

ANALISIS *LEAN MANUFACTURING* MENGGUNAKAN *WASTE ASSESSMENT MODEL (WAM)* DAN *VALUE STREAM ANALYSIS TOOLS (VALSAT)* UNTUK MEMINIMALISASI *WASTE* PADA PROSES PRODUKSI (STUDI KASUS PRINTEX SEMARANG)

LAPORAN TUGAS AKHIR

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



Disusun Oleh :

**UM FITROTIL UNTSA
31602100061**

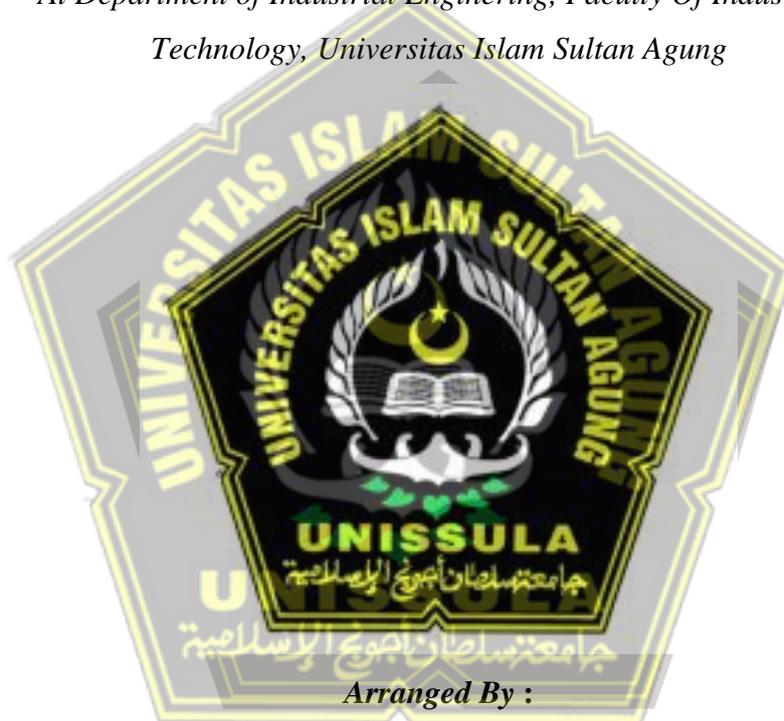
**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG**

2025

***LEAN MANUFACTURING ANALYSIS USING WASTE ASSESMENT
MODEL (WAM) AND VALUE STREAM ANALYSIS TOOLS (VALSAT) TO
MINIMISE WASTE IN THE PRODUCTION PROCESS
(CASE STUDY OF PRINTEX SEMARANG)***

FINAL PROJECT

*Proposed To Complete The Requirement To Obtain A Bachelor's Degree (S-1)
At Department of Industrial Engineering, Faculty Of Industrial
Technology, Universitas Islam Sultan Agung*



Arranged By :

**UM FITROTIL UNTSA
31602100061**

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

2025

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul “ANALISIS *LEAN MANUFACTURING* MENGGUNAKAN *WASTE ASSESSMENT MODEL (WAM)* DAN *VALUE STREAM ANALYSIS TOOLS (VALSAT)* UNTUK MEMINIMALISASI *WASTE* PADA PROSES PRODUKSI (STUDI KASUS *PRINTEX SEMARANG*) ini di susun oleh:

Nama : Um Fitroti Untsa

NIM : 31602100061

Program Studi : Teknik Industri

Telah disahkan oleh dosen pembimbing pada:

Hari :

Tanggal :

Menyetujui,
Dosen Pembimbing

Bray Deva Bernadhi, ST., MT
NIK 06-3012-8601

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri



Wiwiek Fatmawati, ST., M.Eng
NIK 210-600-021

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul “ANALISIS *LEAN MANUFACTURING* MENGGUNAKAN *WASTE ASSESSMENT MODEL* (WAM) DAN *VALUE STREAM ANALYSIS TOOLS* (VALSAT) UNTUK MEMINIMALISASI *WASTE* PADA PROSES PRODUKSI (STUDI KASUS PRINTEX SEMARANG) ini di susun oleh:

Nama : Um Fitrotil Untsa

NIM : 31602100061

Program Studi : Teknik Industri

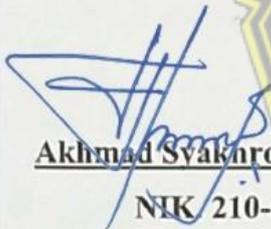
Telah disahkan oleh dosen pembimbing pada:

Hari

Tanggal

Penguji 1

Penguji 2



Digitally signed by Akhmad Syakhroni

DN: cn=Akhmad Syakhroni,

Akhmad Syakhroni - UNISSULA, ou=FTI, Muhammad Sagaf, ST.MT

NIK/210-621-055, email=syakhroni@unissula.ac.id, c=ID, NIK.210-621-055

Date: 2025.06.05 14:17:57 +07'00'



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :
Nama : Um Fitrotil Untsa
NIM : 31602100061
Judul Tugas Akhir : Analisis *Lean Manufacturing* Menggunakan *Waste Assessment Model* (WAM) dan *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) untuk Meminimasi *Waste* pada Proses Produksi (Studi Kasus Printex Semarang)

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

Semarang, 28 Mei 2025

Yang menyatakan,



Um Fitrotil Untsa

NIM. 31602100061

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini :
Nama : Um Fitroti Untsa
NIM : 31602100061
Program Studi : Teknik Industri
Fakultas : Teknologi Industri

Dengan ini menyatakan bahwa Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir yang berjudul:
ANALISIS *LEAN MANUFACTURING* MENGGUNAKAN *WASTE ASSESSMENT MODEL (WAM)* DAN *VALUE STREAM ANALYSIS TOOLS (VALSAT)* UNTUK MEMINIMASI *WASTE* PADA PROSES PRODUKSI (STUDI KASUS PRINTEX SEMARANG)

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

Semarang, Juni 2025

Yang menyatakan,



Um Fitroti Untsa

NIM. 31602100061

HALAMAN PERSEMBAHAN



Untuk Allah SWT Yang Maha Pengasih Lagi Maha Penyayang, yang selalu memberikan nikmat iman dan islam yang selalu Engkau karuniakan kepadaku. Semoga selalu meridhoi disetiap langkah dan dimanapun aku berada. Untuk Nabi Muhammad SAW, Nabi besar yang selalu kita nantikan syafaatnya kelak di yaumul akhir nanti.

Untuk Bapak dan Ibu tercinta, terima kasih atas segala kasih sayang, cinta, doa, dukungan, motivasi dan pengorbanan untuk saya. Tak ada hal yang bisa menggantikan kasih sayang Bapak dan Ibu. Terima kasih selalu sabar dan selalu meyakinkan agar selalu baik-baik saja. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat, kesehatan, dan keberkahan di dunia dan di akhirat atas semua budi baik yang diberikan kepada saya, semoga saya bisa menjadi anak yang sholehah, bisa memberikan yang terbaik dan bisa mengangkat derajat keluarga seperti doa Bapak dan Ibu.

Segala pencapaian selama ini saya ucapkan kepada diri saya sendiri, karena sudah dapat melewati masa perkuliahan yang Panjang dengan segala macam cerita didalamnya, saya menyadari bahwa setiap langkah, setiap tantangan, dan setiap usaha yang telah saya lakukan adalah bagian penting dari perjalanan ini.

Saya berharap, dengan menyelesaikan tugas akhir ini, saya dapat memberikan kontribusi yang berarti bagi masyarakat dan industri, serta menjadi kebanggaan bagi keluarga. Semoga apa yang telah saya pelajari selama ini dapat bermanfaat tidak hanya untuk diri saya sendiri tapi dapat bermanfaat juga untuk orang lain.

HALAMAN MOTO

Jangan pernah merasa tertinggal, setiap orang punya proses dan rezekinya
masing masing
(Q.S Maryam:4)

Inggatlah, sesungguhnya pertolongan Allah itu amat dekat
(Q.S Al- Baqarah: 214)

Selalu banggalah dan jangan lupa untuk selalu mengapresiasi diri sendiri dalam
hal apapun dan pasti akan ada banyak hal baik yang mengikuti.
(Um Fitroti Untsa)



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh.

Puji dan syukur Peneliti panjatkan ke hadirat Allah SWT. atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga dapat diselesaikannya laporan Tugas Akhir ini. Dalam kesempatan ini, Peneliti ingin mengucapkan terima kasih atas segala dukungan yang telah di berikan sehingga terwujud kelancaran proses pengerjaan laporan Tugas Akhir ini kepada:

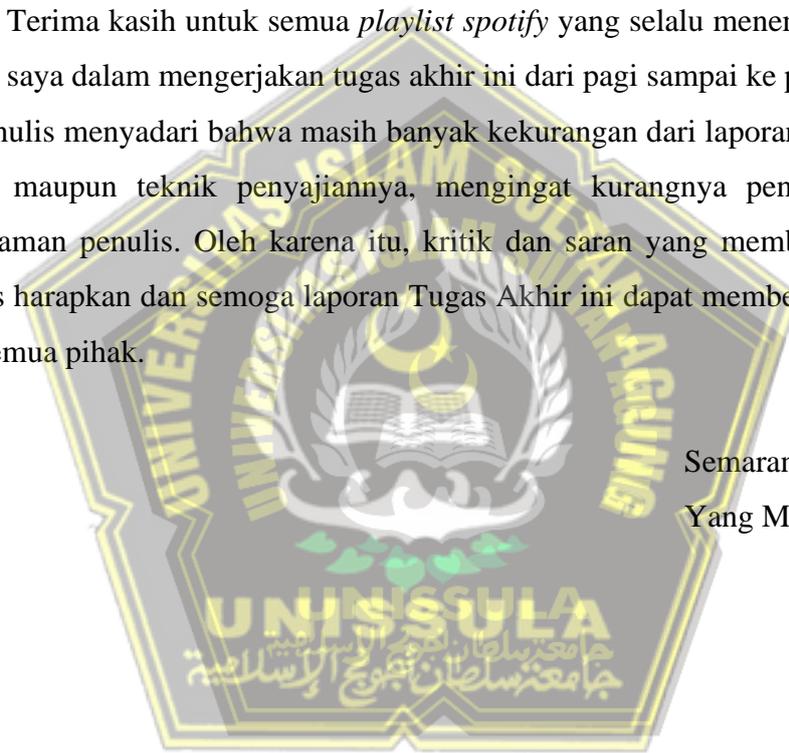
1. Keluarga Peneliti Bapak dan Mamak yang telah memberikan doa dan dukungan materiil maupun spiritual. Bapak dan Mamak yang selalu memberikan dan mengusahakan yang terbaik untuk Saya. Bapak dan Mamak yang selalu memberikan semangat dan menjadi *support system* terbaik selama menjalankan perkuliahan dan menjadi motivasi saya dalam mendapatkan gelar sarjana ini. Terima kasih semoga Allah membalas jasa kebaikan Bapak, Mamak, dan Adik.
2. Penanggung jawab dan *staff* Printex Semarang yang telah menerima Saya untuk melakukan penelitian, menerima dan membantu Saya dengan baik selama masa penelitian.
3. Ibu Dr. Novi Marlyana, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
4. Ibu Wiwiek Fatmawati, S.T., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang
5. Bapak Brav Deva Bernadhi, ST, MT selaku dosen pembimbing Tugas Akhir
6. Bapak Akhmad Syakhroni, S.T., M.Eng selaku penguji 1 sidang Tugas Akhir
7. Bapak Muhammad Sagaf,ST.MT selaku penguji 2 sidang Tugas Akhir
8. Teman- teman Saya Ikrima, Viena, Ela, Tari, Leiluna, dan putri yang saling membantu selama perkuliahan sampai masa pengerjaan tugas akhir, telah memberikan dukungan, memberikan informasi terkait Tugas Akhir, dan saling memberikan masukan serta bertukar pikiran.
9. Teman-teman Himpunan Mahasiswa Teknik Industri yang memberikan

pengalaman bagi saya selama tiga periode dan mewarnai masa-masa perkuliahan Saya.

10. Teman- teman Saya yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang selalu membantu dan mendengarkan segala keluh kesah saya selama perkuliahan, dan memberikan *support* saat saya merasa terpuruk.
11. Laboran yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk menjadi asisten praktikum sebagai pengalaman baru dan pengalaman terbaik saya selama masa perkuliahan.
12. Terima kasih untuk semua *playlist spotify* yang selalu menemani hari-hari saya dalam mengerjakan tugas akhir ini dari pagi sampai ke pagi lagi.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dari laporan ini, baik dari materi maupun teknik penyajiannya, mengingat kurangnya pengetahuan dan pengalaman penulis. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan dan semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Semarang, Mei 2025
Yang Menyatakan



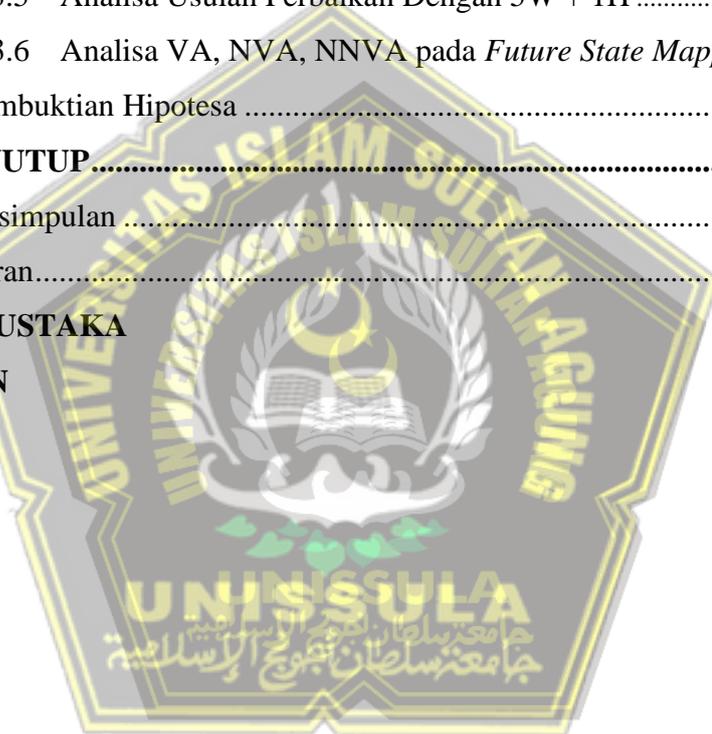
Um Fitrotil Untsa

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
HALAMAN MOTO	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR ISTILAH	xvii
ABSTRAK	xix
ABSTRACT	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Pembatasan masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II STUDI PUSTAKA	8
2.1 Tinjauan Pustaka	8
2.2 Landasan Teori.....	23
2.2.1 Konsep Dasar Lean Manufacturing.....	23
2.2.2 <i>Waste</i> (Pemborosan)	23
2.2.3 <i>Value Stream Mapping</i> (VSM).....	32
2.2.4 <i>Value Stream Analysis Tools</i> (VALSAT).....	33

2.2.5	<i>Cause and Effect Diagram</i>	36
2.2.6	5W + 1H.....	37
2.3	Hipotesis.....	38
2.4	Kerangka Teoritisn.....	39
BAB III	METODE PENELITIAN	40
3.1	Jenis Penelitian.....	40
3.2	Pengumpulan Data	40
3.3	Pengolahan Data.....	41
3.4	Metode Analisis	41
3.5	Kesimpulan dan Saran.....	42
3.6	Diagram Alir Penelitian	42
BAB IV	PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	46
4.1	Pengumpulan Data	46
4.1.1	Profil Perusahaan	46
4.1.2	Produk Perusahaan	47
4.1.3	Gambaran Proses Produksi	48
4.1.4	<i>Layout</i> Perusahaan.....	53
4.1.5	Data Jumlah Mesin.....	54
4.1.6	Data Jumlah Tenaga kerja.....	54
4.1.7	Data Jumlah Produksi.....	54
4.1.8	Data waktu pengukuran	55
4.1.9	Uji Kecukupan Data.....	57
4.1.10	Uji Keseragaman Data	61
4.1.11	Perhitungan waktu rata rata (Ws).....	66
4.1.12	Diagram SIPOC	68
4.1.13	Current State Value Stream Mapping (CVSM)	69
4.2	Pengolahan Data.....	75
4.2.1	Identifikasi <i>Waste</i>	75
4.2.2	Data Identifikasi <i>Waste</i>	75
4.2.3	Identifikasi Penyebab <i>Waste</i> Dengan <i>Fishbone Diagram</i>	99
4.2.4	Usulan Perbaikan Dengan 5W+1H	103

4.2.5	Rekomendasi Perbaikan.....	110
4.2.6	Future State Mapping	114
4.3	Analisa.....	119
4.3.1	Analisa VA, NVA dan NNVA Pada <i>Current State Mapping</i> ...119	
4.3.2	Analisa Hasil Identifikasi <i>Waste</i>	120
4.3.3	Analisa Hasil Value Stream Analysis Tools (VALSAT).....	122
4.3.4	Analisa Identifikasi Penyebab <i>Waste</i> Dengan Fishbone Diagram	124
4.3.5	Analisa Usulan Perbaikan Dengan 5W + 1H	125
4.3.6	Analisa VA, NVA, NNVA pada <i>Future State Mapping</i>	129
4.4	Pembuktian Hipotesa	130
BAB V PENUTUP.....		132
5.1	Kesimpulan	132
5.2	Saran.....	133
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tinjauan Pustaka	15
Tabel 2. 2 Kuisisioner pembobotan hubungan seven waste	26
Tabel 2. 3 Tabulasi Perhitungan Kriteria antar Waste	27
Tabel 2. 4 Pembagian Rentang Kekuatan Hubungan Langsung.....	28
Tabel 2. 5 Contoh Waste Relationship Matrix (WMR)	29
Tabel 2. 6 Contoh Waste Relationship Matrix (WRM)	29
Tabel 2. 7 Bobot Awal yang Diperoleh dari WRM	30
Tabel 2. 8 Hasil Pembagian dari Table 8 dengan Nilai Ni	31
Tabel 2. 9 Detailed Mapping Tools (Hines & Rich, 1997).....	36
Tabel 4. 1 Data Jumlah Mesin.....	54
Tabel 4. 2 Data Jumlah Tenaga kerja.....	54
Tabel 4. 3 Jumlah Produksi dan Defect Printex Semarang	54
Tabel 4. 4 Waktu Setup Mesin.....	55
Tabel 4. 5 Waktu Proses Operasi	56
Tabel 4. 6 Waktu Transportasi	56
Tabel 4. 7 Uji Kecukupan Data Setup Mesin Print Proofing	57
Tabel 4. 8 Rekapitulasi Uji Kecukupan Data Waktu Setup Mesin	58
Tabel 4. 9 Uji Kecukupan Data Proses Operasi Print Proofing	58
Tabel 4. 10 Rekapitulasi Uji Kecukupan Data Waktu Operasi.....	59
Tabel 4. 11 Uji Kecukupan Data Waktu Transportasi Admin Ke Print Proofing. 60	
Tabel 4. 12 Rekapitulasi Uji Kecukupan Data Waktu Transportasi	61
Tabel 4. 13 Uji Keseragaman Data Waktu Setup Mesin Print Proofing.....	61
Tabel 4. 14 Rekapitulasi Uji Keseragaman Setup Mesin Print Sublime	62
Tabel 4. 15 Uji Keseragaman Data Waktu Proses Operasi Print Proofing	63
Tabel 4. 16 Rekapitulasi Uji Keseragaman Waktu Proses Operasi Print Sublime 64	
Tabel 4. 17 Uji Keseragaman Data Transportasi Dari Admin Ke Print Proofing. 64	
Tabel 4. 18 Rekapitulasi Uji Keseragaman Waktu transportasi Print Sublime	65
Tabel 4. 19 Rekapitulasi Waktu Siklus Pada Waktu Setup Mesin Print Sublime 66	
Tabel 4. 20 Rekapitulasi Waktu Siklus Proses Operasi Print Sublime	67
Tabel 4. 21 Rekapitulasi Waktu Siklus Pada Waktu Transportasi Print Sublime 68	
Tabel 4. 22 Rekapitulasi Data Uptime	70
Tabel 4. 23 Rekapitulasi Data CVSM.....	71
Tabel 4. 24 NA, NVA, dan NNVA	72
Tabel 4. 25 Konversi Skor Ke Symbol Huruf WRM.....	76
Tabel 4. 26 Rekapitulasi Kuisisioner Waste Relationship Matriks (WRM)	77
Tabel 4. 27 Waste Relationship Matrix (WRM)	79
Tabel 4. 28 Konversi Waste Relationship Matrix (WRM)	79
Tabel 4. 29 Rekapitulasi Perhitungan Skor Dan Presentasi Waste	80
Tabel 4. 30 Pengelompokan Dan Jumlah Pertanyaan	81
Tabel 4. 31 Bobot Awal Berdasarkan WRM	82

Tabel 4. 32 Pembobotan Berdasarkan Nilai Ni.....	84
Tabel 4. 33 Bobot Untuk Setiap Jenis Waste	88
Tabel 4. 34 rekapitulasi skor Yj	91
Tabel 4. 35 Rekapitulasi Pj factor	92
Tabel 4. 36 Merupakan Rekapitulasi Final Waste Factor (Yjfinal).....	92
Tabel 4. 37 Keseluruhan Hasil Dari Skor Yj, Pj Factor, Final Result (Yj Final), Dan Ranking.....	92
Tabel 4. 38 Matriks Valsat	93
Tabel 4. 39 Rekapitulasi Perhitungan Matriks Tool VALSAT.....	94
Tabel 4. 40 Process Activity Mapping	97
Tabel 4. 41 Rekapitulasi golongan aktivitas	99
Tabel 4. 42 Rekapitulasi Presentase VA, NVA, dan NNVA.....	99
Tabel 4. 43 5W+1H <i>Waste of Defect</i>	104
Tabel 4. 44 5W+1H <i>Waste of Waiting</i>	106
Tabel 4. 45 5W+1H <i>Waste of Inventory</i>	108
Tabel 4. 46 <i>Non Value Added Activity</i>	114
Tabel 4. 47 Necessary but Non Value Added Activity	115
Tabel 4. 48 klasifikasi VA, NVA, NNVA	119
Tabel 4. 49 Analisa WRM	121
Tabel 4. 50 Peringkat Jenis Waste	122
Tabel 4. 51 Hasil Analisa VALSAT	122
Tabel 4. 52 Presentase Aktivitas	123
Tabel 4. 53 Presentase VA, NVA, NNVA.....	124
Tabel 4. 54 perbandingan sebelum dan sesudah perbaikan	130
Tabel 4. 55 Perbandingan CSVSM dan FSM	131

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hubungan Seven Waste	26
Gambar 2.2 Fishbone Diagram	37
Gambar 2.3 Kerangka Teoritis	39
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	45
Gambar 4. 1 Contoh Produk Kain Sublime	48
Gambar 4. 2 Gambaran Proses Produksi Print Kain Sublime.....	49
Gambar 4. 3 Surat Perintah Kerja (SPK)	50
Gambar 4. 4 Proses Print Proofing.....	50
Gambar 4. 5 Proses Press Proofing	51
Gambar 4. 6 Print Full Desain ke Kertas	51
Gambar 4. 7 Proses Press Kain ke Kertas	52
Gambar 4. 8 Proses Quality Control	52
Gambar 4. 9 Proses Pengemasan dan Penyimpanan	53
Gambar 4. 10 Layout Perusahaan	53
Gambar 4. 11 Diagram SIPOC	69
Gambar 4. 12 Current State Value Stream Mapping	74
Gambar 4. 13 Grafik Peringkat Tools VALSAT	94
Gambar 4. 14 Fishbone Diagram Waste Defect.....	100
Gambar 4. 15 Fishbone Diagram Waste Waiting	101
Gambar 4. 16 Fishbone Diagram Waste Inventory.....	102
Gambar 4. 17 Meja Quality Control	112
Gambar 4. 18 Future State Mapping	118
Gambar 4. 19 Grafik Aktivitas Proses Produksi	120
Gambar 4. 20 Presentase Waktu Tiap Aktivitas	123
Gambar 4. 21 Fishbone Diagram Waste Defect.....	124
Gambar 4. 22 Fishbone Diagram Waste Waiting	125
Gambar 4. 23 Fishbone Diagram Waste Inventory.....	125
Gambar 4. 24 Meja Quality Control	127
Gambar 4. 25 Perbandingan VA, NVA, NNVA pada FSM	130

DAFTAR ISTILAH

<i>Lean Manufacturing</i>	:	Bidang keilmuan yang berfokus pada eliminasi pemborosan (<i>waste</i>) dan peningkatan efisiensi proses melalui perbaikan berkelanjutan (<i>continuous improvement</i>).
<i>Waste</i>	:	Segala aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah bagi produk atau proses
<i>Seven Waste</i>	:	Tujuh jenis pemborosan menurut <i>Toyota Production System</i> , yaitu: <i>Overproduction, Waiting, Transportation, Overprocessing, Inventory, Motion, dan Defect</i> .
<i>Value Added Activity (VA)</i>	:	Aktivitas memberikan nilai tambah pada proses produksi
<i>Non Value Added Activity (NVA)</i>	:	Aktivitas yang tidak bernilai tambah dan sebaiknya dihilangkan.
<i>Necessary but Non Value Added Activity (NNVA)</i>	:	Aktivitas yang tidak menambah nilai tetapi tetap diperlukan,
<i>Waste Assessment Model (WAM)</i>	:	Model untuk mengidentifikasi dan menganalisis pemborosan dalam proses produksi, terutama berdasarkan hubungan antar <i>seven waste</i> .
<i>Waste Assessment Questionnaire (WAQ)</i>	:	Kuesioner penilaian waste untuk mengidentifikasi jenis pemborosan yang paling dominan dalam proses produksi.
<i>Waste Relationship Matrix (WRM)</i>	:	Matriks yang menunjukkan hubungan antar jenis waste, baik yang memengaruhi maupun yang dipengaruhi.
<i>Value Stream Analysis Tools (VALSAT)</i>	:	Pendekatan yang digunakan melakukan pemilihan tools yang tepat sesuai dengan bobot <i>waste</i> yang teridentifikasi melalui matriks VALSAT
<i>Process Activity Mapping (PAM)</i>	:	Salah satu tools VALSAT yang digunakan untuk menggambarkan seluruh aktivitas dalam proses produksi secara detail.

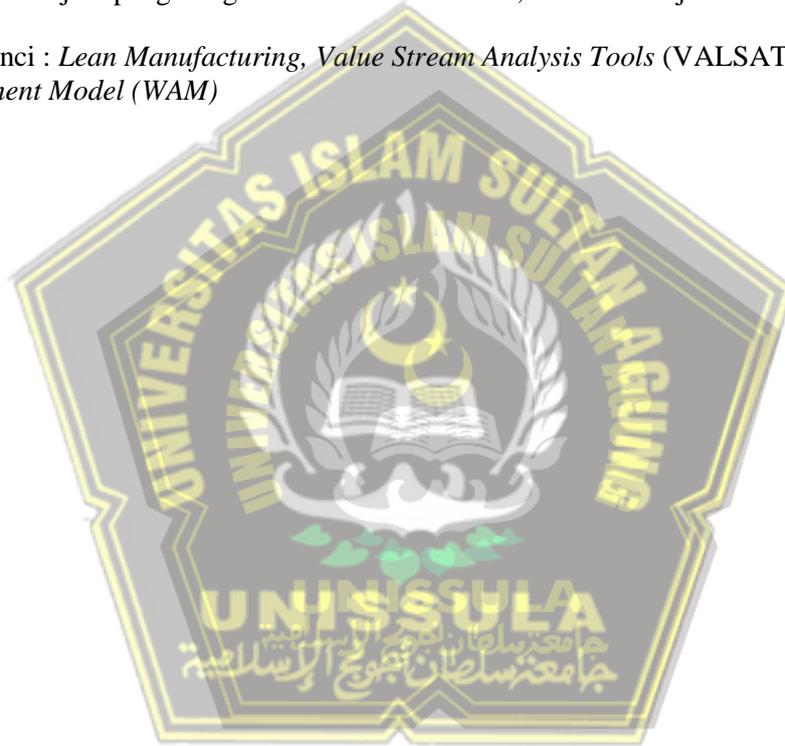
<i>Fishbone Diagram</i> (<i>Cause and Effect Diagram</i>)	:	Diagram berbentuk tulang ikan yang digunakan untuk mencari akar penyebab dari suatu masalah atau waste.
5W+1H	:	Metode analisis yang terdiri dari <i>What, Why, Where, When, Who</i> , dan <i>How</i> untuk mencari solusi perbaikan.
<i>Make to Order</i>	:	Sistem produksi di mana produk dibuat hanya jika ada pesanan dari pelanggan, bukan untuk stok.
<i>Current State Mapping</i>	:	Pemetaan kondisi nyata saat ini dari proses produksi yang ada, digunakan sebagai pembandingan sebelum perbaikan.
<i>Future State Mapping</i>	:	Pemetaan kondisi ideal proses produksi setelah dilakukan perbaikan.
5S	:	Metode tata kelola tempat kerja dari Jepang: <i>Seiri</i> (Ringkas), <i>Seiton</i> (Rapi), <i>Seiso</i> (Resik), <i>Seiketsu</i> (Rawat), <i>Shitsuke</i> (Rajin). Digunakan untuk meningkatkan efisiensi dan keamanan.



ABSTRAK

Perkembangan industri dan teknologi yang semakin maju menyebabkan persaingan yang sangat ketat dalam dunia industri, baik manufaktur maupun jasa. Oleh karena itu, setiap perusahaan harus melakukan perbaikan secara terus-menerus dan menerapkan strategi yang tepat untuk menghindari pemborosan dalam proses produksi. Penelitian ini berfokus pada penerapan *Waste Assessment Model* (WAM) dan *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) untuk meminimalisasi waste dalam proses produksi di Printex Semarang. Hasil penelitian menunjukkan adanya tiga jenis waste kritis, yaitu *defect* sebesar 30,34%, *waiting* sebesar 17,16%, dan *Inventory* sebesar 14,66%. Akar permasalahan diidentifikasi menggunakan *fishbone* diagram dan rekomendasi perbaikan dengan 5W+1H, setelah adanya rekomendasi perbaikan terjadi pengurangan lead time dari 17428,56 detik menjadi 11.215,6 detik.

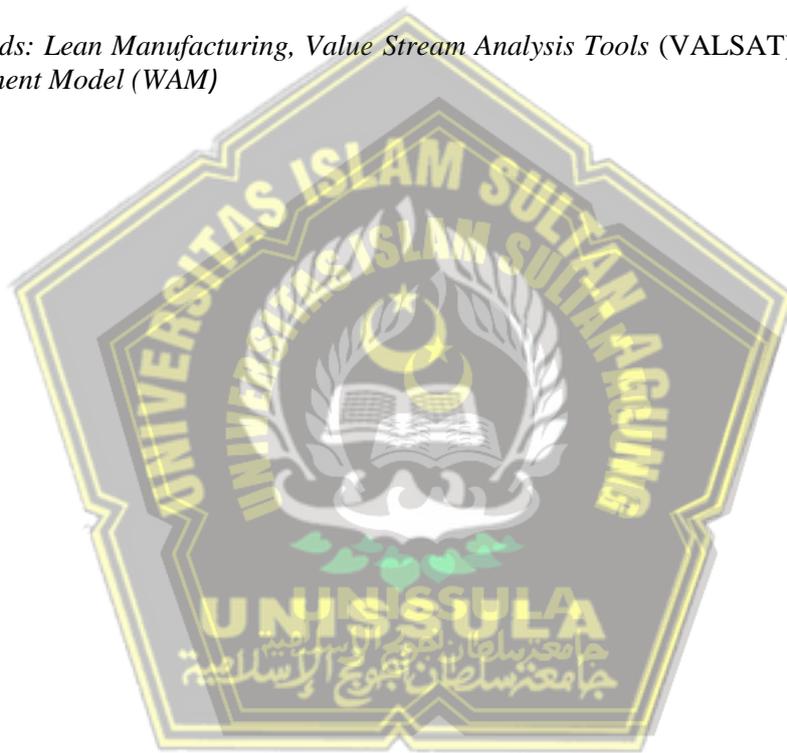
Kata kunci : *Lean Manufacturing*, *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT), *Waste*, *Waste Assessment Model* (WAM)



ABSTRACT

The development of industry and technology that is increasingly advanced causes very intense competition in the industrial world, both manufacturing and services. Therefore, every company must make continuous improvements and implement the right strategy to avoid waste in the production process. This research focuses on the application of Waste Assessment Model (WAM) and Value Stream Analysis Tools (VALSAT) to minimize waste in the production process at Printex Semarang. The results showed the existence of three critical types of waste, namely defects at 30,34%, waiting at 17,16%, and Inventory at 14,66%. The root of the problem was identified using a fishbone diagram and improvement recommendations with 5W + 1H, after the improvement recommendations there was a reduction in lead time from 17428.56 seconds to 11,215.6 seconds.

Keywords: Lean Manufacturing, Value Stream Analysis Tools (VALSAT), Waste, Waste Assessment Model (WAM)



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri dan teknologi yang semakin maju menyebabkan persaingan yang sangat ketat dalam dunia industri baik industri manufaktur maupun industri jasa, sehingga setiap perusahaan harus melakukan perbaikan secara terus menerus dan menerapkan strategi yang tepat agar dalam prosesnya tidak terjadi pemborosan dalam jalannya proses produksi sehingga terciptanya proses produksi yang efektif dan efisien yang dapat memberi dampak penghematan biaya serta proses produksi yang lebih produktif. Hal ini dapat dimulai dengan melakukan peningkatan produktifitas dengan mengurangi kegiatan yang tidak perlu sehingga tidak menimbulkan pemborosan (*waste*).

Adanya *waste* pada perusahaan menurut (Ohno and Bodek 2019), akan menimbulkan produktivitas perusahaan menurun sehingga akan menyebabkan keuntungan perusahaan juga menurun. Masalah pemborosan yang sering muncul pada proses produksi menurut (Ohno and Bodek 2019), pada perusahaan biasanya ditemukan banyaknya pemborosan (*waste*) yang muncul dalam waktu produksi yang disebabkan dari aktivitas yang kurang bernilai tambah atau kurang efisien seperti produk cacat (*waste of defect*), produksi yang berlebihan (*waste of overproduction*), penyimpanan produk yang jumlahnya tidak tepat (*waste of inventory*), jarak atau transportasi dari setiap proses (*waste of transportation*), proses produksi yang kurang efektif (*waste of overprocessing*), waktu tunggu (*waste of waiting*), dan gerakan atau aktifitas tidak bernilai tambah (*waste of motion*) yang dimana dalam hal ini akan mempengaruhi kelancaran produktivitas perusahaan.

Printex Semarang merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang jasa *print* kain, *sablon digital*, dan *laser cut* untuk UMKM, *brand owner* dan usaha garment. Layanan yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan *customer* menggunakan teknologi *printing sublime roll to roll*, *press sublime roll to roll*, *printing Direct Transfer Film (DTF)*, dan *press Direct Transfer Film (DTF)* yang

disesuaikan dengan kebutuhan *customer*. Perusahaan ini didirikan di Salatiga, Provinsi Jawa Tengah di tahun 2020. Saat ini dan sudah memiliki 4 cabang, satu diantaranya yaitu Printex Semarang yang beralamat di, Jl. Ronggolawe Timur No.29, Karangayu, Kecamatan Semarang Barat, Kota Semarang Jawa Tengah 50141.

Perusahaan ini menggunakan sistem *make to order* sehingga produk akan dibuat sesuai dengan pesanan dari *customer*. Proses utama yang dilakukan pada perusahaan ini yaitu pemesana produk oleh *customer* baik secara *online* maupun *offline* yang diterima langsung oleh admin untuk *desain* biasanya berasal dari *customer* itu sendiri dan pihak perusahaan/admin melakukan pengecekan dan penyesuaian warna agar sesuai dengan keinginan *customer* dan persetujuan jenis kain yang akan digunakan untuk jenis kain bisa berasal dari *customer* itu sendiri atau dari pihak perusahaan, tahap awal dilakukan *profing* atau cetakan kecil untuk melihat hasil *printing* secara langsung yang ditunjukkan ke *customer*, kemudian *printing process* dengan jenis *printing* yang sudah disepakati dengan *customer*, dilanjutkan dengan proses press dari hasil *printing* tersebut ke kain, dilanjutkan dengan proses *Quality Control* (QC), dan yang terakhir pengemasan dan pengiriman.

