

LAPORAN TUGAS AKHIR
USULAN PERANCANGAN *LEAN MANUFACTURING*
DENGAN METODE VALSAT PADA LINE PRODUKSI
MEBEL UNTUK MEMINIMASI WASTE DI CV. ARA
SAMUDRA



Disusun oleh:
PRIMA ALJIHAD HANDRIK PRATAMA
31601601337

JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG
2022

LAPORAN TUGAS AKHIR
USULAN PERANCANGAN *LEAN MANUFACTURING*
DENGAN METODE VALSAT PADA LINE PRODUKSI
MEUBEL UNTUK MEMINIMASI *WASTE* DI CV. ARA
SAMUDRA

Laporan Ini Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Strata Satu (S1) Pada Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang



Disusun oleh :

PRIMA ALJIHAD HANDRIK PRATAMA

31601601337

JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG

2022

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul “**PERANCANGAN LEAN MANUFACTURING DENGAN METODE VALSAT PADA LINE PRODUKSI MEUBEL UNTUK MEMINIMASI WASTE PADA CV. ARA SAMUDRA**” ini disusun oleh :

Nama : Prima AlJihad Handrik Pratama

Nim : 31601601337

Program Studi : Teknik Industri

Pembimbing pada :

Hari :

Tanggal :

Pembimbing I

Pembimbing II


DR.H Andre Sugiyono S.T, MM.
NIDN. 0503088001


Wiwiek Fatmawati S.T, M.Eng
NIDN. 06.1506.6601

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Industri

Nurzalia Khoiriyah, ST., MT
NIK. 210 603 029

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir ini dengan judul “**PERANCANGAN *LEAN MANUFACTURING* DENGAN METODE VALSAT PADA LINE PRODUKSI MEUBEL UNTUK MEMINIMASI WASTE DI CV. ARA SAMUDRA**” ini telah dipertahankan didepan Penguji Sidang Tugas Akhir pada :

Hari :.....

Tanggal :.....

TIM PENGUJI

Anggota I

Anggota II



Akhmad Syakhroni ST.,M.Eng
NIDN 06-1603-7601



Dana Prianjani ST.,MT
NIDN 06-2601-9302

Ketua Penguji



Brav Deva Bernadhi, ST.,MT
NIDN 06-3012-8601

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Prima AlJihad Handrik Pratama

Nim : 31601601337

Judul Tugas Akhir : PERANCANGAN *LEAN MANUFACTURING* DENGAN METODE VALSAT PADA LINE PRODUKSI UNTUK MEMINIMASI WASTE DI CV. ARA SAMUDRA

Dengan ini saya menyatakan bahwa judul dan isi Tugas akhir yang saya buat dalam rangka menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) Teknik Industri tersebut adalah asli dan belum pernah diangkat, ditulis ataupun dipublikasikan oleh siapapun baik keseluruhan maupun sebagian, kecuali yang 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 tanggung jawab.

Semarang, 2022

Yang menyatakan



Prima AlJihad Handrik Pratama

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Prima AlJihad Handrik Pratama

Nim : 31601601337

Program Studi : Teknik Industri

Fakultas : Teknologi Industri (FTI)

Alamat Asal : Jalan klipang raya no 5 sendangmulyo tembalang,
Semarang

Email : aljihad60@gmail.com

Dengan ini menyatakan bahwa karya ilmiah berupa Tugas Akhir dengan judul : **PERANCANGAN LEAN MANUFACTURING DENGAN METODE VALSAT PADA LINE PRODUKSI MEUBEL UNTUK MEMINIMASI WASTE DI CV. ARA SAMUDRA.**

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

Semarang, 2022

Yang menyatakan



Prima AlJihad Handrik Pratama

HALAMAN PERSEMBAHAN



Skripsi ini saya persembahkan untuk dan saya dedikasikan sebagai bentuk rasa syukur dan terimakasih saya yang mendalam kepada :

1. Allah SWT Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang yang telah memberi rohmat, hidayah, dan kesempatan sehingga saya dapat menimba ilmu sejauh ini. Tiada kata yang bisa saya ucapkan selain puji syukur kepada Allah SWT dan semoga senantiasa meridhoi kehidupan saya di dunia dan akhirat. Semoga Allah juga meridhoi saya untuk terus menimba ilmu, mengamalkannya, dan mengajarkannya.
2. Kedua orang tua Bapak Handy Budiono dan Ibu U Rika Miranti, kedua adik saya Adit dan Rino, dan juga Ana Aulida terimakasih atas segala doa, kasih sayang dan dukungan yang tidak pernah lelah berdoa dan selalu memberikan dukungan sampai pada titik ini.
3. Sahabat saya Tanjung, Amirul, Raka, Gian, Adnan, Oki, Adi dan penghuni grup satu tujuan yang selalu memberi dukungan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Seluruh teman-teman Teknik Industri angkatan 2016 terimakasih atas kebersamaanya selama menempuh kuliah.
5. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu disini yang telah memberikan dukungan dan doa dalam proses penyusunan skripsi.

HALAMAN MOTTO

“Keep moving forward”



KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Dengan mengucapkan puji dan syukur kehadiran kepada Allah SWT atas segala rahmat, karunia, taufiq dan hidayah-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul “PERANCANGAN *LEAN MANUFACTURING* DENGAN METODE VALSAT PADA LINE PRODUKSI MEUBEL UNTUK MEMINIMASI WASTE DI CV. ARA SAMUDRA”. Tidak lupa shalawat serta salam semoga selalu tercurah kepada Nabi kita Nabi Muhammad SAW.

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

1. Allah SWT atas segala karunia-Nya hingga Laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.
2. Bapak dan Ibu saya, terima kasih atas semua pengorbanan, dukungan, semangat dan doa-doa yang setiap hari dipanjatkan. Semoga seluruh pengorbanan bapak dan ibu untuk saya dibalas dengan kebaikan dan keberkahan dari Allah SWT. Aamiin.
3. Bapak DR. H. Andre Sugiyono S.T, M.M dan Ibu Wiwiek Fatmawati ST, M. Eng, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak masukan, bimbingan, serta saran. Mohon maaf atas segala kesalahan, kekhilafan dan keterbatasan yang saya miliki.
4. selaku dosen penguji yang bersedia memberi masukan berupa saran dan kritik untuk memperbaiki penyusunan laporan tugas akhir.
5. Bapak Ibu Dosen Teknik Industri Universitas Islam Sultan Agung yang telah membimbing dan mengajar selama perkuliahan.
6. Teman-teman Teknik Industri 2016 terutama kelas C, atas kebersamaan, semangat dan motivasinya selama ini.

7. Serta semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.

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

Wassalamu'alaikum. Wr. Wb.

Semarang, 2022

Yang menyatakan

Prima AlJihad Handrik Pratama



DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
ABSTRAK	xviii
<i>ABSTRACT</i>	xix
BAB I.....	1
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.....	7
TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	7
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.2 Landasan Teori	16
2.2.1 Pengertian <i>Waste</i> (Pemborosan).....	16
2.2.2 <i>Seven Waste</i>	16
2.2.3 <i>Lean Manufacturing</i>	18
2.2.4 Diagram SIPOC	18
2.2.5 <i>Value Stream Mapping</i> (VSM).....	19
2.2.6 <i>Waste Assessment Model</i>	25
2.2.6.1 <i>Seven Waste Rrelationship</i>	25
2.2.6.2 <i>Waste Relationship Matrix</i>	26
2.2.6.3 <i>Waste Assessment Questionnaire</i>	27
2.2.8. Root Cause Analysis (RCA)	33
2.3 Hipotesa dan Kerangka Teoritis.....	35
2.3.1 Hipotesa	35

2.3.2	Kerangka Teoritis	36
2.4	Metodelogi Penelitian	Error! Bookmark not defined.
BAB III	37
METODE PENELITIAN	37
3.1	Objek Penelitian	39
3.2	Mengidentifikasi Masalah	44
3.3	Studi Lapangan	44
3.4	Menentukan Tujuan Penelitian	44
3.5	Studi Pustaka	44
3.6	Teknik Pengumpulan Data	44
3.7	Metode <i>Analysis</i>	45
3.8	Pengujian Hipotesa	46
3.9	Pembahasan	46
3.10	Penarikan Kesimpulan	46
3.11	Diagram Alir Penelitian	47
BAB IV	50
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	50
4.1	Pengumpulan Data	50
4.1.1	Gambaran Umum Perusahaan	50
4.1.2	Gambaran Proses Produksi Meubel	51
4.1.3	<i>Layout</i> Produksi	52
4.1.4	Data Jumlah Mesin Produksi	53
4.1.5	Data <i>Man Power</i>	54
4.1.6	Data Kecacatan Produk	54
4.1.7	Data Waktu Pengukuran	56
4.1.8.1	Waktu Proses Operasi	56
4.1.8.2	Waktu Transportasi	57
4.1.8.3	Waktu <i>Setup</i> Mesin	58
4.1.9	Uji Kecukupan Data	59
4.1.9.1	Uji Kecukupan Data Waktu Proses	59
4.1.9.2	Uji Kecukupan Data Waktu Transportasi	61
4.1.9.3	Uji Kecukupan Data Waktu Setup Mesin	63
4.1.10	Uji Keseragaman Data	64

4.1.10.1	Uji Keseragaman Data Proses	65
4.1.10.2	Uji Keseragaman Data Waktu Transportasi.....	67
4.1.10.3	Uji Keseragaman Data Setup Mesin	69
4.1.11	Perhitungan Waktu Siklus (Ws).....	70
4.1.12	Pembuatan Diagram SIPOC.....	74
4.1.13	Data Pembuatan <i>Current State Mapping</i>	75
4.1.14	Mengidentifikasi Aktifitas <i>Value Added, Non Value Added, dan Nessecary but Non Value Adeded</i>	79
4.1.15	Pembuatan Peta Untuk Setiap Kategori Proses	81
4.1.16	Pembuatan Peta Aliran Keseluruhan Pabrik.....	81
4.1.17	Pembuatan <i>Current State Mapping</i>	83
4.2	Pengolahan Data	84
4.2.1	Identifikasi <i>Waste</i>	84
4.2.2	Identifikasi Hubungan Antar <i>Waste</i> Dengan Metode WRM (<i>Waste Relationship Matrix</i>).....	84
4.2.2.1	Data Identifikasi <i>Waste</i>	84
4.2.2.2	<i>Seven Waste Relationship</i>	85
4.2.2.3	Pembobotan dengan <i>Waste Relantioship Matrix (WRM)</i>	91
4.2.3	<i>Waste Assessment Questionnaire (WAQ)</i>	93
2.2.4	<i>Value Stream Analysis Tools (VALSAT)</i>	103
4.2.5	Identifikasi Akar Penyebab Masalah dengan Metode RCA (<i>Root Cause Analysis</i>).....	109
4.2.6	Usulan Perbaikan.....	111
4.2.6.1	Perbaikan Lantai Produksi (<i>Relayout</i>).....	111
4.2.6.2	Perawatan Mesin.....	122
4.2.6.3	Penambahan Jumlah Tenaga Kerja	124
4.2.7	Pembuatan <i>Future State Mapping</i>	124
4.3	Analisa.....	128
4.3.1	Analisa VA, NVA dan NNVA Pada <i>Current State Mapping</i>	128
4.3.2	Analisa Hasil Identifikasi <i>Waste</i>	130
4.3.2.1	Analisa <i>Waste Relationship Matrix (WRM)</i>	130
4.3.2.2	Analisa <i>Waste Assessment Questionnaire (WAQ)</i>	131
4.3.3	Analisa Hasil <i>Value Stream Analysis Tools (VALSAT)</i>	132

4.3.4	Analisa Akar Penyebab Masalah dengan Metode RCA (<i>Root Cause Analysis</i>)	134
4.3.5	Analisa Usulan Perbaikan	136
4.3.6	Analisa VA, NVA dan NNVA pada <i>Future State Mapping</i>	141
4.3.7	Pembuktian Hipotesa.....	148
4.3.7.1	Kecepatan Proses Produksi.....	148
4.3.7.2	Pengurangan Jarak dan Waktu Transportasi	149
BAB V		151
PENUTUP.....		151
5.1	Kesimpulan.....	151
5.2	Saran	152



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabulasi Literatur	11
Tabel 2. 2 Kuesioner Waste Relationship Matrix (WRM)	26
Tabel 4. 1 Data Jumlah Mesin Produksi.....	54
Tabel 4. 2 Tabel Stasiun Kerja.....	54
Tabel 4. 3 Tabel Data Kecacatan Produk.....	55
Tabel 4. 4 Tabel Waktu Proses Operasi	56
Tabel 4. 5 Tabel Waktu Transportasi	57
Tabel 4. 6 Tabel Waktu Setup Mesin	58
Tabel 4. 7 Tabel Uji Kecukupan Data Waktu Proses	59
Tabel 4. 8 Tabel Uji Kecukupan Data Proses Produksi.....	60
Tabel 4. 9 Tabel Uji Kecukupan Data Transportasi	61
Tabel 4. 10 Tabel Uji Kecukupan Data untuk Waktu Proses Transportasi.....	62
Tabel 4. 11 Tabel Uji Kecukupan Data Waktu Setup Mesin.....	63
Tabel 4. 12 Tabel Uji Kecukupan Data Hasil Waktu Setup Mesin	64
Tabel 4. 13 Tabel Uji Keseragaman Data Proses.....	65
Tabel 4. 14 Tabel Hasil Uji Keseragaman Data.....	66
Tabel 4. 15 Tabel Uji Keseragaman Data Transportasi	67
Tabel 4. 16 Tabel Uji Keseragaman Data Transportasi	68
Tabel 4. 17 Tabel Uji Keseragaman Data Setup Mesin	69
Tabel 4. 18 Tabel Waktu Siklus Proses	70
Tabel 4. 19 Tabel Hasil Waktu Siklus Data Proses Produksi	71
Tabel 4. 20 Tabel Waktu Siklus Transportasi.....	72
Tabel 4. 21 Tabel Hasil Perhitungan Waktu Siklus Data Transportasi.....	72
Tabel 4. 22 Tabel Waktu Siklus Setup Mesin.....	73
Tabel 4. 23 Tabel Hasil Waktu Siklus Setup Mesin.....	74
Tabel 4. 24 Diagram SIPOC	74
Tabel 4. 25 Pengelompokan Data	75
Tabel 4. 26 Tabel Waktu Mesin.....	78
Tabel 4. 27 UpTime	78
Tabel 4. 28 Tabel Rekapitulasi Hasil Pengolahan Data untuk Current State Mapping	79
Tabel 4. 29 Tabel Aktivitas VA NVA dan NNVA	80
Tabel 4. 30 Tabel Hubungan Pemborosan.....	86
Tabel 4. 31 Tabel Rentang Huruf Skor	88
Tabel 4. 32 Tabel Hasil Hubungan Pemborosan.....	89
Tabel 4. 33 Tabel Simbol Huruf WRM	91
Tabel 4. 34 Tabel Konversi simbol angka WRM	91
Tabel 4. 35 Tabel Perhitungan Waste	92
Tabel 4. 36 Tabel Jumlah Pertanyaan	94
Tabel 4. 37 Tabel Pembobotan Setiap Jenis Waste.....	94
Tabel 4. 38 Tabel Pembobotan dari Masing-masing Pertanyaan.....	97
Tabel 4. 39 Tabel Menghitung Tiap Bobot.....	99
Tabel 4. 40 Tabel Hasil Pembobotan	102
Tabel 4. 41 Tabel Detail Mapping Tools	103

Tabel 4. 42 Tabel hasil perhitungan dan ranking tools VALSAT	103
Tabel 4. 43 Tabel process activity mapping	106
Tabel 4. 44 Tabel Rekapitulasi Tools PAM.....	108
Tabel 4. 45 Tabel Rekapitulasi Presentase VA, NVA, dan NNVA	108
Tabel 4. 46 Tabel Identifikasi Masalah Jenis Waste.....	110
Tabel 4. 47 Luas departemen	112
Tabel 4. 48 Centroid	113
Tabel 4. 49 Luas departemen	117
Tabel 4. 50 Centroid	117
Tabel 4. 51 Transportasi sebelum perbaikan.....	120
Tabel 4. 52 Transportasi setelah perbaikan.....	122
Tabel 4. 53 Rincian perhitungan minimasi terhadap Non Value Added (NVA)	125
Tabel 4. 54 Rincian perhitungan minimasi terhadap Necessary but Non Value Added (NNVA)	126
Tabel 4. 55 Tabel Klasifikasi VA, NVA, NNVA	128
Tabel 4. 56 Tabel Analisa WRM	130
Tabel 4. 57 Tabel Peringkat Jenis Waste	131
Tabel 4. 58 Tabel Hasil Analisa VALSAT	132
Tabel 4. 59 Tabel Presentasi Aktifitas	133
Tabel 4. 60 Tabel Klasifikasi VA, NVA, NNVA	133
Tabel 4. 61 Tabel Hasil Akar Permasalahan NVA	135
Tabel 4. 62 Perbandingan jarak dan waktu transportasi	139
Tabel 4. 63 Nilai VA, NNVA dan NNVA setelah perbaikan	141
Tabel 4. 64 Perbandingan Nilai VA, NVA dan NNVA sebelum dan sesudah perbaikan	144
Tabel 4. 65 Perbandingan CSVSM dan FSVSM	148
Tabel 4. 66 Perbandingan Jarak dan Waktu Transportasi.....	149

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Process Box.....	20
Gambar 2. 2 Data Box	21
Gambar 2. 3 Control Point	21
Gambar 2. 4 Eksternal Source (Vendor dan konsumen).....	21
Gambar 2. 5 Customer Demand and Ttaxt Time Box	21
Gambar 2. 6 Inventory	22
Gambar 2. 7Push Arrow	22
Gambar 2. 8 Manual Communication.....	22
Gambar 2. 9 Electronic Communication.....	22
Gambar 2. 10 Pengiriman	23
Gambar 2. 11 Operator	23
Gambar 2. 12 Time Line.....	23
Gambar 2. 13 Hubungan antar tipe pemborosan.....	25
Gambar 2. 14 Rentang Kriteria Penilaian	27
Gambar 2. 15 Waste Relationship Matrix.....	27
Gambar 2. 16 Pertanyaan Kuisisioner WAQ.....	28
Gambar 2. 17 Detail Mapping Tools	32
Gambar 2. 18 Kerangka Teoritis.....	36
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	48
Gambar 4. 1 Proses Alur Produksi Meubel.....	51
Gambar 4. 2 Layout Perusahaan	53
Gambar 4. 3 Electronic Information Flow	82
Gambar 4. 4 Current State Mapping	83
Gambar 4. 5 Peringkat Tool VALSAT	104
Gambar 4. 6 Layout lini produksi sebelum perbaikan	111
Gambar 4. 7 Layout lini produksi setelah perbaikan	116
Gambar 4. 8 Future State Mapping	127
Gambar 4. 9 Diagram Aktifitas.....	129
Gambar 4. 10 Layout produksi sebelum perbaikan	137
Gambar 4. 11 Layout produksi setelah perbaikan.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 12 Presentase VA, NVA dan NNVA	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Uji Kecukupan Ddata Proses Produksi.....	158
Lampiran 2 Uji Kecukupan Data Waktu Transportasi.....	159
Lampiran 3 Uji Kecukupan Data Waktu Setup Mesin.....	160
Lampiran 4 Uji Keseragaman Data Proses	161
Lampiran 5 Uji Keseragaman Data Waktu Transportasi	162
Lampiran 6 Uji Keseragaman Ddata Setup Mesin.....	163
Lampiran 7 Waste Relationship Matrix	164
Lampiran 8 Waste Assesment Questionaire	195



ABSTRAK

CV. Ara Samudra merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak dibidang mebel. Perusahaan ini didirikan pada tahun 2015 dan berlokasi di jalan Plamongansari V No. 48, Kecamatan Pedurungan, Kota Semarang Jawa Tengah. Produk yang di produksi oleh CV. Ara Samudra yaitu kursi, meja laptop, rak tv, cermin dan juga menerima pesanan sesuai permintaan konsumen. Proses produksi di CV. Ara Samudra ada tujuh proses yaitu *cutting*, *thicknesser*, laminasi, *spindle*, *assembling*, *finishing*, dan *packing*. CV Ara Samudra menerapkan sistem *make to order* dan *make to stock* di dalam sistem produksinya, dibuat dua sistem untuk mengantisipasi jumlah pesanan yang tidak menentu dalam periode tertentu. Aliran informasi dimulai ketika *customer* melakukan permintaan yang selanjutnya akan diinformasikan ke dalam bentuk spesifikasi sebuah produk dan diteruskan menjadi penjadwalan proses produksi yang akhirnya menjadi produk jadi. Untuk memenuhi permintaan *customer* yang beranekaragam maka perlu dilakukan pengukuran kemampuan perusahaan dalam proses produksi. Namun permasalahan yang sering dihadapi CV. Ara Samudra yaitu terjadinya *waste waiting* pada setiap aktifitas proses produksi, sehingga perusahaan sulit untuk mencapai proses produksi yang efektif dan efisien. Fenomena permasalahan tersebut diperlukan upaya eliminasi pemborosan (*waste*) yang ada pada proses produksi di perusahaan dengan pendekatan *Lean Manufacturing*. Salah satu metode *Lean Manufacturing* adalah *Value Stream Mapping*, *Waste Assesment Model* dan *Value Stream Analysis Tools*. Pada pembuatan *Current State Mapping* diketahui VA sebesar 5932,05 detik, NVA sebesar 2113,08 detik dan NNVA 1140,11 detik dengan total *leadtime* sebesar 9185,24 detik. Selanjutnya hasil dari identifikasi *waste* menggunakan *Waste Assesment Model* diperoleh peringkat terbesar hingga terkecil yaitu peringkat pertama yaitu *waste Transportation* sebesar 24,02% dan peringkat terakhir yaitu *waste Procces* sebesar 3,55%. Dari hasil pengolahan menggunakan *Value Stream Analysis Tools* diperoleh *tools* PAM terbesar yaitu *operation* sebesar 64%. Kemudian dilakukan usulan perbaikan yaitu dengan perawatan mesin, perbaikan lantai produksi (*layout*), dan penambahan *Man Power*. Setelah dilakukan perbaikan pada pembuatan *future state mapping* diperoleh nilai VA sebesar 5932,05 detik, NVA sebesar 1056,53 detik dan NNVA sebesar 589,58 detik dengan total *leadtime* sebesar 7.578,16 detik. *Lead Time* berkurang sebanyak 1.607,08 detik.

Kata Kunci : *Lean Manufacturing*, VALSAT, *Value Stream Mapping*, *Waste*, *Waste Assesment Model*

ABSTRACT

CV. Ara Samudra is a manufacturing company engaged in furniture. The company was founded in 2015 and is located at Jalan Plamongansari V No. 48, Pedurungan sub-district, Semarang city, Central Java. Products produced by CV. Ara Samudra is chairs, laptop tables, tv racks, and mirrors and also accepts custom orders according to consumer demand. The production process at CV. Ara Samudra has 7 processes, namely cutting, thickneser, lamination, spindle, assembling, finishing, and packing. CV Ara Ssamudra applies a make-to-order and make-to-stock system in its production system, two systems are made to anticipate an uncertain number of orders within a certain period. The flow of information begins when the customer makes a request which will then be transformed into the form of a product specification and forwarded to the scheduling of the production process which eventually becomes the finished product. To meet diverse customer demands, it is necessary to measure the company's ability in the production process. The problems that are often faced by CV. Ara Samudra is the occurrence of waste in every activity of the production process, so it is difficult for the company to achieve an effective and efficient production process. This problem phenomenon requires efforts to eliminate waste in the production process in the company with a Lean Manufacturing approach. One of the Lean Manufacturing methods is Value Stream Mapping, Waste Assessment Model, and Value Stream Analysis Tools. In the current state mapping, it is known that VA is 5,932.05 seconds, NVA is 2113.08 seconds and NNVA is 1140.11 seconds with a total lead time of 9,185.24 seconds. Furthermore, the results of the identification of waste using the waste assessment model are obtained from the largest to the smallest ranking, namely the first rank, namely Transportation waste of 24.02%, and the last rank, namely waste processing of 3.55%. From the results of processing using value stream analysis tools, the largest PAM tools are obtained, namely operations by 64%. Then the proposed improvements are made with machine maintenance, repairing the production floor (layout), and adding manpower. After making improvements, the future state mapping obtained VA values of 5932.05 seconds, NVA of 1056.53 seconds, and NNVA of 589.58 seconds with a total lead time of 7.578.16 seconds. Lead Time reduced by 1.607,08 seconds.

Keywords : *Lean Manufacturing, VALSAT, Value Stream Mapping, Waste, Waste Assesment Model, VALSAT*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proses produksi secara umum merupakan proses pengolahan bahan baku menjadi produk jadi. Suatu proses dikatakan efisien dan efektif jika dalam proses tersebut tidak menghasilkan pemborosan (Redaksi 2014). Perusahaan dalam melakukan proses produksi tidak terlepas dari pemborosan atau *waste*. *Waste* dapat didefinisikan sebagai segala aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah, yang dapat merugikan perusahaan (Khannan and Haryono 2017).

CV. Ara Samudra merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang mebel. Produk yang dihasilkan akan dikirim ke perusahaan-perusahaan dan diekspor ke luar negeri sesuai dengan permintaan *Buyer*. Produk - produk yang dihasilkan yaitu meja, kursi, meja laptop, dan cermin. Produk yang di teliti disini adalah meja. Dikarenakan ketika dilakukan penelitian, lini produksi sedang memproduksi meja. Proses produksi di CV. Ara Samudra beberapa tahap mulai dari inspeksi bahan baku, pemotongan bahan (*cutting*), pengeboran, pengamplasan, dan pengecatan.

Dalam proses produksi, operator memiliki peran yang sangat penting karena operatorlah yang secara langsung mengoperasikan mesin pada proses produksi. Berdasarkan hasil pengamatan, proses *cutting* memiliki tahapan proses paling banyak. Proses pemotongan (*cutting*) sering kali mengalami permasalahan. Hal tersebut terlihat dari ketidaksesuaian antara target produksi dengan produk yang dihasilkan, dapat dilihat pada Tabel 1.1 Oleh karena itu, dilakukan pengamatan pada proses pemotongan (*cutting*), yang memproduksi meja. Hal ini terjadi karena representasi *output* yang dihasilkan oleh produk tidak dapat memenuhi batas minimal pencapaian target produksi yang telah ditetapkan oleh perusahaan yaitu sebesar 80%. Dikarenakan ketidaksesuaian hasil produksi yang dilakukan sehingga terjadi penumpukan material. Penumpukan material dominan terjadi di proses *cutting* antara lain pada bagian potong rata, potong lebar dan potong panjang.

Tabel di bawah ini merupakan rekapitulasi data pencapaian produksi terhadap target produksi meja pada bulan Juni- Oktober tahun 2020.

Tabel 1.1 Data Pencapaian Produksi

No.	Periode (Bulan) Tahun 2020	Permintaan	Pencapaian Produksi	Presentase (%)
1.	Juni	485 unit	345 unit	71%
2.	Juli	490 unit	331 unit	67%
3.	Agustus	455 unit	351 unit	77%
4.	September	507 unit	392 unit	77%
5.	Oktober	533 unit	377 unit	70%
	Rata-rata	494 unit	359 unit	72%

Sumber data CV. Ara Samudra

Data tabel tersebut menunjukkan bahwa pencapaian produksi tidak memenuhi target produksi yang telah ditetapkan oleh perusahaan yaitu minimal 80%.

Lean dapat didefinisikan sebagai suatu pendekatan sistemik untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) (Adrianto and Kholil 2016). Hal yang mempengaruhi rendahnya pencapaian target produksi yaitu disebabkan oleh banyaknya produk yang dihasilkan tidak sesuai dengan standar kualitas produk dan adanya kegiatan yang tidak bernilai tambah, seperti terjadinya penumpukan material di proses produksi bagian *cutting* yang menyebabkan *bottleneck* atau penumpukan pada proses potong panjang, potong lebar dan potong tebal yang mengakibatkan *waiting*. Kelemahan terbesar dari manajemen perusahaan-perusahaan industri di Indonesia adalah kurangnya pemahaman terhadap pemetaan proses produk sepanjang *value stream* untuk menghilangkan pemborosan (Ardita 2012). Produk cacat yang terjadi di CV. Ara Samudra antara lain kurangnya presisi hasil pemotongan kayu yang dilakukan pada lini produksi sehingga harus dilakukan proses ulang yang lumayan memakan waktu. Jika dilakukan kegiatan pengerjaan ulang untuk memperbaiki produk cacat secara terus menerus (*Waste Overprocessing*). Sehingga akan menimbulkan pemborosan pada waktu dan akan mengakibatkan terjadinya penumpukan produk setengah jadi

disalah satu lini produksi. Produk cacat sebenarnya dapat digunakan untuk menghasilkan produk sesuai dengan target yang telah ditetapkan, tetapi dapat mengakibatkan penumpukan barang (*Waste Inventory*) pada lini produksi. Akibatnya perusahaanpun harus menerima rugi untuk bahan baku cacat yang gagal untuk di kirim ke pelanggan.

Proses produksi di CV. Ara Samudra memiliki beberapa tahap mulai dari proses pemotongan bahan (*cutting*), pengeboran, pengampelasan, dan pengecatan. Proses yang memiliki tahapan yang paling banyak adalah proses pemotongan (*cutting*) dibandingkan tahapan proses lainnya. Proses pemotongan (*cutting*) sering kali mengalami permasalahan terutama pada proses produksi meja. Hal tersebut terlihat dari ketidak sesuaian antara target produksi dengan produk yang dihasilkan. Oleh karena itu, penulis melakukan pengamatan pada proses pemotongan (*cutting*) yang memproduksi meja. Hal ini terjadi karena representasi *output* yang dihasilkan oleh produk tidak dapat memenuhi pencapaian target produksi. Banyaknya produk yang dihasilkan tidak sesuai dengan standar kualitas produk sehingga terjadi kegiatan pengerjaan ulang untuk memperbaiki produk cacat secara terus menerus yang mengakibatkan pemberhentian sementara pada proses produksi yang sedang berlangsung sehingga menimbulkan pemborosan pada waktu (*waste waiting*).

Berdasarkan hasil identifikasi diatas, dapat disimpulkan bahwa terdapat pemborosan yang merugikan perusahaan. Oleh karena itu harus ada upaya untuk menghilangkan pemborosan atau aktifitas - aktifitas yang tidak bernilai tambah (*non-valueadded activities*) yang sesuai di harapkan CV. Ara Samudra. Dengan menggunakan sumber daya seminimal mungkin tanpa perlu menambah jumlah pekerja seperti melakukan perbaikan proses produksi serta mempercepat waktu proses dengan menghilangkan penyebab kecacatan produk. Sehingga dapat menghasilkan produk yang sesuai dengan keinginan konsumen.

Dengan demikian, diharapkan terjadi penurunan jumlah pemborosan sehingga aliran proses produksi menjadi lancar dan kualitas terkendali agar produk cacat berkurang. Jika proses produksi berjalan dengan lancar dan produk cacat berkurang maka proses produksi dengan memanfaatkan sumber daya yang ada

menjadi efektif dan optimal sehingga terjadi peningkatan produktivitas yang berdampak juga pada kepuasan pelanggan (Ristyowati, Muhsin, and Nurani 2017).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah yang ada pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana aliran proses & aliran informasi pada proses produksi di CV. Ara Samudra?
2. Bagaimana cara untuk mengurangi *waste* pada lini produksi di CV. Ara Samudra?
3. Bagaimana saran rekomendasi perbaikan untuk mengeliminasi *waste* pada proses produksi di CV. Ara Samudra?

1.3 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut :

- 1) Penelitian pada proses pembuatan mebel hanya dilakukan di CV. Ara Samudra.
- 2) Penelitian ini tidak merubah aliran proses produksi pada CV. Ara Samudra.
- 3) Penelitian ini tidak membahas mengenai rincian biaya produksi.
- 4) Data yang digunakan merupakan data hasil penelitian dari perusahaan yang terdiri dari dokumentasi, observasi, dan kuisisioner yang dilakukan di CV. Ara Samudra.
- 5) Stasiun kerja terdiri dari *Cutting*, *assembly*, dan *finishing*.
- 6) Penelitian dilakukan pada bulan November 2020

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan guna mencapai tujuan, antara lain :

- 1) Mengidentifikasi aliran proses dan aliran informasi pada proses produksi di CV Ara Samudra
- 2) Membuat perancangan *Lean Manufacturing* untuk meminimasi *waste*
- 3) Memberikan usulan perbaikan guna menaikkan pencapaian target produksi pada proses produksi mebel

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Perusahaan dapat mengetahui *waste* yang yang paling berpengaruh yang terdapat pada lini produksi.
- 2) Perusahaan dapat mengidentifikasi penyebab *waste* sehingga dapat mengeliminasi *waste* tersebut.
- 3) Dapat memberikan usulan perbaikan yang perlu dilakukan CV. Ara Samudra untuk meningkatkan produktivitas

1.6 Sistematika Penulisan

Penyusunan tugas akhir ini menggunakan sistematika penulisan sebagai berikut :

Bab I Pendahuluan

Pada bab ini menguraikan tentang penjelasan mengenai permasalahan yang melatarbelakangi penulis melakukan penelitian, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

Bab II Tinjauan Pustaka dan Landasan Teori

Pada bab ini berisi tentang penjelasan mengenai tinjauan pustaka yang ditetapkan sebagai acuan untuk menetapkan hipotesis penelitian serta untuk menentukan metode yang tepat. Bab ini juga menjelaskan informasi mengenai landasan teori yang menguraikan materi, konsep dan dasar yang diperlukan untuk menyelesaikan permasalahan pada penelitian ini.

Bab III Metode Penelitian

Pada bab ini berisikan tahapan – tahapan yang dilakukan dalam penelitian yang merupakan pedoman penelitian untuk mencapai tujuan penelitian yang meliputi obyek penelitian, jenis penelitian, teknik pengumpulan data, pengujian hipotesa, metode analisis, pembahasan, teknik penarikan kesimpulan dan diagram alir.

Bab IV Hasil Penelitian dan Pembahasan

Bab ini berisi tentang pengumpulan data, pengolahan data, analisis dan interpretasi, pembuktian hipotesa yang menguraikan mengenai hasil yang didapatkan ketika penelitian *lean*.

Bab V Penutup

Bab ini berisi tentang kesimpulan yang diambil dari hasil analisis dan saran yang berisi usulan atau pendapat yang bermanfaat bagi perusahaan berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Untuk memperkuat penelitian yang dilakukan, maka perlu adanya tinjauan pustaka dari penelitian sebelumnya. Tinjauan pustaka yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut :

Tamzil Satria, Evi Yulawati pada tahun 2018 dengan judul “Perancangan Lean Manufacturing dengan Menggunakan Waste Assessment Model (WAM) dan VALSAT untuk Meminimumkan Waste (Studi Kasus: PT. XYZ)” teridentifikasi bahwa permasalahan yang dihadapi adalah sering terjadinya proses yang kurang sesuai sehingga menimbulkan rework dan adanya produk cacat yang tidak dapat dijual kepada customer. Dalam penelitian ini Metode yang digunakan adalah Waste Assessment Model (WAM) yang berfungsi untuk mengidentifikasi waste pada produksi minuman teh dan Value Stream Analysis Tools (VALSAT) untuk memilih mapping tools yang digunakan berdasarkan hasil dari WAM. Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan diketahui lama waktu produksi minuman teh original 450 ml mencapai 20.255,4 detik dan total lead time pemenuhan produk sampai dikirim ke customer mencapai 13,23 hari. Kemudian rata – rata produk reject sebesar 0,65% melebihi dari standar maksimal perusahaan. Berdasarkan pemetaan yang sudah dilakukan kemudian diberikan rekomendasi perbaikan untuk meminimumkan waste, antara lain eliminiasi aktivitas Non Value Added (NVA), penerapan forecasting, dan kegiatan preventive maintenance. Hasil dari penelitian ini adalah identifikasi waste dimana waste terbesar pada perusahaan ini adalah defect, penurunan lead time waktu produksi menjadi lebih cepat sebesar 14.767,4 detik dan Process Cycle Efficiency (PCE) mengalami kenaikan dari 39,12% menjadi 53,66%.(Satria 2018).

Trismi Ristyowati, Ahmad Muhsin, dan Putri Puji Nurani pada tahun 2017 dengan judul “Minimasi Waste Pada Aktivitas Proses Produksi Dengan Konsep Lean Manufacturing (Studi Kasus Di Pt. Sport Glove Indonesia)“, permasalahan yang dihadapi yaitu sering mengalami tidak tercapainya target produksi harian

terbukti dari data bahwa rata-rata target produksi harian yang ditetapkan perusahaan untuk diproduksi sebesar 13.000 pcs/hari, penelitian ini menggunakan Lean manufacturing bertujuan untuk mengefisiensi sistem dengan meminimasi pemborosan (waste). Hasil penelitian ini diketahui bahwa pemborosan yang terjadi di rantai produksi dalam bentuk cacat (defect) terjadi pada proses jahit dengan prosentase 76,8% dari total jumlah cacat dan pemborosan (waste) waiting terjadi karena perbedaan cycle time pada proses jahit, sehingga usulan tindakan perbaikan dalam bentuk menambah pekerja pada proses jahit, melakukan preventive maintenance, melakukan pengarahan dan pengawasan kepada pekerja. (Ristyowati, Muhsin, and Nurani 2017)

Auni Wahyu Intan Pertiwi, Bambang Purwanggono pada tahun 2017 dengan judul “Analisis Efisiensi Kinerja Proses Dengan Value Stream Analysis Tools (VALSAT) Pada Proses Produksi Bahan Baku Pipa Baja Pt Raja Besi Semarang”, permasalahan yang dihadapi yaitu Terjadi pemborosan terutama pada produksi bahan baku yang disebut dengan coil. Permasalahan ini diselesaikan dengan metode Value Stream Analysis Tools (VALSAT) yang bertujuan untuk mengidentifikasi aktivitas pemborosan yang mungkin terjadi. Hasil dari penelitian tersebut adalah Mapping tools yang sesuai adalah Process Activity Mapping (PAM). Hasil identifikasi menunjukkan bahwa proses produksi bahan baku memiliki 25 aktivitas dengan total waktu 1932 menit. 77% waktu dihabiskan untuk kegiatan delay, 14% kegiatan operasi, 4% untuk kegiatan transport, 4% untuk kegiatan inspect, dan 0% untuk kegiatan storage. (Pertiwi and Purwanggono 2017)

Wieke Rossaria Dewi, Nasir Widha Setyanto, Ceria Farela Mada pada tahun 2015 dengan judul “Implementasi Metode Lean Six Sigma Sebagai Upaya Meminimasi Waste Pada PT. Prime Line International “ permasalahan yang terjadi yaitu Pemborosan (waste) serta Jenis Cacat Produk Dominan di rantai produksi. Pada penelitian ini menggunakan metode Lean Six Sigma yang bertujuan untuk menganalisa pemborosan atau non-value added activity serta mengendalikan standar kualitas dengan mengidentifikasi sebab akibat berbagai jenis kecacatan supaya perusahaan mencapai level 6 sigma. Dari Penelitian ini didapatkan tiga jenis waste yang sangat berpengaruh yaitu waiting dengan persentase sebesar 95,81%

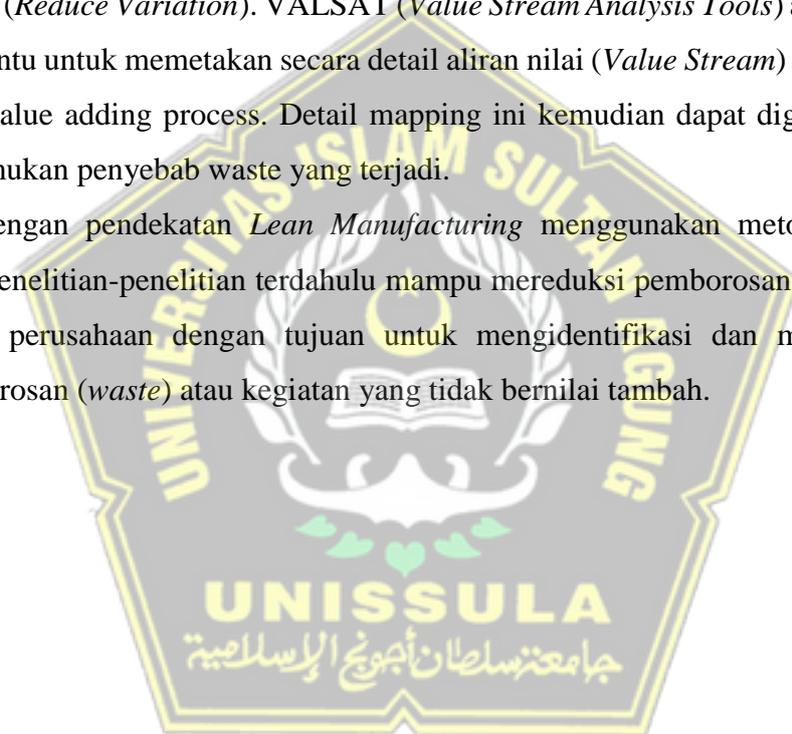
dengan nilai sigma 0,0 , defect persentase 2,64% dengan nilai sigma 2,84, serta overproduction persentase sebesar 0,76% dengan nilai sigma 3,55. Rekomendasi untuk defect adalah dengan meningkatkan frekuensi inspeksi dan membuat SOP.(Wieke Rossaria Dewi, Nasir Widha Setyanto 2013)

Andy Tri Hermawan, Diana Puspitasari pada tahun 2017 dengan judul “Penerapan Lean Manufacturing Pada Industri Proses Dengan Fokus Pada Pengolahan Tepung Ikan”. Permasalahan yang dihadapi yaitu rendahnya produksi tepung ikan sebagian disebabkan karena masih terdapat berbagai waste dalam produksi tepung ikan. Metode yang digunakan Lean Manufacturing untuk Menganalisis efisiensi aktivitas dan waste serta mengoptimalkan produktivitas. Hasil yang didapat yaitu Efisiensi pengolahan tepung ikan sebesar 11,63%. Dari hasil tersebut ditemukan waste berupa waiting waste, excessive inventory waste, inappropriate process waste, dan defect waste. Rekomendasi yang diusulkan untuk mereduksi waste adalah dengan penerapan 5S, penerapan production level, dan pembuatan standardized work(Hermawan and Puspitasari 2016).

