TUGAS AKHIR – TI 184833

ELIMINASI *WASTE* UNTUK PERBAIKAN SISTEM PRODUKSI MENGGUNAKAN PENDEKATAN *LEAN MANUFACTURING* PADA PT. WANGSA JATRA LESTARI

BAGAS ABDURRAHMAN RAMADHAN
NRP. 02411640000027

Dosen Pembimbing:
Dr. Ir. Mokh Suef, M.Sc(Eng)
NIP. 196506301990031002

Dosen Ko Pembimbing:
Yudha Prasetyawan, S.T., M.Eng.
NIP. 197705232000031002

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM DAN INDUSTRI
Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

TUGAS AKHIR – TI 184833

ELIMINASI *WASTE* UNTUK PERBAIKAN SISTEM PRODUKSI MENGGUNAKAN PENDEKATAN *LEAN MANUFACTURING* PADA PT. WANGSA JATRA LESTARI

BAGAS ABDURRAHMAN RAMADHAN
NRP. 02411640000027

Dosen Pembimbing:
Dr. Ir. Mokh Suef, M.Sc(Eng)
NIP. 196506301990031002

Dosen Ko Pembimbing:
Yudha Prasetyawan, S.T., M.Eng.
NIP. 197705232000031002

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM DAN INDUSTRI
Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

FINAL PROJECT – TI 184833

WASTE ELIMINATION FOR THE IMPROVEMENT OF PRODUCTION SYSTEM BY USING LEAN MANUFACTURING APPROACH ON PT. WANGSA JATRA LESTARI

BAGAS ABDURRAHMAN RAMADHAN
NRP. 02411640000027

Supervisor :
Dr. Ir. Mokh Suef, M.Sc(Eng)
NIP. 196506301990031002

Co-Supervisor :
Yudha Prasetyawan, S.T., M.Eng.
NIP. 197705232000031002

SYSTEMS AND INDUSTRIAL ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Industrial Technology And Systems Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

LEMBAR PENGESAHAN

ELIMINASI *WASTE* UNTUK PERBAIKAN SISTEM PRODUKSI MENGGUNAKAN PENDEKATAN *LEAN MANUFACTURING* PADA PT. WANGSA JATRA LESTARI

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem dan Industri
Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :
Bagas Abdurrahman Ramadhan
NRP 02411640000027

Mengetahui dan Menyetujui,

Dosen Pembimbing	**Dosen Ko-Pembimbing**
Dr. Ir. Mokh Suef, M.Sc(Eng).	**Yudha Prasetyawan, S.T., M.Eng.**
NIP. 196506301990031002	NIP. 197705232000031002

SURABAYA, AGUSTUS 2020

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

ELIMINASI *WASTE* UNTUK PERBAIKAN SISTEM PRODUKSI MENGGUNAKAN PENDEKATAN *LEAN MANUFACTURING* PADA PT. WANGSA JATRA LESTARI

Nama : Bagas Abdurrahman Ramadhan
NRP : 02411640000027
Departemen : Teknik Sistem dan Industri
Pembimbing : Dr. Ir. Mokh Suef, M.Sc(Eng).
Ko Pembimbing : Yudha Prasetyawan, S.T., M.Eng.

ABSTRAK

Industri kemasan kertas memiliki prospek yang sangat besar. Persaingan antar industri kemasan juga semakin ketat. PT Wangsa Jatra Lestari merupakan salah satu industri percetakan yang produk utamanya adalah kardus kemasan berbahan dasar kertas. Pada lantai produksi ditemukan beberapa *waste* yang menghambat jalannya proses produksi. Permasalahan tersebut meliputi panjangnya *lead time,* banyaknya produk *defect*, banyaknya *inventory* dan lain sebagainya. Beberapa *waste* saling memengaruhi dan mendatangkan kerugian bagi perusahaan. Maka dari itu dibutuhkan eliminasi *waste* untuk memperbaiki sistem produksi tersebut. Penelitian ini dilakukan untuk membantu perusahaan dalam eliminasi *waste* dengan menggunakan pendekatan *lean manufacturing*. Penelitian ini dimulai dengan melakukan identifikasi terhadap proses produksi eksisting melalui *Operation Process Chart, Value Stream Mapping,* dan *Process Activity Mapping.* Selanjutnya dilakukan pendekatan *Lean Assessment Matrix* untuk mengidentifikasi adanya *waste* kritis. *Waste* kritis yang didapat meliputi *finished goods* yang menunggu terlalu lama di gudang (*waiting),* adanya penumpukan WIP yang memakan tempat di lantai produksi *(inventory)*, dan terdapat *defect* berupa hasil cetakan yang rusak pada mesin cetak *(defect).* Berdasarkan *waste* kritis dipilih beberapa *waste elimination action* terbaik untuk diterapkan, meliputi perbaikan prosesdur penerimaan *order,* Perbaikan proses *set up,* dan penerapan *Total Productive Maintenance*. Hasil yang didapatkan apabila dilakukan penerapan adalah menurunnya jumlah *defect* yang dihasilkan, menurunnya penumpukan WIP dan menurunnya waktu tunggu produk jadi untuk dikirim sehingga sistem produksi perusahaan dapat berjalan dengan lancar dan dapat memenuhi *value* yang diharapkan *customer* meliputi, warna, ukuran, desain, jumlah, bahan dasar, dan *lead time* produksi.

Kata kunci : *Lean Manufacturing, Waste, Lean Assessment Matrix, Value Stream Mapping, Process Activity Mapping, Operation Process Chart.*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

WASTE ELIMINATION FOR THE IMPROVEMENT OF PRODUCTION SYSTEM BY USING LEAN MANUFACTURING APPROACH ON PT. WANGSA JATRA LESTARI

Nama	: Bagas Abdurrahman Ramadhan
NRP	: 02411640000027
Departemen	: Teknik Sistem dan Industri
Pembimbing	: Dr. Ir. Mokh Suef, M.Sc(Eng).
Ko Pembimbing	: Yudha Prasetyawan, S.T., M.Eng.

ABSTRACT

The paper packaging industry has huge prospects. The competition among the packaging industries is also getting tougher. PT Wangsa Jatra Lestari is one of the printing industries whose main product is paper-based cardboard packaging. On the production floor, several wastes were found that impeded the production process. These problems include the length of lead time, the number of defect products, the amount of inventory and so forth. Some wastes affect each other and bring harm to the company. Therefore, elimination of waste is needed to improve the production system. This research was conducted to assist company in eliminating waste by using lean manufacturing approach. This research begins by describing the existing production process through Operation Process Chart, Value Stream Mapping, and Process Activity Mapping. After that, Lean Assessment Matrix approach is used to identify critical waste. The Critical wastes obtained are finished goods that wait too long in the warehouse (waiting), the buildup of WIP that takes place on the production floor (inventory), and there are defects in the form of printed prints that are damaged on the printing presses (defect). Based on these critical wastes, some of the best waste elimination actions are chosen to be applied, including the improvement towards the process of receiving orders, the improvemnt towards the set up process, and the implementation Total Productive Maintenance. The results obtained when the implementation is done are the decrease the deffects from process, the decrease in the WIP stacking and the decrease in the waiting time of the finished products to be sent so that the company's production system can run smoothly and can meet the customer expected values including, color, size, design, quantity, material basis, and production lead time.

Keyword : Lean Manufacturing, Waste, Lean Assessment Matrix, Value Stream Mapping, Process Activity Mapping, Operation Process Chart**.**

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah S.W.T karena atas limpahan rahmat, dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan lancar dan tepat pada waktunya yang berjudul " Eliminasi *Waste* Untuk Perbaikan Sistem Produksi Menggunakan Pendekatan *Lean Manufacturing* Pada PT. Wangsa Jatra Lestari". Shalawat serta salam juga senantiasa penulis ucapkan kepada Nabi Muhammad S.A.W.

Laporan Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan studi S1 Departemen Teknik Sistem dan Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Selama proses pengerjaan laporan, penulis menerima berbagai bantuan, saran, dan dukungan motivasi dari berbagai pihak hingga laporan ini dapat selesai. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Laporan Tugas Akhir ini, yaitu :

1. Allah S.W.T yang senantiasa melindungi dan memberikan petunjuk dan kemudahan kepada penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua penulis dan keluarga yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan motivasi kepada penulis.
3. Dr. Ir. Mokh. Suef, M.Sc.(Eng) selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk selalu memberikan bimbingan, arahan, nasihat, dan motivasi dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
4. Yudha Prasetyawan, S.T., M.Eng. selaku Ko-Dosen Pembimbing yang selalu memberikan bimbingan, arahan, nasihat dan motivasi dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Prof. Ir. Moses Laksono Singgih, MSc, MRegSc, PhD, IPU , Prof. Ir.I Nyoman Pujawan M.Eng.Ph.D, dan Nani Kurniati, S.T., M.T., Ph.D selaku dosen penguji Tugas Akhir yang telah banyak memberi saran dan masukan untuk perbaikan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Amrizal, Bapak Ahmad Haris Ahyari, dan Bapak Didik selaku dari pihak PT Wangsa Jatra Lestari yang telah memberikan kesempatan, bantuan, dan bimbingan dalam proses pengambilan data di perusahaan.

7. Bapak Nurhadi Siswanto, S.T., M.S.I.E., Ph.D. selaku Kepala Departemen Teknik Sistem dan Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
8. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen serta Karyawan Departemen Teknik Sistem dan Industri ITS yang telah mendidik dan memberikan pengalaman bagi penulis selama menempuh pendidikan di Departemen Teknik Sistem dan Industri ITS.
9. Keluarga besar angkatan 2016 Adhigana TI-32 atas pengalaman dan kebersamaan dalam menempuh pendidikan di Departemen Teknik Sistem dan Industri ITS.
10. Seluruh pihak yang terlibat yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis mohon kritik dan saran pembaca yang dapat membangun dan memperbaiki penulisan selanjutnya. Sekian yang dapat penulis sampaikan, akhir kata penulis menyampaikan terimakasih.

Surabaya, 28 Juni 2020

Bagas Abdurrahman Ramadhan

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ..... **i**
ABSTRAK ..... **iii**
ABSTRACT ..... **v**
KATA PENGANTAR ..... **vii**
DAFTAR ISI ..... **ix**
DAFTAR GAMBAR ..... **xiii**
DAFTAR TABEL ..... **xv**
BAB 1 PENDAHULUAN **1**
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Perumusan Masalah 9
1.3. Tujuan 9
1.4. Manfaat 10
1.5. Ruang Lingkup 10
1.5.1. Batasan 10
1.5.2. Asumsi 10
1.6. Sistematika Penulisan 11
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA **13**
2.1. *Lean Manufacturing* 13
2.2. Klasifikasi *Waste* 14
2.3. *Operation Process Chart* (OPC) 16
2.4. *Value Stream Mapping* (VSM) 18
2.5. *Process Activity Mapping* (PAM) 25
2.6. *Waste Assessment Model* 26
2.6.1. Seven Waste Relationship 27
2.6.2. Waste Relationship Matrix 32
2.6.3. Waste Assessment Questionnaire 33
2.7. *Lean Assessment Matrix* 36
2.7.1. Lean Matrix 1 36
2.7.2. Lean Matrix 2 38

2.8. *5 Why's Analysis* 39
2.9. Penelitian *Lean Manufacturing* Terdahulu 41
2.9.1. Penelitian Terdahulu 41
2.9.2. Perbandingan Penelitian 44
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN 47
3.1. Tahap Penggambaran Proses Produksi Eksisting 48
3.2. Tahap Identifikasi Akar Permasalahan Dari *Waste* Kritis 49
3.2.1. Identifikasi Waste Awal 49
3.2.2. Penentuan Akar Penyebab Waste Menggunakan Root Cause Analysis 50
3.2.3. Penentuan Bobot Waste 50
3.2.4. Penyusunan Lean Matrix 1 51
3.3. Tahap Perancangan Perbaikan Terhadap *Waste* 52
3.3.1. Penyusunan Alternatif Perbaikan Berdasarkan Waste Kritis 52
3.3.2. Penyusunan Lean Matrix 2 52
3.3.3. Pengajuan Rekomendasi Perbaikan Terpilih 53
BAB 4 PENGGAMBARAN PROSES PRODUKSI EKSISTING 55
4.1. Gambaran Umum Perusahaan 55
4.2. Proses Produksi Kardus Kemasan 59
4.2.1. Proses Pra Cetak 60
4.2.2. Proses Cetak 63
4.2.3. Proses Finishing 65
4.2.4. Proses Packaging 69
4.3. Pembuatan *Operation Process Chart* 71
4.4. Pembuatan *Value Stream Mapping* 73
4.4.1. Aliran Informasi 73
4.4.2. Aliran Fisik 74
4.4.3. Penyusunan Value Stream Mapping 76
4.5. Pembuatan *Process Activity Mapping* 82
BAB 5 IDENTIFIKASI DAN ANALISIS *WASTE* KRITIS 91
5.1. Identifikasi *Waste* Perusahaan 91
5.2. Penentuan Akar Penyebab *Waste* 92

5.2.1. Akar Penyebab Defect 93
5.2.2. Akar Penyebab Overproduction 96
5.2.3. Akar Penyebab Waiting 96
5.2.4. Akar Penyebab Over Inventory 98
5.2.5. Akar Penyebab Unnecessary Transportation 100
5.2.6. Akar Penyebab Unneeded Motion 103
5.2.7. Akar Penyebab Over Processing 104
5.3. Penentuan Hubungan dan Bobot *Waste* 106
5.4. Penyusunan *Lean Matrix* 1 110
5.4.1. Penentuan Impact Value of Root Source Of Waste 111
5.4.2. Penentuan Tingkat Occurence dan Severity Level 112
5.4.3. Penentuan Nilai Aggregate Cause Value (ACV) 122
5.4.4. Penentuan Nilai Aggregate Waste Number AWN 123
5.4.5. Penentuan Peringkat Waste 125
BAB 6 PENYUSUNAN REKOMENDASI PERBAIKAN 129
6.1. Penyusunan Alternatif Perbaikan 129
6.1.1. Waste Kritis 1 : Finished Goods Menunggu Terlalu Lama di Gudang 129
6.1.2. Waste Kritis 2 : Adanya WIP yang Memakan Tempat di Lantai Produksi 135
6.1.3. Waste Kritis 3 : Adanya Defect Berupa Hasil Cetakan yang Rusak Pada Mesin Cetak 146
6.2. Penyusuan *Lean Matrix 2* 158
6.2.1. Penentuan Nilai Degree of Effectiveness of Action 159
6.2.2. Penentuan Nilai Total Effectiveness of Waste Elimination Action 160
6.2.3. Penentuan Nilai Effectiveness to Difficulty Action 161
6.2.4. Penentuan Nilai Effectiveness to Difficulty Ration 162
6.2.5. Penentuan Rekomendasi Perbaikan Terpilih 164
BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN 167
7.1. Kesimpulan 167
7.2. Saran 168

7.2.1. Saran Bagi Perusahaan : 168
7.2.2. Saran Bagi Penelitian Selanjutnya :..... 169
DAFTAR PUSTAKA 171
LAMPIRAN 175
BIOGRAFI PENULIS..... 195

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Produk Kemasan PT Wangsa Jatra Lestari 2
Gambar 1. 2 *Flowchart* Proses Produksi Kardus Kemasan Kertas..... 4
Gambar 1. 3 Mesin Cetak MITSUBISHI V.3000..... 4
Gambar 1. 4 Mesin *Laminating* HUAWEI LFM 1040..... 4
Gambar 1. 5 Mesin *Punch* YAWA MW1050YA..... 5
Gambar 1. 6 Mesin *Hot Stamping*..... 5
Gambar 2. 1 *Framework Lean Manufacturing* 13
Gambar 2. 2 Langkah – langkah Pembuatan *Operation Process Chart*..... 18
Gambar 2. 3 Simbol dalam *Value Stream Mapping* 19
Gambar 2. 4 *Value Stream Mapping Phase 1* 20
Gambar 2. 5 *Value Stream Mapping Phase 2* 21
Gambar 2. 6 *Value Stream Mapping Phase 3* 22
Gambar 2. 7 *Value Stream Mapping Phase 4* 23
Gambar 2. 8 *Value Stream Mapping Phase 5* 24
Gambar 2. 9 Contoh *Process Activity Mapping*..... 26
Gambar 2. 10 *Direct Wastes Relationship* 27
Gambar 3. 1 *Flowchart* Metodologi Penelitian 47
Gambar 4. 1 Persentase Ragam Produksi PT Wangsa Jatra Lestari 56
Gambar 4. 2 Struktur Organisasi PT Wangsa Jatra Lestari 57
Gambar 4. 3 Pembagian Tahapan Proses Produksi Kardus Kemasan 59
Gambar 4. 4 Contoh Produk Kardus Kemasan..... 60
Gambar 4. 5 Proses Pencetakan Plat Cetak..... 61
Gambar 4. 6 Proses pencucian plat cetak..... 62
Gambar 4. 7 Kondisi plat setelah pencucian..... 62
Gambar 4. 8 Proses Potong..... 63
Gambar 4. 9 Komputer Pengendali Mesin Cetak..... 64
Gambar 4. 10 Proses Cetak pada Mesin Cetak 64
Gambar 4. 11 *Work in Process* pada Stasiun Proses Cetak 65
Gambar 4. 12 Proses *Laminating*..... 66
Gambar 4. 13 Contoh Pola Pisau Potong Pada Proses *Punch* 67

Gambar 4. 14 Proses *Punch* 67
Gambar 4. 15 Proses Kupas *Punch* 68
Gambar 4. 16 Proses *Hot Stamping* 69
Gambar 4. 17 Proses *Packaging /* Pengemasan 70
Gambar 4. 18 *Finished goods* pada PT Wangsa Jatra Lestari 70
Gambar 4. 19 *Operation Process Chart* Proses Produksi Kardus Kemasan 71
Gambar 4. 20 *Standard Value Stream Mapping* 78
Gambar 4. 21 *Current Value Stream Mapping* 79
Gambar 5. 1 Contoh produk *defect* pada proses cetak (A) dan proses *punch* (B). 95
Gambar 5. 2 Kondisi *Warehouse Finished Goods* PT Wangsa Jatra Lestari 100
Gambar 5. 3 *Layout* dan Jalur Transportasi pada PT Wangsa Jatra Lestari 102
Gambar 5. 4 Diagram *Direct Waste Relationship* 109
Gambar 6. 1 *Root Source* dari *Waste Finished Goods* menunggu terlalu lama di gudang 129
Gambar 6. 2 *Standart Operating Procedure* Penerimaan Order Eksisting 130
Gambar 6. 3 Perbaikan *Standart Operating Procedure* Penerimaan *Order* 131
Gambar 6. 4 Rekomendasi Rak Untuk Gudang *Finished Goods* 133
Gambar 6. 5 Perbaikan Layout Pada Gudang *Finished Goods* 134
Gambar 6. 6 *Root Source* dari *Waste* Adanya Penumpukan WIP 135
Gambar 6. 7 Contoh Model Pengambilan keputusan *Supplier* Kertas 138
Gambar 6. 8 Contoh *Preventive Maintenance Checklist* 143
Gambar 6. 9 *Root Source* dari *Waste* Adanya *Defect* Cetak 147
Gambar 6. 10 Tahapan Perencanaan Pelaksanaan Pelatihan Pegawai 148
Gambar 6. 11 *Framework* Penerapan SMED 152

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Ragam Produksi Perusahaan PT Wangsa Jatra Lestari 2
Tabel 1. 2 Data Penjualan Produk Kemasan Tahun 2019 3
Tabel 1. 3 Jumlah Produk *In Sheet* atau *Defect* Pada Tahun 2019 6
Tabel 1. 4 Data Pengiriman Pada *Customer* Cokro Bersatu *Update* Pada Bulan Januari 2020 7
Tabel 2. 1 Simbol ASME yang digunakan dalam *Operation Process Chart (OPC)* 16
Tabel 2. 2 Kuesioner Keterkaitan Antar *Waste* 31
Tabel 2. 3 Nilai Konversi Ketarkaitan Antar *Waste* 31
Tabel 2. 4 Contoh *Waste Relationship Matrix* 32
Tabel 2. 5 Contoh *Waste Matrix Value* 32
Tabel 2. 6 Contoh Bobot Awal dari *Waste Relationship Matrix* 34
Tabel 2. 7 Contoh Tabel Pemetaan *Lean Matrix 1* 37
Tabel 2. 8 Contoh Tabel Pemetaan *Lean Matrix 2* 39
Tabel 2. 9 Penelitian *Lean Manufacturing* Sebelumnya 41
Tabel 3. 1 Penyesuaian Kuesioner Keterkaitan antar *Waste* 50
Tabel 3. 2 Penyesuaian Nilai Konversi Kuesioner Keterkaitan Antar *Waste.* 51
Tabel 4. 1 Data Waktu Proses Produksi Kardus Kemasan 77
Tabel 4. 2 *Process Activity Mapping* Proses Produksi Kemasan Produk 83
Tabel 4. 3 Rekapitulasi *Process Activity Mapping* Kardus Kemasan 89
Tabel 5. 1 Identifikasi *Waste* Pada PT Wangsa Jatra Lestari 91
Tabel 5. 2 Penentuan Akar Penyebab *Waste Defect* 93
Tabel 5. 3 Penentuan Akar Penyebab *Waste Overproduction* 96
Tabel 5. 4 Penentuan Akar Penyebab *Waste Waiting* 97
Tabel 5. 5 Data Penggunaan Mesin Pada Bulan Juli – September 2019 98
Tabel 5. 6 Penentuan Akar Penyebab *Waste Over Inventory* 98
Tabel 5. 7 Penentuan Akar Penyebab *Waste Unnecessary Transportation* 101
Tabel 5. 8 Penentuan Akar Penyebab *Waste Unneeded Motion* 103
Tabel 5. 9 Penentuan Akar Penyebab *Waste Over Processing* 104
Tabel 5. 10 Rekapitulasi *Root Source of Waste* PT Wangsa Jatra Lestari 105

Tabel 5. 11 Rekapitulasi Hubungan *Defect* Dengan *Waste* Lain 106
Tabel 5. 12 Rekapitulasi Hubungan *Overproduction* Dengan *Waste* Lain 106
Tabel 5. 13 Rekapitulasi Hubungan *Waiting* Dengan *Waste* Lain 106
Tabel 5. 14 Rekapitulasi Hubungan *Over Inventory* Dengan *Waste* Lain..... 107
Tabel 5. 15 Rekapitulasi Hubungan *Unnecessary Transportation* Dengan *Waste* Lain 107
Tabel 5. 16 Rekapitulasi Hubungan *Unneeded Motion* Dengan *Waste* Lain 107
Tabel 5. 17 Rekapitulasi Hubungan *Over Processing* Dengan *Waste* Lain 107
Tabel 5. 18 *Waste Relationship Matrix* Dari Hasil Kuesioner 108
Tabel 5. 19 *Waste Relationship Matrix* Dalam Bentuk Simbol 108
Tabel 5. 20 *Waste Matrix Value* 110
Tabel 5. 21 Penentuan *Impact Value of Root Source of Waste* 111
Tabel 5. 22 Kriteria *Occurence* 113
Tabel 5. 23 Kriteria *Severity* untuk *Waste Defect* 113
Tabel 5. 24 Kriteria *Severity* untuk *Waste Overproduction* 114
Tabel 5. 25 Kriteria *Severity* untuk *Waste Waiting* 115
Tabel 5. 26 Kriteria *Severity* untuk *Waste Over Inventory*..... 116
Tabel 5. 27 Kriteria *Severity* untuk *Waste Unnecessary Transportation*..... 117
Tabel 5. 28 Kriteria *Severity* untuk *Waste Unneeded Motion* 118
Tabel 5. 29 Kriteria *Severity* untuk *Waste Overprocessing*..... 119
Tabel 5. 30 Hasil Penentuan *Occurence Level* 120
Tabel 5. 31 Hasil Penentuan *Severity Level* 121
Tabel 5. 32 Pemetaan *Lean Matrix 1*..... 124
Tabel 5. 33 Peringkat *Waste* Berdasarkan *Lean Matrix 1* 125
Tabel 6. 1 Analisis 5W+1H dari Alternatif Perbaikan 1 132
Tabel 6. 2 Analisis 5W+1H dari Alternatif Perbaikan 2 135
Tabel 6. 3 Analisis 5W+1H dari Alternatif Perbaikan 3 139
Tabel 6. 4 Analisis 5W+1H dari Alternatif Perbaikan 4 144
Tabel 6. 5 Contoh Penerapan EDD Untuk Melihat *Maximum Tardiness* 145
Tabel 6. 6 Analisis 5W+1H dari Rekomendasi Perbaikan 5 146
Tabel 6. 7 Analisis SWOT Pada Alternatif Perbaikan 6 151
Tabel 6. 8 *Monitoring Paper* SOP *Set Up* Mesin Cetak..... 154

Tabel 6. 9 Pembagian Aktivitas Internal dan Eksternal Proses *Setup Mesin Cetak* 155
Tabel 6. 10 Konversi Aktivitas Internal dan Eksternal Proses *Setup* Mesin Cetak 156
Tabel 6. 11 Hasil Perbaikan Proses *Setup* Mesin Cetak..... 157
Tabel 6. 12 Analisis 5W+1H dari Alternatif Perbaikan 7..... 158
Tabel 6. 13 Rekapitulasi *Waste Elimination Action* 159
Tabel 6. 14 Penentuan Nilai *Degree of Effectiveness of Action*..... 159
Tabel 6. 15 Parameter *Degree of Difficulty Performing Action* (Dm)..... 161
Tabel 6. 16 Penentuan Nilai *Degree of Difficulty Performing Action* (Dm) 161
Tabel 6. 17 Pemetaan *Lean Matrix 2* 163
Tabel 6. 18 Perbandingan Hasil Perbaikan Dengan Kondisi Eksisting 165

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 1
PENDAHULUAN

Bab 1 ini akan menjelaskan mengenai latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaaat penelitian, dan ruang lingkup dari pengerjaan Tugas Akhir.

1.1. Latar Belakang

Kemasan saat ini sudah menjadi kebutuhan utama bagi tiap industri manufaktur karena dapat memengaruhi konsumen dalam mengambil keputusan untuk membeli produknya (Apriyanti, 2018). Kemasan juga menjadi media pemasaran yang berhubungan langsung dengan konsumen, sehingga saat ini fungsi kemasan dapat menjadi alat jual yang menimbulkan citra akan produk yang dijualnya kepada konsumen (Cenadi, 2000). Pasar industri kemasan paling banyak menerima permintaan pembuatan kemasan dari *customer* dengan jenis produk *food & beverage* yaitu dengan pertumbuhan CAGR (*Compound Annual Growth Rate*) sebesar 4,4% dari tahun 2017 hingga 2023 yang selanjutnya diikuti oleh produk *chemical & pharmaceutical* (Roy, 2017). Salah satu bahan kemasan yang sering digunakan adalah kertas, hasil riset menunjukkan pasar kemasan global pada tahun 2017 mencapai angka USD 64,4 miliar dan diperkirakan pada tahun 2023 akan mencapai USD 82,4 miliar dengan CAGR sebesar 41,9% (Suma, 2019). Kementerian Perdagangan Republik Indonesia (2016) memprediksikan permintaan produk kemasan di pasar global akan menembus angka US$1 triliun di tahun 2020. Melihat peluang pasar kemasan kertas yang tinggi tersebut menyebabkan industri kemasan kertas harus saling bersaing dalam meningkatkan produktivitas dan kualitasnya agar dapat memenangkan pasar sehingga memperoleh profit yang tinggi.

PT Wangsa Jatra Lestari adalah industri percetakan yang merupakan anak perusahaan dari PT. Tiga Serangkai yang beralamat di Jl Raya Pajang km 8, Kartasura, Sukoharjo. Perusahaan ini memproduksi berbagai jenis produk yang terdiri dari kardus kemasan, *paperbag*, buku, dan produk lain yang terkait dengan

percetakan. Ragam produksi perusahaan dibagi berdasarkan jumlah permintaan tiap jenis produknya yang dapat dilihat pada Tabel 1.1

Tabel 1. 1 Ragam Produksi Perusahaan PT Wangsa Jatra Lestari

Produk	**Jumlah**	
	Pcs	%
Kardus Kemasan	80.000.000	83,33%
Paperbag	3.000.000	3,13%
Buku	10.000.000	10,42%
Lain - lain	3.000.000	3,13%
Total	96.000.000	100%

Sumber : (PT Wangsa Jatra Lestari, 2020)

Salah satu produk yang paling banyak diproduksi PT Wangsa Jatra lestari adalah kardus kemasan berbahan dasar kertas yang terdiri dari kemasan makanan, obat–obatan, dan lain sebagainya yang dapat dilihat pada Gambar 1.1.