Tabel 1. 1 Jumlah Produksi dan Defect Printex Semarang

	Bulan	Jumlah Produksi	Presentasi Defect	Presentase Total
Triwulan 1	Januari	9.139 meter	0,2 %	0,7 %
	Februari	8.790 meter	0,3 %	
	Maret	9.490 meter	0,2 %	
Triwulan 2	April	8.065 meter	0,3 %	1,2 %
	Mei	8.972 meter	0,4 %	
	Juni	7.156 meter	0,5 %	
Triwulan 3	Juli	14.384 meter	0,8 %	2,2 %
	Agustus	16.129 meter	0,8 %	

	September	17.874 meter	0,6 %	
Triwulan 4	Oktober	15.432 meter	1,3 %	2,5 %
	November	13.600 meter	1,2 %	
	Desember	-	-	

Sumber : Printex Semarang

Dari Tabel 1.1 menunjukkan jumlah produksi dan *defect* dari Printex Semarang dengan ketentuan perusahaan *defect* maksimal yaitu 2 %, dapat dilihat pada table 1 pada triwulan 3 dan 4 masih menunjukan *defect* lebih dari 2 % dan perusahaan sendiri ingin menekan *defect* hingga dibawah 1 %.

Permasalahan yang muncul dalam proses produksi di Printex Semarang yaitu produk cacat (*defect*) seperti kain kotor, kain berlubang, dan pada setiap roll kain pasti ada bagian yang dibuang karena tidak sesuai dengan SOP perusahaan, terdapat pula adanya *lost*, *lost* yang dimaksud adalah sisa penggunaan kertas, pad, dan kain yang berlebih dalam proses *printing*, terjadinya waktu menunggu (*waiting*) yang lama dari proses *printing* ke proses selanjutnya yaitu *press* dan juga jeda pengerjaan satu file ke file yang lain memakan waktu, kemudian pada proses *printing* juga dapat terjadi penurunan kualitas warna dikarenakan *head* mesin yang berlubang atau tempat tinta yang berlubang. Cara yang sudah dilakukan untuk mengatasi masalah penurunan warna pada mesin yaitu setiap pagi sebelum mesin digunakan dilakukan pengecekan rutin.

Berdasarkan beberapa permasalahan yang ada sebagian besar timbul pada pemesanan menggunakan *Printing Sublim roll to roll* sehingga dapat menimbulkan kerugian yang tidak disadari oleh perusahaan pada saat proses produksi dan memberikan kegiatan tidak bernilai tambah (*non-value-added activities*) maka dari itu diperlukan cara penanganan untuk meminimasi pemborosan (*waste*) pada proses produksi sehingga proses produksi pada Printex Semarang dapat lebih optimal.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang permasalahan yang ada maka dapat dirumuskan masalah pokok dalam penelitian tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Apa sajakah pemborosan terbesar yang terjadi pada proses produksi *printing* kain Printex Semarang?
2. Bagaimana pemetaan aliran nilai pada proses produksi *printing* kain Printex Semarang?
3. Bagaimana rekomendasi perbaikan untuk meminimalisasi pemborosan (*waste*) pada proses produksi *printing* kain Printex Semarang?

1.3 Pembatasan masalah

Pada penelitian ini terdapat batasan permasalahan agar tujuan dari penelitian tidak menyimpang, pembatasan masalah diantaranya sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan pada proses *printing* kain menggunakan jenis *printing sublime* pada Printex Semarang.
2. Responden kuisioner adalah penanggung jawab, operator *print sublime* dan operator *press sublime* Printex Semarang.
3. Penelitian dilakukan hanya sampai usulan perbaikan untuk meminimalisasi pemborosan (*waste*).
4. Perhitungan biaya pada rekomendasi perbaikan tidak menjadi fokus dalam penelitian ini dan akan diabaikan.
5. Usulan perbaikan diberikan untuk tiga pemborosan (*waste*) terbesar dalam proses produksi.
6. Penelitian dilakukan selama 2-3 bulan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai Berikut:

1. Mengetahui apa saja pemborosan terbesar yang menghambat dalam proses produksi *printing* kain pada Printex Semarang.
2. Mengetahui pemetaan aliran nilai dalam proses produksi *printing* kain Printex Semarang.

3. Memberikan rekomendasi perbaikan untuk meminimalisasi pemborosan (*waste*) pada proses produksi *printing* kain Printex Semarang.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini sebagai berikut:

- a. Bagi Mahasiswa

Manfaat yang didapatkan dari penelitian ini bagi para mahasiswa adalah mahasiswa dapat menerapkan ilmu yang dipelajari di perkuliahan diimplementasikan secara langsung pada Printex Semarang khususnya tentang *lean manufacturing*.

- b. Bagi Perusahaan

Manfaat yang di dapat perusahaan dengan adanya penerapan *Lean Manufacturing* ini adalah Printex Semarang dapat mengetahui apakah ada pemborosan yang terjadi pada jalannya proses produksi dan mengetahui cara meminimalisasi pemborosan (*waste*) sehingga meningkantan produktivitas perusahaan.

- c. Bagi Akademik

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai pembelajaran dan reverensi terkait keilmuan Teknik industri khususnya bidang *lean manufacturing* sebagai contoh penerapan secara langsung.

1.6 Sistematika Penulisan

Laporan tugas akhirini disusun secara terstruktur dalam beberapa bab agar lebih mudah dipahami dan menggunakan cara penulisan yang telah disesuaikan dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini merupakan pendahuluan yang memuat latar belakang dari penelitian yang dilakukan, oerumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II STUDI PUSTAKA

Bab ini merupakan studi pustaka yang memuat dasar teori yang menjadi landasan dari penelitian yang dilakukan, landasan teori yang ada diperoleh dari tinjauan literatur dari berbagai macam sumber jurnal, buku, dan situs web yang relevan dengan penelitian yang dilakukan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

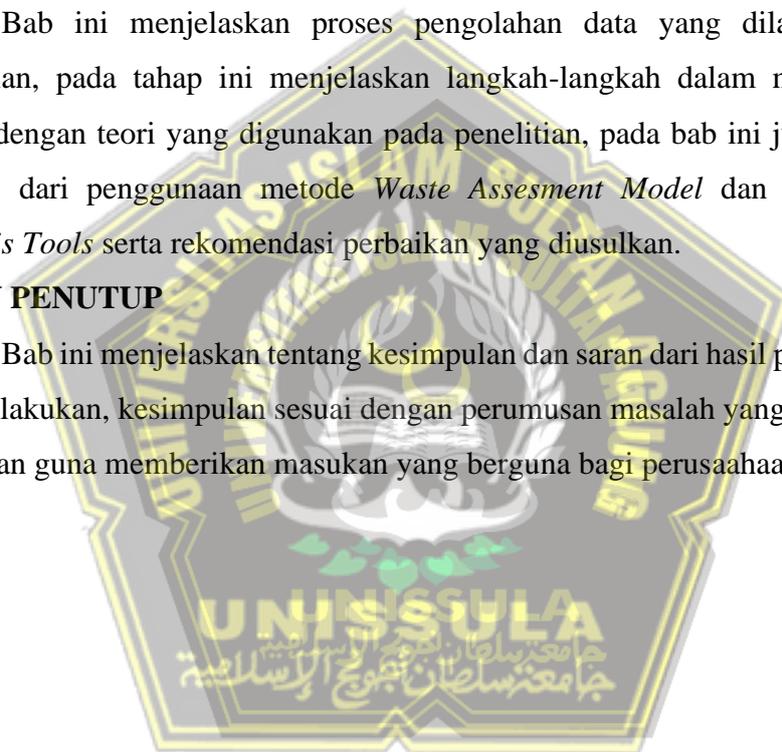
Bab ini memuat langkah-langkah sistematis dari penelitian yang dilakukan, langkah-langkah tersebut menjadi kerangka kerja dan panduan dalam penelitian.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini menjelaskan proses pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian, pada tahap ini menjelaskan langkah-langkah dalam mengolah data sesuai dengan teori yang digunakan pada penelitian, pada bab ini juga dijelaskan analisis dari penggunaan metode *Waste Assesment Model* dan *Value Stream Analysis Tools* serta rekomendasi perbaikan yang diusulkan.

BAB V PENUTUP

Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang telah dilakukan, kesimpulan sesuai dengan perumusan masalah yang ada dan saran diberikan guna memberikan masukan yang berguna bagi perusahaan.





BAB II STUDI PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Pada tinjauan Pustaka ini berisi tentang tinjauan penelitian dari penelitian yang sudah ada sebelumnya, terdapat beberapa penelitian terdahulu yang memiliki keterkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu sebagai berikut.

Penelitian dilakukan oleh Rahayu, Yuliana and Kelvin (2024) yang dilakukan pada PT. XYZ yang merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi timah hitam batangan yang diolah dari aki bekas dengan permasalahan yang dihadapi adalah pada produksi *lead* dan *lead alloy* ditemukan adanya permasalahan pada *cycle time*. Dengan metode yang digunakan untuk mengatasi permasalahan yang ada yaitu dengan *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) dan *Waste Assessment Model* (WAM). Hasil dari penggunaan metode tersebut berdasarkan WAM terdapat tujuh waste dengan presentase *Defect* dengan 21.90%, *Overproduction* dengan 18.00%, *Inventory* dengan 15.97%, *Motion* dengan 14.48%, *Waiting* dengan 12.61%, *Transportation* dengan 9.97% dan terakhir waste proses 7.07%, Penyebab terjadinya *waste* pada produksi timah sebagian besar adalah karena adanya *delay*, dan untuk mengurangi *Cycle time* berdasarkan WAM perbaikan dilakukan dengan mengeliminasi *waste* tertinggi dimana pada proses ini adalah *waste defect*.

Penelitian Naziihah, Arifin dan Nugraha (2022) pada studi kasus di *Warehouse Raw Material* PT. XYZ yang merupakan perusahaan komponen otomotif, dengan pelanggan perusahaan *Original Equipment Manufacture* (OEM) dengan permasalahan penumpukan barang pada *Warehouse Raw Material*, barang datang secara bersamaan dan *inventory* material berlebihan, terjadi penumpukan material Ingot di area penyimpanan dan keterlambatan pengecekan *quality material* baru datang yang melebihi waktu standarnya, metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Waste Assessment Model* yang memiliki tujuan untuk mengidentifikasi pemborosan yang terjadi *Warehouse Raw Material* di PT. XYZ. Hasil dari penggunaan metode WAM pada permasalahan ini adalah penggunaan

WAM menunjukkan urutan *waste* yang ada dimulai dari *Defect* sebesar 22.70%, *Overproduction* sebesar 18.32%, *Inventory* sebesar 17.56%, *Motion* sebesar 14.12%, *Transportation* sebesar 13.10%, *Waiting* sebesar 9.68% dan *Process* sebesar 4.52%. perusahaan disarankan mengeliminasi *Waste Defect* dengan melakukan sosialisasi regulasi terkait penanganan *deadstock* atau *material discontinue* sehingga tidak terjadi penumpukan *deadstock* di dalam *Warehouse material*. Serta mempertimbangkan untuk menambah kapasitas *Warehouse* dengan membuat Rak penyimpanan “mezzanine” Penerapan standar FIFO yang lebih terorganisir dengan menambah fasilitas seperti rak pendukung FIFO. Selain itu lebih konsisten dan berkelanjutan dalam menerapkan 5S yang berpengaruh terhadap produktivitas *Warehouse*.

Penelitian Abdul dan Nurbani (2022) pada PT. XYZ merupakan perusahaan produsen minuman terkemuka di Indonesia dengan permasalahan yang ada yaitu pada stasiun *dumping* terjadi pemborosan *motion*, pada stasiun *sterideal* terjadi pemborosan *motion*, dan pada stasiun *filling*, *packing* dan *palletizer* terjadi pemborosan berupa produk *defect* (cacat), metode yang digunakan untuk mengatasi permasalahan yang ada yaitu dengan WAM (*Waste Assessment Model*) dan VALSAT (*Value Stream Analysis Tools*). Hasil dari penerapan metode tersebut adalah berdasarkan hasil analisis *current value stream mapping*, dapat diidentifikasi terdapat beberapa *waste* dalam proses pembuatan teh dalam kemasan 300 ml, yaitu *waste defect* dengan persentase sebesar 32,54 % dan pada urutan kedua terdapat jenis *waste motion* dengan persentase sebesar 13,77% sedangkan *waste waiting* di urutan ketiga sebesar 13,50%. Berdasarkan *Waste Assessment Model*, *waste* yang paling dominan yaitu *waste defect*. Maka solusi yang dapat diterapkan dengan memberikan program pelatihan untuk meningkatkan kemampuan operator, baik operator yang baru maupun yang lama, memperketat pengawasan terhadap kinerja operator, membuat kebijakan 2 mesin satu operator dan 2 *worker*, membuat penyimpanan bahan baku khusus untuk *sleeve* dan *box* dengan memperhatikan suhu dan kelembaban lingkungan, memperbaiki *inventory part* mesin, melakukan intervensi kepada *supplier*, meningkatkan *preventive maintenance* untuk menghindari *downtime* ketika produksi, melakukan perencanaan ulang tata letak

fasilitas terhadap panel transfer di stasiun dumping dan stasiun sterideal. melakukan modifikasi *valve transfer* dari tungku masak ke storage tank menjadi otomatis, dan memindahkan gudang bahan baku ke departemen MVP

Penelitian Restuningtias, Sudri, dan Widianty (2020) dengan studi kasus PT.XYZ merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang pertekstilan dengan permasalahan yang ada adalah berlebihnya target produksi disebabkan karena adanya aktivitas yang tidak bernilai tambah (*waste*). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Waste Assessment Model* (WAM) dan *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT). Hasil penerapan metode tersebut adalah perhitungan *process cycle efficiency* yang telah dilakukan, terjadi peningkatan efisiensi pada lini produksi dengan *waste* terbesar adalah 7,61%. Dari hasil assessment dapat disimpulkan bahwa *waste* terbesar adalah *waste overproduction* dengan persentase 25,1%, kemudian *waste inventory* dengan 24,8%, dan terbesar ketiga adalah *waste motion* dengan persentase 15,4%. maka solusi yang dapat diterapkan adalah penambahan alat bantu *handtruck* pada pengambilan *sliver* di proses *drawing*, penambahan operator pada proses *winding*, untuk *waste over production* dilakukan perbaikan dengan melakukan *forecasting* (peramalan) yang dapat digunakan, untuk mengetahui besaran permintaan benang P100 (Polyester 100%) dimasa yang akan datang, untuk *waste inventory* dapat diterapkan dengan menggunakan metode pengendalian persediaan untuk mencegah terjadinya *overstock* di *finish goods*, untuk *waste motion* dapat dilakukan dengan penukaran tata letak ruang QC dan ruang shift untuk minimalisasi jarak antar stasiun kerja dilantai produksi sehingga dibentuk *layout* usulan berdasarkan dengan aliran produksi dan aliran material dengan hubungan tingkat kepentingan setiap proses atau stasiun kerja.

Pada penelitian Krisnanti dan Garside (2022) pada penelitian di CV. Aneka Grafika merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang percetakan box dengan permasalahan yang ada yaitu terdapat beberapa *waste* diantaranya *defect* pada setiap tahapan proses, penumpukan produk setengah jadi di area kerja dan waktu perpindahan material yang lama. Metode yang digunakan untuk mencari solusi dari permasalahan yang ada adalah *Waste Assessment Model* (WAM), *Value Stream*

Analysis Tools (VALSAT), Dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Maka hasil dari penerapan metode-metode tersebut adalah menggunakan *Waste Assessment Model* (WAM) diperoleh waste kritis yaitu *waste defect* sebesar 18,02%, *waste transportation* sebesar 16,14%, dan *waste unnecessary motion* sebesar 15,06%. penyebab terjadinya masalah karena adanya *human error*, penataan *layout* yang kurang tepat, dan kelalaian pekerja yang tidak mengembalikan peralatan material handling pada tempatnya solusi yang dapat diterapkan yaitu membuat SOP kontrol mesin cetak secara tertulis untuk ditaati oleh operator agar *human error* dapat diminimalisir, membuat *visual display* untuk mengingatkan pekerja agar mengembalikan alat transportasi pada tempat semula, dan memperbaiki tata letak mesin agar proses perpindahan material tidak terlalu jauh dan waktu tempuh yang lama.

Pada penelitian Fole dan Kulsaputro (2023) yang dilakukan pada proses produksi sirup markisa dengan permasalahan yang ada yaitu tidak tercapainya permintaan pelanggan setiap bulannya dan sistem produksi yang berjalan tidak sesuai dengan prosedur, karena banyaknya pemborosan dan lamanya proses pembuatan yang mengakibatkan *waste*. Metode yang digunakan dalam mengatasi masalah yang ada yaitu menggunakan *Waste Assessment Model* (WAM) dan *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT). hasil dari penerapan metode tersebut adalah dengan WAM ditemukan *waste* waste kritis yaitu defect sebesar 16,49%, peringkat kedua yaitu *waste transportation* sebesar 16,36%, dan peringkat ketiga yaitu *waste process* sebesar 14,82%. setelah dianalisa dapat melakukan penghematan dalam proses produksi, dan jika perlu dilakukan *update* mesin produksi.

Pada penelitian yang dilakukan Mayang, Hartanti, dan Mulyono (2022) yang dilakukan pada proses produksi di stasiun *drawing* terjadi pemborosan produksi paku seperti kawat putus, kawat baret, dan oval. Metode yang digunakan WAM (*Waste Assessment Model*). Hasil dari penerapan metode WAM ini adalah Hasil dari metode WAM terdapat 3 *waste* kritis yaitu *defect* sebesar 30,31%, *waiting* sebesar 18,71% dan *motion* sebesar 15,29%. Akar permasalahan dari *waste defect* berasal dari *skill* tenaga kerja, *raw material*, kurangnya regenerasi tenaga kerja, kurangnya SDM, *overcapacity* pada mesin, dan kurangnya penegasan SOP.

Adanya *waste waiting* karena mesin yang sudah tua tidak dilakukan *preventive maintenance* dan adanya *waste motion* karena kondisi area produksi dan penataan area penyimpanan WIP kurang baik.

Pada penelitian yang dilakukan Irawan dan Putra (2021) yang dilakukan pada perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang industri plastik dengan produk utama pallet plastik dan *houseware* (kursi, meja, keranjang plastik, dan peralatan rumah tangga berbahan plastik lainnya) masih terdapat masalah terdapat produk yang cacat yang dihasilkan dalam proses produksi produk cacat tersebut harus di proses ulang yang mengakibatkan proses produksi yang berlebihan serta menghambat aliran bahan baku sehingga terjadi penumpukan bahan baku di gudang. Metode yang digunakan untuk mengatasi masalah yang ada yaitu WAM (*Waste Assessment Model*). Hasil penerapan metode WAM untuk masalah produk cacat yaitu Hasil dari metode WAM *waste* terbesar terdapat pada *defect* sebesar 22,26% hal ini dikarenakan kesalahan dari operator dalam melakukan *set up* mesin, kelalaian dari operator yang tidak mendinginkan wadah cetakan mesin *injection molding* setiap 2 jam sekali, kerusakan pada mesin, bahan baku yang tercampur kerak *extruder* dari mesin hopper, dan bahan baku yang kurang berkualitas. Cara mengatasi masalah tersebut dengan pengawasan terhadap SOP yang dijalankan, maintenance mesin secara berkala dan melakukan inspeksi bahan baku sebelum di proses dengan mesin *mixer*.

Pada penelitian yang dilakukan oleh syakhroni, kuncoro, dan Ernawati (2023) yang dilakukan pada CV. Treewood Abadi Group yang merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi kayu lapis (*plywood*) dengan permasalahan yang ada dalam perusahaan tersebut yaitu Sering terjadi kendala kecacatan produk dalam proses produksi *plywood*. Metode yang dilakukan untuk menyelesaikan masalah yang ada yaitu dengan menggunakan WAM, VALSAT, dan FMEA, dari penerapan metode tersebut mendapatkan hasil terdapat *waste* dominan yaitu *defect* 24,28%, *inventory* 17,70%, dan *overproduction* 15,56%. Melihat prioritas risiko tertinggi usulan perbaikan yang dilakukan adalah, penempatan *visual display*, perbaikan alat, *re-layout* dan penambahan tenaga kerja dan juga mengurangi jumlah transport WIP pada setiap proses sehingga dapat menurunkan

Non Value Added Activity (NVA) 5131,8 detik menjadi 2565,9 detik dan *Necessary Non Value Added Activity* (NNVA) 4158 detik menjadi 4044,12 detik.

Pada penelitian yang dilakukan Ma'ruf, Marlyana, dan Sugiyono pada PT. Semen Gresik Pabrik Rembang yang dalam proses operasi Crusher masih terdapat masalah yaitu target dari hasil produksi Limestone Clay Mixed pada proses operasi crusher di PT Semen Gresik Pabrik Rembang yang masih sulit tercapai. Metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah yang ada yaitu dengan metode VALSAT (*Value Stream Analysis Tools*) dari penelitian tersebut berdasarkan *Waste Relationship Matrix* (WRM) pada processing memiliki presentase 24,59%, waiting memiliki presentase 22,13%, dengan *Waste Assesment questionnaire* (WAQ) pemborosan waiting dengan presentase 24,42% dan motion dengan presentase 17,22%. Berdasarkan penerapan VALSAT maka diusulkan penambahan peralatan penunjang produksi, memasang blaster udara untuk mencegah penumpukan material antar transport dan melaksanakan pelaksanaan Gemba dan Sikap Kerja 5R. Hasil *Process Activity Mapping* maka didapat waktu aktivitas yang *Non Value Added Activity* (NVA) sebesar 630 menit/3 shift dengan menghasilkan jumlah tonase sebesar 13.125 ton dan setelah adanya usulan perbaikan, waktu NVA berkurang menjadi 138 menit/3 shift, sehingga jumlah tonase yang dihasilkan meningkat sebesar 25.425 ton.

Pada penelitian yang dilakukan Haekal (2022) pada PT Jayatama Selaras yang memproduksi botol *polycilane* terdapat permasalahan pemborosan pada proses produksi botol *polysilane* sehingga menurunkan efisiensi dan efektivitas produksi yang tinggi sehingga perlu dilakukan analisa pemborosan (waste). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah VSM, WAM, VALSAT, dan RCA. Hasil dari penerapan metode tersebut yaitu Hasilnya pada produksi botol polycilane terdapat waste kritis yaitu transportation 13,5%, motion 13,1%, dan waiting 10,7%. Rekomendasi perbaikan berdasarkan 5W+1H pemindahan produk dari mesin cetak 2 ke mesin cetak 3 menggunakan in-line conveyor dan robot untuk mempersingkat waktu dan melakukan pengurangan tenaga kerja menjadi 1 tenaga kerja.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Syakhroni, Prabowo, dan Bernadhi (2019) pada PT Barali Citramandiri merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak

pada produksi furniture mengalami masalah penurunan buyer tetap yang awalnya terdapat 2 buyer berkurang menjadi 1 buyer al ini disebabkan karena lead time dari Purchase Order (PO) sampai delivery terlalu lama metode yang digunakan untuk mengatasi permasalahan yang ada yaitu *Manufacturing Cycle Effectiveness* (MCE), *Value Stream Mapping* dan *Root Cause Analysis* sehingga dari hasil analisis yang ada terdapat beberapa usulan untuk mengatasi masalah diperusahaan yaitu Hasil analisa menggunakan MCE terdapat peningkatan efektivitas sebesar 11,9%, rekomendasi yang diberikan untuk perusahaan yaitu menambah jumlah tenaga kerja sesuai dengan jumlah mesin yang ada, melakukan pelatihan kepada karyawan dan melakukan standarisasi upah karyawan, dan melakukan *Re-layout* pada stasiun kerja dan menambah alat bantu *material handling.s*



Tabel 2. 1 Tinjauan Pustaka

No	Peneliti	Sumber	Judul	Permasalahan	Metode	Hasil
1.	(Rahayu, Yuliana, and Kelvin 2024)	Journal of Information System, Graphics, Hospitality and Technology volume 06 no 01, maret 2024	Penggunaan Metode VALSAT dan WAM untuk Mereduksi Limbah Pada Pabrik Timah di Pasuruan	Pada produksi lead dan lead alloy ditemukan adanya permasalahan pada cycle time	Value Stream Analysis Tools (VALSAT) dan Waste Assessment Model (WAM).	Berdasarkan WAM, maka terdapat tujuh waste yaitu dengan defect sebagai waste tertinggi dengan persentase sebesar 21.90%, Waste yang dihasilkan Sebagian besar karena adanya delay dalam proses produksi yang masih dilakukan secara manual.
2.	(Naziihah, Arifin, and Nugraha 2022)	Jurnal Media Teknik & Sistem Industri Vol. 6 (no. 1) (2022) hal. 30 – 40	Identifikasi Waste Menggunakan Waste Assessment Model (WAM) di Warehouse Raw Material PT. XYZ	Penumpukan barang pada Warehouse Raw Material, Barang datang secara bersamaan dan inventory material berlebihan, Terjadi penumpukan material Ingot di area penyimpanan, Keterlambatan pengecekan quality material baru datang yang melebihi waktu standarnya	Waste Assessment Model (WAM)	Hasil perhitungan menggunakan Waste Assessment Method di Warehouse Raw Material PT. XYZ menunjukkan peringkat waste mulai dari terbesar sampai terkecil yaitu Defect sebesar 22.70%, Overproduction sebesar 18.32%, Inventory sebesar 17.56%, Motion sebesar 14.12%, Transportation sebesar 13.10%, Waiting sebesar 9.68% dan Process sebesar 4.52%. pemborosan terbesar yang terjadi di Warehouse Raw Material PT. XYZ adalah waste defect.

Tabel 2. 2 Tinjauan Pustaka (Lanjutan)

3.	(Abdul and Nurbani 2022)	Jurnal ReTiMs Vol 4 No 1 (2022): ReTIMS Juli	Analisis Lean Manufacturing menggunakan Wam dan Valsat untuk Mengurangi Waste Proses Produksi Teh dalam Kemasan 300 MI di PT. XYZ	Pada stasiun dumping terjadi pemborosan motion pada stasiun sterideal terjadi pemborosan motion pada stasiun filling, packing dan palletizer terjadi pemborosan berupa produk defect (cacat)	Waste Assessment Model (WAM) dan Value Stream Analysis Tools (VALSAT)	Berdasarkan Waste Assessment Model, waste yang paling dominan yaitu waste defect dengan persentase sebesar 32,54 % Rekomendasi perbaikan untuk meminimalisir pemborosan (waste) yang terjadi dalam proses produksi teh dalam kemasan 300 ml di PT. XYZ yaitu memberikan program pelatihan untuk meningkatkan kemampuan operator, memperketat pengawasan terhadap kinerja operator, membuat kebijakan 2 mesin satu operator dan 2 worker. Membuat penyimpanan bahan baku khusus untuk sleeve dan box, memperbaiki inventory part mesin, melakukan intervensi kepada supplier, melakukan perencanaan ulang tata letak fasilitas, dan memindahkan gudang bahan baku kedepartemen MVP
4.	(Restuningtias, Sudri, and Widianty 2020)	Vol. 4 No. 1 (2020): Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK)	Peningkatan Efisiensi Proses Produksi Benang dengan pendekatan <i>Lean Manufacturing</i> Menggunakan WAM dan VALSAT di PT. XYZ	Permasalahan yang dihadapi perusahaan adalah berlebihnya target produksi disebabkan karena adanya aktivitas yang tidak bernilai tambah (waste).	Waste Assessment Model (WAM) dan Value Stream Analysis Tools (VALSAT)	Dari hasil assessment dapat disimpulkan bahwa waste terbesar adalah waste overproduction dengan persentase 25,1%. Usulan perbaikan yang diberikan untuk proses produksi benang P100 (Polyester 100%) adalah Penambahan alat bantu handtruck pada pengambilan sliver di proses drawing, Penambahan operator pada proses winding. melakukan forecasting (peramalan), dapat diterapkan metode pengendalian persediaan untuk mencegah terjadinya overstock di finish goods dan untuk waste motion dapat dilakukan dengan penukaran tata letak

Tabel 2. 3 Tinjauan Pustaka (Lanjutan)

5.	(Krisnanti and Garside 2022)	Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya Vol 8 No 2 Desember 2022, 99-108	Penerapan Lean Manufacturing untuk Meminimasi Waste Percetakan Box	Permasalahan yang ada yaitu terdapat beberapa waste diantaranya defect pada setiap tahapan proses, penumpukan produk setengah jadi di area kerja dan waktu perpindahan material yang lama.	Waste Assessment Model (WAM), Value Stream Analysis Tools (VALSAT), Dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA).	Hasil pengolahan dengan menggunakan Waste Assessment Model (WAM) diperoleh waste kritis yaitu waste yaitu defect sebesar 18,02%, waste transportation sebesar 16,14%, dan waste unnecessary motion sebesar 15,06%. Akar penyebab dari masing masing waste antara lain disebabkan oleh human error, penataan layout yang kurang tepat, dan kelalaian pekerja yang tidak mengembalikan peralatan material handling pada tempatnya
6.	(Fole and Kulsaputro 2023)	JIEI: Journal of Industrial Engineering Innovation Vol. 01, No. 01 April 2023: 23-29	Implementasi Lean Manufacturing Untuk Mengurangi Waste Pada Proses Produksi Sirup Markisa	tidak tercapainya permintaan pelanggan setiap bulannya dan sistem produksi yang berjalan tidak sesuai dengan prosedur, karena banyaknya pemborosan dan lamanya proses pembuatan yang mengakibatkan waste.	Waste Assessment Model (WAM) dan Value Stream Mapping Tools (VALSAT)	Dengan menggunakan metode Waste Assessment Model (WAM) diperoleh waste kritis yaitu defect sebesar 16,49%, peringkat kedua yaitu waste transportation sebesar 16,36%, dan peringkat ketiga yaitu waste process sebesar 14,82%. Saran untuk pihak Industri Sirup Markisa dapat merealisasikan usulan perbaikan yang ditemukan dan jika diperlukan dapat mengadakan update terhadap mesin produksi.

Tabel 2. 4 Tinjauan Pustaka (Lanjutan)

7.	(Mayang, Hartanti, and Mulyono 2022)	Buletin Profesi Insinyur 5(1) (2022) 001–008	Identifikasi Waste pada Proses Produksi Paku Menggunakan Metode Waste Assessment Model	Terdapat pemborosan pada produksi paku seperti kawat putus, kawat beret dan oval yang terjadi di stasiun kerja drawing	Waste Assessment Model (WAM)	Hasil dari metode WAM terdapat 3 waste kritis yaitu defect sebesar 30,31%, waiting sebesar 18,71% dan motion sebesar 15,29%. Akar permasalahan dari waste defect berasal dari skill tenaga kerja, raw material, kurangnya regenerasi tenaga kerja, kurangnya SDM, overcapacity pada mesin, dan kurangnya penegasan SOP. Adanya waste waiting karena mesin yang sudah tua tidak dilakukan preventive maintenance dan adanya waste motion karena kondisi area produksi dan penataan area penyimpanan WIP kurang baik.
8.	(Irawan and Putra 2021)	Jurnal SENOPATI Sustainability, Ergonomics, Optimization, and Application of Industrial Engineering Vol.3 No.1, September 2021	Identifikasi Waste Kritis Pada Proses Produksi Pallet Plastik Menggunakan Metode WAM (Waste Assessment Model) di PT. XYZ	Masih banyak terdapat produk cacat	Waste Assessment Model (WAM)	Hasil dari metode WAM waste terbesar terdapat pada defect sebesar 22,26% hal ini dikarenakan kesalahan dari operator dalam melakukan set up mesin, kelalaian dari operator yang tidak mendinginkan wadah cetakan mesin injection molding setiap 2 jam sekali, kerusakan pada mesin, bahan baku yang tercampur kerak extruder dari mesin hopper, dan bahan baku yang kurang berkualitas. Cara mengatasi masalah tersebut dengan pengawasan terhadap SOP yang dijalankan, maintenance mesin secara berkala dan melakukan inspeksi bahan baku sebelum di proses dengan mesin mixer

Tabel 2. 5 Tinjauan Pustaka (Lanjutan)

9.	(Syakhroni, Kuncoro, and Ernawati 2023)	Engineering and Technology Journal e-ISSN: 2456-3358 Volume 08 Issue 10 October -2023, Page No.- 2940-2948 DOI: 10.47191/etj/v8i10.17, I.F. – 7.136	Proposed Implementation of Lean Manufacturing to Reduce Waste in Plywood Production	Sering terjadi kendala kecacatan produk dalam proses produksi plywood	WAM, VALSAT, dan FMEA	Hasilnya terdapat waste dominan yaitu defect 24,28%, inventory 17,70%, dan overproduction 15,56%. Melihat prioritas risiko tertinggi usulan perbaikan yang dilakukan adalah, penempatan visual display, perbaikan alat, re-layout dan penambahan tenaga kerja dan juga mengurangi jumlah transport WIP pada setiap proses sehingga dapat menurunkan Non Value Added Activity (NVA) 5131,8 detik menjadi 2565,9 detik dan Necessary Non Value Added Activity (NNVA) 4158 detik menjadi 4044,12 detik.
10.	(Ma'ruf, Marlyana, and Sugiyono 2021)	Prosiding Seminar Nasional Konstelasi Ilmiah Mahasiswa UNISSULA 5 (KIMU 5) Semarang, 23 Maret 2021	Analisis Penerapan Lean Manufacturing dengan Metode Valsat untuk Memaksimalkan Produktivitas pada Proses Operasi Crusher (Studi kasus di PT Semen Gresik Pabrik Rembang)	target dari hasil produksi Limestone Clay Mixed pada proses operasi crusher di PT Semen Gresik Pabrik Rembang yang masih sulit tercapai	Value Stream Mapping Tools (VALSAT)	Berdasarkan penerapan VALSAT maka diusulkan penambahan peralatan penunjang produksi, memasang blaster udara untuk mencegah penumpukan material antar transport dan melaksanakan pelaksanaan Gemba dan Sikap Kerja 5R. Hasil Process Activity Mapping maka didapat waktu aktivitas yang Non Value Added Activity (NVA) sebesar 630 menit/3 shift dengan menghasilkan jumlah tonase sebesar 13.125 ton dan setelah adanya usulan perbaikan, waktu NVA berkurang menjadi 138 menit/3 shift, sehingga jumlah tonase yang dihasilkan meningkat sebesar 25.425 ton.

Tabel 2. 6 Tinjauan Pustaka (Lanjutan)

11.	(Haekal 2022)	International Journal of Scientific Advances ISSN: 2708-7972 Volume: 3 Issue: 2 Mar - Apr 2022 DOI: 10.51542/ijscia.v3i2.15	Integration of Lean Manufacturing and Promodel Simulation on Repair Production Process Flow of Polysilane Bottle Printing Using VSM, WAM, VALSAT, And RCA Methods: Case Study Packaging Manufacturing Company	Pemborosan pada proses produksi botol polysilane sehingga menurunkan efisiensi dan efektivitas produksi yang tinggi	VSM, WAM, VALSAT, dan RCA	Hasilnya pada produksi borol polycilane terdapat waste kritis yaitu transportation 13,5%, motion 13,1%, dan waiting 10,7%. Rekomendasi perbaikan berdasarkan 5W+1H yang penggabungan proses permesinan dan re-layout mesin untuk mengurasi pemborosan.
12	(Syakhroni, Prabowo, and Bernadhi 2019)	Vol. 5 No. 1 (2019): Prosiding SENIATI 2019 (BOOK-1)	Usulan Penerapan Manufacturing Cycle Effectiveness (MCE) untuk Meningkatkan Efektivitas Lini Produksi dengan Menggunakan Alat Bantu Value Stream Mapping dan Root Cause Analysis (di PT. Barali itramandiri)	Penurunan jumlah buyer dikarenakan lead time dari Purchase Order (PO) sampai delivery terlalu lama	Manufacturing Cycle Effectiveness (MCE), Value Stream Mapping dan Root Cause Analysis	Hasil analisa menggunakan MCE terdapat peningkatan efektivitas sebesar 11,9%, rekomendasi yang diberikan untuk perusahaan yaitu menambah jumlah tenaga kerja sesuai dengan jumlah mesin yang ada, melakukan pelatihan kepada karyawan dan melakukan standarisasi upah karyawan, dan melakukan Re-layout pada stasiun kerja dan menambah alat bantu material handling

Berdasarkan *literatur review* penelitian terdahulu yang sudah dilakukan, terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengetahui, mencari penyebab dan cara mengatasi *waste* yang ada

1. *Waste Assesment Model (WAM)*

Waste Assesment Model merupakan metode yang digunakan untuk menyederhanakan pencarian pemborosan (*waste*) serta mengetahui hubungan antar ketujuh pemborosan dengan *Seven Waste Relationship (SWR)*, kemudian mengetahui hubungan dari satu *waste* dengan *waste* yang lain dengan *Waste Relationship Matrix (WRM)*, dan melakukan pembobotan untuk setiap *waste* yang ada sehingga dapat diketahui *waste* apa yang paling dominal dalam suatu proses produksi sehingga dapat mengetahui penyebab adanya *waste* tersebut, kekurangan dari metode WAM ini adalah tidak dapat memetakan proses bisnis secara menyeluruh.

