduction</i> yaitu dikarenakan adanya <i>rework</i> pada produk cacat, sehingga membutuhkan biaya produksi tambahan seperti material, tenaga kerja dan penggunaan mesin juga dapat menurunkan keuntungan.



No	Jenis kegagalan	Unsur	S	O	D	Nilai RPN	Faktor penyebab kegagalan	Usulan perbaikan
5	<i>Motion</i>	Metode	4	9	10	360	Gerakan yang tidak perlu dilakukan oleh pekerja, proses yang dikerjakan secara manual.	Usulan perbaikan alat material <i>handling</i> agar menjadi lebih efektif pada kereta dorong pengangkut (<i>conveyor</i>), dikarenakan sebelumnya alat material handling (<i>conveyor</i>) yang digunakan untuk mengangkut <i>plywood</i> tidak memiliki pegangan yang digunakan untuk mendorong <i>conveyor</i> tersebut sehingga ketika pekerja ketika ingin mendorong untuk memindahkan material maupun <i>plywoiod</i> akan sedikit kesusahan (membungkuk), alhasil menimbulkan gerakan yang tidak perlu dilakukan oleh pekerja yang apabila dilakukan secara terus-menerus dapat mengakibatkan cedera punggung.



No	Jenis kegagalan	Unsur	S	O	D	Nilai RPN	Faktor penyebab kegagalan	Usulan perbaikan
6	Waiting	Lingkungan kerja	4	8	10	320	Layout yang kurang efisien.	Melakukan <i>re- layout</i> , hal tersebut dilakukan untuk mengurangi waktu menunggu dikarenakan jarak perpindahan material antar stasiun kerja satu dengan yang lainya yang terlalu jauh terutama pada proses pemilihan <i>venner</i> menuju ke proses <i>assembly</i> , agar aliran perpindahan material pada saat proses produksi menjadi lebih efektif maka perlu adanya <i>re- layout</i> .
		Manusia	4	8	10	320	Operator tidak berangkat.	Melakukan penambahan tenaga kerja (operator) hal tersebut bertujuan untuk mengantisipasi adanya operator yang tidak berangkat terutama pada proses <i>press</i> agar proses poroduksi <i>plywood</i> dapat berjalan dengan lancar.
7	Transportation	Lingkungan kerja	4	8	10	320	Layout yang kurang efisien.	Melakukan <i>re- layout</i> , hal tersebut dilakukan untuk mengurangi biaya transportasi (OMH) dikarenakan jarak perpindahan material antar stasiun kerja satu dengan yang lainya yang terlalu jauh, agar biaya transportasi (OMH) perpindahan material pada saat proses produksi menjadi lebih murah maka perlu adanya <i>re- layout</i> .

No	Jenis kegagalan	Unsur	S	O	D	Nilai RPN	Faktor penyebab kegagalan	Usulan perbaikan
8	<i>Overprocessing</i>	Metode	4	9	6	216	Proses produksi yang tidak sempurna, adanya <i>rework</i> pada produk yang mengalami cacat, SOP tidak diterapkan dengan baik.	Melakukan penerapan <i>visual display</i> mengenai SOP yang sudah ada agar lebih diaplikasikan secara maksimal oleh para pekerja untuk mencegah adanya <i>defect</i> . Karena salah satu penyebab <i>waste overprocessing</i> yaitu adanya proses produksi yang tidak sempurna dikarenakan masih terdapat adanya <i>rework</i> atau diproses ulang terhadap produk yang cacat sehingga waktu yang terbuang untuk melakukan <i>rework</i> sangatlah sia-sia. Selain itu dampak dari <i>rework</i> juga berpengaruh terhadap frekuensi penggunaan mesin akan melebihi dari batas normal pada umumnya yang menyebabkan mesin akan lebih sering mengalami perawatan.

4.2.7 Pembuatan Usulan Perbaikan

Berdasarkan hasil dari identifikasi *waste* dengan menggunakan metode FMEA maka dapat diberikan atau diusulkan rekomendasi perbaikan yang diharapkan dapat membantu mengurangi pemorosan sebagai Langkah perancangan dengan pendekatan konsep *lean manufacturing* sehingga mampu menciptakan proses produksi *plywood* yang lebih efektif dan efisien. Adapun usulan perbaikan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Penerapan *visual display*

Salah satu penyebab timbulnya *waste defect* sehingga menimbulkan *waste* yang lainnya adalah Kurangnya pengawasan atau kelalaian pekerja pada saat bekerja terutama pada proses pemotongan *plywood*, yang dimana hal tersebut dikarenakan kurangnya kesadaran pekerja dalam melaksanakan SOP yang sudah ada serta kurangnya pengawasan pihak manajemen terhadap SOP yang sudah diterapkan apakah sudah diaplikasikan oleh para pekerja secara maksimal atau belum. Penerapan *visual display* bertujuan untuk memberikan informasi maupun pemberitahuan secara tertulis menggunakan indikator warna sehingga pekerja lebih perhatian atau waspada. *Visual display* yang baik adalah *visual display* yang dapat memberikan pesan yang dapat dimengerti dan dipahami bagi penerima informasi. Penerapan *visual display* ini difokuskan untuk mengurangi pemborosan pada bagian produksi terutama untuk mengurangi *defect* dapat dilihat pada **tabel 4.59** di bawah ini :

Tabel 4. 59 Usulan Pembuatan *Visual Display*

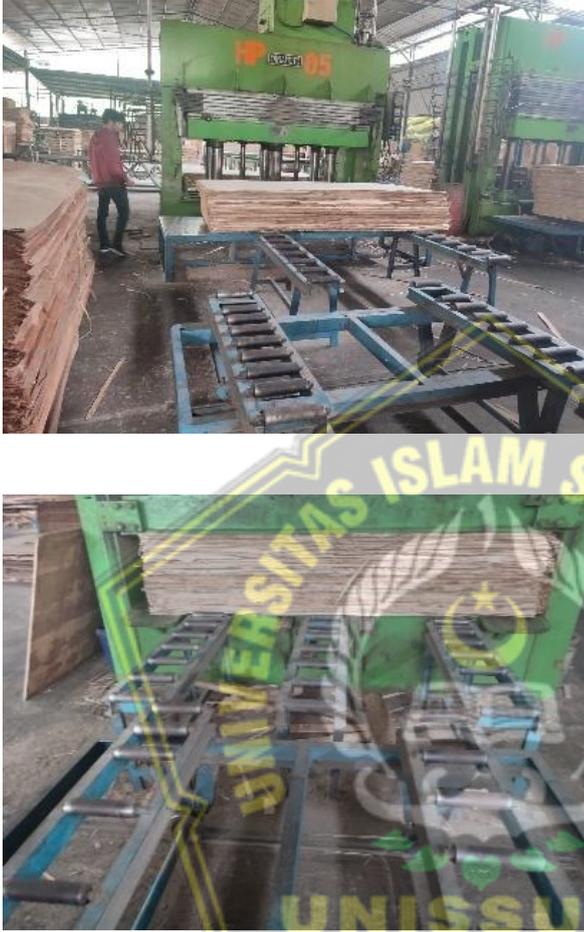
No	<i>visual display</i>	Arti warna	Penerapan di bagian produksi
1	 <p>Periksa kembali kadar air log core pada saat proses pemilihan veneer !!!</p>	Perhatian	Dipasng pada dinding samping mesin <i>press dryer</i> dan dinding luar bagian pengeringan agar mudah dilihat pada saat proses pemilihan <i>veneer</i> .
2	 <p>Perhatikan tekanan suhu pada saat proses press !!!</p>	Perhatian	Dipasang pada pada dinding samping mesin <i>hot press</i> agar mudah dilihat pada saat proses <i>cold press</i> dan <i>hot press</i> .

No	<i>visual display</i>	Arti warna	Penerapan di bagian produksi
3		Petunjuk	Dipasang pada bagian meja mesin <i>double saw</i> agar mudah dilihat ketika proses pemotongan berlangsung.

2. Perbaiki Alat Material *Handling*

Berdasarkan observasi secara langsung dan analisa perhitungan menggunakan FMEA pada **tabel 4.58**, diketahui bahwa nilai RPN tertinggi penyebab *waste motion* adalah alat material *handling* yang kurang efektif pada kereta dorong pengangkut (*coveyor*). Dikarenakan sebelumnya alat material *handling* (*conveyor*) tidak memiliki pegangan yang digunakan untuk mendorong *conveyor* tersebut sehingga ketika pekerja ingin mendorong akan sedikit kesusahan, alhasil menimbulkan gerakan yang tidak perlu dilakukan oleh pekerja yang apabila dilakukan secara terus-menerus dapat mengakibatkan cedera punggung. usulan desain alat material *handling* ini dibuat agar dapat mengatasi penyebab *waste motion*. Berikut merupakan usulan perbaikan terhadap alat material *handling* dapat dilihat pada **tabel 4.60** di bawah ini :

Tabel 4. 60 Usulan Perbaikan Pada Alat Material *Handling*

Alat material <i>handling</i> saat ini	Perbaikan yang akan diusulkan
	<p data-bbox="948 857 1334 981">Memberi pegangan untuk mempermudah pekerja ketika ingin mendorong.</p>

Terkait dengan pegangan yang akan diusulkan tentunya ukuran-ukuran yang dipakai pun memperhatikan ukuran dimensi tubuh pekerja yang ada di CV. Treewood Abadi Grup. Sehingga pekerja yang menggunakan alat ini dapat memiliki beban kerja yang lebih ringan, nyaman dan pekerjaannya menjadi lebih efektif. Adapun ukuran dimensi tubuh yang dipakai pada usulan desain ini dapat dilihat pada **tabel 4.61** dibawah ini :

Tabel 4. 61 Ukuran Dimensi Tubuh

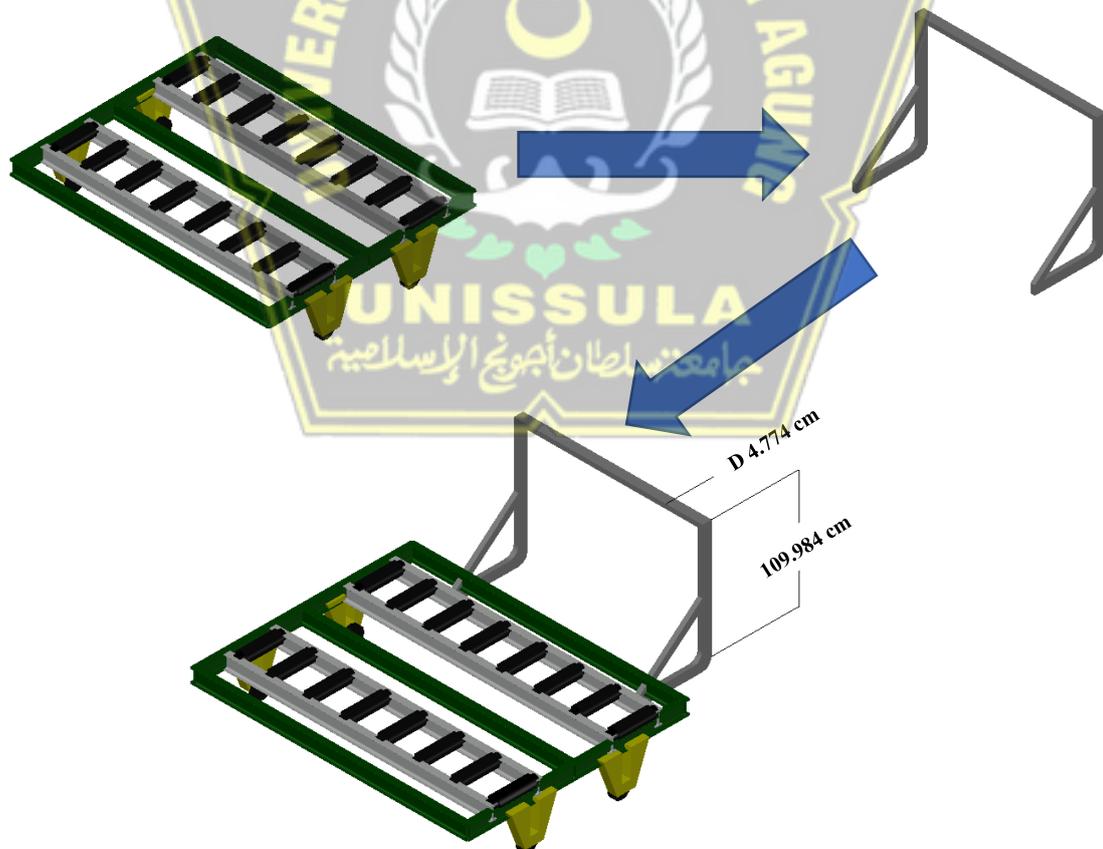
Dimensi tubuh	Fungsi bagian alat desain
Diameter gengam tangan	untuk diameter pegangan
Tinggi siku	untuk tinggi pegangan dari lantai