Gambar 1. 1 Produk Kemasan PT Wangsa Jatra Lestari
Sumber : (PT Wangsa Jatra Lestari, 2020)

Sebagai perusahaan jasa yang melayani pembuatan kardus kemasan, PT Wangsa Jatra Lestari memiliki jumlah *customer* yang cukup luas, pada tahun 2017 sampai tahun 2019 jumlah total mencapai 65 *customer* yang terdiri dari perusahaan, UKM, dan pemerintah. Tiap *customer* memiliki jumlah *order* yang bervariasi dari segi jenis produk, jumlah, bahan, dan desain. Sistem produksi yang diterapkan di PT Wangsa Jatra Lestari adalah *make to order* yaitu akan memulai proses produksi ketika adanya *order* dari *customer* (Dzikrillah, et al., 2016). Pada Tabel 1.2

merupakan data penjualan produk kemasan pada tahun 2019 yang terdiri dari jumlah *order* berdasarkan *purchase order* (PO) beserta jumlah produksinya.

Tabel 1. 2 Data Penjualan Produk Kemasan Tahun 2019

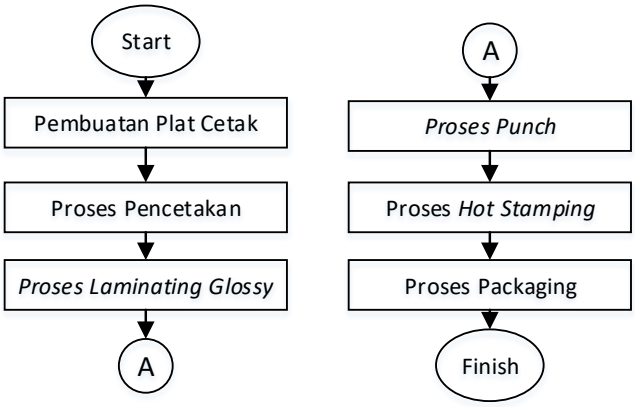
Bulan	Jumlah Order (PO)	Jumlah (Pcs)
Januari	28	1.863.600
Februari	45	6.570.300
Maret	75	5.077.602
April	56	11.899.500
Mei	68	3.525.100
Juni	63	6.694.600
Juli	66	2.626.808
Agustus	58	5.237.220
September	54	2.697.400
Oktober	60	2.300.324
November	75	2.787.677
Desember	52	1.431.010

Sumber : (PT Wangsa Jatra Lestari, 2020)

Pada tahun 2020 ini terjadi wabah pendemi virus *covid-19* yang berdampak terhadap kegiatan ekonomi dunia. PT Wangsa Jatra Lestari termasuk salah satu yang terkena dampaknya karena banyak *customer* yang merupakan penjual produk yang banyak dijual pada acara yang melibatkan banyak orang berkumpul. Karena kejadian tersebut maka banyak *customer* yang mengurangi jumlah *order,* sehingga dipastikan saat ini jumlah *order* yang diterima PT Wangsa Jatra Lestari mengalami penurunan. Tetapi dalam hal ini diasumsikan setelah wabah *covid-19* berlalu, pola permintaan akan kembali mengikuti pola sebelumnya

Dari total *order* yang diterima sebelum adanya wabah *covid-19,* sebagian besar order berupa kardus kemasan produk makanan dan obat–obatan, sisanya meliputi kemasan kosmetik, kemasan kembang api dan lain sebagainya. Spesifikasi produk yang dibuat mengikuti permintaan yang diinginkan oleh *customer* di tiap ordernya, maka dari itu sistem produksi yang berlaku di PT Wangsa Jatra Lestari adalah *Job Shop*. Karena kapasitas mesin yang terbatas sedangkan volume permintaan yang besar menyebabkan perusahaan tidak dapat mencetak dengan

sekali proses, melainkan dengan membaginya menjadi beberapa tahap sehingga dapat disebut sebagai *batch order* (Kho, 2018). Karena sistem produksi yang berlaku tersebut, maka diperlukan penjadwalan dan proses produksi yang baik. Proses produksi kardus kemasan kertas membutuhkan beberapa tahap hingga produk tersebut dapat dikirimkan ke *customer* yang dapat dilihat pada Gambar 1.2



Gambar 1. 2 *Flowchart* Proses Produksi Kardus Kemasan Kertas

Proses produksi kardus kemasan dimulai dengan membuat plat cetak sesuai dengan desain kemasan yang akan dibuat. Setelah itu plat cetak dipasang ke mesin cetak (Gambar 1.3) dan melakukan pengaturan warna sesuai warna yang pada contoh produk dari *customer*. Selanjutnya mesin cetak dapat dijalankan dengan melakukan pemeriksaan warna setiap beberapa menit sekali untuk memastikan kualitas warna tetap sesuai standarnya.

Gambar 1. 3 Mesin Cetak MITSUBISHI V.3000

Gambar 1. 4 Mesin *Laminating* HUAWEI LFM 1040

Gambar 1. 5 Mesin *Punch* YAWA MW1050YA

Gambar 1. 6 Mesin *Hot Stamping*

Setelah produk selesai dicetak tahap selanjutnya adalah proses *laminating glossy* dengan menggunakan mesin *laminating* (Gambar 1.4), proses ini bertujuan untuk melapisi lapisan luar kardus kemasan dengan menggunakan plastik khusus agar terlihat mengkilap, proses *laminating* tidak hanya bertujuan untuk memberi kesan mengkilap pada lapisan luar, melainkan ada proses untuk melapisi bagian dalam kardus kemasan dengan *ultraviolet* (UV) apabila kemasan yang dibuat merupakan kemasan obat yang membutuhkan wadah yang lebih steril. Proses selanjutnya adalah dengan memasukkan kertas yang telah dilaminasi kedalam mesin *punch* (Gambar 1.5), untuk memotong kertas yang tidak dapat dilakukan oleh mesin potong biasa karena bidang yang akan dipotong memiliki pola khusus, karena memiliki pola khusus maka pisau potong juga dipersiapkan karena akan sangat memengaruhi hasil potongan kertas. Setelah keluar dari mesin *punch,* kertas lalu dirapikan lagi agar sisa – sisa potongan yang masih menempel sudah tidak ada lagi sehingga telah didapatkan kardus kemasan dalam bentuk per biji. Tahap setelah proses *punch* adalah memasukkan kemasan yang sudah terdiri dari tiap biji ke proses *hot stamping.* Proses *hot stamping* merupakan proses pemberian tambahan desain pada produk menggunakan kertas aluminium foil sesuai bentuk yang diinginkan *customer,* proses ini dilakukan secara manual menggunakan mesin *hot stamping* (Gambar 1.6). Setelah proses *hot stamping* selesai dilakukan, lalu produk jadi (*finished good*) dimasukan ke dalam proses *packaging* dan siap dikirim ke *customer.*

Proses produksi kardus kemasan memiliki potensi yang menyebabkan adanya *waste* di perusahaan. Karena desain produk yang diinginkan tiap *customer* berbeda, maka akan terdapat variasi pada lamanya proses produksi kardus kemasan. Lama proses produksi berpeluang menyebabkan *waste* berupa *waiting* dan mengakibatkan *bottleneck* terhadap proses lainnya, sehingga penjadwalan produksi tidak berjalan dengan baik. *Waste* berupa *waiting* ini dapat berpotensi mempengaruhi *waste* lainnya, salah satu contoh *waste* yang terpengaruh adalah meningkatnya jumlah produk *work in process* (WIP) di lantai produksi yang dapat dikategorikan sebagai *over inventory*. Di PT Wangsa Jatra Lestari terdapat banyak produk WIP yang apabila dibiarkan terlalu lama dapat mengakibatkan kualitas produk tersebut berkurang bahkan berpotensi menjadi produk *defect.* Data dari perusahaan menyebutkan selama tahun 2019 terdapat 50 kesalahan pada proses produksi yang menyebabkan adanya produk *defect* sehingga harus melakukan pengadaan *raw material* tambahan untuk menutup produk *defect* tersebut. Data jumlah *defect* yang dialami oleh perusahaan dapat dilihat pada Tabel 1.3.

Tabel 1. 3 Jumlah Produk *In Sheet* atau *Defect* Pada Tahun 2019

Bulan	Jumlah (Pcs)	Jumlah *In Sheet* / *Defect* (Pcs)	Harga per pcs	*Opportunity Cost*
Januari	1.863.600	93.180	Rp2.860	Rp266.494.800
Februari	6.570.300	328.515	Rp2.860	Rp939.552.900
Maret	5.077.602	253.880	Rp2.860	Rp726.096.800
April	11.899.500	594.975	Rp2.860	Rp1.701.628.500
Mei	3.525.100	176.255	Rp2.860	Rp504.089.300
Juni	6.694.600	334.730	Rp2.860	Rp957.327.800
Juli	2.626.808	131.340	Rp2.860	Rp375.632.400
Agustus	5.237.220	261.861	Rp2.860	Rp748.922.460
September	2.697.400	134.870	Rp2.860	Rp385.728.200
Oktober	2.300.324	115.016	Rp2.860	Rp328.945.760
November	2.787.677	139.384	Rp2.860	Rp398.638.240
Desember	1.431.010	71.551	Rp2.860	Rp204.635.860
Total	**52.711.141**	**2.635.557**		**Rp 7.537.693.020**

Sumber : (PT Wangsa Jatra Lestari, 2020)

Jumlah *defect* dan *in sheet* di lantai produksi dapat menyebabkan adanya *opportunity cost* yang hilang karena *raw material* yang seharusnya dapat menjadi *finish goods* dan mendatangkan keuntungan bagi perusahaan menjadi produk yang tidak memiliki nilai. Beberapa *waste* yang telah disebutkan menunjukkan jika perusahaan tidak dapat meremehkan satu jenis *waste* yang muncul diperusahaan karena *waste* bersifat *dependent*. Semua *waste* yang terjadi di lantai produksi akan saling memengaruhi satu sama lain dan apabila dibiarkan dapat menjadi *waste* dan masalah yang lebih besar (Rawabdeh, 2005). Salah satu dampaknya adalah besarnya *lead time* sehingga terdapat banyak *order* yang pengirimannya tidak sesuai dengan perjanjian diawal, jika hal ini terus dibiarkan dapat berdampak pada kepuasan *customer*, karena saat ini ketepatan pengiriman produk merupakan hal yang penting selain kualitas produk di mata *customer* (Marco, 2014). Kejadian tersebut telah terjadi di PT Wangsa Jatra Lestari, yaitu pada tahun 2019 terdapat 70 pengiriman yang bermasalah sehingga menyebabkan penurunan jumlah *order* sebesar 8% dibanding tahun 2018.

Tabel 1. 4 Data Pengiriman Kardus Kemasan Pada *Customer* Cokro Bersatu

Nama Pekerjaan	Jumlah (Oplah)	Tanggal Permintaan Dikirim	Realisasi Pengiriman (Oplah)	Ketercapaian (%)
Dos Bluder Cokro Top Rebranding – RO	250.000	28 Februari 2019	148.000	59%
Dos Bluder Isi 1 – *Rebrand* (Rev P.IRT) (RO)	50.000	8 April 2019	35.000	70%
Dos Bluder Cokro Reguler Bottom – RO	250.000	1 September 2019	250.000	100%
Dos Kasur UK 20X20X7 – RO	5.000	3 Oktober 2019	3.800	76%
Dos Roti Nanas 20X20X3 Desain Baru Logo Halal	10.000	9 Oktober 2019	6.700	67%
Dos Bluder Krispi	10.000	4 November 2019	9.550	96%

Sumber : (PT Wangsa Jatra Lestari, 2020)

Pada Tabel 1.4 dapat dilihat laporan pengiriman kardus kemasan kertas jenis kemasan roti milik salah satu *customer* . Dalam tabel tersebut menunjukan efek dari penumpukan *inventory* berupa *finished goods* yang menyebabkan *order*

dengan nama produk "*Dos Bluder Cokro Top Rebranding*" pengirimannya hanya mencapai 59%. Walaupun pengiriman telah dilakukan secara bertahap namun kekurangan perusahaan dalam ketepatan pengiriman masih tergolong rendah, karena hambatan finansial akibat penumpukan *finished goods* dari *customer* lain yang tidak segera dikirim karena *customer* tersebut belum menghendaki untuk dikirim. Hal ini menyebabkan perusahaan kesulitan dalam mengadakan *raw material* dan mengelola lantai produksi karena tidak adanya pendapatan dari *customer* tersebut yang dapat ditagih. Berdasarkan permasalahan – permasalahan tersebut dibutuhkan perbaikan sistem produksi agar PT. Wangsa Jatra Lestari dapat bersaing dalam dunia industri percetakan yang persaingannya semakin ketat, maka dari itu dapat digunakan pendekatan *lean manufacturing* untuk mengeliminasi adanya *waste* di perusahaan.

Lean Manufacturing merupakan pendekatan konsep untuk melakukan sesuatu dengan mengefektifkan waktu, tempat, tenaga manusia, mesin, dan material untuk meningkatkan *customer value* dengan mengeliminasi adanya *Muda* (*waste)* (Pascal, 2015). Rawabdeh (2005) membuktikan jika *waste* di dalam perusahaan bersifat *dependent* sehingga dapat memengaruhi *waste* lainnya. *Waste* yang paling berpengaruh disebut sebagai *waste* kritis. Untuk mengeliminasi *waste* kritis dibutuhkan adanya perbaikan, Penelitian tentang *lean* pernah dilakukan oleh Martins et al (2018) yang dapat meningkatkan efisiensi proses produksinya dengan mengurangi waktu *set up* pada sebuah mesin dalam jumlah *lot* yang sedikit dengan variasi produk yang tinggi, selain itu penelitian tersebut juga menunjukkan jika penggunaan *lean manufacturing* dapat mengurangi adanya *scrap* atau limbah produk pada proses produksinya sehingga dapat mengoptimalkan *raw material* yang ada. Alfiansyah (2018) juga pernah melakukan penelitian mengenai *lean manufacturing* dengan menggunakan metode *waste asssessment model.* Dalam penelitian tersebut dilakukan identifikasi *waste kritis* berdasarkan 7 *waste relationship*, dan *waste reationship matrix*. *Waste* dengan peringkat tertinggi akan dicari akar permasalahannya menggunakan *root cause analysis* (RCA) dan mencari tingkat risiko dengan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Setelah itu *waste* kritis dieliminasi dengan merancang beberapa alternatif berbaikan, kemudian dilakukan pemilihan alternatif perbaikan terbaik menggunakan *value management.*

Hasilnya adalah pengusulan rekomendasi perbaikan dengan *value* paling tinggi, artinya perbaikan yang dipilih memiliki *cost* yang relevan dengan value yang akan didapatkan oleh perusahaan kemudian.

Dari penelitian yang telah dilakukan tersebut membuktikan jika *waste* di perusahaan dapat dieliminasi dengan mengidentifikasi *waste* terlebih dahulu dan melakukan perbaikan. Maka dari itu, pada Tugas Akhir ini penulis akan melakukan identifikasi *waste* kritis pada PT Wangsa Jatra Lestari untuk merancang rekomendasi perbaikannya. Metode yang akan digunakan adalah *lean assesment matrix* yang merupakan pengembangan dari metode milik Rawabdeh (2011) yang diusulkan oleh Karningsih et al (2019). Metode ini dapat digunakan untuk mengeliminasi adanya *waste* kritis melalui perbaikan yang tepat sasaran melalui perankingan adaptasi dari matriks *house of risk* (Pujawan & Geraldin, 2009).

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dijelaskan, rumusan masalah dalam pengerjaan Tugas Akhir ini adalah bagaimana mengeliminasi adanya pemborosan / *waste* dengan merancang perbaikan dalam sistem produksi dengan pendekatan *lean manufacturing*.

1.3. Tujuan

Berdasarkan permasalahan diatas maka ditetapkan beberapa tujuan penelitian. Berikut merupakan tujuan yang ingin dicapai dari pelaksanaan penelitian Tugas Akhir ini :

1. Mengidentifikasi proses eksisting pembuatan kardus kemasan berbahan dasar kertas di PT Wangsa Jatra Lestari.
2. Mengidentifikasi adanya pemborosan / *waste* kritis pada proses pembuatan kardus kemasan dengan pendekatan *lean manufacturing.*
3. Menganalisis akar permasalahan penyebab adanya *waste* kritis pada proses produksi kardus kemasan.
4. Merancang perbaikan untuk mengeliminasi adanya *waste* kritis pada proses produksi kardus kemasan.

1.4. Manfaat

Adapun manfaat yang bisa didapatkan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Perusahaan dapat meningkatkan efisiensi proses produksi dengan mengimplementasikan rekomendasi perbaikan yang diusulkan.
2. Perusahaan dapat meminimalisir keterlambatan pengiriman terhadap pelanggan melalui perbaikan yang direkomendasikan sehingga dapat meningkatkan *customer value.*

1.5. Ruang Lingkup

Dalam melaksanakan penelitian Tugas Akhir ini terdapat ruang lingkup yang terbagi menjadi batasan dan asumsi. Adapun batasan dan asumsi yang digunakan adalah sebagai berikut :

1.5.1. Batasan

Batasan yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini dilakukan pada produksi kardus kemasan roti milik *customer* Cokro Bersatu.
2. Klasifikasi *Waste* yang akan diamati dibagi berdasarkan 7 kategori *waste* yang meliputi *transportation, inventory, defect, waiting, overproduction, overprocessing,* dan *motion.*
3. Penelitian tugas akhir ini dilakukan hingga tahap perancangan rekomendasi perbaikan.

1.5.2. Asumsi

Sedangkan asumsi yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah :

1. Proses produksi kardus kemasan roti dari *customer* Cokro Bersatu merepresentasikan proses produksi kardus kemasan pada umumnya.
2. Tidak adanya perubahan pada proses bisnis dan pola permintaan perusahaan selama penelitian tugas akhir ini dilaksanakan.

1.6. Sistematika Penulisan

Pengerjaan penelitian Tugas Akhir ini memiliki sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada Bab 1 akan berisi mengenai dasar – dasar yang melandasi penelitian Tugas Akhir yang terdiri dari latar belakang, perumusan masalah, tujuan, manfaat, ruang lingkup penelitian serta sistematika penulisan dari penelitian Tugas Akhir ini.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada Bab 2 akan berisi mengenai teori – teori yang mendukung penelitian Tugas Akhir yang berasal dari jurnal, artikel ilmiah, buku, peraturan pemerintah, dan segala sumber referensi yang dapat digunakan. Adapun teori – teori yang digunakan untuk mendukung penelitian Tugas Akhir ini meliputi *Lean Manufacturing,* Klasifikasi *Waste, Operation Process Chart* (OPC), *Value Stream Mapping, Process Activity Mapping, Waste Assessment Model, Lean Assessment Matrix, 5 Whys's Analysis,* dan Penelitian *Lean Manufacturing* terdahulu.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada Bab 3 akan dijelaskan langkah–langkah yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir agar dapat berjalan dengan terarah dan dapat menjawab tujuan yang ingin dicapai dari penelitian Tugas Akhir ini.

BAB 4 PENGGAMBARAN PROSES PRODUKSI EKSISTING

Pada Bab 4 akan berisi mengenai pengumpulan dan pengolahan data mengenai proses produksi eksisting meliputi Gambaran Umum Perusahaan, Pembuatan *Operation Process Chart, Value Stream Mapping* serta *Process Activity Mapping.*

BAB 5 IDENTIFIKASI DAN ANALISIS WASTE KRITIS

Pada Bab 5 akan berisi mengenai langkah – langkah dalam mengidentifikasi adanya *waste* kritis dan menganalisis akar permasalahan penyebab adanya *waste*

kritis yang terdiri dari identifikasi *waste* awal, Penentuan akar penyebab *waste,* Penentuan bobot *waste,* dan Penyusunan *Lean Matrix 1*.

BAB 6 PENYUSUNAN REKOMENDASI PERBAIKAN

Pada Bab 6 akan berisi mengenai penyusunan rekomendasi perbaikan untuk *waste* kritis yang telah diidentifikasi berdasarkan peringkat tertinggi pada *lean matrix 1*. Penyusunan rekomendasi perbaikan terdiri dari Penyusunan alternatif perbaikan, dan penyusunan *lean matrix 2*.

BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN

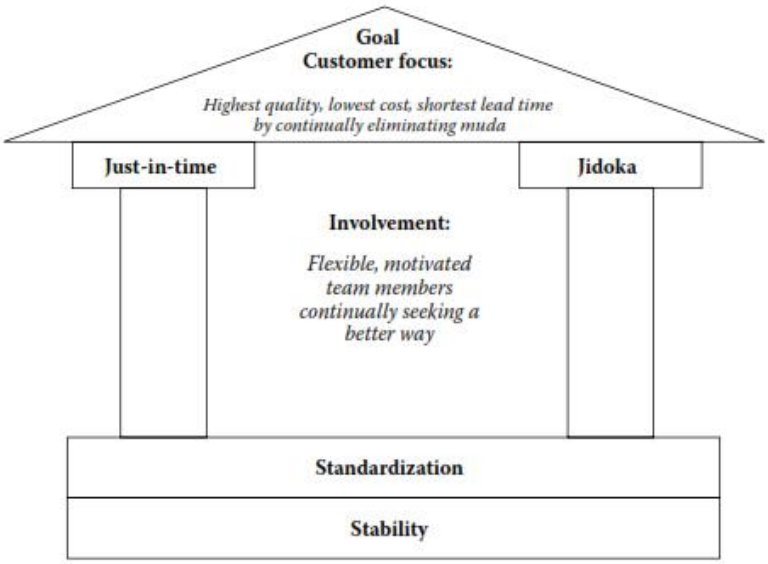
Pada Bab 7 akan berisi kesimpulan dari penelitian Tugas Akhir dan saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

Bab 2 ini akan menjelaskan mengenai tinjauan pustaka yang digunakan sebagai landasan teori dalam pengerjaan penelitian Tugas Akhir ini.

2.1. *Lean Manufacturing*

Lean Manufacturing yang dikenal juga dengan istilah *Toyota Production System (TPS)* merupakan sebuah pendekatan konsep yang dikenalkan oleh Keluarga Toyoda dan Taichi Ohno pada tahun 1912, pendekatan tersebut adalah melakukan sesuatu dengan mengefektifkan waktu, tempat, tenaga manusia, mesin, dan material untuk meningkatkan *customer value* dengan mengeliminasi adanya *Muda* (*waste)* (Pascal, 2015). *Lean* juga dapat didefinisikan sebagai pendekatan sistem produksi yang dapat membuat pekerja dan sistem kerjanya menjadi lebih fleksibel dengan mengurangi adanya *waste* dalam segala bentuk. (Groover, 2010). Gambaran umum dari konsep *lean* dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2. 1 *Framework Lean Manufacturing*
Sumber : (Groover, 2010)

Tujuan utama dari adanya konsep *lean* adalah fokus pada *customer* sehingga perusahaan berusaha memberikan kualitas produksi/pelayanan yang tinggi, biaya yang rendah, dan meminimasi *lead time* dalam memenuhi permintaan *customer* beberapa tujuan tersebut dapat dicapai dengan melakukan eliminasi pada *waste* secara berkelanjutan. Di dalam *lean* terdapat dua pilar utama yaitu *Just in Time* dan *Jidoka. Just in Time* merupakan prinsip memenuhi permintaan produksi tepat pada waktu yang ditentukan dengan jumlah produk yang tepat dan berkualitas, sedangkan *Jidoka* merupakan prinsip menghentikan proses produksi ketika diketahui adanya cacat pada produk.

2.2. Klasifikasi *Waste*

Waste atau dalam bahasa Jepang yaitu *Muda* merupakan segala aktivitas yang *customer* tidak ingin membayarnya karena tidak sesuai dengan nilai yang diinginkan. *Waste* juga dapat diartikan sebagai pemborosan karena tidak memiliki nilai tambah bagi perusahaan sehingga dapat meningkatkan biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan dan memperkecil profit yang didapatkan. Menurut Jeffrey K.Liker (2004) terdapat 7 jenis *waste* menurut *Toyota Production System* (TPS) yang terdapat di perusahaan yang meliputi *motion, waiting/delay, overprocessing, overproduction, inventory, transportation,* dan *defect.*

a) *Overproduction* (Produksi Berlebihan)

   Overproduction merupakan salah satu jenis *waste* yaitu memproduksi produk / item diluar jumlah permintaan sehingga dapat meningkatkan biaya transportasi dan inventori. Karena jumlah produk yang melebihi jumlah *order* maka produk tersebut tidak akan menghasilkan profit bagi perusahaan karena *customer* tidak akan membayar untuk produk yang tidak sesuai permintaannya.

b) *Waiting* (Menunggu proses sebelumnya)

   Waiting merupakan salah satu *waste* di dalam sistem produksi yaitu adanya waktu menunggu antar stasiun karena proses di stasiun sebelumnya yang terlalu lama sehingga terjadi *bottleneck*, akibat dari *waiting* adalah terdapat operator yang menganggur dan produktivitas rendah.

c) *Unnecessary Transportation* (Transportasi yang tidak perlu)

Unnecessary Transportation merupakan *waste* karena merupakan aktivitas yang tidak menambah nilai dari produk terutama apabila terjadi secara berulang dengan jarak yang jauh. *Transportation* yang terjadi di dalam perusahaan meliputi *material handling* terhadap *work in process (WIP)* dari stasiun satu ke stasiun lainnya.

d) *Overprocessing* (Proses yang berlebihan)

Overprocessing merupakan tindakan yang berlebihan dalam melakukan proses produksi sehingga dapat mengakibatkan pemborosan waktu dan tenaga dari operator, *overprocessing* dapat terjadi dikarenakan belum adanya standar operasional prosedur (SOP) yang tetap sehingga operator membuat gerakan – gerakan sendiri dan yang tidak diperlukan dalam sebuah proses. Apabila *overprocessing* dibiarkan terus menerus dapat menyebabkan adanya produk *defect* karena faktor manusia yang cepat lelah dan prosedur yang tidak tetap.

e) *Over Inventory* (Inventori yang tidak diperlukan)

Over Inventory adalah barang yang disimpan diluar proses produksi. *Inventory* yang berlebihan juga merupakan *waste* yang harus dieliminasi. *Inventory* berupa material, WIP, atau *finished good* (barang jadi). Apabila *inventory* terlalu lama disimpan akan menyebabkan biaya – biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan meningkat seperti biaya perawatan, biaya tenaga kerja tambahan serta biaya kerugian akibat kualitas produk yang menurun.

f) *Defect* (Produk cacat)

Defect merupakan produk yang tidak memenuhi kualitas yang diinginkan oleh *customer*, sehingga apabila terdapat *defect* di dalam proses produksi menyebabkan kerugian bagi perusahaan karena harus melakukan pekerjaan tambahan seperti *rework* produk untuk mendapatkan produk yang memenuhi kualitas, akibatnya terdapat tambahan biaya untuk melakukan *rework* yang seharusnya tidak diperlukan.

g) *Unneeded Motion* (Boros gerakan)

Unneeded Motion merupakan *waste* yang timbul dari elemen manusia dan mesin, *Motion* berkaitan dengan kondisi ergonomis yang terjadi di lantai produksi, apabila perusahaan tidak membuat SOP berdasarkan prinsip

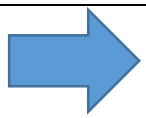
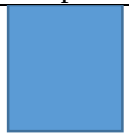
ergonomi dapat menyebaban adanya *motion* yang tidak diperlukan. Adanya *motion* yang tidak diperlukan dapat memengaruhi kesehatan dan keselamatan kerja di lantai produksi.

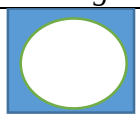
2.3. *Operation Process Chart* (OPC)

Operation Process Chart merupakan peta kerja yang dapat menggambarkan urutan proses kerja dengan membagi pekerjaan tersebut menjadi elemen – elemen operasi secara detail yang diuraikan secara logis dan sistematis. Melalui *operation process chart* dapat digambarkan keseluruhan operasi kerja dari awal (*raw material)* hingga menjadi produk akhir *(finished goods product)* sehingga analisis perbaikan dari masing – masing operasi kerja secara individu atau urut – urutan secara keseluruhan dapat dilakukan. (Wignjosoebroto, 1995).

O*peration process chart* ini akan memberikan daftar elemen – elemen operasi dari suatu pekerjaan secara berurutan, maka dibutuhkan pendefinisian saat mulai dan berakhir. Simbol – simbol yang digunakan dalam *operation process chart* adalah simbol ASME (*American Society of Mechanical Engineer*) yang meliputi operasi, inspeksi, dan aktivitas ganda, atau operasi-inspeksi. Penggambaran aktivitas operasional disesuaikan dengan urutan proses produksi dari stasiun kerja ke stasiun kerja lain.