2. *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*.

Failure Mode and Effect Analysis merupakan metode yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis potensi kegagalan dalam suatu produk, proses, ataupun sistem, dalam metode ini dilakukan evaluasi risiko yang berkaitan dengan kemungkinan kegagalan sehingga dapat dilakukan pencegahan yang dapat dilakukan untuk mengurangi bahkan menghilangkan risiko yang ada. Namun sering kali penilaian memiliki kemungkinan penilaian yang subjektif dan membutuhkan waktu yang lama dalam menganalisa potensi kegagalan.

3. *Value Stream Analysis Tools (VALSAT)*

Value Stream Analysis Tools merupakan metode dimana dilakukan pembobotan *waste*, selanjutnya dari pembobotan tersebut dilakukan pemilihan terhadap *tools* dengan menggunakan matriks dan juga pada metode ini terdapat perankingan sehingga dapat dipilih *waste* mana yang dapat diperbaiki. VALSAT ini juga membantu memetakan secara detail aliran *Value Stream* dari proses yang ada. Namun, metode ini memiliki proses perhitungan yang cukup rumit.

4. *Value Stream Mapping* (VSM)

Value Stream Mapping merupakan metode yang dikembangkan oleh *Toyota Production System* yang digunakan untuk memetakan atau menggambarkan alur dan aliran informasi pada proses produksi, sehingga penggunaan VSM ini dapat mengidentifikasi *waste* yang ada agar dapat dilakukan perbaikan. Namun, metode ini hanya menggambarkan satu jenis produk saja.

5. *Root Cause Analysis* (RCA)

Root Cause Analysis merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menentukan penyebab utama dari permasalahan dengan menganalisa sampai ke akar permasalahannya sehingga dapat mengetahui penyebab permasalahan dan dapat melakukan usulan perbaikan pada permasalahan yang ada. Namun, metode ini harus dilakukan dengan orang yang memahami alur dari penyebab permasalahan yang ada.

6. *Manufacturing Cycle Effectiveness* (MCE)

Manufacturing Cycle Effectiveness (MCE) adalah metode yang digunakan untuk mengukur efisiensi waktu dalam proses produksi dengan membandingkan waktu yang benar-benar digunakan untuk menambah nilai produk dengan total waktu produksi secara keseluruhan.

Setelah dilakukan perbandingan dari referensi metode yang ada maka digunakan *Waste Assesment Model* (WAM) dan *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) dengan mempertimbangkan karakteristik dari metode WAM yaitu digunakan untuk menyederhanakan pencarian *waste* dan metode VALSAT sebagai alat bantu untuk melakukan pembobotan *waste* dan memetakan secara detail *value stream* pada proses produksi. Diharapkan penerapan metode *Waste Assesment Model* (WAM) dan *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) ini dapat merekomendasikan perbaikan dan meminimasi *waste* yang ada dalam proses produksi *printing* kain pada Printex Semarang.

2.2 Landasan Teori

Berikut merupakan landasan teori yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini, landasan teori ini didapat dari studi literatur melalui jurnal, buku maupun situs dalam internet sebagai berikut:

2.2.1 Konsep Dasar Lean Manufacturing

Lean adalah suatu upaya perbaikan berkesinambungan dengan cara menghilangkan pemborosan/waste (aktivitas yang tidak bernilai tambah) untuk memberikan nilai kepada pelanggan. Kemunculan *lean manufacture* didasari oleh beberapa peristiwa yang terjadi di masa lalu. *Lean Manufacturing* merupakan suatu metode untuk mengidentifikasi dan mengeliminasi *waste* melalui perbaikan secara terus menerus (*continuous improvement*). Metode *lean manufacturing* digunakan untuk mengoptimalkan performansi dari sistem dan proses produksi karena mampu mengidentifikasi, menganalisa dan mencari solusi perbaikan.

Konsep *lean* pada awalnya dikenalkan pada *Ford Production System* yang disusun pada tahun 1990-an oleh Henry Ford. Beliau mengemukakan mengenai *flow production* yang berarti saat suatu tugas atau aktivitas diselesaikan, maka tugas atau aktivitas yang selanjutnya harus dimulai. Konsep tersebut selanjutnya dikembangkan dan dipraktikkan pada *Toyota Production System* (TPS) oleh Kiichiro Toyoda, yang kemudian mengantarkan Toyota sebagai perusahaan *manufacturing* terhebat di dunia. Menciptakan Toyota Way merupakan bentuk *continuous improvement* yang bertujuan untuk mengeliminasi *waste* yang menyebabkan kerugian atau tidak menghasilkan nilai sama sekali sehingga terciptalah budaya *lean*.

2.2.2 Waste (Pemborosan)

Waste Lean adalah konsep yang berkaitan dengan *Lean Manufacturing* atau *Lean Management*, mengacu pada upaya untuk mengidentifikasi, mengurangi, atau bahkan menghilangkan segala jenis pemborosan (*waste*) dalam proses produksi atau operasi bisnis dengan tujuan meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan nilai yang diberikan kepada pelanggan.

Waste yaitu segala sesuatu yang tidak dapat meningkatkan nilai tambah produk. Di mana *waste* artinya bentuk material yang terbuang, termasuk juga

waktu, energi, hingga area kerja. Sebelumnya jika dilihat dari segi nilai tambahnya, perusahaan manufaktur memiliki 3 aktivitas besar:

- 1) Pengaruh aktivitas yang bernilai tambah atau disebut sebagai *value-added activities* (VA).
- 2) Pengaruh aktivitas yang tidak bernilai tambah atau disebut sebagai *non-value-added activities* (NVA).
- 3) Pengaruh aktivitas yang tidak bernilai tambah, namun juga diperlukan yang disebut sebagai *value enabler activities* atau *business non-value-added activities* (VE / BNVA).

Konsep ini yang pertama kali dikembangkan oleh Toyota dalam filosofi manufaktur mereka yang dikenal sebagai *Toyota Production System* (TPS) (Kulkarni 2007). *Seven waste* diidentifikasi oleh Shigeo Shingo sebagai bagian dari Produksi Toyota Sistem. Pada *Toyota Production System* (TPS) terdapat 7 waste yang dapat diterima secara umum, yaitu :

1. *Overproduction*
Overproduksi yaitu produksi yang atau terlalu cepat, sehingga menyebabkan aliran informasi atau barang dan *inventory* yang berlebihan.
2. *Transport*
Transport yaitu Pergerakan orang, informasi, atau barang yang berlebihan mengakibatkan pemborosan waktu, tenaga, dan biaya
3. *Waiting*
Waiting yaitu adanya waktu menunggu, Periode tidak aktif yang lama untuk manusia, informasi, atau barang, yang mengakibatkan aliran yang buruk dan waktu tunggu yang lama.
4. *Unnecessary inventory*
Unnecessary Inventory yaitu Penyimpanan yang berlebihan dan penundaan informasi atau produk, yang mengakibatkan biaya yang berlebihan dan layanan pelanggan yang buruk.
5. *Inappropriate processing*

Inappropriate Processing yaitu adanya kesalahan menjalankan proses kerja dengan menggunakan perangkat, prosedur, atau sistem yang salah, sering kali pendekatan yang lebih sederhana bisa jadi lebih efektif.

6. *Defects*

Kesalahan yang terjadi pada proses pengerjaan, permasalahan kualitas produk, atau rendahnya performansi dari pengiriman barang atau jasa

7. *Unnecessary motion*

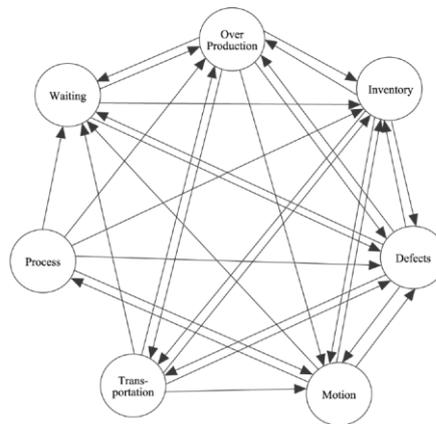
Unnecessary Motion yaitu kegiatan dari gerakan manusia yang tidak memberikan nilai terhadap produk tetapi waktu yang diperoleh lebih banyak. Pengaturan tempat kerja yang buruk, mengakibatkan ergonomi yang buruk, misalnya membungkuk atau meregangkan tubuh secara berlebihan dan sering kehilangan barang.

2.2.2.1 Waste Assesment Model (WAM)

Waste Assesment Model merupakan suatu model yang dikembangkan untuk menyederhanakan pencarian dari permasalahan *waste* untuk mengidentifikasi dalam mengeliminasi *waste* (Rawabdeh 2005). *Waste Assesment Model* menggambar hubungan antara *seven waste* yaitu *overproduction waiting, transportation, excess processing, inventory, motion* dan *defect*. Rawabdeh berkesimpulan bahwa semua jenis *waste* adalah saling mempengaruhi dalam artian selain memberikan pengaruh terhadap jenis *waste* yang lain, ia juga secara simultan dipengaruhi oleh jenis *waste* yang lain. Model ini merupakan suatu alat eliminasi *waste* yang cukup komprehensif yang dapat memberikan analisa yang memadai untuk menentukan strategi eliminasi *waste* tanpa memberikan pengaruh negatif pada *waste* lain (Rawabdeh 2005).

2.2.2.2 Seven Waste Relationship

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



Gambar 2.1 Hubungan Seven Waste

(Sumber: Rawabdeh, 2005)

Dari tujuh hubungan *Waste* pada Gambar 2.1 *waste* tersebut dikelompokkan menjadi 3 kategori utama yang berkaitan dengan *man*, *machine*, dan *material* dengan kategori *man* meliputi *motion*, *waiting*, dan *overproduction*. Kategori *machine* yaitu *overproduction*, dan kategori *material* yaitu *transportation*, *inventory*, dan *defect*.

Kekuatan dari hubungan *seven waste* ini dikembangkan dengan pengukuran menggunakan kuisioner dengan enam pertanyaan yang mana tiap jawaban memiliki bobot dari 0 sampai 4. Pada table 2.2 Merupakan kuisioner pembobotan hubungan *seven waste*.

Tabel 2. 7 Kuisioner pembobotan hubungan seven waste

No	Pertanyaan	Pilihan jawaban	Bobot
1.	Apakah <i>i</i> menghasilkan <i>j</i> ?	a. Selalu	4
		b. Kadang-kadang	2
		c. Jarang	0
2.	Bagaimana jenis hubungan antara <i>i</i> dan <i>j</i> ?	a. Jika <i>i</i> naik maka <i>j</i> naik	2
		b. Jika <i>i</i> naik maka <i>j</i> tetap	1
		c. Tidak sering muncul	0
3.	Dampak terhadap <i>i</i> karena <i>j</i> ?	a. Terdampak secara langsung dan jelas	4
		b. Butuh waktu untuk muncul	

		c. Tidak sering muncul	2
			0
4.	Menghilangkan dampak <i>i</i> terhadap <i>j</i> dapat dicapai dengan cara...	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi Instruksional	2 1 0
5.	Dampak <i>i</i> terhadap <i>j</i> terutama mengetahui...	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. Kuaalitas, produktivitas dan <i>lead time</i>	1 1 1 2 2 2 2 4
6.	Seberapa dampak <i>i</i> terhadap <i>j</i> akan meningkatkan <i>Lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	4 2 0
Catatan: <i>i</i> adalah singkatan dari setiap jenis limbah yang memiliki dampak pada jenis limbah <i>j</i> lainnya			

Sumber: (Rawabdeh, 2005)

Pada tabel 2.3 dapat dilihat contoh tabulasi perhitungan kriteria antar *waste* yang ada.

Tabel 2. 8 Tabulasi Perhitungan Kriteria antar Waste

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

Sumber: (Rawabdeh, 2005)

Berdasarkan hasil tabulasi perhitungan kriteria antar *waste* didapatkan skor hubungan antar *waste* yang kemudian akan dikonversikan ke dalam *symbol Waste Relation Matrix (WRM)*

Tabel 2. 9 Pembagian Rentang Kekuatan Hubungan Langsung

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

Sumber: (Rawabdeh, 2005)

Keterangan:

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

Setelah dikonversi ke dalam simbol huruf WRM selanjutnya hasil tersebut akan digunakan untuk membuat pengukuran *Waste Relationship Matrix (WRM)*

2.2.2.3 *Waste Relationship Matrix (WRM)*

Menurut (Rawabdeh, 2005) *Waste Relationship Matrix* adalah *matrix* yang digunakan untuk menganalisis kriteria pengukuran. Baris pada *matrix* mengindikasikan suatu *waste* tertentu mempengaruhi terhadap *waste* lainnya, sementara kolom pada *matrix* mengindikasikan munculnya *waste* yang dipengaruhi oleh *waste* lainnya. Diagonal dari *matrix* ini ditempatkan secara default dengan nilai tertinggi. Setiap jenis *waste* akan memiliki hubungan yang sama kuat dengan *waste* itu sendiri. *Waste matrix* menjelaskan hubungan nyata diantara jenis-jenis *waste* pada tabel 2.5 contoh WRM.

Tabel 2. 10 Contoh Waste Relationship Matrix (WMR)

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

Sumber: (Rawabdeh, 2005)

Pembobotan dilakukan pada tiap baris dan kolom dari *matrix value* dengan cara menjumlahkan hal ini bertujuan untuk mengetahui skor yang menunjukkan pengaruh dari satu *waste* terhadap *waste* lain. Untuk lebih menyederhanakan *matrix* maka skor tersebut dikonversikan kedalam bentuk persentase, Berikut merupakan *matrix value* pada tabel 2.6 Contoh *Waste Relationship Matrix* (WRM)

Tabel 2. 11 Contoh Waste Relationship Matrix (WRM)

F/T	O	I	D	M	T	P	W	SCORE	%
O	10	10	4	4	6	0	8	42	16,8
I	6	10	6	6	6	0	0	34	13,6
D	6	6	10	6	8	0	6	42	16,8
M	0	4	8	10	0	6	10	38	15,2
T	2	4	5	6	10	0	6	30	12
P	6	2	6	6	0	10	6	36	14,4
W	4	10	4	0	0	0	10	28	11,2
Score	34	46	44	34	30	16	46	250	100
%	13,6	18,4	17,6	13,6	12	6,4	18,4	100	

Sumber: (Rawabdeh, 2005)

2.2.2.4 Waste Assesment Questionnaire (WAQ)

Waste Assesment Questionnaire dibuat untuk mengidentifikasi dan mengalokasikan waste yang terjadi pada lini produksi (Rawabdeh, 2005). Kuisisioner *assesment* ini terdiri atas pertanyaan yang berbeda, dimana kuisisioner ini

dikenalkan untuk tujuan menentukan *waste*. Tiap pertanyaan kuisioner merepresentasikan suatu aktivitas, suatu kondisi atau suatu sifat yang mungkin menimbulkan suatu jenis *waste* tertentu.

Beberapa pertanyaan ditandai dengan tulisan "*From*", maksudnya bahwa pertanyaan tersebut menjelaskan jenis *waste* yang ada saat ini yang dapat memicu munculnya jenis *waste* lainnya berdasarkan WRM. Pertanyaan lainnya ditandai dengan tulisan "*To*", maksudnya pertanyaan tersebut menjelaskan tiap jenis *waste* yang ada saat ini bisa terjadi karena dipengaruhi jenis *waste* lainnya. Tiap pertanyaan memiliki tiga pilihan jawaban dan masing- masing jawaban diberi

bobot 1, 0,5 atau 0 (*zero*). Pertanyaan-pertanyaan kuisioner dikategorikan kedalam empat kelompok yaitu *man*, *machine*, *material* dan *method* dimana tiap pertanyaan berhubungan antara satu kategori dengan kategori lainnya.

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

1. Mengelompokkan dan menghitung jumlah pertanyaan kuisioner berdasarkan catatan "*From*" dan "*To*" untuk tiap jenis *waste*.
2. Memasukkan bobot dari tiap pertanyaan berdasarkan *waste relationship matrix*. Tabel 2.7 memperlihatkan contoh dari pemberian bobot awal berdasarkan WRM.
3. Menghilangkan efek dari variasi jumlah pertanyaan untuk tiap jenis pertanyaan dengan membagi tiap bobot dalam satu baris dengan jumlah pertanyaan yang dikelompokkan (N_i).

Tabel 2. 12 Bobot Awal yang Diperoleh dari WRM

Ques. type	Question	O	I	D	M	T	P	W
Man								
To motion	1	4	6	6	10	2	6	0
From motion	2	0	4	8	10	0	6	10
From defects	3	6	6	10	5	8	0	6
To motion	4	0	4	8	10	0	6	10

4. Menghitung jumlah skor dari tiap kolom jenis *waste*, dan frekuensi (Fj) dari munculnya nilai pada tiap kolom *waste* dengan mengabaikan nilai 0 (nol).

$$S_j = \sum_{k=1}^k \frac{W_{j,k}}{N_i}$$
; untuk tiap jenis *waste* j..... (1)
5. Memasukkan nilai dari hasil kuisioner (1, 0,5, atau 0) kedalam tiap bobot nilai di tabel dengan cara mengalikannya.

Tabel 2. 13 Hasil Pembagian dari Table 8 dengan Nilai Ni

Ques. type	Question (Ni)	Question	O	I	D	M	T	P	W
Man									
To motion	9	1	0,44	1,11	0,44	0	0	0	1,11
From motion	11	2	0	0,36	0,73	0,91	0	0,55	0,91
From defects	9	3	0,67	0,67	1,11	0,67	0,89	0	0,67
To motion	11	4	0	0,36	0,73	0,91	0	0,55	0,91

6. Menghitung total skor untuk tiap nilai bobot pada kolom *waste* (berdasarkan tabel 9), dan frekuensi (fj) untuk nilai bobot pada kolom *waste* dengan mengabaikan nilai 0 (nol). Dengan persamaan

$$S_j = \sum_{k=1}^k W_k \times \frac{W_{j,k}}{N_i}$$
; untuk tiap jenis *waste* j..... (2)

Dimana sj adalah total untuk nilai bobot waste, dan Xk adalah nilai dari jawaban tiap pertanyaan kuisioner (1, 0,5, atau 0).

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

$$Y_j = \frac{S_j}{S_j} \times \frac{f_j}{F_j}$$
; untuk setiap jenis tipe *waste* j..... (3)

8. Menghitung nilai *final waste factor* (Yjfinal) dengan memasukkan factor probabilitas pengaruh antar jenis *waste* (Pj) berdasarkan total “From” dan “To” pada WRM. Kemudian mempersentasekan bentuk *final waste factor* yang diperoleh sehingga bias diketahui peringkat level dari masing-masing *waste*.

$$Y_{jfinal} = Y_j \times P_j = \frac{S_j}{S_j} \times \frac{f_j}{F_j} \times P_j$$
; untuk tiap jenis tipe *waste* j..... (4)

2.2.3 Value Stream Mapping (VSM)

Value stream mapping (VSM) adalah tools untuk mengidentifikasi aktivitas yang *value added* dan *non-value added* pada industri manufaktur, sehingga mempermudah untuk mencari akar permasalahan pada proses (McWilliams and Tetteh 2009). *Tool* ini mampu menunjukkan *error* dalam suatu gambaran pada *current state system* dan digunakan untuk membuat kondisi yang ideal pada *future state system*. *Value stream mapping* juga merupakan suatu *mapping tool* yang digunakan untuk menggambarkan jaringan *supply chain*.

VSM memetakan tidak hanya aliran material tetapi juga aliran informasi yang menandakan dan mengontrol aliran material. Jalur aliran material dari suatu produk ditelusuri balik dari operasi akhir dan perjalanannya ke lokasi penyimpanan *raw material*. Aliran ini menggambarkan representasi fasilitas proses dari implementasi lean dengan cara membantu mengidentifikasi tahapan-tahapan *value-added* pada suatu *value stream*, dan mengeliminasi tahapan-tahapan *non-value added* atau *waste* (muda). *Value stream mapping* terdiri dari 2 tipe (Tilak et al. 2002), yaitu :

1. *Current state map* merupakan konfigurasi value stream produk saat ini, menggunakan ikon dan terminologi spesifik untuk mengidentifikasi *waste* dan area untuk perbaikan atau peningkatan (*improvement*)
2. *Future state map* merupakan cetak biru untuk transformasi lean yang diinginkan di masa yang akan datang.

Kedua tipe diatas mengindikasikan semua informasi penting terkait value stream produk seperti *cycle time*, *level inventory*, dan lain-lain yang akan membantu untuk membuat perbaikan yang nyata.

Indeks pengukuran atau indikator performance dari VSM adalah kualitas, biaya, dan *lead time* (Wee and Simon 2009), secara detail diantaranya yaitu:

- a. FTT (*first time through*): persentase unit yang diproses sempurna dan sesuai dengan standard kualitas pada saat pertama proses (tanpa *scrap*, *rerun*, *retest*, *repair* atau *returned*)
- b. BTS (*build to schedule*): pembuatan penjadwalan untuk melihat eksekusi rencana pembuatan produk yang tepat pada waktu dan urutan yang benar.

- c. DTD (*dock to dock time*): waktu antara *unloading raw material* dan selesainya produk jadi untuk siap dikirim.
- d. OEE (*overall equipment effectiveness*): mengukur ketersediaan, efisiensi dan kualitas dari suatu peralatan dan juga sebagai batasan utilisasi kapasitas dari suatu operasi.
- e. *Value rate (ratio)*: persentase dari seluruh kegiatan yang *value added*
- f. Indikator lainnya:
 - A/T: *Available Time* = Total waktu kerja – waktu istirahat
 - T/T: *Takt Time* = *Available Time*/Volume Produksi
 - C/T: *Cycle Time* = (*Available Time* – *Rataan Downtime* – *Defect time*)/Volume produksi
 - W/T : *Working Time* = waktu kerja dari setiap operator
 - VA: waktu yang *value added*
 - NVA : waktu yang *non-value added* (termasuk *waste*)

2.2.4 *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT)

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

Terdapat 7 macam *detailed mapping tools* yang paling umum digunakan (Hines and Rich 1997) 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*. Konsep dasar dari *tools* ini adalah memetakan setiap tahap aktivitas yang terjadi mulai dari *operasi, transportasi, inspeksi, delay, dan storage*,

kemudian mengelompokkannya ke dalam tipe-tipe aktivitas yang ada mulai dari *value adding activities (VA)*, *necessary but non-value adding activities (NNVA)*, dan *non-value adding activities (NVA)*.

Tujuan dari pemetaan ini adalah untuk membantu memahami aliran proses, mengidentifikasi adanya pemborosan, mengidentifikasi apakah suatu proses dapat diatur kembali menjadi lebih efisien, mengidentifikasi perbaikan aliran penambahan nilai. Ada lima tahap pendekatan dalam *process activity mapping* secara umum :

- a. Memahami aliran proses
- b. Mengidentifikasi pemborosan
- c. Mempertimbangkan apakah proses dapat disusun ulang pada rangkaian yang lebih efisien
- d. Mempertimbangkan aliran yang lebih baik, melibatkan aliran layout dan rute transportasi yang berbeda.
- e. 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)*

Merupakan grafik yang menggambarkan hubungan antara inventori dan *lead time* pada jalur distribusi, sehingga dapat diketahui adanya peningkatan maupun penurunan tingkat persediaan pada waktu distribusi pada tiap area *supply chain*. Dari fungsi yang diberikan, selanjutnya dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan manajemen untuk menaksir. kebutuhan stok apabila dikaitkan pencapaian *lead time* yang pendek. Tujuannya untuk memperbaiki dan mempertahankan tingkat pelayanan setiap jalur distribusi dengan biaya rendah.

3. *Production Variety Funnel (PVF)*

Merupakan teknik pemetaan visual dengan memetakan jumlah variasi produk pada tiap tahapan proses manufaktur. *Tools* ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi titik dimana sebuah produk generic diproses

menjadi beberapa produk yang spesifik. Selain itu, *tools* ini juga dapat digunakan untuk menunjukkan area bottleneck pada desain proses untuk merencanakan perbaikan kebijakan inventori.

4. *Quality Filter Mapping (QFM)*

Merupakan *tool* yang digunakan untuk mengidentifikasi letak permasalahan cacat kualitas pada rantai suplai yang ada. *Tools* ini mampu menggambarkan 3 tipe cacat pada kualitas, yakni *product defect* (cacat fisik produk) yang lolos ke customer karena tidak berhasil diseleksi pada saat proses inspeksi, *scrap defect* (cacat masih berada dalam internal perusahaan, sehingga berhasil diseleksi dalam tahap inspeksi), dan *service defect* (permasalahan yang dirasakan customer berkaitan dengan cacat kualitas pelayanan).

5. *Demand Amplification Mapping (DAM)*

Peta yang digunakan untuk memvisualisasikan perubahan *demand* disepanjang *rantai suplay*. Fenomena ini menganut *low of industrial dynamics*, dimana *demand* yang ditransmisikan disepanjang rantai suplai melalui rangkaian kebijakan order dan inventori akan mengalami variasi yang semakin meningkat dalam setiap pergerakannya mulai dari *downstream* sampai dengan *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)*

Menunjukkan berbagai pilihan sistem produksi yang berbeda, dengan *trade off* antara *lead time* masing-masing pilihan dengan tingkat inventori yang diperlukan untuk meng-coveselama proses *lead time*. *Decision point analysis* merupakan titik dalam *supply chain* dimana permintaan aktual memberikan kesempatan untuk mem-*forecast driven push*.

7. *Physical Structure (PS)*

Merupakan sebuah *tool* yang digunakan untuk memahami kondisi rantai suplai di lantai produksi. Hal ini diperlukan untuk memahami kondisi

industri itu, bagaimana operasinya, dan dalam mengarahkan perhatian pada area yang mungkin belum mendapatkan perhatian yang cukup untuk pengembangan.

Pada tabel 2.9 Ditunjukkan korelasi dan kegunaan dari tiap *detailed mapping tools*.

Tabel 2. 14 Detailed Mapping Tools (Hines & Rich, 1997)

Waste/ Structure	Mapping tools						
	PAM	SCRM	PVF	QFM	DAM	DPA	PS
<i>Overproduction</i>	L	M		L	M	M	
<i>Time Waiting</i>	H	H	L		M	M	
<i>Transportation</i>	H						L
<i>Innaporiate Processing</i>	H		M	L		L	
<i>Unnecessary inventory</i>	M	H	M		H	M	L
<i>Unnecessary Motion</i>	H	L					
<i>Defect</i>	L			H			
<i>Overall Structure</i>	L	L	M	L	H	M	H
Catatan: H = High correlation and usefulness M = Medium correlation and usefulness L = Low correlation and usefulness							

Sumber: (Hines & Rich, 1997)

Catatan:

H= factor pengali = 9

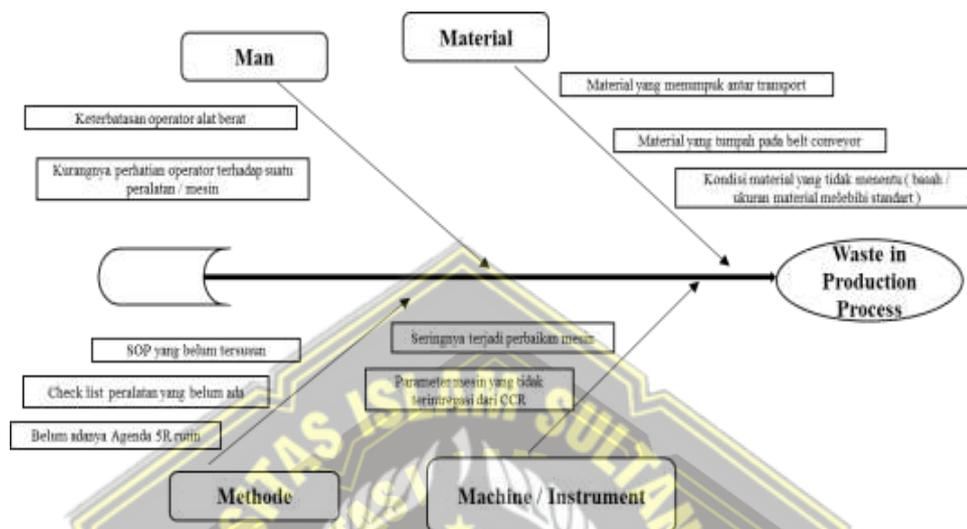
M = factor pengali= 3

L = factor pengali = 1

2.2.5 Cause and Effect Diagram

Cause and Effect Diagram atau yang dikenal juga dengan *fishbone* diagram atau diagram tulang ikan yang dikemukakan oleh ahli kualitas dari jepang Dr. kaoru Ishikawa pada 1960. *Fishbone* diagram ini digunakan untuk mengetahui akar penyebab permasalahan dan merekomendasikan pada pemborosan yang terjadi, diagram ini disusun dengan bentuk seperti tulang ikan, dengan masalah utama dituliskan di kepala ikan dan penyebab utama dituliskan menjadi tulang tulang utama yang bercabang dari tulang belakang ikan.

Penyebab permasalahan dapat dapat dijabarkan menjadi beberapa hal utama diantaranya, manusia, mesin atau peralatan, material, metode kerja, dan lingkungan kerja (Ma'ruf, Marlyana, and Sugiyono 2021). Contoh fishbone diagram dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2.2 Fishbone Diagram

(Sumber: (Ma'ruf, Marlyana, and Sugiyono 2021)

2.2.6 5W + 1H

Menurut Smalley dan Kato (2010), 5W + 1H (*what, why, where, when, who, dan how*) merupakan suatu metode yang digunakan dalam menerapkan *kaizen events*. Enam pertanyaan sederhana ini merupakan dasar dalam mempelajari proses guna menghasilkan usulan perbaikan proses yang lebih baik.

Secara spesifik, pertanyaan yang berhubungan dengan *what* dan *why* bertujuan untuk menentukan apakah perlu mengeliminasi proses rinci yang tidak diperlukan (*waste*). Pertanyaan yang berhubungan dengan *where, when, dan who* bertujuan untuk menggabungkan atau mengatur kembali urutan proses guna memperbaiki metode kerja. Sedangkan pertanyaan terakhir adalah *how*, dimana pertanyaan ini memiliki tujuan untuk melakukan simplifikasi proses.

2.3 Hipotesis

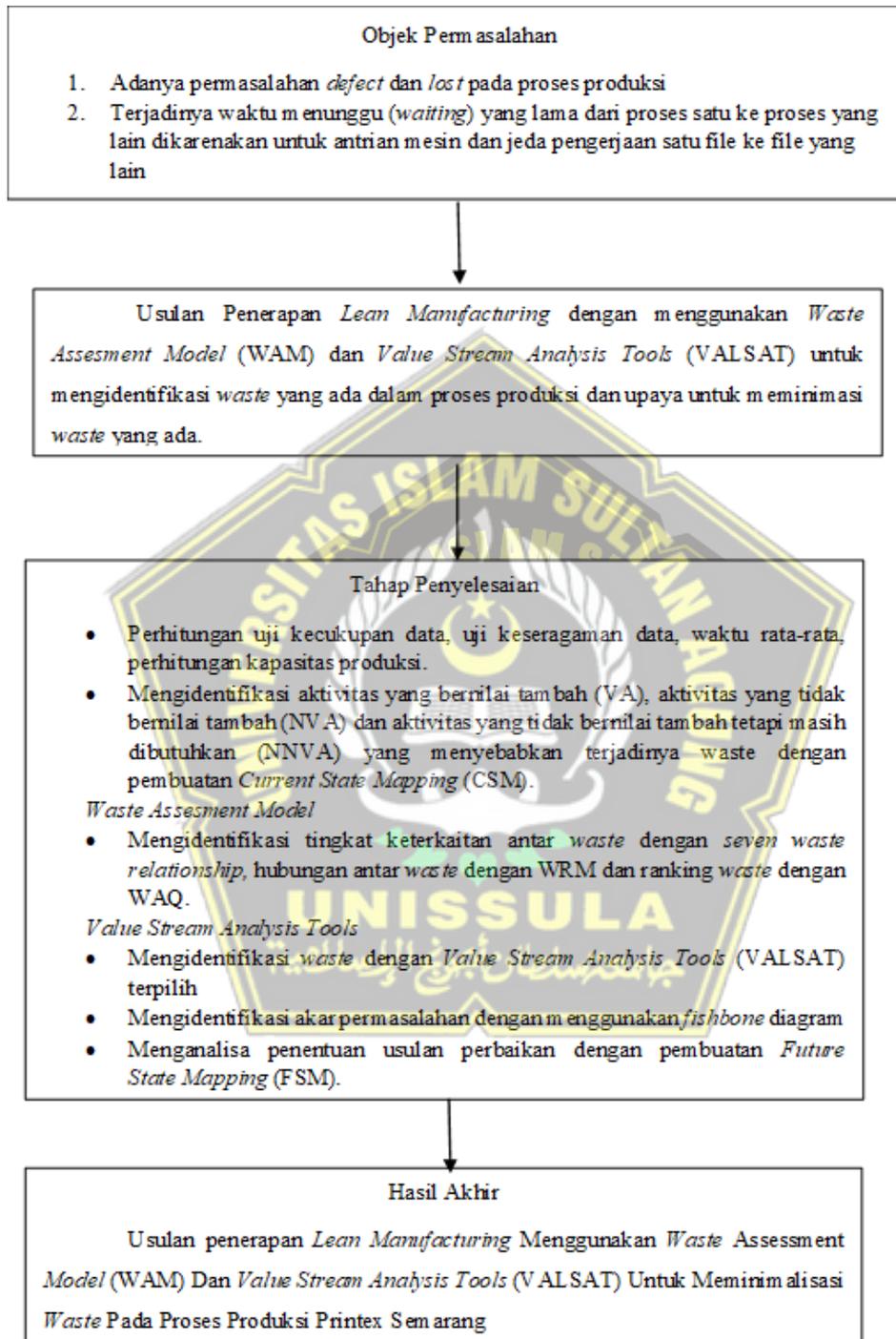
Hipotesis adalah pernyataan sementara atau dugaan sementara yang mungkin harus dibuktikan dengan penelitian.

Berdasarkan data Jumlah Produksi dan *defect* Printex Semarang terdapat pula permasalahan yang muncul dalam proses produksi di Printex Semarang yaitu produk cacat (*defect*) seperti kain kotor, kain berlubang, dan pada setiap roll kain pasti ada bagian yang dibuang karena tidak sesuai dengan SOP perusahaan, terjadinya waktu menunggu (*waiting*) yang lama dari proses *printing* dikarenakan antrian untuk mesin press dikarenakan mesin yang tersedia hanya sedikit dan juga jeda pengerjaan satu file ke file yang lain juga memakan waktu, kemudian pada proses *printing* juga dapat terjadi penurunan kualitas warna dikarenakan *head* mesin yang berlubang atau tempat tinta yang berlubang. Cara yang sudah dilakukan untuk mengatasi masalah penurunan warna pada mesin yaitu setiap pagi sebelum mesin digunakan dilakukan pengecekan rutin.

Berdasarkan permasalahan yang terjadi di proses produksi Printex Semarang untuk mengatasinya dapat dilakukan dengan pendekatan *lean manufacturing* menggunakan metode *Waste Assesment Model* (WAM) dan VALSAT. Dengan tujuan penggunaan metode WAM digunakan untuk memudahkan mencari dan mengidentifikasi jenis permasalahan *waste* agar dapat segera di eliminasi kemudian dilanjutkan penggunaan metode VALSAT untuk menganalisa detail *mapping tools* dari hasil identifikasi *waste*, konsep VALSAT digunakan sebagai alat bantu dalam memetakan aliran nilai (*value stream*) secara detail yang berfokus pada proses bernilai tambah. Kemudian dilanjutkan dengan pemetaan dengan menggunakan *cause and effect diagram* (*fishbone* diagram) untuk mengetahui akar permasalahan sesungguhnya dari masalah yang ada. Diharapkan penerapan penggunaan metode WAM dan VALSAT dapat mengevaluasi proses produksi dalam perusahaan dan dapat mengetahui *waste* yang ada dalam proses produksi sehingga dapat segera dilakukan tindakan perbaikan lebih lanjut.