Ari Fakhru Sanny, Mustafid, Abdul Hoyyi pada tahun 2015 dengan judul “Implementasi Metode Lean Six Sigma Sebagai Upaya Meminimalisasi Cacat Produk Kemasan Cup Air Mineral 240 Ml (Studi Kasus Perusahaan Air Minum)”. Permasalahan yang dihadapi yaitu Kualitas air minum dalam kemasan botol 240 ml pada proses kontrol kualitas menghasilkan sebelas jenis cacat. Pada penelitian ini menggunakan metode Lean Six Sigma yang bertujuan untuk Mengidentifikasi dan menghilangkan limbah atau kegiatan yang tidak bernilai tambah dan menganalisis tingkat cacat produk mendekati nol produk cacat. Hasil yang didapat nilai DPMO pada jalur 1 dari 546 mesin menghasilkan tingkat sigma 4,766 dan persentase 99,95%, yang berarti bahwa dalam sejuta produk cangkir 240 ml air mineral mengandung 0,05% unit produk yang tidak tidak cocok dengan mesin lini produksi 1. Nilai-nilai DPMO pada baris 2 dari 291 mesin menghasilkan tingkat sigma 4,932 dan persentase 99,97%, yang berarti bahwa dalam sejuta produk, cangkir 240 ml air mineral mengandung 0,03% unit produk yang tidak tidak cocok dengan mesin lini produksi 2(Sanny, Mustafid, and Hoyyi 2015).

Dari referensi beberapa jurnal terdapat beberapa metode yang digunakan oleh penelitian – penelitian terdahulu, lean manufacturing merupakan suatu upaya untuk menghilangkan pemborosan (*waste*) dalam produksi, meningkatkan nilai tambah pada suatu produk serta memberikan nilai kepada pelanggan yang dilakukan secara terus menerus (*Continuously Improvement*). Lean berfokus pada analisis alur kerja untuk mengurangi waktu siklus dan menghilangkan pemborosan. Six sigma adalah suatu metodologi sistematis yang berfokus pada pengendalian performance suatu produk, menurunkan tingkat kecacatan (*Reduce Defect*) dan menurunkan variasi (*Reduce Variation*). VALSAT (*Value Stream Analysis Tools*) adalah 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.

Dengan pendekatan *Lean Manufacturing* menggunakan metode VALSAT pada penelitian-penelitian terdahulu mampu mereduksi pemborosan yang ada saat ini di perusahaan dengan tujuan untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) atau kegiatan yang tidak bernilai tambah.



Tabel 2. 1 Tabulasi Literatur

No.	Penulis	Judul	Sumber Referensi	Permasalahan	metode	Fungsi	Kesimpulan
1.	Tamzil Satria, Evi Yuliawati	Perancangan Lean Manufacturing dengan Menggunakan <i>Waste Assessment Model (WAM)</i> dan <i>VALSAT</i> untuk Meminimumkan <i>Waste</i> (Studi Kasus: PT. XYZ)	Jurnal Rekayasa Sistem Industri Vol. 7, No. 1 (Satria 2018)	sering terjadinya proses yang kurang sesuai sehingga menimbulkan rework dan adanya produk cacat yang tidak dapat dijual kepada custome	WAM dan VALSAT	Mengidentifikasi <i>waste</i> pada proses produksi produksi.	Berdasarkan pemetaan yang sudah dilakukan kemudian diberikan rekomendasi perbaikan untuk meminimumkan <i>waste</i> , antara lain eliminiasi aktivitas Non Value Added (NVA), penerapan forecasting, dan kegiatan preventive maintenance. Hasil dari penelitian ini adalah identifikasi <i>waste</i> dimana <i>waste</i> terbesar pada perusahaan ini adalah defect, penurunan lead time waktu produksi menjadi lebih cepat sebesar 14.767,4 detik dan Process Cycle Efficiency (PCE) mengalami kenaikan dari 39,12% menjadi 53,66%.
2.	Trismi Ristyowati, Ahmad Muhsin, dan Putri Puji Nurani	Minimasi <i>Waste</i> Pada Aktivitas Proses Produksi Dengan Konsep <i>Lean Manufacturing (Studi Kasus Di Pt. Sport Glove Indonesia)</i>	Jurnal OPSI (Optimasi Sisitem Industri, Vol 10 No 1 (Ristyowati, Muhsin, and Nurani 2017)	sering mengalami tidak tercapainya target produksi harian terbukti dari data bahwa rata-rata target produksi harian yang ditetapkan perusahaan untuk diproduksi sebesar 13.000 pcs/hari	<i>Lean Manufactu ring</i>	untuk mengefisiensi sistem dengan meminimasi pemborosan (<i>waste</i>)	pemborosan yang terjadi di lantai produksi dalam bentuk cacat (<i>defect</i>) terjadi pada proses jahit dengan prosentase 76,8% dari total jumlah cacat dan pemborosan (<i>waste</i>) <i>waiting</i> terjadi karena perbedaan <i>cycle time</i> pada proses jahit, sehingga usulan tindakan perbaikan dalam bentuk menambah pekerja pada proses jahit, melakukan <i>preventive maintenance</i> , melakukan pengarah dan pengawasan kepada pekerja.

Tabel 2 1 Lanjutan

No.	Penulis	Judul	Sumber Referensi	Permasalahan	Metode	Fungsi	Kesimpulan
3.	Auni Wahyu Intan Pertiwi, Bambang Purwanggono	Analisis Efisiensi Kinerja Proses Dengan Value Stream Analysis Tools (Valsat) Pada Proses Produksi Bahan Baku Pipa Baja Pt Raja Besi Semarang	Jurnal Teknik Industri(Pertiwi and Purwanggono 2017)	Terjadi pemborosan terutama pada produksi bahan baku yang disebut dengan coil.	VALSAT	Mencari tahu tools terbaik untuk identifikasi proses produksi berdasarkan skor pada 7 aktivitas pemborosan yang mungkin terjadi	Mapping tools yang sesuai adalah <i>Process Activity Mapping</i> (PAM). Hasil identifikasi menunjukkan bahwa proses produksi bahan baku memiliki 25 aktivitas dengan total waktu 1932 menit. 77% waktu dihabiskan untuk kegiatan delay, 14% kegiatan operasi, 4% untuk kegiatan transport, 4% untuk kegiatan inspect, dan 0% untuk kegiatan storage.
4.	Wieke Rossaria Dewi, Nasir Widha Setyanto, Ceria Farela Mada T.	Implementasi Metode <i>Lean Six Sigma</i> Sebagai Upaya Meminimasi <i>Waste</i> Pada PT. <i>Prime Line International</i>	Jurnal Teknik Industri Itenas No.03 Vol.03.(Wieke Rossaria Dewi, Nasir Widha Setyanto 2013)	Pemborosan (<i>waste</i>) serta Jenis Cacat Produk Dominan di lantai produksi	<i>Lean Six sigma</i>	Untuk menganalisa pemborosan atau <i>non-value added activity</i> serta mengendalikan standar kualitas dengan mengidentifikasi sebab akibat berbagai jenis kecacatan supaya perusahaan mencapai <i>level 6 sigma</i> .	Dari Penelitian ini didapatkan tiga jenis <i>waste</i> yang sangat berpengaruh yaitu <i>waiting</i> dengan persentase sebesar 95,81% dengan nilai <i>sigma</i> 0,0 , <i>defect</i> persentase 2,64% dengan nilai <i>sigma</i> 2,84, serta <i>overproduction</i> persentase sebesar 0,76% dengan nilai <i>sigma</i> 3,55. Rekomendasi untuk <i>defect</i> adalah dengan meningkatkan frekuensi inspeksi dan membuat SOP. Rekomendasi <i>overproduction</i> adalah memperbaiki metode pemotongan kain dan juga meningkatkan komunikasi dengan pihak pemesan.

Tabel 2.1 Lanjutan

No.	Penulis	Judul	Sumber Referensi	Permasalahan	Metode	Fungsi	Kesimpulan
5.	Andy Tri Hermawan, Diana Puspitasari	Penerapan Lean Manufacturing Pada Industri Proses Dengan Fokus Pada Pengolahan Tepung Ikan	Jurnal Teknik Industri.(Hermawan and Puspitasari 2016)	rendahnya produksi tepung ikan sebagian disebabkan karena masih terdapat berbagai waste dalam produksi tepung ikan.	<i>Lean Manufacturing</i>	Menganalisis efisiensi aktivitas dan waste serta mengoptimalkan produktivitas.	Efisiensi pengolahan tepung ikan sebesar 11,63%. Dari hasil tersebut ditemukan waste berupa waiting waste, excessive inventory waste, inappropriate process waste, dan defect waste. Rekomendasi yang diusulkan untuk mereduksi waste adalah dengan penerapan 5S, penerapan production level, dan pembuatan standardized work.
6.	Ari Fakhru Sanny, Mustafid, Abdul Hoyyi	Implementasi Metode Lean Six Sigma Sebagai Upaya Meminimalisasi Cacat Produk Kemasan Cup Air Mineral 240 MI (Studi Kasus Perusahaan Air Minum) Ari	Jurnal Gaussian, Vol.4 No.2, (Sanny, Mustafid, and Hoyyi 2015)	Kualitas air minum dalam kemasan botol 240 ml pada proses kontrol kualitas menghasilkan sebelas jenis cacat.	<i>Lean Six Sigma</i>	Mengidentifikasi dan menghilangkan limbah atau kegiatan yang tidak bernilai tambah dan menganalisis tingkat cacat produk mendekati nol produk cacat.	nilai DPMO pada jalur 1 dari 546 mesin menghasilkan tingkat sigma 4,766 dan persentase 99,95%, yang berarti bahwa dalam sejuta produk cangkir 240 ml air mineral mengandung 0,05% unit produk yang tidak tidak cocok dengan mesin lini produksi 1. Nilai-nilai DPMO pada baris 2 dari 291 mesin menghasilkan tingkat sigma 4,932 dan persentase 99,97%, yang berarti bahwa dalam sejuta produk, cangkir 240 ml air mineral mengandung 0,03% unit produk yang tidak tidak cocok dengan mesin lini produksi 2.
7.	Ibrahim A. Rawabdeh	A model for the assessment of waste in job shop environments	International Journal of Operations & Production Management (August 2005)	Adanya limbah di lingkungan toko kerja dan perlunya metode penilaian untuk mengidentifikasi akar penyebab pemborosan.	<i>Seven Waste Relationship</i>	Menyelidiki limbah di lingkungan toko kerja dan mengusulkan sebuah metode penilaian yang bertujuan membantu perusahaan untuk mengidentifikasi akar penyebab pemborosan.	Hasil identifikasi seven wastes relationships diperoleh peringkat pertama <i>motion</i> , peringkat kedua <i>defect</i> , peringkat ketiga <i>process</i> , peringkat keempat <i>inventory</i> , peringkat kelima <i>waiting</i> , peringkat keenam <i>overproduction</i> , dan peringkat ketujuh <i>transportation</i> .

No.	Penulis	Judul	Sumber Referensi	Permasalahan	Metode	Fungsi	Kesimpulan
8.	Muhammad Rizky Fitrah Rochman, Sugiono, dan Remba Yanuar Efranto	Penerapan <i>Lean Manufacturing</i> Menggunakan WRM, WAQ, dan VALSAT Untuk Mengurangi <i>Waste</i> Pada Proses <i>Finishing</i> (Studi Kasus di PT. Tempina Media Grafika Nganjuk)	Jurnal Teknik Industri (2014)	Proses produksi buku LKS masih sering mengalami hambatan atau aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah. <i>Defect</i> pada produk terjadinya <i>overproduction</i> <i>trouble</i> pada mesin menyebabkan <i>waiting</i>	WRM, WAQ, dan VALSAT	Mengurangi <i>waste</i> pada proses <i>finishing</i> .	Berdasarkan hasil identifikasi <i>waste</i> menggunakan WRM, dapat diketahui bahwa nilai <i>from defect</i> memiliki persentase tertinggi yaitu sebesar 21.44%. Hal tersebut berarti bahwa <i>waste defect</i> memiliki pengaruh yang besar untuk menyebabkan terjadinya <i>waste</i> yang lain. Sedangkan nilai <i>to inventory</i> memiliki persentase tertinggi yaitu sebesar 20.54%. Hal tersebut mengindikasikan bahwa <i>waste inventory</i> paling banyak diakibatkan oleh <i>waste</i> yang lain. Hasil identifikasi <i>waste</i> menggunakan WAQ didapatkan <i>waste</i> dengan peringkat 3 terbesar, yaitu <i>defect</i> dengan persentase 22.46%, <i>inventory</i> dengan persentase 19.21% dan <i>waiting</i> dengan persentase 14.20%.
9.	Akhmad Syakhroni, Teguh Prabowo, Brav Deva Bernadhi	Usulan Penerapan <i>Manufacturing Cycle Effectiveness</i> (MCE) untuk Meningkatkan Efektivitas Lini Produksi dengan Menggunakan Alat Bantu <i>Value Stream Mapping</i> dan <i>Root Cause Analysis</i> (PT. Barali Citramandiri	Jurnal Teknik Industri (2017)	terjadi penurunan jumlah buyer yang awal mulanya memiliki 2 buyer tetap, lalu sekarang hanya memiliki 1 buyer saja. Permasalahan ini disebabkan oleh lead time dari PO (Purchase Order) sampai delivery	<i>Value Stream Mapping & Root Cause Analysis</i>	Meningkatkan efektifitas perusahaan	Bedasarkan hasil analisa dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut: 1. Setelah upaya perbaikan dilakukan, nilai efektivitas (MCE) lini produksi menjadi sebesar 74,95%. Sehingga ada peningkatan efektivitas sebesar 11,9%. 2. Rekomendasi utama dari peneliti yang bisa segera dilakukan oleh perusahaan dengan pertimbangan biaya yang minimal serta peningkatan efektivitas yang lebih tinggi adalah : a. Penambahan Jumlah

				<p>kepada buyer yang terlalu lama. Target lead time awal yang tadinya hanya 1 bulan seringkali mundur mencapai beberapa 2 bulan, 3 bulan, bahkan bisa lebih. Lead time yang terlalu lama tersebut disebabkan oleh waktu pengerjaan produk yang sangat begitu lama.</p>		<p>Tenaga Kerja sesuai Jumlah Mesin sebagai Upaya Eliminasi Delay Time b. Standarisasi Upah Karyawan dan Pengadaan Pelatihan Tenaga Kerja c. Re-layout Stasiun Kerja Pembahanan dan Penambahan Alat Bantu Material Handling</p>
--	--	--	--	--	--	---



2.2 Landasan Teori

2.2.1 Pengertian Waste (Pemborosan)

Menurut Budi (2016) Waste atau sering disebut dengan Muda dalam bahasa Jepang merupakan sebuah kegiatan yang menyerap atau memboroskan sumber daya seperti pengeluaran biaya ataupun waktu tambahan tetapi tidak menambahkan nilai apapun dalam kegiatan tersebut. Menghilangkan Waste (Muda) merupakan prinsip dasar dalam *Lean Manufacturing*. Konsep Penghilangan Waste (Muda) ini harus diajarkan ke setiap Anggota organisasi sehingga Efektifitas dan Efisiensi kerja dapat ditingkatkan.

2.2.2 Seven Waste

Menurut Redaksi (2014) Waste adalah segala sesuatu yang tidak memiliki nilai tambah. Waste tidak hanya berupa material yang terbuang, tetapi juga sumber daya lain secara luas, termasuk waktu, energi maupun area kerja.

Ada tujuh waste (pemborosan) yang pertama kali diperkenalkan oleh Taiichi Ono yang bekerja di TOYOTA Jepang dalam sistem produksi Toyota atau *Toyota Production System*, diantaranya yaitu:

1. *Waste of Overproduction* (Produksi yang berlebihan)

Waste atau pemborosan yang terjadi karena kelebihan produksi baik yang berbentuk *finished goods* (barang jadi) maupun *work in process* (barang setengah jadi) tetapi tidak ada order / pesan dari *customer*. Beberapa alasan akan adanya *overproduction* (kelebihan produksi) antara lain waktu *setup* mesin yang lama, kualitas yang rendah atau pemikiran “*just in case*” ada yang memerlukannya.

2. *Waste of Inventory* (Simpanan)

Waste atau pemborosan yang terjadi karena *inventory* adalah akumulasi dari *finished goods* (barang jadi), *work in process* (barang setengah jadi) dan bahan mentah yang berlebihan di semua tahap produksi sehingga memerlukan tempat penyimpanan, modal yang besar, orang yang mengawasinya dan pekerjaan dokumentasi.

3. *Waste of Defects* (Cacat / Kerusakan)

Waste atau pemborosan yang terjadi karena buruknya kualitas atau adanya kerusakan (*defect*) sehingga diperlukan perbaikan. Ini akan menyebabkan biaya tambahan yang berupa biaya tenaga kerja, komponen yang digunakan dalam perbaikan dan biaya-biaya lainnya.

4. *Waste of Transportation* (Pemindahan/Transportasi)

Waste atau pemborosan yang terjadi karena tata letak (*layout*) produksi yang buruk, peng-organisasian tempat kerja yang kurang baik sehingga memerlukan kegiatan pemindahan barang dari satu tempat ke tempat lainnya. Contohnya letak gudang yang jauh dari produksi

5. *Waste of Motion* (Gerakan)

Waste atau pemborosan yang terjadi karena gerakan – gerakan pekerja maupun mesin yang tidak perlu dan tidak memberikan nilai tambah terhadap produk tersebut. Contohnya peletakan komponen yang jauh dari jangkauan operator, sehingga memerlukan gerakan melangkah dari posisi kerjanya untuk mengambil komponen tersebut.

6. *Waste of Waiting* (Menunggu)

Saat seseorang atau mesin tidak melakukan pekerjaan, status tersebut disebut menunggu. Menunggu bisa dikarenakan proses yang tidak seimbang sehingga ada pekerja maupun mesin yang harus menunggu untuk melakukan pekerjaannya, adanya kerusakan mesin, *supply* komponen yang terlambat, hilangnya alat kerja ataupun menunggu keputusan atau informasi tertentu.

7. *Waste of Overprocessing* (Proses yang berlebihan)

Tidak setiap proses bisa memberikan nilai tambah bagi produk yang diproduksi untuk customer. Proses yang tidak memberikan nilai tambah ini merupakan pemborosan atau proses yang berlebihan. Contohnya : proses inspeksi yang berulang kali, proses persetujuan yang harus melewati banyak orang, proses pembersihan. Semua customer menginginkan produk yang berkualitas, tetapi yang terpenting adalah bukan proses inspeksi berulang kali yang diperlukan tetapi bagaimana menjamin kualitas produk pada saat pembuatannya. Yang harus kita lakukan adalah carikan *root cause* (akar

penyebab) dari suatu permasalahan dan ambilkan tindakan (*countermeasure*) yang sesuai dengan akar penyebab tersebut.

2.2.3 *Lean Manufacturing*

(Adrianto and Kholil 2016) mengungkapkan bahwa *Lean* dapat didefinisikan sebagai suatu pendekatan sistemik untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) atau aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non-value added activities*) melalui peningkatan terus menerus secara radikal (*radical continuous improvement*) dengan cara mengalirkan produk (*material, work-in-process, output*) dan informasi menggunakan sistem tarik (*pull system*) dari pelanggan internal dan eksternal untuk mengejar keunggulan dan kesempurnaan dalam industri manufaktur.

Menurut (Ardita 2012) Kelemahan terbesar dari manajemen perusahaan-perusahaan industri di Indonesia adalah kurangnya pemahaman terhadap pemetaan proses produk sepanjang *value stream* untuk menghilangkan pemborosan. Pendekatan *lean* berfokus pada peningkatan terus menerus *customer value* melalui identifikasi dan eliminasi aktivitas-aktivitas tidak bernilai tambah yang merupakan pemborosan (*waste*).

2.2.4 Diagram SIPOC

Dalam cakupan *process improvement*, SIPOC Diagram adalah sebuah *tool* yang merangkum *input* dan *output* dari satu proses atau lebih, yang dijabarkan dalam bentuk tabel. SIPOC diagram adalah *tool* yang digunakan untuk mengidentifikasi semua elemen yang relevan dalam *process improvement project* yang mungkin tidak tercakup dengan baik. Ada tiga kegunaan SIPOC:

1. Untuk memberikan pengetahuan menyeluruh kepada anggota tim yang tidak familiar dengan proses terkait.
2. Untuk menghubungkan kembali antara proses dengan orang-orang yang dahulu terlibat didalamnya (namun kini keterkaitan tersebut telah melonggar karena perubahan-perubahan pada proses).
3. Untuk membantu tim mendefinisikan proses yang baru.

2.2.5 Value Stream Mapping (VSM)

Value stream mapping (VSM) merupakan teknik memvisualkan proses aktivitas dalam bentuk *mapping flow chart* yang berguna untuk memetakan aktivitas yang memberikan nilai tambah dalam mewujudkan proses *lean*. Nilai tambah dan bukan pemborosan yang menjadi fokus VSM. Untuk mewujudkan proses *lean*, manajemen harus memahami proses bisnis, yang mencakup seluruh proses *value chain*, seperti proses produksi, aliran material, aliran informasi dan aliran uang. Fokus proses *lean* terletak pada aktivitas yang memberikan penambahan nilai bagi pelanggan dan menghilangkan aktivitas yang tidak menambah nilai atau pemborosan.

Teknik VSM digunakan dalam mewujudkan proses *lean* dengan cara memetakan dan menganalisis aktivitas yang menambah nilai dan tidak menambah nilai serta langkah-langkah dalam aliran dan proses informasi. Model VSM ini memvisualisasikan kegiatan yang menambah nilai bagi pelanggan dan kegiatan yang tidak menambah nilai. Dengan memvisualkan proses dan memetakan aktivitas yang memberi nilai tambah dan mengidentifikasi aktivitas yang tidak memberi nilai tambah, maka dapat ditemukan potensi perbaikan yang signifikan dan tindakan perbaikan yang sesuai. VSM digunakan dalam lingkungan *lean* untuk mengidentifikasi peluang-peluang perbaikan dalam pengurangan *lead-time*, karena model ini mengidentifikasi *slack*, pemborosan dan kegiatan-kegiatan yang tidak menambah nilai bagi pelanggan dan perusahaan.

Pemetaan proses ini melibatkan pembuatan suatu diagram di mana proses, aliran, material, informasi yang mengalir dan semua data penting lainnya (misalnya tingkat *inventory*, waktu pengolahan, dan *batch size*) yang divisualisasikan dengan bantuan diagram dan simbol-simbol yang distandardisasi. VSM ini sebagai titik awal untuk merancang aliran nilai yang lebih *lean*.

Secara sederhana, penyusunan VSM terdiri dari 2 tahap penting, yaitu: penggambaran proses kondisi saat ini (*current state process*) dan penggambaran proses masa depan (*future state process*).

1. Tahap pertama dalam *value stream mapping* adalah penyusunan peta keadaan saat ini. Menganalisis aliran material dalam kondisi saat ini akan

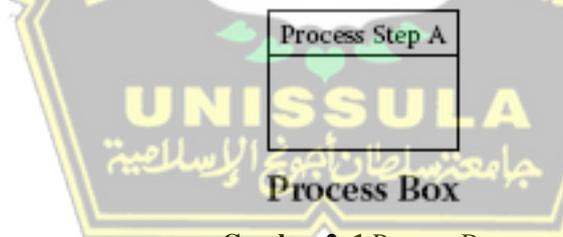
memberikan informasi tentang kegiatan-kegiatan yang menambah dan tidak menambah nilai (misalnya, waktu mesin, ruang yang tidak perlu, jumlah pengerjaan ulang, jarak tempuh, dan inefisiensi).

2. Pada tahap kedua, informasi dari peta keadaan saat ini digunakan untuk menyiapkan peta keadaan di masa depan yang diinginkan, di mana pemborosan dihilangkan, dan jumlah kegiatan-kegiatan yang tidak menambah nilai diminimalkan.

Dari kedua gambar kondisi proses yang berbeda ini dapat diidentifikasi potensi perbaikan (opportunities for improvement), sehingga dapat mewujudkan proses lean.

Value stream mapping digunakan lebih dari sekadar menghilangkan pemborosan. Model VSM ini berisi tentang pengurangan variabilitas dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya, baik material, personil, maupun peralatan. Tujuan inti dari VSM adalah untuk mewujudkan proses bisnis sesuai dengan yang diinginkan oleh pelanggan. Adapun simbol-simbol yang digunakan dalam penggambaran *value stream mapping* adalah Sihombing (Sihombing 2010):

1. *Process Box*



Gambar 2. 1 Process Box

Lambang ini menyatakan proses, operasi mesin atau departemen yang melalui aliran material. Secara khusus, untuk menghindari pemetaan setiap langkah proses yang tidak diinginkan, maka lambang ini biasanya merepresentasikan satu departemen dengan aliran internal yang kontiniu.

2. *Data box*

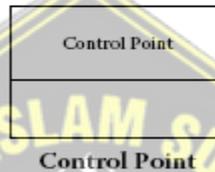
Total C/T = 24 sec.
C/O = 76 min.
Uptime = 85%
Availability: 60%

Data Box

Gambar 2. 2 Data Box

Lambang ini memiliki informasi/data yang dibutuhkan untuk menganalisis dan mengamati system.

3. *Control point*



Gambar 2. 3 Control Point

Lambang ini menunjukkan adanya kontrol atau pemeriksaan. Pemeriksaan atau kontrol dapat berupa kontrol produksi, kontrol MRP dan lain-lain.

4. *Eksternal Source (Vendor dan konsumen)*



Gambar 2. 4 Eksternal Source (Vendor dan konsumen)

Lambang ini merepresentasikan *supplier* bila diletakkan di kiri atas, yakni sebagai titik awal yang umum digunakan dalam penggambaran aliran material. Sementara gambar akan merepresentasikan *customer* bila ditempatkan di kanan atas, biasanya sebagai titik akhir aliran material.

5. *Customer demand and takt time box*

Customer Demand: 100 pieces per Month (Takt Time 96 minutes)
--

**Customer Demand
and Takt Time Box**

Gambar 2. 5 Customer Demand and Ttakt Time Box

Kotak ini berisikan tentang jumlah permintaan produk.

6. *Inventory*

Gambar 2. 6 Inventory

Lambang ini menunjukkan keberadaan suatu *inventory* diantara dua proses. Ketika memetakan *current state*, jumlah *inventory* dapat diperkirakan dengan satu perhitungan cepat dan jumlah tersebut dituliskan dibawah gambar segitiga. Lambang ini juga digunakan untuk merepresentasikan penyimpanan bagi *raw material* dan *finished goods*.

7. *Push arrow*

Gambar 2. 7 Push Arrow

Lambang ini merepresentasikan pergerakan material dari satu proses menuju proses berikutnya. *Push* (mendorong) memiliki arti bahwa proses dapat memproduksi sesuatu tanpa memandang kebutuhan cepat dari proses yang bersifat *downstream*.

8. *Manual info*

Gambar 2. 8 Manual Communication

Gambar anak panah yang lurus dan tipis menunjukkan aliran informasi umum yang biasa diperoleh melalui catatan, laporan ataupun percakapan.

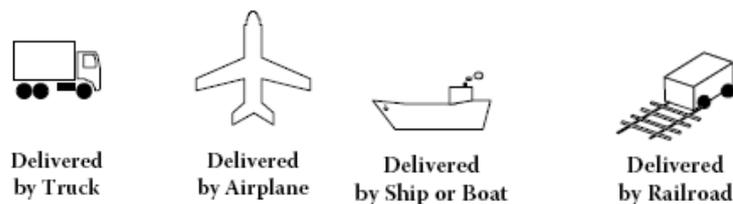
9. *Electronic info*

Gambar 2. 9 Electronic Communication

Gambar anak panah yang bercabang ini merepresentasikan aliran elektronik seperti melalui: *Electronic Data Interchange* (EDI), internet, intranet, LAN (*Local Area Network*), WAN (*Wide Area Network*). Melalui anak panah ini, maka dapat

diindikasikan jumlah informasi atau data yang dipertukarkan, jenis media yang digunakan seperti fax, telepon dan juga jenis data yang dipertukarkan itu sendiri.

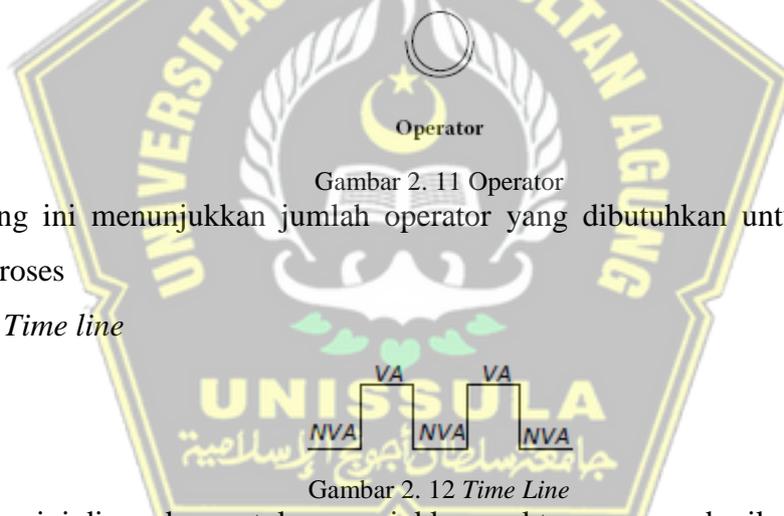
10. Pengiriman (*shipment*)



Gambar 2. 10 Pengiriman

Lambang ini berarti pengiriman yang dilakukan dari *supplier* ke konsumen dengan menggunakan pengangkutan eksternal (di luar pabrik).

11. Operator



Gambar 2. 11 Operator

Lambang ini menunjukkan jumlah operator yang dibutuhkan untuk melakukan suatu proses

12. Time line

Lambang ini digunakan untuk menunjukkan waktu yang memberikan nilai tambah (*cycle times*) dan waktu yang tidak memberikan nilai tambah (waktu menunggu). Lambang ini digunakan untuk menghitung *lead time* dan *total cycle time*.

Langkah pembuatan *value stream mapping* dibagi kedalam lima langkah, yaitu:

1. Identifikasi produk.

Pada tahap ini ditentukan produk mana yang akan dipilih untuk penerapan *value stream mapping*.

2. Membuat *current state value stream mapping*.

Setelah dipilih produk yang akan diteliti maka dibuat *value stream mapping* pada kondisi proses sekarang.

3. Evaluasi peta sekarang dan identifikasi daerah yang menjadi masalah.

Setelah pembuatan *value stream mapping* kondisi sekarang, kemudian dilakukan evaluasi terhadap proses dan langkah-langkah dalam membuat produk tersebut. Semua informasi kemudian disusun kedalam sebuah peta dan dilakukan analisa. Pada setiap tahap, parameter yang dijadikan acuan meliputi *cycle time*, *takt time*, *work in progress (WIP)*, *setup time*, *down time*, *number of worker* dan tingkat *scrab*. *Value stream mapping* mengidentifikasi dimana terjadi penambahan *Value* pada proses manufaktur. *Value stream mapping* juga menunjukkan semua langkah lain yang tidak terjadi penambahan *value*.

4. Buat *future state value stream mapping*.

Setelah analisa dan evaluasi dilakukan pada proses pembuatan produk sekarang, maka masalah sudah dapat diidentifikasi. Setelah dilakukan minimasi daerah masalah pada proses sekarang, maka dibuat peta yang menggambarkan proses setelah terjadi perubahan.

5. Implementasi.

Setelah dilakukan perbaikan dan penggambaran peta setelah perbaikan, maka langkah selanjutnya yang akan diambil adalah mengimplementasikannya.

Pada VSM terdapat beberapa perhitungan yang digunakan, yaitu perhitungan untuk *uptime*, *lead time WIP* dan kapasitas. *Uptime* merupakan persentase waktu yang tersedia pada setiap mesin selama proses produksi. Perhitungan *uptime* dapat dilihat seperti pada persamaan (1) :

$$Uptime = \frac{Available\ time - Changeover}{Available\ time} \times 100\% \quad (1)$$

Untuk mengetahui *lead time WIP*, terlebih dahulu menghitung kapasitas produksi per hari setiap mesin dengan persamaan (2) dan rumus untuk perhitungan *lead time WIP* seperti pada persamaan (3):

$$\text{Kapabilitas} = \frac{\text{Available time}}{\text{Cycle time}} \quad (2)$$

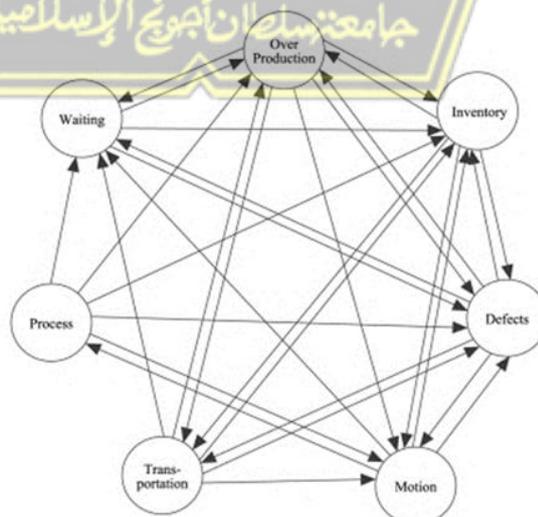
$$\text{Lead time WIP} = \frac{\text{WIP}}{\text{Kapabilitas}} \quad (3)$$

2.2.6 Waste Assessment Model

Menurut (Khannan and Haryono 2017) *Waste Assessment Model* (WAM) merupakan suatu model yang dikembangkan untuk menyederhanakan pencarian dari permasalahan *waste* dan mengidentifikasi untuk mengeliminasi *waste*. Model ini menggambarkan hubungan antar *seven waste* (O: *Overproduction*, P: *Processing*, I: *Inventory*, T: *Transportation*, D: *Defect*, W: *Waiting*, dan M: *Motion*).

2.2.6.1 Seven Waste Relationship

Mengungkapkan bahwa hubungan antar *waste* memang sangat kompleks, hal ini disebabkan pengaruh dari tiap *waste* dapat muncul secara langsung maupun tidak langsung. Hubungan antar *waste* yang satu dengan yang lain dapat disimbolkan dengan menggunakan huruf pertama pada tiap *waste* O untuk *overproduction*, I untuk *inventory*, D untuk *defect*, M untuk *motion*, P untuk *process*, T untuk *Transportation*, W untuk *waiting* dan tiap hubungan ditandai dengan simbol garis bawah “_”, misalnya, O_I yang berarti bahwa efek secara langsung dari *overproduction* terhadap *inventory*. Hubungan ketujuh tipe pemborosan ditampilkan pada Gambar 13.



Gambar 2. 13 Hubungan antar tipe pemborosan

Melalui gambar Hubungan Antar Tipe Pemborosan diatas, dapat diketahui bahwa adanya pemborosan yang mempengaruhi dan pemborosan yang dipengaruhi.

2.2.6.2 Waste Relationship Matrix

Menurut Kurniawan (2012) *Waste Relationship Matrix* (WRM) digunakan untuk menganalisa pengukuran kriteria hubungan antar pemborosan. WRM merupakan matriks yang terdiri dari baris dan kolom, dimana setiap baris menunjukkan pengaruh tiap *waste* terhadap keenam tipe *waste* lainnya sedangkan setiap kolom menunjukkan *waste* yang dipengaruhi oleh *waste* lainnya. Kriteria pertanyaan kuesioner WRM ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. 2 Kuesioner Waste Relationship Matrix (WRM)

No.	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Bobot
1.	Apakah <i>i</i> mengakibatkan <i>j</i> ?	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	4 2 0
2.	Bagaimana tipe hubungan antara <i>i</i> dengan <i>j</i>	a. Jika <i>i</i> naik, maka <i>j</i> naik b. Jika <i>i</i> naik, maka <i>j</i> tetap c. Acak, tidak tentu tergantung keadaan	2 1 0
3.	Dampak <i>j</i> dikarenakan oleh <i>i</i> ?	a. Tampak secara langsung, dan jelas b. Butuh waktu agar terlihat c. Tidak terlihat	4 2 0
4.	Bagaimana cara menghilangkan akibat <i>i</i> terhadap <i>j</i>	a. Melalui metode <i>engineering</i> b. Melalui metode sederhana dan langsung c. Melalui solusi instruksional	2 1 0
5.	Dampak <i>j</i> dikarenakan oleh <i>i</i> , berpengaruh pada	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Kualitas dan <i>lead time</i> f. Produktivitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas dan <i>lead time</i>	1 1 1 2 2 2 4
6.	Pada tingkat apa <i>i</i> berdampak pada <i>j</i> dalam meningkatkan durasi <i>lead time</i>	a. Tingkat tinggi b. Tingkat menengah c. Tingkat rendah	4 2 0

Keterangan:

1. *i* adalah pemborosan tipe *i*
2. *j* adalah pemborosan tipe *j*
3. *i* merupakan salah satu dari ketujuh tipe pemborosan dan dampaknya *j*

Setiap jawaban memiliki bobot tersendiri yang kemudian dihitung untuk mendapatkan skor akhir dari masing-masing kriteria pertanyaan. Jawaban yang

sudah diperoleh dari masing-masing kriteria kemudian dijumlahkan untuk mendapatkan hasil apakah hubungan pemborosan bersifat kuat atau lemah berdasarkan rentang penilaian. Setiap rentang penilaian memiliki simbol berbeda-beda untuk memudahkan dalam mengidentifikasi yang lebih jelasnya ditampilkan pada Tabel 3.

Rentang	Tipe Hubungan	Simbol
17 s/d 20	Mutlak diperlukan	A
13 s/d 16	Sangat penting	E
9 s/d 12	Penting	I
5 s/d 8	Biasa	O
1 s/d 4	Tidak penting	U

Gambar 2. 14 Rentang Kriteria Penilaian

Setelah seluruh data dikumpulkan sesuai dengan prosedur, kemudian data dikonversi kedalam bentuk WRM sesuai kriteria pada Tabel 3 untuk memperlihatkan tingkat hubungan pemborosan. Contoh WRM diperlihatkan pada Gambar 14.