Tabel 2. 1 Simbol ASME yang digunakan dalam *Operation Process Chart (OPC)*

Simbol	Deskripsi
Operasi	Operasi merupakan suatu tindakan yang dapat membuat perubahan fisik atau penambahan nilai pada material / produk. Kegiatan *assembly* atau *disassembly* juga termasuk dalam operasi kerja. Operasi dapat dilakukan oleh manusia, mesin, atau keduanya.
 Transportasi	Transportasi yang dimaksud adalah apabila material mengalami perpindaah yang bukan karena pengaruh operasi kerja. Contoh dari transportasi adalah pemindahan material ke stasiun lain menggunakan tangan, *conveyor*, dan lain sebagainya.
 Inspeksi	Inspeksi merupakan kegiatan pemeriksaan terhadap objek atau produk dari segi kuantitas maupun kualitas. Dalam beberapa kondisi kegiatan inspeksi dapat dilakukan bersamaan dengan kegiatan lainnya seperti operasi kerja dan transportasi.

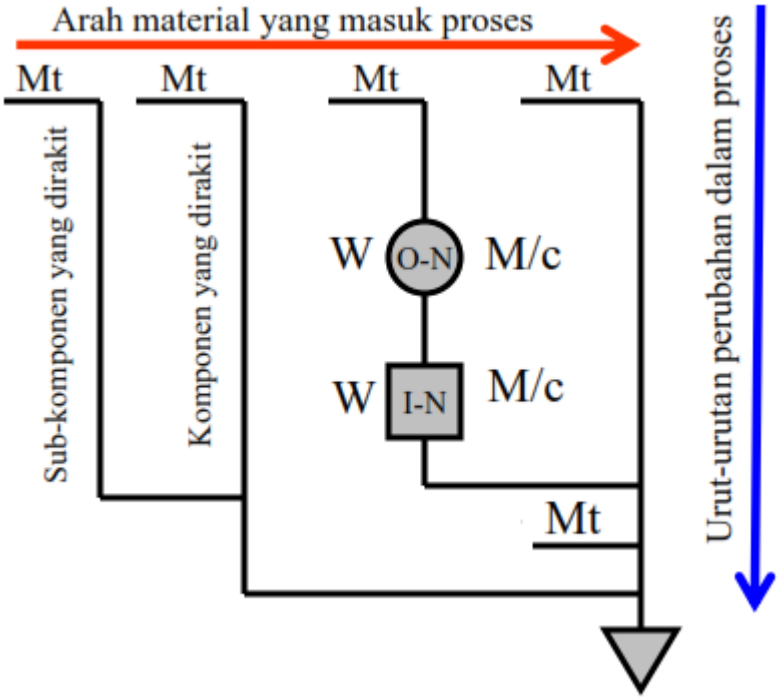
Simbol	Deskripsi
Menunggu (*Delay*)	Proses menunggu / *delay* terjadi ketika material, operator, benda kerja, atau fasilitas kerja lainnya berhenti bekerja sehingga tidak terjadi kegiatan apapun selain menunggu.
Storage	*Storage* atau penyimpanan merupakan menahan material atau produk dalam waktu yang cukup lama. *Storage* yang terdapat di industri meliputi *storage* bahan baku, WIP, dan *finished good.*
 Aktivitas ganda	Merupakan aktivitas disaat dua elemen kerja harus dilaksanakan secara bersamaan.

Sumber : Ergonomi Studi Gerak dan Waktu (Wignjosoebroto, 1995)

Untuk membuat *operation process chart* terdapat beberapa aturan dasar yang perlu dipahami dan diikuti yaitu :

1. Menentukan jenis *process chart* yaitu "*Material Process Chart"* atau *"Man Process Chart.*
2. Menuliskan "Peta Proses Operasi" atau "*Operation Process Chart"* pada baris paling atas dan diikuti identifikasi kerja lainnya seperti nama objek, nomor gambar kerja, dan lain – lain.
3. Menggambarkan simbol ASME yang ditempatkan secara vertikal dan berurutan untuk menunjukkan terjadinya perubahan proses untuk setiap simbolnya.
4. Memberikan penomoran secara berurutan pada kegiatan operasi sesuai dengan urutan pembuatan produk atau objek tersebut. Penomoran terhadap kegiatan inspeksi diberikan tersendiri dengan aturan yang sama dengan proses operasi.
5. Memetakan terlebih dahulu proses operasi dengan produk yang paling banyak memerlukan proses operasi dan digambarkan pada garis vertikal paling kanan sendiri.

Sedangkan untuk contoh penggambaran *operation process chart* dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2. 2 Langkah – langkah Pembuatan *Operation Process Chart*
Sumber : Ergonomi Studi Gerak dan Waktu (Wignjosoebroto, 1995)

Keterangan :

W = Waktu yang dibutuhkan untuk operasi kerja/inspeksi

O-N = Nomor urut untuk kegiatan operasi

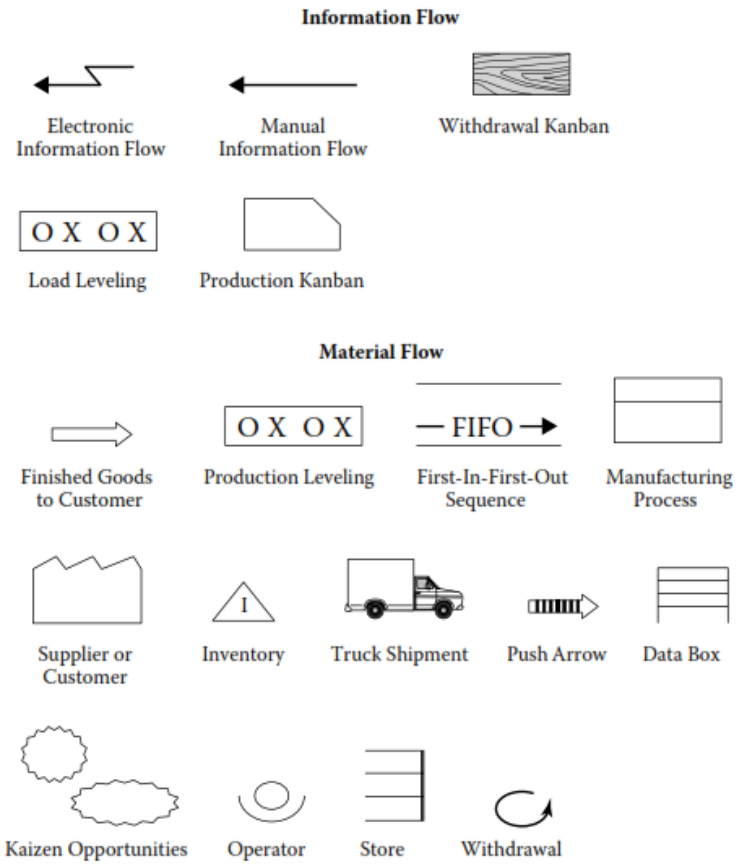
I-N = Nomor urut untuk kegiatan inspeksi

M = Nama mesin/fasilitas kerja atau lokasi aktivitas operasi dilaksanakan

2.4. *Value Stream Mapping* (VSM)

Value Stream Mapping merupakan *tool* yang dapat membantu untuk menggambarkan kondisi eksisting dari proses melalui gambar dan simbol (*big picture mapping),* sehingga dapat memberi peluang untuk mengidentifikasikan perbaikannya. (Pascal, 2015). Melalui *Value Stream Mapping*, aktivitas pemenuhan *order* dapat digambarkan dari pendatangan material hingga pemenuhan *order* sampai ke tangan *customer*. Tujuan dari pembuatan *value stream mapping* adalah untuk mengoptimalkan *value* hingga sampai ke *customer* dengan melakukan minimasi *waste* (P.Masuti & U.Dabade, 2019). Segala aktivitas dapat dilihat di

dalam *value stream mapping* yang meliputi *added value activity*, dan *non added value activiy*. Jika di dalam *value stream mapping* ditemukan banyak *non added value activity* seperti waktu produksi yang lama, jumlah tenaga kerja yang banyak dan lain sebagainya maka dibutuhkan perbaikan agar proses dapat berjalan lebih efisien. Simbol yang digunakan dalam *value stream mapping* meliputi simbol arus informasi (*information flow)* dan arus material (*material)* yang dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2. 3 Simbol dalam *Value Stream Mapping*
Sumber : *Lean Production Simplified* (Pascal, 2015)

Information flow merupakan simbol yang menunjukkan bagaimana informasi disampaikan dari satu titik ke titik lainnya seperti melalui media elektronik, kanban, manual, dan sebagainya. Sedangkan untuk simbol *material flow* menunjukkan jalannya material di dalam sebuah proses produksi mulai dari adanya *customer, supplier,* hingga proses produksi dan lain sebagainya.

Menurut Deskhar (2018) terdapat beberapa tahapan dalam membuat sebuah *value stream mapping* dari suatu proses produksi yaitu :

1. Memilih *Product Family*

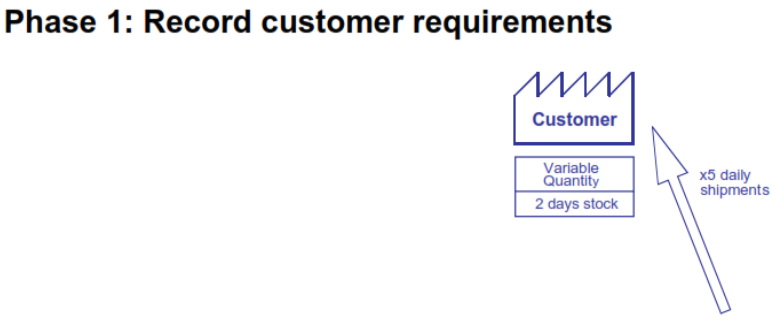
   Product Family merupakan kelompok dari produk atau material yang memiliki proses yang sejenis dengan menggunakan serangkaian mesin yang sama. Dengan melakukan pemilihan atau identifikasi pada *product family* maka pembuatan *value stream mapping* akan lebih fokus untuk mengidentifikasi adanya *waste* beserta perbaikannya.

2. Menggambar *Current State Map*

   Yaitu menggambar *value stream mapping* pada kondisi eksisting dari proses produk yang telah dipilih. Untuk membuat *current state map* mengikuti langkah – langkah menurut Hines & Taylor (2000) yaitu :

   a. *Phase 1 : Record customer requirements*

      Pada fase ini yang dilakukan adalah menentukan permintaan dari *customer* terhadap produk yang akan dianalisis, lalu mengumpulkan data – data berupa jumlah, waktu pengiriman, kemasan yang dibutuhkan, stok yang dibutuhkan dan segala informasi yang dibutuhkan setelah itu membuat gambar *value stream mapping* seperti pada Gambar 2.4

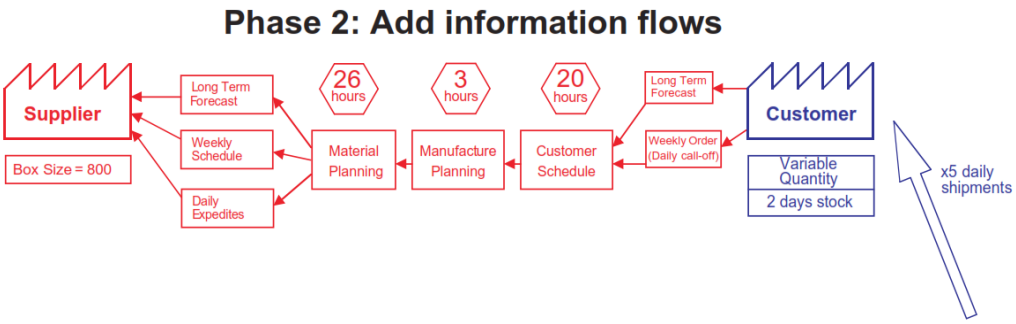


Gambar 2. 4 *Value Stream Mapping Phase 1*
Sumber : (Hines & Taylor, 2000)

   b. *Phase 2 : Information Flows*

      Pada fase ini dilakukan analisis terhadap informasi yang mengalir dari *customer* hingga ke *supplier* meliputi *demand forcasting*, siapa yang menerima informasi tersebut, berapa lama waktu untuk memproses,

melalui cara apa informasi disampaikan, dan lain sebagainya. Penggambaran *value stream mapping phase 2* dapat dilihat pada Gambar 2.5



Gambar 2. 5 *Value Stream Mapping Phase 2*
Sumber : (Hines & Taylor, 2000)

c. *Phase 3 : Physical flows*

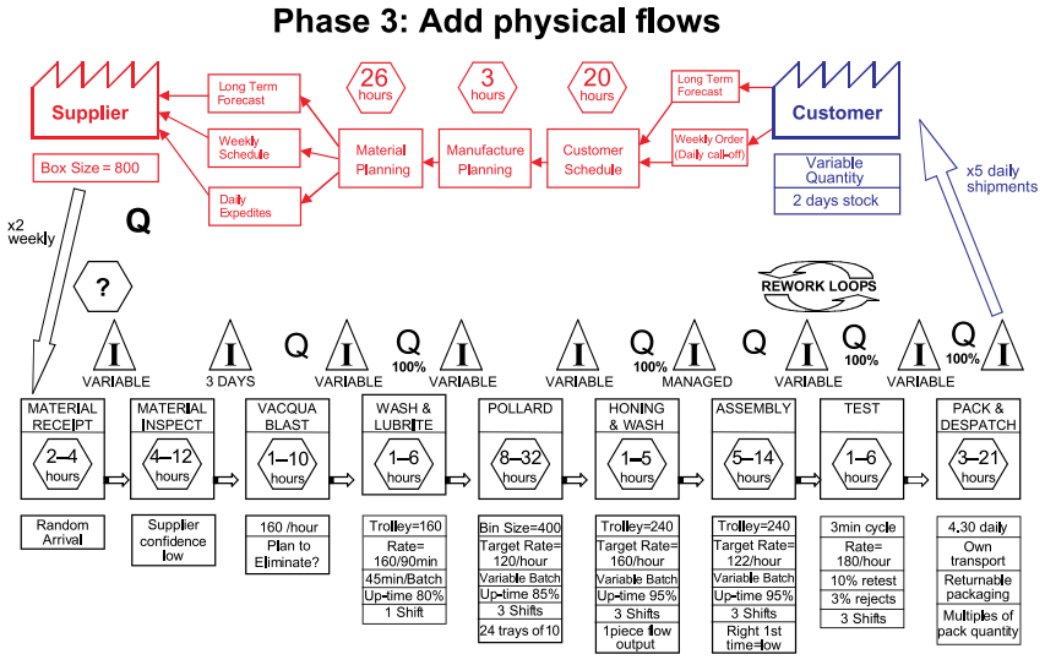
Pada fase ini membuat gambar yang menunjukkan adanya aliran fisik seperti material yang didatangkan oleh *supplier*, waktu saat menjadi inventori, posisi material saat menjadi inventori, letak terjadinya *bottleneck*, proses yang dilakukan terhadap material beserta waktu – waktu yang dibutuhkan, jumlah pekerja dan segala informasi yang berkaitan dengan aliran fisik. Persamaan (2.1) merupakan rumus *availability* yang digunakan dalam membuat *value stream mapping*.

$$Availability = \frac{(Total\ Production\ Time - Downtime)}{Total\ Production\ Time} \quad (2.1)$$

Keterangan =

Total Production Time = Total waktu produksi dalam satu hari

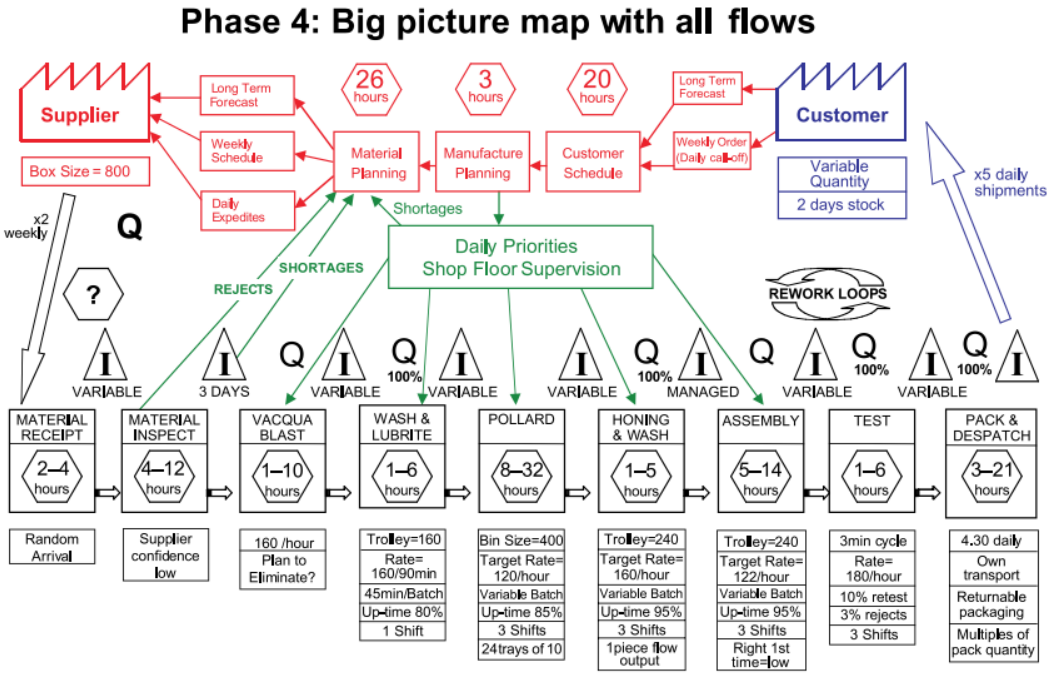
Downtime = *Setup Time* + *Breakdown Time*



Gambar 2. 6 *Value Stream Mapping Phase 3*
Sumber : (Hines & Taylor, 2000)

d. *Phase 4 : Linking Physical and Information Flows*

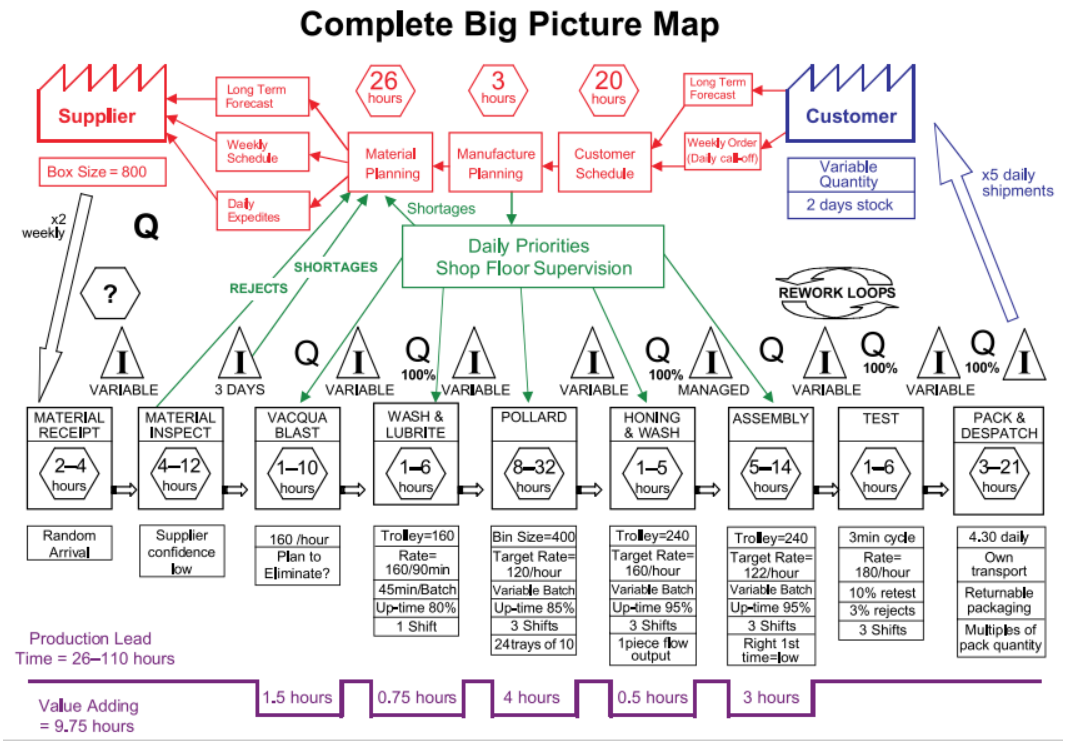
Pada fase keempat ini memperlihatkan aliran fisik dan aliran informasi yang telah dibuat sebelumnya sehingga dapat menunjukkan alur pengiriman instruksi kerja yang diberikan dari siapa kepada siapa, dan masalah yang terjadi dalam penyampaian instruksi kerja.



Gambar 2. 7 *Value Stream Mapping Phase 4*
Sumber : (Hines & Taylor, 2000)

e. *Phase 5 : Linking Physical and Information Flows*

Pada fase kelima ini menjadi pelengkap terhadap pembuatan *value stream mapping* yaitu menggambarkan garis waktu *lead time* yang dapat membedakan antara *value adding (VA)* dan *non value adding (NVA)* dibagian paling bawah dari gambar.



Gambar 2. 8 *Value Stream Mapping Phase 5*
Sumber : (Hines & Taylor, 2000)

3. Menganalisis *current state map*

   Current state map yang telah dibuat lalu dianalisis untuk diidentifikasi adanya *waste,* proses *bottleneck,* dan *waste* lainnya yang meliputi 7 *waste* menurut *Toyota Production System (TPS).*

4. Mengeliminasi *waste* dan menggambar *future state map.*

   Waste yang telah diidentifikasi pada *current state map* kemudian dieliminasi sesuai dengan urutan *waste* yang paling kritis, setelah mengeliminasi adanya *waste* lalu menggambar *future state map* yang merupakan *value stream mapping* dari perbaikan dari *current state map.*

5. Menyimulasikan dan mengimplementasikan *future state map.*

   Future state map yang telah digambar lalu disimulasikan dengan *software* untuk mengetahui perbandingannya dengan *current state map.* Setelah itu mengimplementasikannya di perusahaan.

2.5. *Process Activity Mapping* (PAM)

Process Activity Mapping merupakan alat untuk memetakan secara rinci dari proses pemenuhan *order* dari *customer*, secara tradisional *process activity mapping* hanya dapat digunakan untuk perusahaan manufaktur, namun saat ini telah dapat digunakan secara lebih luas untuk mengidentifikasikan waktu dan besarnya produktivitas untuk aliran fisik dan informasi dari produk yang tidak hanya dapat digunakan di industri / pabrik melainkan dapat digunakan juga untuk aliran *supply chain* (Hines & Taylor, 2000). *Process activity mapping* merupakan salah satu kelebihan dari keilmuan teknik industri dikarenakan dapat mengeliminasi adanya *waste* di dalam stasiun kerja dan dapat meningkatkan kualitas produk dan jasa secara mudah, cepat, dan murah. (Hines & Rich, 1997). Melalui *process activity mapping* dapat diidentifikasikan beberapa aktivitas yang terdiri dari :

a. *Non value adding* (NVA)

   Aktivitas *Non value adding* merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah pada objek yang dikenainya, maka dari itu harus diminimasi agar proses dapat berjalan lebih efisien.

b. *Necessary but non-value adding* (NNVA)

   Aktivitas *Necessary but non-value adding (NNVA)* merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah pada objek yang dikenainya namun aktivitas tersebut harus ada di dalam proses.

c. *Value adding* (VA)

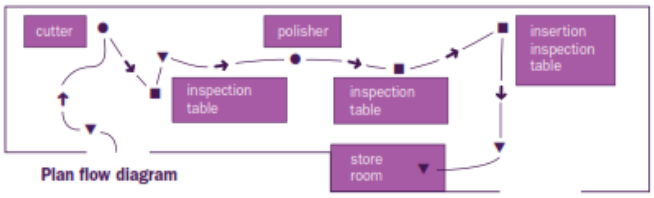
   Aktivitas *value adding* merupakan aktivitas yang dapat memberi nilai tambah pada objek yang menjadi targetnya.

Selain membagi kedalam beberapa aktivitas tersebut, *process aktivity mapping* juga memetakan aktivitas di dalam proses produksi berdasarkan jenisnya yang meliputi *operation, transport, inspection,* dan *storage*, sehingga dapat dicontohkan melalui Gambar 2.9.

Step	Flow	Machine/ tool	Distance (metres)	Time (minutes)	People	Chart symbol ●	→	■	▼
1 Cut and chamfer pins	●	Cutter		60	1				
2 Transportation	→	Crane	20	5	2				
3 Measure length inspect chamfering	■	Calipers		10	2				
4 Set aside	▼	Bag		70	2				
5 Transportation	→	Crane	10	3	2				
6 Polish exterior surface	●	Polisher		15	1				
7 Transportation	→	Crane	20	5	2				
8 Measure outer diameter	■	Calipers		5	2				
9 Transportation	→	Crane	20	5	2				
10 Inspect pin insertion into socket	■			10	2				
11 Transportation	→	Crane	15	4	2				
12 Set aside	▼			10	2				
13 Storage	▼			50					
						2 times	5 times	3 times	3 times
Total	13 steps		85 metres	252 minutes	22	75 min	22 min	25 min	130 min

Key

- ● Operation
- → Transport
- ■ Inspection
- ▼ Storage



Gambar 2. 9 Contoh *Process Activity Mapping*
Sumber : *Going Lean* (Hines & Taylor, 2000)

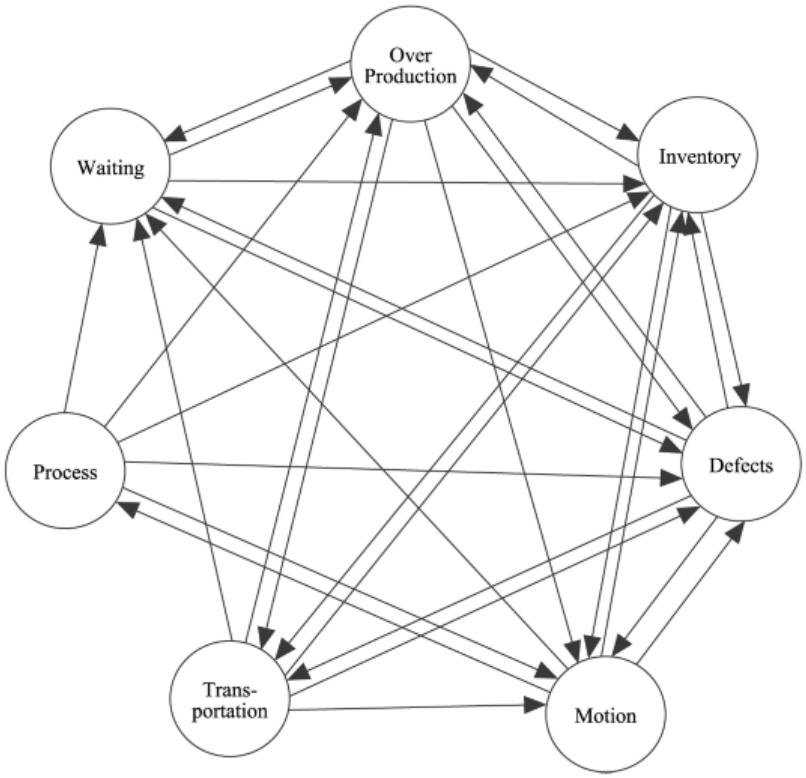
2.6. *Waste Assessment Model*

Waste Assessment Model adalah pendekatan metode yang dikembangkan oleh Rawabdeh (2005) yang memiliki tujuan untuk melihat penyebaran *waste* di dalam perusahaan terutama pada proses produksinya. Metode ini menentukan bobot tiap *waste* yang terjadi pada proses produksi yang selanjutnya dapat ditemukan *waste* kritis atau *waste* yang paling berpengaruh di dalam perusahaan dan dapat dilakukan perbaikan agar *waste* kritis tersebut dapat dieliminasi. *Waste Assessment Model* dapat menunjukkan hubungan antara *seven waste* menurut *toyota production system*, sehingga tiap *waste* dapat memiliki kesinambungan yang dapat saling memengaruhi terhadap jenis *waste* yang lain. Di dalam *Waste Assessment Model* terdapat *matrix* yaitu *Waste Assessment Matrix* yang terdiri dari *Waste Relationship Matrix* (WRM) dan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ), dua hal tersebut merupakan metode kuesioner yang membutuhkan *input* dari orang yang

berpengalaman atau bisa disebut *expert* dari perusahaan, harapannya adalah orang yang dianggap *expert* tersebut paham akan permasalahan tentang *waste* yang terjadi di dalam perusahaan terutama di proses produksi.