2.4 Kerangka Teoritis

Berikut adalah merupakan kerangka teoritis penelitian ini



Gambar 2.3 Kerangka Teoritis

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan pada tugas akhir merupakan penelitian yang bersifat deduktif analitik, yang pada pelaksanaannya dilakukan pengamatan disertai analisa yang didukung dengan studi literatur, segala sesuatu analisis dan data berbasis pada studi literatur. Berikut ini merupakan langkah-langkah yang akan dilakukan selama penelitian sebagai berikut:

a. **Studi Lapangan**

Studi lapangan ini dilakukan dengan melakukan observasi awal secara langsung sebahai tahap awal untuk mengetahui gambaran awal objek penelitian dan agar memahami keadaan awal objek penelitian.

b. **Studi Pustaka**

Studi Pustaka ini dilakukan dengan mencari referensi dari berbagai sumber yang ada seperti buku, jurnal, artikel ilmiah yang memuat tentang *lean manufacturing*, *waste*, dan *seven waste* serta penerapan metode untuk mengatasi *waste* yang ada dengan metode *Waste Assesment Model (WAM)* dan *Value Stream Analysis Tools (VALSAT)*.

c. **Perumusan masalah**

Perumusan masalah ini dilakukan untuk mengetahui *waste* apa saja yang ada di lapangan setelah melakukan studi lapangan.

d. **Penentuan Tujuan**

Tujuan penelitian ini yaitu untuk meminimasi *waste* yang ada pada proses produksi.

3.2 Pengumpulan Data

Berikut merupakan tahap pengumpulan data yang diperlukan untuk menyelesaikan permasalahan pada penelitian ini :

a. **Data Primer**

Data primer didapat dari sumber asli tanpa melalui perantara. Data primer ini didapat dengan wawancara dengan pihak terkait yang kompeten dan pengamatan secara langsung, data ini berupa data gambaran proses produksi, data jumlah mesin, data jumlah *manpower*, data jumlah produksi, data waktu proses produksi dan transportasi, data *defect*

b. Data Sekunder

Data sekunder dari dokumen, file, arsip atau catatan perusahaan sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan oleh kepala/pimpinan instansi, berupa gambaran umum perusahaan, *layout* perusahaan, dan studi literatur.

3.3 Pengolahan Data

Pengolahan data yang dilakukan yaitu dengan menghitung rata-rata waktu siklus kemudian membuat *Current State Mapping* (CSM) Yang berguna untuk mengidentifikasi aliran informasi dan material dan mengetahui aktifitas *Value Added*, *Non Value added*, dan *Necessary Added*. Kemudian muali mengidentifikasi dan mengukur *waste* dengan *Waste Assesment Model* (WAM) Penyebaran kuisisioner tentang hubungan *seven waste*, lalu membuat *Waste Relationship Matrix* (WRM) dari hasil kuisisioner hubungan *seven waste* dan mengidentifikasi level *waste* dengan *Waste Assesment Question* (WAQ) dan dilakukan pembobotan *waste* yang paling dominan setelah mendapatkan hasil dari *waste* yang paling dominan dilakukan identifikasi *waste* dengan *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT), dilanjutkan dengan analisa akar permasalahan dengan menggunakan *fishbone* diagram dan yang terakhir pembuatan *Future State Mapping* (FSM).

3.4 Metode Analisis

Analisis yang dilakukan berdasarkan pengolahan data yang sudah dilakukan mulai dari analisa *Current State Mapping* (CSM), Analisa hasil *Waste Assesment Model* (WAM), Analisa hasil *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT), analisis *fishbone* diagram dan Analisa *Future State Mapping* (FSM).

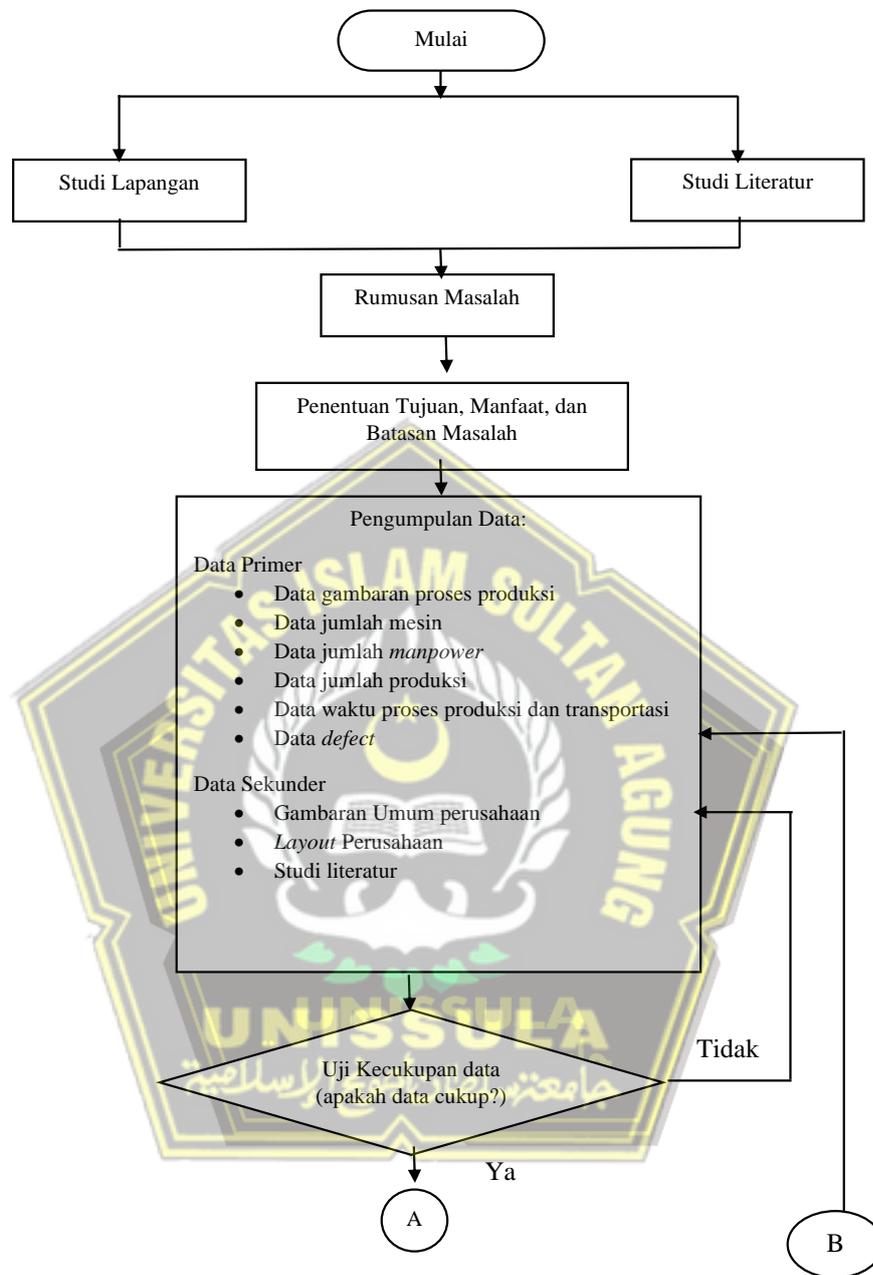
3.5 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan didapatkan dari analisa yang telah dilakukan sehingga mendapatkan kesimpulan sebagai hasil akhir dari penelitian sekaligus memberi jawaban dari perumusan masalah sehingga dapat memberikan usulan dan saran didapat dari kesimpulan yang dapat menjadi usulan perbaikan untuk perusahaan.

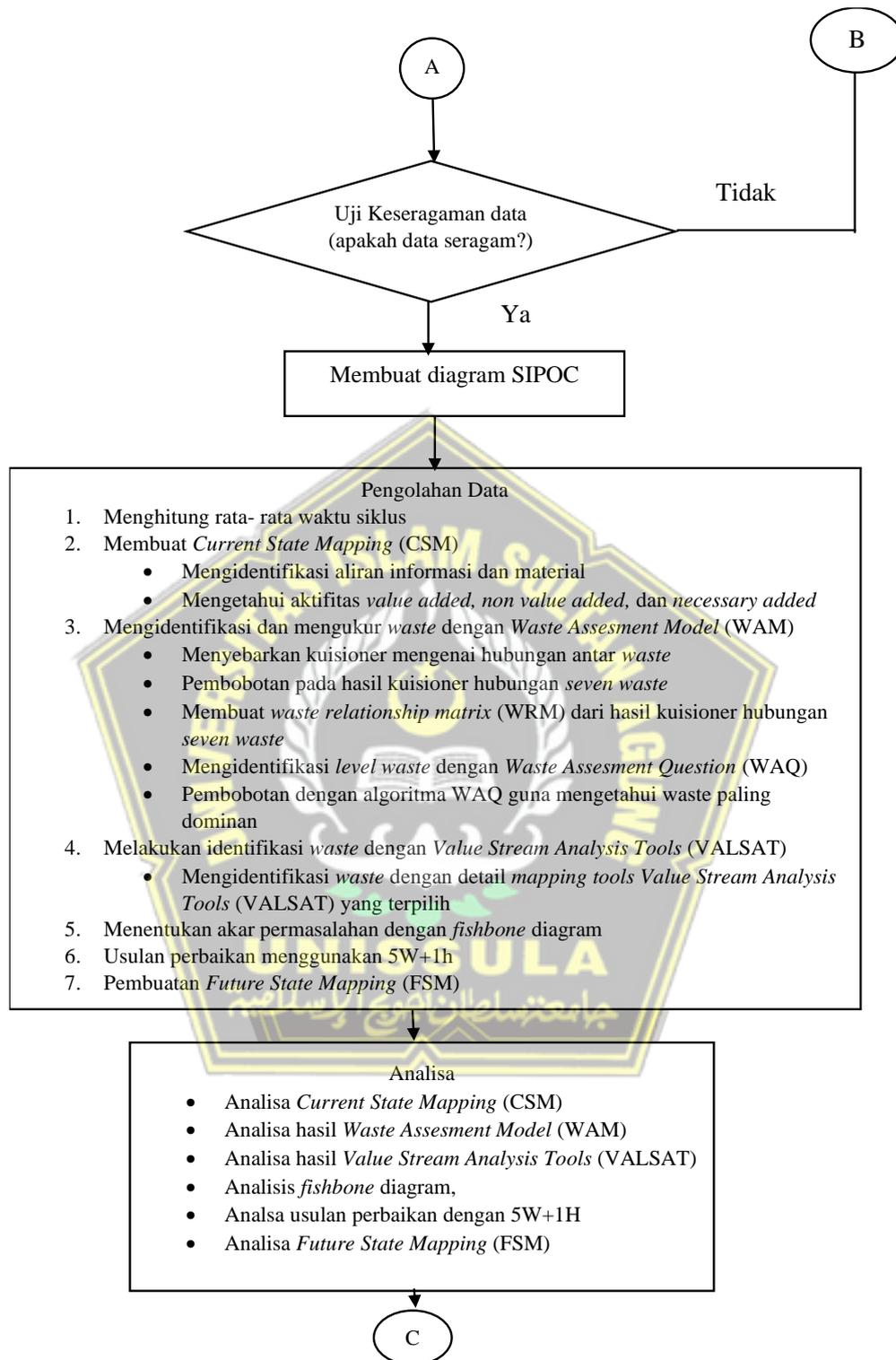
3.6 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir untuk penelitian ini dilakukan beberapa tahap. Adapun tahapan-tahapan tersebut pada gambar dibawah ini :

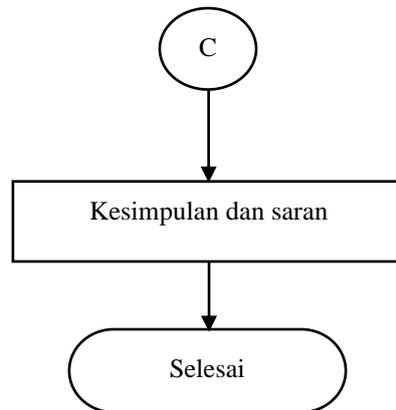




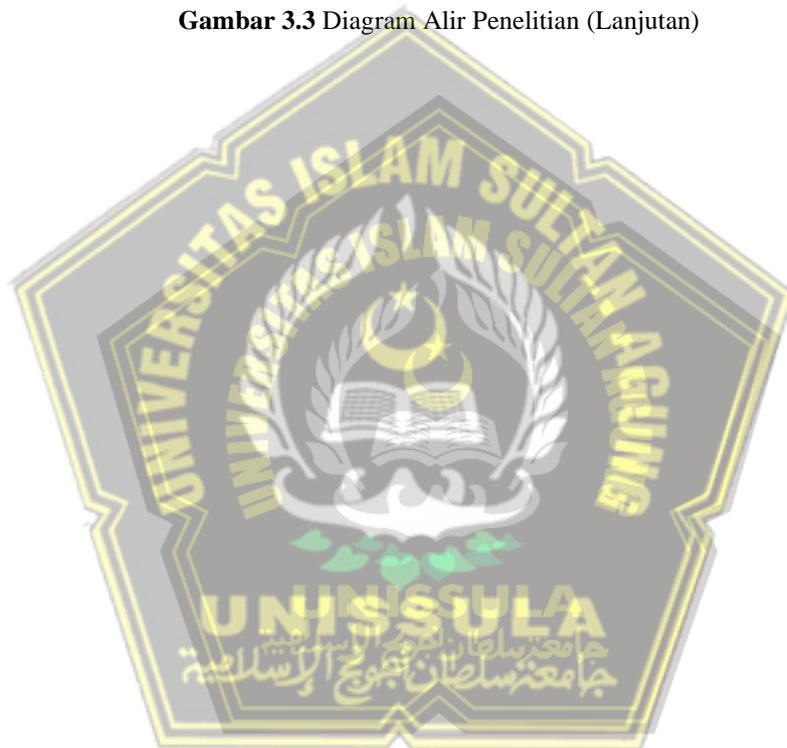
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian (Lanjutan)



Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian (Lanjutan)



BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data ini dilakukan dengan observasi secara langsung guna mendapatkan data-data terkait penelitian yang dilakukan, pada pengumpulan data ini dilakukan pengamatan secara langsung pada proses produksi *Printex* Semarang dan melakukan wawancara kepada penanggungjawab dan *tenaga kerja* pada proses produksi. Data yang diambil dalam penelitian ini berhubungan dengan jalannya proses produksi *printing* kain di *Printex* Semarang yang terdiri dari gambaran umum perusahaan, proses produksi *printing* kain *sublime*, tata letak perusahaan, dan *setup* mesin produksi.

4.1.1 Profil Perusahaan

Nama Perusahaan : *Printex* Semarang

Bidang Usaha : *Printing* Kain

Lokasi Perusahaan : Jl. Ronggolawe Timur No.29, Karangayu, Kecamatan Semarang Barat, Kota Semarang, Jawa Tengah 50141.

Printex Semarang merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang jasa *print* kain, *sablon digital*, dan *laser cut* untuk UMKM, *brand owner* dan usaha garment. Layanan yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan *customer* menggunakan teknologi *Printing sublime roll to roll*, *press sublime roll to roll*, *Printing Direct Transfer Film* (DTF), dan *press Direct Transfer Film* (DTF) yang disesuaikan dengan kebutuhan *customer*. Perusahaan ini didirikan di Salatiga, Provinsi Jawa Tengah di tahun 2020. Saat ini dan sudah memiliki 4 cabang, satu diantaranya yaitu *Printex* Semarang yang beralamat di Jl. Ronggolawe Timur No.29, Karangayu, Kecamatan Semarang Barat, Kota Semarang, Jawa Tengah 50141.

Perusahaan ini menggunakan sistem *make to order* sehingga produk akan dibuat sesuai dengan pesanan dari *customer*. Proses utama yang dilakukan pada perusahaan ini yaitu pemesana produk oleh *customer* baik secara *online* maupun *offline* yang diterima langsung oleh admin untuk desain biasanya berasal dari

customer itu sendiri dan pihak perusahaan/admin melakukan pengecekan dan penyesuaian warna agar sesuai dengan keinginan *customer* serta persetujuan jenis kain yang akan digunakan untuk jenis kain bisa berasal dari *customer* itu sendiri atau dari pihak perusahaan, tahap awal dilakukan *Proofing* atau cetakan kecil untuk melihat hasil *printing* secara langsung yang ditunjukkan ke *customer*, kemudian proses *printing* dengan jenis *printing* yang sudah disepakati dengan *customer*, dilanjutkan dengan proses *press* dari hasil *printing* tersebut ke kain, dilanjutkan dengan proses *Quality Control* (QC), yang terakhir pengemasan dan pengiriman.

4.1.2 Produk Perusahaan

Printex Semarang merupakan perusahaan yang bergerak pada jasa *printing* kain, sablom digital dan *laser cut* untuk UMKM, *brand owner* dan garment menggunakan mesin *Print* dan *Press Sublime, Direct Transfer Film* (DTF), *Laser Cut* Otomatis yang disesuaikan dengan keinginan *customer*.

Produk *Printing* yang dihasilkan oleh perusahaan yaitu seperti *printing* batik, jersey, jilbab, dan kain bendera. Sistem pemesanan pada perusahaan ini yaitu *make to order* dengan pesanan yang tidak menentu karena produk yang dibuat sesuai dengan pesanan *customer*. Terdapat beberapa tahapan dalam melakukan *printing* kain yaitu pemesana produk oleh *customer* baik secara *online* maupun *offline* yang diterima langsung oleh admin untuk desain biasanya berasal dari *customer* itu sendiri dan pihak perusahaan/admin melakukan pengecekan dan penyesuaian warna agar sesuai dengan keinginan *customer* dan persetujuan jenis kain yang akan digunakan untuk jenis kain bisa berasal dari *customer* itu sendiri atau dari pihak perusahaan, tahap awal dilakukan *Proofing* atau cetakan kecil untuk melihat hasil *Printing* secara langsung yang ditunjukkan ke *customer*, kemudian proses *printing* dengan jenis *printing* yang sudah disepakati dengan *customer*, dilanjutkan dengan proses *press* dari hasil *printing* tersebut ke kain, dilanjutkan dengan proses *Quality Control* (QC), dan yang terakhir pengemasan dan pengiriman. Dengan produk yang dihasilkan berupa lembaran kain untuk berbagai macam kebutuhan seperti, kain batik, kain jersey, jilbab, dan lain lain.



Gambar 4. 1 Contoh Produk Kain Sublime

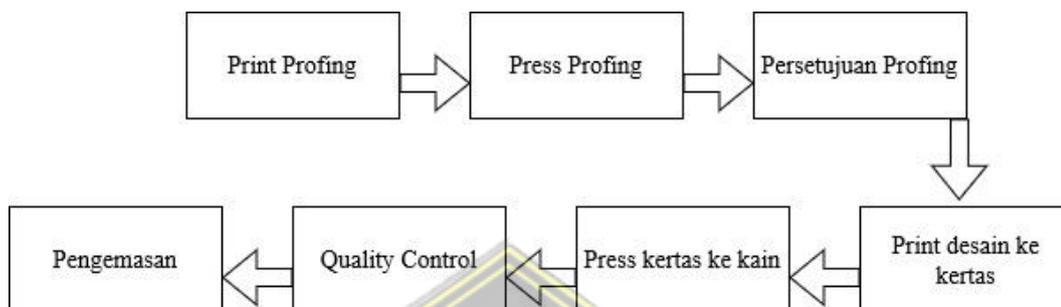
Jumlah mesin yang digunakan untuk proses produksi di *Printex Semarang* untuk jenis *Print Sublime Roll To Roll* terdapat 2 mesin dan mesin *Press Sublime Roll To Roll* terdapat 1 mesin.

Berdasarkan observasi dan data jumlah produksi serta jumlah *defect* yang ada maka terdapat masalah utama pada proses produksi *print* kain *sublime* yaitu adanya *defect* produk dan *waiting* (menunggu) karena antrian file pada proses *printing* dan antrian pada proses *press* sehingga menyebabkan terjadinya penumpukan pada proses.

4.1.3 Gambaran Proses Produksi

Proses produksi *Print* kain *sublime* pada *Printex Semarang* dilakukan dengan beberapa tahap yaitu setelah desain masuk dilakukan pengecekan oleh admin, kemudian dilakukan cetak sample *Proofing* yang kemudian ditunjukkan ke

customer dan menunggu disetujui *customer* untuk pencetakan secara keseluruhan, kemudian dilakukan proses *printing desain*, dilanjutkan dengan proses *press*, lalu *Quality Control*, dan yang terakhir pengemasan. Pada Gambar 4.2 merupakan alur proses produksi pada *printing* kain *sublime*.



Gambar 4. 2 Gambaran Proses Produksi Print Kain Sublime

Berdasarkan gambar 4.2 diatas berikut merupakan urain dari proses produksi yang dilakukan untuk *print* kain *sublime*

1. Pengecekan Desain

Pengecekan desain ini dilakukan pada awal pemesanan *customer* baik pemesanan secara *online* maupun *offline*, pada pengecekan ini dilakukan oleh admin yang mana dilakukan penyesuaian desain dengan ukuran kain yang akan digunakan dan pengecekan warna.

Pada proses ini juga dari admin mengeluarkan Surat Perintah Kerja (SPK) sebagai surat untuk memonitor jalannya proses produksi *print* kain sesuai pesanan *customer*.

Surat Perintah Kerja

No Doc :
 Revisi : 00
 Estimasi : 2023-02-22 09:00:00

No Order : MT03_0225001
 Nama Customer: IMAM JZART
 Tanggal : 2023-02-22 13:34:54

1. Detail Order

KETERANGAN	DESKRIPSI	PARAF
1. Anal Bahan	: outfit	
2. Nama Kain	: MILANO BIASA PRINTEX	
3. Model Kain	: MILANO BIASA PRINTEX	
4. Jumlah Kain	: 2880 buah	
5. Lebar Kain	: 1.8	
6. Aplikasi Produk	: 2.68 X 1.8	
7. Jumlah Produk	: 2.68 X 1.8	
8. Panjang Ekspor	: 2.68 X 1.8	
9. Jukal File	: 288 IMAMU 2.68 X 1.8 MILANO BIASA PRINTEX.png	

2. Preview Project



Note: Gas

Approval Customer: [Signature]

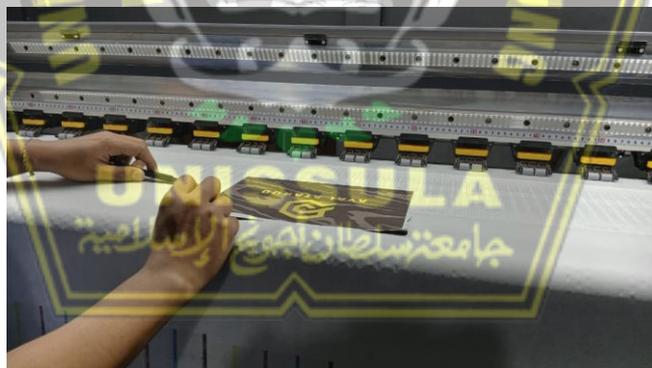
1 dari 1

22/02/2023, 13:31

Gambar 4.3 Surat Perintah Kerja (SPK)

2. *Print Proofing*

Proses *print proofing* ini merupakan cetakan sampel kecil pada kertas yang bertujuan untuk mengecek hasil dari desain yang ada apakah hasil warna yang dihasilkan sudah sesuai dengan keinginan *customer* atau belum.



Gambar 4.4 Proses Print Proofing

3. *Press Proofing*

Setelah proses *print proofing* dilakukan *press proofing* dimana hasil *print* kertas akan di *press* ke kain sesuai dengan jenis kain yang diinginkan sebagai sampel yang ditunjukkan ke *customer* sehingga *customer* dapat melihat hasil nyata dari desain yang dipesan.



Gambar 4. 5 Proses Press Proofing

4. *Persetujuan Proofing*
Setelah hasil sampel *print* kertas *proofing* sampai pada proses *press* maka dibawa kembali ke bagian admin untuk dilakukan konfirmasi ke *customer* bisa dilakukan secara *online* ataupun *offline* untuk mendapat persetujuan apakah desain dapat langsung di proses atau terdapat revisi penyesuaian.
5. *Print Full* Desain Ke kertas
Setelah mendapat persetujuan dari *customer* dengan SPK yang sudah dikeluarkan tadi maka sudah dapat dilakukanlah proses *print* keseluruhan dari desain yang diminta oleh *customer*, dilakukan *print* pada kertas kertas yang tersedia dengan berbagai macam ukuran kertas seperti 120 cm, 160 cm, dan 180 cm.



Gambar 4. 6 Print Full Desain ke Kertas

6. *Press* Kertas Ke Kain

Hasil dari proses *print* kertas tadi kemudian dilanjutkan dengan proses *press*, dalam proses *press* ini gulungan kertas hasil *print* dipindahkan ke mesin *press* dan dilakukan pengepressan antara kertas dan kain yang diinginkan *customer* menggunakan mesin *press*.



Gambar 4. 7 Proses Press Kain ke Kertas

7. Quality Control

Setelah proses *press* selesai dilakukan proses *quality control* dimana pada proses ini dilakukan pengecekan hasil *press* apakah ada *defect* seperti noda pada kain, hasil *press* dengan kain terlipat, ataupun hasil *press* kain yang kurang maksimal.



Gambar 4. 8 Proses Quality Control

8. Pengemasan

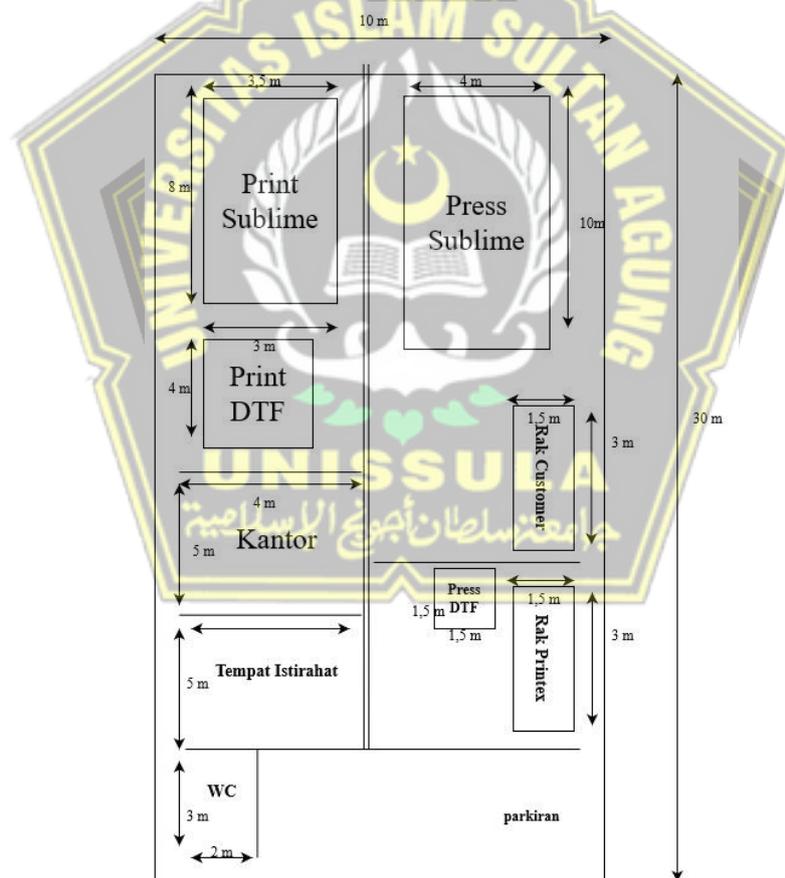
Setelah lolos dari proses QC kain dapat dikemas pada plastic, jika menggunakan kain dari perusahaan maka dilakukan penimbangan kain namun jika menggunakan kain dari *customer* sendiri setelah proses QC langsung dilakukan pengemasan dilanjutkan dipindahkan ke tempat penyimpanan.



Gambar 4. 9 Proses Pengemasan dan Penyimpanan

4.1.4 Layout Perusahaan

Berikut ini adalah *layout* dari perusahaan *Printex* Semarang



Gambar 4. 10 Layout Perusahaan

4.1.5 Data Jumlah Mesin

Pada proses produksi *print* kain *sublime* menggunakan mesin *Print Sublime Roll To Roll* kapasitas 8 head dan mesin *press sublime roll to roll*.

Tabel 4. 1 Data Jumlah Mesin

No	Proses	Mesin	Jumlah
1	<i>Print full</i> desain ke kertas	<i>Print Sublime roll to rol</i>	2
2	<i>Press</i> kertas ke kain	<i>Press sublime roll to roll</i>	1

4.1.6 Data Jumlah Tenaga kerja

Pada proses produksi *print* kain di *Printex Semarang* hampir semua proses dilakukan dengan menggunakan mesin, dengan tenaga kerja mejadi operator pada mesin yang ada sebagai berikut

Tabel 4. 2 Data Jumlah Tenaga kerja

No	Proses	Man Power
1	<i>Customer service</i>	2
2	Admin	1
3	<i>Print full</i> desain ke kertas	2
4	<i>Press</i> kertas ke kain	2

4.1.7 Data Jumlah Produksi

Berdasarkan data historis perusahaan pada proses produksi *print* kain *sublime* didapatkan jumlah produksi kain dari bulan Januari sampai November 2024, sebagai berikut

Tabel 4. 3 Jumlah Produksi dan Defect *Printex Semarang*

	Bulan	Jumlah Produksi	Presentasi Defect	Presentase Total
Triwulan 1	Januari	9.139 meter	0,2 %	0,7 %
	Februari	8.790 meter	0,3 %	
	Maret	9.490 meter	0,2 %	
Triwulan 2	April	8.065 meter	0,3 %	1,2 %
	Mei	8.972 meter	0,4 %	
	Juni	7.156 meter	0,5 %	
Triwulan 3	Juli	14.384 meter	0,8 %	2,2 %
	Agustus	16.129 meter	0,8 %	

	September	17.874 meter	0,6 %	
Triwulan 4	Oktober	15.432 meter	1,3 %	2,5 %
	November	13.600 meter	1,2 %	
	Desember	-	-	

4.1.8 Data waktu pengukuran

Data waktu pengukuran yang diukur dalam penelitian ini meliputi data waktu proses operasi, data waktu setup mesin, dan waktu transportasi

4.1.8.1 Data Waktu Setup Mesin

Waktu setup mesin merupakan waktu untuk mempersiapkan mesin yang akan digunakan dalam proses produksi. Berikut ini waktu setup mesin yang dilakukan dalam 10 kali pengamatan sebagai berikut:

Tabel 4. 4 Waktu Setup Mesin

Pengamatan ke-	Proses (detik)			
	<i>Print Proofing</i>	<i>Press Proofing</i>	<i>Print full desain ke kertas</i>	<i>Press kertas ke kain</i>
1	67	72	122	178
2	63	69	119	171
3	65	73	124	176
4	68	78	121	182
5	63	75	118	179
6	65	73	120	181
7	66	80	123	175
8	69	76	119	179
9	61	81	124	181
10	62	79	122	174

4.1.8.2 Data Waktu Proses Operasi

Waktu proses operasi merupakan waktu pengerjaan dari setiap proses atau bagian dalam produksi. Berikut ini waktu proses operasi yang dilakukan dalam 10 kali pengamatan sebagai berikut:

Tabel 4. 5 Waktu Proses Operasi

Pengamatan ke-	Proses (detik)						
	<i>Print Proofing</i>	<i>Press Proofing</i>	Persetujuan <i>Proofing</i>	<i>Print full desain ke kertas</i>	<i>Press kertas ke kain</i>	Quality Control	Pengemasan
1	88	69	11520	1594,2	1115,4	540	59
2	90	72	12600	1460,4	1062	480	56
3	86	68	10800	1503,6	1054,8	480	58
4	86	69	10800	1586,4	1164	540	60
5	88	71	10800	1391,4	913,8	480	63
6	92	73	12600	1341	1086,6	540	61
7	90	72	11160	1563,6	1083,6	540	65
8	85	68	12600	1588,2	1167	540	50
9	89	69	11520	1470	1048,8	480	57
10	94	73	11160	1532,4	932,4	600	58

4.1.8.3 Waktu Transportasi

Waktu transportasi merupakan waktu yang digunakan untuk memindahkan produk dari bagian satu ke bagian lainnya, seluruh transportasi pada proses ini dilakukan secara manual. Berikut ini waktu transportasi yang dilakukan dalam 10 kali pengamatan sebagai berikut:

Tabel 4. 6 Waktu Transportasi

Pengamatan ke-	Proses (detik)					
	Admin ke <i>Print Proofing</i>	<i>Print Proofing</i> ke <i>press Proofing</i>	<i>Press Proofing</i> ke admin	Admin ke proses <i>print full desain</i> ke kertas	Operator <i>print</i> ke proses <i>press</i> kain	Dari pengemasan ke penyimpanan
1	23	10	24	24	15	11
2	21	11	25	22	17	10
3	20	12	23	23	16	12
4	26	13	26	23	18	14
5	24	12	21	26	17	13
6	28	11	26	27	17	12
7	25	10	23	22	19	13

8	21	11	23	28	18	12
9	27	13	24	24	16	12
10	20	11	25	26	17	11

4.1.9 Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data dilakukan untuk membuktikan apakah data yang diperoleh pada pengamatan dan pengukuran sudah cukup atau tidak. Uji kecukupan data ini menggunakan tingkat ketelitian 5% dan tingkat kepercayaan 95%, hal itu menunjukkan kemungkinan tidak akuratnya data $P < 5\%$ dan kepercayaan bernilai 95% dari populasi akurat. Uji kecukupan data ini meliputi waktu setup mesin, waktu proses operasi, dan waktu transportasi.

4.1.9.1 Uji Kecukupan Data Waktu Setup Mesin

Tabel 4. 7 Uji Kecukupan Data Setup Mesin Print Proofing

No	Xi (detik)	xi ²
1	67	4489
2	63	3969
3	65	4225
4	68	4624
5	63	3969
6	65	4225
7	66	4356
8	69	4761
9	61	3721
10	62	3844
Σxi	649	42183

Diketahui :

$$N = 10$$

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

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

$$\Sigma x = 649$$

$$(\Sigma x)^2 = 421201$$

$$\Sigma x^2 = 42183$$

Perhitungan :

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

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{10(42183) - 421201}}{649} \right]^2$$

$$N' = 2,39$$

Kesimpulan: karena hasil $N' < N$ yaitu $2,39 < 10$ maka data waktu Waktu *Setup* Mesin *print Proofing* cukup

Rekapitulasi hasil uji kecukupan data dari waktu *setup* mesin *printing* kain *sublime* adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 8 Rekapitulasi Uji Kecukupan Data Waktu Setup Mesin

NO	Proses	Σx	Σx^2	$(\Sigma x)^2$	N'	N	Keterangan
1	<i>Print Proofing</i>	649	42183	421201	2,39	10	Cukup
2	<i>Press Proofing</i>	756	57290	571536	3,78	10	Cukup
3	<i>Print Desain Full Ke Kertas</i>	1212	146936	1468944	0,45	10	Cukup
4	<i>Press Kertas Ke Kain</i>	1776	315530	3154176	0,57	10	Cukup

4.1.9.2 Uji Kecukupan Data Proses Operasi

Tabel 4. 9 Uji Kecukupan Data Proses Operasi Print Proofing

No	Xi (detik)	xi ²
1	88	7744
2	90	8100
3	86	7396
4	86	7396
5	88	7744
6	92	8464
7	90	8100
8	85	7225
9	89	7921
10	94	8836
Σxi	888	78926

Diketahui :

$$N = 10$$

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

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

$$\Sigma x = 888$$

$$(\Sigma x)^2 = 788544$$

$$\sum x^2 = 78926$$

Perhitungan :

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

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{10(78926) - 788544}}{888} \right]^2$$

$$N' = 1,45$$

Kesimpulan: karena hasil $N' < N$ yaitu $1,45 < 10$ maka data waktu proses operasi pengecekan desain cukup.

Rekapitulasi hasil uji kecukupan data dari waktu proses operasi *printing* kain *sublime* adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 10 Rekapitulasi Uji Kecukupan Data Waktu Operasi

NO	Proses	$\sum x$	$\sum x^2$	$(\sum x)^2$	N'	N	Keterangan
1	<i>Print Proofing</i>	888	78926	788544	1,45	10	Cukup
2	<i>Press Proofing</i>	704	49598	495616	1,18	10	Cukup
3	Persetujuan <i>Proofing</i>	115560	1340712000	13354113600	6,35	10	Cukup
4	<i>Print full</i> desain ke kertas	15031,20	22662368,64	225936973,44	0,48	10	Cukup
5	<i>Press</i> kertas ke kain	10628,4	11360619,36	112962886,6	9,11	10	Cukup
6	<i>Quality Control</i>	5220	2739600	27248400	8,67	10	Cukup
7	Pengemasan	587	34609	3445669	7,06	10	Cukup

4.1.9.3 Uji Kecukupan Waktu Transportasi

Tabel 4. 11 Uji Kecukupan Data Waktu Transportasi Admin Ke Print Proofing

No	Xi (detik)	xi ²
1	53	2809
2	61	3721
3	58	3364
4	55	3025
5	60	3600
6	57	3249
7	61	3721
8	60	3600
9	58	3364
10	59	3481
Σxi	582	33934

Diketahui :

$$N = 10$$

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

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

$$\Sigma x = 582$$

$$(\Sigma x)^2 = 338724$$

$$\Sigma x^2 = 33934$$

Perhitungan :

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

$$N' = \left[\frac{2}{0,05} \sqrt{10(2144) - 33934} \right]^2$$

$$N' = 2,91$$

Kesimpulan: karena hasil $N' < N$ yaitu $2,1 < 10$ maka data waktu transportasi dari admin ke *print Proofing* cukup.