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

Gambar 2. 15 Waste Relationship Matrix

Setelah membuat WRM dan melihat hasilnya, dapat terlihat bagaimana ketujuh tipe pemborosan saling memberi dampak satu sama lain. Hasil WRM harus divalidasi untuk mengetahui persentase pengaruh dari setiap tipe pemborosan

2.2.6.3 Waste Assessment Questionnaire

Menurut (Rawabdeh 2005) yang dikembangkan Kurniawan (2012) *Waste Assessment Questionnaire* dibuat untuk mengidentifikasi dan mengalokasikan *waste* yang terjadi pada lini produksi. WAQ terdiri dari 68 pertanyaan berbeda, yang

memperkenalkan penggunaan alokasi pemborosan. Setiap pertanyaan merepresentasikan aktivitas, kondisi, atau perilaku yang mungkin menyebabkan pemborosan. Beberapa pertanyaan menyatakan “*From*”, artinya pertanyaan ini merepresentasikan tipe pemborosan yang mungkin menyebabkan pemborosan lainnya dengan referensi dari WRM. Beberapa pertanyaan lainnya menyatakan “*To*”, artinya pertanyaan ini merepresentasikan tipe pemborosan yang mungkin disebabkan pemborosan lainnya. Ringkasan kuesioner WAQ dapat dilihat pada Tabel 4 dan kuesioner lengkapnya dapat dilihat pada Lampiran

No.	Aspek dan Daftar Pertanyaan	Jenis Pertanyaan	Kategori Pertanyaan	Hubungan Pemborosan	Penilaian		
					Ya	Sedang	Tidak
1	Apakah pihak manajemen sering melakukan pemindahan operator untuk semua pekerjaan (mesin) sehingga suatu jenis pekerjaan bisa dilakukan oleh semua operator?	<i>To Motion</i>	<i>Man</i>	B			
...							
68	Apakah hasil quality control, uji produk, dan evaluasi dilakukan dengan ilmu keteknikan?	<i>From Defect</i>	<i>Method</i>	B			

Gambar 2. 16 Pertanyaan Kuisisioner WAQ

Karena terdapat perbedaan karakteristik dari setiap pertanyaan, maka terdapat penambahan kolom yaitu hubungan pemborosan. Kolom ini berisi keterangan “A” dan “B” yang mempunyai arti saling berkebalikan. Keterangan “A” mengartikan apabila jawaban yang dipilih “Ya”, artinya terdapat pemborosan dan jika keterangannya “B” berlaku sebaliknya. Untuk setiap jawaban dibedakan berdasarkan tiga pilihan, “Ya” maka diberi bobot 1, “Sedang” maka diberi bobot 0,5, “Tidak” maka diberi bobot 0. Kuesioner yang sudah lengkap kemudian harus divalidasi untuk mendapatkan hasil dari tujuan yang ingin dicapai. Sebelum melakukan validasi, setiap tipe pertanyaan harus dihitung jumlahnya. Hasil skor (S_j) diperoleh dengan menggunakan persamaan (1) dan frekuensi (F_j) diperoleh dari menghitung dengan mengabaikan nilai nol.

$$S_j = \sum_{K=1}^K \frac{W_{jk}}{N_i} \quad (1)$$

dimana:

S_j adalah skor bobot hubungan pemborosan

K adalah *range* antara 1 sampai 68

W adalah pemborosan

j adalah tipe pemborosan

N_i adalah jumlah pertanyaan

Langkah terakhir yaitu dengan memasukan nilai hasil kuesioner kedalam tabel bobot hasil WRM yang sudah dihilangkan efek variansinya. Setiap bobot hasil WRM dikalikan dengan nilai hasil kuesioner.

Hasil skor (s_j) diperoleh dengan menggunakan persamaan (2) berikut ini.

$$s_j = \sum_{k=1}^K X_k \times \frac{W_{jk}}{N_i} \quad (2)$$

dimana:

s_j adalah skor pemborosan

K adalah *range* antara 1 sampai 68

Setelah semua nilai diperoleh, langkah selanjutnya adalah menghitung faktor indikasi untuk setiap tipe pemborosan menggunakan persamaan (3) berikut ini.

$$Y_j = \frac{s_j}{S_j} \times \frac{f_j}{F_j} \quad (3)$$

dimana:

Y_j adalah indikasi untuk setiap jenis pemborosan

s_j adalah skor pemborosan setelah dikalikan dengan hasil kuesioner

S_j adalah skor bobot hubungan pemborosan

Untuk mengindikasikan bagaimana pemborosan dapat saling mempengaruhi, diperlukan probabilitas dari masing-masing tipe pemborosan. Cara mencari probabilitas nilai pemborosan dilakukan dengan mengkalikan nilai “*From*” dan “*To*” pada hasil *waste matrix values* sehingga didapatkanlah nilai (P_j).

Langkah terakhir adalah mencari refleksi bagaimana setiap tipe pemborosan dapat mempengaruhi pemborosan lain dengan mencari nilai (Y_{jfinal}) faktor.

Perhitungan nilai (Y_{final}) dilakukan dengan menggunakan persamaan (3) berikut ini.

$$Y_{final} = Y_j \times P_j$$

$$= \frac{S_j}{s_j} \times \frac{f_j}{F_j} \times P_j \quad (3)$$

dimana:

Y_{final} adalah nilai untuk setiap tipe pemborosan

2.2.7. Value Stream Analysis Tools (VALSAT)

Menurut (Kurniawan 2012) *Value stream analysis tool* 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.

Terdapat 7 macam *detailed mapping Tools* yang paling umum digunakan yaitu:

1. Process Activity Mapping (PAM)

Tool ini dipergunakan untuk mengidentifikasi lead time dan produktivitas baik aliran produk fisik maupun aliran informasi, tidak hanya dalam ruang lingkup perusahaan maupun juga pada area lain dalam supply chain. Tools ini digunakan untuk memetakan semua aktivitas (operasi, transportasi, inspeksi, delay, dan storage). Tahap selanjutnya dengan mengelompokkan sesuai dengan tipe aktivitas yang ada, yaitu value adding activities (VA), necessary but non-value adding activities (NNVA), dan non-value adding activities (NVA). Value added adalah aktivitas yang memberikan nilai terhadap produk dan pelanggan sehingga aktivitas ini harus selalu ditingkatkan. Necessary non value added adalah aktivitas yang masih diperlukan dalam melakukan proses produksi tetapi tidak memberikan nilai tambah terhadap produk. Non value added adalah aktivitas yang ada dalam proses yang tidak memiliki nilai tambah untuk produk. Hal ini bertujuan untuk memahami aliran proses dan dimana terjadi waste agar dapat dilakukan perbaikan. Ada lima tahap pendekatan dalam process activity mapping secara umum.

1) Memahami aliran proses.

- 2) Mengidentifikasi pemborosan
- 3) Mempertimbangkan apakah proses dapat disusun ulang pada rangkaian yang lebih efisien.
- 4) Mempertimbangkan aliran yang lebih baik, melibatkan aliran layout dan rute transportasi yang berbeda.
- 5) Mempertimbangkan apakah segala sesuatu yang telah dilakukan pada tiap *stage* benar-benar perlu dan apa yang akan terjadi jika hal-hal yang berlebihan tersebut dihilangkan.

2. *Supply Chain Response Matrix* (SCRM)

Metode ini merupakan sebuah grafik yang menjelaskan hubungan *inventory* dan *lead time* pada jalur distribusi sehingga terlihat perkembangan maupun penurunannya dan bertujuan untuk memperbaiki dan mempertahankan tingkat pelayanan disetiap jalur dengan prinsip biaya rendah.

3. *Production Variety Funnel* (PVF)

Metode ini menggunakan sebuah teknik visual untuk memetakan variasi produk pada tiap tahapan proses. Teknik ini dapat digunakan juga untuk mengidentifikasi produk generic menjadi specific. Merupakan teknik pemetaan visual dengan memetakan jumlah variasi produk pada tiap tahapan proses manufaktur dan dapat menunjukkan area bottleneck untuk membuat kebijakan inventory.

4. *Quality Filter Mapping* (QFM)

Sebuah tools yang bermanfaat untuk mengidentifikasi letak permasalahan kualitas yang tidak sesuai atau cacat. Tipe cacatnya antara lain product defect (lolos ke tangan customer karena terlewat pada saat inspeksi), scrap defect (cacat tidak sampai ke customer hanya lingkungan perusahaan dan masuk inspeksi), dan service defect (berkaitan dengan cacat kualitas pelayanan).

5. *Demand Amplification Mapping* (DAM)

Peta yang berdasar low of industrial dynamics, keadaan dimana sepanjang rantai suplai mengalami variasi kebijakan order dengan berbagai pergerakan dari downstream sampai upstream. Dari informasi tersebut dapat digunakan

dalam pengambilan keputusan dan analisa lebih lanjut baik untuk mengantisipasi adanya perubahan permintaan mengelola fluktuasi, serta evaluasi kebijakan inventori.

6. *Decision Point Analysis (DPA)*

Menjelaskan hubungan *trade off* antara lead time sesuai dengan pilihan dan dengan tingkat inventori yang berbeda sesuai dengan kebutuhan untuk menutupi kebutuhan selama persediaan belum ada dan pilihan untuk melakukan *forecasting*.

7. *Physical Structure (PS)*

Merupakan sebuah tools yang digunakan untuk memahami kondisi rantai suplai di lantai produksi. Hal ini diperlukan untuk memahami kondisi industri itu, bagaimana operasinya, Implementasi leandan dalam mengarahkan perhatian pada area yang mungkin belum mendapatkan perhatian yang cukup untuk pengembangan.

Berikut ini merupakan perbandingan dari ketujuh *detailed mapping tools* yang telah dijabarkan di atas:

<i>Waste</i>	PAM	SCRM	PVF	QFM	DAM	DPA	PS
<i>Overproduction</i>	L	M		L	M	M	
<i>Waiting</i>	H	H	L		M	M	
<i>Transport</i>	H						L
<i>Inappropriate Processing</i>	H		M	L		L	
<i>Unnecessary Inventory</i>	M	H	M		H	M	L
<i>Unnecessary Motion</i>	H	L					
<i>Defects</i>	L			H			
<i>Overall Structure</i>	L	L	M	L	H	M	H

Gambar 2. 17 Detail Mapping Tools

(Sumber: Hines & Rich, 1997)

Dimana: H = *High correlation and usefulness* = 9

M = *Medium correlation and usefulness* = 3

L = *Low correlation and usefulness* = 1

Tabel 5 merupakan skala VALSAT. Diketahui bahwa setiap *waste* memiliki skala *ordinal low, mid, dan high*. Masing-masing skala *ordinal* tersebut kemudian diubah menjadi skala numerik, dengan himpunan nilai [1, 3, 9]. Dengan mengalikan bobot *waste* dengan skala tersebut maka akan diperoleh *skor overall structure*. Kemudian diketahui nilai tertinggi dari semua *detailed mapping tools* yang akan digunakan.

2.2.8. Root Cause Analysis (RCA)

(Redaksi 2014) *Root Cause Analysis (RCA)* adalah salah satu alat (*tool*) yang digunakan dalam inisiatif *problem solving*, untuk membantu menemukan akar penyebab (*root cause*) dari masalah yang kini sedang dihadapi.

Berikut ini merupakan langkah – langkah penggunaan *tool RCA* sebagai teknik *problem solving* :

Langkah 1 – Definisikan Masalah

- Masalah apa yang sedang terjadi pada saat ini?
- Jelaskan simptom yang spesifik, yang menandakan adanya masalah tersebut!

Langkah 2 – Kumpulkan Data

- Apakah anda memiliki bukti yang menyatakan bahwa masalah memang benar ada?
- Sudah berapa lama masalah tersebut ada?
- *Impact* apa yang dirasakan dengan adanya masalah tersebut?

Dalam tahap ini, harus dilakukan analisa mendalam sebelum anda melangkah untuk melihat faktor-faktor yang berperan dalam timbulnya masalah. Untuk membuat *Root Cause Analysis* yang anda jalankan efektif, kumpulkanlah perwakilan-perwakilan dari setiap departemen yang terlibat (mulai dari staf ahli hingga staf garda depan), yang memahami situasinya. Orang-orang yang memang familiar dengan masalah tersebutlah yang mampu membantu anda mendapat pemahaman akan situasi saat ini. Untuk mempermudah, pada tahap ini anda bisa menggunakan metode CATWOE. Tool ini akan memberikan kemampuan untuk melihat sebuah situasi dari berbagai perspektif: yaitu *Customer* (pelanggan), *Actor*

(karyawan yang terlibat), *Transformation Process* (proses yang mengalami masalah), *World View* (gambaran besar, dan area mana yang mengalami impact paling besar), *Owner (process owner)*, dan *Environmental Constraint* (hambatan dan keterbatasan yang akan mempengaruhi keberhasilan solusi yang akan dijalankan).

Langkah 3 – Identifikasi Penyebab yang Mungkin

- Jabarkan urutan kejadian yang mengarah kepada masalah!
- Pada kondisi seperti apa masalah tersebut terjadi?
- Adakah masalah-masalah lain yang muncul seiring/mengikuti kemunculan masalah utama?

Dalam tahap ini, lakukan identifikasi sebanyak mungkin penyebab masalah yang bisa anda dan tim pikirkan. Dalam banyak kasus, orang akan mengidentifikasi satu atau dua faktor kausal, lalu berhenti. Padahal satu atau dua itu belum cukup untuk menemukan akar masalah yang sebenarnya. RCA dilakukan bukan hanya untuk menghilangkan satu dua masalah di permukaan. RCA akan membantu menggali lebih dalam dan menghilangkan akar dari keseluruhan masalah.

Langkah 4 – Identifikasi Akar Masalah (Root Causes)

- Mengapa faktor kausal tersebut ada?
- Alasan apa yang benar-benar menjadi dasar kemunculan masalah?

Gunakan tool yang sama dengan yang digunakan dalam langkah 3 untuk mencari akar dari setiap faktor. Tools tersebut dirancang untuk mendorong anda dan tim menggali lebih dalam di setiap level penyebab dan efeknya.

Langkah 5 – Ajukan dan Implementasikan Solusi

- Apa yang bisa dilakukan untuk mencegah masalah muncul kembali?
- Bagaimana solusi yang telah dirumuskan dapat dijalankan?
- Siapa yang akan bertanggungjawab dalam implementasi solusi?
- Adakah resiko yang harus ditanggung ketika solusi diimplementasikan?

Analisa proses identifikasi *cause-effect* anda dan temukan kebutuhan akan perubahan dalam sistem yang lain. Hal lain yang juga sangat penting, lakukan prediksi dari efek yang akan terjadi dengan penerapan solusi. Dengan cara ini,

anda dapat menghindari/menghilangkan masalah sebelum mereka muncul ke permukaan.

2.3 Hipotesa dan Kerangka Teoritis

2.3.1 Hipotesa

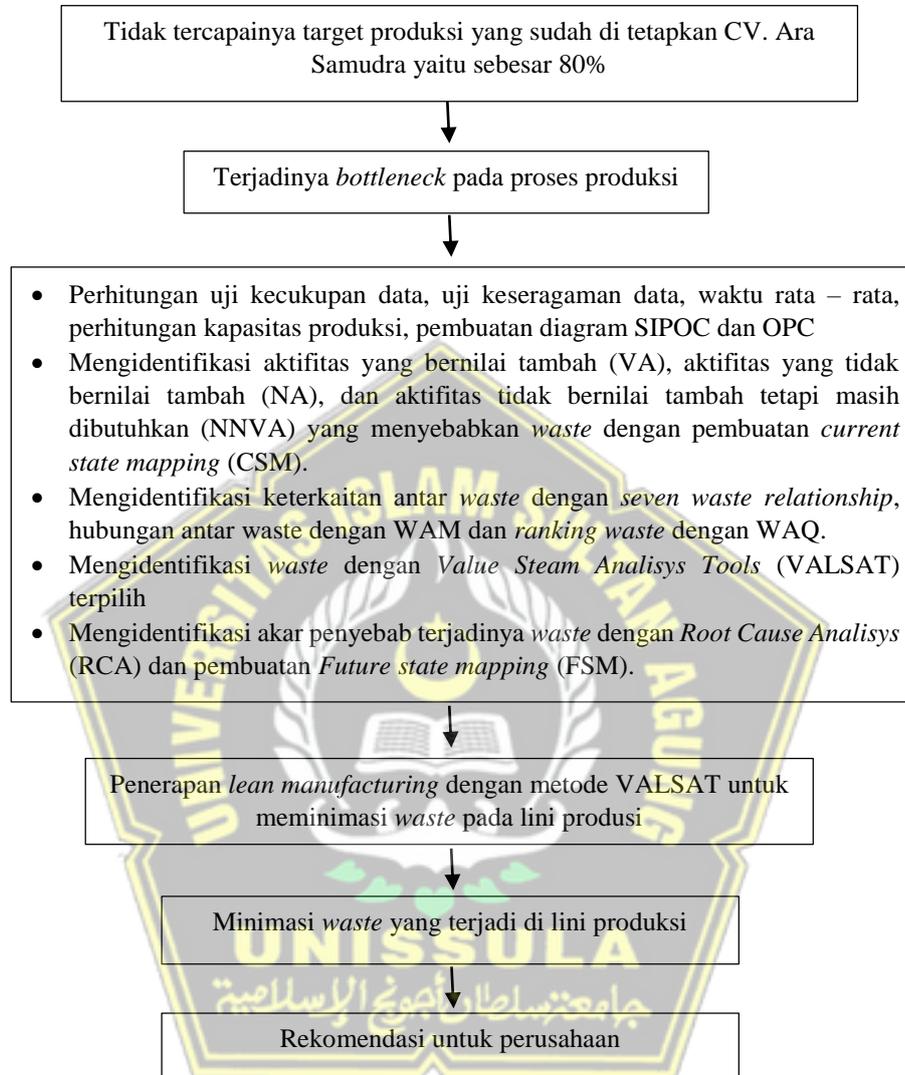
Dalam Penelitian ini, tujuan yang akan dicapai adalah mencari penyelesaian untuk memperbaiki proses produksi meja, kursi, lemari, dan cermin karena hasil produksi yang di hasilkan tidak mencapai target produksi yang sudah di tetapkan perusahaan yaitu sebesar 80%. Hal tersebut diindikasikan terjadi karena kecepatan *cycle time* yang melambat dalam mengerjakan proses produksi meja dan juga disebabkan tingkat kecacatan yang sangat berpengaruh.

Dengan pendekatan *Lean Manufacturing* menggunakan metode VALSAT pada penelitian-penelitian terdahulu mampu mereduksi pemborosan yang ada saat ini di perusahaan dengan tujuan untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) atau kegiatan yang tidak bernilai tambah.



2.3.2 Kerangka Teoritis

Adapun kerangka teoritis dari penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 2. 18 Kerangka Teoritis

BAB III

METODE PENELITIAN

Metode penelitian adalah sebuah langkah-langkah atau cara yang digunakan untuk mencari dan memperoleh data-data yang diperlukan dan selanjutnya diproses menjadi informasi sesuai dengan permasalahan yang diteliti. Langkah-langkah yang akan ditempuh dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.1 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. Observasi Lapangan

Tahapan ini bertujuan untuk mengetahui kondisi real yang ada pada perusahaan, dengan diperolehnya gambaran tersebut diharapkan dapat mengetahui pendekatan yang sesuai dalam *lean manufacturing* pada lini produksi yang sedang berjalan yang dapat diterapkan dip perusahaan.

b. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan mencari referensi dari beberapa sumber berupa buku-buku, jurnal, artikel ilmiah, dan lain-lain yang dapat mendukung dalam penelitian dan kemudian dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah sesuai dengan topik.

c. Perumusan Masalah

Perumusan masalah pada penelitian ini adalah cara merancang *lean manufacturing* untuk mengurangi *waste* pada proses produksi sehingga biaya produksi dapat diminimalkan dengan menggunakan metode Valsat sebagai sebuah teknik penyelesaian.

3.2 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 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. Data sekunder dalam penelitian ini yaitu Bahan baku dan keluhan, Jenis mesin produksi dan *handling equipment*, Waktu, jenis serta lama terjadinya kerusakan, Jumlah produksi perawatan tahunan dan bulanan, Waktu proses produksi tahunan dan Pengumpulan data pemborosan perusahaan.

3.3 Pengolahan Data

Pengolahan data pada lini produksi sebagai penerapan *lean manufacturing* menggunakan metode *value stream mapping* yaitu Tahap pertama, melakukan observasi terhadap perusahaan. Tahap kedua untuk mengidentifikasi *waste* dengan WRM. Tahap ketiga adalah pembobotan serta perhitungan nilai *waste assessment questionnaire*, *waste relationship value*. Tahap keempat adalah pemilihan *mapping tools* dengan cara mengalikan hasil pembobotan *waste* dengan skala yang ada pada tabel *value stream analysis tools*. Tahap kelima adalah *mapping* dengan *tools* yang terpilih. Tahap keenam menganalisa akar penyebab masalah dengan RCA. Kemudian melakukan usulan perbaikan. Dan yang terakhir membuat *Future State Mapping*.

3.4 Analisa dan Interpretasi Hasil

Pada tahap ini diberikan analisa terhadap hasil dari pengolahan data yang telah dilakukan sebelumnya. Analisa yang dilakukan mulai dari awal yaitu dari pengolahan data sampai dengan hasil dari perbaikan permasalahan.

3.5 Kesimpulan dan Saran

Tahap akhir penelitian ini adalah penarikan kesimpulan atas keseluruhan hasil yang diperoleh dari langkah-langkah penelitian yang dilakukan. Penarikan kesimpulan ini merupakan jawaban dari permasalahan yang ada. Selain itu juga akan diberikan saran sebagai masukan yang positif berkaitan dengan hasil penelitian.

3.6 Objek Penelitian

Penelitian dilakukan pada CV Ara Samudra dimana perusahaan bergerak dalam produksi mebel. Perusahaan berlokasi di jalan Plamongan sari V no. 48, Kecamatan Pedurungan, Semarang, Jawa Tengah. Objek penelitian yang diamati adalah produk mebel yang diantaranya kursi, meja laptop, cermin, dan rak. Peneliti disini berfokus untuk meneliti produk meja. Waktu untuk melakukan penelitian dimulai dari November 2020 hingga Februari 2021.



Gambar 3. 1 Meja

Dibawah ini merupakan uraian penjelasan dari prosedur penelitian tugas akhir ini yang bisa dilihat pada alur penelitian gambar 3.2 dibawah :

1. Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data dilakukan untuk mengetahui apakah data pengamatan yang telah dilakukan sudah cukup atau belum cukup. Rumus untuk menghitung kecukupan data adalah sebagai berikut :

$$N' = \left[\frac{K/S \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right]^2$$

2. Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data dilakukan untuk mengukur apakah data pengamatan yang telah diambil berada dalam batas kontrol atas dan batas kontrol bawah atau dikatakan seragam. Rumus yang digunakan untuk

menghitung keseragaman data adalah sebagai berikut :

$$(BKA) = \bar{X} + k.\sigma$$

$$(BKA) = \bar{X} - k.\sigma$$

$$(\sigma) = \sqrt{\frac{\sum(xi-\bar{x})^2}{N-1}}$$

3. Menghitung waktu rata-rata

Waktu rata-rata yang digunakan merupakan waktu siklus proses. Data waktu siklus ini digunakan untuk membuat *current state mapping* proses pembuatan mebel meja. Rumus yang digunakan untuk menghitung waktu rata-rata yaitu :

$$Ws = \frac{\text{Jumlah seluruh data yang diambil}}{\text{Banyaknya data pengamatan yang diambil}}$$

4. Pembuatan Diagram SIPOC

Pembuatan diagram ini digunakan untuk mengidentifikasi semua elemen yang relevan yang meliputi pemasok (*supplier*). Masukan (*input*), proses (*process*), dan pelanggan (*customer*).

5. Pembuatan *current state mapping*

Data yang dibutuhkan dalam membuat *current state mapping* yaitu seperti CT (*Cycle Time*) yaitu waktu proses, CO (*Changover Time*) yaitu waktu set-up mesin, Delay (Waktu Tertunda), *Transportation* (Waktu Transportasi), Jumlah Pekerja dan *Availability* (Tingkat Ketersediaan Waktu). Proses pembuatan *currentstate mapping* yaitu :

- a. Melakukan identifikasi kegiatan-kegiatan yang bernilai *value added*, *non value added time* dan *necessary but non value added*.
- b. Membuat peta kategori proses

Langkah-langkah dalam membuat peta kategori proses yaitu mengisi nama proses dibagian atas *process box*, memasukkan data seperti jumlah CT (*Cycle Time*) yaitu waktu proses, CO (*Changover Time*) yaitu waktu set-up mesin, Delay (Waktu Tertunda), *Transportation*

(Waktu Transportasi), Jumlah Pekerja dan Availability

c. Membentuk peta aliran keseluruhan pabrik

Aliran ini berisi aliran material dan aliran informasi, aliran informasi sendiri terdiri dari manual *information flow* dan *electronic information flow*.

6. Mengidentifikasi *waste* dengan WAM

Pada tahap ini melakukan pembobotan dengan menggunakan model WAM yang terdiri dari *seven relationship matrix*, *waste relationship matrix* (WRM) dan *waste assessment questionnaire* (WAQ). Berikut ini merupakan langkah- langkahnya :

a. Identifikasi *Waste*

Langkah ini yaitu mengumpulkan data untuk proses identifikasi terhadap *waste* dengan memanfaatkan konsep *waste assessment model*, pengumpulan data ini dilakukan dengan cara *brainstorming* dan kuesioner ditujukan untuk *leader* produksi, *Warehouse* dan *Quality Control*.

b. Pembobotan

Langkah ini yaitu melakukan pembobotan terhadap kuesioner keterkaitan antar *waste* dengan mengakumulasikan nilai bobot pada setiap pertanyaan yang disajikan pada kuesioner, dengan dilakukan pembobotan tersebut dapat diketahui tipe hubungan antar *waste*.

c. Membuat *Waste Relationship Matrix* (WRM)

Langkah ini yaitu membuat *waste relationship matrix*, WRM digunakan untuk menganalisis kriteria pengukuran. Pada baris matrix WRM menunjukkan suatu jenis *waste* tertentu mempengaruhi terhadap jenis *waste* lainnya. Sedangkan pada kolom matrix WRM menunjukkan munculnya *waste* yang dipengaruhi oleh *waste* lainnya. *Waste relationship matrix* dibuat berdasarkan hasil perhitungan pembobotan keterkaitan antar *waste* pada kuesioner yang nantinya akan dikuantifikasikan dengan *waste value matrix*.

d. Membuat *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ)

Langkah ini yaitu melakukan pembobotan kuesioner penilaian waste dengan menggunakan algoritma waste assessment questionnaire sehingga dapat diketahui peringkat waste secara berurutan dari peringkat terbesar sampai dengan peringkat terkecil.

7. Mengidentifikasi Waste VALSAT

Setelah didapatkan hasil akhir dari proses pembobotan dengan WRM dan WAQ, lalu langkah selanjutnya adalah melakukan pemilihan tools VALSAT (*Detail Mapping Tools*) yang tepat sesuai dengan jenis waste yang terjadi. Berikut ini merupakan langkah-langkahnya :

a. Menentukan Peringkat *Mapping Tools*

Pada langkah ini bobot yang telah didapatkan melalui WRM dan WAQ selanjutnya akan dihitung kembali dengan menggunakan matrix seleksi tujuh tools VALSAT. Selanjutnya untuk mengetahui peringkat *mapping tools* dari tujuh tool VALSAT dilakukan dengan cara mengalikan hasil pembobotan waste dengan skala yang ada pada tabel VALSAT. Penggunaan tools VALSAT bertujuan untuk mengetahui penyebab timbulnya pemborosan pada *value stream*.

b. Pemilihan *Detail Mapping Tools*

Pada langkah ini setelah diketahui peringkat tools VALSAT selanjutnya dilakukan analisa secara detail dengan memilih tools VALSAT. Pemilihan tools VALSAT yang digunakan hanya pada ranking terbesar saja. Berikut ini merupakan *detail mapping tools* :

1. *Process Activity Mapping* (PAM)
2. *Supply Chain Response Matrix* (SCRM)
3. *Production Variety Funnel* (PVF)
4. *Quality Filter Mapping* (QFM)
5. *Demand Amplification Mapping* (DAM)
6. *Decision Point Analysis* (DPA)
7. *Physical Structure* (PS)

8. Mencari Akar Penyebab Terjadinya *Waste* dengan Metode RCA

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

9. Pemberian Usulan Perbaikan

Pada tahap ini peneliti memberikan usulan berdasarkan akar penyebab permasalahan berdasarkan pada perhitungan sehingga harapannya usulan yang diberikan jika di terapkan dapat mengurangi *waste* yang terjadi di perusahaan.

10. Pembuatan *Future State Value Stream Mapping*

Pada tahap ini dilakukan pembuatan *future state mapping*, dimana di dalam peta ini menggambarkan keadaan yang diusulkan setelah dilakukan perbaikan dengan tujuan untuk meminimalisir *waste*. Setelah *future state mapping* dibuat dilakukan perbandingan dengan *current state mapping*. Data yang dibutuhkan dalam membuat *current state mapping* yaitu seperti CT (*Cycle Time*) yaitu waktu proses, CO (*Changover Time*) yaitu waktu set-up mesin, Delay (Waktu Tertunda), *Transportation* (Waktu Transportasi), Jumlah Pekerja dan *Availability* (Tingkat Ketersediaan Waktu). Proses pembuatan *current state mapping* yaitu :

1. Melakukan identifikasi kegiatan-kegiatan yang bernilai *value added*, *non value added time* dan *necessary but non value added*.
2. Membuat peta kategori proses

Langkah-langkah dalam membuat peta kategori proses yaitu mengisi nama proses dibagian atas *process box*, memasukkan data jumlah CT (*Cycle Time*) yaitu waktu proses, CO (*Changover Time*) yaitu waktu *set-up* mesin, Delay (Waktu Tertunda), *Transportation* (Waktu Transportasi), Jumlah Pekerja dan *Availability*.

c. Membentuk peta aliran keseluruhan pabrik

Aliran ini berisi aliran material dan aliran informasi, aliran informasi sendiri terdiri dari manual information flow dan electronic information flow.

3.7 Mengidentifikasi Masalah

Hal yang menjadi dasar dalam pengidentifikasi masalah ini adalah berdasarkan latar belakang permasalahan sebagai penelitian.

3.8 Studi Lapangan

Pada tahap ini peneliti langsung terjun kelapangan untuk meninjau permasalahan yang ada sehingga didapatkan informasi yang akurat mengenai data-data yang didapat dari laporan perusahaan sesuai dengan kondisi di lapangan.

3.9 Menentukan Tujuan Penelitian

Tujuan yang didefinsikan akan dihubungkan dengan permasalahan agar dapat memberikan solusi terhadap permasalahan tersebut. Tujuan penelitian ini adalah usulan untuk mereduksi *waste* (pemborosan) pada proses produksi.

3.10 Studi Pustaka

Pada tahap ini mencari referensi dari internet, Jurnal dan buku berkaitan dengan metode yang akan diterapkan pada penelitian, sehingga menghasilkan pekerjaan yang efektif. Studi pustaka ini juga usaha untuk memahami konsep dasar ilmu pengetahuan sehingga dapat menunjang dalam konsep penelitian ini.

3.11 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan beberapa metode yaitu sebagai berikut :

1. Observasi

Observasi atau pengamatan langsung di lantai produksi dilakukan untuk pembuatan layout produksi, pengukuran time study dengan menggunakan stopwatch dalam mencari data waktu proses operasi, data waktu set up mesin, serta data waktu transportasi.

2. Wawancara

Sedangkan wawancara dan penyebaran kuesioner dilakukan untuk mendapatkan skor yang kemudian dikonversi menjadi bobot dari waste.

Penyebaran kuesioner diberikan kepada responden yang dianggap memahami bidang kajian penelitian yaitu bagian produksi, bagian warehouse dan quality control. Pengumpulan data dapat dibagi menjadi pengumpulan data primer dan pengumpulan data sekunder seperti dibawah ini :

a. Data primer

Data primer merupakan data yang diperoleh langsung dari objek penelitian dengan menggunakan teknik pengumpulan data secara observasi untuk pengambilan waktu proses operasi, waktu setup mesin, waktu transportasi, wawancara dan penyebaran kuesioner untuk mendapatkan skor waste.

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dalam bentuk yang sudah jadi seperti data produksi dan gambaran umum perusahaan, serta dari beberapa literatur seperti jurnal penelitian.

3.12 Metode *Analysis*

Pada tahap ini dilakukan analisis data yang telah diperoleh dari lapangan dengan menggunakan metode sebagai berikut :

1. Melakukan pengamatan awal yaitu identifikasi proses produksi
2. Melakukan perumusan masalah yang terjadi di lini produksi
3. Melakukan penentuan tujuan penelitian
4. Pengumpulan data primer yang meliputi data jumlah produksi, alur proses produksi, jumlah operator dan mesin, data *defect*, data *inventory* dan pengambilan data waktu proses operasi, waktu *set up* mesin, waktu transportasi di setiap bagian proses dengan *stopwatch time study*. Sedangkan data sekunder meliputi data gambaran umum perusahaan, layout produksi.
5. Perhitungan uji kecukupan data dan uji keseragaman data.
6. Perhitungan waktu rata-rata waktu siklus.
7. Pembuatan diagram SIPOC (*supplier, input, process, output dan customer*).
8. Pembuatan *current state mapping*.
9. Perhitungan bobot dan peringkat waste dengan model waste assessment model (WAM).

10. Pemilihan tools VALSAT yang tepat sesuai dengan waste yang terjadi di perusahaan.
11. Mengidentifikasi waste dengan tools VALSAT yang terpilih.
12. Analisa waste pada current state mapping.
13. analisa hasil pembobotan *waste assessment* model, analisa hasil tools VALSAT dan analisa pemborosan.
14. Analisa akar penyebab masalah dengan *root cause analysis* (RCA).
15. Usulan perbaikan
16. Pembuatan *future state mapping*.
17. Melakukan perbandingan *current state mapping* dengan *future state mapping*.

3.13 Pengujian Hipotesa

Pada tahap ini akan dilakukan pengujian hipotesa dengan tujuan agar permasalahan yang telah dibuat pada perumusan masalah dapat terpecahkan dan ditemukan solusi yang tepat dengan cara membuat current state mapping dahulu, lalu menemukan pemborosan apa yang terjadi di lini produksi, kemudian melakukan identifikasi dan pembobotan waste dengan menggunakan model waste assessment model. Setelah diketahui bobot waste kemudian dilakukan analisa dengan value stream analysis tools, setelah itu mencari akar penyebab masalah dan usulan perbaikan serta perancangan future state mapping.

3.14 Pembahasan

Pada tahap pembahasan ini selanjutnya akan dilakukan pembahasan dari hasil pembuatan *current state mapping*, hasil identifikasi dan pembobotan waste dengan *waste assessment model*, hasil identifikasi waste dengan tools VALSAT, menemukan akar penyebab masalah menggunakan *root cause analysis* sampai dengan pembahasan rancangan *future state mapping* dan analisis persentase pengurangan waktu setelah dilakukan perbaikan.

3.15 Penarikan Kesimpulan

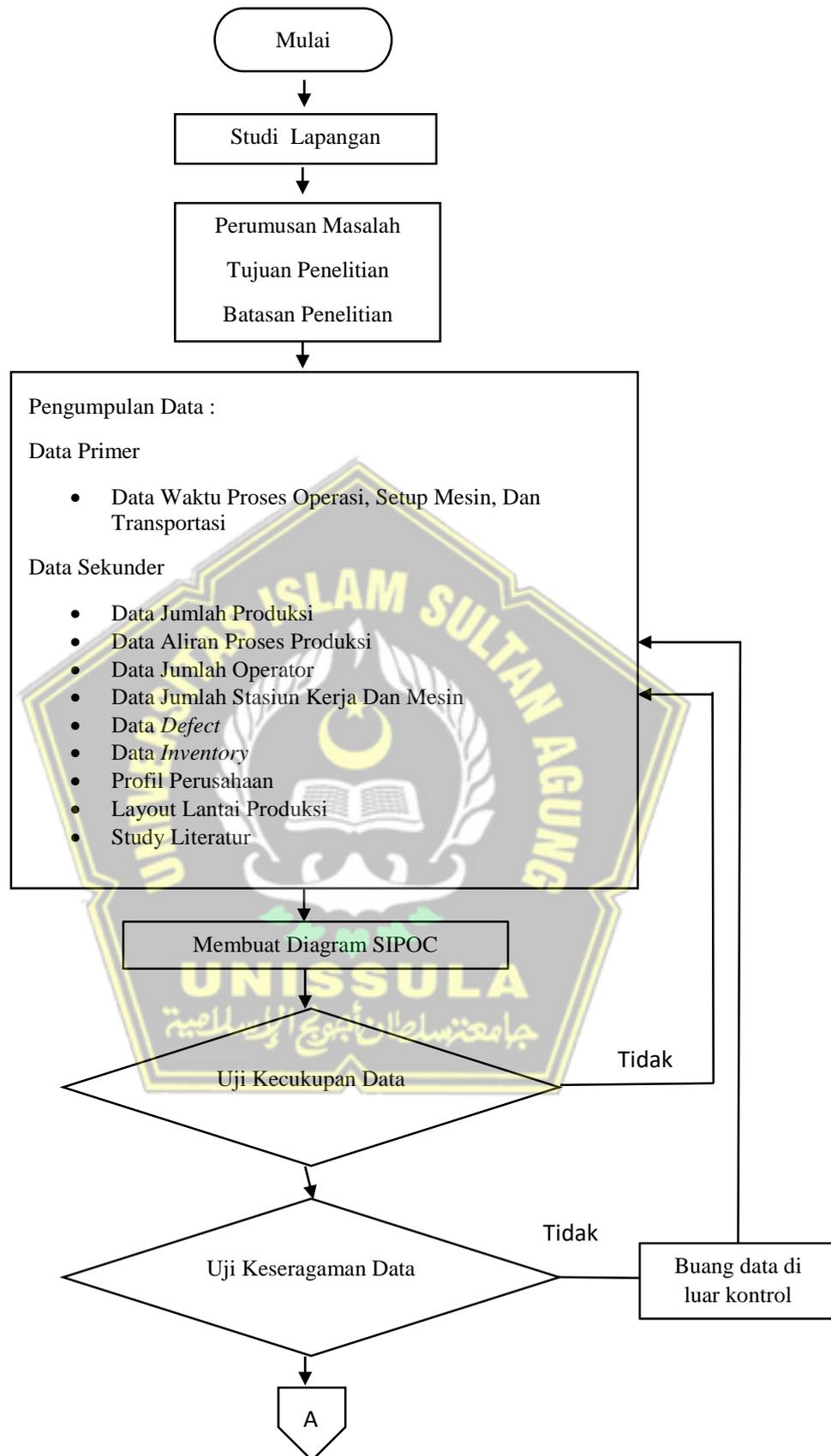
Langkah terakhir dari penelitian ini adalah penarikan kesimpulan yang berisi tentang hasil akhir atau kesimpulan yang diperoleh dari pengolahan data sesuai

dengan tujuan penelitian. Selain itu juga berisi saran yang bermanfaat bagi perusahaan sebagai masukan dari hasil penelitian.