2.6.1. Seven Waste Relationship

Semua jenis *waste* memiliki sifat *inter-dependent* yang artinya mempunyai pengaruh terhadap jenis *waste* yang lain serta memiliki hubungan yang sangat kompleks dikarenakan pengaruh dari tiap *waste* dapat muncul secara langsung atau tidak langsung. Jenis hubungan dan sifat yang dimiliki tiap *waste* memiliki perbedaan satu sama lain sehingga hubungan antar *waste* tidak akan memiliki bobot yang sama. Pada Gambar 2.10 dapat dilihat hubungan antar *waste* menurut (Rawabdeh, 2005)



Gambar 2. 10 *Direct Wastes Relationship*
Sumber : (Rawabdeh, 2005)

Dari hubungan langsung antara *seven waste* yang terdiri dari *Overproduction* (O), *Over Inventory* (I), *Defect* (D), *Unneeded Motion* (M),

Unnecessary Transportation (T), *Overprocessing* (P), dan *Waiting* (W). Menurut Rawabdeh (2005) hubungan dari tiap *waste* dengan *waste* lainnya dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. O_I : Ketika terjadi *Overproduction*, banyak bahan baku yang digunakan sehingga menyebabkan penambahan bahan baku dan membutuhkan ruang yang lebih luas untuk menyimpan tambahan bahan baku tersebut.
2. O_D : Ketika terjadi *overproduction*, kualitas dari produk akan menurun karena akan ada bahan tambahan untuk menggantikan yang cacat.
3. O_M : Adanya *overproduction* menyebabkan adanya tindakan non ergonomis yang mengarah ke metode yang tidak sesuai standar kerja dan banyak pemborosan gerakan yang dilakukan.
4. O_T : *Overproduction* menyebabkan adanya transportasi yang berlebih karena jumlah produk yang banyak.
5. O_W : Adanya *overproduction* menyebabkan sumber daya akan disiapkan lebih lama sehingga pelanggan lain akan menunggu dan menyebabkan antrian yang besar.
6. I_O : Banyaknya *inventory* yang disimpan menyebabkan pekerja untuk bekerja lebih untuk mengejar keuntungan perusahaan, namun hal tersebut dapat berpotensi adanya kelebihan produksi yang tidak diperlukan.
7. I_D : Meningkatnya *inventory* akan meningkatkan kemungkinan untuk adanya produk *defect* karena tidak adanya ruang penyimpanan yang layak.
8. I_M : Banyaknya *inventory* menyebabkan peningkatan waktu dalam gerakan kerja seperti mencari, memilih, menggenggam, mencapai, bergerak dan penanganan.
9. I_T : Banyaknya *inventory* di dalam lantai produksi menyebabkan adanya gangguan dalam melakukan gerakan kerja karena terhalang adanya *work in process* sehingga menghambat transportasi di dalam lantai produksi.
10. D_O : Adanya perilaku *overproduction* disebabkan adanya *defect* karena berusaha untuk mengurangi adanya produk yang cacat.
11. D_I : Adanya *defect* menyebabkan adanya tindakan *rework* yang artinya akan semakin banyak *inventory* untuk produk yang akan di *rework.*

12. D_M : Adanya produk *defect* menyebabkan adanya peningkatan waktu pencarian, pemilihan, dan inspeksi. Selain itu adanya proses *rework* karena *defect* juga membutuhkan kemampuan yang terlatih.
13. D_T : Adanya produk *defect* menyebabkan meningkatnya waktu pencarian, pemilihan, dan inspeksi. Selain itu adanya proses *rework* karena *defect* juga membutuhkan kemampuan yang terlatih.
14. D_W : Adanya *defect* menyebabkan adanya tindakan *rework* yang membutuhkan waktu tambahan untuk pengadaan material dan prosesnya.
15. M_I : Tidak adanya standarisasi dalam bekerja dapat menyebabkan meningkatkan jumlah *work in process.*
16. M_D : Kurang adanya platihan dan standarisasi dalam bekerja menyebabkan persentase adanya produk *defect* meningkat.
17. M_P : Tidak adanya standarisasi gerakan dalam bekerja menyebabkan adanya tambahan proses yang sebenarnya tidak diperlukan karena kurang paham dengan kapasitas teknologi yang digunakan.
18. M_W : Tidak adanya standarisasi gerakan dapat meningkatkan waktu untuk melakukan pencarian, mengambil, bergerak, dan perakitan yang menyebabkan meningkatnya waktu tunggu/antrian.
19. T_O : Produk yang diproduksi melebihi yang dibutuhkan berdasarkan kapasitas dari sistem pengangkutan sehingga dapat meminimalkan biaya angkutan per unit.
20. T_I : Tidak efisiennya jumlah peralatan untuk *material handling* atau MHE (*Material Handing Equipment*) menyebabkan meningkatnya jumlah *inventory* yang dapat menghambat proses lainnya.
21. T_D : MHE memiliki peran yang cukup besar di perusahaan, apabila terdapat MHE yang rusak atau tidak berfungsi dengan baik dapat berpotensi merusak produk.
22. T_M : Ketika produk - produk dipindahkan di berbagai tempat dapat meningkatkan kemungkinan adanya *waste motion* karena adanya tambahan proses *handling* dan *searching*.

23. T_W : Jika MHE tidak berfungsi dengan baik dapat menyebabkan terganggunya proses pengangkutan yang artinya waktu untuk mengangkut menjadi bertambah dan meningkatkan waktu antrian proses selanjutnya.
24. P_O : Untuk mengurangi biaya operasional mesin maka terkadang mesin dipaksa untuk beroperasi secara *full time*, yang akhirnya menyebabkan adanya *overproduction.*
25. P_I : Menggabungkan operasi di dalam satu stasiun dapat mengurangi adanya WIP karena menghilangkan adanya *buffers.*
26. P_D : Jika mesin tidak dipelihara dan diperbaiki secara teratur dapat menyebabkan adanya *defect* dari proses produksi.
27. P_M : Tidak adanya platihan proses produksi menggunakan mesin teknologi baru dapat menghasilkan adanya *waste motion* pada operatornya.
28. P_W : Jika teknologi atau mesin yang digunakan tidak cocok, dan melakukan *set up* serta *downtime* yang berulang - ulang dapat menyebabkan waktu tunggu yang tinggi.
29. W_O : Jika mesin menunggu proses selanjutnya sedangkan bahan baku belum tersedia dapat menyebabkan adanya *overproduction* karena mesin dibuat agar tetap beroperasi.
30. W_I : Adanya *waiting* dalam proses menyebabkan meningkatnya *inventory* di dalam perusahaan baik itu berupa *raw material*, *work in process*, atau *finished good.*
31. W_D : Adanya waktu tunggu lama yang dialami oleh produk dapat menurunkan nilai ekonomis dan berpotensi merusak produk tersebut.

Dari hubungan tiap *waste* dengan *waste* lainnya tersebut dapat diketahui seberapa besar tingkat hubungannya dengan menggunakan kuesioner yang dikembangkan untuk menghitung bobot hubungan dari setiap jenis *waste.* Kuesioner tersebut terdiri dari enam pertanyaan dan setiap pertanyaan memiliki bobot dengan skala nol hingga empat. Pengisian kuesioner tersebut dilakukan oleh *expert* perusahaan atau orang yang telah berpengalaman terhadap kondisi *waste* diperusahaan. Contoh dari kuesioner dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Kuesioner Keterkaitan Antar *Waste*

No	Pertanyaan	Jawaban	Skor
1	Apakah i memengaruhi j?	a. Selalu	4
		b. Kadang	2
		c. Tidak pernah	0
2	Bagaimana tipe hubungan antara i dan j?	a. Ketika i meningkat maka j meningkat	2
		b. Ketika i meningkat maka j tetap	1
		c. Tidak menentu, tergantung kondisi	0
3	Dampak j dikarenakan i?	a. Tampak secara langsung dan jelas	4
		b. Butuh waktu untuk terlihat	2
		c. Tidak terlihat	0
4	Menghilangkan dampak i terhadap j dengan melakukan cara...	a. Metode *engineering*	2
		b. Sederhana dan langsung	1
		c. Solusi instruksional	0
5	Dampak j yang disebabkan oleh i berpengaruh pada?	a. Kualitas produk	1
		b. Produktivitas sumber daya	1
		c. *Lead time*	1
		d. Kualitas dalam produktivitas	2
		e. Kualitas dalam *lead time*	2
		f. Produktivitas dalam *lead time*	2
		g. Kualitas, produktivitas, dan *lead time*	4
6	Sebesar apa dampak i terhadap j akan meningkatkan *lead time?*	a. Sangat tinggi	4
		b. Sedang	2
		c. Rendah	0

Sumber : (Rawabdeh, 2005)

Setelah data kuesioner didapatkan, lalu total skor akan diperoleh melalui enam pertanyaan untuk masing – masing *waste* tersebut yang selanjutnya dapat dikonversikan kedalam tabel konversi seperti pada Tabel 2.3

Tabel 2. 3 Nilai Konversi Ketarkaitan Antar *Waste*

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

Sumber : (Rawabdeh, 2005)

2.6.2. Waste Relationship Matrix

Waste Relationship Matrix merupakan metode yang bertujuan untuk menganalisis kriteria pengukuran menggunakan suatu *matrix* yang terdiri dari baris dan kolom yang berisikan hubungan dari tiap *waste* terhadap *waste* lainnya. Baris menunjukkan adanya efek dari *waste* terhadap *waste* lainnya, sedangkan kolom menunjukkan tingkatan pengaruh jenis *waste* tertentu terhadap *waste* lainnya (Rawabdeh, 2005). Contoh *waste relationship matrix* dapat dilihat pada Tabel 2.4

Tabel 2. 4 Contoh *Waste Relationship Matrix*

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

Sumber : (Rawabdeh, 2005).

Hubungan dari tiap *waste* yang sama memiliki nilai A . Nilai dari tiap simbol tersebut selanjutnya akan dikonversikan ke dalam angka dengan ketentuan A=10, E=8, I=6, O=4, U=2, dan X=0. Hasil konversi kemudian dihitung dan dijumlahkan agar dapat diketahui nilai pengaruhnya dalam satuan persen dan disebut sebagai *waste matrix value* yang dapat dilihat pada Tabel 2.5

Tabel 2. 5 Contoh *Waste Matrix Value*

F/T	O	I	D	M	T	P	W	*Score*	%
O	10	10	4	4	6	0	8	42	16,8%
I	6	10	6	6	6	0	0	34	13,6%
D	6	6	10	6	8	0	6	42	16,8%
M	0	4	8	10	0	6	10	38	15,2%
T	2	4	6	2	10	0	6	30	12,0%
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**	**100,0%**
%	13,6%	18,4%	17,6%	13,6%	12,0%	6,4%	18,4%	**100,0%**	

Sumber : (Rawabdeh, 2005).

2.6.3. Waste Assessment Questionnaire

Waste Assessment Questionnaire dikembangkan untuk mengalokasikan *waste* yang berada di dalam lini produksi *job shop*. Di dalam *job shop*, setiap harinya memproduksi produk yang berbeda–beda sehingga disebut sebagai *make to order*. *Waste assessment questionnaire* terdiri dari 68 pertanyaan yang berbeda – beda yang dikenalkan dengan tujuan untuk mengalokasikan *waste*. Tiap kuesioner yang dibuat menggambarkan aktivitas, kondisi, atau sifat yang dapat mengakibatkan *waste* tertentu. Pertanyaan di dalam kuesioner dibagi menjadi empat kelompok yaitu *man, machine, material,* dan *method.* Setiap pertanyaan memiliki tiga pilihan jawaban dan setiap jawaban akan diberi bobot : 1, 0,5, atau 0. Setiap pertanyaan akan mengarah kepada *waste* tertentu pada tingkatan tertentu sesuai dengan jawaban yang diberikan. Beberapa pertanyaan diikuti dengan tulisan "*from"* yang artinya adalah pertanyaan tersebut menjelaskan jenis *waste* saat ini yang dapat memulai munculnya jenis *waste* lainnya berdasarkan *waste relationship matrix*. Pertanyaan lainnya diikuti dengan tulisan "*To"* yang artinya pertanyaan tersebut memberi penjelasan tiap jenis *waste* saat ini yang dapat terjadi karena akibat dari jenis *waste* yang lainnya (Rawabdeh, 2005)

Hasil dari tiap pertanyaan yang dibuat akan diproses melalui bentuk algoritma yang terdiri dari beberapa langkah untuk menilai dan mengurutkan bobot dari *waste*. Hasil akhir dari pembobotan ini adalah *ranking* dari *waste* yang paling kritis hingga yang paling tidak kritis. Rawabdeh (2005) membuat langkah – langkah untuk menghitung skor *waste* hingga didapatkan hasil akhir berupa *ranking* dari *waste* :

1. Menghitung jumlah pertanyaan yang berisikan "*From*" dan "*To*" dari tiap jenis *waste*.
2. Memasukan bobot yang telah didapatkan dari seluruh pertanyaan berdasarkan *waste relationship matrix* yang selanjutnya dikonversikan kedalam *waste matrix value.*
3. Mengelompokkan tiap bobot pada satu baris dengan jumlah pertanyaan yang dikelompokkan (Ni) untuk menghilangkan efek dari variasi jumlah pertanyaan pada setiap pertanyaan.

Tabel 2. 6 Contoh Bobot Awal dari *Waste Relationship Matrix*

Question Type	***Question* (k)**	***Weight from WRM* (j)**						
		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 Defect	3	6	6	10	6	8	0	6
From Motion	4	0	4	8	10	0	6	10
Material								
To waiting	8	8	0	6	10	6	6	0
From waiting	9	4	10	4	0	0	0	10
...	...	...	...	...	...	...	...	...
Method								
To Transportation	44	6	6	8	0	10	0	0
From Motion	45	0	4	8	10	0	6	10
From Waiting	46	4	10	4	0	0	0	10
From Motion	63	0	4	8	10	0	6	10
From Motion	64	0	4	8	10	0	6	10
From Motion	65	0	4	8	10	0	6	10
From Overproduction	65	10	10	4	4	0	0	8
From Process	66	6	2	6	6	0	10	6
From defect	68	6	6	10	6	8	0	6
Score		**318**	**396**	**450**	**420**	**260**	**232**	**402**

Sumber : (Rawabdeh, 2005).

4. Melakukan perhitungan jumlah skor dari setiap jenis *waste*, dan frekuensi (Fj) dari munculnya nilai pada tiap kolom *waste* dengan mengabaikan nilai nol. Persamaan untuk tiap jenis *waste* j melalui Persamaan (2.2).

$$S_j = \sum_{k=1}^{K} \frac{W_{j.k}}{N_i} \qquad (2.2)$$

Keterangan :

S_j = Total Skor dari penjumlahan tiap jenis *waste*

K = Nomor pertanyaan, berkisar dari 1 – 68.

$W_{j.k}$ = Bobot pertanyaan (k) terhadap bobot dari WRM (j)

N_i = Jumlah pertanyaan yang disetujui oleh perusahaan dan dikelompokkan.

5. Memasukkan nilai dari hasil kuesioner (1, 0,5 atau 0) kedalam tiap bobot nilai di tabel dengan mengalikannya.
6. Menghitung total skor tiap bobot nilai pada kolom *waste* dan frekuensi (fj) untuk bobot nilai pada kolom *waste* dan mengabaikan nilai nol. Persamaan untuk menghitung total nilai bobot *waste* dapat dilihat pada Persamaan (2.3).

$$s_j = \sum_{k=1}^{K} X_K \frac{W_{j.k}}{N_i} \qquad (2.3)$$

Keterangan :

sj = Total untuk nilai bobot *waste* (j)

X_k = Rata-rata nilai dari jawaban tiap pertanyaan kuesioner (1,0,5, atau 0)

N_i = Jumlah pertanyaan yang disetujui oleh perusahaan dan dikelompokkan.

$W_{j.k}$ = Bobot pertanyaan (k) terhadap bobot dari WRM (j)

7. Menghitung indikator awal untuk setiap jenis *waste* (Yj). Indikator tersebut berupa angka yang masih belum menunjukkan bahwa tiap jenis *waste* dipengaruhi *waste* lainnya.
8. Menghitung nilai akhir dari *waste factor* (Yj final) dengan memasukkan faktor probabilitas pengaruh antar jenis *waste* (Pj) berdasarkan total "*from"* dan "*to*" pada *Waste Relationship Model.* Selanjutnya menunjukkan bentuk *final waste factor* yang didapatkan sehingga dapat diketahui peringkat *level* dari tiap *waste* dengan menggunakan Persamaan (2.4)

$$Y_j Final = Yj \; x \; Pj = \frac{sj}{Sj} \; x \; \frac{fj}{Fj} \qquad (2.4)$$

2.7. *Lean Assessment Matrix*

Lean Assessment Matrix merupakan metode yang dikembangkan dari logika berpikir *House Of Risk* yang diimplementasikan di dalam *lean manufacturing* untuk mengidentifikasi adanya *waste* serta mengetahui hubungan antar *waste* yang diintegrasikan dengan *Waste Relationship Matrix* (WRM) (Karningsih, et al., 2019). *Lean Assessment matrix* mempunyai dua *matrix* yang terdiri dari *Lean matrix 1* dan *Lean matrix 2.*

2.7.1. Lean Matrix 1

Lean matrix 1 digunakan untuk mengidentifikasikan *non value added activities* (NVA) dalam bentuk *waste* kritis (Karningsih, et al., 2019). *Lean matrix 1* mengidentifikasikan *waste* kritis serta akar permasalahannya hingga melakukan *ranking* terhadap *waste.* Setelah *Waste relationship matrix* dibuat, maka dapat dimulai pembuatan *lean matrix 1* dengan mengikuti langkah – langkah berikut :

1. Menentukan *impact value* dengan skala (0,1,3,9) (Pujawan & Geraldin, 2009).
2. Menentukan tingkat *occurence* atau *occurence level* (Oj) untuk mengestimasi tingkat seringnya *waste* tersebut muncul di dalam perusahaan. Penentuan *occurence level* dilakukan pada tiap *waste* yang akan diidentifikasikan. Penilaian untuk *Occurance level* berkisar dari 1 sampai 10.
3. Menentukan tingkat *severity* dari *waste* yang ada di perusahaan. Tingkat *severity waste* atau *severity level of waste* (Sj) dapat menunjukkan besarnya dampak yang dihasilkan oleh tiap *waste* kepada perusahaan. Penilaian untuk *Severity level of waste* (Sj) berkisar dari 1 sampai 10.
4. Menentukan nilai *Aggregate Cause Value* (ACV) yang perhitungannya dapat dlihat pada Persamaan (2.5).

$$ACV_i = Oi \sum S_j I_{ij} \tag{2.5}$$

Keterangan :

Oj = *Occurence level of the root source of waste j*

S_i = *Severity level of waste i*

I_{ij} = *Impact value of root source of waste j to waste i*

5. Menghitung *Aggregate Waste Number* (AWN) untuk menemukan peringkat *waste* yang mana dipengaruhi oleh *type k weight* (WTk) yang menjadi salah satu unsur di dalam penentuan nilai AWN. Perhitungan AWN dapat dilihat pada Persamaan (2.6)

$$AWN_i = WT_k S_i \sum O_j I_{ij} \quad (2.6)$$

Keterangan :

Oj = *Occurence level of the root source of waste j*

S_i = *Severity level of waste i*

I_{ij} = *Impact value of root source of waste j to waste i*

6. Menentukan *waste* kritis menggunakan penilaian dari *expert* perusahaan. Lalu membuat pemetaan *Lean matrix 1* seperti pada Tabel 2.7.

Tabel 2. 7 Contoh Tabel Pemetaan *Lean Matrix 1*

Waste Type	*Non Added Value Activity (Waste)*	*Root Source Of Waste*				*Waste Type Weight*	*Severity level of Waste*	*Aggregate Waste Number*	*Waste Rank*
		S1	*S2*	*S3*	*S4*				
Overproduction	*W1*	*Iij*				*WTk*	*Si*	*AWNi*	
Defect	*W2*								
Inventory	*W3*								
Waiting	*W4*								
Overprocessing	*W5*								
Motion	*W6*								
Transportation	*W7*								
Occurance level of Root Source of Waste j		*Oj*							
Aggregate Cause value		*ACVi*							

(Karningsih, et al., 2019)

2.7.2. Lean Matrix 2

Lean Matrix 2 bertujuan untuk menentukan peringkat dari alternatif perbaikan untuk *waste* atau *alternatives waste elimination* berdasarkan *root source of waste* yang telah dipilih melalui *Lean Matrix 1* (Karningsih, et al., 2019). Untuk menyusun *Lean matrix 2* dapat mengikuti langkah – langkah sebagai berikut :

1. Menyusun beberapa perbaikan untuk mengeliminasi tiap *root cause of waste* yang telah dipilih.
2. Menghitung *degree of effectiveness* dari tindakan untuk mengurangi atau mengeliminasi adanya *root source of waste* (Emk) melalui penilaian berdasarkan tiga nilai yang meliputi 0 (tidak), 1 (rendah), 3 (sedang), dan 9 (tinggi).
3. Menghitung nilai *Total Effectiveness of Waste Elimination Action* (TEm) dari penjumlahan total dari perkalian dari *Aggregate Cause* (AC) dengan *Degree of Effectiveness of Action*. Persamaan untuk menghitung *Total Effectiveness of Waste Value* (TEm) dapat dilihat pada Persamaan (2.7).

$$TE_m = \sum ACV_i E_{mj} \tag{2.7}$$

Keterangan :

TEm = *Total effectiveness of waste elimination action m*

ACi = *Aggregate Cause i*

Emj = *Degree of effectiveness* tindakan m untuk mengeliminasi *root source of waste* j

4. Menghitung *Degree of Difficulty Performing Action m* (Dm) berdasarkan level dari tingkat kesulitan implementasi alternatif perbaikan dengan mempertimbangkan sumber daya untuk melakukannya. Beberapa level atau tingkatan yang digunakan dalam *Degree of Difficulty Performing Action m* (Dm) yaitu 3 (rendah), 4 (sedang), dan 5 (tinggi).

5. Menentukan prioritas alternatif perbaikan menggunakan perhitungan *Effectiveness to Difficulty Ratio* (ETDm) menggunakan Persamaan (2.8).

$$ETD_m = \frac{TEm}{Dm} \quad (2.8)$$

Setelah nilai dari ETDm ditemukan lalu menentukan peringkat prioritas rekomendasi perbaikan melalui ETDm tertinggi hingga terendah. Contoh pementaan *Lean Matrix 2* dapat dilihat pada Tabel 2.8.

Tabel 2. 8 Contoh Tabel Pemetaan *Lean Matrix 2*

Waste Type	*Root Source of Waste*	*Waste Elimination Action*				*Aggregate Cause i*
		WEA1	*WEA2*	*WEA3*	*WEAm*	
Overproduction	*S1*	*Emj*				*Aci*
Defect	*S2*					
Inventory	*S3*					
Waiting	*S4*					
Overprocessing	*S5*					
Motion	*S6*					
Transportation	*S7*					
Total Effectiveness of Waste Elimination Action m (TEm)						
Degree of difficulty performing action m (Dm)						
Effectiveness in difficulty ration (ETDm)						
Rank of action priority		*1*	*2*	*3*		

(Karningsih, et al., 2019)

2.8. *5 Why's Analysis*

Root cause analysis adalah cara untuk menyelesaikan masalah dengan mengidentifikasi akar permasalahan yang terjadi sehingga dapat mengurangi bahkan menghilangkan akar permasalahan tersebut dan tidak menyebabkan adanya masalah utama. Apabila suatu masalah tidak dapat diidentifikasikan akar

penyebabnya maka masalah tersebut akan terus berlanjut dan tidak akan berakhir (Doggett, 2006). *Root Cause Analysys* memiliki beberapa metode yang dapat digunakan diantaranya yaitu 5 *Why's Analysis, Cause and Effect Diagram* (CED), *Fishbone Diagram*, *Interrelationship Diagram* (ID) dan sebagainya.

5 Why's Analysis merupakan salah satu metode di dalam *Root Cause Analysis* yaitu dengan mengalisis suatu masalah menggunakan pertanyaan *"why"* sebanyak lima kali terhadap masalah yang sedang terjadi (Serrat, 2010). Untuk membuat *5 why's analysis* dapat dilakukan dengan langkah – langkah sebagai berikut :

1. Membuat tim untuk menentukan permasalahan – permasalahan yang terjadi di perusahaan dan bersama – sama menyetujuinya dengan membuat daftar permasalahan yang terjadi.
2. Menanyakan mengapa (*why)* seperti "kenapa masalah ini atau itu dapat terjadi?", melalui pertanyaan tersebut akan ada beberapa jawaban yang akan didapatkan, setelah itu jawaban yang didapatkan dicatat untuk dilakukan analisis lebih lanjut.
3. Menanyakan empat pertanyaan mengapa *(why)* secara berturut – turut terhadap jawaban yang dihasilkan dari pertanyaan mengapa sebelumnya.
4. Mendiskusikan bersama dengan tim terhadap jawaban hasil dari pertanyaan mengapa *(why)* dari permasalahan yang telah didapatkan sebelumnya sehingga akan didapatkan akar permasalahan dari tiap masalah yang terjadi di perusahaan.
5. Akar permasalahan yang didapatkan kemudian dianalisis untuk didapatkan cara yang tepat untuk mengurangi atau menghilangkan masalah di dalam perusahaan.

2.9. Penelitian *Lean Manufacturing* Terdahulu

Dalam pengerjaan penelitian ini penulis mengadaptasi penelitian – penelitian mengenai implementasi *lean manufacturing* yang pernah dilakukan sebelumnya. Beberapa penelitian tersebut memiliki tujuan dan metode yang berbeda, sehingga penulis akan menggunakan beberapa metode yang relevan terhadap Tugas Akhir ini sebagai panduan dalam pengerjaan penelitian. Pada bagian ini terdiri dari penelitian terdahulu dan perbedaan yang dilakukan penulis dengan penelitian – penelitian sebelumnya.

2.9.1. Penelitian Terdahulu

Pada bagian ini akan ditunjukkan beberapa penelitian terdahulu mengenai implementasi *lean manufacturing* yang ditunjukkan pada Tabel 2.9

Tabel 2. 9 Penelitian *Lean Manufacturing* Sebelumnya

No	Peneliti	Judul	Metode Penelitian	Hasil
1	(Rawabdeh, 2005)	*A model for the assessment of waste in job shop environments*	Membuat model yang menunjukkan jika *waste* bersifat *dependent* sehingga dapat saling mempengaruhi antar *waste*, tingkat hubungan antar *waste* diukur dengan menggunakan *waste relationship matrix* dan *waste assessment questionnaire*	Hasil dari penelitian ini dengan menggunakan *waste assessment model* didapatkan peringkat *waste*yang memiliki hubungan dan pengaruh yang kuat terhadap *waste* lainnya, di dalam penelitian tersebut menunjukkan *over production* dan *defect*merupakan *waste* dengan pengaruh paling tinggi

No	Peneliti	Judul	Metode Penelitian	Hasil
2	(Mohanraj & Sakthivel, 2011)	*QFD integrated value stream mapping : an enabler of lean manufacturing*	Menggabungkan antara analisis menggunakan *quality function deployment* dan *value stream mapping*untuk meningkatkan tingkat *lean* di lantai produksi. *QFD* meliputi identifikasi *waste,*identifikasi cara eliminasi *waste,* pengembangan *relationship matrix,* memberi peringkat pada *waste,* dan memberi peringkat pada cara eliminasi *waste,* membuat *future state map*	Hasil penelitian menunjukkan jika VSM merupakan salah satu cara paling efektif untuk meluruskan proses. QFD yang diintegrasikan dengan VSM dapat digunakan untuk mengidentifikasikan *waste* dan cara eliminasinya. Sehingga dapat dibuat *future state map* untuk melihat letak perbaikannya. Penelitian ini telah diimplementasikan pada perusahaan pompa.
3	(Rawabdeh, 2011)	Waste elimination using quality function deployment	Menggunakan *House of quality (HOQ)* yang terdiri dari *HOQ1* : untuk mengidentifikasi masalah kedalam beberapa jenis *waste. HOQ2 :* untuk menghubungkan tipe *waste* dari HOQ1 dengan penyebab terjadinya *waste,* HOQ3 : Menghubungkan penyebab *waste* dengan *tools* untuk mengeliminasi *waste*	Menunjukkan jika QFD dapat digunakan sebagai *tools lean*untuk mengidentifikasikan *waste* hingga menentukan *tools* eliminasinya. Manfaat yang didapatkan dari QFD *Waste elimination model* adalah dapat mengevaluasi kondisi saat ini dari *job shop* dan dapat memulai untuk melakukan perbaikan.