Berdasarkan ukuran dimensi tubuh yang dipakai pada **tabel 4.61** maka selanjutnya didapat data ukuran dimensi tubuh pekerja yang ada di CV.Treewood Abadi Grup sebanyak 5 sample data yang dapat dilihat di **lampir 5** untuk selanjutnya data tersebut digunakan untuk membuat rekomendasi desain pegangan pada kereta dorong yang dapat dilihat pada **tabel 4.62** di bawah ini :

Tabel 4. 62 Data dimensi Ukuran Dimensi Tubuh

Dimensi tubuh	Rata-rata (cm)
Diameter pegangan (Diameter gengam tangan)	4.774
Tinggi pegangan dari lantai (tinggi siku)	109.984

Berikut usulan desain alat material handling yang dibuat berdasarkan ukuran dimensi tubuh pada **tabel 4.62** di atas dapat dilihat pada **gambar 4.32** di bawah ini :

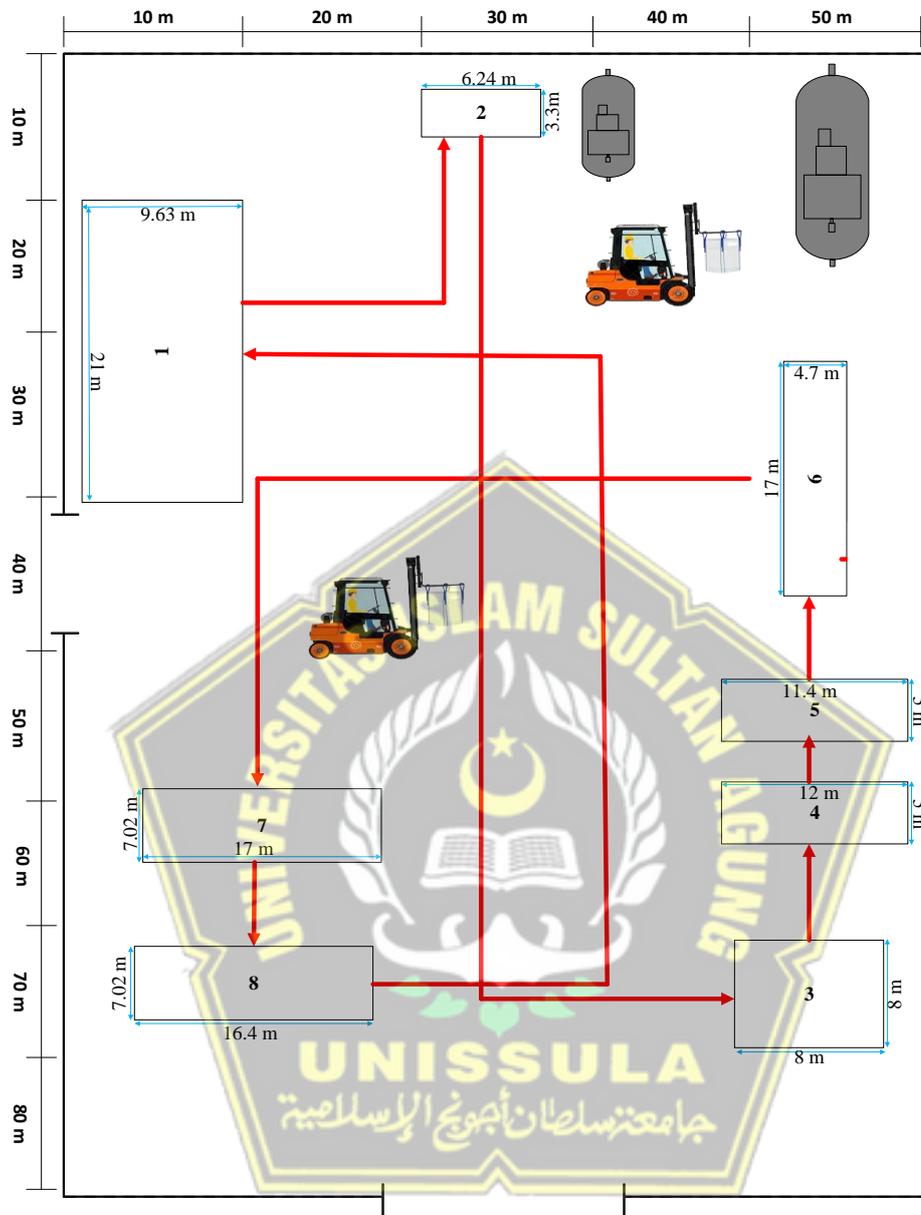


Gambar 4. 32 Usulan Pebaikan Alat Material Handling

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

Layout yang diterapkan sekarang di CV.Treewood Abadi Grup belum efektif dan efisien sehingga perlu dilakukan adanya *re-layout* guna untuk mengurangi adanya *waiting time* transportasi. Secara teknis hal tersebut terjadi karena pada proses pemilihan *venner* menuju proses *assembly* yang dimana panjangnya jarak perpindahan material (*material handling*), selain itu pada proses pemotongan menuju proses *inpeksi* memiliki jalur yang belawan antar proses pemilihan *venner* menuju proses *assembly* yang mengakibatkan berpapasannya *forklift* satu dengan lainnya, sehingga salah satu *forklift* harus mengalah terlebih dahulu, pada permasalahan tersebut dapat mengakibatkan *waiting* (pemborosan waktu) yang mengganggu pada proses kegiatan produksi *plywood*. Pada **gambar 4.33** merupakan gambaran *layout* saat ini :



**Keterangan Kode :**

- 1 = Gudang
- 2 = Proses Pemilihan Veneer
- 3 = Proses Assenbly
- 4 = Proses Cold Press
- 5 = Proses Hot Press
- 6 = Proses Double Saw
- 7 = Proses Inspeksi
- 8 = Proses Packing

Waktu transportasi :

- 1 ke 2 = 27.3 detik
- 2 ke 3 = 80.4 detik
- 3 ke 4 = 12.3 detik
- 4 ke 5 = 14.6 detik
- 5 ke 6 = 18.9 detik
- 6 ke 7 = 52 detik
- 7 ke 8 = 17.1 detik
- 8 ke 1 = 12.7 detik

Gambar 4.33 Layout Awal Perusahaan

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

4.63 di bawah ini :

Tabel 4. 63 Luas Per Stasiun Kerja

No	Stasiun kerja	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m ²)
1	<i>Warehouse</i>	21	9.63	202.23
2	Proses pemjilihan <i>veneer</i>	6.24	3.3	20.592
3	Proses <i>assembly</i>	8	8	64
4	Proses <i>cold press</i>	12	5	60
5	Proses <i>hot press</i>	11.4	5	57
6	Proses pemotongan	17	4.7	79.9
7	Proses <i>inspeksi</i>	17	7.02	119.34
8	Proses <i>packing</i>	16.4	7.02	115.128

Untuk mengetahui jarak perpindahan material *layout* awal maka selanjutnya yaitu di.lakukan perhitungan jarak *Euclidean* yaitu pada **tabel 4.64** dibawah ini :

Tabel 4. 64 Titik Koordinat *Layout* Awal

Stasiun kerja	<i>Centeroid</i>	
	X	Y
<i>Warehouse</i>	10	30
Proses pemjilihan <i>veneer</i>	6.24	6
Proses <i>assembly</i>	48	70
Proses <i>cold press</i>	48	53
Proses <i>hot press</i>	48	45
Proses pemotongan	46	34
Proses <i>inspeksi</i>	18	55
Proses <i>packing</i>	18	67

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

X_i = Koordinat x pada pusat fasilitas i

Y_i = Koordinat y pada pusat fasilitas i

d_{ij} = jarak antara pusat fasilitas i dan j

▪ **Jarak perpindahan *layout* awal**

- Warehouse dengan proses pemilihan *veneer*

$$\begin{aligned} &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} \\ &= \sqrt{(10 - 6.24)^2 + (30 - 6)^2} \\ &= 24.29 \text{ m} \end{aligned}$$

- Proses pemilihan *veneer* dengan proses *assembly*

$$\begin{aligned} &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} \\ &= \sqrt{(6.24 - 48)^2 + (6 - 70)^2} \\ &= 76.42 \text{ m} \end{aligned}$$

- Proses dengan proses *assembly* dengan proses *cold press*

$$\begin{aligned} &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} \\ &= \sqrt{(48 - 48)^2 + (70 - 53)^2} \\ &= 17 \text{ m} \end{aligned}$$

- Proses *cold press* dengan proses *hot press*

$$\begin{aligned} &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} \\ &= \sqrt{(48 - 48)^2 + (53 - 45)^2} \\ &= 8 \text{ m} \end{aligned}$$

- Proses *hot press* dengan proses pemotongan

$$\begin{aligned} &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} \\ &= \sqrt{(48 - 46)^2 + (45 - 34)^2} \\ &= 11.18 \text{ m} \end{aligned}$$

- Proses pemotongan dengan proses inspeksi

$$\begin{aligned} &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} \\ &= \sqrt{(46 - 18)^2 + (34 - 55)^2} \\ &= 35 \text{ m} \end{aligned}$$

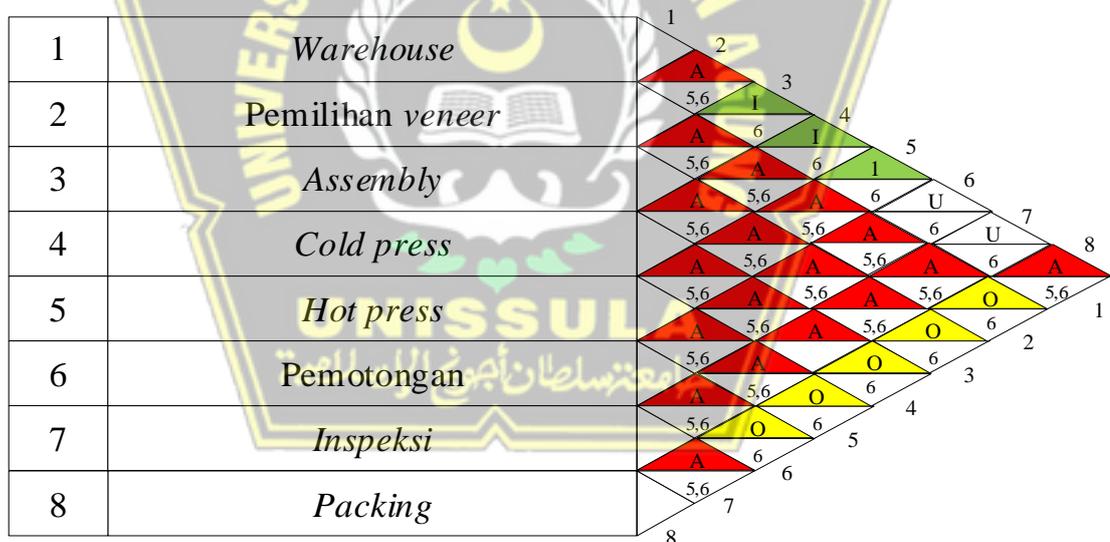
- Proses inspeksi dengan packing

$$\begin{aligned} &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} \\ &= \sqrt{(18 - 18)^2 + (55 - 67)^2} \\ &= 12 \text{ m} \end{aligned}$$

➤ Proses packing dengan *warehouse*

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} \\
 &= \sqrt{(18 - 10)^2 + (67 - 10)^2} \\
 &= 37.85 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Setelah menghitung luas stasiun kerja yang ada di bagian produksi dan menghitung jarak perpindahan material maka tahap selanjutnya adalah memberikan usulan *layout* agar menjadi lebih efektif, dalam memberikan usulan *layout* penulis menggunakan algoritma BLOCPLAN dengan bantuan *software* yang bertujuan untuk meminimalkan jarak perpindahan material antar stasiun kerja satu ke stasiun kerja lainnya, data yang dibutuhkan dalam menjalankan *software* ini adalah luas pabrik, luas per stasiun kerja dan hubungan kedekatan antar stasiun kerja, dalam menentukan hubungan kedekatan antar stasiun kerja ini yaitu dengan menggunakan *activity relationship chart* (ARC) dapat dilihat pada **gambar 4.34** di bawah ini :



Gambar 4. 34 Diagram ARC

Selanjutnya dari diagram ARC pada **gambar 4.34** diatas dikonversi ke dalam bentuk tabel agar mudah dibaca pada saat pengisian pada *software* algoritma BLOCPLAN.