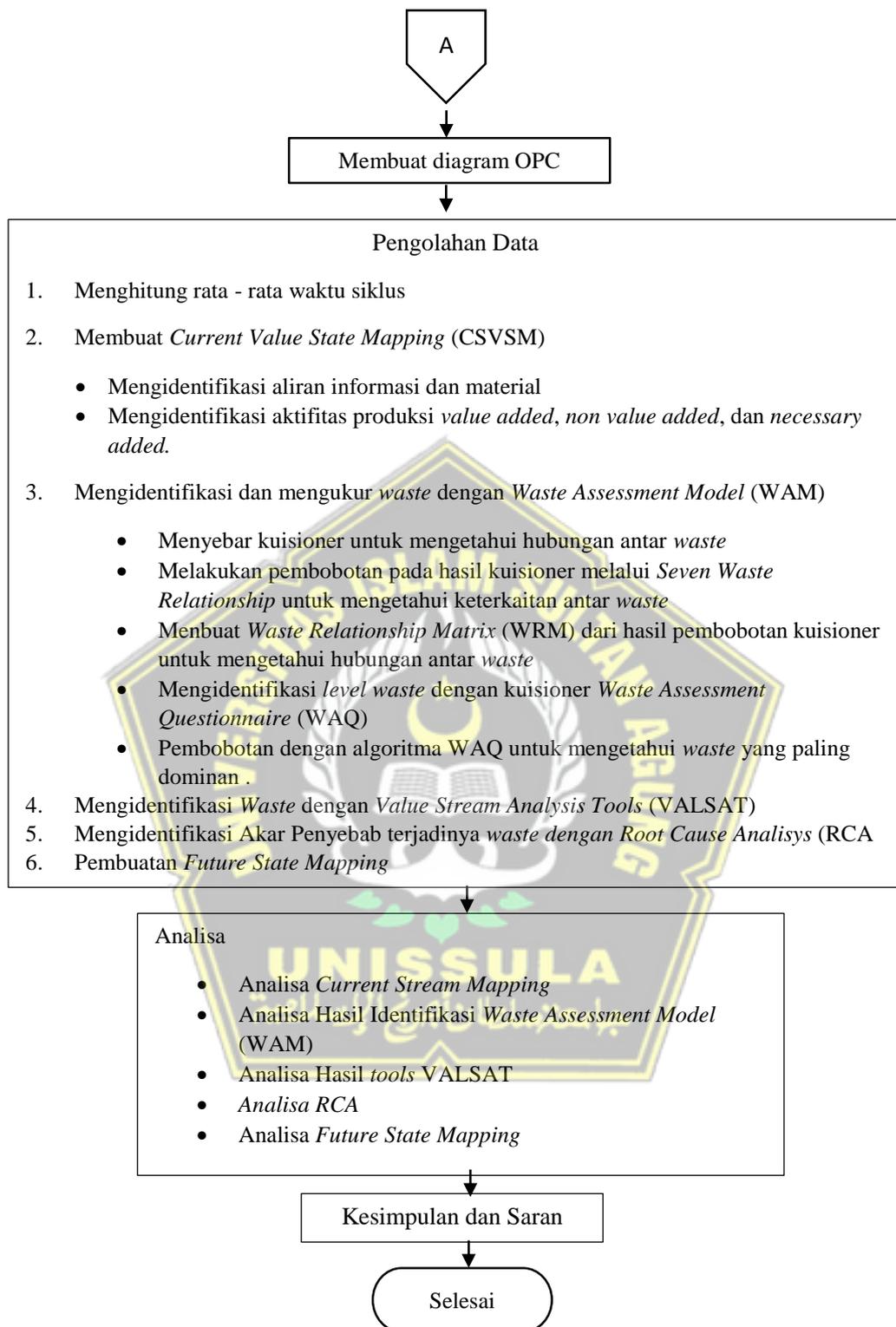
3.16 Diagram Alir Penelitian

Prosedur penelitian dalam penelitian tugas akhir ini dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut ini :





Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.2 Lanjutan

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan merupakan data yang diambil dari proses produksi mebel di CV. Ara Samudra.

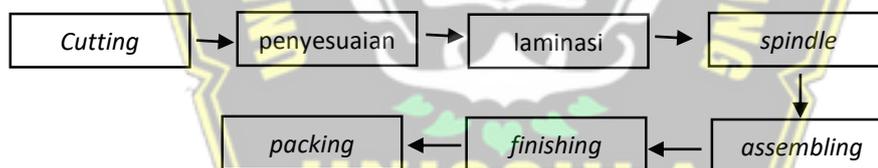
4.1.1 Gambaran Umum Perusahaan

CV. Ara Samudra merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak dibidang mebel. Perusahaan ini didirikan pada tahun 2015 dan berlokasi di jalan Plamongansari V No. 48, Kecamatan Pedurungan, Kota Semarang Jawa tengah. Produk yang di produksi oleh CV. Ara Samudra yaitu kursi, meja laptop, rak tv, cermin dan juga menerima orderan kastem sesuai permintaan konsumen.

Produk-produk yang dihasilkan oleh CV. Ara Samudra dipasarkan tidak hanya di tanah air tetapi juga di luar negeri. Contohnya seperti perusahaan luar dari Amerika yaitu perusahaan X yang telah menjadi konsumen tetap dari CV. Ara Samudra. Untuk pengiriman dalam negeri perusahaan CV. Ara Samudra juga banyak memiliki konsumen tetap dari perusahaan-perusahaan dari berbagai kota seperti dari Jakarta, Surabaya, Bandung, Kendal dan masih banyak lagi. Kayu yang digunakan menggunakan kayu mahoni dan kayu jawa. Produk yang sering di pesan oleh perusahaan luar adalah seperti meja, kursi, dan cermin.

4.1.2 Gambaran Proses Produksi Mebel

Proses produksi yang dilakukan di CV. Ara Samudra itu berdasarkan pesanan dari perusahaan-perusahaan yang sudah menjadi pembeli tetap, dan juga berdasarkan *request* dari customer. Dan juga CV. Ara Samudra membuat *stock ready* di gudang. Sehingga jika ada *customer* yang ingin memesan meubel seperti kursi, meja, cermin, rak buku *stock ready* tersebut bisa menjadi referensi produk yang ingin dipesan oleh *customer*. Proses produksi mebel pertama kali dimulai dari *Warehouse* yaitu penyortiran bahan baku berupa kayu. Jenis kayu yang digunakan yaitu kayu jenis kayu mahoni dan kayu jawa. Kemudian dilanjutkan dengan inspeksi bahan baku dengan menghitung jumlah bahan baku dan pemeriksaan kualitas bahan baku, apakah sudah sesuai standart pabrik atau belum. Proses produksi di CV. Ara Samudra memiliki 7 stasiun kerja yaitu stasiun kerja *cutting*, stasiun kerja penyesuaian ukuran tebal dan tipis, stasiun kerja laminasi/pengeleman, stasiun kerja pola *spindle*, stasiun kerja *assembling*, stasiun kerja *finishing* dan pengecatan, dan stasiun kerja *packing*. Dibawah ini merupakan proses alur produksi meubel yang dilakukan di CV. Ara Samudra :



Gambar 4. 1 Proses Alur Produksi Meubel

Uraian alur proses produksi meubel di CV. Ara Samudra sebagai berikut :

1. *Cutting* (Stasiun kerja 1)

Pada stasiun kerja ini, kayu diambil dari *Warehouse* kemudian disesuaikan dengan orderan terlebih dahulu apakah kursi, meja atau yang lainnya. Kemudian diproses di mesin *table dow* yaitu kayu dipotong panjang dulu kemudian lebarnya. Kemudian diratakan dengan mesin *jointer*.

2. Penyesuaian / *Thickneser*

Pada stasiun dilakukan pengukuran ketebalan dan ketipisan kayu yang diinginkan.

3. Laminasi (Stasiun kerja 2)

Pada stasiun kerja ini, bahan yang sudah disesuaikan atau sudah dipotong dan ditentukan ketebalannya kemudian di laminasi atau dilakukan pengeleman pada bagian kayu yang akan disambungkan atau di *assembling* nantinya.

4. *Spindle*

Pada stasiun kerja ini dilakukan pola kasar kemudian dihaluskan menggunakan *spindle*. Lalu dilakukan potong finish final untuk kemudian dilakukan konstruksi sesuai gambar pesanan atau orderan dari *buyer*.

5. *Assembling*

Pada stasiun kerja *assembling*, dilakukan perakitan secara manual. Perakitan dari kayu yang sudah dipotong dan disesuaikan ketebalan atau ketipisannya pada proses *spindle* yang memakan waktu kurang lebih 30 menit, sesuai dengan besar kecilnya ukuran produk yang dibuat atau di *assembling*.

6. *Finishing* (Stasiun kerja 3)

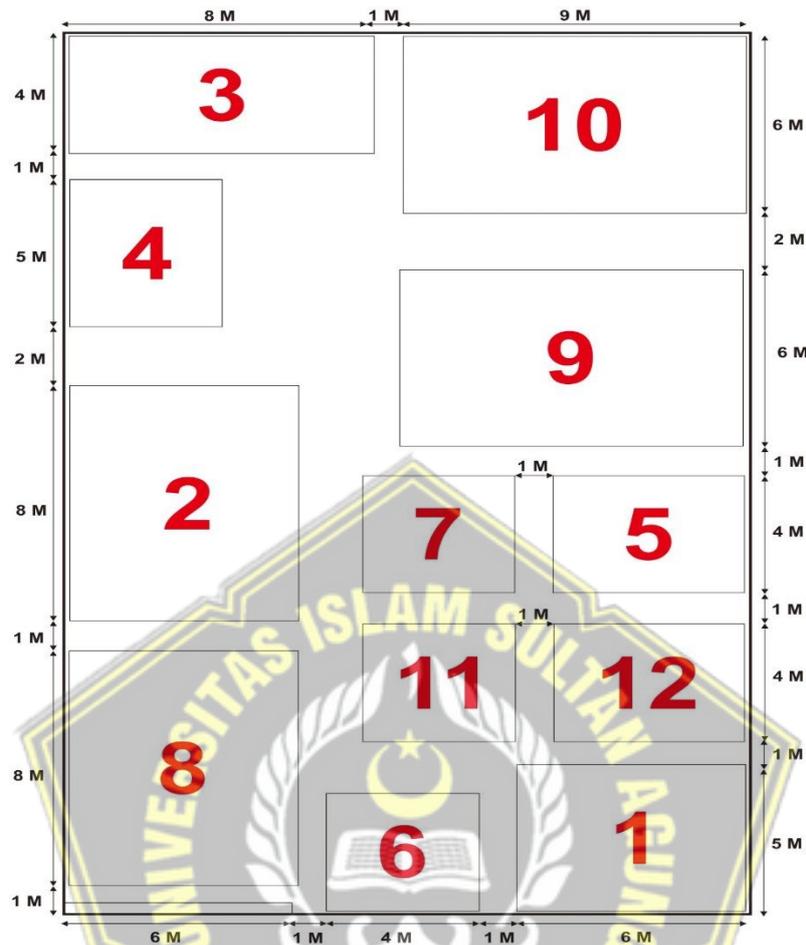
Pada stasiun kerja *Finishing*, dilakukan penghamplasan manual pada permukaan kayu yang sudah di rakit secara manual tadi dan dilakukan pengecatan pada kayu, lalu di sending dasaran yang berfungsi untuk menutup pori-pori pada kayu, lalu dilakukan pengecatan kembali untuk warna final.

7. *Packing*

Pada stasiun kerja terakhir ini, *packing* dilakukan di sebarang lokasi proses produksi. Lokasinya dipisah dari proses produksi agar lebih terstruktur dalam melakukan proses pengemasan produk yang siap kirim.

4.1.3 *Layout* Produksi

Layout perusahaan proses produksi meubel di CV. Ara Samudra sebagai berikut :



Keterangan :

Gambar 4. 2 Layout Perusahaan

1. Gudang
2. Proses *cutting*
3. Proses Pperataan
4. Proses Ukur Tebal
5. Proses Pengeleman
6. Proses Pola Kasar
7. Proses Potong *Finish*
8. Proses Perakitan
9. Proses Pengamplasan
10. Proses Ppengecatan
11. Proses *Sending*
12. Proses *Packing*

4.1.4 Data Jumlah Mesin Produksi

Pada proses produksi meubel yang menggunakan mesin dalam prosesnya yaitu pada stasiun kerja *cutting*, penyesuaian dan *spindle*. Stasiun kerja yang

prosesnya dilakukan secara manual yaitu stasiun kerja laminasi, stasiun kerja *assembling*, stasiun kerja *finishing*, dan stasiun kerja *packing*. Berikut merupakan penjelasan tentang mesin-mesin pada proses pengerjaan produksi meubel :

Tabel 4. 1 Data Jumlah Mesin Produksi

Stasiun kerja	Proses	Nama Mesin	Jumlah mesin(unit)
<i>Cutting</i>	Perataan	<i>Jointer</i>	1
	Belah	<i>Table Dow</i>	1
<i>Thicknesser</i>	Ketebalan	<i>Thicknesser</i>	1
<i>Spindle</i>	Penghalusan	<i>Spindle</i>	1

4.1.5 Data Man Power

Pada proses produksi meubel di CV. Ara Samudra memiliki 3 stasiun kerja dimana disetiap stasiun kerja terdapat tenaga kerja manusia. Diantaranya sebagai berikut :

Tabel 4. 2 Tabel Stasiun Kerja

Stasiun kerja	Elemen kerja	Man power (orang)
<i>Cutting</i>	<i>Table dow</i>	1
	Perataan / <i>Jointer</i>	1
	Ukur ketebalan/tipis kayu	1
<i>Assembling</i>	Pengeleman	1
	Pola kasar	1
	Potong <i>finish</i>	2
<i>Finishing</i>	Perakitan	6
	Penghamplasan	2
	Pengecatan	2
	sanding	2
	Pengemasan produk	10

4.1.6 Data Kecacatan Produk

Berdasarkan data historis perusahaan pada proses produksi meubel, jumlah kecacatan produk pada bulan Juni – Oktober 2020 :

Tabel 4. 3 Tabel Data Kecacatan Produk

No	Periode (Bulan) Tahun 2020	Jumlah Cacat Produk (pcs)
1	Juni	12
2	Juli	15
3	Agustus	7
4	September	9
5	Oktober	10
Total		53



4.1.7 Data Waktu Pengukuran

Data waktu pengukuran ini meliputi data waktu proses operasi, transportasi, dan waktu *set up* mesin.

4.1.8.1 Waktu Proses Operasi

Tabel 4. 4 Tabel Waktu Proses Operasi

No	proses	Pengamatan ke-(detik)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Proses Table dow	40,12	39,31	41,20	41,05	40,57	40,86	38,11	39,10	40,47	42,29
2	Proses Perataan	27,31	25,61	26,33	26,19	26,63	27,75	26,24	26,44	27,82	26,81
3	Proses Ukur ketebalan	15,03	14,69	15,21	15,39	14,22	14,70	14,62	15,17	14,32	15,11
4	Proses Pengeleman	58,20	59,34	59,15	58,71	57,93	59,29	57,41	60,05	59,56	60,38
5	Proses Pola kasar	57,22	57,63	57,72	58,23	56,85	56,31	57,79	57,17	56,97	58,56
6	Proses Potong <i>finish</i>	17,11	16,51	16,28	17,76	17,82	15,32	16,05	17,42	15,63	17,30
7	Proses Perakitan	61,73	60,58	62,31	62,11	63,91	62,80	63,04	62,65	63,55	62,44
8	Proses Penghamplasan	81,20	82,56	81,36	84,61	76,29	78,51	81,48	82,49	81,69	80,29
9	Proses Pengecatan	178,40	183,53	180,71	181,22	181,73	183,55	182,37	185,49	179,66	185,07
10	Proses Sending	63,20	65,33	64,82	62,38	68,93	65,78	68,35	71,24	74,79	72,50
11	Proses Pengemasan produk	47,32	45,95	46,71	43,10	51,43	45,65	48,62	52,39	50,13	49,73

4.1.8.2 Waktu Transportasi

Dibawah ini merupakan hasil data transportasi yang diperoleh dari proses produksi meubel di CV. Ara Samudra, sebagai berikut :

Tabel 4. 5 Tabel Waktu Transportasi

No	Proses	Pengamatan ke-(detik)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Dari gudang ke proses <i>cutting</i>	7,58	7,21	6,77	7,15	7,35	6,71	7,15	7,29	6,81	7,03
2	Dari proses <i>cutting</i> ke proses perataan	4,82	5,57	5,33	5,84	5,63	5,29	5,75	5,15	4,92	4,81
3	Dari proses perataan ke proses ukur tebal	5,63	5,75	5,21	5,26	4,80	5,29	5,34	5,12	4,84	4,71
4	Dari ukur tebal ke proses pengeleman	2,93	2,51	2,65	2,46	2,52	2,21	2,78	2,45	2,77	2,53
5	Dari pengeleman ke proses pola kasar	5,31	5,89	5,75	6,03	6,17	6,23	5,78	6,37	5,83	6,02
6	Dari pola kasar ke proses potong <i>finish</i>	3,39	3,64	3,48	3,15	2,95	3,24	3,22	3,17	2,98	3,45
7	Dari potong <i>finish</i> ke proses perakitan	6,31	6,78	6,86	7,29	7,13	6,73	6,52	6,77	7,18	6,90
8	Dari perakitan ke proses penghamplasan	9,31	9,54	9,20	9,56	10,17	10,41	10,43	10,36	10,52	10,39

9	Dari penghamplasan ke proses pengecatan	3,21	3,54	3,12	2,89	3,25	3,23	3,51	3,20	2,97	2,85
10	Dari pengecatan ke proses sending	2,93	2,53	2,44	2,78	3,05	2,89	3,15	2,84	2,76	3,11
11	Dari sending ke proses <i>packing</i>	13,22	12,87	13,55	14,23	13,91	13,50	14,21	14,76	14,34	14,67

4.1.8.3 Waktu *Setup* Mesin

Waktu *set up* mesin merupakan waktu persiapan mesin produksi sampai mesin tersebut bekerja sampai menghasilkan produk. Pada proses produksi ini terdapat beberapa stasiun kerja yang memerlukan waktu *set up* mesin, diantaranya stasiun kerja *cutting*, stasiun kerja penyesuaian ketebalan, dan stasiun kerja *spindle*. Berikut adalah data waktu *set up* mesin proses produksi meubel :

Tabel 4. 6 Tabel Waktu *Setup* Mesin

No	Proses	Pengamatan ke - (detik)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	<i>Table Dow/</i> belah	25,71	24,12	25,74	23,11	23,65	25,07	24,37	24,51	24,66	25,29
2	<i>Jointer/</i> perataan	8,91	8,22	9,13	8,56	7,74	8,62	8,02	8,28	7,60	8,33
3	<i>Thicknesser</i>	15,06	14,78	14,62	15,27	15,43	14,80	14,53	14,16	15,22	14,76
4	<i>Spindle/</i> penghalusan	6,45	6,30	7,05	6,82	6,28	6,19	6,73	6,41	6,92	6,52

4.1.9 Uji Kecukupan Data

Berikut ini merupakan uji kecukupan data yang digunakan untuk mengetahui cukup tidaknya data yang telah diambil setiap proses melalui pengamatan dan pengukuran secara langsung pada proses produksi. Dalam uji kecukupan data ini, digunakan tingkat kepercayaan 5% dan 95%. Uji kecukupan data yang dilakukan meliputi waktu proses, waktu transportasi, dan waktu *set up*.

4.1.9.1 Uji Kecukupan Data Waktu Proses

Tabel dibawah ini merupakan contoh perhitungan uji kecukupan data waktu proses pada *table dow / potong belah*.

Tabel 4. 7 Tabel Uji Kecukupan Data Waktu Proses

No	Xi(Detik)	Xi ²
1	40,12	1.609,6
2	39,31	1.545,3
3	41,20	1.697,4
4	41,05	1.685,1
5	40,57	1.645,9
6	40,86	1.669,5
7	38,11	1.452,4
8	39,10	1.528,9
9	40,47	1.637,8
10	42,29	1.788,5
Total	403,08	16.260,4

Diketahui :

$$N = 10$$

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

$$S = 5\% = 0,005$$

$$\sum x = 403,08$$

$$(\sum x)^2 = 162473$$

$$\sum x^2 = 16260,4$$

Perhitungan :

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

$$N = \left[\frac{2/0,05 \sqrt{10 \times 16.260,4 - 162473}}{403,08} \right]^2$$

$$N' = 1,3$$

Kesimpulan : karena $N' < N$ maka data *table dow* cukup.

Keterangan :

Xi : Data pengamatan setup mesin *cutting* ke-i

N' : Jumlah pengamatan yang seharusnya dilakukan

N : Jumlah pengamatan yang telah dilakukan

Berikut merupakan rekapitulasi hasil perhitungan uji kecukupan data proses produksi meubel.

Tabel 4. 8 Tabel Uji Kecukupan Data Proses Produksi

No	Proses	$\sum x$	$\sum x^2$	$(\sum x)^2$	N'	N	Keterangan
1	Proses Table dow	403,08	16.260,4	162473	1,3	10	Cukup
2	Proses Perataan	267,13	7.140,4	71.358	1,03	10	Cukup
3	Proses Ukur ketebalan	148,46	2.205,3	22.040	0,9	10	Cukup
4	Proses Pengeleman	590,02	34.820,19	348.123	0,35	10	Cukup
5	Proses Pola kasar	574,45	33.003,36	329.992	0,20	10	Cukup
6	Proses Potong <i>finish</i>	167,20	2802,689	27.955	4,11	10	Cukup
7	Proses Perakitan	625,12	39.085	390.775	0,30	10	Cukup
8	Proses Penghamplasan	810,48	65.735,21	656.877	1,15	10	Cukup
9	Proses Pengecatan	1821,73	33.191,7	331.870	5,15	10	Cukup

10	Proses Sending	677,32	46.030,15	458.762	7,4	10	Cukup
11	Proses Pengemasan produk	481,03	23.213,69	231.389	5,17	10	Cukup

4.1.9.2 Uji Kecukupan Data Waktu Transportasi

Tabel dibawah ini merupakan contoh perhitungan uji kecukupan data transportasi dari gudang ke proses *cutting*.

Tabel 4. 9 Tabel Uji Kecukupan Data Transportasi

No	Xi(Detik)	Xi ²
1	7,58	57,45
2	7,21	38,56
3	6,77	40,57
4	7,15	51,12
5	7,35	54,02
6	6,71	45,02
7	7,15	51,12
8	7,29	53,14
9	6,81	46,37
10	7,03	49,42
Total	71,05	505,50

Diketahui :

$$N = 10$$

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

$$S = 5\% = 0,005$$

$$\sum x = 71,05$$

$$(\sum x)^2 = 5.048,10$$

$$\sum x^2 = 505,50$$

Perhitungan :

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

$$N = \left[\frac{2/0,05 \sqrt{10 \times 505,40 - 5.048,10}}{71,05} \right]^2$$

$$N' = 2,1$$

Kesimpulan : karena $N' < N$ maka data *table dow* cukup.

Keterangan :

ξ : Data pengamatan setup mesin *cutting* ke-i

N' : Jumlah pengamatan yang seharusnya dilakukan

N : Jumlah pengamatan yang telah dilakukan

Berikut merupakan rekapitulasi hasil perhitungan uji kecukupan data untuk waktu proses transportasi pada produksi meubel.

Tabel 4. 10 Tabel Uji Kecukupan Data untuk Waktu Proses Transportasi

No	Proses	$\sum x$	$\sum x^2$	$(\sum x)^2$	N'	N	Keterangan
1	Dari gudang ke proses <i>cutting</i>	71,05	505,50	5.048,10	2,1	10	CUKUP
2	Dari proses <i>cutting</i> ke proses perataan	53,11	283,38	2.820,6	7,4	10	CUKUP
3	Dari proses perataan ke proses ukur tebal	51,95	270,93	2.698,8	6,2	10	CUKUP
4	Dari ukur tebal ke proses pengeleman	25,81	66,99	666,15	9	10	CUKUP
5	Dari pengeleman ke proses pola kasar	59,38	353,40	3.525,9	3,6	10	CUKUP
6	Dari pola kasar ke proses potong <i>finish</i>	32,67	107,17	1.067,32	6,5	10	CUKUP
7	Dari potong <i>finish</i> ke proses perakitan	68,47	469,62	4.688,14	2,7	10	CUKUP

8	Dari perakitan ke proses penghamplasan	99,89	1000,2	9.978	3,9	10	CUKUP
9	Dari penghamplasan ke proses pengecatan	31,77	101,42	1.009,3	7,71	10	CUKUP
10	Dari pengecatan ke proses sending	28,48	81,60	811,11	9,64	10	CUKUP
11	Dari sending ke proses <i>packing</i>	139,26	1.942,8	19.393,3	2,5	10	CUKUP

4.1.9.3 Uji Kecukupan Data Waktu Setup Mesin

Berikut merupakan contoh perhitungan uji kecukupan data waktu setup mesin *table dow*.

Tabel 4. 11 Tabel Uji Kecukupan Data Waktu Setup Mesin

No	Xi(Detik)	Xi ²
1	25,08	629,1
2	25,15	632,52
3	25,41	645,66
4	25,33	641,60
5	24,98	624,1
6	25,07	628,50
7	24,79	614,54
8	24,51	600,74
9	24,67	608,60
10	25,15	632,52
Total	250,14	6.257,72

Diketahui :

$$N = 10$$

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

$$S = 5\% = 0,005$$

$$\sum x = 250,14$$

$$(\sum x)^2 = 62.570,02$$

$$\sum x^2 = 6.257,76$$

Perhitungan :

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

$$N = \left[\frac{2/0,05 \sqrt{10 \times 6.257,72 - 62.570,02}}{250,14} \right]^2$$

$$N' = 0,18$$

Kesimpulan : karena $N' < N$ maka data *table dow* cukup.

Keterangan :

X_i : Data pengamatan setup mesin *cutting* ke-*i*

N' : Jumlah pengamatan yang seharusnya dilakukan

N : Jumlah pengamatan yang telah dilakukan

Berikut adalah rekapitulasi hasil perhitungan uji kecukupan data untuk waktu setup mesin *table dow*, *jointer*, *thicknesser*, dan *spindle*.

Tabel 4. 12 Tabel Uji Kecukupan Data Hasil Waktu Setup Mesin

No	Mesin	$\sum x$	$\sum x^2$	$(\sum x)^2$	N'	N	Keterangan
1	<i>Table Dow</i>	250,14	6.257,7	62.570,1	0,18	10	CUKUP
2	<i>Jointer</i>	83,41	697,82	6.957,22	4,8	10	CUKUP
3	<i>Thicknesser</i>	148,63	2.210,42	22.090,88	0,9	10	CUKUP
4	<i>Spindle</i>	65,67	432,03	4.312,54	2,8	10	CUKUP

4.1.10 Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data digunakan untuk memastikan data yang ingin diambil melalui pengamatan untuk setiap proses produksi masih berada dalam batas control atas dan bawah, sehingga tidak ada data yang berada di luar batas control atas dan control bawah

4.1.10.1 Uji Keseragaman Data Proses

Dibawah ini merupakan contoh perhitungan uji keseragaman data proses pada proses *table dow*.

Tabel 4. 13 Tabel Uji Keseragaman Data Proses

No	Xi	X ²	Xi - x	(Xi - x) ²
1	40,12	1.609,6	-0,188	0,035344
2	39,31	1.545,3	-0,998	0,996004
3	41,20	1.697,4	0,892	0,795664
4	41,05	1.685,1	0,742	0,550564
5	40,57	1.645,9	0,262	0,068644
6	40,86	1.669,5	0,552	0,304704
7	38,11	1.452,4	-2,198	4,831204
8	39,10	1.528,9	-1,208	1,459264
9	40,47	1.637,8	0,162	0,026244
10	42,29	1.788,5	1,982	3,928324
Total	403,08	16.260,4	0	12,99596

Diketahui :

N = 10

- Waktu rata-rata (\bar{x} / W_s)

$$\begin{aligned}\bar{x} / W_s &= \frac{\sum X_i}{N} \\ &= \frac{403,08}{10} = 40,308\end{aligned}$$

- Standar deviasi (σ)

$$\begin{aligned}(\sigma) &= \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{x})^2}{N-1}} \\ &= \sqrt{\frac{12,995}{10-1}} \\ &= 1,19\end{aligned}$$

- Batas Kendali Atas

$$\begin{aligned}(\text{BKA}) &= \bar{x} + k \cdot \sigma \\ &= 40,308 + (2 \times 1,19) = 42,69\end{aligned}$$

- Batas Kendali Bawah

$$(\text{BKB}) = \bar{x} - k \cdot \sigma$$

$$= 40,308 - (2 \times 1,19) = 37,928$$

- Batas kendali Atas (BKA) = $X + k \cdot \sigma$

$$= 40,308 + (2 \times 1,19) = 42,69$$

- Batas kendali Bawah (BKB) = $X - k \cdot \sigma$

$$= 40,308 - (2 \times 1,19) = 37,928$$

Tabel 4. 14 Tabel Hasil Uji Keseragaman Data

No	Proses	Rata-rata	Standar deviasi	BKA	BKB	Min	Maks	Keterangan
1	Table Dow	40,308	1,19	42,69	37,928	38,11	42,29	Seragam
2	Perataan	26,713	0,51	27,73	25,693	25,31	27,82	Seragam
3	Ukur tebal	14,846	0,15	15,14	14,546	14,22	15,39	Seragam
4	Pengeleman	59,002	0,88	60,76	57,24	57,41	60,38	Seragam
5	Pola kasar	57,445	0,45	58,34	56,54	56,31	58,56	Seragam
6	Potong <i>finish</i>	16,720	0,78	18,28	15,16	15,32	17,82	Seragam
7	Perakitan	62,512	0,88	64,27	60,75	60,58	63,91	Seragam
8	Penghamplasan	81,048	5,26	91,56	70,52	76,29	84,61	Seragam
9	Pengecatan	182,173	5,21	192,58	171,76	178,4	185,07	Seragam
10	Sending	67,732	17,1	101,93	33,532	62,38	74,79	Seragam
11	Pengemasan produk	48,103	8,3	64,703	31,503	43,1	52,39	Seragam

4.1.10.2 Uji Keseragaman Data Waktu Transportasi

Dibawah ini merupakan contoh perhitungan uji kecukupan data waktu transportasi dari gudang ke proses *cutting*.

Tabel 4. 15 Tabel Uji Keseragaman Data Transportasi

No	Xi	X2	Xi - x	(Xi - x)2
1	7,58	57,45	0,475	0,225625
2	7,21	38,56	0,105	0,011025
3	6,77	40,57	-0,335	0,112225
4	7,15	51,12	0,045	0,002025
5	7,35	54,02	0,245	0,060025
6	6,71	45,02	-0,395	0,156025
7	7,15	51,12	0,045	0,002025
8	7,29	53,14	0,185	0,034225
9	6,81	46,37	-0,295	0,087025
10	7,03	49,42	-0,075	0,005625
Total	71,05	505,50	0	0,69585

Diketahui :

$$N = 10$$

- Waktu rata-rata (\bar{x} / W_s)

$$\begin{aligned}\bar{x} / W_s &= \frac{\sum X_i}{N} \\ &= \frac{71,05}{10} = 7,105\end{aligned}$$

- Standar deviasi (σ)

$$\begin{aligned}(\sigma) &= \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{x})^2}{N-1}} \\ &= \sqrt{\frac{0,69585}{10-1}} \\ &= 0,26\end{aligned}$$

- Batas Kendali Atas

$$\begin{aligned}(\text{BKA}) &= \bar{x} + k \cdot \sigma \\ &= 7,105 + (2 \times 0,26) = 7,625\end{aligned}$$

- Batas Kendali Bawah

$$(BKB) = \bar{x} - k \cdot \sigma$$

$$= 7,105 - (2 \times 0,26) = 6,585$$

- Batas kendali Atas (BKA) = $X + k \cdot \sigma$

$$= 7,105 + (2 \times 0,26) = 7,625$$

- Batas kendali Bawah (BKB) = $X - k \cdot \sigma$

$$= 7,105 - (2 \times 0,26) = 6,585$$

Tabel 4. 16 Tabel Uji Keseragaman Data Transportasi

No	Proses	Rata-rata	Standar deviasi	BKA	BKB	Min	Maks	Keterangan
1	Dari gudang ke proses <i>cutting</i>	7,105	0,26	7,625	6,585	6,71	7,58	Seragam
2	Dari proses <i>cutting</i> ke proses perataan	5,311	0,37	6,051	4,571	4,81	5,84	Seragam
3	Dari proses perataan ke proses ukur tebal	5,195	0,33	5,855	4,535	4,71	5,75	Seragam
4	Dari ukur tebal ke proses pengeleman	2,581	0,2	2,981	2,181	2,21	2,93	Seragam
5	Dari pengeleman ke proses pola kasar	5,938	0,28	6,498	5,378	5,31	6,37	Seragam
6	Dari pola kasar ke proses potong <i>finish</i>	3,267	0,22	3,707	2,827	2,95	3,64	Seragam
7	Dari potong <i>finish</i> ke proses perakitan	6,847	0,29	7,427	6,267	6,31	7,29	Seragam
8	Dari perakitan ke proses penghamplasan	9,989	0,51	11,01	8,969	9,20	10,52	Seragam

9	Dari penghamplasan ke proses pengecatan	3,177	0,23	3,637	2,717	2,85	3,54	Seragam
10	Dari pengecatan ke proses sending	2,848	0,23	3,308	2,388	2,44	3,15	Seragam
11	Dari sending ke proses packing	13,926	0,62	15,166	12,686	12,87	14,76	Seragam

4.1.10.3 Uji Keseragaman Data Setup Mesin

Dibawah ini merupakan contoh perhitungan uji kecukupan data *setup* mesin pada mesin *table dow*.

Tabel 4. 17 Tabel Uji Keseragaman Data Setup Mesin

No	Xi	X ²	Xi - x	(Xi - x) ²
1	25,71	661,0041	1,087	1,181569
2	24,12	581,7744	-0,503	0,253009
3	25,74	662,5476	1,117	1,247689
4	23,11	534,0721	-1,513	2,289169
5	23,65	559,3225	-0,973	0,946729
6	25,07	628,5049	0,447	0,199809
7	24,37	593,8969	-0,253	0,064009
8	24,51	600,7401	-0,113	0,012769
9	24,66	608,1156	0,037	0,001369
10	25,29	639,5841	0,667	0,444889
Total	246,23	6069,5623	0	6,64101

Diketahui :

$$N = 10$$

- Waktu rata-rata (\bar{x} / W_s)

$$\begin{aligned}\bar{x} / W_s &= \frac{\sum X_i}{N} \\ &= \frac{246,23}{10} = 24,623\end{aligned}$$

- Standar deviasi (σ)

$$\begin{aligned}
 (\sigma) &= \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{x})^2}{N-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{6,64101}{10-1}} \\
 &= 0,85
 \end{aligned}$$

- Batas Kendali Atas

$$\begin{aligned}
 (\text{BKA}) &= \bar{x} + k \cdot \sigma \\
 &= 24,623 + (2 \times 0,85) = 26,323
 \end{aligned}$$

- Batas Kendali Bawah

$$\begin{aligned}
 (\text{BKB}) &= \bar{x} - k \cdot \sigma \\
 &= 24,623 - (2 \times 0,85) = 22,923
 \end{aligned}$$

- Batas kendali Atas (BKA) = $X + k \cdot \sigma$
 $= 24,623 + (2 \times 0,85) = 26,323$
- Batas kendali Bawah (BKB) = $X - k \cdot \sigma$
 $= 24,623 - (2 \times 0,85) = 22,923$

4.1.11 Perhitungan Waktu Siklus (Ws)

Berdasarkan hasil uji kecukupan dan keseragaman data dapat disimpulkan bahwa data waktu proses, waktu setup mesin, dan waktu transportasi telah cukup dan seragam, sehingga data tersebut dapat digunakan untuk pengolahan data selanjutnya. Perhitungan waktu rata-rata dilakukan untuk menentukan waktu siklus setiap proses. Dibawah ini merupakan perhitungan waktu siklus proses, setup mesin dan transportasi.

4.1.11.1 Waktu Siklus Proses

Berikut ini merupakan contoh perhitungan waktu siklus proses pada proses *table dow* :

Tabel 4. 18 Tabel Waktu Siklus Proses

No	Xi(Detik)
1	40,12
2	39,31
3	41,20

4	41,05
5	40,57
6	40,86
7	38,11
8	39,10
9	40,47
10	42,29
Total	403,08

$$W_s = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{403,08}{10} = 40,308$$

Berikut ini merupakan rekapitulasi hasil perhitungan waktu siklus data proses produksi meubel.

Tabel 4. 19 Tabel Hasil Waktu Siklus Data Proses Produksi

No	Proses	$\sum x$	N	Ws (Detik)
1	Proses Table dow	403,08	10	40,308
2	Proses Perataan / <i>Jointer</i>	267,13	10	26,713
3	Proses Ukur ketebalan/ <i>Thickneser</i>	148,46	10	14,846
4	Proses Pengeleman	590,02	10	59,002
5	Proses Pola kasar/ <i>spindle</i>	574,45	10	57,445
6	Proses Potong <i>finish</i>	167,20	10	16,720
7	Proses Perakitan	625,12	10	62,512
8	Proses Penghampelasan	810,48	10	81,048
9	Proses Pengecatan	1821,73	10	182,173
10	Proses Sending	677,32	10	67,732
11	Proses Pengemasan produk	481,03	10	48,103

4.1.11.2 Waktu Siklus Transportasi

Berikut ini merupakan contoh perhitungan waktu siklus pada perhitungan dari gudang ke *cutting*.

Tabel 4. 20 Tabel Waktu Siklus Transportasi

No	Xi(Detik)
1	7,58
2	7,21
3	6,77
4	7,15
5	7,35
6	6,71
7	7,15
8	7,29
9	6,81
10	7,03
Total	71,05

$$W_s = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{71,05}{10} = 7,105$$

Berikut ini merupakan rekapitulasi hasil perhitungan waktu siklus data transportasi dari gudang ke proses *cutting*.

Tabel 4. 21 Tabel Hasil Perhitungan Waktu Siklus Data Transportasi

No	Proses	$\sum x$	N	Ws (Detik)
1	Dari gudang ke proses <i>cutting</i>	71,05	10	7,105
2	Dari proses <i>cutting</i> ke proses perataan	53,11	10	5,311
3	Dari proses perataan ke proses ukur tebal	51,95	10	5,195
4	Dari ukur tebal ke proses pengeleman	25,81	10	2,581
5	Dari pengeleman ke proses pola kasar	59,38	10	5,938

6	Dari pola kasar ke proses potong <i>finish</i>	32,67	10	3,267
7	Dari potong <i>finish</i> ke proses perakitan	68,47	10	6,847
8	Dari perakitan ke proses penghamplasan	99,89	10	9,989
9	Dari penghamplasan ke proses pengecatan	31,77	10	3,177
10	Dari pengecatan ke proses sending	28,48	10	2,848
11	Dari sending ke proses <i>packing</i>	139,26	10	13,926

4.1.11.3 Waktu Siklus Setup Mesin

Berikut ini merupakan perhitungan waktu siklus pada setup mesin

Table Dow.