No	Peneliti	Judul	Metode Penelitian	Hasil
4	(Alfiansyah & Kurniati, 2018)	Identifikasi *waste* dengan metode *Waste Assessment Model* dalam Penerapan *Lean Manufacturing* untuk Perbaikan Proses Produksi (Studi Kasus pada Proses Produksi Sarung Tangan)	Menggunakan metode utama *Waste Assessment Model* untuk mengidentifikasi adanya *waste* kritis dan memilih perbaikan terbaik menggunakan *value management.* Beberapa *tools lean* yang digunakan meliputi *Operation Process Chart, Value Stream Mapping,* 5 *whys analysis,* dan FMEA	Hasi penelitian ini adalah *waste* terbesar disebabkan karena adanya *waste* kritis berupa *defect. Waiting,* dan *transportation.* Dari *waste* kritis yang telah diidentifikasi maka dibuat perbaikan untuk mengeliminasi adanya *waste*tersebut diantaranya dengan memperbaiki sistem *maintenance,* perbaikan sistem manajemen dan produksi, serta perbaikan fasilitas *material handling.*
5	(Karningsih, et al., 2019)	*Lean Assessment Matrix : A Proposed Supporting Tool for Lean Manufacturing Implementation*	Menggunakan *waste matrix relationship* dari *waste assessment model*,menggunakan dua *matrix* yang mengadopsi dari *House of Risk* untuk menentukan *waste kritis* dan perbaikan terbaik. Kedua *matrix* tersebut disebut sebagai *lean matrix 1* dan *lean matrix 2*	Penelitian ini menunjukkan adanya *tools* baru untuk mendukung *top management* dalam mengimplementasikan *Lean Manufacturing* yang disebut sebagai *Lean Assessment Matrix.* Peneitian ini telah diimplementasikan di industri pesawat terbang.

2.9.2. Perbandingan Penelitian

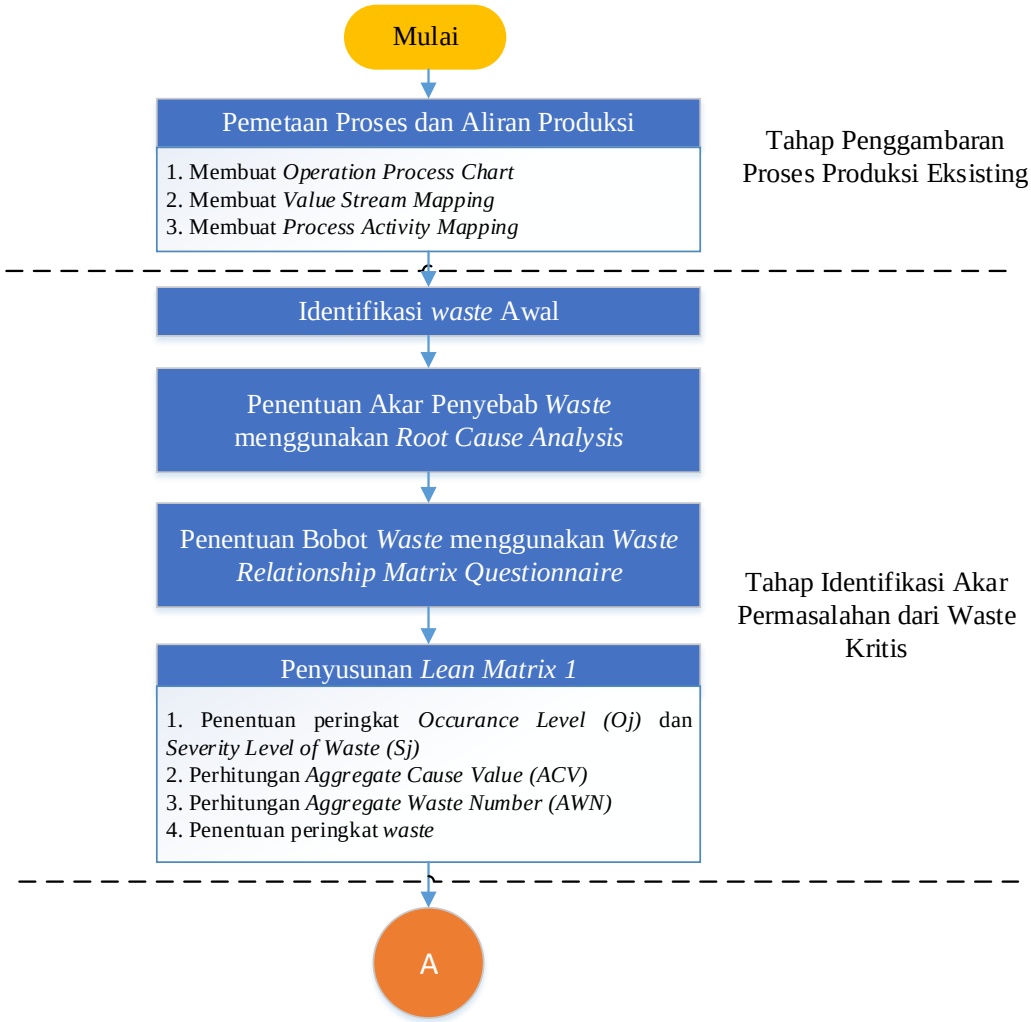
No	Peneliti	Judul	Perbandingan Penelitian
1	(Rawabdeh, 2005)	*A model for the assessment of waste in job shop environments*	Menggunakan *waste assessment model* yang terdiri dari beberapa tahap yaitu 7 *waste relationship, waste relationship matrix,* dan *waste assessment questionnaire.* Tanpa menggunakan *matrix* yang bertingkat
2	(Mohanraj & Sakthivel, 2011)	*QFD integrated value stream mapping : an enabler of lean manufacturing*	Menggunakan *matrix QFD* yang meliputi identifikasi *waste,* identifikasi cara eliminasi *waste*, pengembangan *relationship matrix,* memberi peringkat pada *waste,* dan memberi peringkat pada cara eliminasi *waste,* membuat *future state map*
3	(Rawabdeh, 2011)	Waste elimination using quality function deployment	Menggunakan matriks *House of quality (HOQ)* yang terdiri dari *HOQ1* untuk mengidentifikasi masalah kedalam beberapa jenis *waste*. *HOQ2* untuk menghubungkan tipe *waste* dengan penyebab terjadinya *waste*, HOQ3 untuk Menghubungkan penyebab *waste* dengan *tools* untuk mengeliminasi *waste*

No	Peneliti	Judul	Perbandingan Penelitian
4	(Alfiansyah & Kurniati, 2018)	Identifikasi *waste* dengan metode *Waste Assessment Model* dalam Penerapan *Lean Manufacturing* untuk Perbaikan Proses Produksi (Studi Kasus pada Proses Produksi Sarung Tangan)	Menggunakan eberapa *tools lean* yang digunakan meliputi *Operation Process Chart, Value Stream Mapping,* 5 *whys analysis,* dan FMEA. Metode utama adalah *Waste Assessment Model* untuk mengidentifikasi adanya *waste* kritis dan memilih perbaikan terbaik menggunakan metode *value management.* Objek yang diamati adalah perusahaan sarung tangan.
5	(Karningsih, et al., 2019)	*Lean Assessment Matrix : A Proposed Supporting Tool for Lean Manufacturing Implementation*	Mengidentifikasi adanya *waste* kritis menggunakan *waste relationship matrix* ke dalam *lean matrix 1,* lalu merancang rekomendasi perbaikan dan menentukan rekomendasi terbaik menggunakan *lean matrix 2.* Objek yang diamati adalah industri pesawat terbang.
6	Penelitian Penulis	Eliminasi *Waste* untuk Perbaikan Sistem Produksi Menggunakan Pendekatan *Lean Manufacturing* Pada PT Wangsa Jatra Lestari	Menggunakan beberapa *tools* untuk menggambarkan proses produksi seperti OPC, VSM, dan PAM, serta menggunakan metode *Lean Assessment Matrix* untuk mengidentifikasi adanya *waste* kritis dan menyusun perbaikan agar dapat mengeliminasi adanya *waste* kritis. Objek yang diamati adalah industri percetakan kardus kemasan.

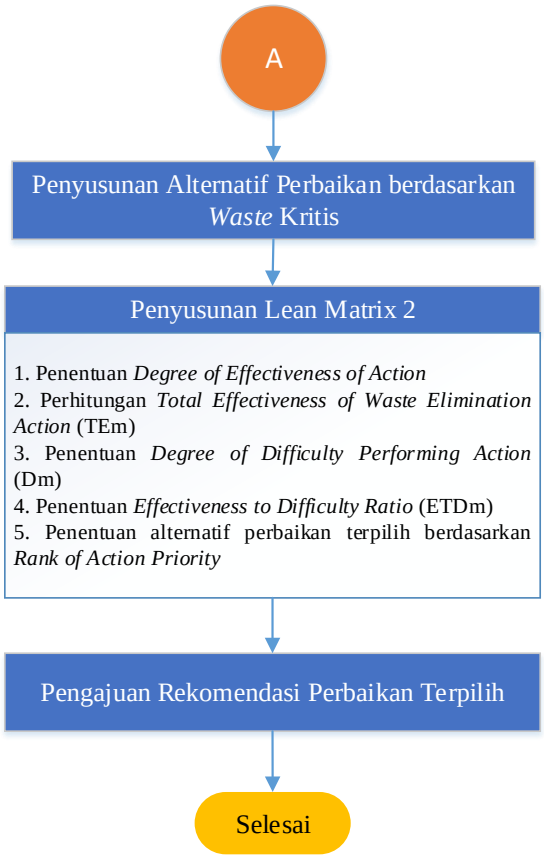
(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 3
METODOLOGI PENELITIAN

Bab 3 ini akan menunjukkan metodologi yang digunakan dalam pengerjaan penelitian Tugas Akhir. Dalam Metodologi penelitian ini akan berisikan alur berpikir yang digunakan penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini yaitu dengan membaginya menjadi empat tahap yang meliputi tahap penggambaran proses produksi eksisting, tahap identifikasi akar permasalahan dari *waste* kritis, tahap perancangan perbaikan terhadap *waste*, dan tahap kesimpulan dan saran. Untuk *flowchart* metodologi penelitian Tugas Akhir dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 *Flowchart* Metodologi Penelitian



Gambar 3.1 Metodologi Penelitian (Lanjutan)

3.1. Tahap Penggambaran Proses Produksi Eksisting

Pada tahap ini akan dilakukan proses penggambaran proses produksi eksisting pada PT. Wangsa Jatra Lestari dari awal hingga akhir. Beberapa langkah yang digunakan pada tahap ini meliputi pembuatan *Operation Process Chart* (OPC) untuk menggambarkan urutan proses produksi di dalam perusahaan, untuk membuat *Operation Process Chart* diperlukan data berupa urutan proses produksi eksisting, material yang dibutuhkan, dan waktu setiap prosesnya.

Operation Process Chart yang telah dibuat selanjutnya dapat dilanjutkan dengan membuat *Value Stream Mapping* untuk mengetahui aliran material dan aliran informasi dari proses produksi. Karena *Value Stream Mapping* dapat menggambarkan aliran material dan aliran informasi hingga sampai ke *customer* dan *supplier* maka dibutuhkan beberapa informasi tambahan seperti aliran informasi serta material fisik, data permintaan *customer*, data ada atau tidaknya *inventory* berupa *raw material*, *work in process*, maupun *finished good*. Jumlah

tenaga kerja di tiap stasiun kerjanya, data waktu – waktu yang dibutuhkan seperti waktu *setup, takt time, cycle time,* dan waktu mesin mengalami *breakdown.* Karena *Value Stream Mapping* menggambarkan aliran material hingga menjadi produk dalam tiap prosesnya maka dibutuhkan data jumlah *batch* untuk mengetahui perbandingan antara waktu tiap produk dengan waktu tiap *batch.*

Selanjutnya dapat dibuat *Process Activity Mapping* berdasarkan pemetaan proses yang telah dilakukan sebelumnya. *Process Activity Mapping* bertujuan untuk memetakan tiap aktivitasnya yang meliputi *non value added activity* (NVA), *Necessary but Non Value Added* (NNVA), dan *Value Added Activity (*VA*).* Selain membagi kedalam beberapa aktivitas tersebut, *process aktivity mapping* juga memetakan aktivitas di dalam proses produksi berdasarkan jenisnya yang meliputi *operation, transport, inspection,* dan *storage.*

3.2. Tahap Identifikasi Akar Permasalahan Dari *Waste* Kritis

Pada tahap ini akan menjelaskan rangkaian tahapan untuk mengidentifikasi akar permasalahan dari *waste* kritis yang meliputi Identifikasi *waste* awal, Penentuan Akar Penyebab *Waste* menggunakan *Root Cause Analysis,* Penentuan bobot Waste, dan Penyusunan *Lean Matrix 1.*

3.2.1. Identifikasi Waste Awal

Identifikasi *waste* bertujuan untuk menggolongkan jenis *waste* ke dalam *seven waste* yang terdiri dari *defect, unneeded motion, unnecessary transportation, overproduction, overprocessing, overinventory,* dan *waiting.* Penentuan *waste* akan dilakukan dengan melakukan pengamatan langsung disertai wawancara, dan *brainsotrming* dengan pihak *expert* perusahaan. Dalam penelitian ini yang akan dianggap sebagai pihak *expert* dari perusahaan meliputi :

1. Memiliki pegalaman kerja selama lebih dari 5 tahun di perusahaan
2. Pendidikan minimal D3/Sarjana.
3. Memiliki jabatan strategis atau fungsional di dalam perusahaan seperti *supervisor, manager,* atau direktur.

3.2.2. Penentuan Akar Penyebab Waste Menggunakan Root Cause Analysis

Penentuan akar penyebab *waste* bertujuan untuk mengetahui asal dari munculnya permasalahan *waste* di dalam perusahaan sehingga dapat digunakan untuk mengambil langkah selanjutnya dalam usaha untuk mengeliminasi adanya *waste* tersebut. Penentuan akar penyebab *waste* dapat dilakukan dengan *root cause analysis* yaitu dengan menggunakan metode 5 *Why's Analysis.* Hasil dari identifikasi akar permasalahan pada tiap *waste* ini akan digunakan untuk membuat *lean matrix 1* pada tahapan selanjutnya sebagai *root source of waste.*

3.2.3. Penentuan Bobot Waste

Pada tahap ini akan dilakukan penentuan bobot *waste* dengan menggunakan *Waste Relationship Matrix.* Pada pembuatan *Waste Relationship Matrix* akan melihat hubungan antara tiap *waste* yang terjadi melalui kuesioner keterkaitan antar *waste* yang menggunakan aspek pertanyaan dan bobot untuk setiap pertanyaannya. Pada metode *Lean Assessment Matrix,* kuesioner keterkaitan antar *waste* yang digunakan hanya pertanyaan 1 sampai pertanyaan 3 (Karningsih, et al., 2019), maka dari itu diperlukan penyesuaian bentuk kuesioner keterkaitan antar *waste* yang akan ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Penyesuaian Kuesioner Keterkaitan antar *Waste*

No	Pertanyaan	Jawaban	Skor
1	Apakah i memengaruhi j?	a. Selalu	4
		b. Kadang	2
		c. Tidak pernah	0
2	Bagaimana tipe hubungan antara i dan j?	a. Ketika i meningkat maka j meningkat	2
		b. Ketika i meningkat maka j tetap	1
		c. Tidak menentu, tergantung kondisi	0
3	Dampak j dikarenakan i?	a. Terlihat langsung dan jelas	4
		b. Butuh waktu untuk terlihat	2
		c. Tidak terlihat	0

Karena jumlah kuesioner yang berkurang maka konversi nilai untuk penentuan bobot *waste* juga butuh penyesuaian. Penyesuaian terhadap konversi nilai dari kuesioner keterkaitan antar waste dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Penyesuaian Nilai Konversi Kuesioner Keterkaitan Antar *Waste.*

Range	Jenis Hubungan	Simbol
9-10	*Absolutely necessary*	A
7-8	*Expecially Important*	E
5-6	*Important*	I
3-4	*Ordinary Closeness*	O
1-2	*Unimportant*	U
0	*No relation*	X

Hasil dari kuesioner tersebut lalu akan diperhitungkan untuk menentukan bobot tiap *waste* dari *seven waste relationship* sehingga dapat diketahui besarnya hubungan antara *waste* dengan *waste* lainnya. Dalam pembuatan *waste relationship matrix* dapat ditentukkan *Waste Type k Weight* (WTk). Setelah nilai WTk didapatkan kemudian melakukan pengolahan data sehingga didapatkan peringkat dari *waste* yang teridentifikasi. Metode ini bertujuan untuk membuat *ranking waste* yang paling berpengaruh terhadap proses produksi perusahaan atau dapat dikatakan *waste* yang paling kritis.

3.2.4. Penyusunan Lean Matrix 1

Pada tahap ini akan dilakukan penyusunan *lean matrix 1* yang bertujuan untuk menenntukkan *waste* kritis serta akar permasalahannya hingga melakukan *ranking* terhadap terhadap *waste* berdasarkan *waste relationship matrix*. Langkah – langkah yang akan dilakukan pada penyusunan *lean matrix 1* terdiri dari menentukan *occurence level, severity level of waste, Aggregate Cause Value (ACV),* dan *Aggregate Waste Number (AWN)*.

1. Menentukan *impact value of root source of waste* terhadap *waste* yang telah diidentifikasikan dengan memberi nilai pada skala 0 (Tidak ada hubungan), 1 (Hubungan rendah), 3 (Hubungan sedang), dan 9 (Hubungan tinggi).
2. Menentukan tingkat *oocurence level* (Oj) untuk setiap *waste* yang akan diidentifikasikan. Langkah selanjutnya adalah menentukan *severity level of waste* di dalam perusahaan. *Severity level of waste* (Sj) menunjukkan besarnya dampak yang dihasilkan oleh tiap *waste*. Penilaian terhadap dua aspek tersebut berkisar dari 1 hingga 10, dalam memberikan penilaian dibutuhkan diskusi agar

dapat menyamakan persepsi pihak perusahaan dengan penulis untuk menggambarkan kondisi eksisting perusahaan.

3. Menentukan nilai *Aggregate Cause Value* (ACV) dengan menggunakan Persamaan (2.5).
4. Menghitung *Aggregate Waste Number (AWN)* untuk menemukan peringkat *waste* yang dipengaruhi oleh nilai *Waste Type Weight* (WTk) dan *severity level of waste.*
5. Menentukan peringkat *waste* dengan membuat pemetaan *Lean Matrix* seperti pada Tabel 2.7

3.3. Tahap Perancangan Perbaikan Terhadap *Waste*

Pada tahap ini akan dilakukan perancangan perbaikan terhadap *waste* yang telah diidentifikasi serta ditentukkan akar permasalahannya pada tahap sebelumnya.

3.3.1. Penyusunan Alternatif Perbaikan Berdasarkan Waste Kritis

Pada tahap ini akan dilakukan penyusunan beberapa perbaikan untuk mengeliminasi tiap *root cause of waste* yang telah dipilih. Berdasarkan hasil dari pemetaan *lean matrix 1* yaitu berupa beberapa *waste* dengan peringkat tertinggi serta *brainstorming* bersama dengan pihak perusahaan, maka dapat dirancang penyusunan beberapa alternatif perbaikan yang dapat diaplikasikan di dalam perusahaan untuk mengeliminasi adanya *waste.* Alternatif perbaikan yang akan dirancang akan berfokus pada *waste* kritis agar perbaikan dapat lebih efektif dalam meningkatkan efisiensi proses produksi.

3.3.2. Penyusunan Lean Matrix 2

Pada tahap ini akan dilakukan penyusunan *lean matrix 2* yang merupakan tahapan untuk menentukan peringkat dari alternatif perbaikan untuk waste atau *alternatives waste* elimination berdasarkan *root source* of *waste* yang telah dipilih melalui *Lean Matrix 1.* Langkah – langkah yang akan dilakukan terdiri dari :

1. Menghitung *Degree of Effectiveness of Action* untuk mengurangi adanya *root source of waste* melalui penilaian berdasarkan tigas aspek nilai meliputi 0 (tidak), 1 (rendah), 3 (sedang), dan 9 (tinggi) (Pujawan & Geraldin, 2009).

2. Menghitung *Total Effectiveness of Waste Elimination Action (TEm)* dengan menggunakan Persamaan (2.7)
3. Menghitung *Degree of Difficulty Performing Action* (Dm) dengan menggunakan tingkat kesulitan implementasi perbaikan sebagai level yang akan dinilai, beberapa level yang digunakan dalam perhitungan ini meliputi 3 (rendah), 4(sedang), dan 5 (tinggi).
4. Penentuan *Effectiveness to Difficulty Ration* (ETDm) dengan menggunakan Persamaan (2.8) setelah itu dapat membuat pemetaan *Lean Matrix 2* dan menentukan alternatif perbaikan terpilih berdasarkan *Rank of Action Priority.*

3.3.3. Pengajuan Rekomendasi Perbaikan Terpilih

Pada tahap ini akan dilakukan pemilihan rekomendasi perbaikan terbaik yang telah ditentukkan melalui pemetaan *Lean Matrix 2* dan mengajukannya kepada perusahaan sebagai saran perbaikan untuk mengeliminasi adanya *waste* di dalam perusahaan. Pengajuan dilakukan dengan berdiskusi bersama pihak perusahaan lebih lanjut untuk mendapatkan masukan dan *feedback* terkait implementasi rekomendasi perbaikan dan mengetahui efek yang akan dihasilkan dari rekomendasi perbaikan terhadap proses produksi PT Wangsa Jatra Lestari.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 4
PENGGAMBARAN PROSES PRODUKSI EKSISTING

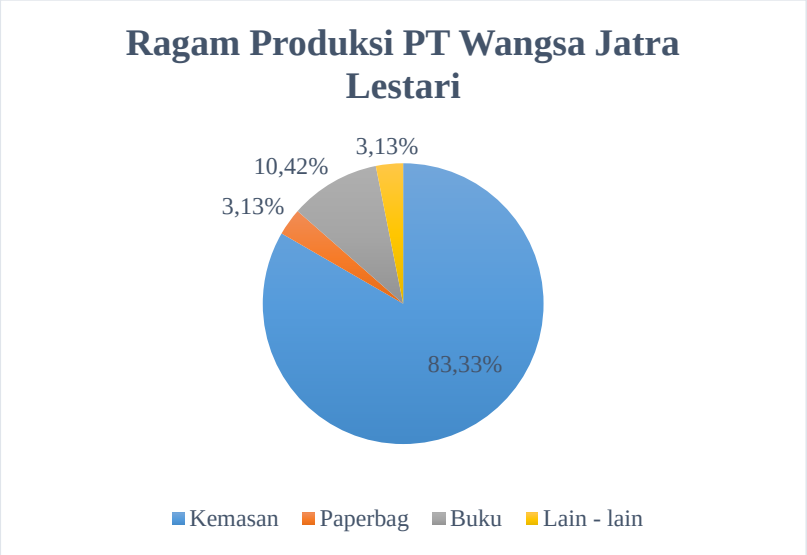
Bab 4 ini berisi mengenai pengumpulan dan pengolahan data mengenai proses produksi eksisting meliputi Gambaran Umum Perusahaan, Pembuatan *Operation Process Chart, Value Stream Mapping* serta *Process Activity Mapping.*

4.1. Gambaran Umum Perusahaan

PT Wangsa Jatra Lestari merupakan anak perusahaan dari PT Tiga Serangkai yang berlokasi di Jalan Raya Pajang km 8, Kartasura, Sukoharjo. Pada awalnya hanya ada PT Tiga Serangkai yang merupakan perusahaan penerbit buku yang didirikan oleh Abdullah Marzuki pada tahun 1972. PT Tiga Serangkai menjadi salah satu penerbit buku besar dan berpengaruh bagi dunia pendidikan. Untuk mengembangkan usahanya, PT Tiga Serangkai mendirikan PT Wangsa Jatra Lestari pada tahun 1995 dengan fokusan bisnisnya berupa industri grafika atau industri yang melayani jasa percetakan.

Sebagai perusahaan jasa percetakan, beberapa jasa yang ditawarkan oleh PT Wangsa Jatra Lestari adalah *Commercial printing service* yang merupakan jasa percetakan untuk produk – produk komersial yang diinginkan oleh *customer* seperti buku, brosur, kalender, majalah, dan kemasan kertas (*paper packaging)*. Selain itu PT Wangsa Jatra Lestari juga melayani *prepress and finishing service* yaitu jasa untuk sub proses produk yang diinginkan oleh *customer* seperti proses konstruksi desain dan tata letak kemasan, pembuatan plat, *UV Varnish, laminating, embossing, cutting die,* dan lain sebagainya.

Dari berbagai jasa dan produk yang ditawarkan oleh PT Wangsa Jatra Lestari, produk yang paling banyak diproduksi adalah kardus kemasan berbahan dasar kertas (*paper packaging).* PT Wangsa Jatra Lestari menggunakan peralatan produksinya untuk memproduksi kardus kemasan mencapai 80.000.000 pcs / tahun atau 83,3% dari total ragam produksi perusahaan. Untuk produk lainnya seperti *paperbag, buku,* dan lain – lain memiliki persentase yang jauh dibawah kardus kemasan yang dapat dilihat pada Gambar 4.1.

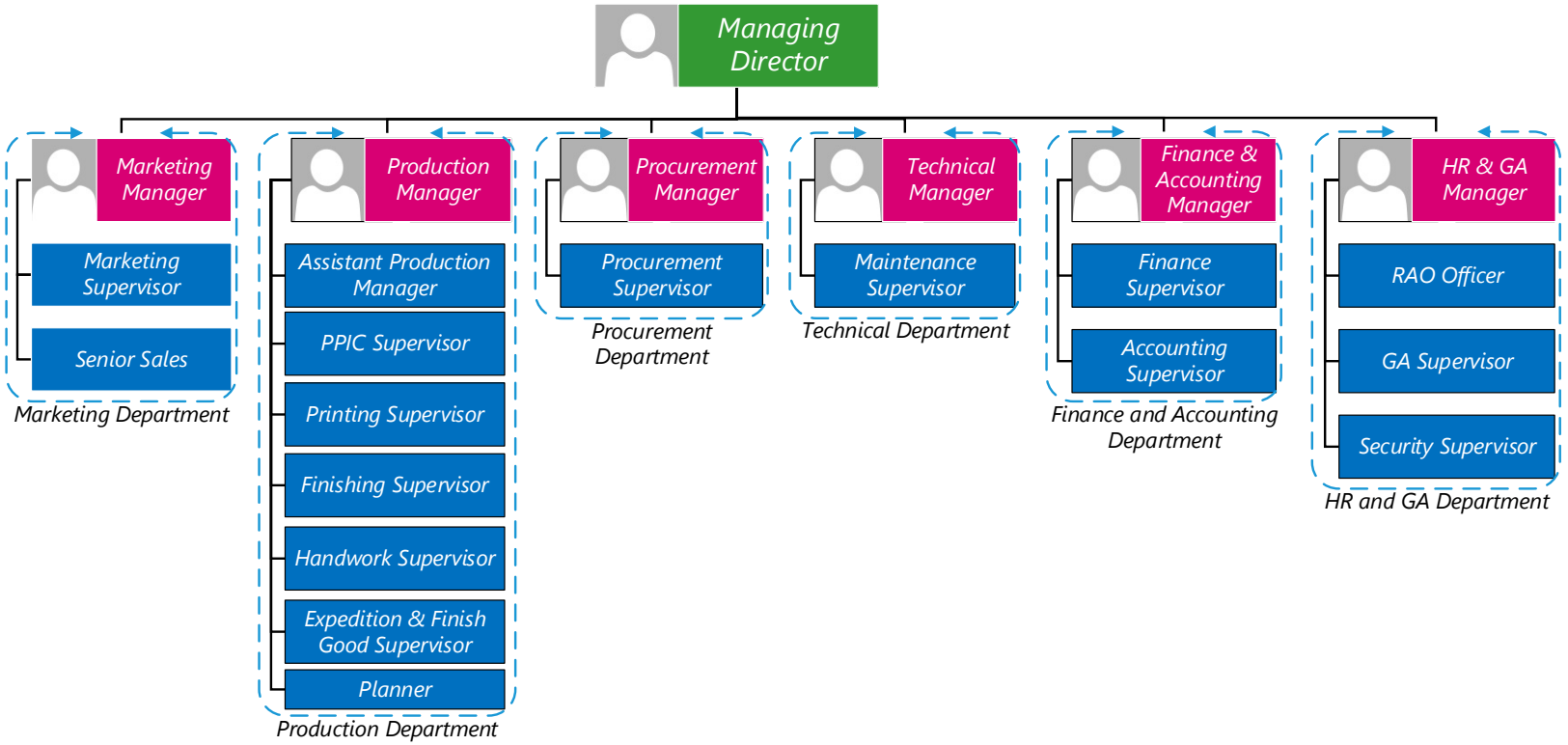


Gambar 4. 1 Persentase Ragam Produksi PT Wangsa Jatra Lestari
(Sumber : PT Wangsa Jatra Lestari, 2020)

PT Wangsa Jatra Lestari memiliki motto yaitu "*One Stop Production Process"* yang artinya perusahaan berusaha maksimal untuk penjaminan waktu dan mutu produk yang diinginkan oleh *customer.* Visi dari PT Wangsa Jatra Lestari dalam menjalankan proses bisnisnya yaitu "*To be a trusted business partner in the printing and packaging services across the competitive global world*" yang artinya PT Wangsa Jatra Lestari memiliki cita – cita menjadi perusahaan grafika terbaik hingga dapat bersaing di tingkat dunia. Untuk mendukung visi tersebut PT Wangsa Jatra Lestari memiliki misi sebagai berikut :

a. *Customer's order is to be served professionally, to customer satisfaction through quality products and services.*
b. *Improving the sustainable development of our human resources to become more competitive in the job competencies.*

Visi dan misi tersebut merupakan pegangan yang harus dijalankan oleh seluruh *stakeholder* perusahaan. Untuk menjalankan proses bisnisnya sebuah perusahaan harus memiliki struktur organisasi yang jelas agar koordinasi yang baik dapat dilakukan. Pada Gambar 4.2 merupakan struktur organisasi dari PT Wangsa Jatra Lestari.