Tabel 4. 65 ARC Tabel

No	Stasiun kerja	Stasiun kerja							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	<i>Warehouse</i>	-	A	I	I	I	U	U	A
2	Proses pemjilihan <i>veneer</i>		-	A	A	A	A	A	O
3	Proses <i>assembly</i>			-	A	A	A	A	O
4	Proses <i>cold press</i>				-	A	A	A	O
5	Proses <i>hot press</i>					-	A	A	O
6	Proses pemotongan						-	A	O
7	Proses <i>inspeksi</i>							-	A
8	Proses <i>packing</i>								-

Selanjutnya akan dilakukan pengolahan menggunakan algoritma BLOCPLAN *output* yang dihasilkan pada *software* ini adalah gambaran alternatif *layout* berdasarkan titik koordinat, dalam hal ini penulis hanya membatasi 3 usulan alternatif *layout* yang dapat dilihat pada **lampiran 6** sedangkan untuk koordinat dari alternatif *layout* tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

- a. Koordinat alternatif *layout* 1

Tabel 4. 66 Koordinat alternatif *layout* 1

Stasiun kerja	Centeroid	
	X	Y
<i>Warehouse</i>	16.41	16.06
Proses pemjilihan <i>veneer</i>	24.86	16.06
Proses <i>assembly</i>	8.39	1.91
Proses <i>cold press</i>	26.40	6.64
Proses <i>hot press</i>	24.24	1.91
Proses pemotongan	28.68	16.06
Proses <i>inspeksi</i>	10.55	6.64
Proses <i>packing</i>	4.37	16.06

b. Koordinat alternatif *layout 2*Tabel 4. 67 Koordinat alternatif *layout 2*

Stasiun kerja	Centeroid	
	X	Y
Warehouse	19.75	9.04
Proses pemjilihan veneer	15.85	18.41
Proses assembly	8.18	20.69
Proses cold press	24.04	20.69
Proses hot press	12.59	9.04
Proses pemotongan	8.81	9.04
Proses inspeksi	3.30	9.04
Proses packing	28.53	9.04

c. Koordinat alternatif *layout 3*Tabel 4. 68 Koordinat alternatif *layout 3*

Stasiun kerja	Centeroid	
	X	Y
Warehouse	23.68	6.94
Proses pemjilihan veneer	15.85	0.32
Proses assembly	3.40	17.94
Proses cold press	8.73	6.94
Proses hot press	13.38	6.94
Proses pemotongan	3.17	6.94
Proses inspeksi	13.14	17.94
Proses packing	25.59	17.94

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

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

X_i = Koordinat x pada pusat fasilitas i

Y_i = Koordinat y pada pusat fasilitas i

d_{ij} = jarak antara pusat fasilitas i dan j

▪ **Jarak alternatif layout 1**

- Warehouse dengan proses pemilihan veneer

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} \\
 &= \sqrt{(16.41 - 24.86)^2 + (16.06 - 16.06)^2} \\
 &= 8.45 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Proses pemilihan veneer dengan proses assembly

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} \\
 &= \sqrt{(24.86 - 8.39)^2 + (16.06 - 1.91)^2} \\
 &= 21.71 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Proses dengan proses assembly dengan proses cold press

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} \\
 &= \sqrt{(8.39 - 26.4)^2 + (1.91 - 6.64)^2} \\
 &= 18.62 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Proses cold press dengan proses hot press

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} \\
 &= \sqrt{(26.4 - 24.24)^2 + (6.64 - 1.91)^2} \\
 &= 5.20 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Proses hot press dengan proses pemotongan

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} \\
 &= \sqrt{(24.24 - 28.68)^2 + (1.91 - 16.06)^2} \\
 &= 14.83 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Proses pemotongan dengan proses inspeksi

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} \\
 &= \sqrt{(28.68 - 10.55)^2 + (16.06 - 6.64)^2} \\
 &= 20.43 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Proses inspeksi dengan packing

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} \\
 &= \sqrt{(10.55 - 4.37)^2 + (6.64 - 16.06)^2}
 \end{aligned}$$

$$= 11.27 \text{ m}$$

- Proses packing dengan *warehouse*

$$\begin{aligned} &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} \\ &= \sqrt{(4.37 - 16.1)^2 + (16.06 - 16.06)^2} \\ &= 12.04 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Jarak alternatif layout 2**

- *Warehouse* dengan proses pemilihan *veneer*

$$\begin{aligned} &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} \\ &= \sqrt{(19.75 - 15.85)^2 + (9.04 - 18.41)^2} \\ &= 10.15 \text{ m} \end{aligned}$$

- Proses pemilihan *veneer* dengan proses *assembly*

$$\begin{aligned} &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} \\ &= \sqrt{(15.85 - 8.18)^2 + (18.41 - 20.69)^2} \\ &= 8 \text{ m} \end{aligned}$$

- Proses dengan proses *assembly* dengan proses *cold press*

$$\begin{aligned} &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} \\ &= \sqrt{(8.18 - 24.04)^2 + (20.69 - 20.69)^2} \\ &= 15.68 \text{ m} \end{aligned}$$

- Proses *cold press* dengan proses *hot press*

$$\begin{aligned} &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} \\ &= \sqrt{(24.04 - 12.59)^2 + (20.69 - 9.04)^2} \\ &= 16.33 \text{ m} \end{aligned}$$

- Proses *hot press* dengan proses pemotongan

$$\begin{aligned} &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} \\ &= \sqrt{(12.59 - 8.81)^2 + (9.04 - 9.04)^2} \\ &= 3.78 \text{ m} \end{aligned}$$

- Proses pemotongan dengan proses inspeksi

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

$$= \sqrt{(8.81 - 3.3)^2 + (9.04 - 9.04)^2}$$

$$= 5.51 \text{ m}$$

- Proses inspeksi dengan packing

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

$$= \sqrt{(3.3 - 28.53)^2 + (9.04 - 9.04)^2}$$

$$= 25.23 \text{ m}$$

- Proses packing dengan warehouse

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

$$= \sqrt{(28.53 - 19.75)^2 + (9.04 - 9.04)^2}$$

$$= 8.78 \text{ m}$$

▪ **Jarak alternatif layout 3**

- Warehouse dengan proses pemilihan veneer

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

$$= \sqrt{(23.68 - 15.85)^2 + (6.94 - 0.32)^2}$$

$$= 10.25 \text{ m}$$

- Proses pemilihan veneer dengan proses assembly

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

$$= \sqrt{(15.85 - 3.4)^2 + (0.32 - 17.94)^2}$$

$$= 21.57$$

- Proses dengan proses assembly dengan proses cold press

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

$$= \sqrt{(3.4 - 8.73)^2 + (17.94 - 6.94)^2}$$

$$= 12.22 \text{ m}$$

- Proses cold press dengan proses hot press

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

$$= \sqrt{(8.73 - 13.38)^2 + (6.94 - 6.94)^2}$$

$$= 4.65 \text{ m}$$

- Proses *hot press* dengan proses pemotongan

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} \\
 &= \sqrt{(13.38 - 3.17)^2 + (6.94 - 6.94)^2} \\
 &= 10.21 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Proses pemotongan dengan proses inspeksi

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} \\
 &= \sqrt{(3.17 - 13.14)^2 + (6.94 - 17.94)^2} \\
 &= 14.85 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Proses inspeksi dengan packing

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} \\
 &= \sqrt{(13.14 - 25.59)^2 + (17.94 - 17.94)^2} \\
 &= 12.45 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Proses packing dengan *warehouse*

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} = \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} \\
 &= \sqrt{(25.59 - 23.768)^2 + (17.94 - 6.94)^2} \\
 &= 11.16 \text{ m}
 \end{aligned}$$

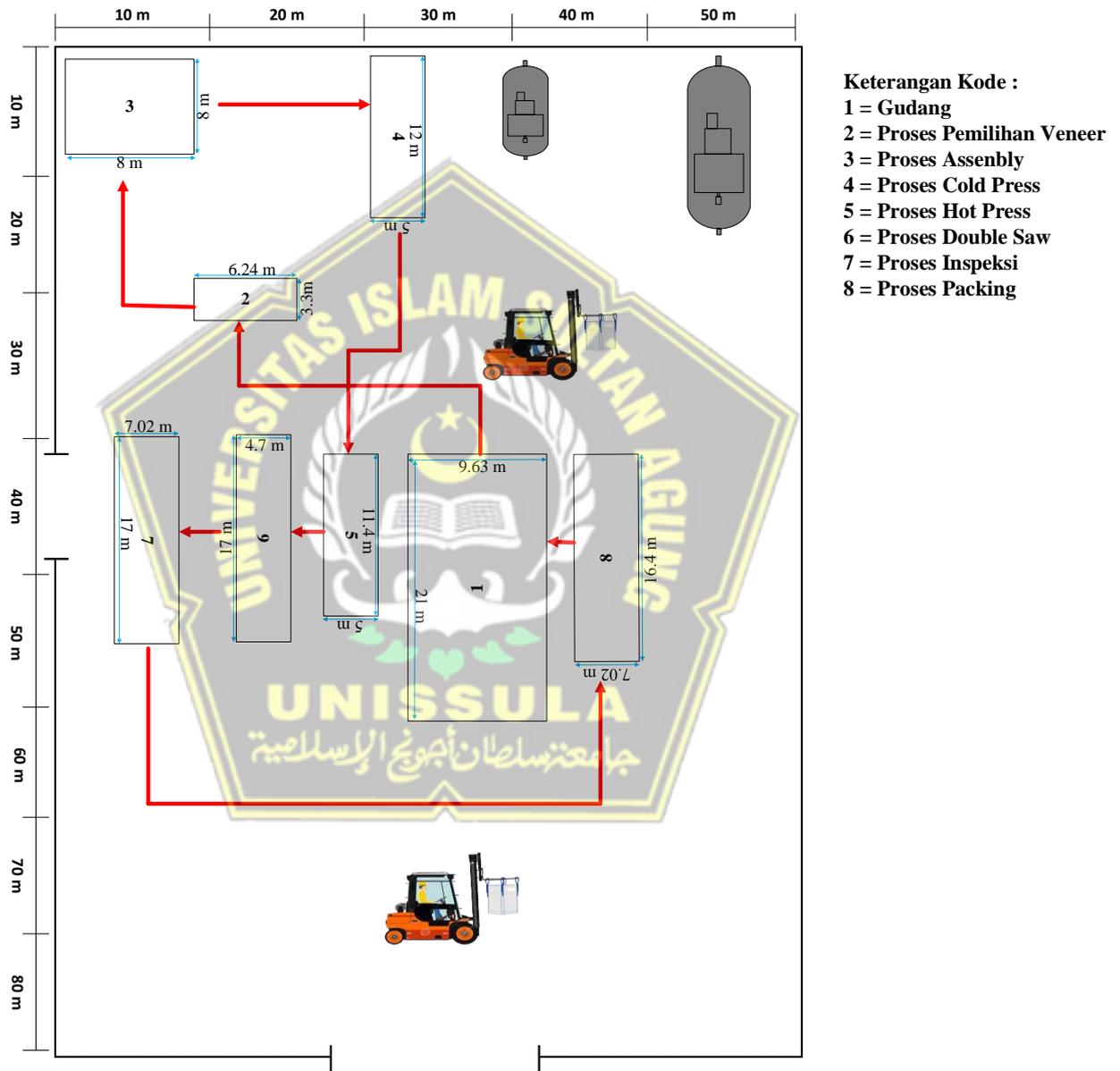
Berikut adalah rekapitulasi dari perhitungan jarak alternatif *layout* di atas. Kemudian yaitu melakukan perbandingan jarak alternatif *layout* 1,2 dan 3 dengan *layout* awal untuk menentukan mana alternatif *layout* yang terpilih berdasarkan jarak perpindahan material, untuk selanjutnya *layout* terpilih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

Tabel 4. 69 Perbandingan Jarak Antar *Layout*

No	<i>Layout</i> awal	Jarak (m)
1	<i>Warehouse</i> ke pemilihan <i>veneer</i>	24.29
2	Pemilihan <i>veneer</i> ke <i>assembly</i>	76.42
3	<i>Assembly</i> ke <i>cold press</i>	17
4	<i>Cold press</i> ke <i>hot press</i>	8
5	<i>Hot press</i> ke pemotongan	11.18
6	Pemotongan ke <i>inspeksi</i>	35
7	<i>Inspeksi</i> ke <i>packing</i>	12

No	Layout awal	Jarak (m)
8	Packing ke warehouse	37.85
Total jarak		221.75
No	Layout alternatif 1	Jarak (m)
1	Warehouse ke pemilihan veneer	8.45
2	Pemilihan veneer ke assembly	21.71
3	Assembly ke cold press	18.62
4	Cold press ke hot press	5.20
5	Hot press ke pemotongan	14.83
6	Pemotongan ke inspeksi	20.43
7	Inspeksi ke packing	11.27
8	Packing ke warehouse	12.04
Total jarak		112.55
No	Layout alternatif 2	Jarak (m)
1	Warehouse ke pemilihan veneer	10.15
2	Pemilihan veneer ke assembly	8.00
3	Assembly ke cold press	15.86
4	Cold press ke hot press	16.33
5	Hot press ke pemotongan	3.78
6	Pemotongan ke inspeksi	5.51
7	Inspeksi ke packing	25.23
8	Packing ke warehouse	8.78
Total jarak		93.65
No	Layout alternatif 3	Jarak (m)
1	Warehouse ke pemilihan veneer	10.25
2	Pemilihan veneer ke assembly	21.57
3	Assembly ke cold press	12.22
4	Cold press ke hot press	4.65
5	Hot press ke pemotongan	10.21
6	Pemotongan ke inspeksi	14.85
7	Inspeksi ke packing	12.45
8	Packing ke warehouse	11.16
Total jarak		97.37

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



Gambar 4. 35 Layout Usulan

Untuk menghitung waktu transportasi perpindahan material setelah dilakukan perbaikan *layout* yaitu digunakan waktu transportasi sebelum perbaikan

dan sesudah perbaikan dengan rumus perbaikan silang (Hariyanto et al., 2020).