Rekapitulasi hasil uji kecukupan data dari waktu waktu transportasi *printing* kain *sublime* adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 12 Rekapitulasi Uji Kecukupan Data Waktu Transportasi

NO	Proses	$\sum x$	$\sum x^2$	$(\sum x)^2$	N'	N	Keterangan
1	Admin ke <i>Print Proofing</i>	582	33934	338724	2,91	10	Cukup
2	<i>Print Proofing</i> ke <i>press Proofing</i>	324	10524	104976	4,02	10	Cukup
3	<i>Press Proofing</i> ke admin	606	36746	367236	0,98	10	Cukup
4	Admin ke proses <i>print full</i> desain ke kertas	606	36752	367236	1,24	10	Cukup
5	Operator <i>print</i> ke proses <i>press</i> kain	268	7220	71824	7,35	10	Cukup
6	Dari pengemasan ke penyimpanan	329	10861	108241	5,45	10	Cukup

4.1.10 Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data dilakukan untuk membuktikan apakah data yang diperoleh pada pengamatan dan pengukuran sudah cukup atau tidak. Uji keseragaman data ini menggunakan tingkat ketelitian 5% dan tingkat kepercayaan 95%, hal itu menunjukkan kemungkinan tidak akuratnya data $P < 5\%$ dan kepercayaan bernilai 95% dari populasi akurat. Uji keseragaman data ini meliputi waktu setup mesin, waktu proses operasi, dan waktu transportasi.

4.1.10.1 Uji Keseragaman Data Waktu Setup Mesin

Tabel 4. 13 Uji Keseragaman Data Waktu Setup Mesin Print Proofing

No	X_i (detik)	x^2	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	67	4489	2,1	4,41
2	63	3969	-1,9	3,61
3	65	4225	0,1	0,01
4	68	4624	3,1	9,61
5	63	3969	-1,9	3,61
6	65	4225	0,1	0,01
7	66	4356	1,1	1,21
8	69	4761	4,1	16,81
9	61	3721	-3,9	15,21
10	62	3844	-2,9	8,41
Σx	649	42183	-5,7E-14	62,9

Diketahui:

$$N = 10$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad \frac{\bar{x}}{Ws} &= \frac{\sum xi}{N} \\ &= \frac{649}{10} \\ &= 64,9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad \text{Standar Deviasi } (\sigma) &= \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{N-1}} \\ &= \sqrt{\frac{62,9}{9}} \\ &= 2,64 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad \text{Batas Kendali Atas (BKA)} &= \bar{x} + k \cdot \sigma \\ &= 64,9 + (2 \times 2,64) \\ &= 70,19 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad \text{Batas Kendali Bawah (BKB)} &= \bar{x} - k \cdot \sigma \\ &= 64,9 - (2 \times 2,64) \\ &= 59,61 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan yang ada data berada diantara Batas Kendali Atas (BKA) dan Batas Kendali Bawah (BKB) sehingga data waktu *setup* mesin *print* *sublime* seragam.

Tabel 4. 14 Rekapitulasi Uji Keseragaman Setup Mesin Print Sublime

No	Proses	\bar{x}	Std Dev	BKA	BKB	Max	Min	Keterangan
1	<i>Print Proofing</i>	64,9	2,64	70,19	59,61	69	61	Seragam
2	<i>Press Proofing</i>	75,6	3,89	83,39	67,81	81	69	Seragam
3	<i>Print full</i> desain ke kertas	121,2	2,15	125,5	116,9	124	118	Seragam
4	<i>Press</i> kertas ke kain	177,6	3,53	184,67	170,53	182	171	Seragam

4.1.10.2 Uji Keseragaman Waktu proses operasi

Tabel 4. 15 Uji Keseragaman Data Waktu Proses Operasi Print Proofing

No	Xi (detik)	x ²	(xi- \bar{x})	(xi- \bar{x}) ²
1	88	7744	-0,8	0,64
2	90	8100	1,2	1,44
3	86	7396	-2,8	7,84
4	86	7396	-2,8	7,84
5	88	7744	-0,8	0,64
6	92	8464	3,2	10,24
7	90	8100	1,2	1,44
8	85	7225	-3,8	14,44
9	89	7921	0,2	0,04
10	94	8836	5,2	27,04
Σx	888	78926	2,8E-14	71,6

Diketahui:

$$N = 10$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad \frac{\bar{x}}{Ws} &= \frac{\Sigma xi}{N} \\ &= \frac{888}{10} \\ &= 88,8 \end{aligned}$$

$$\bullet \quad \text{Standar Deviasi } (\sigma) = \sqrt{\frac{\Sigma(xi-\bar{x})^2}{N-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{71,6}{9}}$$

$$= 2,82$$

- Batas Kendali Atas (BKA) = $\bar{x} + k \cdot \sigma$
 $= 88,8 + (2 \times 2,82)$
 $= 94,44$
- Batas Kendali Bawah (BKB) = $\bar{x} - k \cdot \sigma$
 $= 88,8 - (2 \times 2,82)$

$$= 83,16$$

Berdasarkan perhitungan yang ada data berada diantara Batas Kendali Atas (BKA) dan Batas Kendali Bawah (BKB) sehingga data waktu *setup* mesin *print sublime* seragam.

Tabel 4. 16 Rekapitulasi Uji Keseragaman Waktu Proses Operasi Print Sublime

No	Proses	\bar{x}	Std Dev	BKA	BKB	Max	Min	Keterangan
1	Print Proofing	88,8	2,82	9,44	83,16	94	85	Seragam
2	Press Proofing	70,4	2,01	74,42	66,78	73	68	Seragam
3	Persetujuan Proofing	11556	767,43	13090,87	10021,13	12600	10800	Seragam
4	Print full desain ke kertas	1349,88	183,63	1717,15	982,61	1594,2	1341	Seragam
5	Press kertas ke kain	969,6	129,64	1228,89	710,31	1167	913,8	Seragam
6	Quality Control	522	40,50	602,99	441,01	600	480	Seragam
7	Pengemasan	58,7	4,11	66,92	50,47	65	50	Seragam

4.1.10.3 Uji Keseragaman Waktu Transportasi

Tabel 4. 17 Uji Keseragaman Data Transportasi Dari Admin Ke Print Proofing

No	X_i	x^2	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	53	2809	-5,2	27,04
2	61	3721	2,8	7,84
3	58	3364	-0,2	0,04
4	55	3025	-3,2	10,24
5	60	3600	1,8	3,24
6	57	3249	-1,2	1,44
7	61	3721	2,8	7,84
8	60	3600	1,8	3,24
9	58	3364	-0,2	0,04
10	59	3481	0,8	0,64
Σx	582	33934	-3E-14	61,6

Diketahui:

$$N = 10$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad \frac{\bar{x}}{Ws} &= \frac{\sum xi}{N} \\ &= \frac{582}{10} \\ &= 58,2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad \text{Standar Deviasi } (\sigma) &= \sqrt{\frac{\sum(xi - \bar{x})^2}{N-1}} \\ &= \sqrt{\frac{61,6}{9}} \\ &= 2,61 \end{aligned}$$

- Batas Kendali Atas (BKA) = $\bar{x} + k \cdot \sigma$
 $= 58,2 + (2 \times 2,61)$
 $= 63,43$
- Batas Kendali Bawah (BKB) = $\bar{x} - k \cdot \sigma$
 $= 58,2 - (2 \times 2,61)$
 $= 52,98$

Berdasarkan perhitungan yang ada data berada diantara Batas Kendali Atas (BKA) dan Batas Kendali Bawah (BKB) sehingga data waktu *setup* mesin *print sublime* seragam.

Tabel 4. 18 Rekapitulasi Uji Keseragaman Waktu transportasi Print Sublime

No	Proses	\bar{x}	Std Dev	BKA	BKB	Max	Min	Keterangan
1	Admin ke <i>Print Proofing</i>	58,2	2,61	63,43	52,98	61	53	Seragam
2	<i>Print Proofing</i> ke <i>press Proofing</i>	32,4	1,71	35,82	28,97	35	30	Seragam
3	<i>Press Proofing</i> ke admin	60,6	1,58	63,76	57,44	63	58	Seragam
4	Admin ke proses <i>print</i>	60,6	1,78	64,15	57,05	64	58	Seragam

	<i>full</i> desain ke kertas							
5	Operator <i>print</i> ke proses <i>press</i> kain	26,8	2,04	30,89	22,71	30	23	Seragam
6	Dari pengemasan ke penyimpanan	32,9	2,02	36,95	28,85	36	30	Seragam

4.1.11 Perhitungan waktu rata rata (Ws)

Berdasarkan hasil uji kecukupan dan keseragaman dari data waktu *setup* mesin, waktu proses operasi, dan waktu transportasi yang menghasilkan data sudah cukup dan sudah seragam, maka dapat dilanjutkan dengan menghitung waktu siklus proses *print* kain *sublime*, waktu siklus ini merupakan rata-rata dari setiap proses. Berikut perhitungan waktu siklus pada data waktu *setup* mesin, waktu proses operasi, dan waktu transportasi.

4.1.11.1 Waktu Setup Mesin

Berikut perhitungan waktu siklus pada waktu *setup* mesin pada proses *setup* mesin *print Proofing*.

$$\begin{aligned}
 W_s &= \frac{67+63+65+68+63+65+66+69+61+62}{10} \\
 &= \frac{649}{10} \\
 &= 64,9
 \end{aligned}$$

Dibawah ini merupakan rekapitulasi waktu siklus pada waktu *setup* mesin pada proses *print* kain *sublime*

Tabel 4. 19 Rekapitulasi Waktu Siklus Pada Waktu Setup Mesin Print Sublime

Mesin	Pengamatan ke-										Ws
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<i>Print Proofing</i>	67	63	65	68	63	65	66	69	61	62	64,9
<i>Press Proofing</i>	72	69	73	78	75	73	80	76	81	79	75,6
<i>Print full</i> desain ke kertas	122	119	124	121	118	120	123	119	124	122	121,2
<i>Press</i> kertas ke kain	178	162	171	182	179	181	175	179	181	174	176,2

4.1.11.2 Waktu Siklus Proses Operasi

Berikut perhitungan waktu siklus pada proses *print Proofing*

$$\begin{aligned} W_s &= \frac{88+90+86+86+88+92+90+85+89+94}{10} \\ &= \frac{88,8}{10} \\ &= 88,8 \end{aligned}$$

Dibawah ini merupakan rekapitulasi waktu siklus pada waktu proses operasi pada proses *print kain sublim*

Tabel 4. 20 Rekapitulasi Waktu Siklus Proses Operasi Print Sublime

Proses	Pengamatan ke-										Ws
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<i>Print Proofing</i>	88	90	86	86	88	92	90	85	89	94	88,8
<i>Press Proofing</i>	69	72	68	69	71	73	72	68	69	73	70,4
Persetujuan <i>Proofing</i>	11520	12600	10800	10800	10800	12600	11160	12600	11520	11160	11556
<i>Print full desain ke kertas</i>	1594,2	1460,4	1503,6	1586,4	1391,4	1341	1563,6	1588,2	1470	1532,4	1503,12
<i>Press kertas ke kain</i>	1115,4	1062	1054,8	1164	913,8	1086,6	1083,6	1167	1048,8	932,4	1062,84
<i>Quality Control</i>	540	480	480	540	480	540	540	540	480	600	522
Pengemasan	59	56	58	60	63	61	65	50	57	58	58,7

4.1.11.3 Waktu Siklus Transportasi

Berikut perhitungan waktu siklus pada waktu transportasi admin ke *print Proofing*.

$$\begin{aligned} W_s &= \frac{53+61+58+55+60+57+61+60+58+59}{10} \\ &= \frac{582}{10} \\ &= 58,2 \end{aligned}$$

Dibawah ini merupakan rekapitulasi waktu siklus pada waktu transportasi pada proses *print* kain *sublime*

Tabel 4. 21 Rekapitulasi Waktu Siklus Pada Waktu Transportasi Print Sublime

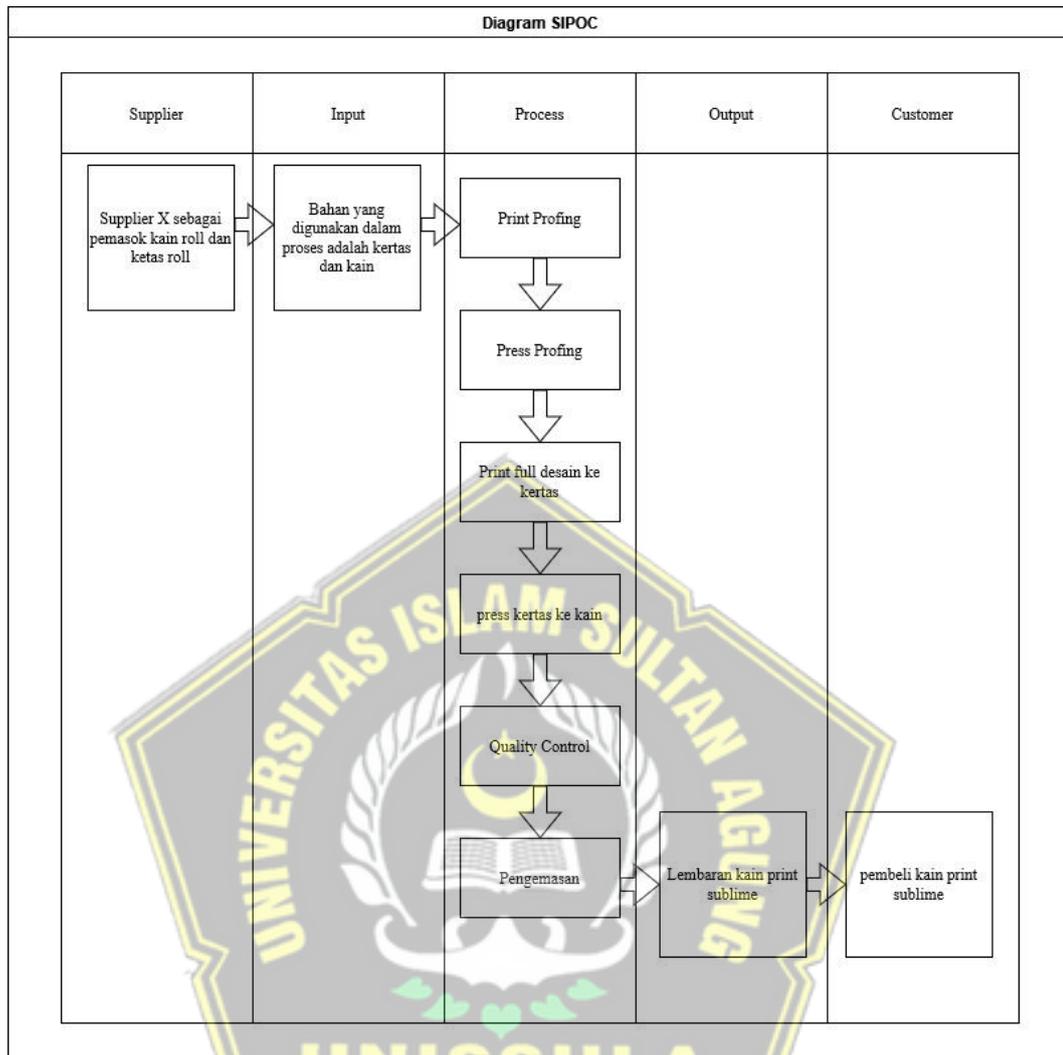
Mesin	Pengamatan ke-										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ws
Admin ke <i>Print Proofing</i>	53	61	58	55	60	57	61	60	58	59	58,2
<i>Print Proofing</i> ke <i>press Proofing</i>	30	31	30	33	32	34	35	34	33	32	32,4
<i>Press Proofing</i> ke admin	61	62	60	59	61	63	58	62	61	59	60,6
Admin ke proses <i>print</i> full desain ke kertas	64	62	61	60	58	60	59	62	61	59	60,6
Operator <i>print</i> ke proses <i>press</i> kain	29	27	26	28	23	25	26	28	26	30	26,8
Dari pengemasan ke penyimpanan	31	35	32	34	33	35	36	30	32	31	32,9

4.1.12 Diagram SIPOC

Diagram SIPOC merupakan alat yang digunakan untuk mengidentifikasi elemen yang berisi tentang informasi *Supplier*, *Input*, *Process*, *Output*, *Customer*, berikut ini penjabaran dari diagram SIPOC

1. *Supplier* : *Supplier X* merupakan pemasok dari beberapa jenis kain yang berupa roll dan kertas roll yang digunakan dalam proses produksi
2. *Input* : Bahan yang digunakan dalam *print* kain *sublime* adalah kertas dan kain
3. *Process* : proses untuk *print* kain *sublime* ini dimulai dari *print proofing*, *press proofing*, persetujuan *proofing*, *print full* desain ke kertas, *press* kertas ke kain, *quality control*, pengemasan.
4. *Output* : hasil dari *printex* semarang ini berupa lembaran kain
5. *Customer* : pemesan kain *sublime*

Berikut merupakan diagram SIPOC pada proses produksi *print* kain *sublime* pada *Printex* Semarang



Gambar 4. 11 Diagram SIPOC

4.1.13 Current State Value Stream Mapping (CVSM)

Current State Value Stream Mapping merupakan konfigurasi *value stream* produk saat ini, untuk mengidentifikasi *waste* dan area untuk perbaikan atau peningkatan (*improvement*). Pembuatan CVSM ini bertujuan untuk mengetahui usulan perbaikan yang di prioritaskan. berikut langkah pembuatan *Current State Value Stream Mapping*

1. Menghitung *Uptime*

Uptime merupakan presentasi waktu yang tersedia setiap mesin untuk proses produksi, *uptime* ini dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Uptime = \frac{\text{Actual Production Time of Machine} - \text{Value Added Time}}{\text{Available Time}} \times 100\%$$

Keterangan:

- *Actual Time Production of Machine* dapat dihitung dengan rumus:

$$\begin{aligned} \text{Actual Time (Senin-Jumat)} &= (6,5 \text{ jam} \times 60 \text{ menit} \times 60 \text{ detik}) \\ &= 23.400 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Actual Time (Sabtu)} &= (5,5 \text{ jam} \times 60 \text{ menit} \times 60 \text{ detik}) \\ &= 19.800 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Actual Time} &= 23.400 \text{ detik} + 19.800 \text{ detik} \\ &= 43.200 \text{ detik} \end{aligned}$$

- *Value Added Time* waktu pada kegiatan proses yang memberikan nilai tambah ke produk.
- *Available Time* merupakan waktu actual selama satu hari kerja dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Available time (Senin- Jumat)} &= (7,5 \text{ jam} \times 60 \text{ menit} \times 60 \text{ detik}) \\ &= 27.000 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Available time (Sabtu)} &= (6,5 \text{ jam} \times 60 \text{ menit} \times 60 \text{ detik}) \\ &= 23.400 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Available time} &= 27.000 \text{ detik} + 23.400 \text{ detik} \\ &= 50.400 \text{ detik} \end{aligned}$$

Berikut ini adalah perhitungan Uptime untuk proses operasi *Print Proofing*

$$\begin{aligned} \text{Uptime} &= \frac{\text{Actual Production Time of Machine} - \text{Value Added Time}}{\text{Available Time}} \times 100\% \\ &= \frac{43200 - 88,8}{50.400} \times 100\% \\ &= 85,54\% \end{aligned}$$

Tabel 4. 22 Rekapitulasi Data Uptime

Proses	VA Time	Actual Time	Available Time	Uptime (%)
<i>Print Proofing</i>	88,8	43200	50400	85,54%
<i>Press Proofing</i>	70,4	43200	50400	85,57%
<i>Print full desain ke kertas</i>	1503,12	43200	50400	82,73%
<i>Press kertas ke kain</i>	1062,84	43200	50400	83,61%

2. Menghitung *Work in Process* (WIP)

Work in Process (WIP) adalah produk setengah jadi yang menunggu untuk proses selanjutnya. *Work in Process* (WIP) biasanya terjadikarena adanya ketidaksesuaian antara kapasitas mesin dan jumlah mesin atau barang yang akan diproses. Berikut ini contoh perhitungan *Work in Process* (WIP) untup proses *Print proofing*.

$$\text{Kapasitas} = \frac{\text{Available Time}}{\text{Cycle Time}} = \frac{50400}{88,8} = 568 \text{ meter}$$

Maka, *lead time* WIP untuk proses *Print full* desain ke kertas sebagai berikut:

$$\text{Lead Time} = \frac{\text{WIP}}{\text{Kapasitas}} = \frac{6}{568} = 0,0106 \text{ hari}$$

Nilai *lead time* proses *Print full* desain ke kertas adalah 0,0106 hari atau 915,84 detik

Berikut merupakan rekapitulasi data untuk *Current State Value Stream Mapping*

Tabel 4. 23 Rekapitulasi Data CVSM

No	Proses	Uptime (%)	Kapasitas (meter)	LT WIP (hari)	LT WIP (detik)
1	<i>Print Proofing</i>	85,54%	568	0,0106	915,84
2	<i>Press Proofing</i>	85,57%	716	0,0112	967,68
3	<i>Print full</i> desain ke kertas	82,73%	34	0,18	15.552
4	<i>Press</i> kertas ke kain	83,61%	48	0,17	14.688

- Mengidentifikasi Aktivitas *Value Added*, *Non Value Added*, dan *Necessary but Non Value Added*

Pembuatan *Current State Value Stream Mapping* membutuhkan pengelompokan dari *Value Added*, *Non Value added*, dan *Necessary But Non Value Added*. *Value added* merupakan proses aktivitas produksi yang mempunyai nilai tambah, *Non Value added* merupakan proses aktivitas yang tidak bernilai tambah , dan *Necessary but Non Value Added* merupakan kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah tetapi aktivitas tersebut masih diperlukan untuk jalannya suatu proses produksi contohnya waktu transportasi dan waktu setup mesin.

Tabel 4. 24 NA, NVA, dan NNVA

No	Aktivitas	Waktu (detik)	Klasifikasi		
			VA	NVA	NNVA
1	Transportasi Admin Ke <i>Print Proofing</i>	58,2			✓
2	Setup Mesin <i>Print Proofing</i>	64,9			✓
3	<i>Print Proofing</i>	88,8	✓		
4	Transportasi Dari <i>Print Proofing</i> Ke <i>Press Proofing</i>	32,4			✓
5	Setup Mesin <i>Press Proofing</i>	75,6			✓
6	Proses <i>Press Proofing</i>	70,4	✓		
7	Transportasi <i>Press Proofing</i> Ke Admin	60,6			✓
8	Konfirmasi <i>Customer</i> (Persetujuan <i>Proofing</i>)	11556			✓
9	Transportasi Admin Ke Proses <i>Print Full Desain</i> Ke Kertas	60,6			✓
10	<i>Waiting</i>	522,9		✓	
11	Setup Mesin <i>Print Full Desain</i>	121,2			✓
12	Proses <i>Print Full Desain</i> Ke Kertas	1503,12	✓		
13	Transportasi Operator <i>Print</i> Ke Proses <i>Press Kain</i>	26,8			✓
14	<i>Waiting</i>	1334,4		✓	
15	Setup Mesin <i>Press Kertas</i> Ke Kain	176,2			✓
16	Proses <i>Press Kertas</i> Ke Kain	1062,84	✓		
17	Quality Control	522			✓
18	Pengemasan	58,7			✓
19	Dari Pengemasan Ke Penyimpanan	32,9			✓
	Total		2725,16	1857,3	12846,1

4. Peta Aliran Keseluruhan Pabrik

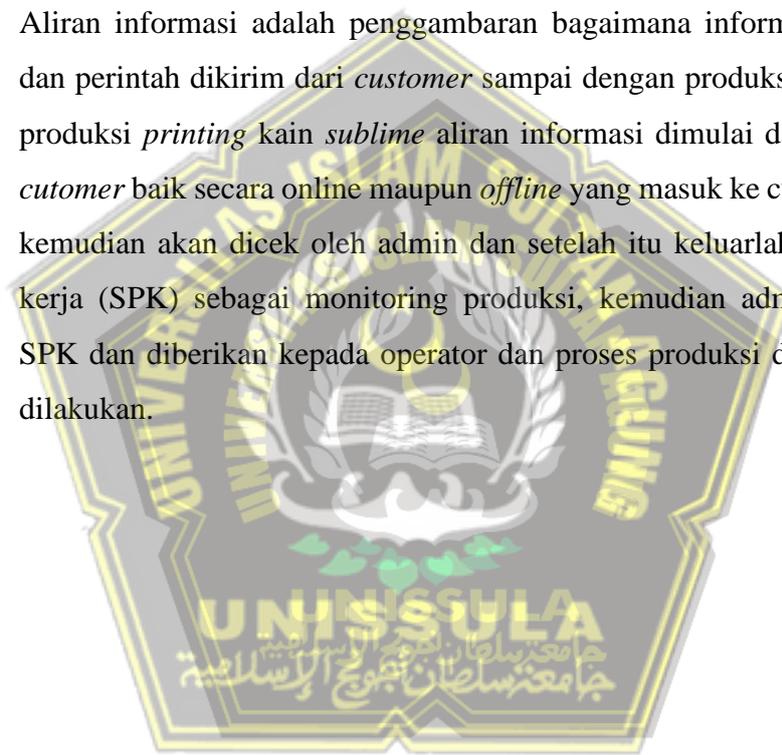
Penyusunan *current state mapping*, perlu mengetahui aliran material dan aliran informasi yang terjadi pada perusahaan tersebut.

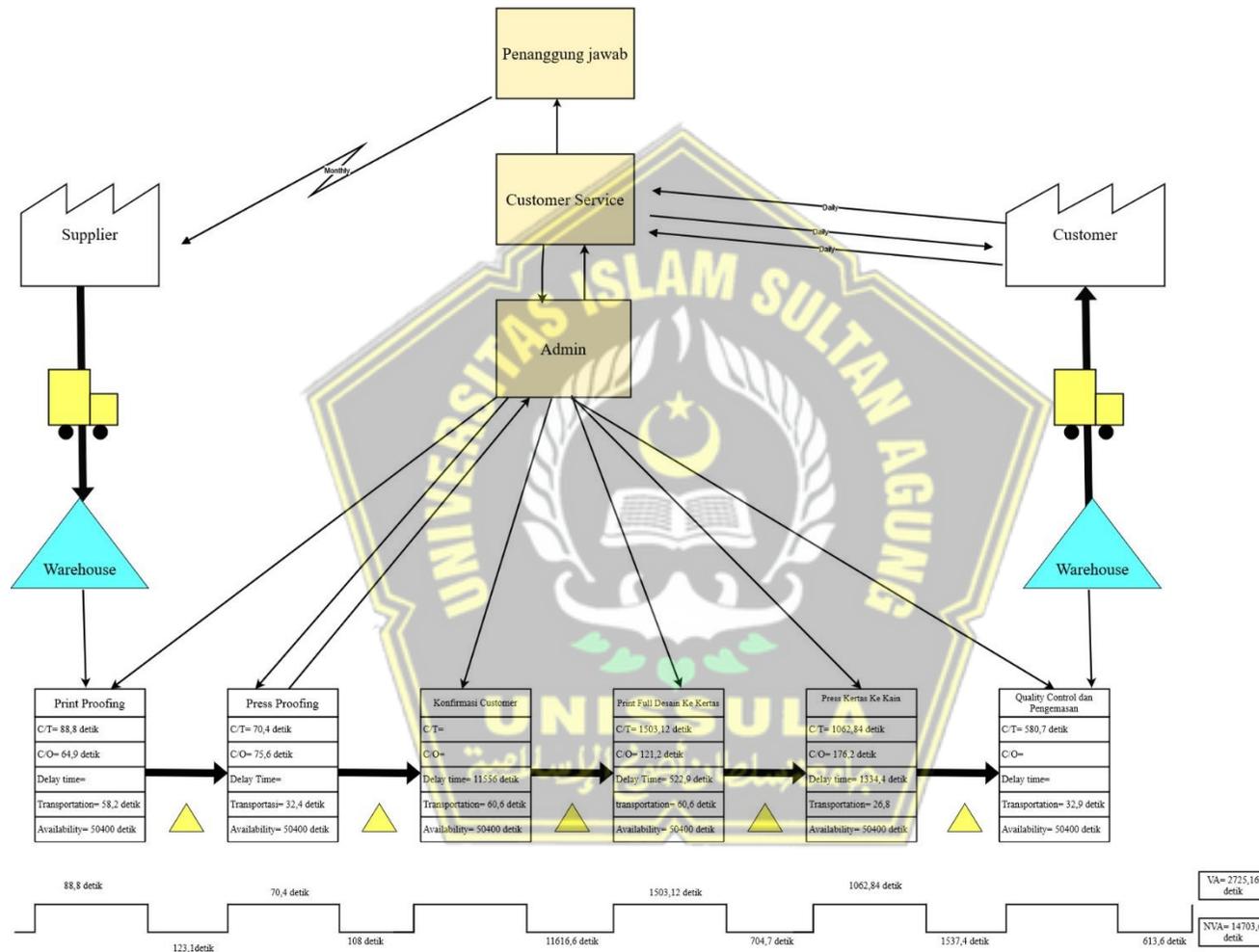
a. Aliran Material

Aliran material adalah penggambaran pergerakan *raw material* dalam proses produksi sepanjang *value stream*, pada proses produksi *printing* kain *sublime* material utama yang diperlukan adalah kertas sebagai media *print* desain dan lembaran kain yang menjadi media tranfer desain antara kertas yang di *press* ke kain, dengan tahapan produksi *print proofing*, *press proofing*, *print full* desain ke kertas, dan *press* kertas ke kain, *quality control*, dan pengemasan

b. Aliran Informasi

Aliran informasi adalah penggambaran bagaimana informasi, instruksi, dan perintah dikirim dari *customer* sampai dengan produksi. Pada proses produksi *printing* kain *sublime* aliran informasi dimulai dari pemesanan *customer* baik secara online maupun *offline* yang masuk ke *customer* servis kemudian akan dicek oleh admin dan setelah itu keluarlah surat perintah kerja (SPK) sebagai monitoring produksi, kemudian admin membawa SPK dan diberikan kepada operator dan proses produksi dapat langsung dilakukan.





Gambar 4. 12 Current State Value Stream Mapping

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Identifikasi Waste

Pengolahan data dilakukan dengan mengidentifikasi *waste* menggunakan *Waste Assesment Model* (WAM) dengan beberapa tahap yang saling berhubungan satu sama lain dimulai dari mengetahui *Seven Waste Relationship* (SWR), *waste relationship matrix* (WRM), dan *Waste Assesment Questionnaire* (WAQ).

Selanjutnya hasil yang di dapatkan dari *Waste Assesment Model* (WAM) digunakan dalam proses analisa menggunakan *Value Steram Analysis Tools* (VALSAT).

4.2.2 Data Identifikasi Waste

Untuk mengidentifikasi *waste* dilakukan pengumpulan data dengan dua cara yaitu:

1. Wawancara

Wawancara atau diskusi dilakukan dengan penanggung jawab *Printex* Semarang dengan tujuan menyamakan pendapat terkait *waste* dan hubungan antara *seven waste* yang biasanya terjadi pada proses produksi. Dalam wawancara diketahui bahwa adanya *waste* berupa *waste of overproduction*, *defect*, *motion*, *inventory*, *transportation*, *overprocessing*, dan *waiting*. Namun *waste* yang paling dominan adalah adanya *waste defect* dan *waiting*

2. Kuisisioner

Pengumpulan kuisisioner ini dilakukan dengan respondennya yaitu penanggung jawab dari *Printex* Semarang dikarenakan kuisisioner ini bersifat *assessment* yang berisikan pertanyaan yang tidak semua orang memahami dengan betul sesuai dengan kondisi yang ada, sehingga kuisisioner diberikan ke penanggung jawab yang lebih berpengalaman dan kompeten. Kuisisioner ini terdiri dari 2 kuisisioner yaitu kuisisioner *Waste Relationship Matrix* (WRM) dan kuisisioner *Waste Assesment Model* (WAQ).

4.2.2.1 Seven Waste Relationship (SWR)

Seven Waste Relationship (SWR) ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui hubungan antara satu *waste* dengan *waste* yang lain dengan cara

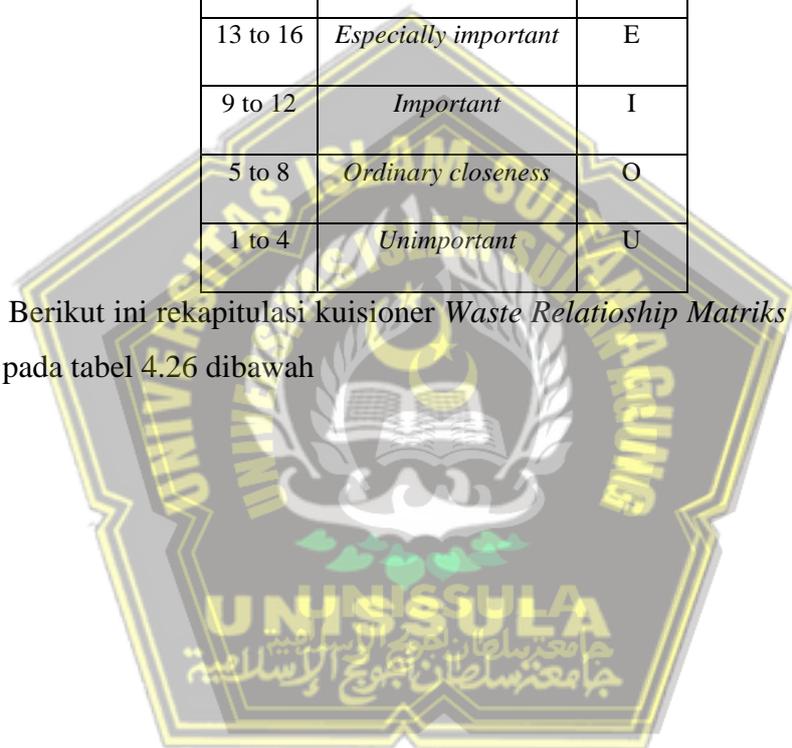
pembobotan, pembobotan ini dilakukan dengan skor yang tiap skornya memiliki arti tersendiri.

Hasil dari kuisioner SWR nantinya akan di konversi dengan symbol huruf pada untuk kuisioner *Waste Relationship Matriks* (WRM). Berikut ini symbol huruf WRM beserta keterangannya pada tabel 4.25 berikut:

Tabel 4. 25 Konversi Skor Ke Symbol Huruf WRM

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

Berikut ini rekapitulasi kuisioner *Waste Relationship Matriks* (WRM) dapat dilihat pada tabel 4.26 dibawah



Tabel 4. 26 Rekapitulasi Kuisiner Waste Relationship Matriks (WRM)

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

20.	T_I	c	0	c	0	c	0	c	0	b	1	c	0	1	U
21.	T_D	c	0	c	0	c	0	a	2	d	2	c	0	4	U
22.	T_M	c	0	c	0	c	0	c	0	f	2	b	2	4	U
23.	T_W	b	2	c	0	a	4	c	0	c	1	b	2	9	I
24.	P_O	c	0	c	0	b	2	c	0	f	2	a	4	8	O
25.	P_I	c	0	b	1	c	0	b	1	f	2	c	0	4	U
26.	P_D	b	2	c	0	a	4	a	2	g	4	b	2	14	E
27.	P_M	c	0	c	0	c	0	c	0	f	2	b	2	4	U
28.	P_W	c	0	c	0	a	4	c	0	f	2	b	2	8	O
29.	W_O	c	0	c	0	c	0	b	1	f	2	b	2	5	O
30.	W_I	c	0	b	1	c	0	c	0	b	1	c	0	2	U
31.	W_D	c	0	b	1	c	0	c	0	e	2	c	0	3	U



4.2.2.2 Waste Relationship Matriks (WRM)

Langkah yang selanjutnya dilakukan yaitu mengkonversi skor Pada Seven Waste Relationship (SWR) ke satuan huruf Waste Relationship Matrix (WRM), yang dimasukkan dalam baris dan kolom matrix WRM sebagai berikut:

Tabel 4. 27 Waste Relationship Matrix (WRM)

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

Berdasarkan tabel 4.27 kemudian dapat dilakukan perhitungan score terhadap pengaruh dari setiap waste dengan mengkonversi huruf WRM mengikuti bobot ketentuan yaitu A=10, E=8, I=6, O=4, U=2, dan X=0. Hasil konversi huruf WRM ke bobot angka disajikan pada tabel 4.28 berikut ini:

Tabel 4. 28 Konversi Waste Relationship Matrix (WRM)

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

Setelah huruf WRM dikonversi ke bentuk angka, maka dapat dihitung skor dengan menjumlahkan bobot setiap *waste*, contohnya sebagai berikut

$$\text{Overproduction} = 10+2+2+2+2+0+2= 20$$

Kemudian setelah mengetahui semua skor *waste* maka dapat dihitung presentasi dari setiap *waste*, contohnya sebagai berikut

$$\begin{aligned}\text{Overproduction} &= \frac{\text{nilai skor}}{\text{total skor}} \times 100 \\ &= \frac{20}{198} \times 100 \\ &= 10,10\%\end{aligned}$$

Tabel 4. 29 Rekapitulasi Perhitungan Skor Dan Presentasi Waste

F/T	O	I	D	M	T	P	W	skor	%
O	10	2	2	2	2	0	2	20	10,10
I	6	10	6	2	4	0	0	28	14,14
D	4	6	10	10	8	0	10	48	24,24
M	0	4	2	10	0	2	6	24	12,12
T	2	2	2	2	10	0	6	24	12,12
P	4	2	8	2	0	10	4	30	15,15
W	4	2	8	0	0	0	10	24	12,12
Skor	30	28	38	28	24	12	38	198	
%	15,15	14,14	19,19	14,14	12,12	6,06	19,19		100,00

Berdasarkan tabel 4.29 diatas dapat diperoleh presentase *waste* tertinggi yaitu pada baris *From Defect* (D) memiliki presentasi terbesar yaitu 24,24%. apabila *Waste Defect* terjadi maka akan memberikan pengaruh yang cukup besar ke *waste* lain.