Tabel 4. 22 Tabel Waktu Siklus Setup Mesin

No	Xi(Detik)
1	25,08
2	25,15
3	25,41
4	25,33
5	24,98
6	25,07
7	24,79
8	24,51
9	24,67
10	25,15
Total	250,14

$$W_s = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{250,14}{10} = 25,014$$

Berikut ini merupakan rekapitulasi hasil perhitungan waktu siklus data setup mesin pada mesin *Table Dow.*

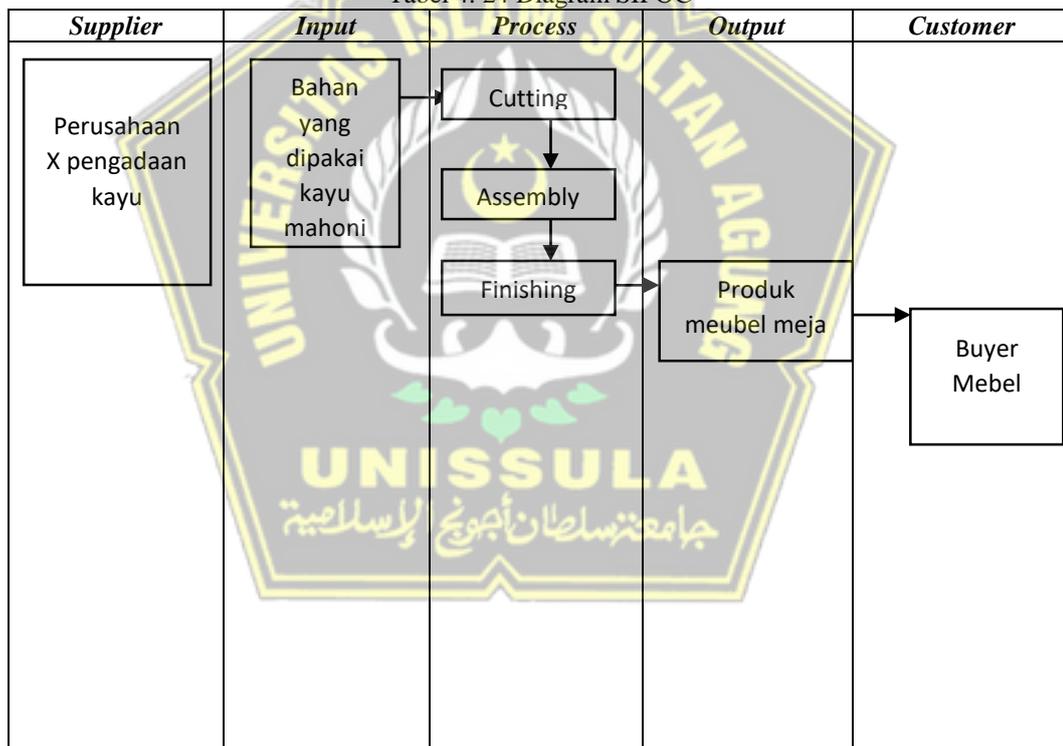
Tabel 4. 23 Tabel Hasil Waktu Siklus Setup Mesin

No	Proses	Σx	N	Ws (Detik)
1	<i>Table Dow</i>	250,14	10	25,014
2	<i>Jointer</i>	83,41	10	8,341
3	<i>Thicknesser</i>	148,63	10	14,863
4	<i>Spindle</i>	65,67	10	6,567

4.1.12 Pembuatan Diagram SIPOC

Diagram SIPOC (*Supplier Input Process Output Customer*) digunakan untuk menunjukkan aktifitas interaksi yang terjadi antara proses dengan elemen-elemen diluar proses secara garis besar yang terdiri dari *supplier* hingga customer.

Tabel 4. 24 Diagram SIPOC



4.1.13 Data Pembuatan *Current State Mapping*

Tabel 4. 25 Pengelompokan Data

No	Mesin	Aktivitas	Waktu (detik)	CYCLE TIME MENIT			
				VA	NVA	NNVA	
				PROSES	DELAY	INSPEKSI	TRANSPORTASI
1	Tabledow	Transportasi dari gudang ke proses <i>Cutting</i>	71,05				71,05
2		Setup mesin <i>TableDow</i>	246,23			246,23	
3		Proses <i>Table Dow</i>	250,14	250,14			
4		Transportasi dari <i>Table dow</i> ke perataan	53,11				53,11
5		Delay	16,99		16,99		
6	jointer	Setup mesin <i>Jointer</i>	83,41			83,41	
7		Proses perataan	267,13	267,13			
8		Transportasi dari perataan ke ukur tebal	51,95				51,95
9		Setup mesin <i>Thickneser</i>	148,63			148,63	
10	thicknesse r	Proses ukur tebal	148,46	148,46			
11		Transportasi dari <i>thickneser</i> ke pengeleman	25,81				25,81
12		Delay	441,56		441,56		

Tabel 4. 25 (Lanjutan)

13		Proses pengeleman	590,02	590,02			
14		Transportasi dari pengeleman ke pola kasar	59,38				59,38
15	spindle	Setup mesin <i>Spindle</i>	65,67			65,67	
16		Proses pola kasar/ <i>Spindle</i>	574,45	574,45			
17		Transportasi dari <i>spindle</i> ke potong finish	32,67				32,67
18		Proses potong finish	167,2	167,2			
19		Trans p.f ke perakitan	68,47				68,47
20		Delay	457,92		457,92		
21		Proses perakitan	625,12	625,12			
22		Transportasi dari perakitan ke hamplas	99,89				99,89
23		Delay	185,36		185,36		
24		Proses hamplas	810,48	810,48			
25		Transportasi dari hamplas ke cat	31,77				31,77

Tabel 4. 25 (Lanjutan)

26		Delay	1011,2 5		1011,2 5		
27		Proses pengecatan	1821,7 3	1821,73			
28		Transportasi dari pengecatan ke sending	28,48				28,48
29		Proses <i>Sending</i>	677,32	677,32			
30		Transportasi dari sending ke <i>packing</i>	139,26				139,26
Jumlah				5932,05	2113,08	543,94	661,84

Pada pembuatan current state mapping dibutuhkan beberapa data yang diperoleh melalui observasi, wawancara serta perhitungan. Data-data yang dibutuhkan sebagai berikut :

- *Availability Time (A/T)* merupakan waktu aktual yang tersedia selama satu hari kerja. Total waktu kerja di CV. Ara Samudra 8 jam per hari, yaitu mulai pukul 08.00 hingga 16.00. waktu *downtime reguler* adalah waktu yang dapat mengurangi *availability time*, seperti waktu istirahat selama satu jam yaitu pukul 12.00 – 13.00. oleh karena itu *availability time* dalam satu hari adalah 7 jam (25.200 detik).
- *Changeover Time (C/O)*
Changeover Time merupakan lama waktu yang digunakan untuk mempersiapkan mesin ketika terdapat pergantian jenis produk. *Changeover time* didapatkan berdasarkan hasil observasi dan wawancara terhadap pekerja yang berhubungan langsung dengan mesin-mesin pada setiap proses. *Changeover time* didapat pada mesin *table dow*, *jointer*, *thicknesser*, dan *spindle*.

Tabel 4. 26 Tabel Waktu Mesin

Mesin	Waktu (Detik)
<i>Table Dow</i>	25,014
<i>Jointer</i>	8,341
<i>Thicknesser</i>	14,863
<i>Spindle</i>	6,567

- *UpTime*

Uptime merupakan persentase waktu yang tersedia pada setiap mesin selama proses produksi. Uptime didapatkan dengan menggunakan perhitungan, dan berikut ini adalah contoh perhitungan pada proses pemotongan material.

$$\begin{aligned}
 \text{Uptime} &= \frac{\text{Available Time} - \text{Value Added Time}}{\text{Available Time}} \times 100\% \\
 &= \frac{25200 - 403,08}{25200} \times 100\% = 99,84\%
 \end{aligned}$$

Tabel 4. 27 UpTime

Mesin	<i>Uptime</i> (%)
<i>Table Dow</i>	98,40%
<i>Jointer</i>	98,93%
<i>Thicknesser</i>	99,41%
<i>Spindle</i>	97,72%

- Menghitung *Work In Process* (WIP)

Work in process merupakan barang atau produk setengah jadi yang menunggu untuk di proses pada proses selanjutnya. *Work in process* terjadi karena ketidaksesuaian kapasitas mesin dengan jumlah produk atau barang yang akan diproses. Jumlah WIP pada setiap proses tidak mempunyai ketentuan jumlah yang ditetapkan, maka jumlah WIP didapatkan berdasarkan observasi dan wawancara tiap operator mengenai rata-rata jumlah WIP yang harus dikumpulkan untuk dibawa ke proses selanjutnya. Setelah didapatkan WIP, dilakukan perhitungan kapasitas untuk mendapatkan lead time WIP. Berikut ini merupakan contoh perhitungan kapasitas pada proses pemotongan material pada proses *Table Dow*.

$$\text{Kapasitas} = \frac{\text{Available Time}}{\text{Cycle Time}} = \frac{25200}{403,08} = 62,51 = 62 \text{ Unit}$$

Berdasarkan perhitungan kapasitas tersebut, maka perhitungan *lead time* WIP pada proses *Table Dow* adalah sebagai berikut :

$$\text{Lead Time} = \frac{\text{WIP}}{\text{Kapasitas}} = \frac{10}{62 \text{ Unit}} = 0,161290 \text{ hari}$$

Nilai *Lead Time* pada proses *Table Dow* adalah sebesar 0,161290 hari atau 4064,5 detik.

Berikut ini merupakan rekapitulasi hasil pengolahan data untuk *current state mapping*.

Tabel 4. 28 Tabel Rekapitulasi Hasil Pengolahan Data untuk *Current State Mapping*

No	Proses	UpTime (%)	WIP (Unit)	Kapasitas	LT WIP (Hari)	LT WIP (Detik)
1	<i>Table Dow</i>	98,40%	10	62	0,161290	4064,5
2	Perataan/ <i>Jointer</i>	98,93%	10	94	0,106382	2680,8
3	Ukur tebal/ <i>Thicknesser</i>	99,41%	10	170	0,058823	1482,3
4	Pola kasar/ <i>spindle</i>	97,72%	10	44	0,227272	5727,2

4.1.14 Mengidentifikasi Aktifitas *Value Added*, *Non Value Added*, dan *Nessecary but Non Value Adeded*

Sebelum melakukan pembuatan *current state mapping*, dilakukan klasifikasi pada aktivitas *value added activity*, *non value added activity*, dan *necessary but non value added activity*. *Value added activity* merupakan segala aktivitas proses produksi yang mempunyai nilai tambah. *Non value added activity* merupakan segala aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, seperti waktu menunggu atau *delay*. Sedangkan *necessary but non value added activity* merupakan segala aktivitas dalam sistem tidak memberikan nilai tambah tetapi aktivitas tersebut diperlukan untuk menjalankan segala proses produksi, seperti waktu transportasi dan waktu *setup* mesin.

Tabel 4. 29 Tabel Aktivitas VA NVA dan NNVA

No	Aktivitas	Waktu (Detik)	Kategori		
			VA	NVA	NNVA
1	Transportasi dari gudang ke proses <i>Cutting</i>	71,05			√
2	Setup mesin <i>TableDow</i>	246,23			√
3	Proses <i>Table Dow</i>	250,14	√		
4	Transportasi dari <i>Table dow</i> ke perataan	53,11			√
5	Delay	16,99		√	
6	Setup mesin <i>Jointer</i>	83,41			√
7	Proses perataan	267,13	√		
8	Transportasi dari perataan ke ukur tebal	51,95			√
9	Setup mesin <i>Thickneser</i>	148,63			√
10	Proses ukur tebal	148,46	√		
11	Transportasi dari <i>thicknesser</i> ke pengeleman	25,81			√
12	Delay	441,56		√	
13	Proses pengeleman	590,02	√		
14	Transportasi dari pengeleman ke pola kasar	59,38			√
15	Setup mesin <i>Spindle</i>	65,67			√
16	Proses pola kasar/ <i>Spindle</i>	574,45	√		
17	Transportasi dari <i>spindle</i> ke potong finish	32,67			√
18	Proses potong finish	167,2	√		
19	Transportasi dari potong finish ke perakitan	68,47			√
20	Delay	457,92		√	
21	Proses perakitan	625,12	√		
22	Transportasi dari perakitan ke hamplas	99,89			√
23	Delay	185,36		√	
24	Proses hamplas	810,48	√		
25	Transportasi dari hamplas ke cat	31,77			√

Tabel 4. 29 (Lanjutan)

26	Delay	1011,25		√	
27	Proses pengecatan	1821,73	√		
28	Transportasi dari pengecatan ke sending	28,48			√
29	Proses <i>Sending</i>	677,32	√		
30	Transportasi dari sending ke <i>packing</i>	139,26			√
Jumlah			5932,05	2113,08	1140,11

4.1.15 Pembuatan Peta Untuk Setiap Kategori Proses

Pembuatan peta untuk setiap kategori proses dengan menggunakan data waktu siklus dilengkapi dengan data jumlah operator, *uptime*, *availability time*, dan *changeover time*. Berikut ini merupakan langkah-langkah contoh pembuatan peta kategori pada stasiun kerja *cutting*.

1. Mengisi nama proses dibagian atas *process box*.
2. Memasukkan jumlah pekerja pada proses tersebut
3. Melengkapi *process box* dengan data data jumlah operator, *uptime*, *availability time*, dan *changeover time*.

4.1.16 Pembuatan Peta Aliran Keseluruhan Pabrik

Dalam menyusun *current state mapping*, hal yang diperlukan adalah mengetahui bagaimana aliran material dan aliran informasi yang mengalir pada perusahaan tersebut.

1. Aliran Material

Aliran material menggambarkan pergerakan *raw material* dalam proses produksi sepanjang *value stream*, material utama yang diperlukan yaitu kayu yang diubah menjadi beberapa potongan kayu yang akan dirakit menjadi salah satunya kursi. Dalam mencapai hal tersebut terdapat beberapa proses produksi yaitu proses *cutting*, ukur tebal, laminasi, pola kasar atau *spindle*, perakitan atau *assembling*, *finishing* dan *packing*.

2. Aliran Informasi

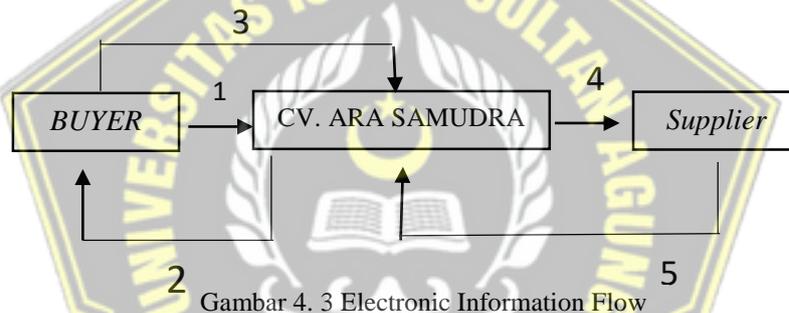
Aliran informasi yang digunakan oleh perusahaan terdiri dari dua jenis, antara lain sebagai berikut :

a. *Manual information flow*

Aliran informasi ini terjadi secara manual, antara departemen marketing dan *merchandising* dengan kepala departemen produksi, kepala departemen produksi dengan leader rantai produksi, leader produksi dengan para pekerja.

b. *Electronic Information Flow*

Aliran informasi ini disampaikan menggunakan perangkat elektronik, antara *depatemen marketing and merchandising* dengan buyer untuk menerima order dan penawaran harga, *depatemen marketing and merchandising* dengan *supplier* untuk pembelian material. Untuk detail prosesnya sebagai berikut :

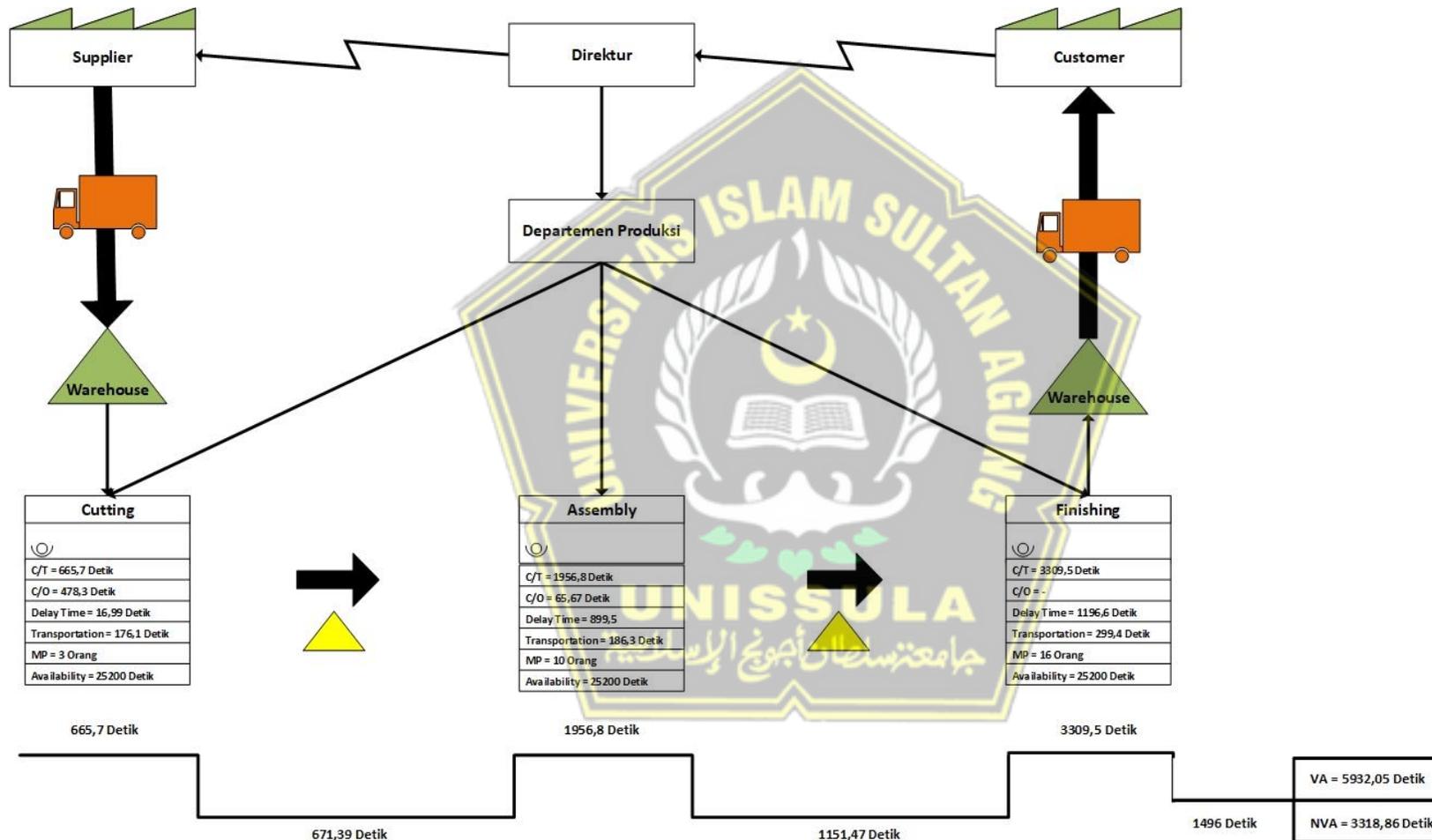


Gambar 4. 3 Electronic Information Flow

Keterangan :

1. *Buyer* mengirimkan desain produk dan jumlah produk yang akan dipesan ke CV. Ara Samudra.
2. CV. Ara Samudra menawarkan harga jual untuk produk yang dijual.
3. Jika telah terjadinya kesepakatan harga oleh kedua belah pihak, maka *buyer* akan melakukan pemesanan.
4. Kemudian CV. Ara Samudra akan memesan *Raw Material* berupa kayu kepada *Supplier*.
5. Pihak *Supplier* akan mengirimkan kayu sesuai dengan jumlah permintaan ke CV. Ara Samudra.

4.1.17 Pembuatan *Current State Mapping*



Gambar 4. 4 *Current State Mapping*

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Identifikasi Waste

Identifikasi waste pada pengolahan data ini menggunakan *Waste Assesment Model* (WAM), dimana dalam WAM terdapat 2 metode yaitu *Waste Relationship Matrix* (WRM) dan *Waste Assesment Questionnaire* (WAQ). Berikut merupakan penjelasan penggunaan metode tersebut sebagai berikut :

- a. *Waste Relationship Matrix* (WRM) digunakan untuk mengidentifikasi hubungan antar waste yang bertujuan untuk mengetahui keterkaitan antar waste yang terjadi.
- b. *Waste Assesment Questionnaire* (WAQ) digunakan untuk mengidentifikasi waste yang bertujuan untuk mengetahui waste yang paling dominan dan level antar Waste.

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

4.2.2 Identifikasi Hubungan Antar Waste Dengan Metode WRM (*Waste Relationship Matrix*)

Terdapat beberapa langkah dalam mengidentifikasi hubungan antar Waste dengan WRM, antara lain sebagai berikut :

- a. Melakukan penyebaran kuesioner hubungan antar waste kepada bagian kepala produksi, *quality control* dan *warehouse*
- b. Melakukan pengumpulan data identifikasi waste
- c. Melakukan pembobotan dengan *seven waste relationship*
- d. Melakukan pembobotan dengan *waste relationship matrix*

4.2.2.1 Data Identifikasi Waste

Data idenifikasi waste pada tahap pengumpulan data dilakukan dengan 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 tiga orang yaitu kepala bagian produksi, *Quality Control* dan *Warehouse CV. Ara Samudra*. Responden tersebut dipilih karena kuesioner ini bersifat *assessmen* yang didalamnya terdiri dari pertanyaan-pertanyaan yang tidak semua orang memahaminya, tetapi lebih kepada kompetensi dan pengalaman yang dimiliki oleh responden tersebut.

2. *Brainstorming*

Brainstorming merupakan wawancara atau diskusi yang dilakukan dengan 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, antara lain yaitu :

- a. *Overproduction*
- b. *Waiting time*
- c. *Excessive inventory*
- d. *Excessive transportation*
- e. *Inappropriate processing*
- f. *Unnecessary motion*
- g. *Defect*

4.2.2.2 *Seven Waste Relationship*

Setelah hasil kuesioner yang dibagikan kepada responden terkumpul, langkah selanjutnya yaitu pembobotan terhadap kuesioner keterkaitan *waste* dengan cara mengumpulkam nilai skor pada setiap pertanyaan *question type* berdasarkan hubungan antar *waste* yang disajikan dalam kuesioner. Responden bagian produksi mengisi kuesioner dengan jenis pertanyaan O_I, O_D, O_M, O_T, O_W, M_I, M_D, M_W, M_P, T_O, T_I, T_D, T_M, T_W, P_O, P_I, P_D, P_M, P_W, W_O, W_I, dan W_D. Responden bagian quality control mengisi kuesioner dengan jenis pertanyaan D_O, D_I, D_M, D_T dan D_W. Responden bagian warehouse mengisi kuesioner dengan jenis pertanyaan I_O, I_D, I_M, dan I_T. Pembobotan ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui antar *waste* yang satu dengan yang lainnya, sifat *waste* sendiri yaitu *inter-dependent* dan berpengaruh

terhadap *waste* lainnya. Berikut ini merupakan penjelasan hubungan pemborosan yaitu :

Tabel 4. 30 Tabel Hubungan Pemborosan

<i>Waste</i>	Jenis Hubungan	Keterangan
<i>Defect</i>	D_O	Perilaku produksi yang berlebihan muncul untuk mengatasi kekurangan produk dikarenakan cacat.
	D_I	Memproduksi produk yang cacat perlu dilakukan pengerjaan ulang, sehingga terjadi peningkatan proses pengerjaan dalam bentuk persediaan
	D_M	Memproduksi produk yang cacat meningkatkan waktu pencarian, seleksi, dan pemeriksaan pada bagian pengerjaan ulang sehingga membutuhkan pelatihan keterampilan
	D_T	Memindahkan produk cacat ke stasiun kerja yang dibutuhkan meningkatkan intensitas transportasi yaitu kegiatan pemborosan transportasi
	D_W	Proses pengerjaan ulang dicadangkan di stasiun kerja, sehingga produk baru menunggu untuk diproses
<i>Motion</i>	M_I	Metode kerja yang tidak standar menyebabkan penumpukan material karena keterlambatan pengerjaan
	M_D	Persentase cacat meningkat jika kurang keterampilan dan pelatihan.
	M_P	Ketika pengerjaan tidak sesuai standar, maka pemborosan proses meningkat karena kurang memahami kapasitas teknologi yang tersedia
	M_W	Ketika standar tidak diatur dengan baik, maka waktu digunakan untuk mencari dan bergerak sehingga mengakibatkan peningkatan waktu menunggu
<i>Transportation</i>	T_O	Transportasi karena kapasitas pengangkutan yang besar mengakibatkan mesin berproduksi secara berlebihan
	T_I	Transportasi secara berlebihan menyebabkan penumpukan persediaan produk

Tabel 4. 30 (Lanjutan)

	T_D	Ketika transportasi berlebihan, produk mengalami cacat karena penggunaan transportasi yang tidak sesuai dengan produk.
	T_M	Ketika barang yang diangkut dengan tidak benar akan menyebabkan pemborosan pada waktu yang dilakukan oleh operator.
<i>Process</i>	T_W	Jika transportasi tidak sesuai standar, maka material selanjutnya menunggu untuk dilakukan proses produksi.
	P_O	Ketika mesin didorong untuk mengoperasikan dalam waktu penuh, maka menghasilkan produk yang berlebihan.
	P_I	Dengan melakukan proses yang berlebihan, maka akan menyebabkan kelebihan persediaan
	P_D	Proses yang berlebihan pada suatu material dapat menyebabkan material jadi cacat
	P_M	Teknologi terbaru dari proses yang tidak memiliki pelatihanmenciptakan pemborosan pada gerak operator
	P_W	Ketika proses tidak sesuai dengan standar waktu setup dan downtime berulang menyebabkan waktu tunggu yang lebih tinggi.
<i>Waiting</i>	W_O	Ketika mesin harus menunggu karena produk masih dikerjakan pada stasiun kerja lain, maka mesin tersebut harus memproduksi secara berlebih karena produksi harus tetap berjalan
	W_I	Menunggu mempunyai arti bahwa lebih banyak produk yang diperlukan pada titik tertentu
	W_D	Produk yang menunggu dapat menyebabkan cacat karenakondisi yang tidak sesuai

Pembobotan ini dilakukan untuk mengetahui hubungan antar *waste*, mulai dari hubungan diperlukan secara mutlak (*absolutely necessary*) sampai hubungan tidak penting (*unimportant*).

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

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

Tabel 4. 31 Tabel Rentang Huruf Skor

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



Tabel 4. 32 Tabel Hasil Hubungan Pemborosan

No,	Hubungan	Pertanyaan												Total Skor	Relationship
		1		2		3		4		5		6			
		Jwb	Skor	Jwb	Skor	Jwb	Skor	Jwb	Skor	Jwb	Skor	Jwb	Skor		
1	O_I	c	0	c	0	b	2	c	0	c	1	c	0	3	U
2	O_D	c	0	c	0	c	0	c	0	g	4	c	0	4	U
3	O_M	c	0	c	0	c	0	c	0	f	2	c	0	2	U
4	O_T	a	4	a	4	a	4	c	0	g	4	a	4	18	A
5	O_W	c	0	c	0	c	0	c	0	g	4	c	0	4	U
6	I_O	c	0	c	0	c	0	c	0	f	2	b	2	4	U
7	I_D	c	0	c	0	c	0	b	1	b	1	c	0	2	U
8	I_M	c	0	c	0	c	0	c	0	c	1	c	0	1	U
9	I_T	a	4	a	4	a	4	c	0	g	4	a	4	18	A
10	D_O	b	2	c	0	c	0	c	0	f	2	c	0	4	U
11	D_I	b	2	c	0	b	2	b	1	d	2	c	0	7	O
12	D_M	c	0	c	0	c	0	c	0	d	4	c	0	4	U
13	D_T	b	2	a	4	a	4	c	0	g	4	b	2	16	E
14	D_W	c	0	c	0	c	0	c	0	g	4	c	0	4	U
15	M_I	c	0	c	0	b	2	c	0	d	2	a	4	8	O
16	M_D	c	0	c	0	c	0	b	1	b	1	c	0	2	U
17	M_P	b	2	c	0	c	0	c	0	b	2	c	0	4	U
18	M_W	c	0	c	0	c	0	c	0	g	4	c	0	4	U

Tabel 4.32 Tabel Hasil Hubungan Pemborosan(Lanjutan)

19	T_O	c	0	c	0	b	2	b	1	g	4	b	2	9	I
20	T_I	b	2	a	2	a	4	c	0	d	2	c	0	10	I
21	T_D	c	0	c	0	c	0	c	0	d	2	c	0	2	U
22	T_M	c	0	c	0	c	0	c	0	c	1	b	2	3	U
23	T_W	a	4	a	2	a	4	c	0	f	2	a	4	16	E
24	P_O	b	2	c	0	B	2	c	0	D	2	C	0	6	O
25	P_I	b	2	c	0	b	2	c	0	d	2	b	2	8	O
26	P_D	b	2	c	0	b	2	c	0	d	2	c	0	6	O
27	P_M	b	2	c	0	b	2	b	1	d	2	b	2	9	I
28	P_W	b	2	c	0	a	4	b	1	f	2	b	2	11	I
29	W_O	a	4	a	4	a	4	c	0	g	4	a	4	18	A
30	W_I	b	2	c	0	b	2	b	1	d	2	b	2	9	I
31	W_D	a	4	a	4	a	4	c	0	g	4	a	4	18	A



4.2.2.3 Pembobotan dengan *Waste Relationship Matrix (WRM)*

Setelah mengetahui skor *relationship* untuk setiap pertanyaan Langkah selanjutnya adalah membuat *Waste Relationship Matrix (WRM)*. Skor yang telah di konversi ke dalam bentuk simbol huruf WRM pada table diatas kemudian dimasukkan ke dalam baris dan kolom WRM sebagai berikut :

Tabel 4. 33 Tabel Simbol Huruf WRM

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

Setelah membuat *waste relationship matrix*, tahap selanjutnya yaitu membuat *waste relationship matrix value* dengan cara mengkonversikan simbol huruf WRM kedalam bentuk bobot angka sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan yaitu huruf A = 10, huruf E = 8, huruf I = 6, huruf O = 4, huruf U = 2 dan huruf X = 0. Berikut ini merupakan konversi simbol huruf WRM kedalam bentuk bobot angka yaitu :

Tabel 4. 34 Tabel Konversi simbol angka WRM

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

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

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

Setelah diketahui *score* masing-masing *waste* selanjutnya dilakukan perhitungan persentase dari masing-masing *waste*. Sebagai contoh dibawah ini perhitungan persentase baris *overproduction* yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Overproduction (O)} &: \frac{\text{Nilai Score}}{\text{Total Score}} \times 100 \\ &: \frac{28}{206} \times 100 = 13,59\% \end{aligned}$$

Tabel 4. 35 Tabel Perhitungan Waste

F/T	O	I	D	M	T	P	W	score	Presentase (%)
O	10	2	2	2	10	0	2	28	13,59
I	2	10	2	2	10	0	0	26	12,62
D	2	4	10	2	8	0	2	28	13,59
M	0	4	2	10	0	2	2	20	9,71
T	6	6	2	2	10	0	8	34	16,50
P	4	4	6	4	0	10	6	34	16,50
W	10	6	10	0	0	0	10	36	17,48
Score	34	36	34	22	38	12	30	206	
Presentase (%)	16,50	17,48	16,50	10,68	18,45	5,83	14,56		

Berdasarkan tabel diatas diketahui nilai dari baris *From Transportation* (T) memiliki score dan presentase yang paling besar yaitu sebesar 18,45%. Hal tersebut menunjukkan apabila *waste Transportation* terjadi, maka akan memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap munculnya *waste* yang lainnya. Sedangkan pada kolom matrix, *To Waiting* (W) memiliki nilai score dan presentase yang paling besar yaitu 17,48%. Hal tersebut menunjukkan bahwa *waste To Waiting* merupakan *waste* yang paling banyak di pengaruhi oleh *waste* lainnya.

4.2.3 Waste Assessment Questionnaire (WAQ)

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

Pertanyaan “*from*” mempunyai arti bahwa pemborosan (*waste*) tersebut dapat mempengaruhi munculnya jenis *waste* lainnya. Sedangkan pertanyaan “*to*” mempunyai arti bahwa pemborosan (*waste*) tersebut terjadi karena dipengaruhi oleh jenis *waste* lainnya. Selain itu pertanyaan kuesioner WAQ dibedakan menjadi 2 kategori berdasarkan hubungan *waste* yaitu kategori A dan B. Setiap pertanyaan terdapat tiga pilihan jawaban dimana bobot pada masing-masing jawaban memiliki nilai 1, 0,5 atau 0 yang dapat diklasifikasi sebagai “ya”, “sedang” dan “tidak”. Ketiga jenis pilihan jawaban kuesioner tersebut dapat dikategorikan menjadi dua kategori yaitu kategori A yaitu jawaban jika “ya” yang artinya terindikasinya adanya pemborosan (*waste*), skor jawaban untuk kategori jenis A adalah jika “ya” bernilai 1, jika “sedang” bernilai 0,5 dan jika “tidak” bernilai 0. Kategori B yaitu jawaban jika “ya” yang artinya terindikasi tidak adanya pemborosan (*waste*) yang terjadi, skor jawaban untuk kategori jenis B adalah jika “ya” bernilai 0, jika “sedang” bernilai 0,5 dan jika “tidak” bernilai 1. Kuesioner WAQ dapat dilihat pada **lampiran 5**.

Dalam melakukan identifikasi pemborosan dengan WAQ untuk mencari hasil akhir berupa ranking waste terdapat 8 tahapan yaitu :

Berikut ini merupakan 8 langkah perhitungan dalam meranking dan mencari skor *waste* yaitu :

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

pengelompokan dan perhitungan jenis pertanyaan.

Tabel 4. 36 Tabel Jumlah Pertanyaan

No.	Tipe Pertanyaan	Jumlah Pertanyaan
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
11	<i>To waiting</i>	5
Total Jumlah Pertanyaan		68

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

Tabel 4. 37 Tabel Pembobotan Setiap Jenis Waste

Ques, Type	Kategori	Question #	Bobot Untuk Setiap Jenis Pemborosan							
			O	I	D	M	T	P	W	
To Motion	Kategori 1 Man	9	1	2	2	2	10	2	4	0
From Motion		11	2	0	4	2	10	0	2	2
From Defect		8	3	2	4	10	2	8	0	2
From Motion		11	4	0	4	2	10	0	2	2
From Motion		11	5	0	4	2	10	0	2	2
From Defect		8	6	2	4	10	2	8	0	2
From Process		7	7	4	4	6	4	0	10	6
To Waiting	Kategori 2 Material	5	8	2	0	2	2	8	6	10
From Waiting		8	9	10	6	10	0	0	0	10
From Transportation		4	10	6	6	2	2	10	0	8
From Inventory		6	11	2	10	2	2	10	0	0
From Inventory		6	12	2	10	2	2	10	0	0
From Defect		8	13	2	4	10	2	8	0	2
From Inventory		6	14	2	10	2	2	10	0	0
From Waiting	8	15	10	6	10	0	0	0	10	

Tabel 4. 37 Pembobotan Setiap Jenis Waste (Lanjutan)

To Defect	Kategori 3 Mechine	4	16	2	2	10	2	2	6	10
From Defect		8	17	2	4	10	2	8	0	2
From Transportation		4	18	6	6	2	2	10	0	8
To Motion		9	19	2	2	2	10	2	4	0
From Waiting		8	20	10	6	10	0	0	0	10
From Motion		11	21	0	4	2	10	0	2	2
From Transportation		4	22	6	6	2	2	10	0	8
From Defect		8	23	2	4	10	2	8	0	2
From Motion		11	24	0	4	2	10	0	2	2
From Inventory		6	25	2	10	2	2	10	0	0
From Inventory		6	26	2	10	2	2	10	0	0
To Waiting		5	27	2	0	2	2	8	6	10
From Defect		8	28	2	4	10	2	8	0	2
From Waiting		8	29	10	6	10	0	0	0	10
From Overproduction		3	30	10	2	2	2	10	0	2
To Motion		9	31	2	2	2	10	2	4	0
From Process		7	32	4	4	6	4	0	10	6
To Waiting		5	33	2	0	2	2	8	6	10
From Process		7	34	4	4	6	4	0	10	6
From Transportation		4	35	6	6	2	2	10	0	8
To Motion		9	36	2	2	2	10	2	4	0
From Overproduction		3	37	10	2	2	2	10	0	2
From Waiting		8	38	10	6	10	0	0	0	10
From Waiting		8	39	10	6	10	0	0	0	10
To Defect		4	40	2	2	10	2	2	6	10
From Waiting		8	41	10	6	10	0	0	0	10
To Motion	9	42	2	2	2	10	2	4	0	
From Process	7	43	4	4	6	4	0	10	6	
To Transportation	Kategori 4 Method	3	44	10	10	8	0	10	0	0
From Motion		11	45	0	4	2	10	0	2	2
From Waiting		8	46	10	6	10	0	0	0	10
To Motion		9	47	2	2	2	10	2	4	0
To Waiting		5	48	2	0	2	2	8	6	10
To Defect		4	49	2	2	10	2	2	6	10

Tabel 4. 37 Pembobotan Setiap Jenis *Waste* (Lanjutan)

From Motion	11	50	0	4	2	10	0	2	2
From Defect	8	51	2	4	10	2	8	0	2
From Motion	11	52	0	4	2	10	0	2	2
To Waiting	5	53	2	0	2	2	8	6	10
From Process	7	54	4	4	6	4	0	10	6
From Process	7	55	4	4	6	4	0	10	6
To Defect	4	56	2	2	10	2	2	6	10
From Inventory	6	57	2	10	2	2	10	0	0
To Transportation	3	58	10	10	8	0	10	0	0
To Motion	9	59	2	2	2	10	2	4	0
To Transportation	3	60	10	10	8	0	10	0	0
To Motion	9	61	2	2	2	10	2	4	0
To Motion	9	62	2	2	2	10	2	4	0
From Motion	11	63	0	4	2	10	0	2	2
From Motion	11	64	0	4	2	10	0	2	2
From Motion	11	65	0	4	2	10	0	2	2
From Overproduction	3	66	10	2	2	2	10	0	2
From Process	7	67	4	4	6	4	0	10	6
From Defect	8	68	2	4	10	2	8	0	2
Total Score			256	298	342	288	290	182	288

Berdasarkan tabel diatas diketahui bahwa jumlah pembobotan tertinggi yaitu *waste inventory* (I) sebesar 298. Sedangkan jumlah pembobotan terkecil yaitu *waste processing* (P) sebesar 182.