Rumus perkalian silang dapat dirumuskan sebagai berikut :

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

Adapun contoh perhitungan perhitungan waktu transportasi dari *warehouse* ke proses pemilihan *veneer* setelah perbaikan *layout* yaitu :

Diketahui :

- Jarak sebelum perbaikan : 24.29 m
- Jarak ssetelah perbaikan : 10.15 m
- Waktu sebelum perbaikan : 27.3 detik
- Waktu setelah perbaikan (*re-layout*) : Wp

Persamaan :

$$\frac{24.29}{10.15} = \frac{27.3}{wP}$$

$$wP = \frac{27.3 \times 10.15}{24.29} \text{ (untuk menghitung waktu transportasi setelah dilakukan adanya re-layout)}$$

$$wP = 11.41 \text{ detik}$$

Betrikut ini adalah rekapitulasi dari perhitungan waktu trasportasi perpindahan material pada *layout* setelah perbaikan dan melakukan perbandingan dengan *layout* awal pada tabel 4.70 sebagai berikut :

Tabel 4. 70 Perbandingan Waktu Transpotasi Sebelum Dan Sesudah Perbaikan

No	Transportasi	Sebelum perbaikan		Sesudah perbaikan	
		Jarak (m)	Waktu (detik)	Jarak (m)	Waktu (detik)
1	<i>Warehouse</i> ke pemilihan <i>veneer</i>	24.29	27.3	10.15	11.41
2	Pemilihan <i>veneer</i> ke <i>assembly</i>	76.42	80.4	8.00	8.42
3	<i>Assembly</i> ke <i>cold press</i>	17	12.3	15.86	11.48
4	<i>Cold press</i> ke <i>hot press</i>	8	14.6	16.33	29.80
5	<i>Hot press</i> ke pemotongan	11.18	18.9	3.78	6.39
6	Pemotongan ke <i>inspeksi</i>	35	52	5.51	8.19
7	<i>Inspeksi</i> ke <i>packing</i>	12	17.1	25.23	35.95
8	<i>Packing</i> ke <i>warehouse</i>	37.85	12.7	8.78	2.95
Total		221.75	235.3	93.65	114.58

4. Penambahan jumlah tenaga kerja

Pada proses *press* yang memiliki tekanan panas yang cukup tinggi hal ini mengakibatkan pekerja akan cenderung cepat mengalami kelelahan pada saat bekerja, pada proses *press* dengan jumlah pekerja yang hanya 4 orang dimana pada proses *hot press* ini operator bekerja pada suhu yang bertekanan kurang lebihnya yaitu 120⁰C yang menyebabkan pekerja cepat mengalami kelelahan sehingga apabila salah satu pekerja tidak berangkat maka proses *hot press* akan menjadi terhambat. Untuk mengantisipasi hal tersebut diharapkan pihak perusahaan menambah jumlah pekerja pada proses tersebut yang semulanya jumlah pegawai yang ada di proses *hot press* hanya berjumlah 4 orang harus ditambah menjadi 6 orang pekerja, dengan catatan penambahan pekerja ini dilakukan dengan melakukan seleksi berkas pendaftaran seperti Batasan umur, wawancara, ijazah terahir dan melampirkan surat sehat dari dokter. Dikarenakan sebelum sebelumnya perekrutan pekerja hanya berdasarkan KTP tanpa mempertimbangkan syarat lainnya yang juga seharusnya penting .

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

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

Diketahui :

- Jumlah pekerja sebelum perbaikan : 4 Orang
- Jumlah pekerja ssetelah perbaikan : 6 Orang
- Waktu sebelum perbaikan pada proses *hot press* : 318.8 detik
- Waktu seselah perbaikan pada proses *hot press* : Wp

Persamaan :

$$\frac{6}{318.8} = \frac{4}{WP}$$

$WP = \frac{318.8 \times 4}{6}$ (untuk menghitung waktu proses setelah dilakukan adanya perbaikan)

$WP = 212.5$ detik

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

- Upah pekerja : Rp. 60.000/ hari (untuk 1 pekerja)
- Jumlah pekerja sebelum dilakukan perbaikan : 4 orang x Rp. 60.000
: Rp. 240.000/ hari
- Jumlah pekerja sebelum dilakukan perbaikan : 6 orang x Rp. 60.000
: Rp. 360.000/ hari

Berdasarkan perhitungan yang sudah dilakukan diketahui bahwa waktu proses *hot press* sebelum adanya perbaikan adalah 318.8 detik dengan jumlah pekerja adalah 4 orang dengan upah perharinya adalah Rp. 240.000 hari, sedangkan setelah dilakukan adanya perbaikan waktu proses *hot press* mengalami penurunan menjadi 212.5 detik dengan jumlah pekerja adalah 6 orang dengan biaya tambahan upah sebesar 33 % yaitu dari Rp. 240.000 per hari menjadi Rp. 360.000 per hari.

5. Mengganti bahan baku utama *plywood*

Berdasarkan identifikasi penyebab timbulnya kegagalan pada **tabel 4.58** dan wawancara terhadap pihak perusahaan CV. Treewood Abadi Grup diketahui bahwa penyebab adanya *defect* blister disebabkan oleh bahan baku atau material yang tidak sesuai standar hal ini karena sebelumnya bahan baku material yang dipakai adalah kayu pinus dimana kayu pinus sendiri merupakan kayu yang rentan terhadap perubahan suhu sehingga butuh ketelitian dan cara pengolahan yang tepat dalam mengolah kayu pinus tersebut menjadi bentuk *plywood*.

Solusi alternatif yang diberikan adalah dengan mengganti kayu pinus dengan kayu sengon yang dimana kayu sengon merupakan kayu yang mudah didapat, tahan terhadap perubahan suhu akan tetapi stektur kayu sengon yang agak putih dan memiliki serat yang lebih kasar sehingga kualitas *plywood* yang dihasilkan dari kayu sengon sangat bagus dibandingkan dengan kayu pinus. Walaupun harga dari kayu sengon agak sedikit mahal dibandingkan kayu pinus. Perbandingan harga dari kayu pinus adalah Rp. 800.000 dan kayu sengon adalah Rp. 1.050.000 atau mengalami kenaikan harga sebesar 24 %.

4.2.8 Pembuatan *future state mapping*

Setelah dilakukan pembuatan *current stream mapping* dengan menggunakan bantuan WAM dan *Tools VALSAT*, tools yang dipilih adalah PAM dan menghasilkan *output* bahwa aktivitas di bagian produksi masih memiliki aktivitas yang tidak bernilai tambah serta aktivitas yang harus dilakukan dan tidak bernilai tambah, yang dimana ke dua aktivitas tersebut harus dikurangi atau justru dihilangkan. Pada table di bawah ini merupakan rincian minimasi perhitungan aktivitas yang tidak bernilai tambah untuk pembuatan *future state mapping*.

Tabel 4. 71 Minimasi NVA

Stasiun kerja	Kegiatan NVA	NVA sebelum perbaikan (detik)	Perbaikan minimasi (detik)	Keterangan dalam upaya perbaikan
<i>Assembly</i>	<i>Delay</i> sebelum <i>assembly</i>	1827	$\frac{1827}{2} = 913.5$	Durasi kegiatan menunggu dari proses pemilihan <i>veneer</i> menuju ke <i>assembly</i> diperpendek dengan cara mengurangi jumlah pengiriman per lembar WIP menjadi $\frac{1}{2}$ dari jumlah sebelumnya yaitu 30.
<i>Cold press</i>	<i>Delay</i> sebelum <i>Cold press</i>	56.7	$\frac{56.7}{2} = 28.35$	Durasi kegiatan menunggu dari proses <i>assembly</i> menuju ke <i>cold press</i> diperpendek dengan cara mengurangi jumlah pengiriman per lembar WIP menjadi $\frac{1}{2}$ dari jumlah sebelumnya yaitu 10.
<i>Hot press</i>	<i>Delay</i> sebelum <i>Hot press</i>	2161.1	$\frac{2161.1}{2} = 1080.55$	Durasi kegiatan menunggu dari proses <i>cold press</i> menuju ke <i>hot press</i> diperpendek dengan cara mengurangi jumlah pengiriman per pcs WIP menjadi $\frac{1}{2}$ dari jumlah sebelumnya yaitu 10.
Pemotongan	<i>Delay</i> sebelum Pemotongan	337.7	$\frac{337.7}{2} = 168.85$	Durasi kegiatan menunggu dari proses <i>hot press</i> menuju ke pemotongan diperpendek dengan cara mengurangi jumlah pengiriman per lembar WIP menjadi $\frac{1}{2}$ dari jumlah sebelumnya yaitu 10.
<i>Inspeksi</i>	<i>Delay</i> sebelum <i>Inspeksi</i>	70.8	$\frac{70.8}{2} = 35.4$	Durasi kegiatan menunggu dari proses pemotongan menuju ke <i>inspeksi</i> diperpendek dengan cara mengurangi jumlah pengiriman per pcs WIP menjadi $\frac{1}{2}$ dari jumlah sebelumnya yaitu 10.
<i>Packing</i>	<i>Delay</i> sebelum <i>Packing</i>	678.5	$\frac{678.5}{2} = 339.25$	Durasi kegiatan menunggu dari proses <i>inspeksi</i> menuju ke <i>packing</i> diperpendek dengan cara mengurangi jumlah pengiriman per lembar WIP menjadi $\frac{1}{2}$ dari jumlah sebelumnya yaitu 10.

Setelah dilakukan minimasi pada aktivitas *non value added activity* segala aktivitas proses seperti proses pemilihan *vener* sampai dengan proses yang terakhir yaitu *packing*, yang dimana proses-proses tersebut mempunyai nilai tambah. Sedangkan *non value added activity* adalah segala aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah akan tetapi kebutuhannya keberadaanya dibutuhkan.