Pada kolom *To Waiting* (W) memiliki presentasi tertinggi yaitu 19,19%. Presentasi tersebut menunjukan waiting merupakan proses yang paling banyak dipengaruhi oleh *waste* lain.

4.2.2.3 Waste Assesment Questioner (WAQ)

Setelah mengetahui hasil pembobotan pada *Waste Relationship Matrix* (WRM), maka dilakukanlah pembobotan dengan *Waste Assesment Questioner* (WAQ), WAQ ini merupakan kuisisioner yang terdiri dari 68 nis pertanyaan yang berbeda-beda, dimana setiap pertanyaan kuesisioner memperlihatkan suatu aktivitas, suatu kondisi atau sifat yang mungkin menimbulkan suatu jenis *waste* tertentu. Kuesisioner

WAQ dibagi menjadi dua jenis pertanyaan yaitu “*from*” dan “*to*”. Pertanyaan kuisisioner WAQ digunakan untuk mengidentifikasi dan mengalokasikan *waste* yang terjadi pada proses produksi.

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.

Pertanyaan pada kuisisioner WAQ dibagi menjadi 2 berdasarkan hubungannya yaitu kategori A dan B dengan 3 kriteria bobot pada masing-masing pertanyaan yang memiliki nilai 1,0,5, dan 0 yang dapat diklasifikasikan sebagai “*ya*”, “*sedang*”, dan “*tidak*”.

Terdapat 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.

Terdapat 8 langkah untuk mengidentifikasi pemborosan dengan WAQ untuk mendapatkan hasil berupa *ranking waste*. Berikut ini langkah- langkah untuk mendapatkan *ranking waste*.

- a. Mengelompokkan dan menghitung jumlah pertanyaan kuisisioner berdasarkan catatan “*From*” dan “*To*” untuk tiap jenis *waste*. Pengelompokan pertanyaan dan jumlah pertanyaan untuk kuisisioner WAQ dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 30 Pengelompokan Dan 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		68

- b. Memasukkan bobot dari tiap pertanyaan berdasarkan *waste relationship matrix*. Pemberian bobot awal berdasarkan WRM dapat dilihat di tabel 4.31 berikut ini:

Tabel 4. 31 Bobot Awal Berdasarkan WRM

<i>Question Type</i>	Kategori	<i>Question</i>	Bobot Untuk Setiap Jenis Waste						
			O	I	D	M	T	P	W
<i>To Motion</i>	Man	1.	2	2	10	10	2	2	0
<i>From Motion</i>		2.	0	4	2	10	0	2	6
<i>From Defect</i>		3.	4	6	10	10	8	0	10
<i>From Motion</i>		4.	0	4	2	10	0	2	6
<i>From Motion</i>		5.	0	4	2	10	0	2	6
<i>From Defect</i>		6.	4	6	10	10	8	0	10
<i>From Process</i>		7.	4	2	8	2	0	10	4
<i>To Waiting</i>		8.	2	0	10	6	6	4	10
<i>From Waiting</i>		9.	4	2	8	0	0	0	10
<i>From Transportation</i>		10.	2	2	2	2	10	0	6
<i>From Inventory</i>		11.	6	10	6	2	4	0	0
<i>From Inventory</i>		12.	6	10	6	2	4	0	0
<i>From Defect</i>		13.	4	6	10	10	8	0	10
<i>From Inventory</i>	Material	14.	6	10	6	2	4	0	0
<i>From Waiting</i>		15.	4	2	8	0	0	0	10
<i>To Defect</i>		16.	2	6	10	2	2	8	8
<i>From Defect</i>		17.	4	6	10	10	8	0	10
<i>From Transportation</i>		18.	2	2	2	2	10	0	6
<i>To Motion</i>		19.	2	2	10	10	2	2	0
<i>From Waiting</i>		20.	4	2	8	0	0	0	10
<i>From Motion</i>		21.	0	4	2	10	0	2	6
<i>From Transportation</i>		22.	2	2	2	2	10	0	6
<i>From Defect</i>		23.	4	6	10	10	8	0	10

<i>From Motion</i>		24.	0	4	2	10	0	2	6
<i>From Inventory</i>		25.	6	10	6	2	4	0	0
<i>From Inventory</i>		26.	6	10	6	2	4	0	0
<i>To Waiting</i>		27.	2	0	10	6	6	4	10
<i>From Defect</i>		28.	4	6	10	10	8	0	10
<i>From Waiting</i>		29.	4	2	8	0	0	0	10
<i>From Overproduction</i>		30.	10	2	2	2	2	0	2
<i>To Motion</i>		31.	2	2	10	10	2	2	0
<i>From Process</i>	Machine	32.	4	2	8	2	0	10	4
<i>To Waiting</i>		33.	2	0	10	6	6	4	10
<i>From Process</i>		34.	4	2	8	2	0	10	4
<i>From Transportation</i>		35.	2	2	2	2	10	0	6
<i>To Motion</i>		36.	2	2	10	10	2	2	0
<i>From Overproduction</i>		37.	10	2	2	2	2	0	2
<i>From Waiting</i>		38.	4	2	8	0	0	0	10
<i>From Waiting</i>		39.	4	2	8	0	0	0	10
<i>To Defect</i>		40.	2	6	10	2	2	8	8
<i>From Waiting</i>		41.	4	2	8	0	0	0	10
<i>To Motion</i>		42.	2	2	10	10	2	2	0
<i>From Process</i>		43.	4	2	8	2	0	10	4
<i>To Transportation</i>		44.	2	4	8	0	10	0	0
<i>From Motion</i>		45.	0	4	2	10	0	2	6
<i>From Waiting</i>		46.	4	2	8	0	0	0	10
<i>To Motion</i>		47.	2	2	10	10	2	2	0
<i>To Waiting</i>		48.	2	0	10	6	6	4	10
<i>To Defect</i>		49.	2	6	10	2	2	8	8
<i>From Motion</i>		Method	50.	0	4	2	10	0	2
<i>From Defect</i>	51.		4	6	10	10	8	0	10
<i>From Motion</i>	52.		0	4	2	10	0	2	6
<i>To Waiting</i>	53.		2	0	10	6	6	4	10
<i>From Process</i>	54.		4	2	8	2	0	10	4
<i>From Process</i>	55.		4	2	8	2	0	10	4
<i>To Defect</i>	56.		2	6	10	2	2	8	0
<i>From Inventory</i>	57.		6	10	6	2	4	0	0
<i>To Transportation</i>	58.		2	4	8	0	10	0	0
<i>To Motion</i>	59.		2	2	10	10	2	2	0

<i>To Transportation</i>		60.	2	4	8	0	10	0	0
<i>To Motion</i>		61.	2	2	10	10	2	2	0
<i>To Motion</i>		62.	2	2	10	10	2	2	0
<i>From Motion</i>		63.	0	4	2	10	0	2	6
<i>From Motion</i>		64.	0	4	2	10	0	2	6
<i>From Motion</i>		65.	0	4	2	10	0	2	6
<i>From Overproduction</i>		66.	10	2	2	2	2	0	2
<i>From Process</i>		67.	4	2	8	2	0	10	4
<i>From Defect</i>		68.	4	6	10	10	8	0	10
Total skor			208	250	476	358	220	162	358

- c. Menghilangkan efek dari variasi jumlah pertanyaan untuk tiap jenis pertanyaan dengan membagi tiap bobot dalam satu baris dengan jumlah pertanyaan yang dikelompokkan (N_i). Menghitung jumlah skor dari tiap kolom jenis *waste*, dan frekuensi (F_j) dari munculnya nilai pada tiap kolom *waste* dengan mengabaikan nilai 0 (nol). Berikut contoh perhitungan pada *question type to motion pada overproduction*

$$\frac{WRM \text{ Value}}{Ni \text{ Question Type}} = \frac{2}{9} = 0,22$$

Tabel 4. 32 Pembobotan Berdasarkan Nilai N_i

Question Type	Kategori	Ques	ni	Bobot Untuk Setiap Jenis Waste						
				O	I	D	M	T	P	W
<i>To Motion</i>	Man	1.	9	0,22	0,22	1,11	1,11	0,22	0,22	0
<i>From Motion</i>		2.	11	0	0,36	0,18	0,91	0	0,18	0,55
<i>From Defect</i>		3.	8	0,5	0,75	1,25	1,25	1	0	1,25
<i>From Motion</i>		4.	11	0	0,36	0,18	0,91	0	0,18	0,55
<i>From Motion</i>		5.	11	0	0,36	0,18	0,91	0	0,18	0,55
<i>From Defect</i>		6.	8	0,5	0,75	1,25	1,25	1	0	1,25
<i>From Process</i>		7.	7	0,57	0,29	1,14	0,29	0	1,43	0,57
<i>To Waiting</i>		Ma	8.	5	0,4	0	2	1,2	1,2	0,8

<i>From Waiting</i>	9.	8	0,5	0,25	1	0	0	0	1,25
<i>From Transportation</i>	10.	4	0,5	0,5	0,5	0,5	2,5	0	1,5
<i>From Inventory</i>	11.	6	1	1,67	1	0,33	0,67	0	0
<i>From Inventory</i>	12.	6	1	1,67	1	0,33	0,67	0	0
<i>From Defect</i>	13.	8	0,5	0,75	1,25	1,25	1	0	1,25
<i>From Inventory</i>	14.	6	1	1,67	1	0,33	0,67	0	0
<i>From Waiting</i>	15.	8	0,5	0,25	1	0	0	0	1,25
<i>To Defect</i>	16.	4	0,5	1,5	2,5	0,5	0,5	2	2
<i>From Defect</i>	17.	8	0,5	0,75	1,25	1,25	1	0	1,25
<i>From Transportation</i>	18.	4	0,5	0,5	0,5	0,5	2,5	0	1,5
<i>To Motion</i>	19.	9	0,22	0,22	1,11	1,11	0,22	0,22	0
<i>From Waiting</i>	20.	8	0,5	0,25	1	0	0	0	1,25
<i>From Motion</i>	21.	11	0	0,36	0,18	0,91	0	0,18	0,55
<i>From Transportation</i>	22.	4	0,5	0,5	0,5	0,5	2,5	0	1,5
<i>From Defect</i>	23.	8	0,5	0,75	1,25	1,25	1	0	1,25
<i>From Motion</i>	24.	11	0	0,36	0,18	0,91	0	0,18	0,55
<i>From Inventory</i>	25.	6	1	1,67	1	0,33	0,67	0	0
<i>From Inventory</i>	26.	6	1	1,67	1	0,33	0,67	0	0
<i>To Waiting</i>	27.	5	0,4	0	2	1,2	1,2	0,8	2
<i>From Defect</i>	28.	8	0,5	0,75	1,25	1,25	1	0	1,25
<i>From Waiting</i>	29.	8	0,5	0,25	1	0	0	0	1,25
<i>From Overproduction</i>	30.	3	3,33	0,67	0,67	0,67	0,67	0	0,67

<i>To Motion</i>		31.	9	0,22	0,22	1,11	1,11	0,22	0,22	0
<i>From Process</i>		32.	7	0,57	0,29	1,14	0,29	0	1,43	0,57
<i>To Waiting</i>		33.	5	0,4	0	2	1,2	1,2	0,8	2
<i>From Process</i>		34.	7	0,57	0,29	1,14	0,29	0	1,43	0,57
<i>From Transportation</i>		35.	4	0,5	0,5	0,5	0,5	2,5	0	1,5
<i>To Motion</i>		36.	9	0,22	0,22	1,11	1,11	0,22	0,22	0
<i>From Overproduction</i>		37.	3	3,33	0,67	0,67	0,67	0,67	0	0,67
<i>From Waiting</i>		38.	8	0,5	0,25	1	0	0	0	1,25
<i>From Waiting</i>		39.	8	0,5	0,25	1	0	0	0	1,25
<i>To Defect</i>		40.	4	0,5	1,5	2,5	0,5	0,5	2	2
<i>From Waiting</i>		41.	8	0,5	0,25	1	0	0	0	1,25
<i>To Motion</i>	Machine	42.	9	0,22	0,22	1,11	1,11	0,22	0,22	0
<i>From Process</i>		43.	7	0,57	0,29	1,14	0,29	0	1,43	0,57
<i>To Transportation</i>		44.	3	0,67	1,33	2,67	0	3,33	0	0
<i>From Motion</i>		45.	11	0	0,36	0,18	0,91	0	0,18	0,55
<i>From Waiting</i>		46.	8	0,5	0,25	1	0	0	0	1,25
<i>To Motion</i>		47.	9	0,22	0,22	1,11	1,11	0,22	0,22	0
<i>To Waiting</i>		48.	5	0,4	0	2	1,2	1,2	0,8	2
<i>To Defect</i>		49.	4	0,5	1,5	2,5	0,5	0,5	2	2
<i>From Motion</i>		50.	11	0	0,36	0,18	0,91	0	0,18	0,55
<i>From Defect</i>	Method	51.	8	0,5	0,75	1,25	1,25	1	0	1,25
<i>From Motion</i>		52.	11	0	0,36	0,18	0,91	0	0,18	0,55

<i>To Waiting</i>	53.	5	0,4	0	2	1,2	1,2	0,8	2
<i>From Process</i>	54.	7	0,57	0,29	1,14	0,29	0	1,43	0,57
<i>From Process</i>	55.	7	0,57	0,29	1,14	0,29	0	1,43	0,57
<i>To Defect</i>	56.	4	0,5	1,5	2,5	0,5	0,5	2	0
<i>From Inventory</i>	57.	6	1	1,67	1	0,33	0,67	0	0
<i>To Transportation</i>	58.	3	0,67	1,33	2,67	0	3,33	0	0
<i>To Motion</i>	59.	9	0,22	0,22	1,11	1,11	0,22	0,22	0
<i>To Transportation</i>	60.	3	0,67	1,33	2,67	0	3,33	0	0
<i>To Motion</i>	61.	9	0,22	0,22	1,11	1,11	0,22	0,22	0
<i>To Motion</i>	62.	9	0,22	0,22	1,11	1,11	0,22	0,22	0
<i>From Motion</i>	63.	11	0	0,36	0,18	0,91	0	0,18	0,55
<i>From Motion</i>	64.	11	0	0,36	0,18	0,91	0	0,18	0,55
<i>From Motion</i>	65.	11	0	0,36	0,18	0,91	0	0,18	0,55
<i>From Overproduction</i>	66.	3	3,33	0,67	0,67	0,67	0,67	0	0,67
<i>From Process</i>	67.	7	0,57	0,29	1,14	0,29	0	1,43	0,57
<i>From Defect</i>	68.	8	0,5	0,75	1,25	1,25	1	0	1,25
Total skor (Sj)			38	40	76	46	44	26	54
frequency (Fj)			57	63	68	57	43	36	50

- d. Memasukkan nilai dari hasil kuisioner (1, 0,5, atau 0) kedalam tiap bobot nilai di tabel dengan cara mengalikannya dengan hasil rata-rata jawaban kuisioner bobot masing masing *waste*. Contoh dari perhitungan bobot overproduction pada question type to motion berikut ini:

$$\begin{aligned}
 W_{o,k} &= \text{rata rata jawaban kuisioner} \times \text{bobot } \textit{overproduction} \\
 &= 0,17 \times 0,22 = 0,04
 \end{aligned}$$

- e. Setelah mendapatkan nilai pembobotan tiap jenis *waste* dilanjutkan dengan menghitung total skor (S_j) baru untuk setiap kolom *waste* dan total frekuensi (F_j) baru untuk setiap kolom *waste* dengan mengabaikan nilai 0. Dengan persamaan

$$S_j = \sum_{k=1}^k W_k \times \frac{W_{j,k}}{N_i}; \text{ untuk tiap jenis } waste \text{ j}$$

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

Tabel 4. 33 Bobot Untuk Setiap Jenis Waste

Question Type	Kategori	Ques	rata rata	Bobot Untuk Setiap Jenis Waste						
				$W_{o,k}$	$W_{i,k}$	$W_{d,k}$	$W_{m,k}$	$W_{t,k}$	$W_{p,k}$	$W_{p,k}$
To Motion	Man	1.	0,17	0,04	0,04	0,19	0,19	0,04	0,04	0,00
From Motion		2.	0,17	0,00	0,06	0,03	0,15	0,00	0,03	0,09
From Defect		3.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
From Motion		4.	0,17	0,00	0,06	0,03	0,15	0,00	0,03	0,09
From Motion		5.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
From Defect		6.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
From Process		7.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
To Waiting	Material	8.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
From Waiting		9.	0,17	0,08	0,04	0,17	0,00	0,00	0,00	0,21
From Transportation		10.	0,50	0,25	0,25	0,25	0,25	1,25	0,00	0,75
From Inventory		11.	0,17	0,17	0,28	0,17	0,06	0,11	0,00	0,00
From Inventory		12.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
From Defect		13.	0,67	0,33	0,50	0,83	0,83	0,67	0,00	0,83
From Inventory		14.	0,50	0,50	0,83	0,50	0,17	0,33	0,00	0,00
From Waiting		15.	0,67	0,33	0,17	0,67	0,00	0,00	0,00	0,83

<i>To Defect</i>		16.	0,50	0,25	0,75	1,25	0,25	0,25	1,00	1,00
<i>From Defect</i>		17.	0,67	0,33	0,50	0,83	0,83	0,67	0,00	0,83
<i>From Transportation</i>		18.	0,67	0,33	0,33	0,33	0,33	1,67	0,00	1,00
<i>To Motion</i>		19.	1,00	0,22	0,22	1,11	1,11	0,22	0,22	0,00
<i>From Waiting</i>		20.	0,67	0,33	0,17	0,67	0,00	0,00	0,00	0,83
<i>From Motion</i>		21.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>From Transportation</i>		22.	0,33	0,17	0,17	0,17	0,17	0,83	0,00	0,50
<i>From Defect</i>		23.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>From Motion</i>		24.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>From Inventory</i>		25.	0,67	0,67	1,11	0,67	0,22	0,44	0,00	0,00
<i>From Inventory</i>		26.	0,67	0,67	1,11	0,67	0,22	0,44	0,00	0,00
<i>To Waiting</i>		27.	0,17	0,07	0,00	0,33	0,20	0,20	0,13	0,33
<i>From Defect</i>		28.	1,00	0,50	0,75	1,25	1,25	1,00	0,00	1,25
<i>From Waiting</i>		29.	0,67	0,33	0,17	0,67	0,00	0,00	0,00	0,83
<i>From Overproduction</i>		30.	0,33	1,11	0,22	0,22	0,22	0,22	0,00	0,22
<i>To Motion</i>		31.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>From Process</i>	Machine	32.	0,17	0,10	0,05	0,19	0,05	0,00	0,24	0,10
<i>To Waiting</i>		33.	0,17	0,07	0,00	0,33	0,20	0,20	0,13	0,33
<i>From Process</i>		34.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>From Transportation</i>		35.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>To Motion</i>		36.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>From Overproduction</i>		37.	0,67	2,22	0,44	0,44	0,44	0,44	0,00	0,44

<i>To Motion</i>	61.	0,33	0,07	0,07	0,37	0,37	0,07	0,07	0,00
<i>To Motion</i>	62.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>From Motion</i>	63.	0,17	0,00	0,06	0,03	0,15	0,00	0,03	0,09
<i>From Motion</i>	64.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>From Motion</i>	65.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>From Overproduction</i>	66.	0,17	0,56	0,11	0,11	0,11	0,11	0,00	0,11
<i>From Process</i>	67.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>From Defect</i>	68.	0,17	0,08	0,13	0,21	0,21	0,17	0,00	0,21
Total skor (Sj)			11,41	10,08	16,98	10,35	10,43	3,60	13,53
frequency (Fj)			34	36	39	32	27	17	30

Berdasarkan tabel 4.33 diatas nilai Sj baru tertinggi ada pada defect sebesar 16,98 dengan Fj 39, sedangkan nilai Sj terendah ada pada Process sebesar 3,60 dengan Fj 17.

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

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

Berikut contoh perhitungan skor Yj pada *waste overproduction* (O)

$$Y_j = \frac{11,41}{42} \times \frac{34}{57} = 0,162051$$

Rekapitulasi nilai skor Yj dapat dilihat pada tabel 4.34 dibawah

Tabel 4. 34 rekapitulasi skor Yj

	O	I	D	M	T	P	W
Skor Yj	0,162051	0,144071	0,128138	0,126305	0,14889	0,065316	0,144935

- g. Menghitung nilai factor probabilitas pengaruh antar jenis *waste* (Pj) dengan memasukkan berdasarkan total “From” dan “To” pada WRM (tabel 4.29).

Berikut contoh perhitungan Pj pada *waste Overproduction* (O)

$$\text{Nilai "From" Overproduction} = 10,10\%$$

$$\text{Nilai "To" Overproduction} = 15,15\%$$

$$\begin{aligned}
 P_j &= \text{Nilai "From" Overproduction} \times \text{Nilai "To" Overproduction} \\
 &= 10,10\% \times 15,15\% \\
 &= 153,0456
 \end{aligned}$$

Berikut ini rekapitulasi nilai P_j pada tabel 4.35 dibawah

Tabel 4. 35 Rekapitulasi P_j factor

	O	I	D	M	T	P	W
P_j factor	153,0456	199,9796	465,2586	171,4111	146,9238	91,82736	232,6293

- h. Setelah diketahui nilai P_j factor pada perhitungan sebelumnya, selanjutnya menghitung nilai *final waste factor* ($Y_{j\text{final}}$) dengan cara mengalikan P_j dan Y_j . Kemudian mempersentasekan bentuk *final waste factor* yang diperoleh sehingga bias diketahui peringkat level dari masing-masing *waste*.

$$\begin{aligned}
 Y_{j\text{final}} &= Y_j \times P_j; \text{ untuk tiap jenis tipe } \textit{waste} \textit{ j} \\
 &= 0,162051 \times 153,0456 \\
 &= 24,80124
 \end{aligned}$$

Pada tabel 4.36 dibawah ini merupakan rekapitulasi *final waste factor* ($Y_{j\text{final}}$)

Tabel 4. 36 Merupakan Rekapitulasi Final Waste Factor ($Y_{j\text{final}}$)

	O	I	D	M	T	P	W
<i>Final result</i> ($Y_{j\text{final}}$)	24,80124	28,81122	59,61749	21,65004	21,87549	5,99784	33,71606
<i>Final result</i> %	12,62%	14,66%	30,34%	11,02%	11,13%	3,05%	17,16%

Dari hasil tiap pembobotan yang telah dilakukan berikut ini adalah rekapitulasi keseluruhan hasil dari skor Y_j , P_j factor, Final result ($Y_{j\text{final}}$), dan ranking pada tabel 4.37 dibawah ini

Tabel 4. 37 Keseluruhan Hasil Dari Skor Y_j , P_j Factor, Final Result ($Y_{j\text{Final}}$), Dan Ranking

	O	I	D	M	T	P	W
Skor Y_j	0,162051	0,144071	0,128138	0,126305	0,14889	0,065316	0,144935
P_j factor	153,0456	199,9796	465,2586	171,4111	146,9238	91,82736	232,6293
<i>Final result</i> ($Y_{j\text{final}}$)	24,80124	28,81122	59,61749	21,65004	21,87549	5,99784	33,71606
<i>Final result</i> %	12,62%	14,66%	30,34%	11,02%	11,13%	3,05%	17,16%
Ranking	4	3	1	6	5	7	2

4.2.2.4 Value Stream Analysis Tools (VALSAT)

Setelah mengetahui hasil identifikasi *waste* menggunakan *Waste Assesment Model* (WAM), dilanjutkan dengan detail mapping tools dengan menggunakan *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT). Matriks VALSAT memiliki ketentuan

low correlation bernilai 1, *medium correlation* bernilai 3 dan *high correlation* bernilai 9, serta untuk kolom *weight* (bobot) diperoleh dari hasil *final result* pada perhitungan *Waste Assesment Model* (WAM). Berikut ini matriks pemilihan tools valsat pada tabel 4.38 di bawah ini:

Tabel 4. 38 Matriks Valsat

<i>Waste</i>	<i>Weight</i>	PAM	SCRM	PVF	QFM	DAM	DPA	PS
O	12,62	1	3	0	1	3	3	0
I	14,66	3	9	3	0	9	3	1
D	30,34	1	0	0	9	0	0	0
M	11,02	9	1	0	0	0	0	0
T	11,13	9	0	0	0	0	0	1
P	3,05	9	0	3	1	0	1	0
W	17,16	9	9	1	0	3	3	0

Catatan:

H = High correlation and usefulness = factor pengali = 9

M = Medium correlation and usefulness = factor pengali= 3

L = Low correlation and usefulness = factor pengali = 1

Keterangan:

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*)

Setelah mengetahui nilai *weight* yang merupakan hasil *final result* % pada metode WAM, kemudian *weight* dikalikan dengan matriks VALSAT sehingga dapat diketahui *tools* terpilih dari hasil perhitungan ranking *tools* Valsat. Berikut ini contoh perhitungan untuk menentukan matrik tools valsat pada matriks PAM:

$$\text{PAM} = (12,62 \times 1) + (14,66 \times 3) + (30,34 \times 1) + (11,02 \times 9) + (11,13 \times 9) + (3,05 \times 9) + (17,16 \times 9)$$

$$= 12,62 + 43,98 + 30,34 + 99,18 + 100,17 + 27,45$$

$$= 468,18$$

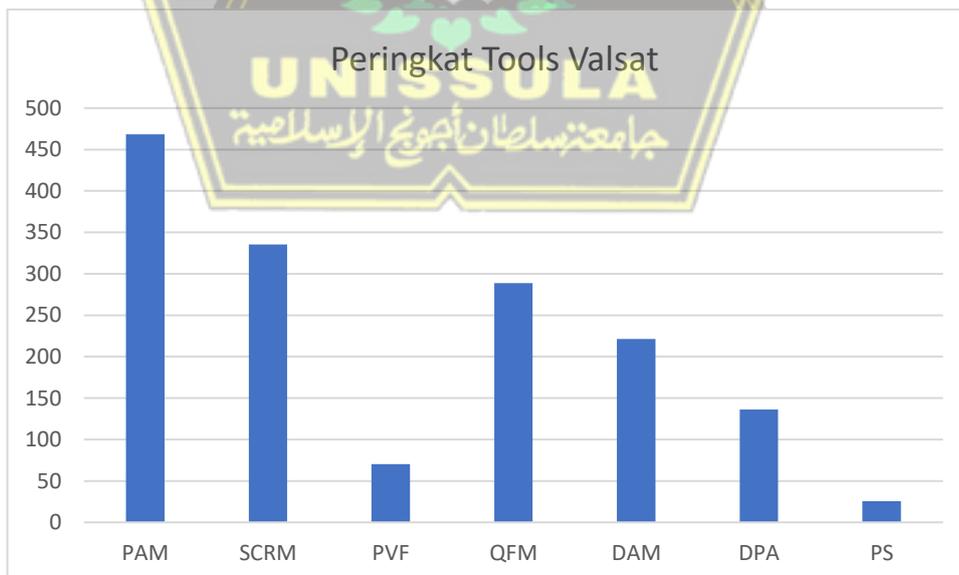
Berikut ini rekapitulasi perhitungan matriks tool VALSAT

Tabel 4. 39 Rekapitulasi Perhitungan Matriks Tool VALSAT

Waste	Weight	PAM	SCRM	PVF	QFM	DAM	DPA	PS
O	12,62	12,62	37,86	0	12,62	37,86	37,86	0
I	14,66	43,98	131,94	43,98	0	131,94	43,98	14,66
D	30,34	30,34	0	0	273,06	0	0	0
M	11,02	99,18	11,02	0	0	0	0	0
T	11,13	100,17	0	0	0	0	0	11,13
P	3,05	27,45	0	9,15	3,05	0	3,05	0
W	17,16	154,44	154,44	17,16	0	51,48	51,48	0
total		468,18	335,26	70,29	288,73	221,28	136,37	25,79
Ranking		1	2	6	3	4	5	7

Berdasarkan tabel 4.39 diatas, dari nilai ranking dan total diketahui bahwa PAM (*Process Activity Mapping*) memperoleh nilai tertinggi sebesar 468,18 Sehingga menjadi tools terpilih yang digunakan untuk menganalisa *waste* lebih detail.

Dari hasil perhitungan tools VALSAT diatas dapat digambarkan dengan grafik seperti di gambar 4.12



Gambar 4. 13 Grafik Peringkat Tools VALSAT

Dapat dilihat dari peringkat tools diatas, PAM (*Process Activity Mapping*) merupakan peringkat tertinggi dan ranking 1. PAM ini merupakan tools untuk menggambarkan proses produksi secara detail dan terperinci sesuai dengan langkah-langkah yang dilakukan

Penggambaran 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*), penggambaran ini juga untuk membantu mengidentifikasi bagian-bagian proses produksi yang mungkin dapat dilakukan perbaikan dengan mengeliminasi aktivitas yang tidak diperlukan.

Ada beberapa tahapan dalam membuat *Process Activity Mapping* yaitu:

- a. Mencatat semua aktivitas yang dilakukan dalam proses *print* kain sublimasi meliputi elemen kerja, mesin yang digunakan, Waktu proses yang dibutuhkan, jarak antar material handling, dan jumlah tenaga kerja.
- b. Mengklasifikasikan aktivitas yang ada ke dalam aktivitas *operation* (O), *transportation* (T), *inspection* (I), *storage* (S), dan *delay* (D), dengan keterangan masing-masing aktivitas yaitu:
 - *Operation* yaitu aktivitas untuk mengubah bahan baku menjadi produk jadi (*value added activities*).
 - *Transportation* yaitu aktivitas memindahkan bahan baku dari satu proses ke proses lain hingga menjadi produk jadi.
 - *Inspection* yaitu pengawasan untuk menjamin dan menjaga standar produk.
 - *Storage* yaitu aktivitas menggunakan Waktu dan sumber daya selama produk ataupun bahan baku disimpan.
 - *Delay* yaitu bahan baku atau produk masih dalam proses pembuatan dan menunggu Waktu untuk proses selanjutnya.
- c. Kemudian kelompokkan aktivitas yang tergolong dalam *value added activities* (VA), *non value added activities* (NVA), dan *necessary but value added activities* (NNVA).

Data yang diperlukan dalam membuat *Process Activity Mapping* (PAM) dilakukan dengan melakukan observasi, wawancara serta pengukuran Waktu dengan menggunakan stopwatch (jam henti). Setelah semua data lengkap diperoleh maka dapat dibuat PAM sebagai berikut



Tabel 4. 40 Process Activity Mapping

No	Aktivitas	Waktu (detik)	Aktivitas					kategori		
			Operation	Inspeksi	Transport	Delay	Storage	VA	NVA	NNVA
										
1	Transportasi Admin Ke <i>Print Proofing</i>	58,2			✓				✓	
2	Setup Mesin <i>Print Proofing</i>	64,9		✓					✓	
3	<i>Print Proofing</i>	88,8	✓				✓			
4	Transportasi Dari <i>Print Proofing</i> Ke <i>Press Proofing</i>	32,4			✓				✓	
5	Setup Mesin <i>Press Proofing</i>	75,6		✓					✓	
6	Proses <i>Press Proofing</i>	70,4	✓				✓			
7	Transportasi <i>Press Proofing</i> Ke Admin	60,6			✓				✓	
8	Konfirmasi <i>Customer</i> (Persetujuan <i>Proofing</i>)	11556				✓			✓	
9	Transportasi Admin Ke Proses <i>Print Full Desain</i> Ke Kertas	60,6			✓				✓	

10	Waiting	522,9				✓				✓
11	Setup Mesin <i>Print</i> Full Desain	121,2		✓					✓	
12	Proses <i>Print</i> Full Desain Ke Kertas	1503,12	✓					✓		
13	Transportasi Operator <i>Print</i> Ke Proses <i>Press</i> Kain	26,8			✓					✓
14	Waiting	1334,4				✓			✓	
15	Setup Mesin <i>Press</i> Kertas Ke Kain	176,2		✓						✓
16	Proses <i>Press</i> Kertas Ke Kain	1062,84	✓					✓		
17	Quality Control	522		✓						✓
18	Pengemasan	58,7		✓						✓
19	Dari Pengemasan Ke Penyimpanan	32,9					✓			✓

Berdasarkan *Process Activity Mapping printing* kain sublimasi pada tabel 4.40 dapat diketahui mana saja aktivitas yang tergolong operation, inspection, transportation, delay, dan storage. Selanjutnya aktivitas tersebut dikelompokkan menurut aktivitas VA, NVA, dan NNVA sebagai berikut:

Tabel 4. 41 Rekapitulasi golongan aktivitas

Aktivitas	jumlah	Waktu (detik)	Presentase
<i>Operation</i>	4	2725,16	16%
<i>Inspection</i>	6	1018,6	6%
<i>Transportation</i>	5	238,6	1%
<i>Delay</i>	3	13413,3	77%
<i>Storage</i>	1	32,9	0%
Total	19	17428,56	100%

Tabel 4. 42 Rekapitulasi Presentase VA, NVA, dan NNVA

Aktivitas	Jumlah	Waktu (detik)	Presentase
VA	4	2725,16	10%
NVA	2	1857,3	9%
NNVA	13	12846,1	81%
Total	19	17428,56	100%

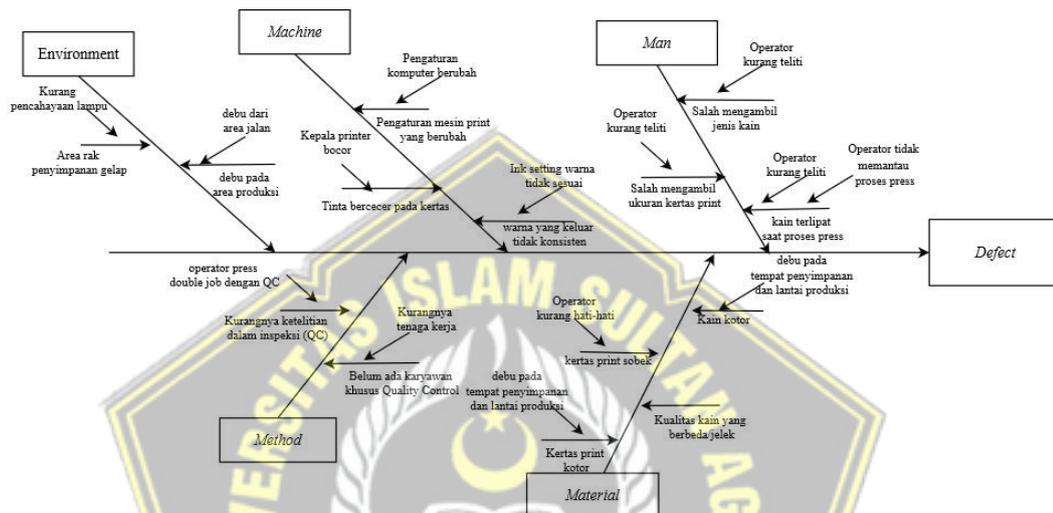
Dari tabel 4.41 dan tabel 4.42 dapat diketahui waktu yang diperlukan pada aktivitas keseluruhan pada proses *printing* kain sublimasi selama 17428,56 detik dengan jumlah aktivitas sebanyak 19 aktivitas antara lain aktivitas *operation* sebanyak 4 aktivitas, *inspection* sebanyak 6 aktivitas, *transportation* sebanyak 5 aktivitas, *delay* sebanyak 3 aktivitas, dan *storage* sebanyak 1 aktivitas. Untuk presentasi tertinggi terjadi pada aktivitas *delay* sebesar 77%.