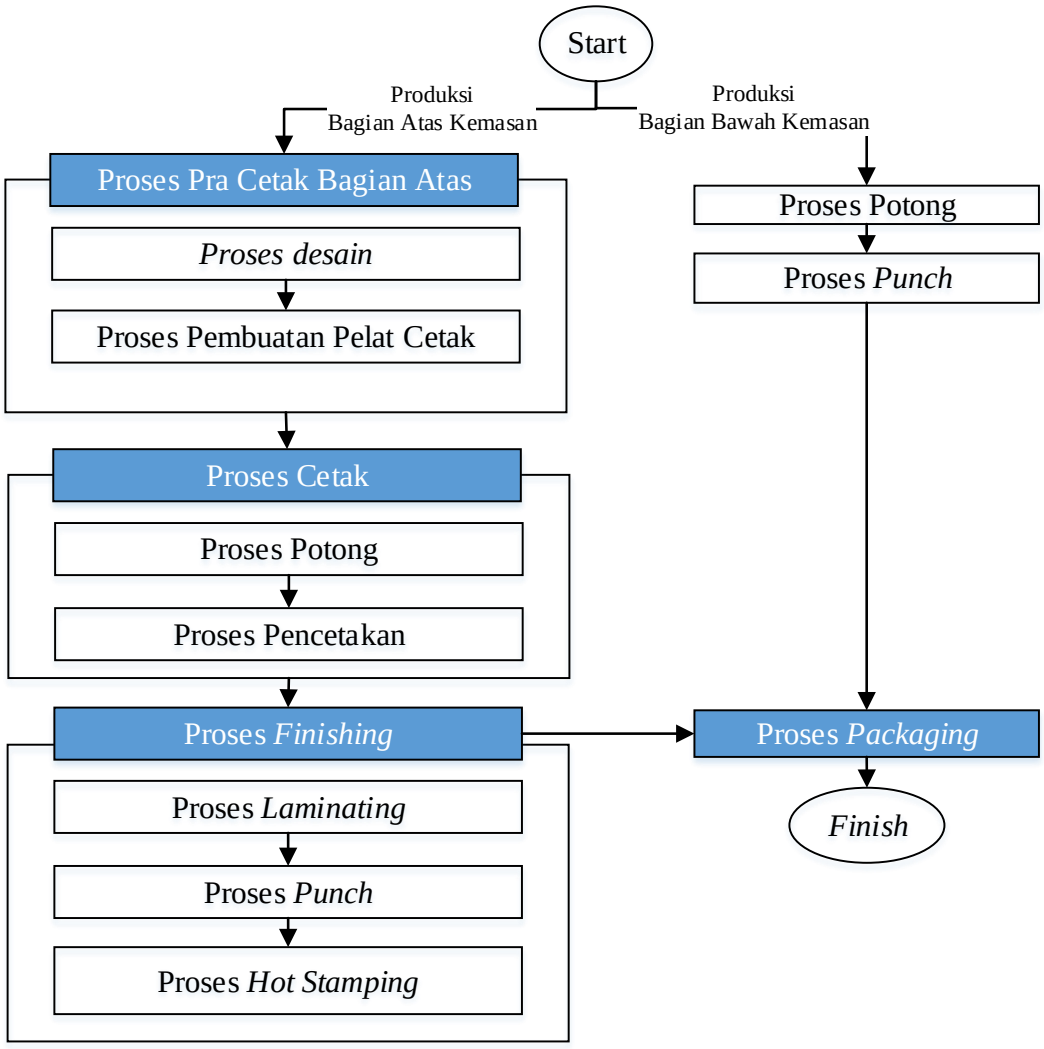
Gambar 4. 2 Struktur Organisasi PT Wangsa Jatra Lestari
(Sumber : PT Wangsa Jatra Lestari, 2020)

PT Wangsa Jatra Lestari dipimping oleh seorang *Managing Director* yang membawahi 6 orang *manager* yaitu *marketing manager, production manager, procurement manager, technical manager, financial & accounting manager,* dan *human resource & general administration manager. Marketing manager* bertanggung jawab atas omzet penjualan perusahaan dan hubungan dengan *customer* yang dibantu oleh seorang *Marketing supervisor* dan *Senior sales* di dalam *Marketing Department. Production manager* bertanggung jawab atas segala kegiatan produksi yang terjadi di dalam perusahaan mulai dari perencanaan hingga pengiriman produk. *Production manager* dibantu oleh beberapa orang di dalam *Production Department* yang terdiri dari *Assistant production manager, PPIC supervisor, Printing supervisor, Finishing supervisor, Handwork supervisor, Expedition & Finish good supervisor* dan *Planner.*

Untuk mendatangkan *raw material* yang akan digunakan dalam proses produksi pada PT Wangsa Jatra Lestari dilaksanakan oleh *Procurement Department* yang dipimpin oleh seorang *Procurement manager* dan dibantu oleh seorang *Procurement supervisor.* Sedangkan apabila terjadi masalah dan keperluan yang bersifat teknis di dalam perusahaan, yang bertanggung jawab untuk mengatasi adalah *Technical Department* yang dipimpin oleh seorang *Technical Manager* dan dibantu oleh seorang *Maintenance supervisor*. Selain itu, *Financial & Accounting Manager* bertanggung jawab dalam segala hal yang berkaitan dengan keuangan perusahaan. Dalam melaksanakan tugasnya, *Financial & accounting manager* dibantu oleh beberapa anggota dalam *Finance and Accounting Department* yang terdiri dari *Finance supervisor dan Accounting supervisor.* Dan yang terakhir adalah *Human resource and General Administration Manager* yang memiliki tanggung jawab dalam mengelola sumber daya manusia dan kepentingan umum di dalam perusahaan melalui *HR & GA Department.* Dalam melaksanakan tugasnya *HR & GA Manager* dibantu oleh *Resource and organization officer, General administration supervisor* dan *Security supervisor.* Selain orang – orang yang masuk kedalam bagan tersebut, terdapat staff yang membantu beserta karyawan lainnya seperti operator mesin, tenaga keamanan dan lain sebagainya yang apabila dijumlahkan PT Wangsa Jatra Lestari memiliki karyawan sebaganyak 233 orang yang terdiri dari 195 karyawan tetap dan 38 karyawan kontrak.

4.2. Proses Produksi Kardus Kemasan

PT Wangsa Jatra Lestari merupakan perusahaan yang memproduksi produk kemasan milik *customer*, maka PT Wangsa Jatra Lestari akan memproduksi produk sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan oleh *customer* atau yang dapat disebut dengan sistem *job order*. Proses produksi kardus kemasan kertas secara garis besar dapat dilihat pada Gambar 1.2. Sedangkan untuk proses produksi secara detail dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Pembagian Tahapan Proses Produksi Kardus Kemasan
(Sumber : PT Wangsa Jatra Lestari, 2020)

Berdasarkan Gambar 4.3 dapat dilihat jika proses produksi untuk jenis produk kardus kemasan terbagi menjadi dua yaitu proses produksi untuk bagian

atas kardus kemasan dan proses untuk bagian bawah kardus kemasan. Contoh produk kardus kemasan dapat dilihat pada Gambar 4.4

Gambar 4. 4 Contoh Produk Kardus Kemasan

Karena proses produksi bagian bawah kardus kemasan hanya terdiri dari dua proses utama, maka selanjutnya akan dijelaskan secara rinci proses produksi eksisting dari bagian atas kardus kemasan. Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai Proses produksi yang terbagi menjadi empat tahapan utama yaitu Proses Pracetak, Proses Cetak, Proses *Finishing,* dan Proses *Packaging.*

4.2.1. Proses Pra Cetak

Proses pra cetak terdiri dari beberapa proses di dalamnya yang meliputi proses desain produk yang diinginkan oleh *customer,* dan proses pencetakan plat cetak.

a) Proses Desain

Proses desain merupakan tahap paling awal di dalam proses produksi setelah perusahaan dan *customer* telah sepakat membuat *order.* Saat melakukan pemesanan, *customer* akan membawa contoh produk yang akan diproduksi berupa *file* dan produk jadinya. Pada proses desain ini *operator* akan mendesain dalam *software* khusus beserta dengan pengaturan – pengaturan yang dibutuhkan. Hasil dari proses desain ini berupa *file* untuk dikirimkan ke proses selanjutnya yaitu

proses pencetakan plat cetak. Apabila pada tahap desain telah terdapat kesalahan, maka dapat dipastikan produk akan mengalami *defect* dari awal proses hingga proses akhir. Berdasarkan hal tersebut maka peran dari proses desain ini sangat penting untuk kelangsungan proses produksi lainnya.

b) Proses Pencetakan Plat Cetak

Proses pencetakan plat cetak, merupakan lanjutan dari proses pra cetak setelah proses desain selesai dilakukan. Material yang dibutuhkan pada proses ini adalah lembaran plat *offset*. Plat *offset* merupakan lembaran logam yang akan menjadi acuan cetak karena menjadi bagian melekatnya tinta. Plat cetak *offset* memiliki dua bagian yaitu bagian yang tidak mencetak dan bagian gambar. Bagian yang tidak mencetak merupakan bagian plat yang tidak mengandung gambar atau teks karena mempunyai sifat mengandung air, bagian ini akan menolak masuknya tinta. Bagian gambar atau bagian yang mencetak merupakan bagian yang sedikit berminyak sehingga menolak melekatnya air, tetapi dapat dimasuki oleh tinta sehingga tinta dapat melekat pada bagian ini.

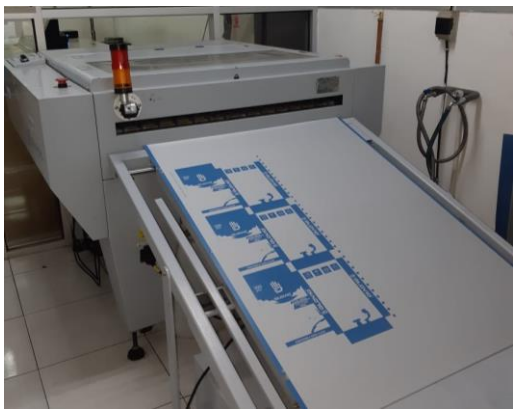
Gambar 4. 5 Proses Pencetakan Plat Cetak

Pada saat proses pencetakan plat cetak, plat cetak yang masih polos akan dimasukan ke dalam mesin *printing* khusus plat cetak seperti pada Gambar 4.5. Plat yang telah dicetak melalui proses ini tidak akan menunjukkan perubahan sehingga harus dilakukan pencucian terlebih dahulu terhadap plat cetak tersebut. Untuk proses

pembuatan plat cetak menyesuaikan jumlah warna dasar yang dibutuhkan dalam desain produk, contohnya apabila produk memiliki empat warna dasar yaitu *cyan, magenta, yelow,* dan *black* maka dibutuhkan plat cetak berjumlah empat buah dan seterusnya. Setelah plat cetak diproses lalu akan dibawa ke proses pencucian plat.

Proses pencucian plat cetak berfungsi untuk melunturkan bagian plat cetak sehingga akan terlihat bagian yang menolak dan menerima tinta. Tahapan proses dimulai dengan memasukkan plat cetak yang telah dicetak pada proses sebelumnya, karena hasil cetakan belum dapat dilihat dengan jelas maka harus dilakukan pencucian dengan memasukannya ke dalam mesin pencucian plat. Proses memasukan plat ke dalam mesin dapat dilihat pada Gambar 4.6

Gambar 4. 6 Proses pencucian plat cetak



Gambar 4. 7 Kondisi plat setelah pencucian

Ketika plat cetak telah dimasukan kedalam mesin, maka secara otomatis plat cetak tersebut akan ditarik oleh mesin sehingga operator hanya perlu menunggu sampai plat cetak tersebut keluar dari mesin. Saat plat cetak telah selesai diproses menggunakan mesin pencucian plat, maka lapisan yang tidak akan mengikat tinta akan luntur dengan sendirinya dan hanya menyisakan gambar yang akan mengikat tinta. Kondisi plat cetak setelah proses pencucian dapat dilihat pada Gambar 4.7. Proses pencucian ini berlangsung sebanyak jumlah warna dasar yang digunakan oleh suatu produk. Untuk produk kardus kemasan secara umum menggunakan warna standar yaitu *cyan*, *magenta*, *yellow,* dan *black* (CMYK).

4.2.2. Proses Cetak

Proses cetak merupakan proses inti dalam proses produksi kardus kemasan, dikarenakan letak kualitas yang paling terlihat terletak pada hasil cetak warna terhadap sebuah produk. Pada PT. Wangsa Jatra Lestari, proses cetak dilaksanakan setelah proses pra cetak telah selesai dilaksanakan. Beberapa tahapan proses cetak yang dibutuhkan dalam pembuatan kardus kemasan meliputi proses potong dan proses cetak itu sendiri.

a) Proses Potong

Yang dimaksud proses potong adalah proses memotong kertas menjadi ukuran yang diinginkan sesuai dengan spesifikasi *customer. Raw material* yang dibutuhkan pada proses ini adalah kertas dengan jenis sesuai spesifikasi (*art paper, ivory,* dan sebagainya). Kertas yang belum dipotong disebut sebagai kertas plano, yaitu kertas dengan ukuran standar plano dengan satuannya yaitu *sheet.* Proses potong ini melibatkan banyak jumlah kertas dalam sekali potong, sehingga diperlukan ketelitian tinggi saat pengoperasiannya. Untuk proses potong pada PT Wangsa Jatra Lestari dapat dilihat pada Gambar 4.8

Gambar 4. 8 Proses Potong

Selain butuh ketelitian tinggi agar ukuran kertas yang dipotong dapat sesuai ukuran, mesin ini juga memerlukan ketelitian tinggi karena memiliki risiko terhadap keselamatan kerja. Maka dari itu hanya operator yang telah terlatih yang

diizinkan untuk mengoperasikan mesin potong ini. *Output* dari proses potong ini adalah kertas yang sudah siap untuk dicetak meggunakan mesin cetak.

b) Proses Cetak

Proses cetak merupakan proses utama dalam produksi kardus kemasan karena salah satu kualitas yang paling dilihat *customer* diproses dalam proses ini. Kualitas yang paling dilihat *customer* pada proses cetak adalah ketepatan warna yang diinginkan. Karena merupakan proses yang penting maka diperlukan prosedur yang baik untuk proses cetak ini. Proses cetak dimulai dengan memasang plat cetak ke dalam mesin cetak. Setelah plat cetak terpasang dengan benar, lalu mesin diatur sesuai dengan *job* yang dilaksanakan. Pengaturan yang dilakukan meliputi mengatur ukuran kertas, warna, dan kecepatan mesin. Saat ini mesin cetak sudah dapat diatur melalui komputer pengendali yang dapat dilihat pada Gambar 4.9. Apabila pengaturan telah dilakukan maka kertas yang telah siap untuk dicetak diletakkan pada sisi mesin untuk tempat masuknya kertas yang dapat dilihat pada Gambar 4.10.

Gambar 4. 9 Komputer Pengendali Mesin Cetak

Gambar 4. 10 Proses Cetak pada Mesin Cetak

Untuk mendapatkan hasil cetak sesuai spesifikasi yang diinginkan *customer*, dilakukan proses cetak terhadap material *in sheet* (material yang sengaja dianggarkan untuk proses *set up*). Apabila hasil cetak sudah sesuai spesifikasi maka kecepatan mesin akan ditambah. Pada proses produksi kardus kemasan, kecepatan mesin yang digunakan rata – rata 7000 pcs/jam. Apabila kecepatan yang digunakan melebihi standar, maka kualitas cetak akan menurun. Saat proses cetak

berlangsung, dari operator akan melakukan pemeriksaan setiap beberapa menit sekali untuk memastikan warna hasil cetak tetap sesuai spesifikasi. Apabila saat pemeriksaan warna terjadi perubahan warna, maka saat itu juga mesin akan dihentikan untuk mengurangi potensi jumlah *defect* yang banyak. Pada proses cetak ini dilakukan inspeksi langsung setelah produk selesai dicetak dengan memperhatikan warna dan beberapa bagian titik yang menunjukkan jika hasil cetak telah tepat sasaran dan rapi. Setelah produk lolos dari proses inspeksi lalu diletakan pada lantai *work in process* seperti pada Gambar 4.11 untuk menunggu proses selanjutnya.

Gambar 4. 11 *Work in Process* pada Stasiun Proses Cetak

4.2.3. Proses Finishing

Proses *finishing* merupakan proses tambahan pada produk yang telah dicetak agar dapat lebih menarik dan lebih aman ketika digunakan oleh *customer*. Proses *finishing* pada proses produksi kardus kemasan meliputi proses *laminating*, proses *punch*, dan proses *hot stamping.*

a) Proses *laminating*

Proses *laminating* merupakan proses yang dilakukan setelah proses cetak yang bertujuan untuk membuat produk mempunyai kesan artistik. Kesan artistik pada produk yang dimaksud meliputi adanya bagian produk yang mengkilap, dan dapat melindungi produk. Metode *laminating* pada umumnya dibagi menjadi dua

yaitu sistem panas dan sistem dingin, namun pada PT Wangsa Jatra Lestari hanya menggunakan metode panas untuk proses produksinya. Jenis *laminating* ada dua jenis yaitu gloss dan dob. Gloss merupakan jenis yang dapat memancarkan kesan mengkilap, sedangkan dob menampilkan kesan redup dan gelap.

Pada prinsipnya, proses *laminating* adalah proses menempelkan plastik atau tambahan material ke salah satu atau semua sisi produk menggunakan mesin *laminating*. Tahapan proses *laminating* kardus kemasan terdiri dari pemasangan rol plastik, pemasangan rol plastik ke mesin, penempatan kertas, dan pengaturan mesin *laminating.* Pengaturan mesin *laminating* meliputi pengaturan suhu, tekanan, dan kecepatan. Setelah proses pengaturan selesai dilakukan, maka proses *laminaitng* dapat dijalankan sesuai jumlah dari *job* yang dikerjakan.

Gambar 4. 12 Proses *Laminating*

Sama seperti proses cetak, pada Gambar 4.12 dapat dilihat jika ketika mesin berjalan, operator yang bertugas tetap berkewajiban untuk melakukan pemeriksaan berkala pada beberapa bagian mesin dan produk untuk menjamin kualitas produk. Setelah proses *laminating* selesai, maka produk akan di inspeksi sebelum dikirimkan ke lantai *work in process* hingga menuju proses selanjutnya.

b) Proses *Punch*

Proses *punch* merupakan proses memotong atau mengerat kertas yang tidak dapat dilakukan oleh mesin potong karena bidang yang dipotong memiliki alur yang kompleks. Untuk memulai proses *punch* diperlukan pembuatan pola

pisau yang sesuai dengan desain produk. Pola pisau terdiri dari beberapa pisau yang diletakan pada sebuah papan kayu atau bingkai yang dapat dilihat pada Gambar 4.13

Gambar 4. 13 Contoh Pola Pisau Potong Pada Proses *Punch*

Gambar 4. 14 Proses *Punch*

Apabila desain produk memiliki pola yang belum pernah dikerjakan oleh perusahaan sebelumnya, maka perusahaan harus membuat pola pisau potong baru sebelum melakukan proses *punch.* Selanjutnya produk yang siap untuk diproses diletakan ke tempat khusus pada mesin yang dapat dilihat pada Gambar 4.14, dan melakukan pengaturan pada mesin meliputi tekanan, dan kecepatan mesin. Proses *punch* memiliki persamaan dengan proses – proses sebelumnya, yaitu dengan melakukan uji coba pada beberapa produk yang disebut *in sheet* untuk memastikan

potongan dan penekanan telah tepat sasaran. Setelah semua persiapan dilakukan, maka proses *punch* dapat dijalankan hingga target produk pada *job* yang dikerjakan. Setelah proses *punch* selesai maka akan dilakukan kupas *punch* pada bagian kardus kemasan yang tidak diperlukan seperti pada Gambar 4.15. Setelah proses kupas *punch* selesai maka produk akan di inspeksi dan dibawa ke lantai *work in process* sebelum dikirim ke proses selanjutnya.

Gambar 4. 15 Proses Kupas *Punch*

c) Proses *Hot Stamping*

Proses *Hot Stamping* merupakan rangkaian proses *finishing* yang terakhir setelah produk melalui proses *punch. Hot Stamping* merupakan proses penempelan lapisan berbahan aluminium *foil* sebagai tambahan desain pada produk. Proses *hot stamping* ini menggunakan mesin *stamping* yang dioperasikan oleh satu operator pada tiap mesinnya yang dapat dilihat pada Gambar 4.16.

Gambar 4. 16 Proses *Hot Stamping*

Karena menggunakan tenaga panas, maka untuk menggunakan mesin ini membutuhkan waktu untuk proses pemanasannya, setelah itu aluminium foil serta cetakan yang dibutuhkan dipasang pada mesin. Setelah persiapan selesai maka operator hanya menarik tuas untuk melakukan *stamping* pada produk yang sedang diproses. Setelah melalui proses maka operator akan melakukan inspeksi langsung terhadap produk. Apabila semua produk telah selesai diproses maka akan dibawa ke stasiun pengemasan / *packaging* untuk dilakukan proses *packaging.*

4.2.4. Proses Packaging

Proses terakhir dalam produksi kardus kemasan adalah proses *packaging*. Proses *packaging* merupakan proses pengemasan produk sebelum produk dikirim ke *customer*. Proses *packaging* harus dapat menjamin kemasan produk dapat dikemas dengan rapi dan aman, apabila terdapat kendala dalam proses *packaging* akan menyebabkan produk yang akan dikirim menjadi kurang aman dapat berpotensi membuat produk menjadi *defect.* Di PT Wangsa Jatra Lestari proses *packaging* pada produk kardus kemasan makanan atau kardus kemasan yang berukuran besar dilakukan dengan menggunakan tenaga manusia tanpa menggunakan mesin seperti pada Gambar 4.17.

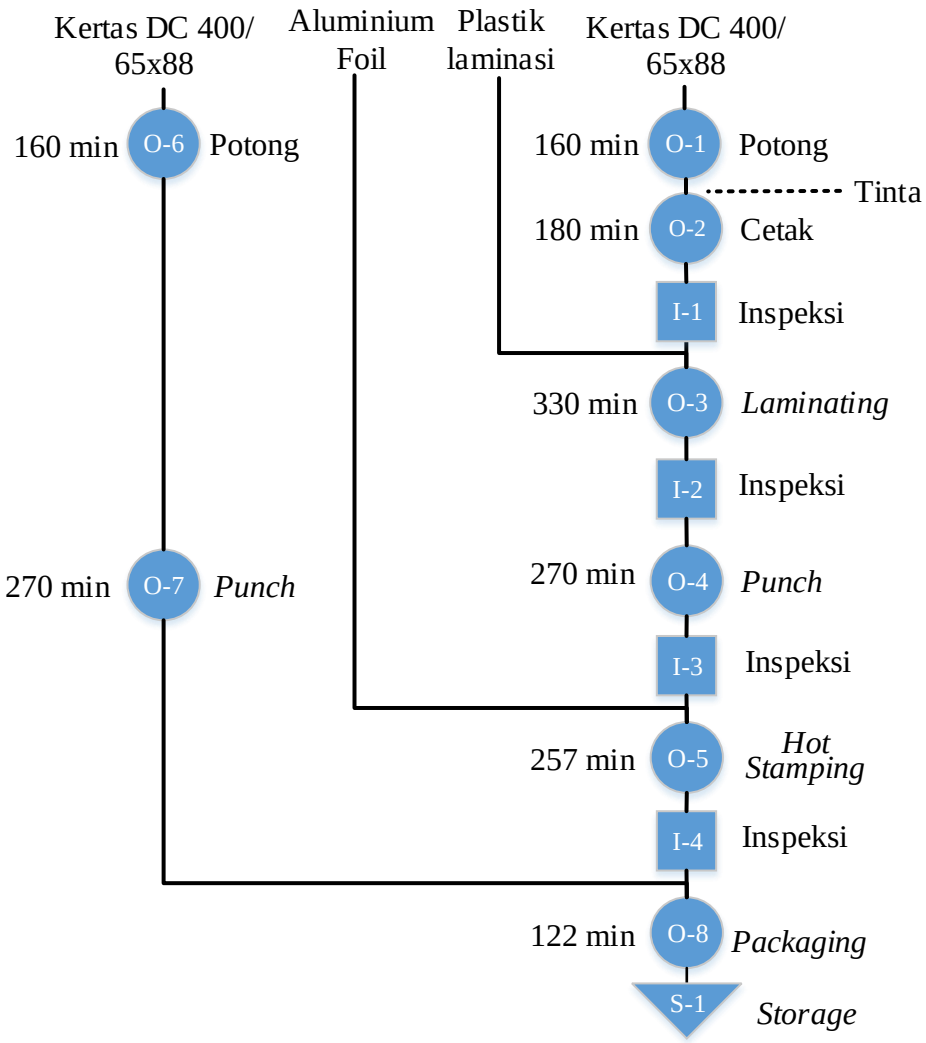
Gambar 4. 17 Proses *Packaging* / Pengemasan

Proses *packaging* dilakukan dengan melakukan perhitungan pada produk terlebih dahulu yang akan dibagi setiap berapa produk untuk dimasukan dalam satu wadah kemasan. Setelah itu produk akan dimasukan ke wadah kemasan dan disegel sedemikian rupa agar aman dan kuat. Produk yang telah dikemas akan dibawa ke *finished goods* yang dapat dilihat pada Gambar 4.18 untuk dilakukan pemeriksaan dan pendataan sebelum dikirim ke *customer*. Setelah ada intruksi untuk mengirim produk maka produk jadi / *finished good* akan diangkut menggunakan ekspedisi dari perusahaan untuk dikirim ke *customer*.