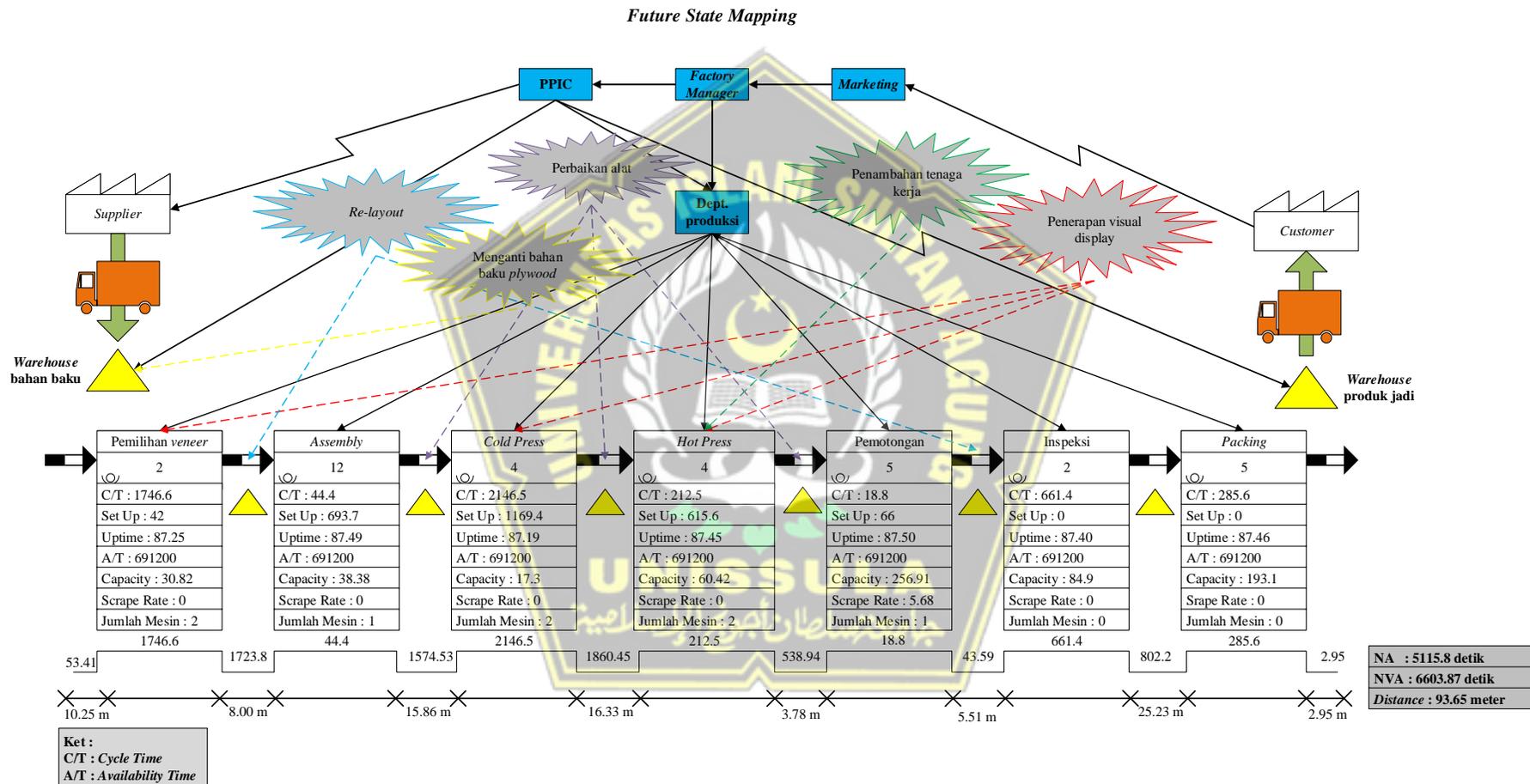
Tabel 4. 72 Klasifikasi VA, NVA dan NNVA Sesudah Perbaikan

No	Aktivitas	Waktu (detik)	Kategori		
			VA	NVA	NNVA
1	Memindahkan lapisan veneer ke proses pemilihan veneer menggunakan forklift.	11.41			√
2	Setup mesin press driyer	42			√
3	Proses pemilihan veneer	1746.6	√		
4	Memindahkan plywood ke proses assembly menggunakan forklift.	8.42			√
5	Delay sebelum assembly	913.5		√	
6	Mengambil dan mencampur lem	108.2			√
7	Setup mesin glue spreader	693.7			√
8	Proses assembly	44.4	√		
9	Memindahkan plywood ke proses cold press secara manual menggunakan conveyor	11.48			√
10	Delay sebelum proses cold press	28.35		√	
11	Menata lembaran core dari proses assembly	223			√
12	Mengatur suhu pada mesin cold press	142.3			√
13	Setup mesin cold press	1169.4			√
14	Proses cold press	2146.5	√		
15	Memindahkan plywood ke proses hot press secara manual menggunakan conveyor	29.80			√
16	Delay sebelum proses hot press	1080.55		√	
17	Mengatur suhu pada mesin hot press	134.5			√
18	Setup mesin hot press	615.6			√
19	Proses hot press	212.5	√		
20	Memindahkan plywood ke proses pemotongan secara manual menggunakan conveyor	6.39			√
21	Delay sebelum proses double saw	168.85		√	

No	Aktivitas	Waktu (detik)	Kategori		
			VA	NVA	NNVA
22	Menata lembaran core menjadi 1 palet berisi 5 lembar plywood	235.7			√
23	mengambil pisau gergaji dan pelumas	62			√
24	Setup mesin double saw	66			√
25	Proses double saw	18.8	√		
26	Memindahkan plywood ke proses inspeksi menggunakan forklift.	8.19			√
27	Delay sebelum proses inspeksi	35.4		√	
28	Proses inspeksi	661.4	√		
29	Memindahkan plywood ke proses packing menggunakan forklift.	35.95			√
30	Delay sebelum proses packing	339.25		√	
31	Merapikan plywood menjadi 1 palet dengan jumlah 20 lembar	431			√
32	Proses packing	285.6	√		
33	Memindahkan palet plywood yang sudah dikemas ke gudang barang jadi (warehouse) menggunakan forklift.	2.95			√

Setelah dilakukan identifikasi VA, NVA dan NNVA sesudah perbaikan, maka tahap selanjutnya adalah membuat *future state mapping* dapat dilihat pada **sub bab 4.2.9** dibawah ini.

4.2.9 Future State Mapping



Gambar 4. 36 Future State Mapping

4.3 Analisa

4.3.1 Analisa VA, NVA dan NNVA Pada *Current State Mapping*

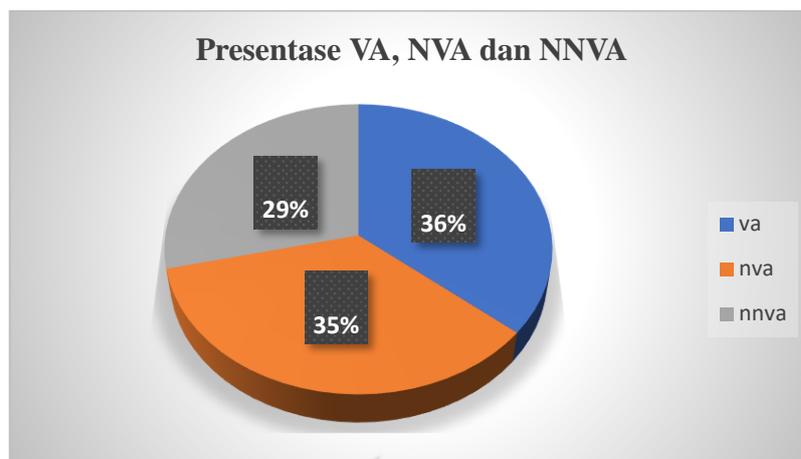
Nilai yang merupakan dari *value added activity* diperoleh dalam waktu proses yang didapat dalam *current state mapping*, aktivitasnya yaitu mulai dari stasiun kerja pemilihan *veneer* sampai ke *packing*, sedangkan nilai yang termasuk ke dalam *necessary but not value added activity* merupakan aktivitas yang tidak bernilai tambah akan tetapi aktivitas ini sangatlah diperlukan. Sedangkan untuk *non value added activity*.

Tabel 4. 73 Klasifikasi VA, NVA dan NNVA

No	Aktivitas	Waktu (detik)	Kategori		
			VA	NVA	NNVA
1	Memindahkan lapisan veneer ke proses pemilihan veneer menggunakan forklift.	27.3			√
2	Setup mesin press driyer	42			√
3	Proses pemilihan veneer	1746.6	√		
4	Memindahkan plywood ke proses assembly menggunakan forklift.	80.4			√
5	Delay sebelum assembly	1827		√	
6	Mengambil dan mencampur lem	108.2			√
7	Setup mesin glue spreader	693.7			√
8	Proses assembly	44.4	√		
9	Memindahkan plywood ke proses cold press secara manual menggunakan conveyor	12.3			√
10	Delay sebelum proses cold press	56.7		√	
11	Menata lembaran core dari proses assembly	223			√
12	Mengatur suhu pada mesin cold press	142.3			√
13	Setup mesin cold press	1169.4			√
14	Proses cold press	2146.5	√		
15	Memindahkan plywood ke proses hot press secara manual menggunakan conveyor	14.6			√
16	Delay sebelum proses hot press	2161.1		√	
17	Mengatur suhu pada mesin hot press	134.5			√
18	Setup mesin hot press	615.6			√
19	Proses hot press	318.8	√		

No	Aktivitas	Waktu (detik)	Kategori		
			VA	NVA	NNVA
20	Menata lembaran core menjadi 1 palet berisi 5 lembar plywood	18.9			√
21	mengambil pisau gergaji dan pelumas	337.7		√	
22	Setup mesin double saw	235.7			√
23	Proses double saw	62			√
24	Memindahkan plywood ke proses inspeksi menggunakan forklift.	66			√
25	Delay sebelum proses inspeksi	18.8	√		
26	Proses inspeksi	52			√
27	Memindahkan plywood ke proses packing menggunakan forklift.	70.8		√	
28	Delay sebelum proses packing	661.4	√		
29	Merapikan plywood menjadi 1 palet dengan jumlah 20 lembar	17.1			√
30	Proses packing	678.5		√	
31	Memindahkan palet plywood yang sudah dikemas ke gudang barang jadi (warehouse) menggunakan forklift.	431			√
32	Menata lembaran core menjadi 1 palet berisi 5 lembar plywood	285.6	√		
33	mengambil pisau gergaji dan pelumas	12.7			√
Jumlah			5222.1	5131.8	4158.7
Presentase			35.98	35.36	28.66

Grafik perbandingan dari VA, NVA dan NNVA pada Analisa **tabel 4.92** di atas dapat dilihat pada **gambar 4.37** di bawah ini :



Gambar 4. 37 Presentase VA, NVA dan NNVA

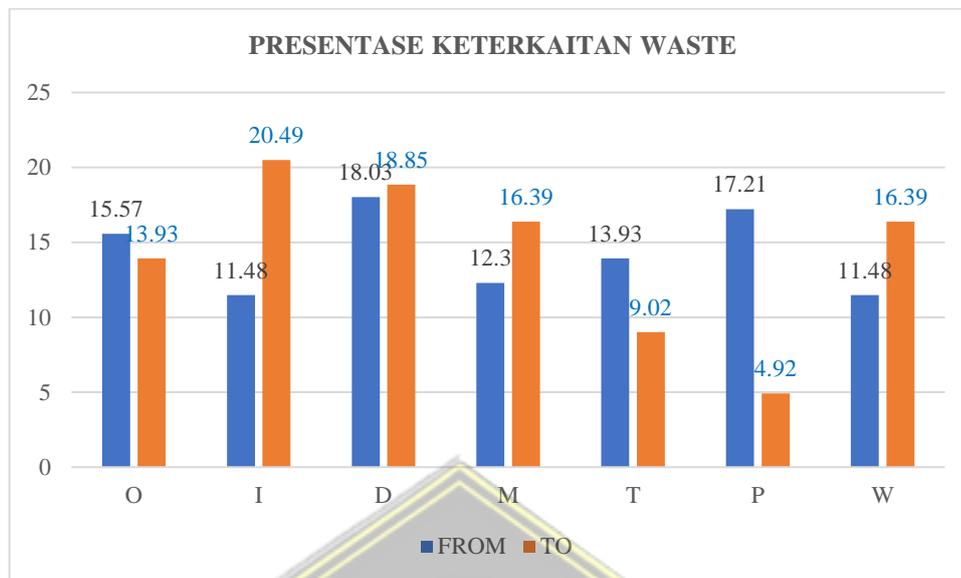
Berdasarkan gambar grafik di atas nilai *value added activity* sebesar 5222.1 menit dengan presentase 36% , nilai *non value added activity* sebesar 5131.8 dengan presentase 35% sedangkan untuk *necessary but not value added activity* sebesar 4158.7 dengan presentase 29%.

4.3.2 Analisa Hasil Identifikasi Waste

Proses identifikasi *waste* di tahap ini yaitu menggunakan *waste assessment model* (WAM). Penggunaan metode yaitu bertujuan untuk mengetahui *waste* yang paling dominan berdasarkan hubungan antar *waste*, dimana di dalam WAM terdapat 2 metode yang akan digunakan yaitu yang pertama adalah metode *Waste Relationship Matrix* (WRM) dan yang ke dua yaitu metode *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ). Identifikasi *waste* ini menggunakan kuisioner yang melibatkan 2 responden yaitu leader bagian produksi (*meneger factory*) dan *accounting*, pada CV. Treewood abadi grup.