4.2.3 Identifikasi Penyebab Waste Dengan *Fishbone Diagram*

Identifikasi penyebab terjadinya pemborosan (*waste*) pada proses produksi *printing* kain sublimasi terdapat 7 pemborosan yaitu *waste overproduction*, *waste inventory*, *waste waiting*, *waste transportation*, *waste defect*, *waste motion*, dan *waste processing* dari ke 7 *waste* tersebut terdapat ranking *waste* dari yang tertinggi ke terendah maka akan dilakukan identifikasi penyebab *waste*, penulis akan mengidentifikasi 3 *waste* tertinggi menurut perangkaian WAM diatas karena 3

waste terbesar menunjukkan kontribusi paling signifikan terhadap proses yang tidak efisien dan tingkat jumlah kejadian (frekuensi) *waste* itu terjadi

Identifikasi penyebab *waste* dilakukan dengan menggunakan pemetaan dengan *fishbone diagram*. Berdasarkan hasil dari metode WAM diketahui bahwa *waste* tertinggi ada pada *waste defect*, *waste waiting*, dan *waste inventory*. Berikut ini gambaran *fishbone diagram* dari ketiga *waste* tertinggi.



Gambar 4. 14 Fishbone Diagram Waste Defect

Berikut merupakan analisis dari fishbone diagram yang menjelaskan tentang sebab akibat yang mempengaruhi terjadinya *waste defect* pada proses produksi *printing* kain *sublime*:

1. *Man*

Faktor *man* (manusia) yang menyebabkan *waste defect* pada saat aktivitas proses *printing* kain *sublime* yaitu operator *print* salah mengambil ukuran kertas *print*, operator *press* salah mengambil jenis kain dan operator saat mengatur posisi kain kurang rapi sehingga kain terlipat.

2. *Material*

Faktor *material* (bahan) yang menyebabkan *waste defect* pada saat aktivitas proses *printing* kain *sublime* yaitu kertas *print* yang sobek, kertas *print* kotor, kualitas kain yang berbeda, dan kain yang kotor

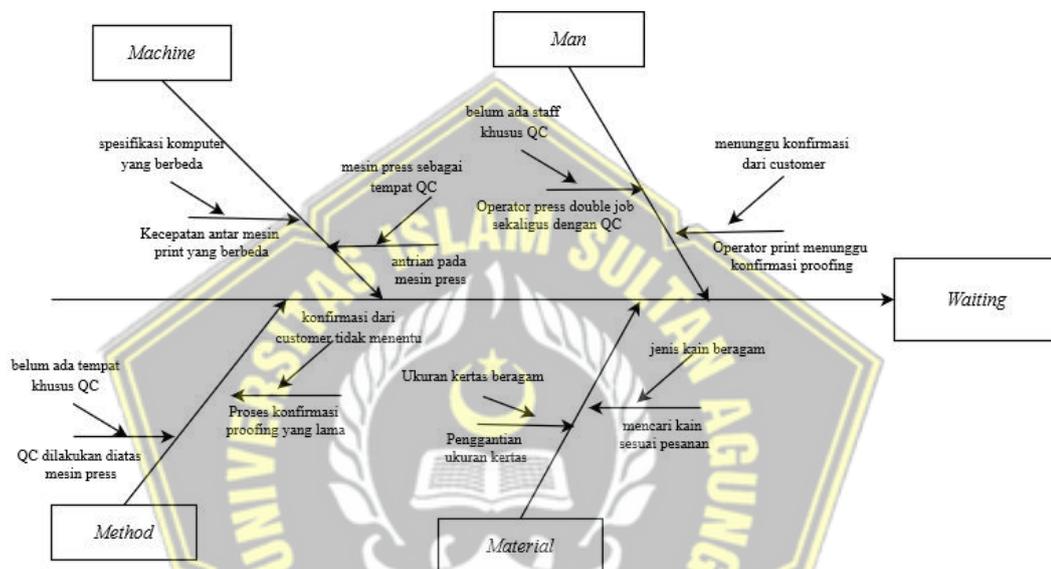
3. *Method*

Faktor *method* (metode) yang menyebabkan *waste defect* pada saat aktivitas proses *printing* kain *sublime* yaitu kurangnya ketelitian dalam

proses inspeksi (*quality control*) dan belum adanya *tenaga kerja* khusus untuk *quality control*.

4. *Machine*

Faktor *machine* (mesin) yang menyebabkan *waste defect* pada saat aktivitas proses *printing* kain *sublime* yaitu pengaturan mesin *print* berubah, warna yang keluar pada proses *print* tidak konsisten, tinta *print* bercecer pada kertas.



Gambar 4. 15 Fishbone Diagram Waste Waiting

Berikut merupakan analisis dari *fishbone diagram* yang menjelaskan tentang sebab akibat yang mempengaruhi terjadinya *waste waiting* pada proses produksi *printing* kain *sublime*:

1. *Man*

Faktor *man* (manusia) yang menyebabkan *waste waiting* pada saat aktivitas proses *printing* kain *sublime* yaitu operator *print* menunggu konfirmasi proofing dari *customer* dan operator *press* doble job sekaligus dengan *quality control*.

2. *Material*

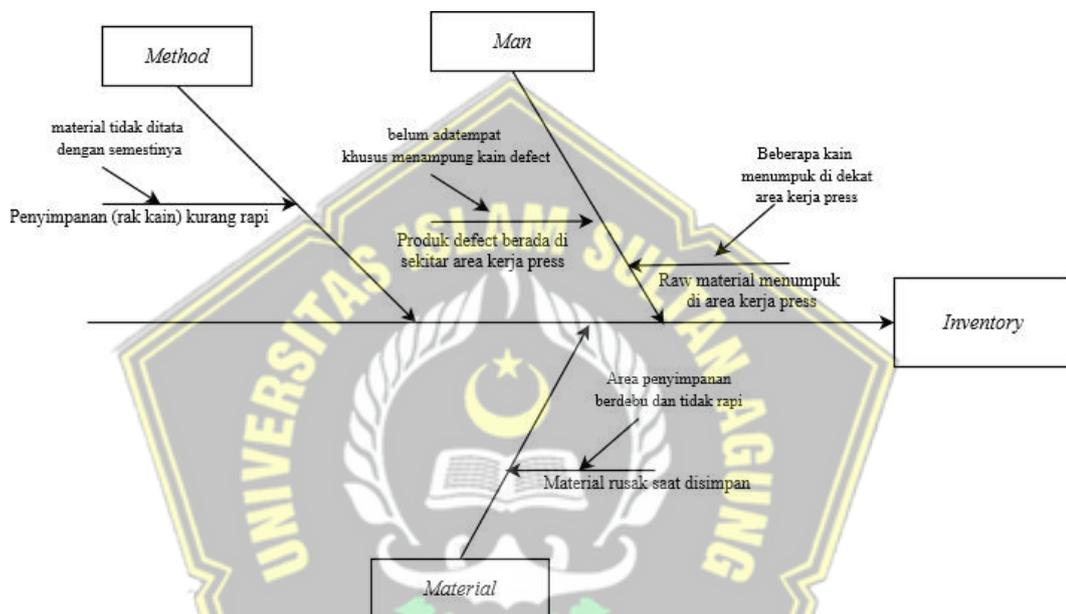
Faktor *material* (bahan) yang menyebabkan *waste waiting* pada saat aktivitas proses *printing* kain *sublime* yaitu penggantian ukuran kertas dan mencari jenis kain sesuai pesanan.

3. *Method*

Faktor *method* (metode) yang menyebabkan *waste waiting* pada saat aktivitas proses *printing* kain *sublime* yaitu proses konformasi proofing yang lama dan *quality control* dilakukan diatas mesin *pres*.

4. Machine

Faktor *machine* (mesin) yang menyebabkan *waste waiting* pada saat aktivitas proses *printing* kain *sublime* yaitu kecepatan antar mesin *print* yang berbeda dan antrian pada mesin *pres*.



Gambar 4. 16 Fishbone Diagram Waste Inventory

Berikut merupakan analisis dari *fishbone* diagram yang menjelaskan tentang sebab akibat yang mempengaruhi terjadinya *waste inventory* pada proses produksi *printing* kain *sublime*:

1. Man

Faktor *man* (manusia) yang menyebabkan *waste inventory* pada saat aktivitas proses *printing* kain *sublime* yaitu raw material yang menumpuk di area kerja *press* dan juga produk *defect* berada disekitar area kerja *press*.

2. Material

Faktor *material* (bahan) yang menyebabkan *waste inventory* pada saat aktivitas proses *printing* kain *sublime* yaitu penyimpanan menyebabkan *defect* material saat disimpan.

3. Method

Faktor *method* (metode) yang menyebabkan *waste inventory* pada saat aktivitas proses *printing* kain *sublime* yaitu tempat penyimpanan (rak penyimpanan kurang tertata rapi.

4.2.4 Usulan Perbaikan Dengan 5W+1H

Usulan perbaikan dengan menggunakan 5W+1H yang digunakan untuk meneliti permasalahan yang timbul pada proses produksi dan memberikan usulan perbaikan yang terfokus pada 3 *waste* tertinggi yaitu pada *waste defect*, *waste waiting*, dan *waste inventory*.



1. Waste Defect

Pada proses produksi *printing* kain *sublime* pada *printex* semarang terdapat *waste defect* yang memiliki presentasi tertinggi yaitu 30,34%. Maka dari identifikasi *waste* dilakukan usulan perbaikan dengan menggunakan 5W+ 1H sebagai berikut:

Tabel 4. 43 5W+1H Waste of Defect

Faktor	Jenis waste (<i>what</i>)	Sumber waste (<i>where</i>)	Penanggung jawab (<i>who</i>)	Waktu (<i>when</i>)	Penyebab (<i>why</i>)	Saran perbaikan (<i>how</i>)
Man	Salah mengambil ukuran kertas <i>print</i>	Stasiun kerja <i>print</i>	Operator <i>print</i>	Proses <i>print full</i> desain ke kertas	Operator kurang teliti	Tingkatkan ketelitian operator dalam membaca SPK dan keterangan ukuran pada SPK lebih diperjelas
	Kain terlipat saat proses <i>press</i>	Stasiun kerja <i>press</i>	Operator <i>press</i>	Proses <i>press</i> kertas ke kain	Operator kurang teliti dan tidak memantau jalannya proses <i>press</i>	Operator lebih teliti saat proses pemasangan kain pada proses <i>press</i> dan melakukan pengawasan jalannya proses <i>press</i> agar tidak ada kain yang terlipat
	salah mengambil jenis kain	Stasiun kerja <i>press</i>	Operator <i>press</i>	Persiapan kertas ke kain	Operator kurang teliti	Operator lebih teliti terkait jenis kain yang akan digunakan dan keterangan jenis kain pada SPK, dan pada rak penyimpanan lebih diperjelas
Material	Kertas <i>print</i> kotor	Stasiun kerja <i>print</i>	Operator <i>print</i>	Proses <i>print full</i> desain ke kertas	Tempat penyimpanan kertas dan lantai produksi berdebu	Rutin melakukan pembersihan area kerja dari debu sebelum memulai proses produksi

	Kertas <i>print</i> sobek	Stasiun kerja <i>print</i>	Operator <i>print</i>	Proses <i>print full</i> desain ke kertas	Saat penggantian kertas operator kurang hati-hati	Operator lebih teliti dan hati hati saat penggantian kertas
	Kain kotor	Stasiun kerja <i>press</i>	Operator <i>press</i>	Proses <i>press</i> kertas ke kain	Kain kotor karna penyimpanan, kain kotor karena lantai produksi berdebu	Rutin melakukan pembersihan area kerja dari debu, mensterilkan tempat untuk meletakkan kain sebelum proses <i>press</i> , dan menjaga kebersihan rak penyimpanan
	Kualitas kain berbeda/jelek	Stasiun kerja <i>press</i>	Operator <i>press</i>	Proses <i>press</i> kertas ke kain	Kain dari <i>customer</i> berbeda kualitas dengan kain milik perusahaan	Melakukan komunikasi dan edukasi kepada <i>customer</i> terkait jenis kain yg berbeda akan mempengaruhi hasil <i>printing</i> kain
Method	Belum adanya <i>tenaga kerja</i> khusus <i>quality control</i>	Stasiun kerja <i>press</i>	Operator <i>press</i>	Proses <i>quality control</i>	Masih kekurangan <i>tenaga kerja</i> untuk <i>quality control</i>	Menambah <i>tenaga kerja</i> untuk bagian <i>quality control</i>
	Kurangnya ketelitian dalam inspeksi (QC)	Stasiun kerja <i>press</i>	Operator <i>press</i>	Proses <i>quality control</i>	Karena operator <i>press</i> juga sebagai <i>quality control</i> menjadikan operator kurang teliti	Menambah <i>tenaga kerja</i> untuk bagian <i>quality control</i>
Machine	Pengaturan mesin <i>print</i> yang berubah	Stasiun kerja <i>print</i>	Operator <i>print</i>	Proses <i>print</i> kertas	Pengaturan komputer mesin tiba-tiba berubah	Pelatihan untuk tiap operator agar memahami mesin dan pengaturan komputernya

warna yang keluar tidak konsisten	Stasiun kerja <i>print</i>	Operator <i>print</i>	Proses <i>print</i> kertas	Ketidaksesuaian kalibrasi atau <i>ink setting</i> warna pada mesin	Rutin melakukan kalibrasi dan standarisasi penggunaan tinta
Tinta bercecer pada kertas	Stasiun kerja <i>print</i>	Operator <i>print</i>	Proses <i>print</i> kertas	Kepala <i>printer</i> kotor atau kepala <i>printer</i> bocor	Melakukan pengecekan rutin dan pemantauan saat proses <i>print</i>

2. Waste Waiting

Pada proses produksi *printing* kain *sublime* pada *printex* semarang terdapat *waste waiting* yang memiliki presentase yaitu 17,16%. Maka dari identifikasi *waste* dilakukan usulan perbaikan dengan menggunakan 5W+ 1H sebagai berikut:

Tabel 4. 44 5W+1H Waste of Waiting

Faktor	Jenis waste (what)	Sumber waste (where)	Penanggung jawab (who)	Waktu (when)	Penyebab (why)	Saran perbaikan (how)
Man	Operator <i>print</i> menunggu konfirmasi <i>proofing</i>	Stasiun kerja <i>print</i>	<i>Customer servis</i> dan operator <i>print</i>	Proses <i>print full</i> desain ke kertas	Menunggu Konfirmaasi <i>proofing</i> dari <i>customer</i>	Membuat ketentuan batas waktu konfirmasi <i>proofing</i> , setiap konfirmasi <i>proofing</i> diberikah batas waktu konfirmasi maksimal 2 jam setelah <i>proofing</i> selesai
	Operator <i>press double job</i> sekaligus dengan <i>quality control</i>	Stasiun kerja <i>press</i>	Operator <i>press</i>	Proses <i>press</i> kertas ke kain dan <i>quality control</i>	Belum adanya <i>tenaga kerja</i> untuk bagian <i>quality control</i>	Menambah <i>tenaga kerja</i> untuk bagian <i>quality control</i>

<i>Material</i>	mencari kain sesuai pesanan	Stasiun kerja <i>press</i>	Operator <i>press</i>	Proses <i>press</i> kertas ke kain	Jenis kain yang digunakan beragam tergantung jenis produk	Memberi tanda jenis kain dengan jelas
	Penggantian ukuran kertas	Stasiun kerja <i>print</i>	Operator <i>print</i>	Proses <i>print full</i> desain ke kertas	Ukuran kertas yang digunakan beragam tergantung jenis produk	Saat penggantian kertas dapat dipercepat
<i>Method</i>	Proses konfirmasi <i>proofing</i> yang lama	<i>Customer servis</i>	<i>Customer servis</i>	Konfirmasi <i>proofing</i>	Konfirmasi <i>customer</i> dengan waktu tidak menentu	Membuat ketentuan batas waktu konfirmasi <i>proofing</i> , setiap konfirmasi <i>proofing</i> diberikah batas waktu konfirmasi maksimal 2 jam setelah <i>proofing</i> selesai
	<i>Quality control</i> dilakukan diatas mesin <i>press</i>	Stasiun kerja <i>press</i>	Operator <i>press</i>	<i>Quality control</i>	belum ada tempat <i>quality control</i> tersendiri dan belum ada <i>tenaga kerja</i> khusus <i>quality control</i>	Menyediakan tempat <i>quality control</i> tersendiri dan menambah <i>tenaga kerja</i> untuk bagian <i>quality control</i>
<i>Machine</i>	Antrian pada mesin <i>press</i>	Stasiun kerja <i>press</i>	Operator <i>press</i>	Proses <i>press</i>	Mesin <i>press</i> digunakan juga sebagai tempat <i>quality control</i>	Menyediakan tempat <i>quality control</i> tersendiri agar mesin <i>press</i> bisa segera digunakan
	Kecepatan antar mesin <i>print</i> yang berbeda	Stasiun kerja <i>print</i>	Operator <i>print</i>	Proses <i>print</i>	komputer yang digunakan antar mesin memiliki spesifikasi yang berbeda	Spesifikasi komputer bisa disamakan antar komputer atau ditingkatkan menjadi lebih baik

3. Waste Inventory

Pada proses produksi *printing* kain *sublime* pada *printex* semarang terdapat *waste inventory* yang memiliki presentasi 14,66%.

Maka dari identifikasi *waste* dilakukan usulan perbaikan dengan menggunakan 5W+ 1H sebagai berikut:

Tabel 4. 45 5W+1H *Waste of Inventory*

Faktor	Jenis <i>waste</i> (<i>what</i>)	Sumber <i>waste</i> (<i>where</i>)	Penanggung jawab (<i>who</i>)	Waktu (<i>when</i>)	Penyebab (<i>why</i>)	Saran perbaikan (<i>how</i>)
<i>Man</i>	<i>Raw material</i> menumpuk di area kerja <i>press</i>	Gudang bahan baku	Penanggung jawab <i>Printex</i> Semarang	Proses <i>press</i>	Beberapa raw material (kain) menumpuk di dekat area kerja <i>press</i>	Operator lebih sering merapikan area <i>press</i> agar tidak ada material kain yang menumpuk di dekat area kerja sehingga dapat mempermudah proses <i>press</i>
	Produk <i>defect</i> berada di sekitar area kerja <i>press</i>	Gudang bahan baku	Penanggung jawab <i>Printex</i> Semarang	Penyimpanan	Tidak disediakan tempat khusus untuk menampung kain <i>defect</i> produk sehingga masih berada di sekitar area <i>press</i>	Membuat tempat khusus untuk mengumpulkan produk <i>defect</i> agar area produksi lebih rapi dan tidak mengganggu proses <i>press</i> kain
<i>Material</i>	<i>Material</i> rusak saat disimpan	Gudang bahan baku	Penanggung jawab <i>Printex</i> Semarang	Penyimpanan	Penataan tempat penyimpanan yang kurang sesuai (berdebu dan tumpukan sembarangan) dan tidak dibungkus plastic sehingga menimbulkan <i>defect</i>	Melakukan penerapan 5S pada area penyimpanan

<i>Method</i>	Penyimpanan (rak kain) kurang rapi	Gudang bahan baku	Penanggung jawab <i>Printex</i> Semarang	Penyimpanan	Material yang berada di rak penyimpanan tidak tertata rapi karena seringnya proses pengambilan bahan dan penyimpanan bahan kain	Melakukan penerapan 5S pada area penyimpanan
---------------	------------------------------------	-------------------	--	-------------	---	--



4.2.5 Rekomendasi Perbaikan

Berdasarkan hasil analisa penyebab *waste* dengan menggunakan *fishbone diagram* kemudian dapat menentukan rekomendasi perbaikan yang dilakukan dengan analisa 5W+1H yang diharapkan dapat meminimasi *waste* pada proses produksi *printing* kain *sublime* sebagai langkah perancangan menggunakan pendekatan *lean manufacturing* sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan efektifitas proses produksi. Rekomendasi perbaikan yang dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Pelatihan Untuk Operator

Terjadinya *defect* pada proses produksi salah satu penyebabnya karena tidak adanya pelatihan khusus untuk tenaga kerja baru, tenaga kerja baru baik operator *print* ataupun operator *press* hanya berlatih mengoperasikan mesin dengan operator sebelumnya yang sudah ada sehingga tenaga kerja baru terkadang kurang menguasai seluk beluk dari mesin yang digunakan, pelatihan ini juga diperlukan agar operator dapat lebih cekatan dalam tugasnya dan tidak menimbulkan adanya *delay*. Maka dari itu dibutuhkan pelatihan untuk operator berguna untuk membekali dan menguasai mesin maupun komputer yang ada.

2. Persetujuan Konfirmasi *Proofing*

Terjadinya *waiting* dapat disebabkan karena lamanya menunggu konfirmasi hasil *proofing* oleh customer, maka dari itu diperlukan penentuan batas waktu maksimal konfirmasi dari *customer*, disini penulis menyarankan kepada *Customer servis* melakukan perjanjian dengan customer tentang ketentuan waktu konfirmasi *proofing* serta menghimbau ke customer agar memberikan konfirmasi *approval* maksimal 2 jam setelah *proofing* selesai baik konfirmasi secara online atau offline, jika setelah 2 jam tidak ada konfirmasi maka kain langsung dicetak sesuai pesanan..

3. Penambahan Tenaga Kerja

Pada stasiun kerja proses *press* berada pada satu tempat dengan *quality control*. Faktor yang menyebabkan terjadinya *waste waiting* karena operator *press* juga bertugas melakukan *quality control* sehingga operator *press*

melakukan *double job* yang menyebabkan antrian pada mesin *press*. Maka dari itu untuk menghindari adanya *waste waiting* diperlukan penambahan tenaga kerja untuk bagian *quality control*.

4. Menyediakan Tempat *Quality Control*

Pada stasiun kerja proses *press* berada pada satu tempat dengan *quality control*. Factor yang menyebabkan terjadinya *waste waiting* karena mesin *press* yang tersedia hanya satu dan diatas mesin *press* itu juga menjadi tempat dilakukannya *quality control* sehingga membuat antrian untuk dilakukan proses *press* menjadi lebih lama. Maka dari itu untuk meminimasi *waste waiting* pada mesin *press* ini dibutuhkan tempat khusus untuk melakukan *quality control* dan disini penulis mengusulkan penggunaan meja *cutting* dengan mempertahikan rata-rata antropometri sebagai berikut

- Lebar meja = rentangan tangan ± 150 cm maka digunakan lebar meja 150 cm
- Tinggi meja = tinggi pinggang berdiri ± 98 cm maka, digunakan tinggi meja 100 cm
- Panjang = Panjang meja dipertimbangkan dari panjangnya kain yang biasa digunakan, agar lebih cepat melakukan *Quality Control* dipilih meja dengan Panjang 240 cm

Sehingga ukuran meja yang dapat dibeli dengan acuan ukuran menurut antropometri yaitu meja dengan ukuran 240x150x100 cm dengan bahan sebagai tempat untuk proses *quality control*.



Gambar 4. 17 Meja Quality Control

Sumber: <https://www.yamatafeiyue.com/fy-mpt-meja-potong-kain/>

5. Menerapkan 5S pada Area Penyimpanan

5S merupakan sistem yang digunakan untuk meningkatkan lingkungan kerja, proses, dan melibatkan tenaga kerja pada rantai produksi. Kondisi lingkungan yang bersih dan rapi akan berpengaruh terhadap kinerja tenaga kerja dalam aktivitas produksi. Maka dari itu perlunya diterapkan 5S (*seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke*) pada area kerja *press* kain *sublime* untuk membuat lingkungan kerja yang lebih baik

- *Seiri* (pemilahan)

Seiri (pemilahan) adalah proses dimana mengatur, memilah barang-barang antara barang yang masih diperlukan atau barang yang sudah tidak diperlukan dan sebaiknya disingkirkan. Pada area *press* kain masih terjadi penumpukan kain-kain *defect* yang berada di sekitar area *press* kain sehingga mempersempit area *press* kain dan menghambat operator *press* dalam proses produksi. Maka dari itu diperlukan pemilahan dan menyingkirkan kain *defect* yang berada di sekitar area *press* kain bisa di pilah dan dipindahkan pada tempat lain agar pada area kerja *press* kain *steril* dan hanya terdapat barang-barang yang dibutuhkan saat produksi.

- *Seiton* (Penataan)
Seiton (penataan) adalah proses menyimpan barang dalam tata letak yang tertata sehingga operator tidak kesulitan dalam mencari bahan baku yang dibutuhkan. Pada rak penyimpanan kain masih belum tertata dengan rapi tidak sesuai dengan label kain, sehingga operator memerlukan waktu lebih lama dalam mencari jenis kain yang sesuai dengan kebutuhan, maka dari itu diperlukan penataan berkala dan lebih teliti meletakkan kain sesuai dengan jenisnya sehingga memperlancar dan mempermudah operator dalam mencari jenis kain.
- *Seiso* (pembersihan)
Seiso (pembersihan) adalah melakukan pembersihan area kerja maupun barang-barang agar tetap bersih dan rapi. Pada rak penyimpanan diperlukan pembersihan berkala 1-2 minggu sekali agar rak penyimpanan bersih dari debu dan karat besi yang dapat mengotori kain dan menyebabkan timbulnya *defect*.
- *Seiketsu* (Standarisasi)
Seiketsu (Standarisasi) adalah melakukan standarisasi atau konsistensi dalam menerapkan penataan, pemilahan dan pembersihan, dengan menjaga konsistensi penerapan 3S sebelumnya berjalan dengan baik di area kerja yang dibutuhkan. Visualisasi untuk menjaga konsistensi standarisasi dapat dilakukan dengan membuat poster pengingat yang berisikan himbauan dan peringatan untuk melakukan penataan di area rak penyimpanan, pemilahan barang defect, dan pembersihan area rak secara teratur sesuai ketentuan yang disepakati.
- *Shitsuke* (pembiasaan)
Shitsuke (pembiasaan) adalah memastikan penerapan 5S pada area press dan rak penyimpanan dilakukan dengan baik sesuai ketentuan yang ada dan melakukan audit pelaksanaan 5S secara berkala untuk mengetahui keberhasilan penerapan 5S, karena pembiasaan ini akan menciptakan lingkungan kerja yang lebih nyaman dan operator dapat bekerja lebih produktif.

Penerapan 5S pada area kerja *press* kain dan rak penyimpanan bahan baku bertujuan untuk menciptakan lingkungan lantai produksi yang bersih dan rapi untuk mempermudah operator di area produksi tersebut. dengan kondisi lingkungan yang kotor dan tidak tertata rapi dapat menghambat pekerjaan operator pada lantai produksi tersebut dan kondisi tersebut dapat meningkatkan adanya kemungkinan *defect* dan *waiting*. Sehingga untuk meminimalisir hal tersebut diperlukanya penerapan 5S pada area produksi *press* kain dan area rak penyimpanan.

Setelah mengetahui usulan perbaikan secara general untuk proses produksi printing kain printex semarang dibawah ini pada tabel 4.46 merupakan rekapitulasi rekomendasi untuk tiap waste:

Tabel 4. 46 Rekomendasi perbaikan untuk tiga waste tertinggi

No	Pemborosan (<i>waste</i>)	Usulan
1.	<i>Defect</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pelatihan operator 2. Penerapan 5S 3. Penambahan tenaga kerja <i>Quality Control</i> 4. Tempat melakukan <i>Quality Control</i>
2	<i>Waiting</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Persetujuan konfirmasi <i>proofing</i> 2. Penambahan tenaga kerja <i>Quality Control</i> 3. Tempat melakukan <i>Quality Control</i>
3	<i>Inventory</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penerapan 5S

4.2.6 Future State Mapping

Setelah dilakukan analisa *current stream mapping* dengan menggunakan alat bantu WAM dan VALSAT dengan tools yang terpilih yaitu *Process Activity Mapping* (PAM) menghasilkan bahwa pada proses produksi terdapat aktivitas yang tidak bernilai tambah (*Non Value Added Activity*) serta aktivitas yang harus dilakukan tetapi tidak bernilai tambah (*Necessary but Non Value Added Activity*) yang keduanya harus dikurangi bahkan dihilangkan. Pada tabel 4.46. dibawah ini merupakan rincian perhitungan minimasi untuk aktivitas yang tidak bernilai tambah (*Non Value Added Activity*)

Tabel 4. 47 *Non Value Added Activity*

Stasiun Kerja	Kegiatan NVA	NVA Sebelum Perbaikan (detik)	NVA Setelah Perbaikan (detik)	Keterangan
<i>Print full desain</i>	<i>Waiting</i>	522,9	0	Diharapkan setelah dilakukan pelatihan untuk operator, operator tidak lagi kesulitan dalam setting mesin dan komputer serta dapat mengatasi jika ada eror dalam mesin dan komputer, serta diharapkan komputer untuk tiap mesin memiliki performa lebih baik atau sama antar mesinnya
Press kertas ke kain	<i>Waiting</i>	1334,4	0	Proses <i>quality control</i> setelah proses <i>press</i> sudah dipindahkan ke meja <i>cutting</i> (meja QC) tidak berada di atas mesin <i>press</i> sehingga setelah satu proses selesai bisa langsung dilanjutkan ke proses selanjutnya dan mengurangi waktu antrian <i>press</i> kain.

Pada tabel 4.47 dibawah ini merupakan rincian perhitungan minimasi terhadap *Necessary but Non Value Added Activity*.

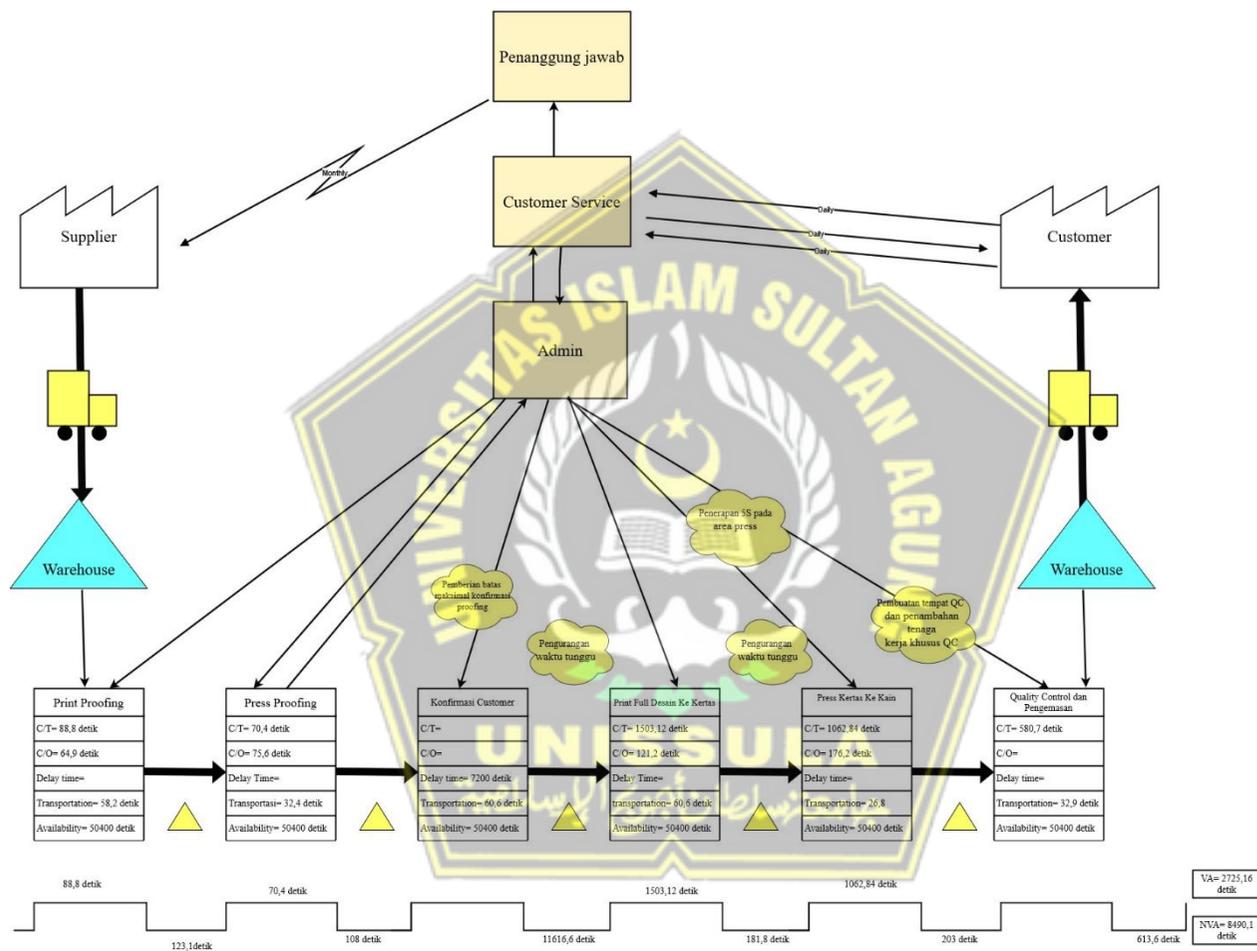
Tabel 4. 48 *Necessary but Non Value Added Activity* .

Stasiun Kerja	Kegiatan NNVA	NNVA Sebelum Perbaikan (detik)	NNVA Setelah Perbaikan (detik)	Keterangan
<i>Print Proofing</i>	Transportasi Admin Ke <i>Print Proofing</i>	58,2	58,2	Tidak ada perubahan
	Setup Mesin <i>Print Proofing</i>	64,9	64,9	Tidak ada perubahan
<i>Press proofing</i>	Transportasi Dari <i>Print Proofing</i> Ke <i>Press Proofing</i>	32,4	32,4	Tidak ada perubahan

	Setup Mesin <i>Press Proofing</i>	75,6	75,6	Tidak ada perubahan
Konfirmasi <i>customer</i>	Transportasi <i>Press Proofing</i> Ke Admin	60,6	60,6	Tidak ada perubahan
	Konfirmasi <i>Customer</i> (Persetujuan <i>Proofing</i>)	11556	7200	<i>Customer servis</i> melakukan perjanjian dengan customer tentang ketentuan waktu konfirmasi proofing serta menghimbau ke customer agar memberikan konfirmasi <i>approval</i> maksimal 2 jam setelah <i>proofing</i> selesai baik konfirmasi secara online atau offline, jika setelah 2 jam tidak ada konfirmasi maka kain langsung dicetak sesuai pesanan.
<i>Print full</i> desain ke kertas	Transportasi Admin Ke Proses <i>Print</i> Full Desain Ke Kertas	60,6	60,6	Tidak ada perubahan
	Setup Mesin <i>Print Full</i> Desain	121,2	121,2	Tidak ada perubahan
<i>Press</i> kertas ke kain	Transportasi Operator <i>Print</i> Ke Proses <i>Press</i> Kain	26,8	26,8	Tidak ada perubahan
	Setup Mesin <i>Press Kertas</i> Ke Kain	176,2	176,2	Tidak ada perubahan
	<i>Quality Control</i>	522	522	Tidak ada perubahan
	Pengemasan	58,7	58,7	Tidak ada perubahan

<i>Quality Control</i> dan pengemasan	Dari Pengemasan Ke Penyimpanan	32,9	32,9	Tidak ada perubahan
---------------------------------------	--------------------------------	------	------	---------------------





Gambar 4. 18 Future State Mapping

4.3 Analisa

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

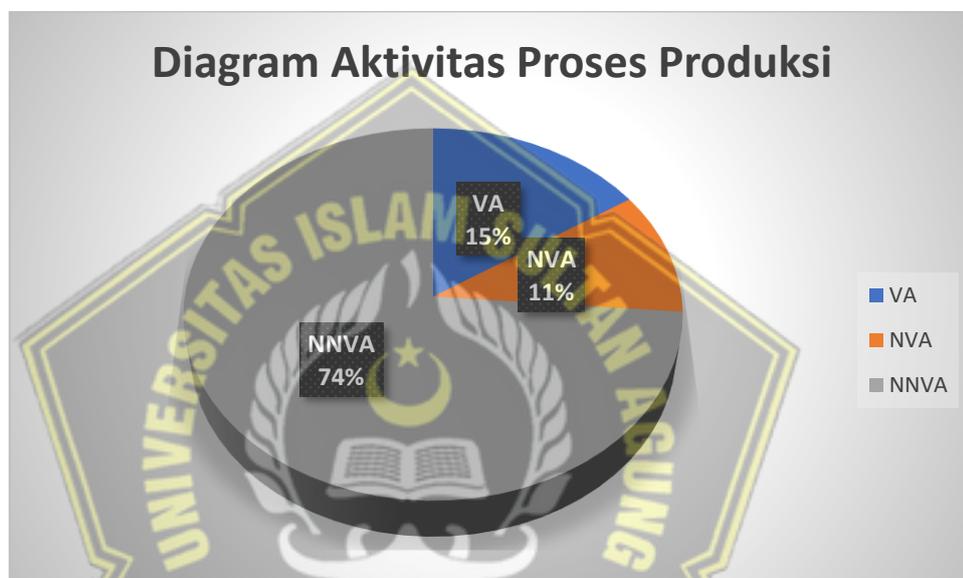
Nilai dari *value added activity* diperoleh dari waktu proses operasi yang terdapat pada *current state mapping*, yang termasuk dalam *value added activity* adalah aktifitas yang bernilai tambah, *non value added activity* adalah aktifitas yang tidak memberikan nilai tambah pada proses produksi, dan *necessary but non value added activity* merupakan aktivitas yang tidak bernilai tambah tetapi aktivitas ini sangat diperlukan untuk mendukung proses operasi menjadi lancar berikut ini merupakan hasil klasifikasi *value added activity* dan *necessary but non value added activity* dalam proses produksi *printing* kain *sublime* printex semarang.