Gambar 4. 18 *Finished goods* pada PT Wangsa Jatra Lestari

4.3. Pembuatan *Operation Process Chart*

Operation Process Chart merupakan peta kerja yang dapat menggambarkan urutan proses kerja dengan membagi pekerjaan tersebut menjadi elemen – elemen operasi secara detail yang diuraikan secara logis dan sistematis. Pada bagian ini akan digambarkan *Operation Process Chart* dari keseluruhan operasi kerja untuk satu produk kardus kemasan dari awal (*raw material)* hingga menjadi produk akhir *(finished goods product)* yang dapat dilihat pada Gambar 4.19



Gambar 4. 19 *Operation Process Chart* Proses Produksi Kardus Kemasan

Proses pembuatan kardus kemasan dimulai dengan mengolah material yaitu kertas jenis DC 400/54x88 dengan memotong kertas menjadi sesuai ukuran yang dibutuhkan, proses pemotongan ini dilakukan dalam beberapa *batch* yang tiap

*batch*nya terdiri dari 12000 produk membutuhkan waktu 160 menit. Kertas tersebut akan dibagi menjadi dua bagian yaitu bagian atas (*Top*) dan bagian bawah (*Bottom).* Selanjutnya kertas untuk bagian atas (*Top)* akan dimasukan kedalam mesin cetak bersamaan dengan tinta yang dibutuhkan untuk dilakukan proses cetak. Proses cetak memiliki kecepatan 7000 pcs/jam, sehingga waktu yang dibutuhkan untuk mencetak tiap *batch* adalah 180 menit. Setelah dicetak lalu dilakukan inspeksi untuk melihat produk mana yang mengalami *defect*, produk yang *defect* akan dipisahkan lalu produk dilanjutkan ke proses selanjutnya yaitu proses *laminating.*

Proses *laminating* membutuhkan tambahan material berupa plastik laminasi untuk ditempelkan ke produk bagian atas (*Top)* yang telah dicetak, waktu yang dibutuhkan untuk proses *laminating* tiap *batch* adalah 330 menit. Setelah melalui proses *laminating* lalu dilakukan proses inspeksi untuk memisahkan produk yang berhasil dan gagal sebelum dilanjutkan dengan proses *punch.* Proses *punch* dilakukan pada produk hasil dari proses *laminating,* proses ini membutuhkan waktu 270 menit untuk tiap *batch* yang kemudian dilanjutkan dengan proses inspeksi. Untuk proses *punch* dilakukan pada produk bagian atas *(Top)* dan bagian bawah (*Bottom*). Proses selanjutnya adalah proses *hot stamping,* proses ini dilakukan untuk menambah material berupa aluminium foil pada produk bagian atas *(Top)* menggunakan mesin sederhana yang dioperasikan oleh satu operator, sehingga membutuhkan waktu 13,12 detik untuk tiap produknya, maka dari itu butuh mesin dan juga operator yang lebih dari satu untuk mengantisipasi adanya *bottleneck* pada proses *hot stamping.* Apabila proses *hot stamping* dilakukan sejumlah *batch* pada proses sebelumnya maka membutuhkan waktu 257 menit dengan menggunakan 10 mesin dan 10 operator. Setelah selesai lalu produk akan langsung diinspeksi oleh operator tersebut dan dikirimkan menuju proses produksi yang terakhir.

Proses yang terakhir adalah proses *packaging* untuk produk bagian atas *(Top)* dan produk bagian bawah *(Bottom)* dengan cara dibungkus menggunakan kertas *packaging.* Proses ini dilakukan oleh tenaga manusia sehingga memerlukan waktu yang relatif lebih lama. Waktu yang dibutuhkan untuk proses *packaging* tiap produknya adalah 2,4 detik. Apabila proses dilakukan untuk satu *batch* maka membutuhkan waktu sebesar 122 menit. Produk yang telah dikemas kemudian dibawa ke *Warehouse Finished goods,* sehingga menjadi produk *storage.*

4.4. Pembuatan *Value Stream Mapping*

Value Stream Mapping merupakan *tool* yang dapat membantu untuk menggambarkan kondisi eksisting dari proses melalui gambar dan simbol. Gambar dan simbol yang dimaksud meliputi simbol aliran arus informasi *(information flow)* dan aliran arus material *(material flow).* Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai aliran arus informasi dan material dari proses produksi kardus kemasan hingga penyusunan *value stream mapping.*

4.4.1. Aliran Informasi

Berikut akan dijelaskan aliran informasi pada PT Wangsa Jatra Lestari dari datangnya permintaan / *order* dari *customer* hingga *order* tersebut dikirimkan ke *customer.*

1. Departemen *Marketing* melalui divisi *customer service* akan menerima *customer* dan terjadi proses tawar-menawar. Setelah terjadi kesepatakan antara pihak perusahaan dengan *customer,* lalu *customer* akan mengirimkan surat PO (*Purchase Order)* sebagai tanda jadinya sebuah *order.*
2. Surat PO dari *customer* akan diolah oleh Departemen *Marketing* menjadi surat SO (*Sales Order)* yang merupakan surat keterangan yang berisi spesifikasi dari produk berdasarkan surat PO. Selanjutnya Surat SO dikirim ke Departemen *Production*, lebih tepatnya dikirim ke Divisi *Product Planning and Inventory Control* (PPIC) bagian *Planner.*
3. Divisi PPIC bagian *Planner* akan menerjemahkan surat SO menjadi desain serta data material yang dibutuhkan dalam proses produksi. Selanjutnya *Planner* akan membuat surat permintaan material ke Divisi *Logistic*.
4. Divisi *Logistic* akan melakukan pemeriksaan antara surat permintaan dengan material yang tersedia. Apabila material mencukupi maka Divisi *Logistic* akan mengabarkan pada Divisi PPIC *Planner*, apabila material tidak mencukupi maka Divisi *Logistic* akan membuat surat *purchase request* ke Divisi *Purchasing* dibawah Departemen *Procurement*. Selanjutnya Divisi *Puchasing* akan melakukan *order* ke *Supplier*.

5. Divisi PPIC *Planner* akan membuat *Job Plan* dan diserahkan kepada bagian *Job Planner* untuk dirancangkan *Job Sheet* sebagai acuan spesifikasi di tiap proses produksi.
6. *Job Planner* akan menyebarkan *Job Sheet* ke tiap proses sesuai rencana produksi pada hari tersebut.
7. Setelah *job sheet* dibagikan maka Tim *Operator* di tiap stasiun produksi akan melakukan proses produksi sesuai *job sheet* yang tersedia.
8. Tim *Quality Control* pada tiap stasiun akan melakukan pengawasan terhadap produk hasil produksi untuk memastikan kualitas produk.
9. Data jumlah Barang yang diproduksi diserahkan ke Divisi *Finished goods* untuk direkapitulasi. Data rekapitulasi Divisi *Finished goods* bersifat online dengan Departemen *Marketing*, sehingga Departemen *Marketing* dapat melakukan pemantauan.
10. Divisi *Finished goods* menerima jadwal kirim barang dari Departemen *Marketing.*
11. Divisi *Finished goods* berkoordinasi dengan Divisi *Expedition* mengirimkan barang kepada *customer* sesuai jadwal pengiriman dari Departemen *Marketing*.

4.4.2. Aliran Fisik

Berikut akan dijelaskan aliran fisik pada PT Wangsa Jatra Lestari dari datangnya material dari *supplier* hingga produk jadi / *finished good* dikirimkan ke *customer*.

1. *Raw material* diterima Divisi *Logistic*, dan dilakukan pengecekan meliputi jumlah, kualitas, dan kondisi dari *raw material.* Setelah dilakukan pengecekan lalu *raw material* dimasukan ke dalam gudang *raw material.*
2. Berdasarkan jadwal produksi yang dirancang oleh Divisi PPIC, maka Divisi *Logistic* akan mempersiapkan *raw material* sesuai kebutuhan di tiap lantai produksi. Material akan diangkut menuju lantai produksi dari gudang *raw material* menggunakan *forklift* dan *hand pallet.*
3. Operator pada proses *pra cetak* akan melakukan proses pembuatan plat cetak dengan memasukkan plat polos ke dalam mesin. Material plat yang digunakan sejumlah kebutuhan warna produk seperti pada pembuatan kardus kemasan ini

menggunakan standar warna *Cyan, Magenta, Yellow, Black* (CMYK) sehingga dibutuhkan empat plat untuk dicetak.

4. Selanjutnya akan dilakukan proses cetak yang dimulai dengan proses potong terhadap kertas, material yang digunakan adalah kertas berukuran plano yang akan dipotong sesuai spesifikasi yang dibutuhkan. Setelah kertas dipotong lalu kertas dimasukkan kedalam mesin cetak bersamaan dengan penyetelan plat cetak dan tinta cetak.
5. Kertas yang telah dicetak lalu dibawa ke lantai *work in process* untuk menunggu giliran ke proses selanjutnya.
6. Setelah mendapat intruksi dari PPIC lalu kertas yang telah dicetak dibawa ke proses *laminating*. Pada proses *laminating* kertas hasil cetak akan dilapisi plastik agar menambah kesan menarik pada produk. Setelah itu produk akan di dibawa ke lantai *work in process* sebelum menjalani proses selanjutnya.
7. Setelah mendapat intruksi dari PPIC lalu produk yang telah melalui proses *laminating* akan menjalani proses *punch*. Proses *punch* berfungsi untuk memberi jalur pada produk serta memotong bagian yang tidak dibutuhkan. Setelah proses *punch* selesai lalu produk akan dibawa ke lantai *work in process* untuk menunggu giliran ke proses selanjutnya.
8. Apabila PPIC telah memberi intruksi maka produk akan dibawa menuju proses *hot stamping.* Pada proses *hot stamping* produk akan diberi tambahan hiasan dari kertas *aluminium foil* yang dipanaskan dan ditempelkan pada produk. Setelah produk selesai diproses lalu akan dibawa ke proses *packaging.*
9. Pada proses *packaging*, produk akan dikemas untuk menjamin kualitas dan kondisi produk agar tetap baik sebelum dikirim ke *customer.*
10. Selanjutnya produk jadi / *finished goods* akan dibawa menuju ke gudang *finished good*s untuk dilakukan pendataan. Produk akan dikirim ke *customer* apabila telah ada jadwal pengiriman yang dibuat oleh Departemen *Marketing.*

4.4.3. Penyusunan Value Stream Mapping

Penyusunan *value stream mapping* dimulai dengan mengidentifikasikan *value* yang diinginkan oleh *customer*. *Value* ini ditentukan berdasarkan *purchase order* yang diterima oleh perusahaan serta survei kepuasan *customer* yang dilakukan perusahaan, sehingga perusahaan harus memenuhi *value* yang diinginkan oleh *customer* karena dengan adanya *value* dapat membuat *customer* bersedia untuk membayar. Beberapa *value* yang diinginkan oleh *customer* meliputi :

1. Warna produk

   Saat melakukan pemesanan, *customer* akan membawa contoh produk yang diinginkan. Maka dari itu perusahaan harus memenuhi warna yang sesuai dengan permintaan *customer,* yaitu dengan komposisi CMYK yang tepat.

2. Ukuran Produk

   Yang dimaksud dengan ukuran produk adalah panjang, tinggi, dan lebar apabila produk disusun dalam bentuk kardus. Sehingga perusahaan harus dapat membuat produk sesuai dengan desain permintaan. Untuk ukuran kardus Bluder Cokro memiliki ukuran 27 cm x 11 cm x 10 cm untuk ukuran besar dan 16 cm x 16 cm x 7 cm untuk ukuran kecil.

3. Desain Produk

   Karena merupakan produk komersial maka desain produk merupakan hal yang harus dijaga oleh PT Wangsa Jatra Lestari, mulai dari tekstur kemasan, adanya desain logo dan identitas perusahaan *customer,* memuat gambar produk dan lain sebagainya.

4. Jumlah Produk

   Jumlah produk merupakan *value* utama yang harus dipenuhi oleh perusahaan karena *customer* tidak akan mau membayar jika produk yang dikirim lebih atau kurang dari toleransi jumlah produk.

5. Bahan Dasar Produk

   Yang dimaksud adalah *customer* meminta produk yang dipesan dibuat dari bahan dasar sesuai yang diinginkan. Contoh pada produk Bluder Cokro adalah harus menggunakan kertas jenis *Duplex 400* gram dan terdapat desain yang menggunakan bahan dasar aluminium foil. Maka dari itu perusahaan harus mendatangkan *raw material* yang sesuai.

6. *Lead Time* Yang Cepat

   Pada *customer* dengan produk berupa makanan atau perusahaan *Fast Moving Consumer Goods*, membutuhkan pasokan kemasan untuk produk–produknya secara cepat. Maka dari itu perusahaan harus dapat meminimalisir *manufacturing lead time* agar *customer* puas dengan perusahaan.

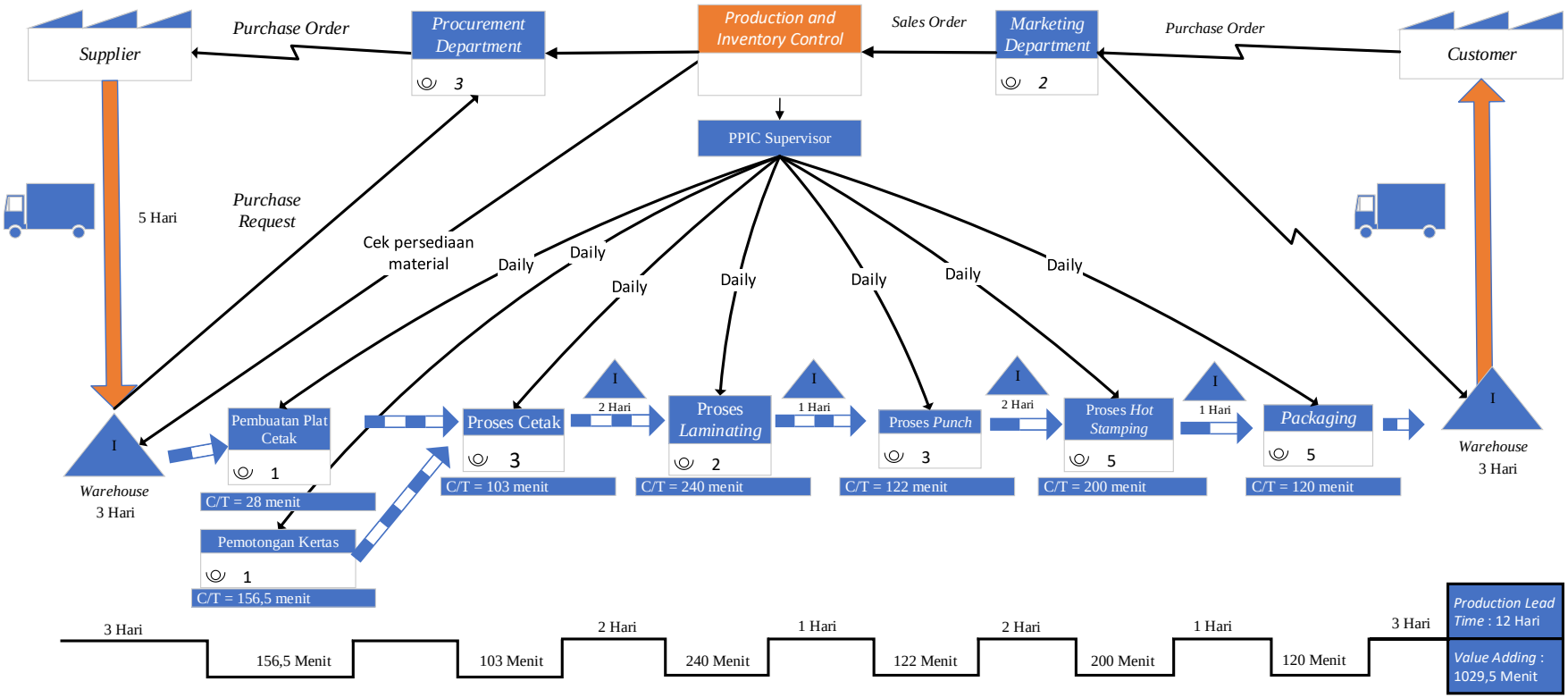
Selain dibutuhkan data aliran informasi dan aliran fisik, juga dibutuhkan data waktu pada tiap proses. Data waktu didapatkan melalui pengamatan langsung, data sekunder dari pencatatan sistem perusahaan, dan data dari wawancara dengan pihak terkait. Pada Tabel 4.1 merupakan data waktu proses pembuatan kardus kemasan pada PT Wangsa Jatra Lestari. Karena produksi kardus kemasan bersifat *batch production,* maka data waktu menunjukkan waktu proses untuk tiap *batch*..

Tabel 4. 1 Data Waktu Proses Produksi Kardus Kemasan

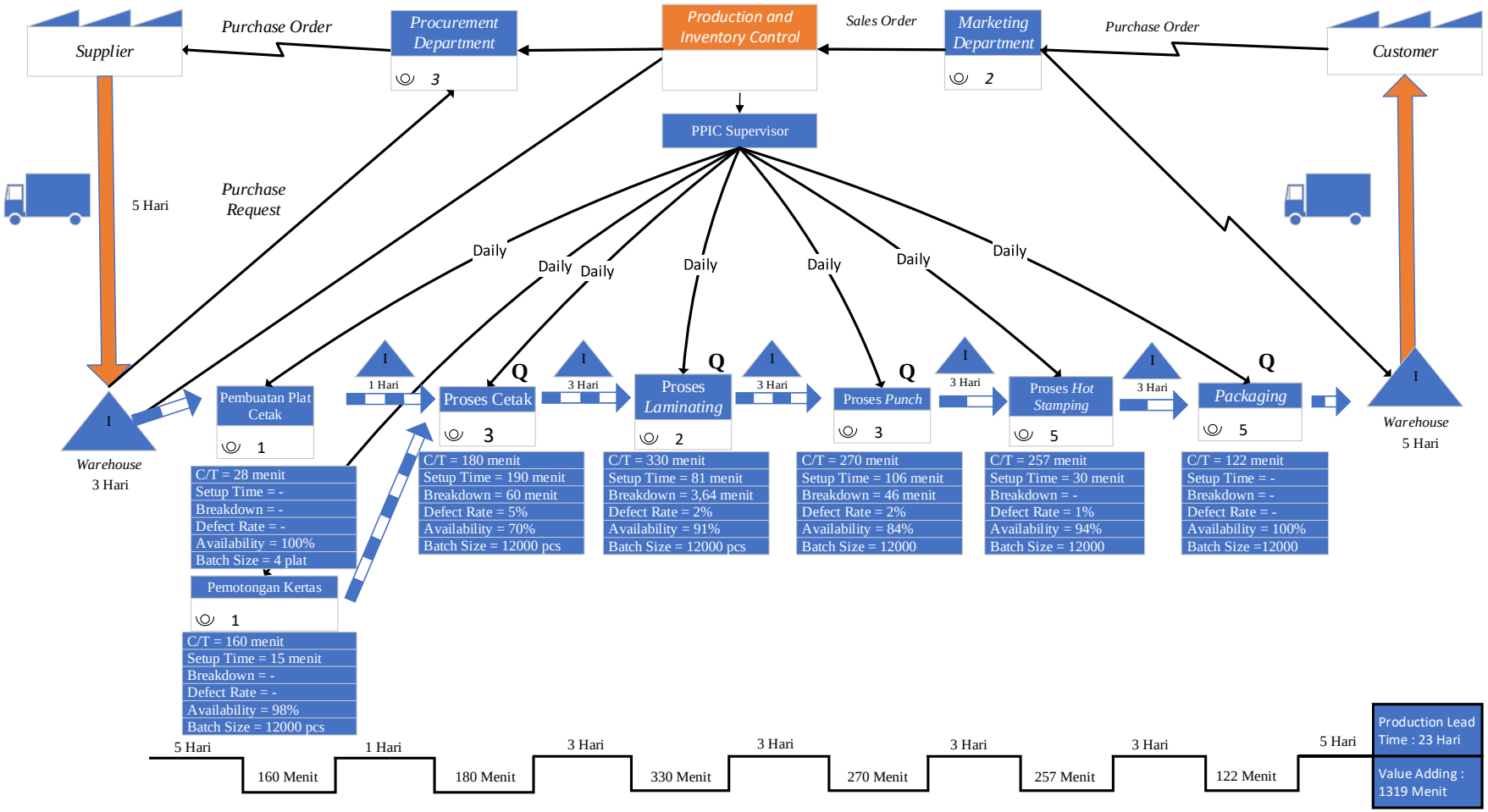
Proses	**Waktu Standar**	***Cycle Time***	**Waktu kerja / hari**	***Setup Time***	***Down Time***	***Deffect Rate***	**Waktu Operasi**	***Availability***
	(min)	**(min)**	**(min)**	**(min)**	**(min)**	**%**	**(min)**	**%**
Proses Desain	60	60	480	0	0	0	480	100%
Print Plat Cetak	28	28	960	30	0	0	930	97%
Memotong Kertas	156,5	160	960	15	0	0	945	98%
Proses Mencetak	103	180	960	190	60	0,05	710	74%
Proses *laminating*	240	330	960	81	3,64	2%	875	91%
Proses *Punch*	122	270	960	106	46	2%	808	84%
Proses *Hot Stamping*	200	257	480	30	0	1%	450	94%
Proses *Packaging*	120	122	480	0	0	0	480	100%

(Sumber : PT Wangsa Jatra Lestari, 2020)

Berdasarkan data waktu pada Tabel 4.1 dapat dibuat *standard value stream mapping* yang menunjukkan waktu standar produksi kardus kemasan seperti pada Gambar 4.20 dan *current value stream mapping* yang dapat melihat adanya *waste* didalam sistem produksi PT Wangsa Jatra Lestari yang dapat ditunjukkan pada Gambar 4.21.



Gambar 4. 20 *Standard Value Stream Mapping*



Gambar 4. 21 *Current Value Stream Mapping*

Berdasarkan *standard value stream mapping* pada Gambar 4.20 dan *current value stream mapping* pada Gambar 4.21 dapat dilihat bagaimana perusahaan memenuhi *value* yang diinginkan oleh *customer* dimulai dari pengadaan material yang sesuai dengan kebutuhan produk *customer.* Setelah itu memasuki beberapa proses produksi yang akan menambah *value* pada produk dimulai dari proses pencetakan plat untuk memastikkan desain sesuai dengan permintaan *customer,* setelah itu pemotongan kertas untuk mengubah material kertas menjadi ukuran yang diinginkan *customer.* Kertas yang telah dipotong lalu diletakkan di lantai penempatan WIP untuk menunggu proses selanjutnya. Selanjutnya dilakukan proses cetak sehingga ada penambahan *value* ke produk yaitu desain dan warna produk. Hasil cetakan dikatakan baik jika warnanya sesuai dengan permintaan *customer* karena dalam industri percetakan warna merupakan kualitas utama dari produk. Hasil proses cetak lalu dibawa menuju lantai WIP untuk menunggu proses selanjutnya sehingga tidak terdapat penambahan *value* pada proses ini. Setelah dijadwalkan lalu produk akan dibawa menuju stasiun *finishing.* Pada stasiun *finishing* terdiri dari proses *laminating, punch,* dan *hot stamping* yang dapat memenuhi desain produk yang meliputi tekstur produk, adanya identitas atau logo dari perusahaan *customer,* dan ukuran produk. Pada akhirnya produk akan dikemas sesuai jumlah *order,* semakin baik *packaging* maka *customer* akan semakin puas dengan pelayanan perusahaan, sehingga penting bagi PT Wangsa Jatra Lestari untuk untuk menjamin kualitas *packaging* sebelum dikirim ke *customer.* Dari semua proses produksi tersebut, yang merupakan *value* utama *customer* ingin membayar produk yang dipesan adalah ketepatan, kecepatan waktu produksi dan kesesuaian jumlah yang dikirim. Maka dari itu perusahaan harus dapat mereduksi *lead time* semaksimal mungkin serta mengurangi adanya *defect* dan *overproduction* agar perusahaan dapat memuhi *value* yang diinginkan oleh *customer* dengan baik.

Proses produksi kardus kemasan memiliki total *lead time* sebesar 23 hari untuk tiap *batch,* dengan *value adding activity*nya sebesar 1319 menit. *Value adding activity* (VA) terdiri dari proses produksi mulai dari pemotongan kertas dan pencetakan plat hingga proses *packaging.* Selain itu terdapat beberapa *non value adding activity* (NVA) dan *non value adding but necessary activity* (NNVA) yang membuat *lead time produksi* menjadi lama. NVA meliputi adanya waktu menunggu

diantara proses produksi sehingga produk menjadi *inventory work in process* dan adanya waktu *breakdown* pada mesin, sedangkan NNVA terdiri dari aktivitas pengangkutan produk menuju proses selanjutnya dan aktivitas *set up* pada mesin.

Berikut merupakan beberapa kendala yang berpotensi menjadi *waste* pada PT Wangsa Jatra Lestari :

1) Dimulai dari proses pengadaan material yang mengalami keterlambatan rata-rata 2 hari, sehingga material yang seharusnya datang sejak diterbitkannya *purchase order* dari PT Wangsa Jatra Lestari selama 3 hari menjadi 5 hari. Karena *supplier* dari tiap material yang berbeda–beda, maka keterlambatan kedatangan material ini akan sangat mempengaruhi *lead time* produksi perusahaan.
2) Pada beberapa proses memiliki tingkat *availability* yang rendah, salah satu contohnya adalah pada proses cetak. Pada proses cetak *availability* nya hanya sebesar 74% dikarenakan banyaknya *down time* yang meliputi *breakdown time* dan *setup time* yang dialami mesin. Apabila pada proses ini tidak segera diperbaiki dapat berpotensi menyebabkan meningkatnya *lead time* serta jumlah *defect* produk karena mesin yang sering mengalami *down time.*
3) Setelah produk melalui proses produksi pasti mengalami waktu disaat produk tersebut menjadi *work in process* , waktu produk menjadi WIP bervariasi yang apabila dirata-rata maka produk akan mengalami menjadi WIP selama 3 hari. Hal ini dapat dikategorikan sebagai *waste* apabila dibiarkan terlalu lama. Pada saat dilakukan pengamatan langsung tempat dimana produk menjadi WIP tidak memiliki fasilitas yang dapat menjaga kualitas produk tersebut, sehingga apabila dibiarkan dalam jangka waktu yang lama dapat mengurangi kualitas produk.
4) Terdapat beberapa proses yang memiliki *defect rate* cukup tinggi, seperti pada proses cetak yang *defect rate* nya mencapai 5%. Jumlah *defect rate* ini dapat dikatakan cukup besar karena proses cetak merupakan proses utama dalam pembuatan kardus kemasan dan merupakan proses awal – awal dari produksi kardus kemasan. Apabila pada proses ini kualitas produk tidak dapat dijamin dengan baik dapat mengakibatkan produk jadi pada akhir proses tidak memiliki kualitas yang maksimal.

5) Adanya waktu *breakdown* yang besar pada proses cetak dan *punch*, menurut hasil pengamatan kedua mesin ini sering mengalami *breakdown time* karena beberapa masalah kecil yang sering terjadi. Beberapa masalah pada mesin cetak diantaranya adalah tinta yang tidak stabil sehingga ditengah proses terjadi perubahan kualitas warna yang menyebabkan proses produksi harus dihentikan agar tidak memperbesar jumlah produk *defect.* Pada proses *punch* juga sering terjadi beberapa kendala pada mesin yang menyebabkan mesin harus dihentikan sementara. Beberapa kendala tersebut adalah rusaknya pisau untuk memotong produk, adanya perpindahan posisi pisau yang menyebabkan pemotongan menjadi tidak tepat sasaran dan lain sebagainya. Adanya *breakdown time* yang besar ini berpotensi menyebabkan adanya produk *defect* dan meningkatkan *lead time* produksi.