4.3.2.1 Analisa Waste Relationship Matrik (WRM)

Waste Relationship Matrix (WRM) digunakan untuk menganalisa pengukuran dari *waste*, yang menggambarkan tingkat pengukuran maupun efek dari masing-masing *waste*.



Gambar 4. 38 Presentase Keterkaitan Waste

Pada **gambar 4.36** grafik di atas menunjukkan hasil skor dari *Waste Relationship Matrix* (WRM), berdasarkan total skor dari masing-masing waste pada setiap baris dan kolom pada *matrix*. Baris (“*from*”) berarti menunjukkan jenis waste yang mempengaruhi waste lainnya, sedangkan pada kolom *matrix* (“*to*”) menunjukkan jenis waste yang dipengaruhi waste lainnya.

Berdasarkan presentase keterkaitan waste diketahui bahwa *from defect* memiliki presentase paling tinggi yaitu sebesar 18.03% dari keseluruhan skor waste pada baris *matrix*, hal tersebut dapat disimpulkan bahwa waste *defect* yang terjadi saat ini memberikan dampak yang besar dan memicu terjadinya waste yang lainnya. Sedangkan *to inventory* memiliki presentase tertinggi yaitu sebesar 20.49% dari keseluruhan skor waste pada kolom *matrix*, sehingga waste *inventory* yang terjadi saat ini dipengaruhi oleh jenis waste lainnya yang ada di CV.Treewood Abadi Grup.

4.3.2.2 Analisa Waste Assessment Questionnaire (WAQ)

Waste Assessment Questionnaire (WAQ) digunakan untuk mengidentifikasi waste yang paling diminan. WAQ sendiri terdiri dari 68 jenis pertanyaan *assessment* yang menggambarkan suatu aktifitas, kondisi tertentu atau mungkin sifat yang dapat menimbulkan waste tertentu. *Assessment* ini terdiri dari 2 jenis pertanyaan yaitu *from* dan *to* yang dikategorikan ke dalam beberapa factor yaitu *man*, *machine*, *matetrial* dan *method*. Adapun ranking dari WAQ ini secara

berurutan dsari yang terbesar sampai terkecil dapat dilihat pada **tabel 4.74** dibawah ini :

Tabel 4. 74 *Ranking Waste Assessment Questionaire*

Ranking	Jenis Waste	Presentase
1	<i>Defect</i>	24.28%
2	<i>Inventory</i>	17.70%
3	<i>Overproduction</i>	16.54%
4	<i>Motion</i>	14.11%
5	<i>Waiting</i>	13.41%
6	<i>Transportation</i>	8.09%
7	<i>processing</i>	5.86%

Berdasarkan **tabel 4.74** diatas diketahui bahwa *waste* yang paling dominan dan sangat berpengaruh terhadap timbulnya *waste* yang lainya adalah *defect* dengan presentase 24.28% dan *waste* yang paling minor adalah *waste processing* dengan presentase sebesar 5.86%.

4.3.3 *Analisa Hasil Value Stream Analysis Tools (VALSAT)*

Setelah diketahui ranking dari masing-masing *waste* dengan menggunakan WAM, maka Langkah selanjutnya adalah dilakukan pembobotan untuk mendapatkan *tools* yang efektif dan tepat dalam mengevaluasi *waste* yang terjadi di CV.Treewood Abadi Grup menggunakan matrik VALSAT. Ranking matrik VALSAT dari yang terbesar sampai yang terkecil dapat dilihat pada **tabel 4.75** dibawah ini :

Tabel 4. 75 *Hail Tools VALSAT*

Ranking	Tools VALSAT	Bobot total	Presentase (%)
1	PAM	464.54	29.90
2	SCRM	341.29	21.97
3	DAM	248.34	15.98
4	QFM	240.9	15.51
5	DPA	147.98	9.52
6	PVF	83.76	5.39
7	PS	26.79	1.72

Keterangan :

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

Berdasarkan dari hasil perhitungan pemilihan *tools* VALSAT pada **tabel 4.75** diatas dapat diketahui dan disimpulkan bahwa *tools Process Activity Mapping* (PAM) menduduki ranking peringkat pertama dengan total nilai sebesar 464.54, lalu urutan ranking kedua yaitu *tools Supply Chain Response Matrix* (SCRM) dengan total nilai sebesar 341.29, kemudian ranking ketiga adalah *tools Demand Amplification Mapping* (DAM) dengan total nilai sebesar 248.34, ranking keempat yaitu *tools Quality Filter Mapping* (QFM) dengan total nilai sebesar 240.9 lalu ranking kelima *tools Decision Point Analysis* (DPA) dengan total nilai sebesar 147.98, lalu ranking keenam *tools Production Variety Funnel* (PVF) dengan total nilai sebesar 83.76 dan rangking ketujuh yaitu *tools Physical Structure* (PS) dengan total nilai sebesar 26.79, Sehingga *tools* yang terpilih untuk digunakan menganalisa *waste* secara lebih detail adalah *tools process activity mapping* (PAM) sebagai peringkat terbesar atau pertama. *Tools* ini mampu menggambarkan proses produksi secara detail.

Terdapat 33 aktivitas dalam *process activity mapping* diantaranya terdiri dari aktivitas *operation* sebanyak 11 aktivitas, *inspection* sebanyak 8 aktivitas, *transportation* sebnayak 7 aktivitas, *delay* sebanyak 6 aktivitas dan *storage* sebanyak 0 aktivitas presentase secara detail dari setiap aktivitas yang ada dapat dilihat pada **tabel 4.76**.

Tabel 4. 76 Rekapitulasi Hasil *Tools* PAM

Aktivitas	<i>operations</i>	<i>Inspection</i>	<i>transportation</i>	<i>delay</i>	<i>storage</i>	Total
Jumlah	11	8	7	6	0	33
Waktu (detik)	5620.6	3524.9	235.3	5131.8	0	14512.6
presentase	39%	24%	2%	35%	0%	100%

Berdasarkan **tabel 4.76** diatas, maka dapat digambarkan perbandingan waktu antar aktivitas pada **gambar 4.39** sebagai berikut :

**Gambar 4. 39** Presentase *Waste* Tiap Aktivitas

Dari **gambar 4.39** grafik di atas diketahui bahwa presentase tertinggi berada pada aktivitas noperaton dengan presentase sebesar 39%. Kemudian melakukan klasifikasi *value added activity*, *non value added activity* dan *necessary but not value added activity* yaitu dapat dilihat pada **tabel 4.77** dibawah ini :

Tabel 4. 77 Klasifikasi VA, NVA dan NNVA

Klasifikasi	Jumlah	Waktu (detik)	Presentase (%)
VA	7	5222.1	36%
NVA	6	5131.8	35%
NNVA	20	4158.7	29%
Total	33	14512.6	100%

Berdasarkan **tabel 4.77** diatas diketahui bahwa waktu aktivitas yang bernilai *value added activity* dengan jumlah 7 kegiatan, waktu sebesar 5222.1 detik dengan atau 36%, *non value added activity* dengan jumlah 6 kegiatan, waktu sebesar 5131.8 detik atau 35% dan *necessary but not value added activity* dengan jumlah 20 kegiatan, waktu sebesar 4158.7 detik atau 29%.

4.3.4 Analisa Pembuatan Usulan perbaikan

Berdasarkan pembuatan usulan perbaikan pada **sub bab 4.2.7** didapat bahwa usulan perbaikan yang telah diusulkan memiliki pengaruh terhadap pemborosan yang terjadi. Berikut merupakan analisa dari pembuatan usulan perbaikan :

1. Penerapan *visual display*

Penerapan *visual display* bertujuan untuk memberikan informasi maupun pemberitahuan secara tertulis menggunakan indikator warna sehingga pekerja lebih perhatian atau waspada. *Visual display* yang baik adalah *visual display* yang dapat memberikan pesan yang dapat dimengerti dan dipahami bagi penerima informasi. Penerapan *visual display* ini difokuskan untuk mengurangi pemborosan pada bagian produksi terutama untuk mengurangi *defect* pada proses produksi *plywood*.

- Membuat *visual display* tentang perhatian pada saat proses pemilihan *veneer*



Gambar 4. 40 Visual Display Pada Preoses Pemilihan Veneer

Warna *visual display* pada **gambar 4.40** yaitu bertujuan untuk memberikan himbaun atau perhatian pada pekerja untuk selalu teliti dan konsisten dalam melakukan pengecekan atau pemilihan terhadap kadar air yang terdapat pada *log core*, sehingga apabila kadar air yang terkandung pada *log core* masih sangat tinggi perlu dilakukan pengeringan ulang terhadap *log core* tersebut sebelum masuk ke tahap berikutnya yaitu *assembly*.

- Membuat *visual display* tentang perhatian pada saat proses *hot press*



Gambar 4. 41 Visual Display Pada Proses Press

Warna *visual display* pada **gambar 4.41** yaitu bertujuan untuk memberikan himbaun atau perhatian pada pekerja untuk selalu memperhatikan tekanan suhu terutama pada saat proses *hot press*. Hal ini dapat dilakukan dsengan mengecek tekanan suhu secara berkala dan untuk menjaga tekanan suhu tersebut agar sesuai dengan prosedur yang ada di SOP.

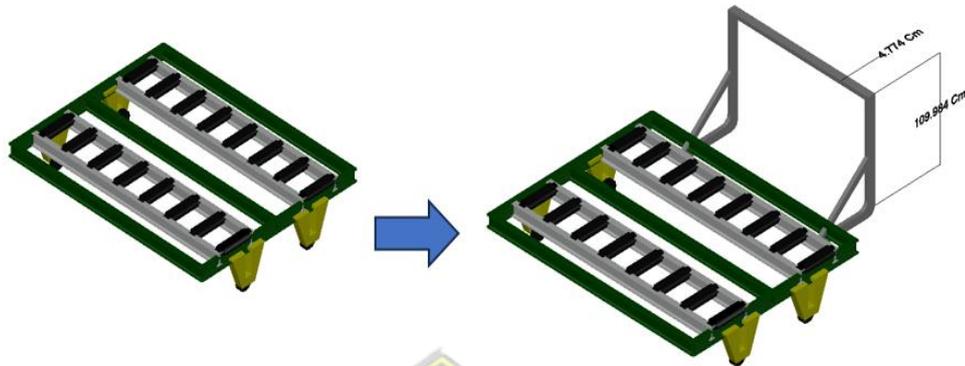
- Membuat *visual display* tentang petunjuk pada saat proses pemotongan



Gambar 4.42 Visual Display Pada Proses Pemotongan

Warna *visual display* pada **gambar 4.42** yaitu bertujuan untuk memberikan gambaran ukuran standar plywood atau petunjuk ukuran standar pada saat proses pemotongan *plywood* yang dimana ketika proses pemotongan berlangsung apabila pekerja lupa atau kurang teliti pada saat proses pemotongan bisa melihat kembali ukuran standar dari *plywood* yang akan dipotong.

2. Perbaiki alat material *handling*



Gambar 4. 43 Usulan Pembuatan Alat Material Handling

Penambahan pegangan pada **gambar 4.43** yaitu bertujuan untuk mempermudah pekerja ketika akan mengoperasikan *conveyor* tersebut. Dikarenakan sebelumnya alat material *handling* (*conveyor*) tidak memiliki pegangan yang digunakan untuk mendorong *conveyor* tersebut sehingga ketika pekerja ingin mendorong akan sedikit kesusahan, alhasil menimbulkan gerakan yang tidak perlu dilakukan oleh pekerja yang apabila dilakukan secara terus-menerus dapat mengakibatkan cedera punggung.

3. Perbaiki *layout* pada bagian produksi (*re-layout*)

Layout yang diterapkan sekarang di CV.Treewood Abadi Grup belum efektif dan efisien sehingga perlu dilakukan adanya *re-layout* guna untuk mengurangi adanya *waiting time* transportasi. *Re-layout* dilakukan dengan menggunakan bantuan menggunakan software BLOCPLAN. Output dari software BLOCPLAN dapat dilihat pada **tabel 4.78** dibawah ini :

Tabel 4. 78 Output Software BLOCPLAN

Layout	R-score	Distance (meter)
1	0.59	97.37
2	0.54	93.65
3	0.69	112.55

Pada **tabel 4.78** diatas diketahui bahwa terdapat tiga *output* alternatif *layout* dari *software* BLOCPLAN. Alternatif *layout* yang terpilih adalah *layout* 2

dikarenakan memiliki R-score dan jarak perpindahan material yang paling sedikit dibandingkan dengan alternatif *layout* lainnya. Sebelum dilakukannya perbaikan *layout* jarak perpindahan material *layout* awal adalah 221.75 meter setelah dilakukan adanya perbaikan jarak perpindahan material menjadi 93.65 meter dengan pengurangan waktu transportasi dari sebelum dilakukan adanya perbaikan *layout* adalah 235.3 detik menjadi 114.58 detik atau pengurangan waktu transportasi sebesar 32.75 %.