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

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

Tabel 4. 38 Tabel Pembobotan dari Masing-masing Pertanyaan

Ques, Type	Kategori		Question	Bobot Untuk Setiap Jenis Pemborosan						
				O	I	D	M	T	P	W
To Motion	Kategori 1 Man	9	1	0,22	0,22	0,22	1,11	0,22	0,44	0,00
From Motion		11	2	0,00	0,36	0,18	0,91	0,00	0,18	0,18
From Defect		8	3	0,25	0,50	1,25	0,25	1,00	0,00	0,25
From Motion		11	4	0,00	0,36	0,18	0,91	0,00	0,18	0,18
From Motion		11	5	0,00	0,36	0,18	0,91	0,00	0,18	0,18
From Defect		8	6	0,25	0,50	1,25	0,25	1,00	0,00	0,25
From Process		7	7	0,57	0,57	0,86	0,57	0,00	1,43	0,86
To Waiting	Kategori 2 Material	5	8	0,40	0,00	0,40	0,40	1,60	1,20	2,00
From Waiting		8	9	1,25	0,75	1,25	0,00	0,00	0,00	1,25
From Transportation		4	10	1,50	1,50	0,50	0,50	2,50	0,00	2,00
From Inventory		6	11	0,33	1,67	0,33	0,33	1,67	0,00	0,00
From Inventory		6	12	0,33	1,67	0,33	0,33	1,67	0,00	0,00
From Defect		8	13	0,25	0,50	1,25	0,25	1,00	0,00	0,25
From Inventory		6	14	0,33	1,67	0,33	0,33	1,67	0,00	0,00
From Waiting		8	15	1,25	0,75	1,25	0,00	0,00	0,00	1,25
To Defect		4	16	0,50	0,50	2,50	0,50	0,50	1,50	2,50
From Defect		8	17	0,25	0,50	1,25	0,25	1,00	0,00	0,25
From Transportation		4	18	1,50	1,50	0,50	0,50	2,50	0,00	2,00
To Motion		9	19	0,22	0,22	0,22	1,11	0,22	0,44	0,00
From Waiting		8	20	1,25	0,75	1,25	0,00	0,00	0,00	1,25
From Motion		11	21	0,00	0,36	0,18	0,91	0,00	0,18	0,18
From Transportation		4	22	1,50	1,50	0,50	0,50	2,50	0,00	2,00
From Defect		8	23	0,25	0,50	1,25	0,25	1,00	0,00	0,25
From Motion		11	24	0,00	0,36	0,18	0,91	0,00	0,18	0,18
From Inventory	6	25	0,33	1,67	0,33	0,33	1,67	0,00	0,00	
From Inventory	6	26	0,33	1,67	0,33	0,33	1,67	0,00	0,00	
To Waiting	5	27	0,40	0,00	0,40	0,40	1,60	1,20	2,00	

Tabel 4. 38 Pembobotan dari masing-masing pertanyaan (Lanjutan)

From Defect		8	28	0,25	0,50	1,25	0,25	1,00	0,00	0,25
From Waiting		8	29	1,25	0,75	1,25	0,00	0,00	0,00	1,25
From Overproduction		3	30	3,33	0,67	0,67	0,67	3,33	0,00	0,67
To Motion		9	31	0,22	0,22	0,22	1,11	0,22	0,44	0,00
From Process	Kategori 3 Mechine	7	32	0,57	0,57	0,86	0,57	0,00	1,43	0,86
To Waiting		5	33	0,40	0,00	0,40	0,40	1,60	1,20	2,00
From Process		7	34	0,57	0,57	0,86	0,57	0,00	1,43	0,86
From Transportation		4	35	1,50	1,50	0,50	0,50	2,50	0,00	2,00
To Motion		9	36	0,22	0,22	0,22	1,11	0,22	0,44	0,00
From Overproduction		3	37	3,33	0,67	0,67	0,67	3,33	0,00	0,67
From Waiting		8	38	1,25	0,75	1,25	0,00	0,00	0,00	1,25
From Waiting		8	39	1,25	0,75	1,25	0,00	0,00	0,00	1,25
To Defect		4	40	0,50	0,50	2,50	0,50	0,50	1,50	2,50
From Waiting		8	41	1,25	0,75	1,25	0,00	0,00	0,00	1,25
To Motion		9	42	0,22	0,22	0,22	1,11	0,22	0,44	0,00
From Process		7	43	0,57	0,57	0,86	0,57	0,00	1,43	0,86
To Transportation		3	44	3,33	3,33	2,67	0,00	3,33	0,00	0,00
From Motion		11	45	0,00	0,36	0,18	0,91	0,00	0,18	0,18
From Waiting		8	46	1,25	0,75	1,25	0,00	0,00	0,00	1,25
To Motion		9	47	0,22	0,22	0,22	1,11	0,22	0,44	0,00
To Waiting	5	48	0,40	0,00	0,40	0,40	1,60	1,20	2,00	
To Defect	4	49	0,50	0,50	2,50	0,50	0,50	1,50	2,50	
From Motion	11	50	0,00	0,36	0,18	0,91	0,00	0,18	0,18	
From Defect	8	51	0,25	0,50	1,25	0,25	1,00	0,00	0,25	
From Motion	11	52	0,00	0,36	0,18	0,91	0,00	0,18	0,18	
To Waiting	5	53	0,40	0,00	0,40	0,40	1,60	1,20	2,00	
From Process	7	54	0,57	0,57	0,86	0,57	0,00	1,43	0,86	
From Process	7	55	0,57	0,57	0,86	0,57	0,00	1,43	0,86	
To Defect	4	56	0,50	0,50	2,50	0,50	0,50	1,50	2,50	
From Inventory	6	57	0,33	1,67	0,33	0,33	1,67	0,00	0,00	
To Transportation	3	58	3,33	3,33	2,67	0,00	3,33	0,00	0,00	
To Motion	9	59	0,22	0,22	0,22	1,11	0,22	0,44	0,00	
To Transportation	3	60	3,33	3,33	2,67	0,00	3,33	0,00	0,00	

Tabel 4. 39 Menghitung tiap bobot(Lanjutan)

4		From Motion	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5		From Motion	0,3	0,00	0,11	0,05	0,27	0,00	0,05	0,05
6		From Defect	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7		From Process	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	Kategori 2 Material	To Waiting	0,3	0,12	0,00	0,12	0,12	0,48	0,36	0,60
9		From Waiting	0,3	0,38	0,23	0,38	0,00	0,00	0,00	0,38
10		From Transportation	0,2	0,30	0,30	0,10	0,10	0,50	0,00	0,40
11		From Inventory	0,2	0,07	0,33	0,07	0,07	0,33	0,00	0,00
12		From Inventory	0,2	0,07	0,33	0,07	0,07	0,33	0,00	0,00
13		From Defect	1	0,25	0,50	1,25	0,25	1,00	0,00	0,25
14		From Inventory	0,2	0,07	0,33	0,07	0,07	0,33	0,00	0,00
15		From Waiting	0,7	0,88	0,53	0,88	0,00	0,00	0,00	0,88
16		To Defect	0,5	0,25	0,25	1,25	0,25	0,25	0,75	1,25
17		From Defect	0,2	0,05	0,10	0,25	0,05	0,20	0,00	0,05
18		From Transportation	0,3	0,45	0,45	0,15	0,15	0,75	0,00	0,60
19		To Motion	0,8	0,18	0,18	0,18	0,89	0,18	0,36	0,00
20		From Waiting	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21		From Motion	0,2	0,00	0,07	0,04	0,18	0,00	0,04	0,04
22		From Transportation	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23		From Defect	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
24		From Motion	0,5	0,00	0,18	0,09	0,45	0,00	0,09	0,09
25		From Inventory	1	0,33	1,67	0,33	0,33	1,67	0,00	0,00
26		From Inventory	0,7	0,23	1,17	0,23	0,23	1,17	0,00	0,00
27		To Waiting	0,3	0,12	0,00	0,12	0,12	0,48	0,36	0,60
28		From Defect	1	0,25	0,50	1,25	0,25	1,00	0,00	0,25
29	From Waiting	0,7	0,88	0,53	0,88	0,00	0,00	0,00	0,88	
30	From Overproduction	0,3	1,00	0,20	0,20	0,20	1,00	0,00	0,20	
31	To Motion	0,2	0,04	0,04	0,04	0,22	0,04	0,09	0,00	
32	Kategori 3 Mechine	From Process	0,2	0,11	0,11	0,17	0,11	0,00	0,29	0,17
33		To Waiting	0,5	0,20	0,00	0,20	0,20	0,80	0,60	1,00
34		From Process	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
35		From Transportation	0,3	0,45	0,45	0,15	0,15	0,75	0,00	0,60
36		To Motion	0,3	0,07	0,07	0,07	0,33	0,07	0,13	0,00
37		From Overproduction	1	3,33	0,67	0,67	0,67	3,33	0,00	0,67

Tabel 4. 39 Menghitung Tiap Bobot (Lanjutan)

38		From Waiting	0,5	0,63	0,38	0,63	0,00	0,00	0,00	0,63
39		From Waiting	0,3	0,38	0,23	0,38	0,00	0,00	0,00	0,38
40		To Defect	0,2	0,10	0,10	0,50	0,10	0,10	0,30	0,50
41		From Waiting	1	1,25	0,75	1,25	0,00	0,00	0,00	1,25
42		To Motion	1	0,22	0,22	0,22	1,11	0,22	0,44	0,00
43		From Process	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
44	Kategori 4 Method	To Transportation	0,3	1,00	1,00	0,80	0,00	1,00	0,00	0,00
45		From Motion	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
46		From Waiting	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
47		To Motion	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
48		To Waiting	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
49		To Defect	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
50		From Motion	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
51		From Defect	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
52		From Motion	0,2	0,00	0,07	0,04	0,18	0,00	0,04	0,04
53		To Waiting	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
54		From Process	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
55		From Process	0,3	0,17	0,17	0,26	0,17	0,00	0,43	0,26
56		To Defect	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
57		From Inventory	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
58		To Transportation	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
59		To Motion	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
60		To Transportation	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
61		To Motion	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
62		To Motion	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
63		From Motion	0,3	0,00	0,11	0,05	0,27	0,00	0,05	0,05
64	From Motion	0,2	0,00	0,07	0,04	0,18	0,00	0,04	0,04	
65	From Motion	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
66	From Overproduction	0,3	1,00	0,20	0,20	0,20	1,00	0,00	0,20	
67	From Process	0,2	0,11	0,11	0,17	0,11	0,00	0,29	0,17	
68	From Defect	0,5	0,13	0,25	0,63	0,13	0,50	0,00	0,13	
		total score (Sj)		15,10	13,00	14,44	8,42	17,53	4,79	12,58
		Frekuensi (Yj)		35	38	41	34	26	19	30

Berdasarkan tabel diatas nilai S_j tertinggi adalah *waste transportation* (T) sebesar 17,53 dengan nilai F_j sebesar 26, sedangkan nilai S_j terkecil adalah *waste processing* (P) sebesar 4,79 dengan nilai F_j sebesar 19.

- e. Tahap selanjutnya adalah melakukan perhitungan *score* Y_j dan P_j untuk mendapatkan $Y_{j\text{final}}$ dan presentase pemborosan yang paling tinggi. Y_j merupakan faktor indikasi awal untuk setiap pemborosan. Berikut merupakan contoh perhitungan Y_j pada *waste overproduction* (O).

$$Y_j = \frac{s_j}{S_j} \times \frac{f_j}{F_j} = \frac{15,10}{50} \times \frac{35}{57} = 0,1854$$

Sedangkan P_j merupakan faktor probabilitas pengaruh antar jenis pemborosan, didapat dengan cara mengalikan persentase “*from*” dengan “*to*” pada WRM value sesuai masing-masing *waste*. Berikut merupakan contoh perhitungan P_j pada *waste overproduction* (O).

Nilai “*from*” *overproduction* : 13,59

Nilai “*to*” *overproduction* : 16,50

$$P_j = 13,59 \times 16,50 = 224,235$$

Jika nilai Y_j dan P_j telah didapatkan, maka $Y_{j\text{final}}$ didapatkan dengan cara megalikan Y_j dan P_j . Berikut merupakan contoh perhitungan $Y_{j\text{final}}$ pada *waste overproduction* (O).

$$Y_{j\text{final}} = 0,1854 \times 224,235 = 41,57$$

Tabel 4. 40 Tabel Hasil Pembobotan

	O	I	D	M	T	P	W
Score (Y_j)	0,1854	0,1568	0,1555	0,1395	0,1809	0,0903	0,1509
Score (P_j)	224,34	220,567	224,3378	103,686	304,458	96,1448	254,501
Final Result ($Y_{j\text{final}}$)	41,59	34,58	34,88	14,46	55,08	8,68	38,40
Final Result(%)	18,27%	15,19%	15,32%	6,35%	24,19%	3,81%	16,87%
Ranking	2	4	5	6	1	7	3

Dari hasil rekapitulasi perhitungan WAQ diatas dapat disimpulkan bahwa pemborosan terbesar yang terjadi di CV. Ara Samudra di sebabkan oleh *waste*

transportation dengan presentase 24,02% dan pemborosan terkecil yaitu *waste process* dengan presentase 3,55%.

2.2.4 Value Stream Analysis Tools (VALSAT)

Setelah diketahui hasil akhir identifikasi *waste* dengan menggunakan WRM dan WAQ, langkah selanjutnya yaitu pemilihan *detail mapping tools* dengan menggunakan matrik VALSAT. Matrik VALSAT memiliki ketentuan yaitu nilai 1 untuk (*low correlation*), nilai 3 untuk (*medium correlation*) dan nilai 9 untuk (*high correlation*), serta untuk kolom *weight* (bobot) diperoleh dari hasil *final result* pada perhitungan dengan menggunakan metode WAQ. Berikut merupakan matrik pemilihan tool VALSAT.

Tabel 4. 41 Tabel Detail Mapping Tools

Waste	Weight	PAM	SCRM	PVF	QFT	DAM	DPA	PS
O	18,27	1	3	0	1	3	3	0
I	15,19	3	9	3	0	9	3	1
D	15,32	1	0	0	9	0	0	0
M	6,35	9	1	0	0	0	0	0
T	24,19	9	0	0	0	0	0	1
P	3,81	9	0	3	1	0	1	0
W	16,87	9	9	1	0	3	3	0

Keterangan :

PAM (*Process Activity Mapping*)

SCRM (*Supply Chain Response Matrix*)

PVF (*Production Variety Funnel*)

QFM (*Quality Filter Mapping (QFM)*)

DAM (*Demand Amplification Mapping*)

DPA (*Decision Point Analysis*)

PS (*Physical Structure*)

Dalam proses pemilihan *tools* VALSAT ini dengan cara mengalikan matrik VALSAT dengan *weight* (bobot) tiap *waste*, dari hasil perkalian tersebut dapat diketahui *tools* mana yang terpilih dengan melihat ranking pada hasil perhitungan.

Berikut merupakan hasil perhitungan dan ranking *tools* VALSAT :

Tabel 4. 42 Tabel hasil perhitungan dan ranking tools VALSAT

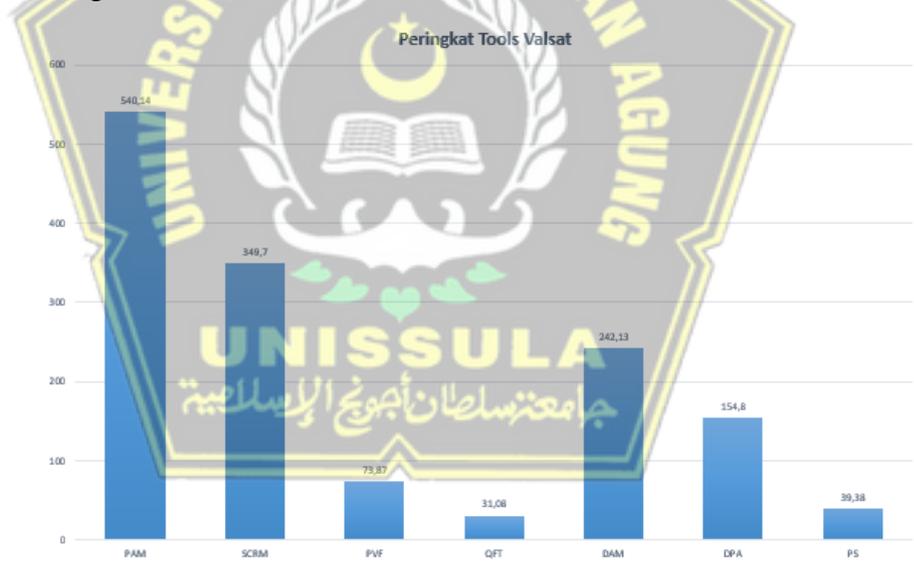
Waste	Weight	PAM	SCRM	PVF	QFT	DAM	DPA	PS
O	18,27	18,27	54,81	0	18,27	54,81	54,81	0
I	15,19	45,57	136,71	45,57	0	136,71	45,57	15,19

Tabel 4. 42 (Lanjutan)

D	15,32	15,32	0	0	9	0	0	0
M	6,35	57,15	6,35	0	0	0	0	0
T	24,19	217,71	0	0	0	0	0	24,19
P	3,81	34,29	0	11,43	3,81	0	3,81	0
W	16,87	151,83	151,83	16,87	0	50,61	50,61	0
TOTAL		540,14	349,70	73,87	31,08	242,13	154,80	39,38
RANKING		1	2	5	7	3	4	6

Berdasarkan dari tabel diatas, hasil perhitungan *tools* VALSAT diketahui bahwa *Process Activity Mapping* (PAM) mempunyai skor yang paling tinggi yaitu sebesar 546,38. Sehingga *tools* yang terpilih untuk menganalisa pemborosan (*waste*) secara lebih detail adalah *tools Process Actifity Mapping* (PAM).

Dari hasil perhitungan pemilihan *tools* VALSAT diatas dapat digambarkan dalam bentuk grafik berikut ini :



Gambar 4. 5 Peringkat Tool VALSAT

Dari hasil perhitungan ranking *tools* VALSAT diatas, *process activity mapping* (PAM) merupakan *tool* yang terpilih dari ketujuh *tools* lainnya. *Process activity mapping* merupakan *tools* yang digunakan untuk menggambarkan proses produksi secara detail dan terperinci sesuai dengan langkah demi langkah yang dilakukan. Penggambaran ini bertujuan untuk mengidentifikasi aktivitas bernilai tambah (*value added activities*), aktivitas tidak bernilai tambah (*non value added*

activities) dan aktivitas tidak bernilai tambah namun masih diperlukan (*necessary but non value added activities*). Selain itu membantu untuk mengidentifikasi adanya pemborosan sepanjang *value stream*, mengidentifikasi bagian – bagian proses yang sekiranya dapat dilakukan perbaikan dengan mengeliminasi aktivitas yang tidak perlu.

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

- a. Mencatat semua aktifitas yang dilakukan saat proses pembuatan celana kolor meliputi elemen kerja, mesin yang digunakan, waktu proses yang dibutuhkan, jarak material *handling*, dan jumlah tenaga kerja.
- b. Mengklasifikasikan semua aktifitas kedalam aktifitas *operation* (O), *transport* (T), *inspection* (I), *storage* (S) dan *delay* (D). Penjelasan masing - masing aktifitas yaitu :
 - *Operation* merupakan aktifitas yang diperlukan untuk mengubah bahan baku menjadi produk jadi (*value added activities*).
 - *Transport* merupakan aktifitas memindahkan bahan baku hingga produk jadi dari satu proses ke proses lainnya.
 - *Inspection* merupakan pengawasan untuk menjamin atau menjaga kesesuaian produk dengan standart yang ditentukan.
 - *Storage* merupakan aktifitas yang menggunakan waktu dan sumber daya selama produk dan bahan baku disimpan.
 - *Delay* merupakan aktifitas dimana bahan baku dan produk yang masih dalam proses membutuhkan waktu menunggu untuk di proses.
- c. Mengelompokkan aktifitas – aktifitas yang tergolong dalam *value added activities* (VA), *non value added activities* (NVA) dan *necessarybut non value added activities* (NNVA).

Untuk memperoleh data yang diperlukan dalam membuat *process activity mapping* dilakukan pengumpulan dan pengukuran data melalui observasi, wawancara serta pengukuran waktu secara langsung dengan alat bantu berupa *stopwactch* (jam henti). Setelah semua data diperoleh, selanjutnya dilakukan pembuatan *process activity mapping* sebagai berikut :

Tabel 4. 43 Tabel process activity mapping

No	Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Waktu (detik)	Aktifitas					Kategori		
				Operation	Inspection	Transport	Delay	Storage	VA	NVA	NNVA
				○	□	➔	⌒	▽			
1	Cutting	Transportasi dari gudang ke proses <i>Cutting</i>	71,05			√					√
2		Setup mesin <i>TableDow</i>	246,23		√					√	
3		Proses <i>Table Dow</i>	250,14	√					√		
4		Transportasi dari <i>Table dow</i> ke perataan	53,11			√					√
5		Delay	16,99				√				√
6		Setup mesin <i>Jointer</i>	83,41		√					√	
7		Proses perataan	267,13	√					√		
8		Transportasi dari perataan ke ukur tebal	51,95			√					√
9		Setup mesin <i>Thickneser</i>	148,63		√					√	
10		Proses ukur tebal	148,46	√					√		
11	Assembly	Transportasi dari <i>thicknesser</i> ke pengeleman	25,81			√					√
12		D	441,56				√				√
13		Proses pengeleman	590,02	√					√		

Tabel 4. 43 *Process Activity Mapping*(Lanjutan)

14		Transportasi dari pengeleman ke pola kasar	59,38			√				√
15		Setup mesin <i>Spindle</i>	65,67		√				√	
16		Proses pola kasar/ <i>Spindle</i>	574,45	√				√		
17		Transportasi dari <i>spindle</i> ke potong finish	32,67			√				√
18		Proses potong finish	167,2	√				√		
19		Transportasi dari potong finish ke perakitan	68,47			√				√
20		D	457,92				√			√
21		Proses perakitan	625,12	√				√		
22	Finishing	Transportasi dari perakitan ke hamplas	99,89			√				√
23		D	185,36				√			√
24		Proses hamplas	810,48	√				√		
25		Transportasi dari hamplas ke cat	31,77			√				√
26		D	1011,25				√			√
27		Proses pengecatan	1821,73	√					√	
28		Transportasi dari pengecatan ke sending	28,48			√				√
29		Proses <i>Sending</i>	677,32	√					√	
30		Transportasi dari sending ke <i>packing</i>	139,26					√		√

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

Tabel 4. 44 Tabel Rekapitulasi Tools PAM

Aktifitas	Jumlah	Waktu (detik)	Presentase
Operation	10	5932,1	64%
Inspection	4	543,94	6%
Transportation	10	522,58	6%
Delay	5	2113,1	23%
Storage	1	139,26	2%
Total	30	9250,98	100%

Tabel 4. 45 Tabel Rekapitulasi Presentase VA, NVA, dan NNVA

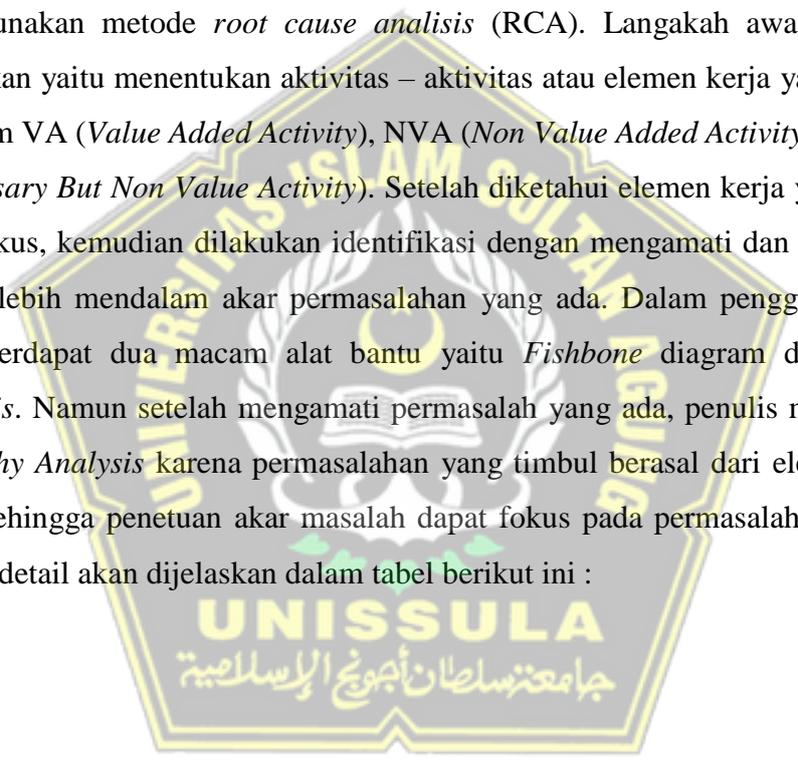
Aktifitas	Jumlah	Waktu (detik)	Presentase
VA	10	5932,1	65%
NVA	5	2113,08	23%
NNVA	15	1140,11	12%
Total	30	9185,29	100%

Dari tabel diatas, dapat diketahui waktu yang diperlukan pada aktifitas keseluruhan selama 9185,29 detik dengan jumlah aktifitas sebanyak 30 aktifitas antara lain aktifitas *operation* sebanyak 10 aktifitas, *inspection* sebanyak 4 aktifitas, *transportation* sebanyak 10 aktifitas, *delay* sebanyak 5 aktifitas, dan *storage* sebanyak 1 aktifitas.

4.2.5 Identifikasi Akar Penyebab Masalah dengan Metode RCA (*Root Cause Analysis*)

Berdasarkan identifikasi yang telah dilakukan dengan menggunakan metode diatas, ditemukan 7 pemborosan antara lain *waste overproduction*, *waste inventory*, *waste waiting*, *waste transportation*, *waste defect*, *waste motion*, dan *waste processing*. Jenis *waste* yang akan dianalisa ada dua yaitu *waste transportation* dan *waste waiting* berdasarkan *waste* teratas.

Dari *waste* tersebut di identifikasi akar penyebab munculnya *waste* dengan menggunakan metode *root cause analysis* (RCA). Langkah awal yang perlu dilakukan yaitu menentukan aktivitas – aktivitas atau elemen kerja yang termasuk kedalam VA (*Value Added Activity*), NVA (*Non Value Added Activity*) dan NNVA (*Necessary But Non Value Activity*). Setelah diketahui elemen kerja yang menjadi titik fokus, kemudian dilakukan identifikasi dengan mengamati dan mencari tahu secara lebih mendalam akar permasalahan yang ada. Dalam penggunaan metode RCA terdapat dua macam alat bantu yaitu *Fishbone* diagram dan *Why-why Analysis*. Namun setelah mengamati permasalahan yang ada, penulis menggunakan *Why-why Analysis* karena permasalahan yang timbul berasal dari elemen-elemen kerja sehingga penentuan akar masalah dapat fokus pada permasalahan yang ada. Secara detail akan dijelaskan dalam tabel berikut ini :



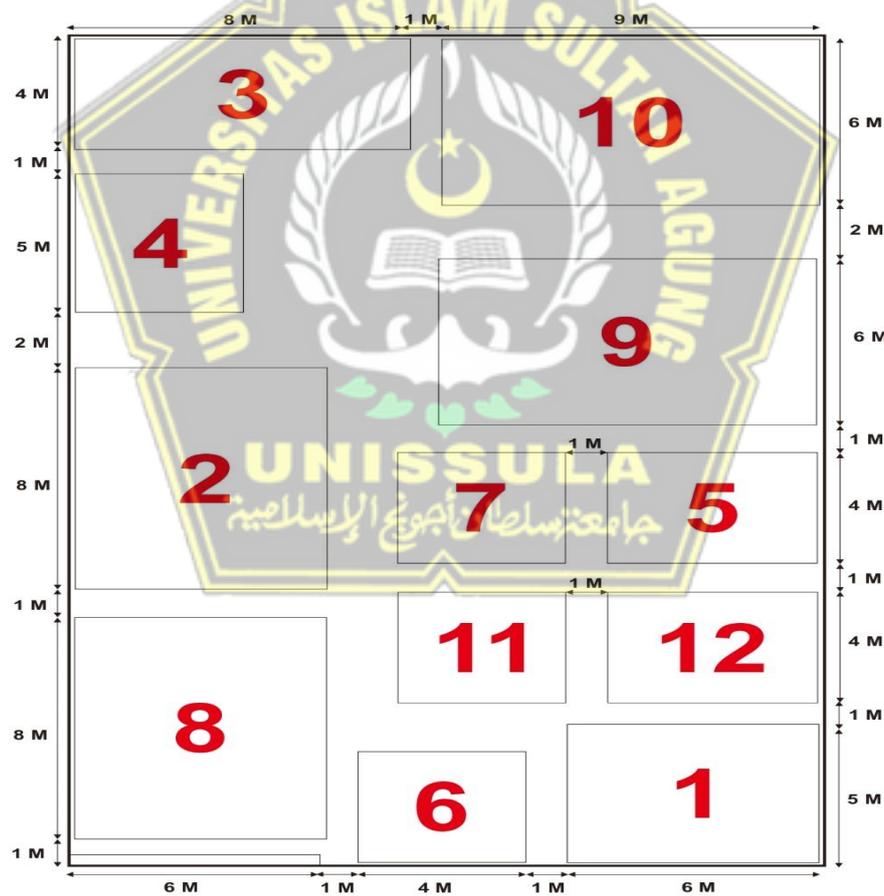
Tabel 4. 46 Tabel Identifikasi Masalah Jenis Waste

No.	Jenis Waste	Identifikasi Masalah	Proses	Why	Why	Why	Why
1	Transportation	Proses waktu transportasi yang cukup lama	Pada <i>Warehouse</i> ke stasiun kerja <i>cutting</i>	Jarak gudang dan stasiun kerja <i>cutting</i> jauh	Tata letak stasiun kerja kurang strategis	Proses pengambilan bahan terjadi cukup memakan waktu	Kurangnya alat transportasi pada <i>Warehouse</i>
		Terjadi banyak transportasi	Pada stasiun kerja <i>assembly</i>	Jarak proses satu dengan proses lainnya cukup jauh serta terjadi banyak transportasi	Adanya aktifitas pengambilan dan pengumpulan produk setengah jadi	Tata letak antar stasiun kerja yang kurang strategis	Tidak terdapat alat bantu untuk aktifitas transportasi serta layout pada stasiun kerja <i>assembly</i> belum efisien
2	Waiting	Terjadi <i>delay time</i> yang cukup lama	Pada stasiun kerja <i>assembly</i>	Terjadi karena proses <i>assembly</i> yang cukup lama	Mesin sering mengalami masalah	Kurangnya perawatan pada mesin	Banyaknya proses kerja
			Pada stasiun kerja <i>finishing</i>	Kurangnya <i>Man Power</i> pada <i>finishing</i>	Proses <i>finishing</i> yang cukup lama	Lamanya proses kering pada proses pengecatan	Kurang tertibnya jam oprasional karyawan

4.2.6 Usulan Perbaikan

4.2.6.1 Perbaikan Lantai Produksi (Sebelum *Relayout*)

Terdapat cukup banyak transportasi pada proses produksi di CV. Ara Samudra khususnya *layout* pada gedung yaitu jarak antara stasiun kerja gudang dengan stasiun kerja proses *cutting*, stasiun kerja proses ukur tebal dengan stasiun kerja proses pengeleman dan stasiun kerja proses perakitan ke proses pengamplasan letaknya berjauhan sehingga banyak transportasi yang terjadi dan menyebabkan pemborosan *waste*. Hal tersebut menyebabkan kurang efektifnya proses produksi, oleh karena itu penulis memberikan usulan mengenai perbaikan lantai produksi. Berikut ini merupakan *layout* perusahaan pada saat ini :



Gambar 4. 6 Layout lini produksi sebelum perbaikan

Keterangan :

1. Gudang
2. Proses *cutting*
3. Proses Pperataan
4. Proses Ukur Tebal
5. Proses Pengeleman
6. Proses Pola Kasar
7. Proses Potong *Finish*
8. Proses Perakitan
9. Proses Pengamplasan
10. Proses Ppengecatan
11. Proses *Sending*
12. Proses *Packing*

Langkah selanjutnya adalah membuktikan bahwa usulan *layout* merupakan *layout* yang lebih baik dibandingkan dengan *layout* saat ini, oleh karena itu peneliti menggunakan rumus Euclidean. Rumus tersebut merupakan teknik konvensional yang sering digunakan pada perancangan tata letak fasilitas dengan tujuan untuk mengetahui total jarak selama proses dalam lini produksi. Sehingga metode ini bisa dikatakan cocok untuk menentukan *layout* mana yang lebih baik. Selanjutnya menentukan nilai panjang, lebar, luas serta nilai centroid dari masing-masing stasiun kerja dalam proses produksi. Nilai panjang, luas dan centroid *layout* saat ini yaitu sebagai berikut :

Tabel 4. 47 Luas departemen

No	Departemen	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m ²)
1	Gudang	5	6	30
2	Proses <i>Cutting</i>	8	6	48
3	Proses Perataan	4	8	32
4	Proses Ukur Tebal	5	4	20
5	Proses Pengeleman	4	5	20
6	Proses Pola Kasar	4	4	16
7	Proses Potong <i>Finish</i>	4	4	16
8	Proses Perakitan	8	6	48
9	Proses Pengamplasan	6	9	54
10	Proses Pengecatan	6	9	54
11	Proses <i>Sending</i>	4	4	16
12	Proses <i>Packing</i>	4	5	20

Tabel 4. 48 Centroid

No	Departemen	Centroid	
		X	Y
1	Gudang	15	2,5
2	Proses <i>Cutting</i>	3	14
3	Proses Perataan	4	28
4	Proses Ukur Tebal	2	22,5
5	Proses Pengeleman	15,5	13
6	Proses Pola Kasar	9	2
7	Proses Potong <i>Finish</i>	10	13
8	Proses Perakitan	3	5
9	Proses Pengamplasan	13,5	19
10	Proses Pengecatan	13,5	27
11	Proses <i>Sending</i>	10	12
12	Proses <i>Packing</i>	15,5	8

Setelah dilakukan perhitungan diatas, kemudian dilakukan perhitungan jarak dengan menggunakan rumus Euclidean $\sqrt{(Xa - Xb)^2 + (Ya - Yb)^2}$

Perhitungan nilai Euclidean sebagai berikut :

1. Gudang dengan Proses *Cutting*

$$\begin{aligned}
 \sqrt{(Xa - Xb)^2 + (Ya - Yb)^2} &= \sqrt{(15 - 3)^2 + (2,5 - 14)^2} \\
 &= \sqrt{(12)^2 + (-11,5)^2} \\
 &= \sqrt{144 + 132,25} \\
 &= \sqrt{276,25} \\
 &= 16,62 \text{ m}
 \end{aligned}$$

2. Proses *Cutting* dengan Proses Perataan

$$\begin{aligned}
 \sqrt{(Xa - Xb)^2 + (Ya - Yb)^2} &= \sqrt{(3 - 4)^2 + (14 - 28)^2} \\
 &= \sqrt{(-1)^2 + (14)^2} \\
 &= \sqrt{1 + 196} \\
 &= \sqrt{197} \\
 &= 14,04 \text{ m}
 \end{aligned}$$

3. Proses Perataan dengan Proses Ukur Tebal

$$\sqrt{(Xa - Xb)^2 + (Ya - Yb)^2} = \sqrt{(4 - 2)^2 + (28 - 22,5)^2}$$

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{(2)^2 + (5,5)^2} \\
 &= \sqrt{4 + 30,25} \\
 &= \sqrt{34,25} \\
 &= 5,85 \text{ m}
 \end{aligned}$$

4. Proses Ukur Tebal dengan Proses Pengeleman

$$\begin{aligned}
 \sqrt{(Xa - Xb)^2 + (Ya - Yb)^2} &= \sqrt{(2 - 15,5)^2 + (22,5 - 13)^2} \\
 &= \sqrt{(-13,5)^2 + (9,5)^2} \\
 &= \sqrt{182,25 + 90,25} \\
 &= \sqrt{272,5} \\
 &= 16,5 \text{ m}
 \end{aligned}$$

5. Proses Pengeleman dengan Proses Pola Kasar

$$\begin{aligned}
 \sqrt{(Xa - Xb)^2 + (Ya - Yb)^2} &= \sqrt{(15,5 - 9)^2 + (13 - 2)^2} \\
 &= \sqrt{(6,5)^2 + (11)^2} \\
 &= \sqrt{42,25 + 121} \\
 &= \sqrt{163,25} \\
 &= 12,78 \text{ m}
 \end{aligned}$$

6. Proses Peola Kasar dengan Proses Potong *Finish*

$$\begin{aligned}
 \sqrt{(Xa - Xb)^2 + (Ya - Yb)^2} &= \sqrt{(9 - 10)^2 + (2 - 13)^2} \\
 &= \sqrt{(-1)^2 + (-11)^2} \\
 &= \sqrt{1 + 121} \\
 &= \sqrt{122} \\
 &= 11,04 \text{ m}
 \end{aligned}$$

7. Proses Potong *Finish* dengan Proses Perakitan

$$\begin{aligned}
 \sqrt{(Xa - Xb)^2 + (Ya - Yb)^2} &= \sqrt{(10 - 3)^2 + (13 - 5)^2} \\
 &= \sqrt{(7)^2 + (8)^2} \\
 &= \sqrt{49 + 64} \\
 &= \sqrt{113}
 \end{aligned}$$

$$= 10,63 \text{ m}$$

8. Proses Perakitan dengan Proses Pengamplasan

$$\begin{aligned}\sqrt{(Xa - Xb)^2 + (Ya - Yb)^2} &= \sqrt{(3 - 13,5)^2 + (5 - 19)^2} \\ &= \sqrt{(-10,5)^2 + (-14)^2} \\ &= \sqrt{110,25 + 196} \\ &= \sqrt{306,25} \\ &= 17,5 \text{ m}\end{aligned}$$

9. Proses Pengamplasan dengan Proses Pengecekan

$$\begin{aligned}\sqrt{(Xa - Xb)^2 + (Ya - Yb)^2} &= \sqrt{(13,5 - 13,5)^2 + (19 - 27)^2} \\ &= \sqrt{(0)^2 + (-8)^2} \\ &= \sqrt{0 + 64} \\ &= \sqrt{64} \\ &= 8 \text{ m}\end{aligned}$$

10. Proses Pengecatan dengan Proses *Sending*

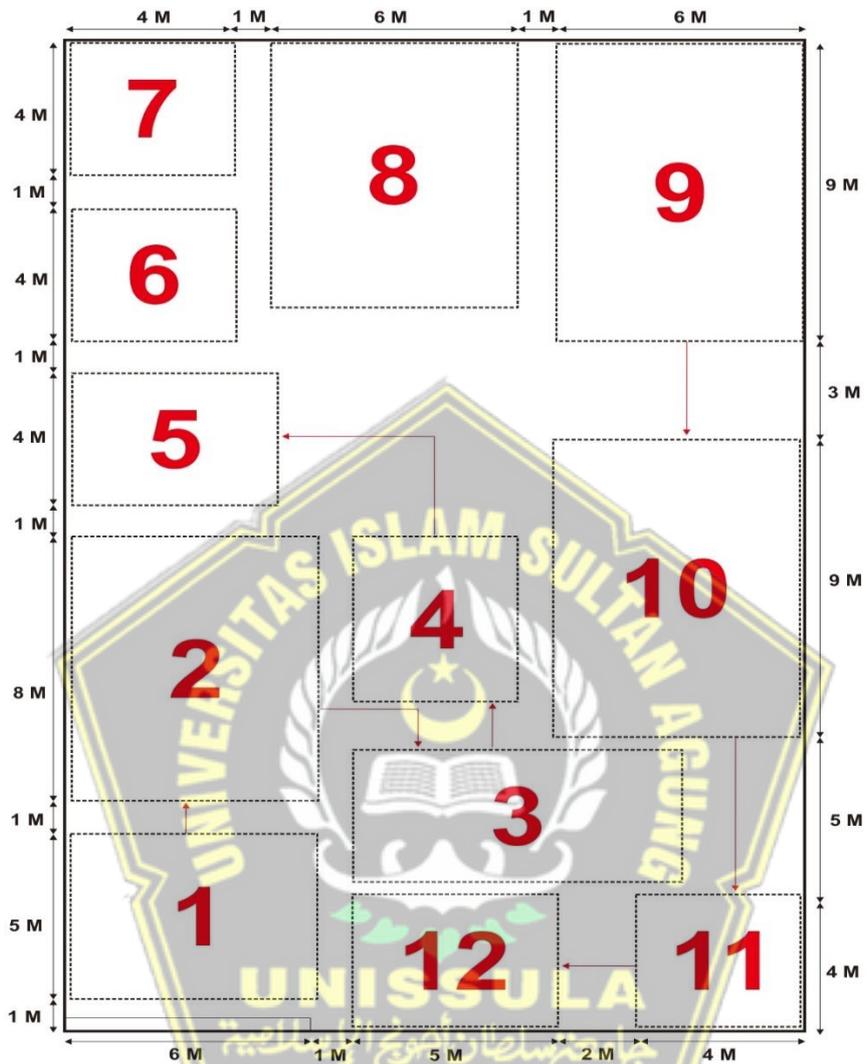
$$\begin{aligned}\sqrt{(Xa - Xb)^2 + (Ya - Yb)^2} &= \sqrt{(13,5 - 10)^2 + (27 - 12)^2} \\ &= \sqrt{(3,5)^2 + (15)^2} \\ &= \sqrt{12,25 + 225} \\ &= \sqrt{237,25} \\ &= 15,4 \text{ m}\end{aligned}$$

11. Proses *Sending* dengan Proses *Packing*

$$\begin{aligned}\sqrt{(Xa - Xb)^2 + (Ya - Yb)^2} &= \sqrt{(10 - 15,5)^2 + (12 - 8)^2} \\ &= \sqrt{(-5,5)^2 + (4)^2} \\ &= \sqrt{30,25 + 16} \\ &= \sqrt{46,25} \\ &= 6,8 \text{ m}\end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas total jarak antar departemen yang terlibat proses produksi dari *warehouse* hingga *warehouse* adalah 135,16 m.