Tabel 4. 49 klasifikasi VA, NVA, NNVA

No	Aktivitas	Waktu (detik)	Klasifikasi		
			VA	NVA	NNVA
1	Transportasi Admin Ke Print <i>Proofing</i>	58,2			✓
2	Setup Mesin Print <i>Proofing</i>	64,9			✓
3	Print <i>Proofing</i>	88,8	✓		
4	Transportasi Dari Print <i>Proofing</i> Ke Press <i>Proofing</i>	32,4			✓
5	Setup Mesin Press <i>Proofing</i>	75,6			✓
6	Proses Press <i>Proofing</i>	70,4	✓		
7	Transportasi Press <i>Proofing</i> Ke Admin	60,6			✓
8	Konfirmasi Customer (Persetujuan <i>Proofing</i>)	11556			✓
9	Transportasi Admin Ke Proses Print Full Desain Ke Kertas	60,6			✓
10	Waiting	522,9		✓	
11	Setup Mesin Print Full Desain	121,2			✓
12	Proses Print Full Desain Ke Kertas	1503,12	✓		
13	Transportasi Operator Print Ke Proses Press Kain	26,8			✓
14	Waiting	1334,4		✓	
15	Setup Mesin Press Kertas Ke Kain	176,2			✓

16	Proses Press Kertas Ke Kain	1062,84	✓		
17	Quality Control	522			✓
18	Pengemasan	58,7			✓
19	Dari Pengemasan Ke Penyimpanan	32,9			✓
	Total		2725,16	1857,3	12846,1

Grafik perbandingan *value added actifty*, *non value added actifty*, dan *necessary but non value added* dapat dilihat pada gambar 4.19 berikut ini



Gambar 4. 19 Grafik Aktivitas Proses Produksi

Berdasarkan grafik pada gambar 4.19 diatas dapat dilihat nilai *value added activity* sebesar 15%, nilai *non value added activity* 11%, dan *necessary but non value added* sebesar 74%.

4.3.2 Analisa Hasil Identifikasi Waste

Identifikasi *waste* pada tahap ini menggunakan metode *waste assessment model* (WAM). Metode ini digunakan untuk menyederhanakan pencarian permasalahan yang ada pada objek penelitian. Pada identifikasi *waste* ini terdapat 3 responden, yaitu penanggung jawan Printex Semarang, operator mesin *print*, dan operator mesin *press*.

4.3.2.1 Analisa Waste Relationship Matriks (WRM)

Waste Relation Matrix (WRM) digunakan untuk menganalisa pengukuran *waste* yang menunjukkan pengaruh ataupun efek dari masing-masing *waste*.

Tabel 4. 50 Analisa WRM

F/T	O	I	D	M	T	P	W	skor	%
O	10	2	2	2	2	0	2	20	10,10
I	6	10	6	2	4	0	0	28	14,14
D	4	6	10	10	8	0	10	48	24,24
M	0	4	2	10	0	2	6	24	12,12
T	2	2	2	2	10	0	6	24	12,12
P	4	2	8	2	0	10	4	30	15,15
W	4	2	8	0	0	0	10	24	12,12
Skor	30	28	38	28	24	12	38	198	
%	15,15	14,14	19,19	14,14	12,12	6,06	19,19		100,00

Pada tabel 4.49 diatas terdapat baris matriks “*from*” dan kolom matriks “*to*”, baris matriks “*from*” menunjukan jenis *waste* yang mempengaruhi *waste* lain dan kolom matriks “*to*” menunjukan jenis *waste* yang dipengaruhi oleh jenis *waste* lain.

Berdasarkan tabel 4.49 diatas dapat diperoleh presentase *waste* tertinggi yaitu pada baris *From Defect* (D) memiliki presentasi terbesar yaitu 24,24%. apabila *Waste Defect* terjadi maka akan memberikan pengaruh yang cukup besar ke *waste* lain.

Pada kolom *To Waiting* (W) memiliki presentasi tertinggi yaitu 19,19%. Presentasi tersebut menunjukan *waiting* merupakan proses yang paling banyak dipengaruhi oleh *waste* lain.

4.3.2.2 Analisa Waste Assessment Questionnaire (WAQ)

Untuk mengidentifikasi dan mengetahui *waste* yang paling dominan digunakan *Waste Assesment Questionnaire* (WAQ), WAQ ini terdiri atas 68 butir pertanyaan *assesment* yang menggambarkan suatu aktifitas, kondisi tertentu ataupun sifat yang memungkinkan timbulnya jenis *waste* tertentu. *Assesment* yang digunakan terdiri dari pertanyaan *from* dan *to* yang dikategorikan menjadi *man*, *machine*, *material*, dan *method*. Berikut ini hasil dari perankingan WAQ.

Tabel 4. 51 Peringkat Jenis Waste

No	Pemborosan (<i>waste</i>)	Presentase
1	<i>Defect</i>	30,34%
2	<i>Waiting</i>	17,16%
3	<i>Inventory</i>	14,66%
4	<i>Overproduction</i>	12,62%
5	<i>Transportation</i>	11,13%
6	<i>Motion</i>	11,02%
7	<i>Process</i>	3,05%

Hasil dari assesment pada tabel 4.50 diatas diperoleh peringkat *waste* yang paling dominan dan juga *waste* yang sangat berpengaruh terhadap *waste* lain yaitu *waste defect* dengan presentasi 30,34%, *waste waiting* dengan presentasi 17,16%, *waste inventory* dengan presentase 14,66%, *waste overproduction* dengan presentase 12,62%, *waste transportation* dengan presentase 11,13%, *waste motion* dengan presentase 11,02, dan *waste process* dengan presentase 3,05%.

4.3.3 Analisa Hasil Value Stream Analysis Tools (VALSAT)

Setelah mengetahui *waste* melalui hasil identifikasi *waste* menggunakan *Waste Assesment Model* (WAM), selanjutnya dilakukan detail *mapping tools* dengan menggunakan *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) dengan ketentuan detail *mapping tools* VALSAT dengan *low correlation* bernilai 1, *medium correlation* bernilai 3 dan *high correlation* bernilai 9.

Hasil detail *mapping tools* VALSAT dapat dilihat pada tabel ... berikut

Tabel 4. 52 Hasil Analisa VALSAT

Tools VALSAT	Total bobot	Presentasi	Ranking
Process Activity Mapping (PAM)	468,18	30,29%	1
Supply Chain Response Matrix (SCRM)	335,26	21,69%	2
Quality Filter Mapping (QFM)	288,73	18,68%	3
Demand Amplification Mapping (DAM)	221,28	14,31%	4
Decision Point Analysis (DPA)	136,37	8,82%	5
Production Variety Funnel (PVF)	70,29	4,55%	6
Physical Structure (PS)	25,79	1,67%	7

Berdasarkan tabel 4.50 diatas, dari nilai ranking dan total diketahui bahwa PAM (*Process Activity Mapping*) memperoleh nilai tertinggi sebesar 468,18

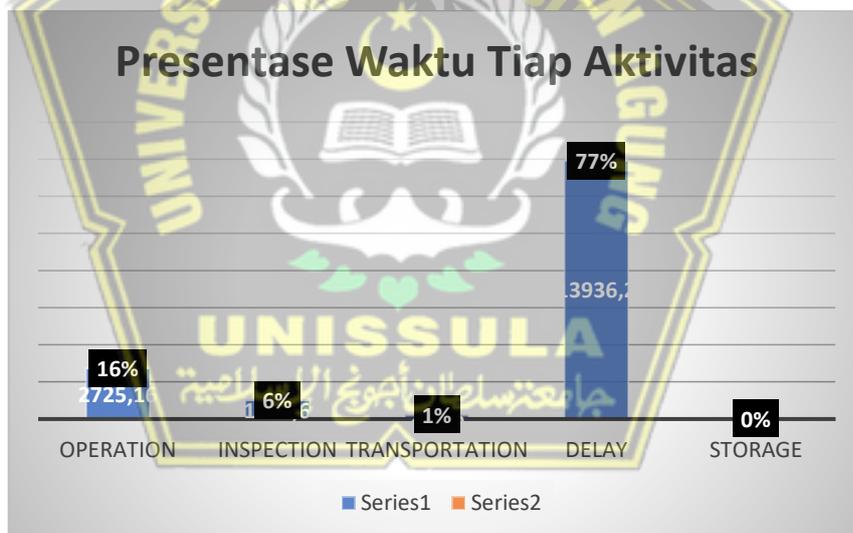
Sehingga menjadi tools terpilih yang digunakan untuk menganalisa *waste* lebih detail.

Terdapat 20 aktivitas dalam *Process Activity Mapping* yang terdiri dari aktivitas operasi sebanyak 4 aktivitas, aktivitas inspeksi sebanyak 7 aktifitas, aktifitas transportasi sebanyak 5 aktivitas, aktivitas delay sebanyak, 3 aktivitas, dan aktivitas storage sebanyak 1 aktivitas. aktivitas dalam *Process Activity Mapping* dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 4. 53 Presentase Aktivitas

Jenis aktivitas	<i>Operation</i>	<i>Inspection</i>	<i>Transportation</i>	<i>Delay</i>	<i>Storage</i>	Total
Jumlah aktivitas	4	6	5	3	1	19
Waktu (detik)	2725,16	1018,6	238,6	13936,2	32,9	26711,46
presentase	16%	6%	1%	77%	0%	100%

Berdasarkan tabel 4.52 diatas, dapat digambarkan perbandingan antar aktivitas dan waktunya



Gambar 4. 20 Presentase Waktu Tiap Aktivitas

grafik pada gambar 4.20 diatas presentase tertinggi terdapat pada *delay* dengan presentasi 77%, dan *delay* masuk ke dalam *non value added activity*. Berikut ini klasifikasi *value added activity*, *non value added activity*, dan *cessary but non value added* yaitu sebagai berikut:

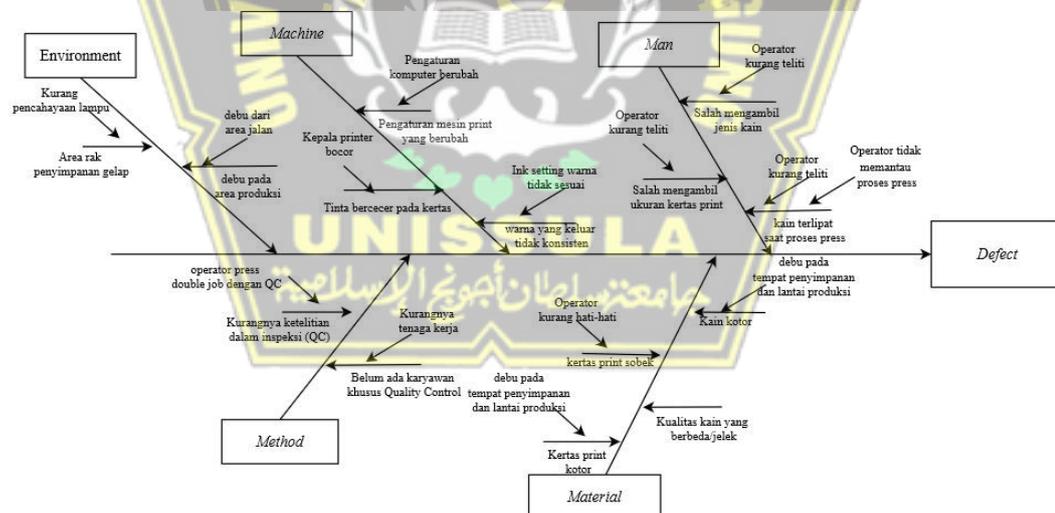
Tabel 4. 54 Presentase VA, NVA, NNVA

Aktivitas	Jumlah	Waktu (detik)	Presentase
VA	4	2725,16	10%
NVA	2	1857,3	9%
NNVA	13	12846,1	81%
Total	19	17428,56	100%

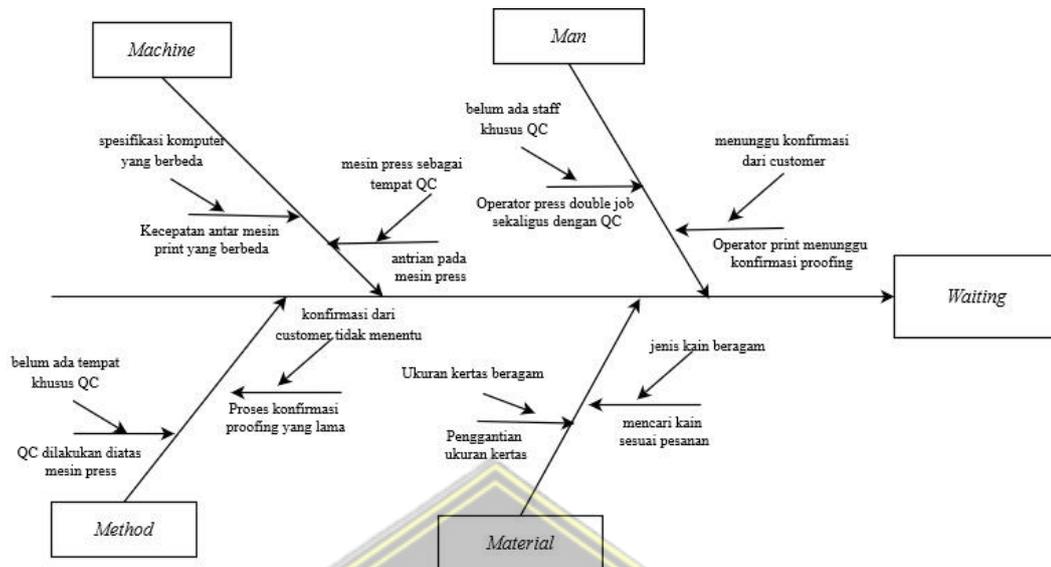
Berdasarkan tabel 4.53 diatas diketahui *value added activity* sebesar 2725,16 detik dengan presentasi 10%, *non value added activity* sebesar 1857,3 detik dengan presentasi 9%, dan *necessary but non value added activity* sebesar 12846,1 detik dengan presentasi 81%, Waktu aktifitas tertinggi terjadi pada *necessary but non value added activity*.

4.3.4 Analisa Identifikasi Penyebab Waste Dengan Fishbone Diagram

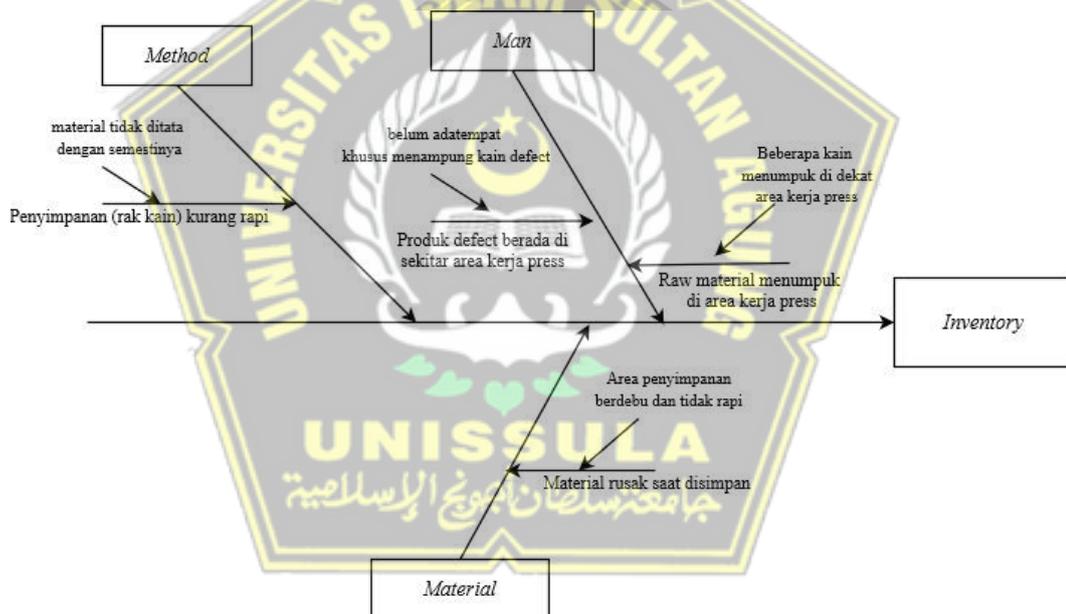
Dalam mengidentifikasi akar penyebab *waste* pada proses produksi *printing* kain *sublime* diambil tiga waste teratas yang akan diidentifikasi penyebab pemborosannya. Identifikasi penyebab *waste* ini menggunakan *fishbone* diagram dapat dilihat pada gambar 4.21, 4.22, dan 4.23 berikut



Gambar 4. 21 Fishbone Diagram Waste Defect



Gambar 4. 22 Fishbone Diagram Waste Waiting



Gambar 4. 23 Fishbone Diagram Waste Inventory

4.3.5 Analisa Usulan Perbaikan Dengan 5W + 1H

Setelah mengetahui akar permasalahan waste yang ada terkait *waste of defect*, *waste of waiting*, dan *waste of inventory* maka penulis memberikan usulan perbaikan untuk masalah yang timbul yaitu sebagai berikut

Rekomendasi usulan perbaikan yang dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Pelatihan Untuk Operator

Terjadinya *defect* pada proses produksi salah satu penyebabnya karena tidak adanya pelatihan khusus untuk tenaga kerja baru, tenaga kerja baru baik operator *print* ataupun operator *press* hanya berlatih mengoperasikan mesin dengan operator sebelumnya yang sudah ada sehingga tenaga kerja baru terkadang kurang menguasai seluk beluk dari mesin yang digunakan, pelatihan ini juga diperlukan agar operator dapat lebih cekatan dalam tugasnya dan tidak menimbulkan adanya *delay*. Maka dari itu dibutuhkan pelatihan untuk operator berguna untuk membekali dan menguasai mesin maupun komputer yang ada.

2. Persetujuan Konfirmasi *Proofing*

Terjadinya *waiting* dapat disebabkan karena lamanya menunggu konfirmasi hasil *proofing* oleh customer, maka dari itu diperlukan penentuan batas waktu maksimal konfirmasi dari *customer*, disini penulis menyarankan kepada *Customer servis* melakukan perjanjian dengan customer tentang ketentuan waktu konfirmasi *proofing* serta menghimbau ke customer agar memberikan konfirmasi *approval* maksimal 2 jam setelah *proofing* selesai baik konfirmasi secara online atau offline, jika setelah 2 jam tidak ada konfirmasi maka kain langsung dicetak sesuai pesanan..

3. Penambahan Tenaga Kerja

Pada stasiun kerja proses *press* berada pada satu tempat dengan *quality control*. Factor yang menyebabkan terjadinya *waste waiting* karena operator *press* juga bertugas melakukan *quality control* sehingga operator *press* melakukan *double job* yang menyebabkan antrian pada mesin *press*. Maka dari itu untuk menghindari adanya *waste waiting* diperlukan penambahan tenaga kerja untuk bagian *quality control*.

4. Menyediakan Tempat *Quality Control*

Pada stasiun kerja proses *press* berada pada satu tempat dengan *quality control*. Factor yang menyebabkan terjadinya *waste waiting* karena mesin *press* yang tersedia hanya satu dan diatas mesin *press* itu juga menjadi tempat dilakukannya *quality control* sehingga membuat antrian untuk dilakukan proses *press* menjadi lebih lama. Maka dari itu untuk meminimasi

waste waiting pada mesin press ini dibutuhkan tempat khusus untuk melakukan *quality control* dan disini penulis mengusulkan penggunaan meja *cutting* dengan mempertahankan rata-rata antropometri sebagai berikut

- Lebar meja = rentangan tangan ± 150 cm maka digunakan lebar meja 150 cm
- Tinggi meja = tinggi pinggang berdiri ± 98 cm maka, digunakan tinggi meja 100 cm
- Panjang = Panjang meja dipertimbangkan dari panjangnya kain yang biasa digunakan, agar lebih cepat melakukan *Quality Control* dipilih meja dengan Panjang 240 cm

Sehingga ukuran meja yang dapat dibeli dengan acuan ukuran menurut antropometri yaitu meja dengan ukuran 240x150x100 cm dengan bahan sebagai tempat untuk proses *quality control*.



Gambar 4. 24 Meja Quality Control

Sumber: <https://www.yamatafeiyue.com/fy-mpt-meja-potong-kain/>

5. Menerapkan 5S pada Area Penyimpanan

5S merupakan sistem yang digunakan untuk meningkatkan lingkungan kerja, proses, dan melibatkan tenaga kerja pada rantai produksi. Kondisi lingkungan yang bersih dan rapi akan berpengaruh terhadap kinerja tenaga kerja dalam aktivitas produksi. Maka dari itu perlunya diterapkan 5S (*seiri*,

seiton, seiso, seiketsu, shitsuke) pada area kerja *press* kain *sublime* untuk membuat lingkungan kerja yang lebih baik

- *Seiri* (pemilahan)

Seiri (pemilahan) adalah proses dimana mengatur, memilah barang-barang antara barang yang masih diperlukan atau barang yang sudah tidak diperlukan dan sebaiknya disingkirkan. Pada area *press* kain masih terjadi penumpukan kain-kain *defect* yang berada di sekitar area *press* kain sehingga mempersempit area *press* kain dan menghambat operator *press* dalam proses produksi. Maka dari itu diperlukan pemilahan dan menyingkirkan kain *defect* yang berada di sekitar area *press* kain bisa di pilah dan dipindahkan pada tempat lain agar pada area kerja *press* kain *steril* dan hanya terdapat barang-barang yang dibutuhkan saat produksi.

- *Seiton* (Penataan)

Seiton (penataan) adalah proses menyimpan barang dalam tata letak yang tertata sehingga operator tidak kesulitan dalam mencari bahan baku yang dibutuhkan. Pada rak penyimpanan kain masih belum tertata dengan rapi tidak sesuai dengan label kain, sehingga operator memerlukan waktu lebih lama dalam mencari jenis kain yang sesuai dengan kebutuhan, maka dari itu diperlukan penataan berkala dan lebih teliti meletakkan kain sesuai dengan jenisnya sehingga memperlancar dan mempermudah operator dalam mencari jenis kain.

- *Seiso* (pembersihan)

Seiso (pembersihan) adalah melakukan pembersihan area kerja maupun barang-barang agar tetap bersih dan rapi. Pada rak penyimpanan diperlukan pembersihan berkala 1-2 minggu sekali agar rak penyimpanan bersih dari debu dan karat besi yang dapat mengotori kain dan menyebabkan timbulnya *defect*.

- *Seiketsu* (Standarisasi)

Seiketsu (Standarisasi) adalah melakukan standarisasi atau konsistensi dalam menerapkan penataan, pemilahan dan pembersihan, dengan

menjaga konsistensi penerapan 3S sebelumnya berjalan dengan baik di area kerja yang dibutuhkan. Visualisasi untuk menjaga konsistensi standarisasi dapat dilakukan dengan membuat poster pengingat yang berisikan himbauan dan peringatan untuk melakukan penataan di area rak penyimpanan, pemilahan barang defect, dan pembersihan area rak secara teratur sesuai ketentuan yang disepakati.

- *Shitsuke* (pembiasaan)

Shitsuke (pembiasaan) adalah memastikan penerapan 5S pada area press dan rak penyimpanan dilakukan dengan baik sesuai ketentuan yang ada dan melakukan audit pelaksanaan 5S secara berkala untuk mengetahui keberhasilan penerapan 5S, karena pembiasaan ini akan menciptakan lingkungan kerja yang lebih nyaman dan operator dapat bekerja lebih produktif.

Penerapan 5S pada area kerja *press* kain dan rak penyimpanan bahan baku bertujuan untuk menciptakan lingkungan rantai produksi yang bersih dan rapi untuk mempermudah operator di area produksi tersebut. dengan kondisi lingkungan yang kotor dan tidak tertata rapi dapat menghambat pekerjaan operator pada rantai produksi tersebut dan kondisi tersebut dapat meningkatkan adanya kemungkinan *defect* dan *waiting*. Sehingga untuk meminimalisir hal tersebut diperlukanya penerapan 5S pada area produksi *press* kain dan area rak penyimpanan.

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

Berdasarkan usulan perbaikan yang telah diusulkan akan berpengaruh pada nilai *value added activity*, *non value added activity* dan *necessary but non value added* pada *future state mapping*, setelah adanya rekomendasi perbaikan nilai *value added* (VA) diperoleh sebesar 2725,16 detik, *non value added activity* (NVA) diperoleh sebesar 0 detik, dan nilai *necessary but non value added* (NNVA) diperoleh sebesar 8371,26 detik.

Hal ini menunjukkan bahwa terdapat pengurangan waktu pada aliran produksi pada *future state mapping*, berikut ini perbandingan VA, NVA, dan NNVA sebelum dan sesudah adanya rencana perbaikan.

Tabel 4. 55 perbandingan sebelum dan sesudah perbaikan

Klasifikasi	VA (detik)	NVA (detik)	NNVA (detik)	Total
Sebelum perbaikan	2725,16	1857,3	12846,1	17428,56
Sesudah perbaikan	2725,16	0	5646,1	8371,26
Total pengurangan	0	1857,3	7200	9057,3
Presentase pengurangan	0%	21%	79%	100%

Berdasarkan tabel di atas digambarkan grafik perbandingan VA, NVA, dan NNVA setelah adanya perbaikan



Gambar 4. 25 Perbandingan VA, NVA, NNVA pada FSM

Berdasarkan grafik pada gambar 4.25 dapat dilihat nilai *value added activity* (VA) diperoleh sebesar 33%, *non value added activity* (NVA) diperoleh sebesar 0%, dan nilai *necessary but non value added activity* (NNVA) diperoleh sebesar 67%.

4.4 Pembuktian Hipotesa

Hipotesis menunjukkan adanya produk cacat (*defect*) seperti kain kotor, kain berlubang, dan pada setiap roll kain pasti ada bagian yang dibuang karena tidak sesuai dengan SOP perusahaan, terjadinya waktu menunggu (*waiting*) yang lama dari proses *printing* dikarenakan antrian untuk mesin press dikarenakan mesin yang tersedia hanya sedikit dan juga jeda pengerjaan satu file ke file yang lain juga memakan waktu. Berdasarkan permasalahan yang ada dapat diselesaikan dengan konsep *lean manufacturing* dengan menggunakan metode *waste assesment model* (WAM) dan *value stream analysis tools* (VALSAT), dengan konsep tersebut mampu menyelesaikan masalah yang ada dengan solusi perbaikan yang dibuktikan

dengan jumlah leadtime yang berkurang dan pemberian rekomendasi perbaikan untuk mengatasi masalah yang ada.

Pembuktian hipotesa pada kecepatan proses produksi, yang dapat mengurangi *waste waiting* 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 mapping* (FSM).

Tabel 4. 56 Perbandingan CSVSM dan FSM

Aktivitas	Sebelum Perbaikan (detik)	Setelah Perbaikan (detik)	Selisih (detik)	Presentase Perbaikan
VA	2725,16	2725,16	0	0%
NVA	1857,3	0	1857,3	100%
NNVA	12846,1	5646,1	7200	56%
Total lead time	17428,56	8371,26	9057,3	56%

Dapat dilihat pada tabel 4.54 pada value added activity setelah perbaikan tidak ada perubahan tetap pada 2725,16 detik, non value added activity setelah perbaikan menjadi 0 detik, dan *necessary but non value added* setelah perbaikan menjadi 5646,1 detik.

Terdapat pula usulan lain untuk rekomendasi perbaikan pelatihan operator, menentukan batas waktu konfirmasi *proofing*, penambahan tenaga kerja, menyediakan tempat *quality control*, dan penerapan 5S pada area penyimpanan.

Usulan- usulan yang diberikan saling berkaitan satu sama lain untuk mengurangi adanya *waste defect*, *waste waiting*, dan *waste inventory*.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Pemborosan (*waste*) pada proses produksi *printing* kain *sublime* pada Printex Semarang yang Indentifikasi pemborosan menggunakan *waste assesment model* (WAM) mendapatkan hasil *waste defect* dengan presentase 30,34%, *waste waiting* degan presentase 17,16%, *waste inventory* dengan presentase 14,66%, *waste overproduction* dengan presentase 12,62%, *waste transportation* dengan presentase 11,13, *waste motion* dengan presentase 11,02%, dan *waste process* dengan presentase 3,05%. Maka dapat waste terbesar ada proses produksi *printing* kain *sublime* pada Printex Semarang yaitu *waste defect*, *waste waiting*, dan *waste inventory*
2. Pemetaan aliran nilai pada proses produksi *printing* kain *sublime* pada Printex Semarang digambarkan dengan menggunakan *Current State Value Stream Mapping* (CVSM) dan *Future State Mapping* dengan hasil *Current State Value Stream Mapping* (CVSM) dengan *Value Added Activity* (VA) 2.725,16 detik, *Non Value Added Activity* (NVA) 1.857,3 detik dan *Necessary but Non Value Added Activity* (NNVA) 12.846,1 detik dengan total *lead time* 17.428,56 detik
Future State Mapping dengan *Value Added Activity* (VA) 2.725,16 detik, *Non Value Added Activity* (NVA) 0 detik dan *Necessary but Non Value Added Activity* (NNVA) 8.490,1 detik dengan total *lead time* 11.215,6 detik sehingga *lead time* pada CVSM dan FSM terjadi penurunan sebesar 6.213,3 detik.
terjadi minimasi *waste* yang dilakukan secara signifikan merupakan dampak dari penerapan rekomendasi perbaikan sehingga *lead time* produksi berkurang dan produksi menjadi lebih efisien.

3. Usulan perbaikan yang diusulkan peneliti sebagai upaya meminimasi *waste* yang ada pada proses produksi *printing* kain *sublime* Printex Semarang sebagai berikut:
 - a. Pelatihan untuk operator
 - b. Persetujuan konfirmasi *proofing*
 - c. Penambahan tenaga kerja
 - d. Menyediakan tempat *quality control*
 - e. Menerapkan 5S pada area penyimpanan

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan adapun saran yang dapat diberikan untuk penelitian ini yaitu:

1. Hasil penelitian ini menghasilkan sejumlah usulan perbaikan yang dapat dijadikan acuan atau bahan pertimbangan oleh perusahaan Printex Semarang pada proses *printing* kain *sublime*.
2. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menelusuri akar permasalahan *waste* secara lebih mendalam dan terperinci, dimulai dari tahap awal produksi hingga produk akhir diterima oleh *customer*.
3. Diharapkan untuk peneliti selanjutnya mempertimbangkan aspek finansial dalam menentukan rekomendasi dan saran perbaikan bagi perusahaan.



DAFTAR PUSTAKA

- Abdul, M, and Sofiani Nalwin Nurbani. 2022. "Valsat Untuk Mengurangi Waste Proses Produksi Teh." 4(1): 24–35.
- Fole, Asrul, and Januar Kulsaputro. 2023. "Implementation Of Lean Manufacturing To Reduce Waste In The Passion Fruit Syrup Production Process." *Journal of Industrial Engineering Innovation* 01(01): 23–29.
- Haekal, Jakfat. 2022. "Integration of Lean Manufacturing and Promodel Simulation on Repair Production Process Flow of Polysilane Bottle Printing Using VSM, WAM, VALSAT, And RCA Methods: Case Study Packaging Manufacturing Company." *International Journal Of Scientific Advances* 3(2): 235–43. doi:10.51542/ijscia.v3i2.15.
- Hines, Peter, and Nick Rich. 1997. "Mapping Tools." *International Journal of Operations & Production Management* 17(1): 46–64.
- Irawan, Atok, and Boy Isma Putra. 2021. "Identifikasi Waste Kritis Pada Proses Produksi Pallet Plastik Menggunakan Metode WAM (Waste Assessment Model) Di PT. XYZ." *Jurnal SENOPATI: Sustainability, Ergonomics, Optimization, and Application of Industrial Engineering* 3(1): 20–29. doi:10.31284/j.senopati.2021.v3i1.2098.
- Krisnanti, Ella Dewi, and Annisa Kesya Garside. 2022. "Penerapan Lean Manufacturing Untuk Meminimasi Waste Percetakan Box." *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya* 8(2): 99–108. doi:10.30656/intech.v8i2.4780.
- Kulkarni, Rick G. 2007. "Going Lean in the Emergency Department: A Strategy for Addressing Emergency Department Overcrowding." *MedGenMed Medscape General Medicine* 9(4).
- Ma'ruf, Zaenal, Novi Marlyana, and Andre Sugiyono. 2021. "Analisis Penerapan Llean Manufacturing Dengan Metode Valsat Untuk Memaksimalkan Produktivitas Pada Proses Operasi Crusher (Studi Kasus Di PT Semen Gresik Pabrik Rembang)." *Prosiding Seminar Nasional Konstelasi ilmiah Mahasiswa UNISSULA 5 (KIMU 5)* 5(1): 10–20.
- Mayang, Virarey, Lusia Permata Sari Hartanti, and Julius Mulyono. 2022. "Identifikasi Waste Pada Proses Produksi Paku Menggunakan Metode Waste Assessment Model." *Buletin Profesi Insinyur* 5(1): 1–8. doi:10.20527/bpi.v5i1.122.
- McWilliams, Douglas L., and Edem G. Tetteh. 2009. "Managing Lean DRC Systems with Demand Uncertainty: An Analytical Approach." *International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 45(9–10): 1017–32. doi:10.1007/s00170-009-2030-y.

- Naziihah, Afifah, Jauhari Arifin, and Billy Nugraha. 2022. "Identifikasi Waste Menggunakan Waste Assessment Model (WAM) Di Warehouse Raw Material PT. XYZ." *Jurnal Media Teknik dan Sistem Industri* 6(1): 30. doi:10.35194/jmtsi.v6i1.1599.
- Ohno, Taiichi, and Norman Bodek. 2019. "Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production." *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*: 1–143. doi:10.4324/9780429273018.
- Rahayu, Sri, Pram Eliyah Yuliana, and Kelvin. 2024. "Penggunaan Metode VALSAT Dan WAM Untuk Mereduksi Waste Pada Pabrik Timah Di Pasuruan." *Journal of Information System, Graphics, Hospitality and Technology* 6(1): 1–7. <https://jurnal.istts.ac.id/index.php/insight/article/view/335>.
- Rawabdeh, Ibrahim A. 2005. "A Model for the Assessment of Waste in Job Shop Environments." *International Journal of Operations and Production Management* 25(8): 800–822. doi:10.1108/01443570510608619.
- Restuningtias, Gian, Ni Made Sudri, and Yenny Widianty. 2020. "Peningkatan Efisiensi Proses Produksi Benang Dengan Pendekatan Lean Manufacturing Menggunakan Metode WAM Dan VALSAT Di PT. XYZ." *Jurnal IPTEK* 4(1): 27–32. doi:10.31543/jii.v4i1.158.
- Syakhroni, Akhmad, Teguh Prabowo, and Brav Deva Bernadhi. 2019. "Usulan Penerapan Manufacturing Cycle Effectiveness (MCE) Untuk Meningkatkan Efektivitas Lini Produksi Dengan Menggunakan Alat Bantu Value Stream Mapping Dan Root Cause Analysis." *Prosiding SENIATI*: 149–54.
- Syakhroni, Kuncoro, and Ernawati. 2023. "Proposed Implementation of Lean Manufacturing To Reduce Waste in Plywood Production." *Engineering and Technology Journal* 08(10): 2940–48. doi:10.47191/etj/v8i10.17.
- Tilak, Minakshi, Eileen Van Aken, Tom Mcdonald, and Kannan Ravi. 2002. "Value Stream Mapping: A Review and Comparative Analysis of Recent Applications." *IIE Annual Conference.Proceedings* (0118): 1–6.
- Wee, H. M., and S. Simon. 2009. "Lean Supply Chain and Its Effect on Product Cost and Quality: A Case Study on Ford Motor Company." *Supply Chain Management: An International Journal* 14(5): 335–41. doi:10.1108/13598540910980242.