4. Penambahan jumlah tenaga kerja

Penambahan jumlah tenaga kerja difokuskan yaitu terutama pada proses hot press, hal tersebut bertujuan untuk mengantisipasi adanya pekerja yang tidak berangkat. Penambahan pekerja dari 4 orang harus ditambah menjadi 6 orang pekerja, dengan catatan penambahan pekerja ini dilakukan dengan melakukan seleksi berkas pendaftaran seperti Batasan umur, wawancara, ijazah terahir dan melampirkan surat sehat dari dokter. Dikarenakan sebelum sebelumnya perekrutan pekerja hanya berdasarkan KTP tanpa mempertimbangkan syarat lainya yang juga seharusnya penting. Penambahan jumlah pekerja juga dapat menambah kecepatan proses produksi pada proses *hot press*, yang dimana diketahui bahwa waktu proses *hot press* sebelum adanya perbaikan adalah 318.8 detik dengan jumlah pekerja adalah 4 orang dengan upah perharinya adalah Rp. 240.000 hari, sedangkan setelah dilakukan adanya perbaikan waktu proses *hot press* mengalami penurunan menjadi 212.5 detik dengan jumlah pekerja adalah 6 orang dengan biaya tambahan upah sebesar 33 % yaitu dari Rp. 240.000 per hari menjadi Rp. 360.000 per hari.

5. Mengganti bahan baku utama *plywood*

Menganti kayu pinus dengan kayu sengon hal ini bertujuan untuk mengurangi terjadinya *defect blister* yang dimana kayu sengon merupakan kayu yang mudah didapat, tahan terhadap perubahan suhu akan tetapi stektur kayu sengon yang agak putih dan memiliki serat yang lebih kasar sehingga kualitas *plywood* yang dihasilkan dari kayu sengon sangat bagus dibandingkan dengan kayu pinus. Perbandingan harga ketika menggunakan kayu pinus adalah Rp. 800.000 dan kayu sengon adalah Rp. 1.050.000.

4.3.5 Analisa VA, NVA dan NNVA Pada *Future State Mapping*

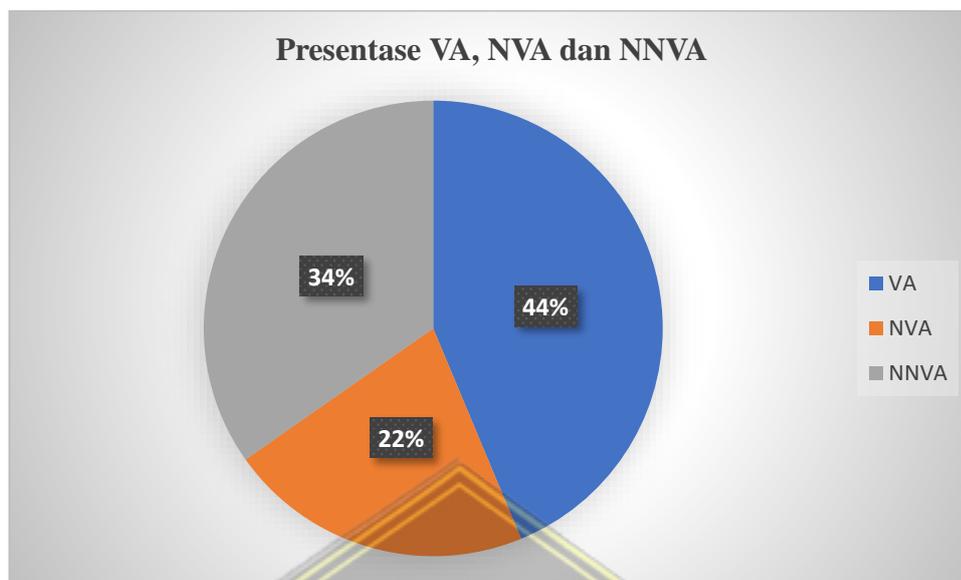
Berdasarkan usulan perbaikan yang telah diusulkan pada *Future State Mapping* maka didapat nilai *value added activity*, *non value added activity* dan *necessary but not value added activity* sebagai berikut :

Tabel 4. 79 Klasifikasi VA, NVA dan NNVA Sesudah Perbaikan

	Aktivitas	Waktu (detik)	Kategori		
			VA	NVA	NNVA
1	Memindahkan lapisan veneer ke proses pemilihan veneer menggunakan forklift.	19.35			√
2	Setup mesin press driyer	42			√
3	Proses pemilihan veneer	1746.6	√		
4	Memindahkan plywood ke proses assembly menggunakan forklift.	51.01			√
5	Delay sebelum assembly	913.5		√	
6	Mengambil dan mencampur lem	108.2			√
7	Setup mesin glue spreader	693.7			√
8	Proses assembly	44.4	√		
9	Memindahkan plywood ke proses cold press secara manual menggunakan conveyor	12.29			√
10	Delay sebelum proses cold press	28.35		√	
11	Menata lembaran core dari proses assembly	223			√
12	Mengatur suhu pada mesin cold press	142.3			√
13	Setup mesin cold press	1169.4			√
14	Proses cold press	2146.5	√		
15	Memindahkan plywood ke proses hot press secara manual menggunakan conveyor	11.32			√
16	Delay sebelum proses hot press	1080.55		√	
17	Mengatur suhu pada mesin hot press	134.5			√
18	Setup mesin hot press	615.6			√
19	Proses hot press	212.5	√		
20	Memindahkan plywood ke proses pemotongan secara manual menggunakan conveyor	35.67			√
21	Delay sebelum proses double saw	168.85		√	
22	Menata lembaran core menjadi 1 palet berisi 5 lembar plywood	235.7			√

No	Aktivitas	Waktu (detik)	Kategori		
			VA	NVA	NNVA
23	mengambil pisau gergaji dan pelumas	62			√
24	Setup mesin double saw	66			√
25	Proses double saw	18.8	√		
26	Memindahkan plywood ke proses inspeksi menggunakan forklift	36.07			√
27	Delay sebelum proses inspeksi	35.4		√	
28	Proses inspeksi	661.4	√		
29	Memindahkan plywood ke proses packing menggunakan forklift	53.22			√
30	Delay sebelum proses packing	339.25		√	
31	Merapikan plywood menjadi 1 palet dengan jumlah 20 lembar	431			√
32	Proses packing	285.6	√		
33	Memindahkan palet plywood ke proses inspeksi ke gudang barang jadi menggunakan forklift	8.19			√
Jumlah			5115.8	2565.9	4037.97
Presentase			44.15	21.70	34.15

Grafik perbandingan dari VA, NVA dan NNVA pada Analisa **tabel 4.79** di atas dapat dilihat pada **gambar 4.44** di bawah ini :



Gambar 4. 44 Presentase VA, NVA dan NNVA

Setelah dilakukan adanya perbaikan terlihat bahwa terjadi adanya perubahan presentase antara *value added activity*, *non value added activity* dan *necessary but not value added activity* diketahui bahwa *value added activity* memiliki persentase sebesar 44% dengan nilai 5222.1 detik, *non value added activity* memiliki persentase sebesar 21% dengan nilai 2565.9 detik dan *necessary but not value added activity* memiliki presentase sebesar 35% dengan nilai 4037.99 detik.

Berikut ini merupakan rekapitulasi perbedaan dari nilai *value added activity*, *non value added activity* dan *necessary but not value added activity* sebelum dan sesudah perbaikan dapat dilihat pada **tabel 4.80** dibawah ini :

Tabel 4. 80 Perbandingan VA, NVA dan NNVA Sebelum dan Sesudah Perbaikan

No	Proses	Aktivitas	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
			VA	VA	NVA	NVA	NNVA	NNVA
1	Transportasi	Memindahkan lapisan veneer ke proses pemilihan veneer menggunakan forklift.					27.3	11.41
2	Pemilihan veneer	Setup mesin press dryer					42	42
3		Proses pemilihan veneer	1746.6	1746.6				
4		Memindahkan plywood ke proses assembly menggunakan forklift.					80.4	8.42
5	Assembly	Delay sebelum assembly			1827	913.5		
6		Mengambil dan mencampur lem					108.2	108.2
7		Setup mesin glue spreader					693.7	693.7
8		Proses assembly	44.4	44.4				
9		Memindahkan plywood ke proses cold press secara manual menggunakan conveyer					12.3	11.48
10			Delay sebelum proses cold press			56.7	28.35	

No	Proses	Aktivitas	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
			VA	VA	NVA	NVA	NNVA	NNVA
11	Cold press	Menata lembaran core dari proses assembly					223	223
12		Mengatur suhu pada mesin cold press					142.3	142.3
13		Setup mesin cold press					1169.4	1169.4
14		Proses cold press	2146.5	2146.5				
15		Memindahkan plywood ke proses hot press secara manual menggunakan conveyor					14.6	29.80
16	Hot press	Delay sebelum proses hot press			2161.1	1080.55		
17		Mengatur suhu pada mesin hot press					134.5	134.5
18		Setup mesin hot press					615.6	615.6
19		Proses hot press	318.8	212.5				
20		Memindahkan plywood ke proses pemotongan secara manual menggunakan conveyor					18.9	6.39

No	Proses	Aktivitas	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
			VA	VA	NVA	NVA	NNVA	NNVA
21	Pemotongan	Delay sebelum proses double saw			337.7	168.85		
22		Menata lembaran core menjadi 1 palet berisi 5 lembar plywood					235.7	235.7
23		mengambil pisau gergaji dan pelumas					62	62
24		Setup mesin double saw					66	66
25		Proses double saw	18.8	18.8				
26		Memindahkan plywood ke proses inspeksi menggunakan forklift					52	8.19
27	Inspeksi	Delay sebelum proses inspeksi			70.8	35.4		
28		Proses inspeksi	661.4	661.4				
29		Memindahkan plywood ke proses packing menggunakan forklift					17.1	35.95

No	Proses	Aktivitas	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	
			VA	VA	NVA	NVA	NNVA	NNVA	
30	Packing	Delay sebelum proses packing			678.5	339.25			
31		Merapikan plywood menjadi 1 palet dengan jumlah 20 lembar					431	431	
32		Proses packing	285.6	285.6					
33	Transportasi	Memindahkan palet plywood ke proses inspeksi ke gudang barang jadi menggunakan forklift					12.7	2.95	
Total waktu (detik)			5222.1	5115.8	5131.8	2565.9	4158.7	4037.97	
Total waktu sebelum perbaikan (detik)									14512.6
Total waktu sesudah perbaikan (detik)									11719.67



Setelah melakukan perbandingan pada tabel di atas selanjutnya adalah Analisa pengurangan waktu sebelum dan sesudah perbaikan pada *value added activity*, *non value added activity* dan *necessary but not value added activity*, yaitu sebagai berikut :

1. Pengurangan aktivitas terhadap *value added activity*

Total waktu sebelum dilakukan adanya perbaikan terhadap nilai *value added activity* adalah 5222.1 detik, sedangkan setelah dilakukan adanya perbaikan terhadap nilai *value added activity* tidak mengalami perubahan atau tetap sama dikarenakan nilai *value added activity* merupakan kegiatan proses operasi, sehingga pengurangan waktu dapat dihitung pada perhitungan dibawah ini :

$$\begin{aligned} \text{Pengurangan waktu VA} &= \frac{\text{sebelum perbaikan} - \text{sesudah perbaikan}}{\text{sebelum perbaikan}} \times 100\% \\ &= \frac{5222.1 - 5115.8}{5222.1} \times 100\% = 2\% \end{aligned}$$

2. Pengurangan aktivitas terhadap *non value added activity*

Total waktu sebelum dilakukan adanya perbaikan terhadap nilai *non value added activity* adalah 5131.8 detik, sedangkan setelah dilakukan adanya perbaikan terhadap nilai *non value added activity* mengalami perubahan yaitu menjadi 2565.9 detik, sehingga pengurangan waktu dapat dihitung pada perhitungan dibawah ini :

$$\begin{aligned} \text{Pengurangan waktu NVA} &= \frac{\text{sebelum perbaikan} - \text{sesudah perbaikan}}{\text{sebelum perbaikan}} \times 100\% \\ &= \frac{5131.8 - 2565.9}{5131.8} \times 100\% = 50\% \end{aligned}$$