4.2.6.2 Layout setelah perbaikan



Gambar 4. 7 Layout lini produksi setelah perbaikan

Keterangan :

1. Gudang
2. Proses *Cutting*
3. Proses Perataan
4. Proses Ukur Tebal
5. Proses Pengeleman
6. Proses Pola Kasar
7. Proses Potong *Finish*
8. Proses Perakitan
9. Proses Pengamplasan
10. Proses Pengecatan

11. Proses *Sending*

12. Proses *Packing*

Setelah menentukan nilai Euclidean pada *Layout* lini produksi pada saat ini, kemudian menentukan besarnya nilai Euclidean pada lini produksi yang menjadi usulan. Dalam menentukan nilai Euclidean pada lini produksi yang menjadi usulan sama dengan cara menentukan nilai Euclidean pada lini produksi saat ini. Berikut data panjang, lebar, luas serta centroid setiap departemen :

Tabel 4. 49 Luas departemen

No	Departemen	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m ²)
1	Gudang	5	6	30
2	Proses <i>Cutting</i>	8	6	48
3	Proses Perataan	4	8	32
4	Proses Ukur Tebal	5	4	20
5	Proses Pengeleman	4	5	20
6	Proses Pola Kasar	4	4	16
7	Proses Potong <i>Finish</i>	4	4	16
8	Proses Perakitan	8	6	48
9	Proses Pengamplasan	9	6	54
10	Proses Pengecatan	9	6	54
11	Proses <i>Sending</i>	4	4	16
12	Proses <i>Packing</i>	4	5	20

Tabel 4. 50 Centroid

No	Departemen	Centroid	
		X	Y
1	Gudang	3	3,5
2	Proses <i>Cutting</i>	3	11
3	Proses Perataan	11	8
4	Proses Ukur Tebal	9	14,5
5	Proses Pengeleman	2,5	18
6	Proses Pola Kasar	2	23
7	Proses Potong <i>Finish</i>	2	28
8	Proses Perakitan	9	26
9	Proses Pengamplasan	15	25,5
10	Proses Pengecatan	15	13,5
11	Proses <i>Sending</i>	16	2
12	Proses <i>Packing</i>	9,5	2

Setelah dilakukan perhitungan diatas, kemudian dilakukan perhitungan jarak dengan menggunakan rumus Euclidean $\sqrt{(Xa - Xb)^2 + (Ya - Yb)^2}$

Perhitungan nilai Euclidean sebagai berikut :

1. Gudang dengan Proses *Cutting*

$$\begin{aligned}\sqrt{(Xa - Xb)^2 + (Ya - Yb)^2} &= \sqrt{(3 - 3)^2 + (3,5 - 111)^2} \\ &= \sqrt{(0)^2 + (-7,5)^2} \\ &= \sqrt{64 + 9} \\ &= \sqrt{73} \\ &= 8,5 \text{ m}\end{aligned}$$

2. Proses *Cutting* dengan Proses Perataan

$$\begin{aligned}\sqrt{(Xa - Xb)^2 + (Ya - Yb)^2} &= \sqrt{(3 - 11)^2 + (11 - 8)^2} \\ &= \sqrt{(-8)^2 + (3)^2} \\ &= \sqrt{64 + 9} \\ &= \sqrt{73} \\ &= 8,5 \text{ m}\end{aligned}$$

3. Proses Perataan dengan Proses Ukur Tebal

$$\begin{aligned}\sqrt{(Xa - Xb)^2 + (Ya - Yb)^2} &= \sqrt{(11 - 9)^2 + (8 - 14,5)^2} \\ &= \sqrt{(2)^2 + (-6,5)^2} \\ &= \sqrt{4 + 42,25} \\ &= \sqrt{46,25} \\ &= 6,8 \text{ m}\end{aligned}$$

4. Proses Ukur Tebal dengan Proses Pengeleman

$$\begin{aligned}\sqrt{(Xa - Xb)^2 + (Ya - Yb)^2} &= \sqrt{(9 - 2,5)^2 + (14,5 - 18)^2} \\ &= \sqrt{(6,5)^2 + (-3,5)^2} \\ &= \sqrt{42,25 + 12,25} \\ &= \sqrt{54,5} \\ &= 7,38 \text{ m}\end{aligned}$$

5. Proses Pengeleman dengan Proses Pola Kasar

$$\begin{aligned}
 \sqrt{(Xa - Xb)^2 + (Ya - Yb)^2} &= \sqrt{(2,5 - 2)^2 + (18 - 23)^2} \\
 &= \sqrt{(0,5)^2 + (-5)^2} \\
 &= \sqrt{0,25 + 25} \\
 &= \sqrt{25,25} \\
 &= 5,03 \text{ m}
 \end{aligned}$$

6. Proses Pola Kasar dengan Proses Potong *Finish*

$$\begin{aligned}
 \sqrt{(Xa - Xb)^2 + (Ya - Yb)^2} &= \sqrt{(2 - 2)^2 + (23 - 28)^2} \\
 &= \sqrt{(0)^2 + (-5)^2} \\
 &= \sqrt{0 + 25} \\
 &= \sqrt{25} \\
 &= 5 \text{ m}
 \end{aligned}$$

7. Proses Potong *Finish* dengan Proses Perakitan

$$\begin{aligned}
 \sqrt{(Xa - Xb)^2 + (Ya - Yb)^2} &= \sqrt{(2 - 9)^2 + (28 - 26)^2} \\
 &= \sqrt{(-7)^2 + (2)^2} \\
 &= \sqrt{49 + 4} \\
 &= \sqrt{53} \\
 &= 7,28 \text{ m}
 \end{aligned}$$

8. Proses Perakitan dengan Proses Pengamplasan

$$\begin{aligned}
 \sqrt{(Xa - Xb)^2 + (Ya - Yb)^2} &= \sqrt{(9 - 15)^2 + (26 - 25,5)^2} \\
 &= \sqrt{(-6)^2 + (0,5)^2} \\
 &= \sqrt{36 + 0,25} \\
 &= \sqrt{36,25} \\
 &= 6,03 \text{ m}
 \end{aligned}$$

9. Proses Pengamplasan dengan Proses Pengecatan

$$\begin{aligned}
 \sqrt{(Xa - Xb)^2 + (Ya - Yb)^2} &= \sqrt{(15 - 15)^2 + (25,5 - 13,5)^2} \\
 &= \sqrt{(0)^2 + (12)^2} \\
 &= \sqrt{0 + 144}
 \end{aligned}$$

$$= \sqrt{144}$$

$$= 12 \text{ m}$$

10. Proses Pengecatan dengan Proses *Sending*

$$\sqrt{(Xa - Xb)^2 + (Ya - Yb)^2} = \sqrt{(15 - 16)^2 + (13,5 - 2)^2}$$

$$= \sqrt{(-1)^2 + (11,5)^2}$$

$$= \sqrt{1 + 132,25}$$

$$= \sqrt{133,25}$$

$$= 11,54 \text{ m}$$

11. Proses *Sending* dengan *Packing*

$$\sqrt{(Xa - Xb)^2 + (Ya - Yb)^2} = \sqrt{(16 - 9,5)^2 + (2 - 2)^2}$$

$$= \sqrt{(6,5)^2 + (0)^2}$$

$$= \sqrt{42,25 + 0}$$

$$= \sqrt{42,25}$$

$$= 6,5 \text{ m}$$

Dari perhitungan diatas total jarak antar departemen yang 83,56 meter. Berdasarkan pada kedua nilai Euclidean diatas, dapat disimpulkan bahwa *layout* lini produksi usulan atau setelah perbaikan lebih baik dibandingkan *layout* lini produksi saat ini. Hal tersebut terbukti dengan berkurangnya total jarak sebesar 51,6 meter yang semula 135,16 meter berkurang menjadi 83,56 meter.

Untuk membuktikan *layout* lini produksi usulan lebih baik dibandingkan *layout* lini produksi saat ini yaitu dengan melakukan perhitungan jarak dan waktu transportasi. Adapun hasil rekapitulasi jarak dan waktu transportasi pada lini produksi saat ini atau sebelum perbaikan yaitu sebagai berikut :

Tabel 4. 51 Transportasi sebelum perbaikan

No	Transportasi	Jarak	Waktu
		(meter)	(detik)
1	Transportasi dari gudang ke <i>cutting</i>	16,62	7,105
2	Transportasi dari <i>cutting</i> ke perataan	14,04	5,311
3	Transportasi dari perataan ke ukur tebal	5,85	5,195
4	Transportasi dari ukur tebal ke pengeleman	16,5	2,581

Tabel 4. 51Transportasi sebelum perbaikan (Lanjutan)

No	Transportasi	Jarak	Waktu
		(meter)	(detik)
5	Transportasi dari pengeleman ke pola kasar	12,78	5,938
6	Transportasi dari pola kasar ke potong <i>finish</i>	11,04	3,267
7	Transportasi dari potong <i>finish</i> ke perakitan	10,63	6,847
8	Transportasi dari perakitan ke pengamplasan	17,5	9,989
9	Transportasi dari pengamplasan ke pengecatan	8	3,177
10	Transportasi dari pengecatan ke <i>sending</i>	15,4	2,848
11	Transportasi <i>sending</i> ke <i>packing</i>	6,8	13,926

Dari data diatas, untuk menghitung waktu transportasi setelah dilakukan perbaikan *layout*, digunakan perbandingan waktu transportasi sebelum perbaikan *layout* dan sesudah perbaikan *layout* dengan rumus perkalian silang. Adapun rumus perkalian silang tersebut sebagai berikut :

$$\frac{\text{Jarak Sebelum Perbaikan}}{\text{Jarak Setelah Perbaikan}} = \frac{\text{Waktu Sebelum Perbaikan}}{\text{Waktu Setelah Perbaikan}}$$

Adapun contoh perhitungan waktu transportasi dari gudang ke *cutting* setelah perbaikan *layout* yaitu :

Diketahui :

Jarak Sebelum Perbaikan = 16,62 meter

Jarak Setelah Perbaikan = 7,5 meter

Waktu Sebelum Perbaikan = 7,105 detik

Waktu Setelah Perbaikan = W_p

Persamaan :

$$\frac{16,62}{7,5} = \frac{7,105}{W_p}$$

$$W_p = \frac{7,105 \times 7,5}{16,62}$$

$$W_p = 3,2$$

Berikut ini merupakan rekapitulasi waktu transportasi setelah perbaikan *layout* :

Tabel 4. 52 Transportasi setelah perbaikan

No	Transportasi	Jarak	Waktu
		(meter)	(detik)
1	Transportasi dari gudang ke <i>cutting</i>	7,5	3,2
2	Transportasi dari <i>cutting</i> ke perataan	8,5	3,2
3	Transportasi dari perataan ke ukur tebal	6,8	6
4	Transportasi dari ukur tebal ke pengeleman	7,38	1,2
5	Transportasi dari pengeleman ke pola kasar	5,03	2,34
6	Transportasi dari pola kasar ke potong <i>finish</i>	5	1,47
7	Transportasi dari potong <i>finish</i> ke perakitan	7,28	4,68
8	Transportasi dari perakitan ke pengamplasan	6,03	3,4
9	Transportasi dari pengamplasan ke pengecatan	12	4,7
10	Transportasi dari pengecatan ke <i>sending</i>	11,54	2,13
11	Transportasi <i>sending</i> ke <i>packing</i>	6,5	13,32

4.2.6.3 Perawatan Mesin

Berdasarkan identifikasi akar penyebab masalah, sering terjadi kerusakan mesin pada mesin *thicknesser* ataupun *spindle* pada stasiun kerja *assembly*. Seringnya proses yang dilakukan dan terus menerus dalam produksi meubel, mesin perlu perawatan untuk menjaga kualitas mesin. Hal ini bisa terjadi diduga karena kurangnya perawatan mesin dan cek secara berkala pada mesin *thicknesser* dan *spindle* sehingga mesin terkadang macet atau beroperasi tidak semestinya. Oleh karena itu perlu dilakukan TPM (*Total Pproductive Maintenance*).

TPM (*Total Pproductive Maintenance*) adalah metode yang digunakan untuk meningkatkan produktivitas mesin melalui perawatan peralatan. Menurut sejarah konsep TPM dipelopori oleh seorang ahli yaitu Seichi Nakajima pada tahun 1960 juga menjadi bagian dalam penerapan *Lean Manufacturing* yang bertujuan untuk menghilangkan *waste*. Salah satu pilar didalamnya yaitu *autonomous maintenance*. strategi ini merupakan sekumpulan aktivitas perawatan yang dilakukan oleh operator produksi untuk memelihara mesin dan peralatan yang mereka gunakan pada saat proses produksi dengan tidak bergantung mutlak pada bagian *engineering*. Implementasinya dilakukan dengan pendekatan terstruktur untuk meningkatkan *level* ketrampilan karyawan, hingga mereka mampu

memahami, mengelola, dan memperbaiki mesin yang berada di area tanggung jawab mereka. Intinya, operator harus mampu melakukan perawatan dan perbaikan ringan terhadap mesin-mesin yang mereka operasikan setiap hari. Tujuan *autonomous maintenance* yaitu mendorong operator untuk berlaku cepat tanggap dan proaktif dalam pemeliharaan mesin, agar mesin selalu dalam performa terbaiknya. Operator diharapkan mampu melakukan perbaikan atas kerusakan kecil atau pemeliharaan sederhana atas mesin. Dengan diterapkan *autonomous maintenance* maka departemen *maintenance* dapat lebih fokus dan berkonsentrasi pada masalah *preventive maintenance* serta peningkatan produktivitas dan pengontrolan biaya *maintenance*. Tidak hanya itu, penerapan *autonomous maintenance* juga dapat menghindari jika terjadinya mesin yang rusak secara bersamaan serta adanya keterbatasan pada tenaga *maintenance*.

Adapun langkah-langkah *autonomous maintenance* yang akan direkomendasikan adalah sebagai berikut :

1. Menjaga Kebersihan
Membersihkan area kerja dan mesin, serta mencari dan menemukan masalah yang nantinya segera diperbaiki.
2. Menangani area yang sulit dan mengurangi sumber masalah
 - Menghentikan kontaminasi yang menyebabkan sumber masalah
 - Memodifikasi peralatan untuk memudahkan pembersihan dan penanganan lebih lanjut
3. Membuat standar-standar perawatan dasar
Operator produksi menganalisa kebiasaan kerjanya dan menyusun standar standar perawatan dasar yang dibutuhkan dalam kerja.
4. Pengecekan Umum
 - Mempelajari struktur dan fungsi-fungsi mesin dan sparepart
 - Melatih pemahaman hingga pelaksanaan inspeksi mesin
 - Memperbaiki masalah-masalah baru yang ditemukan
5. Melakukan *autonomous maintenance*
Pembuatan *check sheet autonomous checking* dan pelaksanaannya.

6. Standarisasi dan penyempurnaan *autonomous inspection* dengan menstandarkan item control dilapangan dan mensistematiskan dengan sempurna manajemen pemeliharaannya.

4.2.6.4 Penambahan Jumlah Tenaga Kerja

Pada stasiun kerja *finishing* terjadi *delay time* yang cukup lama sehingga menimbulkan *waste waiting*. Faktor yang mempengaruhi terjadinya *waiting* karena kurangnya *man power*. Kurang tertibnya karyawan terhadap jadwal dan pekerjaannya membuat proses produksi menjadi molor, dan bila ada operator yang berhalangan untuk datang tidak ada penggantinya yang mana operator lain merangkap kerjaan. Untuk meningkatkan produktivitas perusahaan maka perlu adanya penambahan jumlah *man power* dan pengadaan sangsi untuk yang tidak sesuai aturan.

4.2.7 Pembuatan Future State Mapping

Setelah dilakukan analisa terhadap *current stream mapping* dengan menggunakan alat bantu Wam dan VALSAT dengan *tools* yang terpilih yaitu *Process Activity Mapping* (PAM), dan menghasilkan *output* bahwa pada proses produksi terdapat aktivitas yang tidak bernilai tambah (*Non Value Added Activity*) serta aktifitas yang harus dilakukan tetapi tidak bernilai tambah (*Necessary but Non Value Added Activity*) yang keduanya harus dikurangi bahkan dihilangkan. Pada tabel merupakan rincian estimasi perhitungan minimasi terhadap *Non Value Added Activity* untuk pembuatan *future state mapping*.

Tabel 4. 53 Rincian perhitungan minimasi terhadap *Non Value Added* (NVA)

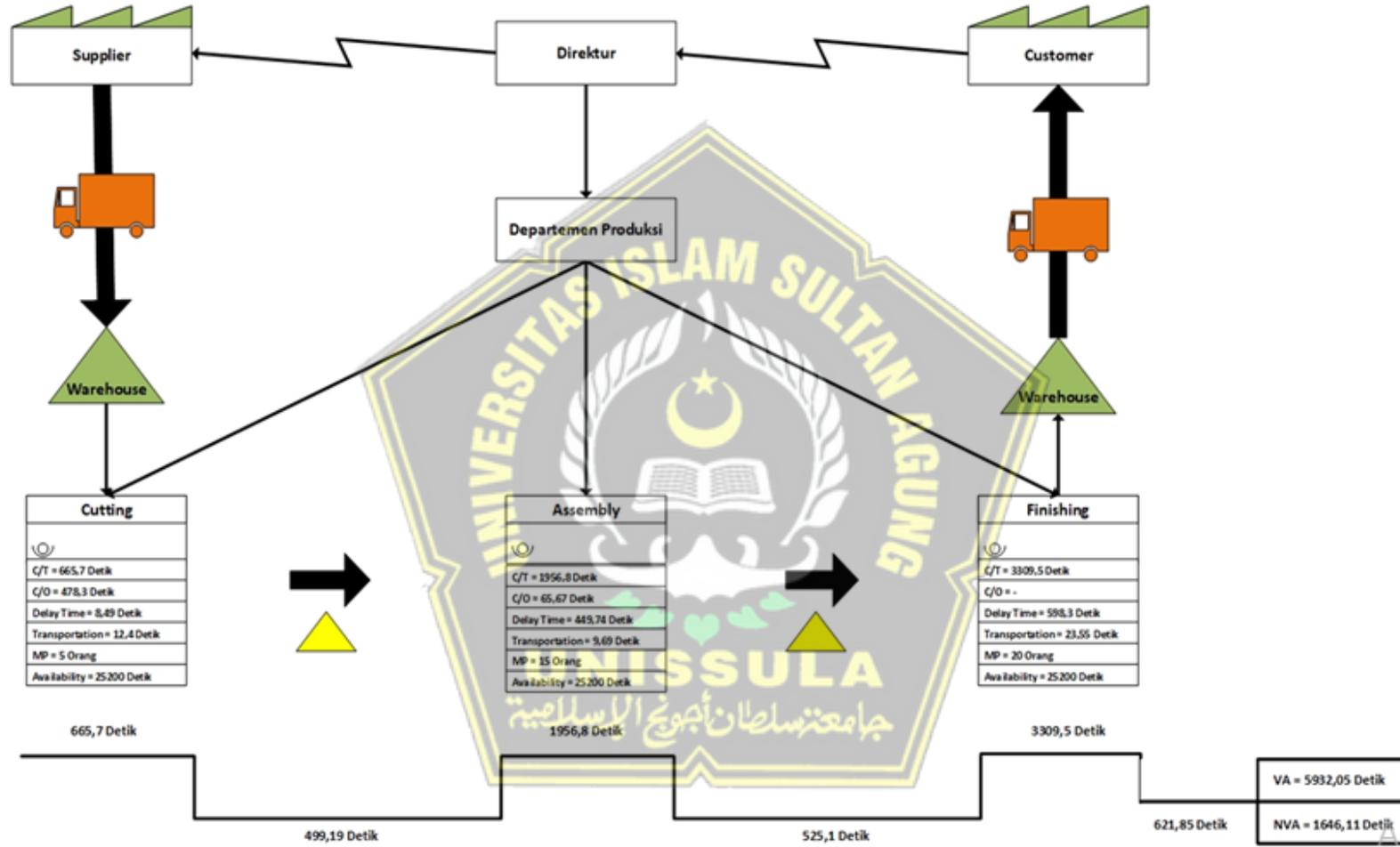
Stasiun Kerja	Kegiatan NVA	NVA Sebelum Perbaikan (Detik)	Perbaikan Minimasi (Detik)	Keterangan Upaya Perbaikan
<i>Cutting</i>	Menunggu proses perataan	16,99	$\frac{16,99}{2} = 8,49$	Durasi kegiatan menunggu proses perataan ke proses selanjutnya diperpendek dengan mengurangi jumlah pengiriman per batch WIP menjadi 1/2 dari jumlah sebelumnya yaitu 30
<i>Assembly</i>	Menunggu proses pengeleman	441,56	$\frac{441,56}{2} = 220,78$	Durasi kegiatan menunggu proses pengeleman ke proses selanjutnya diperpendek dengan mengurangi jumlah pengiriman per batch WIP menjadi 1/2 dari jumlah sebelumnya yaitu 50
	Menunggu proses perakitan	457,92	$\frac{457,92}{2} = 228,96$	Durasi kegiatan menunggu proses perakitan ke proses selanjutnya diperpendek dengan mengurangi jumlah pengiriman per batch WIP menjadi 1/2 dari jumlah sebelumnya yaitu 30
<i>Finishing</i>	Menunggu proses pengamplasan	185,36	$\frac{185,36}{2} = 92,68$	Durasi kegiatan menunggu proses pengamplasan ke proses selanjutnya diperpendek dengan mengurangi jumlah pengiriman per batch WIP menjadi 1/2 dari jumlah sebelumnya yaitu 50
	Menunggu proses pengecatan	1011,25	$\frac{1011,25}{2} = 505,62$	Durasi kegiatan menunggu proses pengecatan ke proses selanjutnya diperpendek dengan mengurangi jumlah pengiriman per batch WIP menjadi 1/2 dari jumlah sebelumnya yaitu 50

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

Tabel 4. 54 Rincian perhitungan minimasi terhadap Necessary but Non Value Added (NNVA)

Stasiun Kerja	Kegiatan NNVA	NNVA Sebelum Perbaikan (Detik)	Perbaikan Minimasi (Detik)	Keterangan Upaya Perbaikan
<i>Cutting</i>	Transportasi dari gudang ke stasiun kerja <i>Cutting</i>	7,105	3,2	Relayout lantai produksi sehingga Terjadi perubahan waktu.
	<i>Set up</i> mesin <i>cutting</i>	246,23	246,23	Tidak ada perubahan
	Transportasi dari proses <i>cutting</i> ke proses perataan	5,311	3,2	Relayout lantai produksi sehingga Terjadi perubahan waktu.
	<i>Set up</i> mesin <i>Jointer</i>	83,41	83,41	Tidak ada perubahan
	Transportasi dari proses perataan ke proses ukur tebal	5,195	6	Tidak ada perubahan
	<i>Set up</i> mesin <i>thicknesser</i>	148,63	148,63	Tidak ada perubahan
<i>Assembly</i>	Transportasi dari proses ukur tebal ke proses pengeleman	2,585	1,2	Relayout lantai produksi sehingga Terjadi perubahan waktu.
	Transportasi dari proses pengeleman ke proses pola kasar	5,938	2,34	Relayout lantai produksi sehingga Terjadi perubahan waktu.
	<i>Set up</i> mesin <i>spindle</i>	65,67	65,67	Tidak ada perubahan
	Transportasi dari proses pola kasar ke proses potong <i>finish</i>	3,267	1,47	Relayout lantai produksi sehingga Terjadi perubahan waktu.
	Transportasi dari proses potong <i>finish</i> ke proses perakitan	6,847	4,68	Relayout lantai produksi sehingga Terjadi perubahan waktu.
<i>Finishing</i>	Transportasi dari proses perakitan ke proses pengamplasan	9,989	3,4	Relayout lantai produksi sehingga Terjadi perubahan waktu.
	Transportasi dari proses pengamplasan ke proses pengecatan	3,177	4,7	Tidak ada perubahan
	Transportasi dari proses pengecatan ke proses <i>sending</i>	2,848	2,13	Relayout lantai produksi sehingga Terjadi perubahan waktu.
	Transportasi dari proses <i>sending</i> ke proses <i>packing</i>	13,926	13,32	Relayout lantai produksi sehingga Terjadi perubahan waktu.

4.2.8 Berikut ini adalah *Future State Mapping*



Gambar 4. 8 *Future State Mapping*

4.3 Analisa

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

Nilai dari *value added activity* diperoleh dari waktu proses yang terdapat dalam *current state mapping*, aktivitasnya meliputi proses pada stasiun kerja *cutting*, *assembly* dan *Finishing*. Nilai dari *necessary but non value added activity* merupakan aktivitas yang tidak bernilai tambah tetapi aktivitas ini sangat diperlukan untuk mendukung proses operasi menjadi lancar. Aktivitas tersebut meliputi proses transportasi dan setup mesin. Sedangkan *non value added* merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah pada proses operasi. Aktivitas yang termasuk dalam kategori *non value added* yaitu *delay* atau *waiting* saat proses produksi. Berikut ini merupakan hasil klasifikasi *value added activity*, *non value activity* dan *necessary but not value added activity* dalam proses produksi meubel di CV. Ara Samudra.

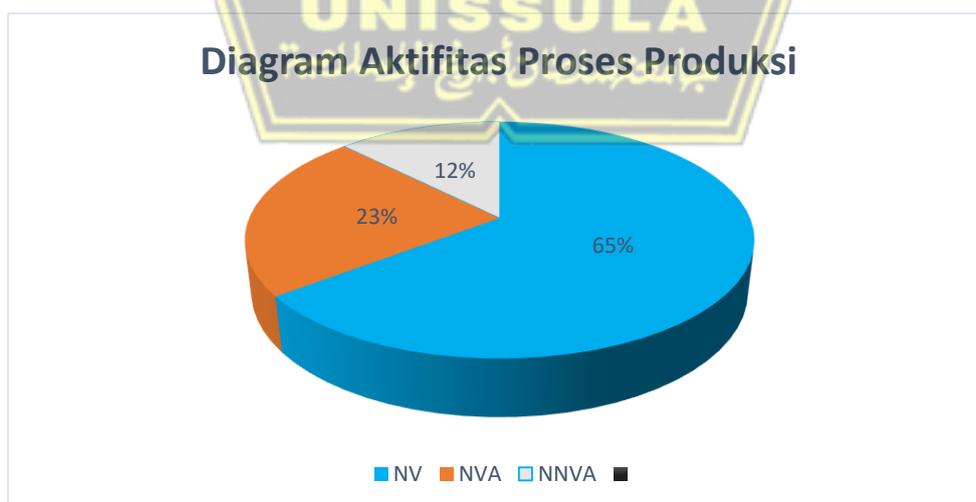
Tabel 4. 55 Tabel Klasifikasi VA, NVA, NNVA

No	Stasiun kerja	Elemen Kerja	kategori		
			VA	NVA	NNVA
1	Cutting	Dari <i>warehouse</i> ke proses <i>Cutting</i>			71,05
2		Setup mesin <i>TableDow</i>			246,23
3		Proses <i>Table Dow</i>	250,14		
4		Dari <i>tabledow</i> ke perataan / <i>Jointer</i>			53,11
5		Delay		16,99	
6		Setup mesin <i>Jointer</i>			83,41
7		Proses perataan	267,13		
8		Dari perataan ke ukur tebal/ <i>thicknesser</i>			51,95
9		Setup mesin <i>thicknesser</i>			148,63
10		Proses ukur tebal	148,46		
11	Assembly	Dari <i>thicknesser</i> ke pengeleman			25,81
12		Delay		441,56	
13		Proses pengeleman	590,02		
14		Dari pengeleman ke pola kasar			59,38
15		Setup mesin <i>spindle</i>			65,67

Tabel 4. 55Klasifikasi VA,NVA, dan NNVA (Lanjutan)

16		Proses pola kasar/ <i>spindle</i>	574,45		
17		Dari spindle ke potong finish			32,67
18		Proses potong finish	167,2		
19		Dari potong finish ke perakitan			68,47
20		Delay		457,92	
21		Proses perakitan	625,12		
22	<i>Finishing</i>	Dari perakitan ke hamplas			99,89
23		Delay		185,36	
24		Proses hamplas	810,48		
25		Dari proses hamplas ke proses cat			31,77
26	<i>Finishing</i>	Delay		1011,25	
27		Proses pengecatan	1821,73		
28		Dari pengecatan ke sending			24,48
29		Proses sending	677,32		
30		Dari sending ke proses <i>packing</i>			139,26
Jumlah			5932,05	2113,08	1140,11

Grafik perbandingan *value added activity*, *non value added activity*, dan *necessary but non value added* dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4. 9 Diagram Aktifitas

Berdasarkan gambar diatas nilai *value added activity* sebesar 65%, nilai *non value added activity* sebesar 23% sedangkan *necessary but non value added*

sebesar 12%.

4.3.2 Analisa Hasil Identifikasi Waste

Proses identifikasi *waste* pada tahap ini dengan menggunakan metode *waste assessment model* (WAM). Penggunaan metode ini bertujuan untuk menyederhanakan pencarian permasalahan dan objektivitas penelitian. Identifikasi *waste* dengan metode ini melibatkan 3 responden dari setiap fungsi serta bertanggung jawab terhadap operasional sistem dan proses produksi. Diantaranya ialah kepala produksi, *quality control* dan *warehouse*.

4.3.2.1 Analisa Waste Relationship Matrix (WRM)

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

Tabel 4. 56 Tabel Analisa WRM

F/T	O	I	D	M	T	P	W	score	Presentase (%)
O	10	2	2	2	10	0	2	28	13,59
I	2	10	2	2	10	0	0	26	12,62
D	2	4	10	2	8	0	2	28	13,59
M	0	4	2	10	0	2	2	20	9,71
T	6	6	2	2	10	0	8	34	16,50
P	4	4	6	4	0	10	6	34	16,50
W	10	6	10	0	0	0	10	36	17,48
Score	34	36	34	22	38	12	30	206	
Presentase (%)	16,50	17,48	16,50	10,68	18,45	5,83	14,56		

Pada gambar diatas menunjukkan hasil skor *waste relationship matrix* (WRM) berdasarkan total skor masing – masing *waste* pada setiap baris dan kolom pada *matrix* WRM. Pada baris matrik (“*from*”) menunjukkan jenis *waste* yang mempengaruhi jenis *waste* lainnya. Sedangkan pada kolom matrik (“*to*”) menunjukkan jenis *waste* yang dipengaruhi oleh jenis *waste* lainnya.

Berdasarkan presentase keterkaitan *waste* diketahui bahwa *from transportation* memiliki presentase paling tinggi sebesar 18,45% dari keseluruhan skor *waste* pada baris matrik. . Hal tersebut berarti bahwa *waste defect* yang terjadi

saat ini memberikan pengaruh yang besar dan memicu terjadinya *waste* yang lainnya. Sedangkan *to waiting* memiliki presentase tertinggi sebesar 17,48% dari keseluruhan skor *waste* pada kolom matrix. Sehingga *waste waiting* yang terjadi saat ini dipengaruhi oleh jenis *waste* lainnya.

4.3.2.2 Analisa Waste Assessment Questionnaire (WAQ)

Waste Assessment Questionnaire (WAQ) digunakan untuk mengidentifikasi dan mengetahui *waste* yang paling dominan. WAQ terdiri dari 68 jenis pertanyaan *assessment* yang menggambarkan suatu aktifitas, kondisi tertentu atau sifat yang mungkin menimbulkan jenis *waste* tertentu. *Assessment* ini terdiri dari dua jenis pertanyaan yaitu *form* dan *to* serta dikategorikan menjadi *man*, *machine*, *material*, dan *method*. Adapun ranking hasil *assessment* WAQ secara berurutan dari yang terbesar sampai terkecil sebagai berikut :

Tabel 4. 57 Tabel Peringkat Jenis Waste

Peringkat	Jenis Waste	Presentase
1	<i>Transportation</i> (T)	24,02%
2	<i>Waiting</i> (W)	17,91%
3	<i>Overproduction</i> (O)	17,69%
4	<i>Inventory</i> (I)	15,43%
5	<i>Defect</i> (D)	14,94%
6	<i>Motion</i> (M)	6,46%
7	<i>Process</i> (P)	3,55%

Dari hasil *assessment* diatas peringkat *waste* yang dominan serta *waste* yang sangat berpengaruh terhadap *waste* yang lainnya adalah *waste transportation* dengan presentase 24,02%. Selanjutnya *waste waiting* dan *overproduction* dengan presentase masing- masing yaitu 17,91% dan 17,69%. Kemudian *waste inventory* dan *waste defect* dengan persentase masing-masing 15,43% dan 14,94%. Kemudian peringkat 2 terakhir ada *waste motion* dan *waste process* dengan persentase 6,46% dan 3,55%.

4.3.3 Analisa Hasil Value Stream Analysis Tools (VALSAT)

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

Tabel 4. 58 Tabel Hasil Analisa VALSAT

Ranking	Tools VALSAT	Total Bobot	Presentase
1	<i>Process Activity Mapping</i> (PAM)	540,14	40%
2	<i>Supply Chain Response Matrix</i> (SCRM)	349,70	25%
3	<i>Demand Amplification Mapping</i> (DAM)	242,13	16%
4	<i>Decision Point Analysis</i> (DPA)	154,80	10%
5	<i>Quality Filter Mapping</i> (QFM)	73,87	5%
6	<i>Production Variety Funnel</i> (PVT)	39,38	2%
7	<i>Physical Structure</i> (PS)	31,08	2%

Berdasarkan ranking tools VALSAT diatas, skor tertinggi yaitu *Process Activity Mapping* (PAM) sebesar 540,14%, ranking kedua sebesar 349,70% yaitu *tools Supply Chain Response Matrix* (SCRM), ranking ketiga sebesar 242,13% yaitu *tools Demand Amplification Mapping* (DAM), ranking keempat sebesar 154,80% yaitu *tools Decision Point Analysis* (DPA), ranking kelima sebesar 73,87% yaitu *tools Quality Filter Mapping* (QFM), ranking keenam sebesar 39,38% yaitu *tools Production Variety Funnel* (PVT) dan ranking ketujuh sebesar 31,08% yaitu *tools Physical Structure* (PS). *Tools* yang terpilih untuk menganalisa pemborosan (*waste*) secara lebih detail adalah *tools process Actifity Mapping* (PAM) sebagai peringkat pertama. *Tools* ini mampu menggambarkan proses produksi secara detail. Proses pembuatan PAM menggunakan data waktu proses yang didapatkan melalui pengamatan langsung dengan *stopwatch*. Hasl

pengukuran waktu proses divalidasi dengan melakukan uji kecukupan data dan uji keseragaman data. Total seluruh aktivitas proses produksi memerlukan waktu sebesar 9185,29 detik.

Ada 30 aktifitas dalam *process activity mapping* yang terdiri dari aktivitas *operation* sebanyak 10 aktivitas, *inspection* sebanyak 4 aktivitas, *transportation* sebanyak 10 aktivitas, *delay* sebanyak 5 aktivitas, dan *storage* sebanyak 1 aktivitas. Presentase secara detail dari setiap aktivitas dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4. 59 Tabel Presentasi Aktifitas

Jenis Aktifitas	<i>Operation</i>	<i>Inspection</i>	<i>Transportation</i>	<i>Delay</i>	<i>Storage</i>	<i>Total</i>
Jumlah Aktifitas	10	4	10	5	1	30
Waktu (Detik)	5932,1	543,94	522,58	2113,1	139,26	9250.98
Presentase	64%	6%	6%	23%	2%	100%

Dari tabel diatas presentase tertinggi terdapat pada aktivitas *operation* yaitu sebesar 64%, *operation* merupakan aktivitas yang bernilai tambah (*value added*). Klasifikasi VA,NVA, DAN NNVA sebagai berikut :

Tabel 4. 60 Tabel Klasifikasi VA, NVA, NNVA

Aktifitas	Jumlah	Waktu (detik)	Presentase
VA	10	5932,1	65%
NVA	5	2113,08	23%
NNVA	15	1140,11	12%
Total	30	9185,29	100%

Berdasarkan tabel diatas diketahui waktu aktivitas yang bernilai VA sebesar 5932,1 detik dengan presentase 65%, aktivitas dengan waktu 2113,08 dengan presentase 23% yaitu NVA, kemudian 1140,11 detik dengan presentase 12% yaitu NNVA. Nilai tertinggi yaitu 5932,1 atau VA.