3. Pengurangan aktivitas terhadap *necessary but not value added activity*

Total waktu sebelum dilakukan adanya perbaikan terhadap nilai *necessary but not value added activity* adalah 4158.7 detik, sedangkan setelah dilakukan adanya perbaikan terhadap nilai *necessary but not value added activity* mengalami perubahan yaitu menjadi 4037.99 detik, sehingga pengurangan waktu dapat dihitung pada perhitungan dibawah ini :

$$\begin{aligned} \text{Pengurangan waktu NNVA} &= \frac{\text{sebelum perbaikan} - \text{sesudah perbaikan}}{\text{sebelum perbaikan}} \times 100\% \\ &= \frac{4158.7 - 4037.97}{4158.7} \times 100\% = 3\% \end{aligned}$$

4.4 Pembuktian Hipotesa

Hipotesa menunjukkan bahwa penelitian yang sudah dilakukan pada penelitian ini mampu mengatasi permasalahan yang ada di CV.Treewood Abadi Grup, permasalahan tersebut berupa terjadinya beberapa *waste* yang memiliki hubungan dan keterkaitan *waste* satu dengan *waste* lainnya yang mengganggu kegiatan proses produksi, dimana permasalahan tersebut mampu diselesaikan menggunakan pendekatan *lean manufacturing* dengan menerapkan metode *waste assessment* model dan *failure mode and effect analysis*, yang dimana didapat diketahui bahwa *waste* yang paling dominan dan berpengaruh terhadap *waste* lainnya adalah *defect* dan melakukan usulan perbaikan pada setiap *waste* yang ada. Untuk menunjukkan pembuktian hipotesa secara jelas dapat dilihat pada sub bab dibawah ini :

4.4.1 Kecepatan Proses Produksi

Pembuktian hipotesa pada kecepatan proses produksi ini belum mencapai implementasi, oleh karena itu hanya dilakukan perhitungan estimasi peningkatan apabila usulan tersebut dapat diterima dan diterapkan oleh perusahaan untuk mengatasi permasalahan yang ada. Berdasarkan dari pengolahan data terbukti dapat mengurangi aktivitas *non value added activity* dimana hal tersebut akan berdampak pada kecepatan proses produksi yang ada di CV.Treewood Abadi Grup. Berikut ini merupakan perbandingan *current state value stream mapping* dan *future state value stream mapping* dapat dilihat pada **tabel 4.81** dibawah ini :

Tabel 4. 81 Perbandingan CVSM dan FSVSM

Aktivitas	Sebelum perbaikan	Sesudah perbaikan	Selisih	Presentase perbaikan
VA	5222.1 detik	5115.8 detik	212.5 detik	2%
NVA	5131.8 detik	2565.9 detik	2565.9 detik	50%
NNVA	4158.7 detik	4037.97 detik	120.73 detik	3%
Total lead time	14512.6 detiik	11825.97 detik	2686.63 detik	18.51%

4.4.2 Pengurangan Jarak Transportasi dan Waktu Transportasi

Berdasarkan identifikasi masalah yang dilakukan yaitu terdapat adanya penempatan tataletak layout yang kurang efektif pada bagian produksi. Oleh karena

itu dilakukan adanya usulan perbaikan yaitu berupa *re-layout* pada bagian proses produksi untuk memperpendek jarak perpindahan material dan waktu transportasi pada bagian produksi di CV.Treewood Abadi Grup. Berikut merupakan perbandingan *layout* sebelum dan sesudah perbaikan dapat dilihat pada **tabel 4.82** dibawah ini :

Tabel 4. 82 Perbandingan Transportasi Sebelum dan Sesudah Perbaikan

No	Transportasi	Sebelum perbaikan		Sesudah perbaikan	
		Jarak (m)	Waktu (detik)	Jarak (m)	Waktu (detik)
1	<i>Warehouse ke pemilihan veneer</i>	24.29	27.3	10.15	11.41
2	<i>Pemilihan veneer ke assembly</i>	76.42	80.4	8.00	8.42
3	<i>Assembly ke cold press</i>	17	12.3	15.86	11.48
4	<i>Cold press ke hot press</i>	8	14.6	16.33	29.80
5	<i>Hot press ke pemotongan</i>	11.18	18.9	3.78	6.39
6	<i>Pemotongan ke inspeksi</i>	35	52	5.51	8.19
7	<i>Inspeksi ke packing</i>	12	17.1	25.23	35.95
8	<i>Packing ke warehouse</i>	37.85	12.7	8.78	2.95
Total		221.75	235.3	93.65	114.58

Dari **tabel 4.82** diatas diketahui bahwa jarak transportasi perpindahan material sebelum perbaikan adalah 221.75 m dengan waktu transportasinya yaitu sebesar 235.3 detik dan setelah dilakukan adanya *re-layout* jarak transportasi perpindahan material menjadi lebih pendek yaitu 93.65 m dengan waktu transportasinya yaitu sebesar 114.58 detik, sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan adanya *re-layout* ini dapat memperpendek jarak dan waktu transportasi kegiatan produksi *plywood* di CV.Treewood Abadi Grup.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan oleh penulis dalam penelitian kali ini maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil dari *waste relationship matrix* dapat diketahui bawanya *waste* yang terdapat pada bagian produksi di CV.Treewood Abadi Grup mempunyai sifat *interdependent* dimana pemborosan *defect* apabila terjadi maka akan memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap munculnya *waste* lainnya. Sedangkan pemborosan *inventory* merupakan *waste* yang paling banyak dipengaruhi oleh *waste* lainnya. Selain itu juga didapat 3 *waste* yang paling dominan atau terbesar yaitu *waste defect* sebagai *waste* terbesar pertama dengan presentase sebesar 24.28% kemudian *waste* terbesar kedua adalah *waste inventory* dengan presentase sebesar 17.70% dan *waste* terbesar ketiga adalah *waste overproduction* dengan presentase sebesar 16.54%. hal ini menunjukkan bahwa *waste* yang paling dominan adalah *waste defect* karena memiliki presentase paling tinggi dibandingkan *waste* lainnya.
2. Berdasarkan detail pemilihan *mapping tools* yang dilakukan dengan menggunakan *Process Activity Mapping* (PAM) pada kondisi sebelum perbaikan didapat nilai *value added activity* sebesar 36% hal ini menunjukkan bahwa proses produksi *plywood* di CV.Treewood Abadi Grup belum ideal karena masih mengandung nilai *non value added activity*. Sedangkan setelah dilakukan adanya rekomendasi usulan perbaikan nilai *value added activity* mengalami peningkatan menjadi 44%.
3. Berdasarkan hasil dari identifikasi yang telah dilakukan melalui penyebaran kuiseoner menggunakan metode WAM, identifikasi *waste* secara langsung pada aliran proses produksi *plywood* yang digambarkan ke dalam *tools* PAM dan melakukan usulan perbaikan berdasarkan nilai RPN tertinggi pada metode FMEA maka dapat diberi atau diusulkan rekomendasi perbaikan

yang diharapkan dapat membantu mengurangi *waste* sebagai langkah perancangan dengan pendekatan konsep *lean manufacturing* sehingga mampu menciptakan proses produksi yang lebih efisien. Adapun usulan perbaikan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- Penerapan *visual display*
- Usulan perbaiki pada alat material *handling*
- Perbaikan *layout* pada bagian produksi (*re-layout*)
- Penambahan jumlah tenaga kerja
- Mengganti bahan baku utama *plywood* dari kayu pinus dengan kayu sengon

5.2 Saran

Adapun saran-saran yang diberikan pada penelitian kali ini adalah sebagai berikut :

1. Dalam pemilihan *mapping tools* dari ketujuh *tools* VALSAT sebaiknya tidak hanya berdasarkan *tools* yang peringkat pertama (terbesar) tetapi bisa mengambil *tools* yang memiliki ranking satu sampai tiga terbesar guna untuk mengakuratkan hasil dari penelitian ini.
2. Berdasarkan Hasil dari penelitian ini yaitu didapat beberapa usulan perbaikan diantaranya adalah Penerapan *visual display*, Usulan perbaiki pada alat material *handling*, Perbaikan *layout* pada bagian produksi (*re-layout*), Penambahan jumlah tenaga kerja yang dapat dijadikan pertimbangan bagi perusahaan dalam mengurangi pemborosan (*waste*) pada proses produksi *plywood* di CV.Treewood Abadi Grup Jepara.

DAFTAR PUSTAKA

- 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>.
- Fathiah, U. (2018). *Minimasi Waste Dominan Pada Proses Produksi Cabinet*.
- Gaspersz, V. (2007). *Lean Six Sigma*. Gramedia Pustaka Utama.
- Goriwondo, W. M., Mhlanga, S., & Marecha, A. (2011). Use of the Value Stream Mapping Tool for Waste Reduction in Manufacturing. Case Study for Bread Manufacturing in Zimbabwe. *International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Kuala Lumpur, Malaysia*, 236–241.
- Hariyanto, A. (2020). USULAN PENERAPAN LEAN MANUFACTURING DENGAN METODE VSM, WAM, VALSAT DAN RCA UNTUK MEREDUKSI WASTE DI LINI PRODUKSI (Studi Kasus: PT Maju Jaya Sarana Grafika) (Doctoral dissertation, Universitas Islam Sultan Agung Semarang).
- Hidayat, R., Tama, I. P., & Efranto, R. Y. (2014). Penerapan Lean Manufacturing Dengan Metode VSM Dan FMEA Untuk Mengurangi Waste Pada Produk Plywood (Studi Kasus Dept. Produksi PT Kutai Timber Indonesia). *Jurnal Universitas Brawijaya*, 5(2), 1032–1043.
- Hines, P., & Rich, N. (1997). Mapping Tools. *International Journal of Operations & Production Management*, 17(1), 46–64.
- Khannan, M. S. A., & Haryono, H. (2017). Analisis Penerapan Lean Manufacturing untuk Menghilangkan Pemborosan di Lini Produksi PT Adi Satria Abadi. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 4(1), 47. <https://doi.org/10.26593/jrsi.v4i1.1383.47-54>.

- Krisnanti, E. D., & Garside, A. K. (2022). Penerapan Lean Manufacturing untuk Meminimasi Waste Percetakan Box. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 8(2), 99–108. <https://doi.org/10.30656/intech.v8i2.4780>.
- McWilliams, D. L., & Tetteh, E. G. (2008). Value-Stream mapping to improve productivity in transmission case machining. *IIE Annual Conference and Expo 2008*, 1061–1065.
- Mutiara, S. D. (2018). Penerapan Lean Thinking dan Life Cycle Assessment (LCA) untuk Meningkatkan Eco-Efficiency Pada Produk Backsheet Diapers. <https://repository.its.ac.id/53987/>
- Nuri Nahawani Hidayati, A. E. N. (2021). Analisis Penyebab Kecacatan Produksi Permen Yupi Dengan FTA , Fuzzy-FMEA dan WAM. *Jurnal Optimasi Teknik Industri - Vol. 03, No. 02, September 2021, 70-75*, 3(2), 70–75.
- Puspitasari, N. B., & Martanto, A. (2014). Penggunaan Fmea Dalam Mengidentifikasi Resiko Kegagalan Proses Produksi Sarung Atm (Alat Tenun Mesin) (Studi Kasus Pt. Asaputex Jaya Tegal). *J@Ti Undip : Jurnal Teknik Industri*, 9(2), 93–98. <https://doi.org/10.12777/jati.9.2.93-98>.
- Rahman, A. (2014). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Roti Tawar Mr . Bread Dengan Metode FMEA (Di Bagian Produksi CV . Essen). *Jurnal Online Teknik Industri*, 1(1), 1–8.
- 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>.

- Soenaryo, H., Rispianda, & Yuniati, Y. (2015). Usulan Meminimasi Waste Pada Proses Produksi Dengan Konsep Lean Manufacturing di CV. X. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 3(2), 92–103
- Sukendar, I., Mas'idah, E., & Prayuda, R. W. (2021). Penerapan Green Manufacturing pada IKM Dadi Mulyo. *Applied Industrial Engineering Journal*, 5(1), 30–34. <https://doi.org/10.33633/aiej.v5i1.515>.
- Syawalluddin, M. W. (2014). Pendekatan Lean Thinking Dengan Menggunakan Metode Root Cause Analysis Untuk Mengurangi Non Value Added Activities. Program Studi Teknik Industri Universitas Surabaya. *Jurnal PASTI* Vol. 8, No. 2.
- Syafira, A. D. (2019). Analisa *Lean Manufacturing* Untuk Mengurangi Waste Di Toko Rotte Pekanbaru. *Tugas Akhir Sarjana UIN SUSKA RIAU*, 1–129.
- 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*), 5(Kimu 5), 10–20.