4.3.4 Analisa Akar Penyebab Masalah dengan Metode RCA (*Root Cause Analysis*)

Dalam menentukan akar masalah yang dilakukan identifikasi dengan mengamati dan mencari tahu secara lebih mendalam akar permasalahan yang ada. Dalam penggunaan metode RCA terdapat dua macam alat bantu yaitu *Fishbone* diagram dan *Why-why Analysis*. Namun setelah mengamati permasalahan yang ada, penulis menggunakan *Why-why Analysis* karena permasalahan yang timbul berasal dari elemen-elemen kerja sehingga penentuan akar masalah dapat fokus pada permasalahan yang ada. Berdasarkan hasil penentuan akar masalah menggunakan alat bantu berupa *why-why analysis* pada metode *Root cause Analysis*, maka dari



itu tabel dibawah ini dapat disimpulkan bahwa akar permasalahan yang menyebabkan terjadinya *non value added* yaitu sebagai berikut :

Tabel 4. 61 Tabel Hasil Akar Permasalahan NVA

No.	Jenis Waste	Identifikasi Masalah	Proses	Why	Why	Why	Why
1	Transportation	Proses waktu transportasi yang cukup lama	Pada <i>Warehouse</i> ke stasiun kerja <i>cutting</i>	Jarak gudang dan stasiun kerja <i>cutting</i> jauh	Tata letak stasiun kerja kurang strategis	Proses pengambilan bahan terjadi cukup memakan waktu	Kurangnya alat transportasi pada <i>Warehouse</i>
		Terjadi banyak transportasi	Pada stasiun kerja <i>assembly</i>	Jarak proses satu dengan proses lainnya cukup jauh serta terjadi banyak transportasi	Adanya aktifitas pengambilan dan pengumpulan produk setengah jadi	Tata letak antar stasiun kerja yang kurang strategis	Tidak terdapat alat bantu untuk aktifitas transportasi serta layout pada stasiun kerja <i>assembly</i> belum efisien
2	Waiting	Terjadi <i>delay time</i> yang cukup lama	Pada stasiun kerja <i>assembly</i>	Terjadi karena proses <i>assembly</i> yang cukup lama	Mesin sering mengalami masalah	Kurangnya perawatan pada mesin	Banyaknya proses kerja
			Pada stasiun kerja <i>finishing</i>	Kurangnya <i>Man Power</i> pada <i>finishing</i>	Proses <i>finishing</i> yang cukup lama	Lamanya proses kering pada proses pengecatan	Kurang tertibnya jam oprasional karyawan

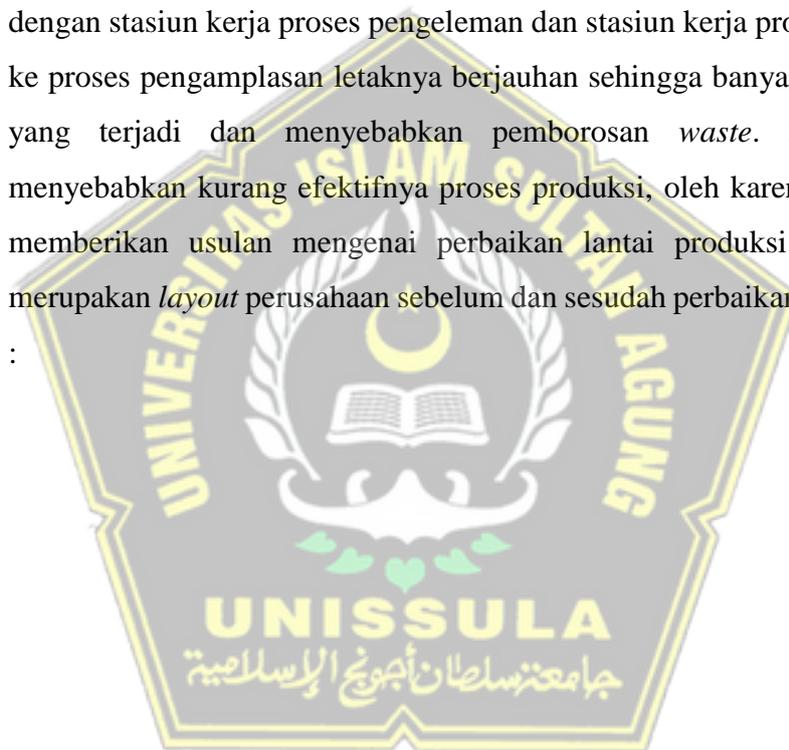
4.3.5 Analisa Usulan Perbaikan

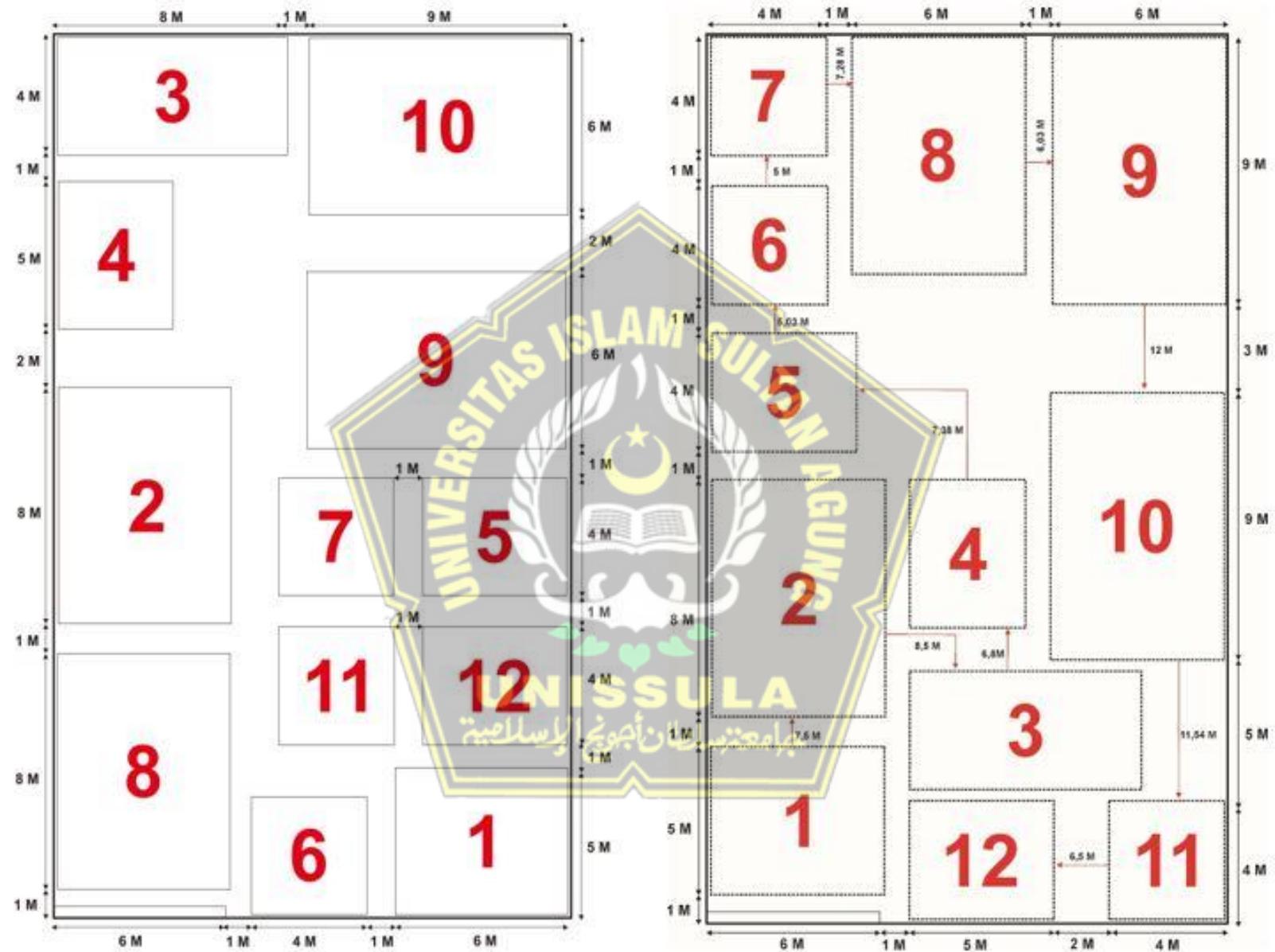
Dari hasil identifikasi akar penyebab permasalahan, maka penulis memberikan usulan perbaikan untuk permasalahan yang timbul, yaitu sebagai berikut:

1. Perbaikan Lantai Produksi

Terdapat cukup banyak transportasi pada proses produksi di CV. Ara Samudra khususnya *layout* pada gedung yaitu jarak antara stasiun kerja gudang dengan stasiun kerja proses *cutting*, stasiun kerja proses ukur tebal dengan stasiun kerja proses pengeleman dan stasiun kerja proses perakitan ke proses pengamplasan letaknya berjauhan sehingga banyak transportasi yang terjadi dan menyebabkan pemborosan *waste*. Hal tersebut menyebabkan kurang efektifnya proses produksi, oleh karena itu penulis memberikan usulan mengenai perbaikan lantai produksi. Berikut ini merupakan *layout* perusahaan sebelum dan sesudah perbaikan pada saat ini :

:





Gambar 4. 10 Layout produksi sebelum dan setelah perbaikan

Keterangan :

1. Gudang
2. Proses *Cutting*
3. Proses Perataan
4. Proses Ukur Tebal
5. Proses Pengeleman
6. Proses Pola Kasar
7. Proses Potong *Finish*
8. Proses Perakitan
9. Proses Pengamplasan
10. Proses Pengecatan
11. Proses *Sending*
12. Proses *Packing*

Pada *layout* perusahaan saat ini di setiap stasiun kerja letaknya berjauhan dan kurang efisien. *Layout* pada gedung sebagai contoh jarak stasiun kerja gudang dengan stasiun kerja proses *cutting* terletak cukup jauh. Setelah dilakukan *relayout* untuk gedung lokasi stasiun kerja gudang didekatkan dengan stasiun kerja proses *cutting* sehingga dapat meminimasi waktu transportasi. Penempatan stasiun kerja diatur dalam urutan yang efisien dapat mempengaruhi laju produksi sehingga dapat berjalan lancar dan mulus secara kontinu. Kemudian dilakukan proses perhitungan menggunakan rumus Euclidean pada *layout* saat ini dan *relayout*, sehingga dapat disimpulkan bahwa *layout* lini produksi usulan atau setelah perbaikan lebih baik dibandingkan *layout* lini produksi pada saat ini. Hal tersebut terbukti berkurangnya jarak 51,6 meter yang semula 135,16 meter berkurang menjadi 83,56 meter.

Berdasarkan pengolahan data diperoleh akar permasalahan salah satunya yaitu kurang efektifnya *layout* lini produksi, hal tersebut ditunjukkan banyaknya transportasi yang dilakukan saat proses produksi. Oleh karena itu dilakukan usulan perbaikan dengan perhitungan *relayout* lini produksi untuk memperpendek jarak dan waktu sebelum perbaikan dan setelah perbaikan dilakukan.

Tabel 4. 62 Perbandingan jarak dan waktu transportasi

Transportasi	Sebelum Perbaikan		Transportasi	Sesudah Perbaikan	
	Jarak (meter)	Waktu (detik)		Jarak (meter)	Waktu (detik)
Gudang ke <i>cutting</i>	16,62	7,105	Gudang ke <i>cutting</i>	7,5	3,2
<i>Cutting</i> ke perataan	14,04	5,311	<i>Cutting</i> ke perataan	8,5	3,2
Perataan ke ukur tebal	5,85	5,195	Perataan ke ukur tebal	6,8	6
Ukur tebal ke pengeleman	16,5	2,581	Ukur tebal ke pengeleman	7,38	1,2
Pengeleman ke pola kasar	12,78	5,938	Pengeleman ke pola kasar	5,03	2,34
Pola kasar ke potong <i>finish</i>	11,04	3,267	Pola kasar ke potong <i>finish</i>	5	1,47
Potong <i>finish</i> ke perakitan	10,63	6,847	Potong <i>finish</i> ke perakitan	7,28	4,68
Perakitan ke pengamplasan	17,5	9,989	Perakitan ke pengamplasan	6,03	3,4
Pengamplasan ke pengecatan	8	3,177	Pengamplasan ke pengecatan	12	4,7
Pengecatan ke <i>sendung</i>	15,4	2,848	Pengecatan ke <i>sendung</i>	11,54	2,13
<i>Sendung</i> ke <i>packing</i>	6,8	13,926	<i>Sendung</i> ke <i>packing</i>	6,5	13,32
Total	135,16	66,184	Total	83,56	45,64

Dari tabel diketahui bahwa jarak transportasi sebelum perbaikan sebesar 135,16 meter dengan waktu 66,184 detik, sedangkan setelah dilakukan *relayout* jarak transportasi menjadi 83,56 meter dengan waktu 45,64 detik. Sehingga dapat disimpulkan dengan dilakukan *relayout* mampu memperpendek jarak dan waktu transportasi.

2. Perawatan mesin

Berdasarkan identifikasi akar penyebab masalah, sering terjadi kerusakan mesin pada mesin *thicknesser* ataupun *spindle* pada stasiun kerja *assembly*. Seringnya proses yang dilakukan dan terus menerus dalam produksi meubel, mesin perlu perawatan untuk menjaga kualitas mesin. Hal ini bisa terjadi diduga karena kurangnya perawatan mesin dan cek secara berkala pada mesin *thicknesser* dan *spindle* sehingga mesin terkadang macet atau beroperasi tidak semestinya. Oleh karena itu perlu dilakukan TPM (*Total Productive Maintenance*).

3. Penambahan Jumlah Tenaga Kerja

Pada stasiun kerja *finishing* terjadi *delay time* yang cukup lama sehingga

menimbulkan *waste waiting*. Faktor yang mempengaruhi terjadinya *waiting* karena kurangnya *man power*. Kurang tertibnya karyawan terhadap jadwal dan pekerjaannya membuat proses produksi menjadi molor, dan bila ada operator yang berhalangan untuk datang tidak ada penggantinya yang mana operator lain merangkap kerjaan. Untuk meningkatkan produktivitas perusahaan maka perlu adanya penambahan jumlah *man power* dan pengadaan sanksi untuk yang tidak sesuai aturan.



4.3.6 Analisa VA, NVA dan NNVA pada *Future State Mapping*

Berdasarkan perbaikan yang telah diusulkan pada *future state mapping* diperoleh nilai *value added activity*, *non value added activity* dan *necessary but non value added* sebagai berikut :

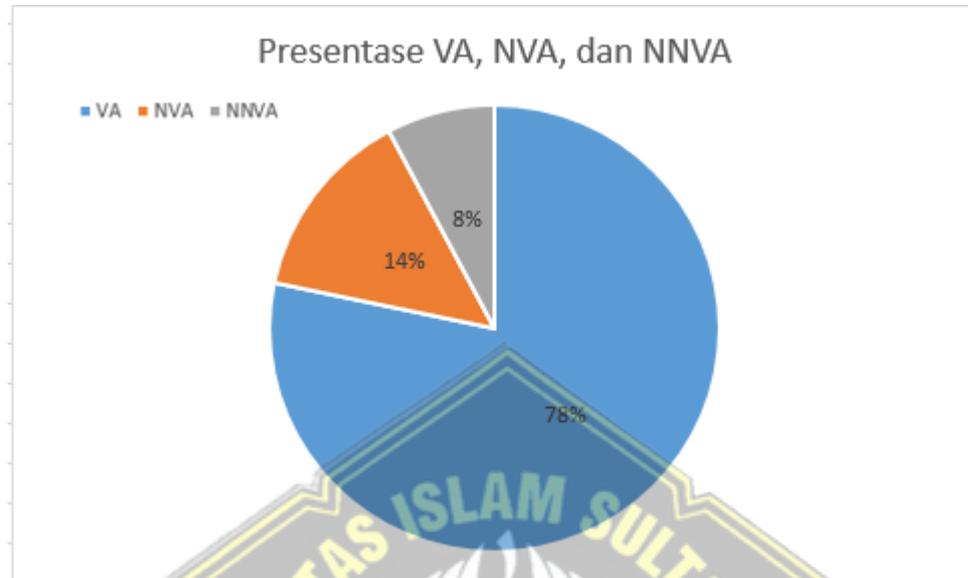
Tabel 4. 63 Nilai VA, NNVA dan NNVA setelah perbaikan

No	Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Waktu (detik)	Aktifitas					Kategori		
				Operation	Inspection	Transport	Delay	Storage	VA	NVA	NNVA
				○	□	➔	⌒	▽			
1	Cutting	Transportasi dari gudang ke proses <i>Cutting</i>	3,2			√					3,2
2		Setup mesin <i>TableDow</i>	246,23		√						246,23
3		Proses <i>Table Dow</i>	250,14	√					250,14		
4		Transportasi dari <i>Table dow</i> ke perataan	3,2			√					3,2
5		Delay	8,49				√			8,49	
6		Setup mesin <i>Jointer</i>	83,41		√						83,41
7		Proses perataan	267,13	√					267,13		
8		Transportasi dari perataan ke ukur tebal	6			√					6
9		Setup mesin <i>Thickneser</i>	148,63		√						148,63
10		Proses ukur tebal	148,46	√					148,46		

Tabel 4. 63 Nilai VA,NVA, dan NNVA Setelah Perbaikan (Lanjutan)

11	Assembly	Transportasi dari <i>thicknesser</i> ke pengeleman	1,2			√				1,2
12		Delay	220,78				√		220,78	
13		Proses pengeleman	590,02	√					590,02	
14		Transportasi dari pengeleman ke pola kasar	2,34			√				2,34
15		Setup mesin <i>Spindle</i>	65,67		√					65,67
16		Proses pola kasar/ <i>Spindle</i>	574,45	√					574,45	
17		Transportasi dari <i>spindle</i> ke potong finish	1,47			√				1,47
18		Proses potong finish	167,2	√					167,2	
19		Transportasi dari potong finish ke perakitan	4,68			√				4,68
20		Delay	228,96				√		228,96	
21		Proses perakitan	652,12	√					652,12	
22	Finishing	Transportasi dari perakitan ke hamplas	3,4			√				3,4
23		Delay	92,68				√		92,68	
24		Proses hamplas	810,48	√					810,48	
25		Transportasi dari hamplas ke cat	4,7			√				4,7
26		Delay	505,62				√		505,62	
27		Proses pengecatan	1821,73	√					1821,73	
28		Transportasi dari pengecatan ke sending	2,13			√				2,13
29		Proses <i>Sending</i>	677,32	√					677,32	
30		Transportasi dari sending ke <i>packing</i>	13,32					√		13,32
		Jumlah						5932,05	1056,53	589,58

Grafik perbandingan *value added activity*, *non value added activity* dan *necessary but non value added* dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4. 11 Presentase VA, NVA, dan NNVA

Setelah dilakukan perbaikan terlihat bahwa terjadi perubahan presentase antara *value added activity*, *non value added activity*, dan *necessary but non value added*. Pada aktivitas *value added activity* memiliki presentase sebesar 78% dengan waktu 5932,05 detik, aktivitas *Non value added activity* memiliki presentase 14% dengan waktu 1056,53 detik dan aktivitas *necessary but non value added activity* memiliki presentase 8% dengan waktu 589,58 detik.

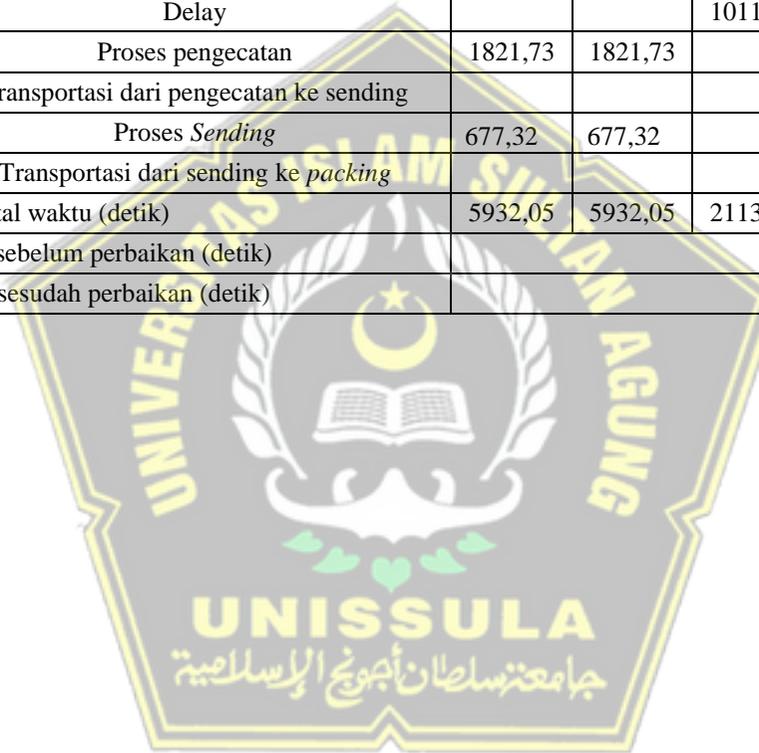
Berikut ini merupakan rekapitulasi perbedaan nilai aktivitas *value added activity* (VA), *non value added activity* (NVA), *necessary but non value added activity* (NNVA).

Tabel 4. 64 Perbandingan Nilai VA, NVA dan NNVA sebelum dan sesudah perbaikan

No	Proses	Aktivitas	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
			VA	VA	NVA	NVA	NNVA	NNVA
1	Transportation	Transportasi dari gudang ke proses Cutting					7,105	3,2
2	Inspection	Setup mesin TableDow					246,23	246,23
3	Operation	Proses Table Dow	250,14	250,14				
4	Transportation	Transportasi dari Table dow ke perataan					5,311	3,2
5	Delay	Delay			16,99	8,49		
6	Inspection	Setup mesin Jointer					83,41	83,41
7	Operation	Proses perataan	267,13	267,13				
8	Transportation	Transportasi dari perataan ke ukur tebal					5,195	6
9	Inspection	Setup mesin Thickneser					148,63	148,63
10	Operation	Proses ukur tebal	148,46	148,46				
11	Transportation	Transportasi dari thicknesser ke pengeleman					2,581	1,2
12	Delay	Delay			441,56	220,78		
13	Operation	Proses pengeleman	590,02	590,02				
14	Transportation	Transportasi dari pengeleman ke pola kasar					5,938	2,34
15	Inspection	Setup mesin Spindle					65,67	65,67
16	Operation	Proses pola kasar/Spindle	574,45	574,45				
17	Transportation	Transportasi dari spindle ke potong finish					3,267	1,47
18	Operation	Proses potong finish	167,2	167,2				
19	Transportation	Transportasi dari potong finish ke perakitan					6,847	4,68
20	Delay	Delay			457,92	228,96		
21	Operation	Proses perakitan	625,12	625,12				
22	Transportation	Transportasi dari perakitan ke hamplas					9,989	3,4
23	Delay	Delay			185,36	92,68		

Tabel 4. 64 Perbandingan Nilai VA, NVA, dan NNVA Sebelum dan Sesudah Pebaikan (Lanjutan)

No	Proses	Aktivitas	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
			VA	VA	NVA	NVA	NNVA	NNVA
24	Operation	Proses hamplas	810,48	810,48				
25	Transportation	Transportasi dari hamplas ke cat					3,177	4,7
26	Delay	Delay			1011,25	505,62		
27	Operation	Proses pengecatan	1821,73	1821,73				
28	Transportation	Transportasi dari pengecatan ke sending					2,848	2,13
29	Operation	Proses <i>Sending</i>	677,32	677,32				
30	Transportation	Transportasi dari sending ke <i>packing</i>					13,926	13,32
Total waktu (detik)			5932,05	5932,05	2113,08	1056,53	610,124	589,58
Total waktu sebelum perbaikan (detik)					8655,25			
Total waktu sesudah perbaikan (detik)					7578,16			



Berikut ini merupakan analisa pengurangan waktu aktivitas sebelum dan sesudah perbaikan pada *aktivitas value added activity*, *non value added activity*, dan *necessary but non value added activity* berdasarkan tabel :

1. Pengurangan waktu aktivitas *value added*

Total waktu sebelum dilakukan perbaikan nilai aktivitas *value added* sebesar 5932,05 detik, sedangkan setelah perbaikan nilai *value added* tidak mengalami perubahan atau tetap sama karena nilai aktivitas *value added* merupakan kegiatan operasi. Sehingga nilai presentase pengurangan waktu yaitu sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Pengurangan waktu aktivitas} &= \frac{\text{Sebelum perbaikan} - \text{Sesudah perbaikan}}{\text{Sebelum perbaikan}} \times 100\% \\ &= \frac{5932,05 - 5932,05}{5932,05} \times 100\% \\ &= 0\% \end{aligned}$$

2. Pengurangan waktu aktivitas *non value added*

Total waktu sebelum dilakukan perbaikan nilai aktivitas *non value added* sebesar 2113,08 detik, sedangkan setelah perbaikan nilai aktivitas *non value added* mengalami penurunan sebesar 1056,53 detik. Sehingga nilai presentase pengurangan waktu yaitu sebagai berikut :

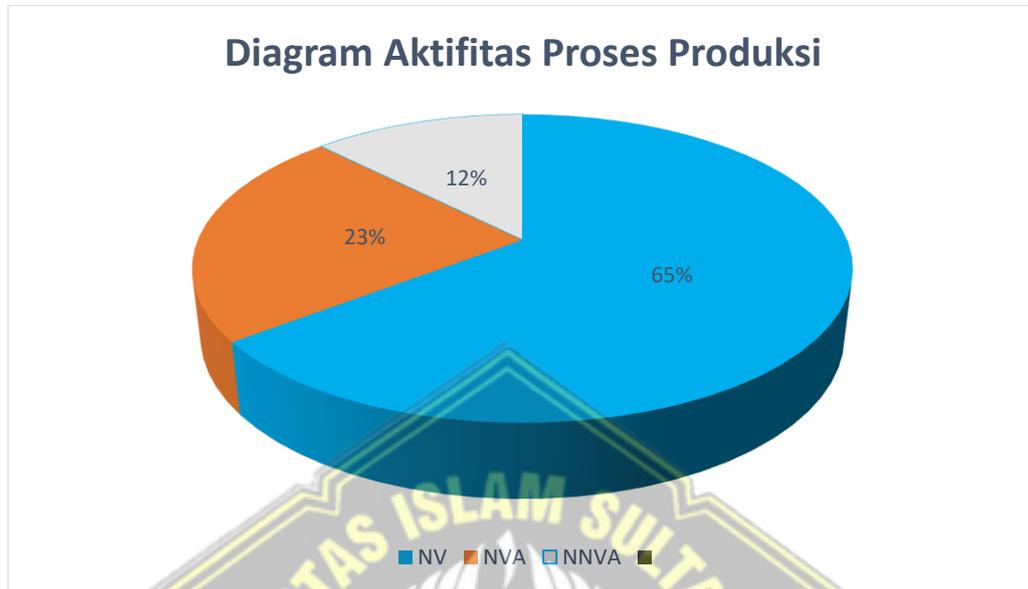
$$\begin{aligned} \text{Pengurangan waktu aktivitas} &= \frac{\text{Sebelum perbaikan} - \text{Sesudah perbaikan}}{\text{Sebelum perbaikan}} \times 100\% \\ &= \frac{2113,08 - 1056,53}{2113,08} \times 100\% \\ &= 50\% \end{aligned}$$

3. Pengurangan waktu aktivitas *necessary but non value added*

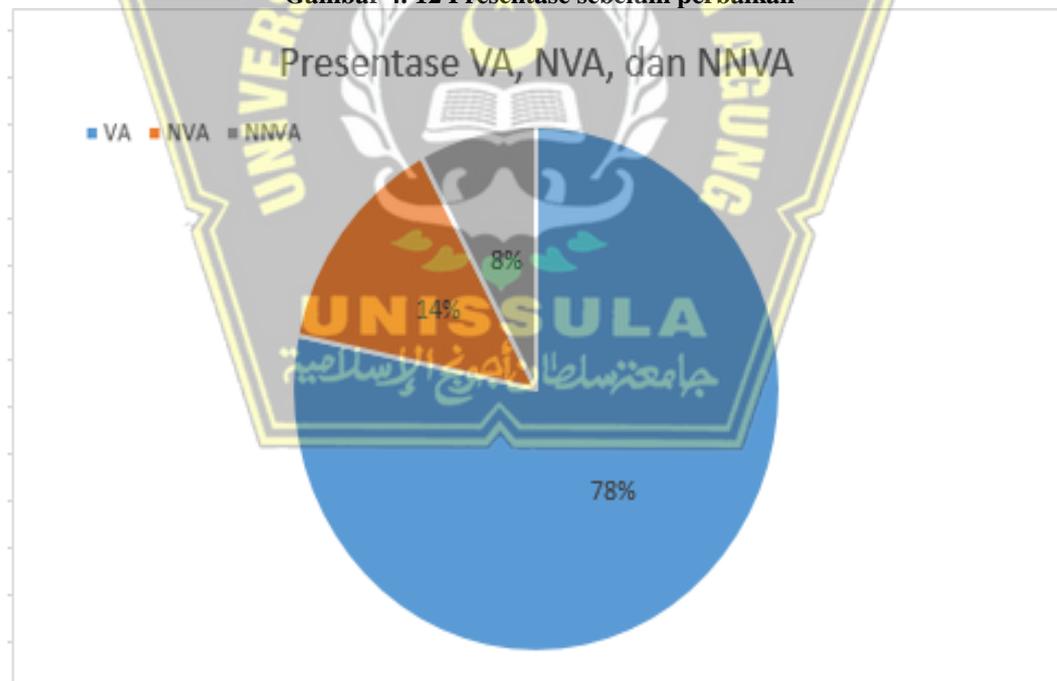
Total waktu sebelum dilakukan perbaikan nilai aktivitas *necessary but non value added* sebesar 610,124 detik, sedangkan setelah perbaikan nilai aktivitas *necessary but non value added* mengalami penurunan sebesar 589,58 detik. Sehingga nilai presentase pengurangan waktu yaitu sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Pengurangan waktu aktivitas} &= \frac{\text{Sebelum perbaikan} - \text{Sesudah perbaikan}}{\text{Sebelum perbaikan}} \times 100\% \\ &= \frac{610,124 - 589,58}{610,124} \times 100\% \\ &= 3,37\% \end{aligned}$$

Grafik perbandingan *value added activity*, *non value added activity*, dan *necessary but non value added* sebelum dan sesudah perbaikan yaitu sebagai berikut :



Gambar 4. 12 Presentase sebelum perbaikan



Gambar 4. 13 Presentase Setelah Perbaikan

4.3.7 Pembuktian Hipotesa

Hipotesa awal menunjukkan bahwa penelitian yang dilakukan dengan menggunakan konsep *Lean Manufacturing* dengan metode WAM dan VALSAT mampu mengatasi permasalahan yang ada, yaitu pencapaian target produksi. Setelah dilakukan proses pengolahan data, analisa serta interpretasi, ternyata dengan konsep tersebut mampu menyelesaikan masalah yang ada dengan hasil berupa pemecahan solusi pemborosan – pemborosan yang menghambat proses produksi, dibuktikan dengan jumlah *leadtime* yang berkurang setelah dilakukan perbaikan, memperpendek jarak dan waktu transportasi serta rekomendasi untuk mengatasi permasalahan. Untuk lebih detail pembuktian hipotesa ini yaitu sebagai berikut :

4.3.7.1 Kecepatan Proses Produksi

Pembuktian hipotesa pada kecepatan proses produksi, perlu digaris bawahi karena penelitian ini tidak mencapai tahap implementasi sehingga dilakukan perhitungan estimasi peningkatan usulan apabila dapat diterima oleh perusahaan. Berdasarkan dari pengolahan data dengan penerapan *lean manufacturing* terbukti dapat mengurangi aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non value added activity*) yang dapat mempengaruhi kecepatan proses produksi. Berikut ini merupakan perbandingan *current state value stream mapping* (CSVSM) dan *future state value stream mapping* (FSVSM).

Tabel 4. 65 Perbandingan CSVSM dan FSVSM

Aktivitas	Sebelum Perbaikan	Sesudah Perbaikan	Selisih	Presentase Perbaikan
VA	5932,05	5932,05	0	0%
NVA	2113,08	1056,53	1056,55	50%
NNVA	610,124	589,58	20,544	3,37%
Total <i>Lead Time</i>	8655,25	7578,16	1077,09	12,45%

Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan menunjukkan perbedaan *lead time* produksi, pada *current state mapping* diperoleh *lead time* sebesar 8655,25 detik sedangkan setelah dilakukan perbaikan pada *future state mapping* sebesar 7578,16 detik dengan pengurangan waktu sebesar 12,45%. Total

waktu aktifitas *value added activity* (VA) sebelum perbaikan sebesar 5932,05 detik dan sesudah perbaikan mempunyai total waktu yang sama, selanjutnya total waktu aktivitas *non value added activity* (NVA) sebelum perbaikan sebesar 2113,08 detik dengan pengurangan waktu 50% disebabkan karena adanya pengurangan waktu *delay*. Kemudian total waktu aktivitas *necessary but non value added activity* (NNVA) sebelum perbaikan sebesar 610,124 detik dengan pengurangan waktu 3,37% disebabkan karena adanya pengurangan waktu proses *transportation*.

4.3.7.2 Pengurangan Jarak dan Waktu Transportasi

Berdasarkan pengolahan data diperoleh akar permasalahan salah satunya yaitu kurang efektifnya layout lini produksi, hal tersebut ditunjukkan banyaknya transportasi yang dilakukan saat proses produksi. Oleh karena itu dilakukan usulan perbaikan dengan perhitungan *relay layout* lini produksi untuk memperpendek jarak dan waktu sebelum perbaikan dan sesudah perbaikan dilakukan.

Tabel 4. 66 Perbandingan Jarak dan Waktu Transportasi

Transportasi	Sebelum Perbaikan		Transportasi	Sesudah Perbaikan	
	Jarak (meter)	Waktu (detik)		Jarak (meter)	Waktu (detik)
Transportasi dari gudang ke <i>cutting</i>	16,62	7,105	Transportasi dari gudang ke <i>cutting</i>	7,5	3,2
Transportasi dari <i>cutting</i> ke perataan	14,04	5,311	Transportasi dari <i>cutting</i> ke perataan	8,5	3,2
Transportasi dari perataan ke ukur tebal	5,85	5,195	Transportasi dari perataan ke ukur tebal	6,8	6
Transportasi dari ukur tebal ke pengeleman	16,5	2,581	Transportasi dari ukur tebal ke pengeleman	7,38	1,2
Transportasi dari pengeleman ke pola kasar	12,78	5,938	Transportasi dari pengeleman ke pola kasar	5,03	2,34
Transportasi dari pola kasar ke potong <i>finish</i>	11,04	3,267	Transportasi dari pola kasar ke potong <i>finish</i>	5	1,47
Transportasi dari potong <i>finish</i> ke perakitan	10,63	6,847	Transportasi dari potong <i>finish</i> ke perakitan	7,28	4,68
Transportasi dari perakitan ke pengamplasan	17,5	9,989	Transportasi dari perakitan ke pengamplasan	6,03	3,4
Transportasi dari pengamplasan ke pengecatan	8	3,177	Transportasi dari pengamplasan ke pengecatan	12	4,7
Transportasi dari pengecatan ke <i>sending</i>	15,4	2,848	Transportasi dari pengecatan ke <i>sending</i>	11,54	2,13
Transportasi <i>sending</i> ke <i>packing</i>	6,8	13,926	Transportasi <i>sending</i> ke <i>packing</i>	6,5	13,32
Total	135,16	66,184	Total	85,56	45,64

Dari tabel diketahui bahwa jarak transportasi sebelum perbaikan sebesar 135,16 meter dengan waktu 66,184 detik dan setelah dilakukan relayout jarak transportasi menjadi 85,56 meter dengan waktu 45,64 detik. Sehingga dapat disimpulkan dengan dilakukan relayout mampu memperpendek jarak dan waktu transportasi.



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang diperoleh berdasarkan penelitian yaitu sebagai berikut :

1. Dalam pembuatan *current state mapping* diketahui nilai *value added activity* sebesar 5932,05 detik/98 menit, total nilai *non value added activity* sebesar 2113,08 detik/35 menit, dan nilai *necessary but non value added activity* sebesar 610,124 detik/10 menit dengan total *lead time* sebesar 8655,25 detik/144 menit.
2. Hasil identifikasi pemborosan dengan menggunakan metode *waste assesment model* diperoleh peringkat *waste* yang pertama yaitu *waste transportation* dengan presentase sebesar 24,02%, peringkat kedua yaitu *waste Waiting* dengan presentase sebesar 17,91%, peringkat ketiga yaitu *waste Overproduction* dengan presentase sebesar 17,69%, peringkat keempat yaitu *waste Inventory* dengan presentase sebesar 15,43%, peringkat kelima yaitu *waste Defect* dengan presentase sebesar 14,94%, peringkat keenam yaitu *waste Motion* dengan presentase sebesar 6,46%, dan peringkat terakhir yaitu *waste process* dengan presentase sebesar 3,55%.
3. Hasil pengolahan data menggunakan metode *value stream analysis tools*, terpilih *tools* yang memiliki peringkat pertama akan digunakan untuk menganalisa pemborosan secara lebih detail yaitu *tools process activity mapping* (PAM) dengan bobot 546,38. Hasil pengolahan menggunakan *value stream analysis tools* menggunakan *tools* PAM, didapatkan peringkat pertama yaitu aktivitas *operation* sejumlah 10 aktivitas dengan presentase 64%, aktivitas *inspection* sejumlah 4 aktivitas dengan presentase 6%, aktivitas *transportation* sejumlah 10 aktivitas dengan presentase 6%, aktivitas *delay* 5 aktivitas dengan presentase 23% dan 1 aktivitas *storage* dengan presentase 2%.

4. Rekomendasi perbaikan yang diusulkan peneliti sebagai upaya mereduksi *non value added activity* adalah sebagai berikut :
 - a. Perbaikan Lantai Produksi
 - b. Perawatan Mesin
 - c. Penambahan Jumlah Tenaga Kerja
5. Rancangan *Future State Mapping* diperoleh total nilai *value added activity* sebesar 5932,05 detik/ 98 menit, total nilai *non value added activity* sebesar 1056,53 detik/ 17 menit dan total nilai *necessary but non value added activity* sebesar 589,58 detik/ 9 menit dengan total *lead time* sebesar 7578,16 detik/ 126 menit.
6. Perbedaan *lead time* produksi, pada *current state mapping* diperoleh *lead time* sebesar 8655,25 detik/144 menit sedangkan setelah dilakukan perbaikan *future state mapping* sebesar 7578,16 detik/126 menit dengan pengurangan waktu sebesar 12,45 %. Total waktu aktifitas *value added activity* (VA) sebelum perbaikan sebesar 5932,05 detik/98 menit dan sesudah perbaikan mempunyai total waktu yang sama, selanjutnya total waktu aktivitas *non value added activity* (NVA) sebelum perbaikan sebesar 2113,08 detik/35 menit dengan pengurangan waktu 50% disebabkan karena adanya pengurangan waktu *delay*. Kemudian total *necessary but non value added activity* (NNVA) sebelum perbaikan sebesar 610,124 detik/10 menit dan sesudah perbaikan 589,58 detik/ 9 menit dengan pengurangan waktu 3,37%.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan yang dapat digunakan untuk kelanjutan penelitian selanjutnya mengenai topik *Lean Manufacturing* yaitu sebagai berikut :

1. Diharapkan ada penelitian lebih lanjut dengan implementasi *lean manufacturing* yang berkesinambungan dengan produktivitas didalam perusahaan.
2. Peneliti selanjutnya dapat menggali penyebab *waste* secara detail, lebih

rinci dan spesifik mulai dari awal proses produksi dimulai hingga akhir produk sampai ditangan konsumen.

3. Diharapkan untuk peneliti selanjutnya sebaiknya dibuatkan beberapa skenario untuk mengetahui dampak atau manfaat dari setiap usulan rekomendasi perbaikan.



DAFTAR PUSTAKA

- Adrianto, Wahyu, and Muhammad Kholil. 2016. "Analisis Penerapan Lean Production Process Untuk Mengurangi Lead Time Process Perawatan Engine (Studi Kasus PT.GMF AEROASIA)." *Jurnal Optimasi Sistem Industri* 14 (2): 299. <https://doi.org/10.25077/josi.v14.n2.p299-309.2015>.
- Ardita, Fika Aras. 2012. "ANALISIS PENGURANGAN JUMLAH PRODUK CACAT PADA INDUSTRI KERTAS DENGAN PENDEKATAN LEAN SIX SIGMA."
- Budi, Kho. 2016. "Pengertian 7 Waste Dalam Lean Manufacturing." [Www.ilmumanajemenindustri.Com](http://www.ilmumanajemenindustri.com). 2016.
- Hermawan, Andy Tri, and Diana Puspitasari. 2016. "Penerapan Lean Manufacturing Pada Industri Proses Dengan Fokus Pada Pengolahan Tepung Ikan." *Industrial Engineering Online Journal* 5 (1).
- Hines, Peter, and Nick Rich. 1997. "The Seven Value Stream Mapping Tools." In *International Journal of Operations and Production Management*, 17:46–64. <https://doi.org/10.1108/01443579710157989>.
- Khannan, Muhammad Shodiq Abdul, and Haryono Haryono. 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>.
- Kurniawan, Taufik. 2012. "Perancangan Lean Manufacturing Dengan Metode Valsat Pada Line Produksi Drum Brake Type Imv (Studi Kasus: Pt. Akebono Brake Astra Indonesia)."
- Pertiwi, Auni Wahyu Intan, and Bambang Purwanggono. 2017. "Analisis Efisiensi Kinerja Proses Dengan Value Stream Analysis Tools (Valsat) Pada Proses Produksi Bahan Baku Pipa Baja Pt Raja Besi Semarang." *Undip : Jurnal Teknik Industri*, 1–8.
- Rawabdeh, Ibrahim A. 2005. "A Model for the Assessment of Waste in Job Shop Environments." *International Journal of Operations and Production Management* 25 (8): 800–822. <https://doi.org/10.1108/01443570510608619>.

- Redaksi. 2014. "Seven Waste Dalam Lean Manufacturing." [Www.Shiftindonesia.Com](http://www.Shiftindonesia.Com). 2014.
- Ristyowati, Trismi, Ahmad Muhsin, and Putri Puji Nurani. 2017. "Minimasi Waste Pada Aktivitas Proses Produksi Dengan Konsep Lean Manufacturing." *Opsi* 10 (1): 85.
- Sanny, Ari Fakhru, Mustafid, and Abdul Hoyyi. 2015. "IMPLEMENTASI METODE LEAN SIX SIGMA SEBAGAI UPAYA MEMINIMALISASI CACAT PRODUK KEMASAN CUP AIR MINERAL 240 MI (STUDI KASUS PERUSAHAAN AIR MINUM)." *Jurna; Gaussian* 4 (2): 227–36. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/gaussian>.
- Satria, Tamzil. 2018. "Perancangan Lean Manufacturing Dengan Menggunakan Waste Assessment Model (WAM) Dan VALSAT Untuk Meminimumkan Waste (Studi Kasus: PT. XYZ)." *Jurnal Rekayasa Sistem Industri* 7 (1): 55. <https://doi.org/10.26593/jrsi.v7i1.2828.55-63>.
- Sihombing, Aminuddin. 2010. "Analisis Penggunaan Value Stream Mapping Menuju Perusahaan Lean Manufacturing Studi Kasus PT. Kharisma Abadi Jaya." *Jurnal Universitas Sumatera Utara*.
- Wieke Rossaria Dewi, Nasir Widha Setyanto, Ceria Farela Mada T. 2013. "Implementasi Metode Lean Six Sigma Sebagai Upaya Minimasi Waste Pada PT . Prime Line Internasional." *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Sistem Industri* vol.1 no.1: 47–56.
- Ma'ruf, Z., Marlyana, N., & Sugiono, A. (2021). Analisis Penerapan Lean Manufacturin dengan Metode Valsat untuk Memaksimalkan Produktifitas pada Proses Operasi Crusher (Studi kasus di PT Semen Gresik Pabrik Rembang). Prosiding Konstelasi Ilmiah Mahasiswa Unissula (KIMU) Klaster Engineering, 1(1)
- Syakhroni, A., Prabowo, Teguh., & Bernadhi, Brav Deva. (2017). Usulan Penerapan *Manufacturing Cycle Effectiveness* (MCE) untuk Meningkatkan Efektivitas Lini Produksi dengan Menggunakan Alat bantu *Value Stream Mapping* dan *Root Cause Analysis*. Prosiding SENIATI, 149-154

Sukendar, I., Sugiyono, A., & Kurniawan, A. (2019). ANALISIS LINE BALANCING DENGAN METODE MOODIE YOUNGPADAPT. SUKORINTEX BATANG JAWA TENGAH. Jurnal Ilmiah Dinamika Teknik.