4.5. Pembuatan *Process Activity Mapping*

Process Activity Mapping merupakan alat untuk memetakan secara rinci dari proses pemenuhan *order* dari *customer*. Melalui *process activity mapping* akan dilakukan klasifikasi menjadi beberapa aktivitas yang terdiri dari *operation* (O), *inspection* (I), *transportation* (T), dan *storage* (S). Hasil akhir dari pembuatan *process activity mapping* ini adalah pemetaan aktivitas dalam proses produksi menjadi *Value Adding (VA), Non Value Adding (NVA)* dan *Necessary but Non Value Adding.* Pada Tabel 4.2 akan ditunjukkan hasil pemetaan menggunakan *process activity mapping.*

Tabel 4. 2 *Process Activity Mapping* Proses Produksi Kemasan Produk

Proses	Elemen kerja	*Flow*	Mesin	Jumlah mesin	Jarak (m)	Waktu (detik)	Jumlah Operator	Tipe Aktivitas
Cetak Plat	Mencari plat sesuai ukuran	O	Mesin cetak plat	1		5	1	NVA
	Memasukkan plat kosong ke dalam mesin	O				10		VA
	Proses pencetakan plat 1 : Cyan	O				285		VA
	Memasukkan plat cetak 1 ke mesin pencucian	O	Mesin pencucian plat	1		5		VA
	Proses pencucian plat cetak 1 : Cyan	O				115		VA
	Mencari plat sesuai ukuran	O	Mesin cetak plat	1		5		NVA
	Memasukkan plat kosong ke dalam mesin	O				10		VA
	Proses pencetakan plat 2 : Magenta	O				285		VA
	Memasukkan plat cetak 2 ke mesin pencucian	O	Mesin pencucian plat	1		5		VA

Proses	Elemen kerja	*Flow*	Mesin	Jumlah mesin	Jarak (m)	Waktu (detik)	Jumlah Operator	Tipe Aktivitas
	Proses pencucian plat cetak 2 : Magenta	O				115		VA
	Mencari plat sesuai ukuran	O	Mesin cetak plat	1		5		NVA
	Memasukkan plat kosong ke dalam mesin	O	Mesin cetak plat			10		VA
	Proses pencetakan plat 3 : Yellow	O	Mesin cetak plat			285		VA
	Memasukkan plat cetak 3 ke mesin pencucian	O	Mesin pencucian plat	1		5		VA
	Proses pencucian plat cetak 3 : Yellow	O	Mesin pencucian plat			115		VA
	Mencari plat sesuai ukuran	O	Mesin cetak plat	1		5		NVA
	Memasukkan plat kosong ke dalam mesin	O				10		VA
	Proses pencetakan plat 4 : Black	O				285		VA
	Memasukkan plat cetak 4 ke mesin pencucian	O	Mesin pencucian plat	1		5		VA

Proses	Elemen kerja	*Flow*	Mesin	Jumlah mesin	Jarak (m)	Waktu (detik)	Jumlah Operator	Tipe Aktivitas
	Proses pencucian plat cetak 4 : Black	O				115		VA
	Membawa plat cetak menuju stasiun cetak	T	*Handtruck*	1	50	300	1	NNVA
Pemotongan Kertas	Memposisikan kertas plano ke mesin potong	O	Mesin Potong	1		300	1	VA
	Proses memotong	O				9.300		VA
	Membawa kertas hasil potongan ke mesin cetak	T	*Handtruck*	1	10	300		NNVA
Proses Cetak	Memasukkan plat cetak ke dalam mesin cetak	O	Mesin Cetak	1		420	3	VA
	Memposisikan kertas ke dalam mesin cetak	O				600		VA
	Memasukkan tinta ke dalam mesin cetak	O				300		VA
	Menjalankan proses cetak	O				9.480		VA
	Inspeksi kertas hasil proses cetak	I				1.800	1	NNVA
	Membawa produk menuju lantai WIP	T	*Handtruck*	1	20	600	1	NNVA
	Mengeringkan Produk hasil cetak di lantai WIP	S				7.200		NNVA

Proses	Elemen kerja	*Flow*	Mesin	Jumlah mesin	Jarak (m)	Waktu (detik)	Jumlah Operator	Tipe Aktivitas
	Menunggu giliran ke stasiun selanjutnya	S	-			252.000	1	NVA
	Membawa produk menuju stasiun finishing	T	*Forkclift*	1	100	900		NNVA
Proses *Laminating*	Memasukkan produk ke dalam mesin	O	Mesin *Laminating*	1		600	3	VA
	Memasang plastik pada mesin	O				300		AV
	Menjalankan proses *laminating*	O				18.000		VA
	inspeksi hasil proses *laminating*	I	-			900	1	NNVA
	Membawa produk menuju lantai WIP	T	*Handtruck*	1	10	300	1	NNVA
	Mengeringkan Produk hasil cetak di lantai WIP	S				7.200		
	Menunggu giliran ke proses selanjutnya	S	-			252.000		NVA
	Membawa produk menuju proses *punch*	T	*Handtruck*	1	15	600		NNVA
Proses *Punch*	Memasang pisau	O	Mesin *Punch*	1		600	3	VA
	Memasukkan produk ke dalam mesin	O				300		VA

Proses	Elemen kerja	*Flow*	Mesin	Jumlah mesin	Jarak (m)	Waktu (detik)	Jumlah Operator	Tipe Aktivitas
	Menjalankan proses *punch*	O				12.600		VA
	Memisahkan produk dengan AFAL	O				1.200		VA
	Inspeksi hasil proses *punch*	I	-			900		NNVA
	Membawa produk menuju lantai WIP	T	*Handtruck*	1	10	600		NNVA
	Menunggu giliran ke proses selanjutnya	S	-			259.200	1	NVA
	Membawa produk menuju proses *hot stamping*	T	*Forkclift*	1	100	900		NNVA
Proses *Hot Stamping*	Mengambil Produk (x1200)	O	-			1.440	10	VA
	Meletakkan material pada mesin *stamping*(x1200)	O	Mesin *hot stamping*	10		2.040		VA
	Menekan mesin *stamping (x1200)*	O				3.360		VA
	Inspeksi (x1200)	I	-			6.360		NNVA
	Menaruh ke tempat produk jadi (x1200)	T	-			2.544		NNVA

Proses	Elemen kerja	*Flow*	Mesin	Jumlah mesin	Jarak (m)	Waktu (detik)	Jumlah Operator	Tipe Aktivitas
Packaging	Mengambil produk jadi (x120)	O	-			240	2	VA
	Menghitung dan memisahkan produk tiap 100 pcs (x120)	O	-			3.600		VA
	Menyiapkan kertas kemasan (x120)	O	-			1.800		VA
	Memasukkan produk ke dalam kemasan (x120)	O	-			3.000		VA
	Melipat kemasan hingga rapat (x120)	O	-			2.760		VA
	Menutup kemasan dengan segel (x120)	O	-			3.000		VA
	Membawa produk menuju *warehouse finished goods*	T	*Forkclift*	1	200	900	1	NNVA
Total	**61**				**515**	**872.424**	**31**	
	elemen kerja				**meter**	**detik**	**Operator**	

Berdasarkan *process activity mapping* yang telah dibuat dapat diidentifikasi jumlah aktivitas yang telah diklasifikasikan sehingga dapat diketahui presentase dari *Value Adding (VA), Non Value Adding (NVA)* dan *Necessary but Non Value Adding.* Selain itu juga dapat diketahui total jarak, dan waktu yang ditempuh dari proses produksi kardus kemasan. Pada Tabel 4.3 merupakan rekapitulasi dari perhitungan presentase aktivitas dan waktu berdasarkan *process activity mapping.*

Tabel 4. 3 Rekapitulasi *Process Activity Mapping* Kardus Kemasan

Aktivitas	**Jumlah**	**Presentase**	**Waktu (Detik)**	**Waktu Aktivitas (Detik)**		
				VA	**NVA**	**NNVA**
Operation	42	69%	76.920	76.900	20	0
Inspection	4	7%	9.960	0	0	9960
Transportation	10	16%	7.944	0	0	7944
Storage	5	8%	777.600	0	763.200	14.400
Total	**61**	**100%**	**872.424**	**76.900**	**763.220**	**32.304**
Presentase (%)				**9%**	**87%**	**4%**

Berdasarkan Tabel 4.3 dapat diketahui jika total jumlah aktivitas elemen kerja dalam proses produksi kardus kemasan sebanyak 61 langkah yang terbagi menjadi 69% aktivitas *operation,* 7% aktivitas *inspection,* 16% aktivitas *transportation,* dan 8% aktivitas *storage.* Dari beberapa aktivitas tersebut terdapat aktivitas yang tidak dapat menambah *value* dari produk. Maka dari itu dilakukan klasifikasi aktivitas elemen kerja tersebut menjadi *value adding activity, non value adding activity,* dan *necessary but non value adding activity.* Setelah dilakukan klasifikasi berdasarkan waktu tiap aktivitasnya, didapatkan presentase aktivitas *value adding* sebesar 9%, *non value adding* sebesar 87%, dan *necessary but non value adding* sebesar 4%. Dari hasil tersebut dapat diketahui jika presentase untuk aktivitas *value adding* masih tergolong sangat rendah jika dibandingkan dengan lama waktu aktivitas *non value adding,* kejadian ini disebabkan oleh adanya penumpukan inventori yang lama di antar proses sehingga menyebabkan *lead time* produksi menjadi panjang dan menimbulkan adanya keterlambatan pengiriman produk.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 5
IDENTIFIKASI DAN ANALISIS *WASTE* KRITIS

Bab 5 ini berisi mengenai langkah – langkah dalam mengidentifikasi adanya *waste* kritis dan menganalisis akar permasalahan penyebab adanya *waste* kritis yang terdiri dari identifikasi *waste* awal, Penentuan akar penyebab *waste,* Penentuan bobot *waste,* dan Penyusunan *Lean Matrix 1*.

5.1. Identifikasi *Waste* Perusahaan

Pada bagian ini akan diidentifikasikan adanya *waste* yang terjadi di PT Wangsa Jatra Lestar. Dalam mengidentifikasi *waste* ini dilakukan secara *brainstorming* bersama dengan pihak *expert* perusahaan berdasarkan data hasil dari *operation process chart, value stream mapping,* dan *process activity mapping.* Pihak *exspert* dari perusahaan ditentukan berdasarkan kriteria sebagai berikut :

1. Memiliki pegalaman kerja selama lebih dari 5 tahun di perusahaan
2. Pendidikan minimal D3/Sarjana.
3. Memiliki jabatan strategis atau fungsional di dalam perusahaan seperti *supervisor, manager,* atau direktur.

Berdasarkan kriteria – kriteria tersebut lalu dipilih beberapa *expert* dari perusahaan yang terdiri dari *Product Planning and Inventory Control Supervisor, Procurement Manager,* dan *Production Manager.* Pada Tabel 5.1 akan ditunjukkan hasil dari identifikasi *waste* di perusahaan berdasarkan *brainstorming* dan beberapa penggambaran proses produksi yang telah dilakukan sebelumnya.

Tabel 5. 1 Identifikasi *Waste* Pada PT Wangsa Jatra Lestari

Jenis *Waste*	Kode	Kondisi Eksisting
Defect	W1	Terdapat *defect* berupa hasil cetakan yang rusak pada mesin cetak
	W2	Terdapat *defect* berupa produk yang tidak terlaminasi dengan baik pada produk hasil mesin *laminating*
	W3	Terdapat *defect* berupa potongan produk yang tidak sesuai spesifikasi pada mesin *punch*
	W4	Terdapat *defect* pada *warehouse finished goods*

Jenis *Waste*	Kode	Kondisi Eksisting
Overproduction	W5	Adanya *overproduction* karena persediaan *in sheet* yang berlebihan sehingga *in sheet* tersebut juga ikut menjadi produk jadi.
Waiting	W6	Pada lantai produksi sering terjadi adanya WIP dalam waktu yang lama
	W7	*Finished goods* yang menunggu terlalu lama di gudang
Over Inventory	W8	Adanya penumpukan WIP yang memakan tempat di lantai produksi
	W9	Adanya penumpukan *finished goods* di gudang, sedangkan gudang pada PT Wangsa Jatra Lestari tidak standar sehingga dapat merugikan apabila terlalu banyak *finished goods* yang tertimbun
	W10	Adanya penumpukan produk AFAL
Unnecessary Transportation	W11	Banyak aktivitas pengangkutan WIP dan *Finished Goods*
	W12	Terdapat banyak jalur pengangkutan yang bersilangan dengan pengangkutan lain
Unneeded Motion	W13	Terdapat beberapa *motion* yang seharusnya tidak perlu yaitu pada gerakan mencari plat yang sesuai ukuran
Over Processing	W14	Adanya tambahan proses rework pada packaging karena rusak di gudang finished goods
	W15	Pemesanan tambahan material karena banyak material (*in sheet*) terpakai untuk setting warna

Dari identifikasi *waste* di dalam PT Wangsa Jatra Lestari pada Tabel 5.1 dapat diketahui jika semua jenis *waste* dalam 7 *waste* terdapat di dalam perusahaan. Maka dari itu diperlukan penentuan akar permasalahan dari adanya *waste* tersebut untuk mengetahui penyebab – penyebab adanya *waste*.

5.2. Penentuan Akar Penyebab *Waste*

Berdasarkan *waste* yang telah diidentifikasi pada Tabel 5.1 maka akan dilakukan penentuan akar penyebab *waste.* Penentuan akar penyebab *waste* menggunakan metode *root cause analysis* dengan menggunakan 5 *Why's analysis*. 5 *Why's analysis* mengalisis suatu masalah menggunakan pertanyaan *"why"* sebanyak lima kali terhadap masalah yang sedang terjadi. Penentuan akar penyebab *waste* dilakukan pada tiap *waste* yang telah diidentifikasikan yaitu meliputi *defect,*

overproduction, waiting, overinventory, unnecessary transportation, unneeded motion, dan *overprocessing.*

5.2.1. Akar Penyebab Defect

Pada PT Wangsa Jatra Lestari terjadi cukup banyak adanya *waste* berupa *defect* terutama dari proses yang menggunakan mesin diantaranya adalah adanya hasil cetakan yang rusak pada mesin cetak, adanya produk yang tidak terlaminasi dengan baik pada mesin *laminating,* adanya potongan produk yang tidak sesuai spesifikasi pada mesin *punch,* dan adanya produk yang rusak pada *warehouse finished goods.* Beberapa *defect* tersebut disebabkan karena faktor mesin, *raw material,* kesulitan pada proses *set up,* dan kelalaian operator dalam melakukan inspeksi maupun menjalankan mesin. Pada Tabel 5.2 ditunjukkan penentuan akar masalah dari *waste defect* menggunakan *5 why's analysis.*

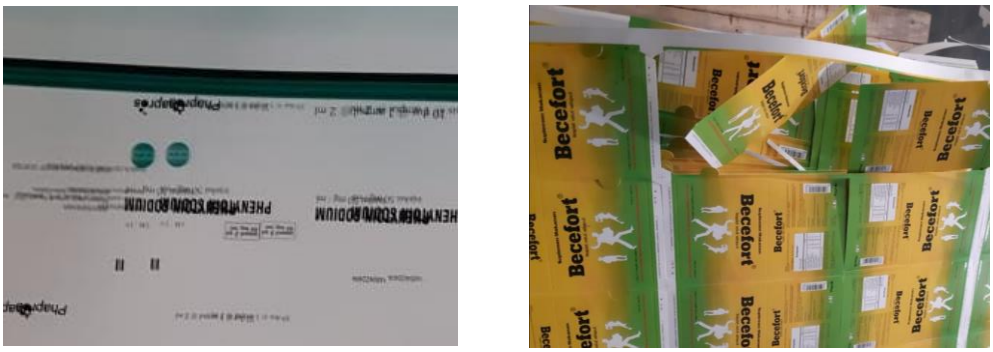
Tabel 5. 2 Penentuan Akar Penyebab *Waste Defect*

Kondisi Eksisting	***Why 1***	***Why 2***	***Why 3***	***Why 4***	***Why 5***
Terdapat *defect* berupa hasil cetakan yang rusak pada mesin cetak	Adanya error / kesalahan saat proses produksi berlangsung	Adanya plat cetak yang bergeser	plat cetak tidak terpasang dengan baik	Adanya kerusakan pada slot plat cetak di mesin sehingga kertas bergelombang	Kurangnya pemeriksaan keadaan awal mesin
				Plat cetak sudah mengalami kerusakan	Kurangnya penjagaan kualitas raw material
					Inspeksi kedatangan raw material yang kurang baik
		Adanya tinta yang tidak keluar sesuai dengan pengaturannya	Tinta tidak terpasang dengan baik	Adanya kerusakan pada penempatan tinta cetak di mesin	Kurangnya pemeriksaan keadaan awal mesin
			Kualitas tinta cetak yang kurang bagus	Raw material dari awal sudah mengalami kerusakan	Kurangnya penjagaan kualitas raw material
					Inspeksi kedatangan raw material

Kondisi Eksisting	*Why 1*	*Why 2*	*Why 3*	*Why 4*	*Why 5*
					yang kurang baik
		Adanya kertas yang menyangkut di dalam mesin	Adanya kertas yang melekat dengan kertas lainnya	Operator tidak mempersiapkan proses dengan baik	Adanya *human error* / kelalaian pada operator
		Proses setup yang terlalu lama	Sulitnya menghasilkan produk dengan warna sesuai spesifikasinya	Kesulitan dalam menjalankan proses setup	
Terdapat defect berupa produk yang tidak terlaminasi dengan baik pada produk hasil mesin laminating	Adanya *error* / kesalahan saat proses produksi berlangsung	Adanya plastik yang tidak meleleh sesuai pengaturan	Kualitas plastik yang kurang bagus	Raw material plastik dari awal sudah mengalami kerusakan	Kurangnya penjagaan kualitas raw material
					Inspeksi kedatangan raw material yang kurang baik
		Adanya kertas yang menyangkut di dalam mesin	Adanya kemacetan pada conveyor	Kurangnya pelumas pada conveyor	Kurangnya pemeriksaan keadaan awal mesin
		Adanya kesalahan setting / *setup* mesin dari awal	Operator tidak membaca prosedur dengan baik	Adanya *human error* / kelalaian pada operator	
Terdapat defect berupa potongan produk yang tidak sesuai spesifikasi pada mesin punch	Adanya error / kesalahan saat proses produksi berlangsung	Penempatan pisau yang tidak tepat	Pola pisau yang tidak sesuai dengan produk	Adanya kesalahan saat pembuatan pola pisau	Adanya human error / kelalaian pada operator
		Adanya pisau yang tumpul	Kualitas pisau yang kurang bagus	Pisau sudah rusak dari awal	Kurangnya penjagaan kualitas raw material
					Inspeksi kedatangan raw material yang kurang baik

Kondisi Eksisting	*Why 1*	*Why 2*	*Why 3*	*Why 4*	*Why 5*
		Adanya kesalahan setting / *setup* mesin dari awal	Operator tidak membaca prosedur dengan baik	Adanya *human error* / kelalaian pada operator	
Terdapat *defect* pada warehouse finished goods	Produk rusak karena faktor lingkungan	Penyimpanan produk yang kurang baik	Warehouse *Finished goods* yang kurang standar	Tidak adanya fasilitas rak dan penutup produk yang baik	
	Produk menunggu terlalu lama / tidak segera dikirim	Belum adanya konfirmasi pengiriman	Terdapat *customer* yang tidak memiliki gudang sehingga memakai gudang perusahaan	Tidak adanya ketentuan yang menjelaskan tentang peminjaman *warehouse*	

Berdasarkan hasil wawancara dengan pihak *expert* perusahaan, adanya *defect* ini paling banyak dikarenakan kebutuhan untuk proses *set up*. Sampai saat ini perusahaan belum memiliki media lain selain menggunakan *raw material* nya secara langsung untuk proses *set up*. Proses *set up* yang dimaksud terjadi pada proses yang menggunakan mesin seperti proses cetak, *laminating*, dan *punch*. Pada Gambar 5.1 menunjukkan contoh *defect* yang terjadi pada proses produksi kardus kemasan.



(A) (B)

Gambar 5. 1 Contoh produk *defect* pada proses cetak (A) dan proses *punch* (B)

Selain itu tidak jarang juga terjadi *defect* di dalam *warehouse finished goods* karena produk yang terlalu lama menunggu sehingga terpengaruh kondisi lingkungan yang berubah – ubah.

5.2.2. Akar Penyebab Overproduction

PT Wangsa Jatra Lestari tidak terlalu mengalami adanya *overproduction* karena lebih banyak target produksi yang tidak terpenuhi daripada adanya *overproduction. Overproduction* yang terjadi di PT Wangsa Jatra Lestari berupa terdapat sisa *raw material* yang seharusnya digunakan untuk proses *set up* namun ikut digunakan untuk proses produksi sehingga terdapat kelebihan produksi. Pada Tabel 5.3 ditunjukkan akar penyebab terjadinya *waste overproduction.*

Tabel 5. 3 Penentuan Akar Penyebab *Waste Overproduction*

Kondisi Eksisting	***Why 1***	***Why 2***	***Why 3***	***Why 4***	***Why 5***
Adanya *overproduction* karena persediaan *in sheet* yang berlebihan sehingga *in sheet* tersebut juga ikut menjadi produk jadi.	Adanya produk in sheet yang berlebihan	Waktu setup yang tidak tetap	Kesulitan dalam menjalankan proses setup		

5.2.3. Akar Penyebab Waiting

Pada PT Wangsa Jatra Lestari terdapat beberapa *waste waiting* yang diantaranya yaitu adanya produk *work in process* dalam waktu yang lama dan *finished goods* yang menunggu terlalu lama di *warehouse.* Adanya *waste waiting* kebanyakan disebabkan karena beberapa faktor yang diantaranya masalah penjadwalan produksi, masalah waktu *set up* yang lama, masalah mesin yang mengalami *breakdown.* Pada Tabel 5.4 ditunjukkan akar penyebab terjadinya *waste waiting.*

Tabel 5. 4 Penentuan Akar Penyebab *Waste Waiting*

Kondisi Eksisting	***Why 1***	***Why 2***	***Why 3***	***Why 4***	***Why 5***
Pada lantai produksi sering terjadi adanya WIP dalam waktu yang lama	Terjadinya *bottleneck*	Adanya *raw material* yang belum tersedia	Keterlambatan kedatangan *raw material* dari *supplier*	Adanya masalah proses administrasi antara perusahaan dengan *supplier*	
				Kesulitan mencari *supplier* baru	*Supplier* mengalami kehabisan stock
		Adanya kendala pada proses produksi	Mesin mengalami *breakdown*	Belum dilakukan perbaikan / *maintenance* pada mesin	Penjadwalan *maintenance* yang kurang sesuai
			Mesin mengalami setup time yang lama	Waktu setup yang tidak tetap	Kesulitan dalam menjalankan proses setup
		Adanya antrian proses produksi	Penjadwalan proses produksi yang kurang sesuai		
finished goods yang menunggu terlalu lama di gudang	Produk menunggu terlalu lama / tidak segera dikirim	Belum adanya konfirmasi pengiriman	Terdapat *customer* yang tidak memiliki gudang sehingga memakai gudang perusahaan	Tidak adanya ketentuan yang menjelaskan tentang peminjaman *warehouse*	

Berdasarkan hasil wawancara bersama dengan pihak perusahaan, adanya *Work in process* dapat mencapai 5 – 7 hari bahkan lebih. Salah satu penyebab utamanya adalah kesulitan dalam menjalankan proses *set up.* Karena produk yang dihasilkan oleh PT Wangsa Jatra Lestari memiliki variasi yang tinggi maka perusahaan juga mengalami kesulitan dalam mengatur mesin agar sesuai dengan spesifikasi produknya. Pada Tabel 5.5 berikut merupakan data penggunaan mesin selama 3 bulan.

Tabel 5. 5 Data Penggunaan Mesin Pada Bulan Juli – September 2019

Mesin	Kerja Mesin (Jam)							
	Jam Kerja	Produktif			Non Produktif			
		MR	Produksi	%	MT	BD	IDLE	%
MITSUBISHI 3F	1.287,3	515,5	375,0	69,2	24,5	66,0	306,3	30,8
SM CD XL	1.376,5	638,5	388,5	74,6	24,0	120,0	205,5	25,4
MITSUBISHI V3000	1.318,0	600,0	502,7	83,7	26,0	64,0	125,3	16,3
LAMINATING	1.222,5	140,5	529,0	54,8	3	4	546,0	45,2
PUNCH YAWA 1	1.238,0	239	649,5	71,8	9	21	319,5	28,2
PUNCH YAWA 2	1.243,5	343,5	489,5	67,0	10,5	36,5	363,5	33,0

Berdasarkan Tabel 5.5 dapat diketahui jika tiap mesin memiliki waktu *set up* (MR) yang tinggi, serta waktu non produktif yang relatif lama sehingga berpotensi menyebabkan adanya *waiting* di dalam perusahaan. Selain itu adanya waktu non produktif seperti *maintenance* (MT), *breakdown* (BD), dan waktu *idle* mesin menyebabkan mesin tidak dapat beroperasi secara optimal sehingga potensi adanya *waste* berupa *waiting* juga menjadi semakin tinggi.

5.2.4. Akar Penyebab Over Inventory

Pada *waste Over Inventory* terdapat cukup banyak kasus penumpukan *Inventory* diantaranya yaitu adanya penumpukan WIP yang memakan tempat di lantai produksi, adanya penumpukan *finished goods* di gudang, dan adanya penumpukan produk AFAL atau produk berupa sisa – sisa produksi seperti kertas yang tidak terpakai, produk *defect*, sisa plastik dan lain sebagainya. Dari beberapa *waste* yang telah diidentifikasi tersebut selanjutnya akan dicari akar permasalahannya menggunakan *5 why's analysis* seperti pada Tabel 5.6.

Tabel 5. 6 Penentuan Akar Penyebab *Waste Over Inventory*

Kondisi Eksisting	***Why 1***	***Why 2***	***Why 3***	***Why 4***	***Why 5***
Adanya penumpukan WIP yang memakan tempat di lantai produksi	Terjadinya *bottleneck*	Adanya *raw material* yang belum tersedia	Keterlambatan kedatangan *raw material* dari *supplier*	Adanya masalah proses administrasi antara perusahaan dengan *supplier*	

Kondisi Eksisting	*Why 1*	*Why 2*	*Why 3*	*Why 4*	*Why 5*
				Kesulitan mencari *supplier* baru	*Supplier* mengalami kehabisan stock
		Adanya kendala pada proses produksi	Mesin mengalami *breakdown*	Belum dilakukan perbaikan / *maintenance* pada mesin	Penjadwalan *maintenance* yang kurang sesuai
			Mesin mengalami setup time yang lama	Waktu setup yang tidak tetap	Kesulitan dalam menjalankan proses setup
		Adanya antrian proses produksi	Penjadwalan proses produksi yang kurang sesuai		
Adanya penumpukan *finished goods* di gudang	Produk menunggu terlalu lama / tidak segera dikirim	Belum adanya konfirmasi pengiriman	Terdapat *customer* yang tidak memiliki gudang sehingga memakai gudang perusahaan	Tidak adanya ketentuan yang menjelaskan tentang peminjaman *warehouse*	
Adanya penumpukan produk AFAL	Banyaknya bagian material kertas yang terbuang	Penggunaan material kertas tidak sesuai ukurannya	Persediaan raw material yang sesuai ukuran tidak ada	Keterlambatan kedatangan *raw material* dari *supplier*	*Supplier* mengalami kehabisan stock

Berdasarkan Tabel 5.6 tersebut adanya penumpukan WIP dilantai produksi disebabkan karena adanya *bottleneck* pada proses selanjutnya, *bottleneck* ini disebabkan oleh beberapa faktor yaitu masalah pada persediaan *raw material* untuk proses selanjutnya sehingga perusahaan harus menunggu kedatangan *raw material* sebelum dapat melanjutkan proses produksi. Faktor selanjutnya karena adanya kendala pada proses produksi meliputi adanya kerusakan mesin dan adanya kesulitan dalam proses *set up.* Kedua kendala ini menyebabkan WIP harus menunggu lebih lama untuk diproses, maka dari itu diperlukan penjadwalan produksi yang lebih baik karena salah satu penyebab adanya *bottleneck* adalah karena penjadwalan produksi yang kurang baik sehingga terjadi antrian pada proses produksi yang berujung pada penumpukan WIP di lantai produksi.

Kasus *Over inventory* selanjutnya adalah adanya penumpukan produk *fnished goods* di gudang. Penumpukan ini dikarenakan produk yang tidak segera dikirim ke *customer* karena beberapa *customer* yang berniat menitipkan produknya di gudang milik PT Wangsa Jatra Lestari, sehingga pihak *customer* tidak segera meminta agar produk segera dikirim sebelum pihak *customer* akan memakainya. Hal ini disebabkan belum adanya aturan yang membahas mengenai produk yang tidak segera dikirim karena alasan *customer* yang belum meminta. *Waste* selanjutnya adalah adanya penumpukan produk AFAL dikarenakan penggunaan material yang tidak sesuai dengan ukurannya, hal ini disebabkan karena persediaan *raw material* yang dibutuhkan belum tersedia sedangkan perusahaan harus segera melakukan proses produksi sehingga harus menggunakan material yang ada walaupun tidak sesuai dengan ukurannya, Kondisi penumpukan *inventory* pada *warehouse finished goods* dapat dilihat pada Gambar 5.2.

Gambar 5. 2 Kondisi *Warehouse Finished Goods* PT Wangsa Jatra Lestari

5.2.5. Akar Penyebab Unnecessary Transportation

Pada *waste Unnecessary Transportation* terdapat beberapa *waste* yang telah diidentifikasi, yaitu terdapat banyak aktivitas pengangkutan WIP dari lokasi WIP dan mengangkut WIP ke lokasi proses produksi. Selain itu juga terdapat jalur yang bersilangan dengan pengangkutan yang lain. Adanya *waste* tersebut menyebabkan banyaknya aktivitas transportasi di perusahaan yang menyebabkan pemborosan waktu serta biaya untuk penggunaan *material handling* dan tenaga manusia yang melakukan pengangkutan WIP. Adanya persilangan jalur juga dapat merugikan perusahaan karena berpotensi adanya kecelakaan kerja saat melakukan

pengangkutan secara bersamaan. Adanya *Waste* tersebut lalu dicari identifikasi akar penyebabnya dengan menggunakan *5 why's analysis* seperti pada Tabel 5.7.

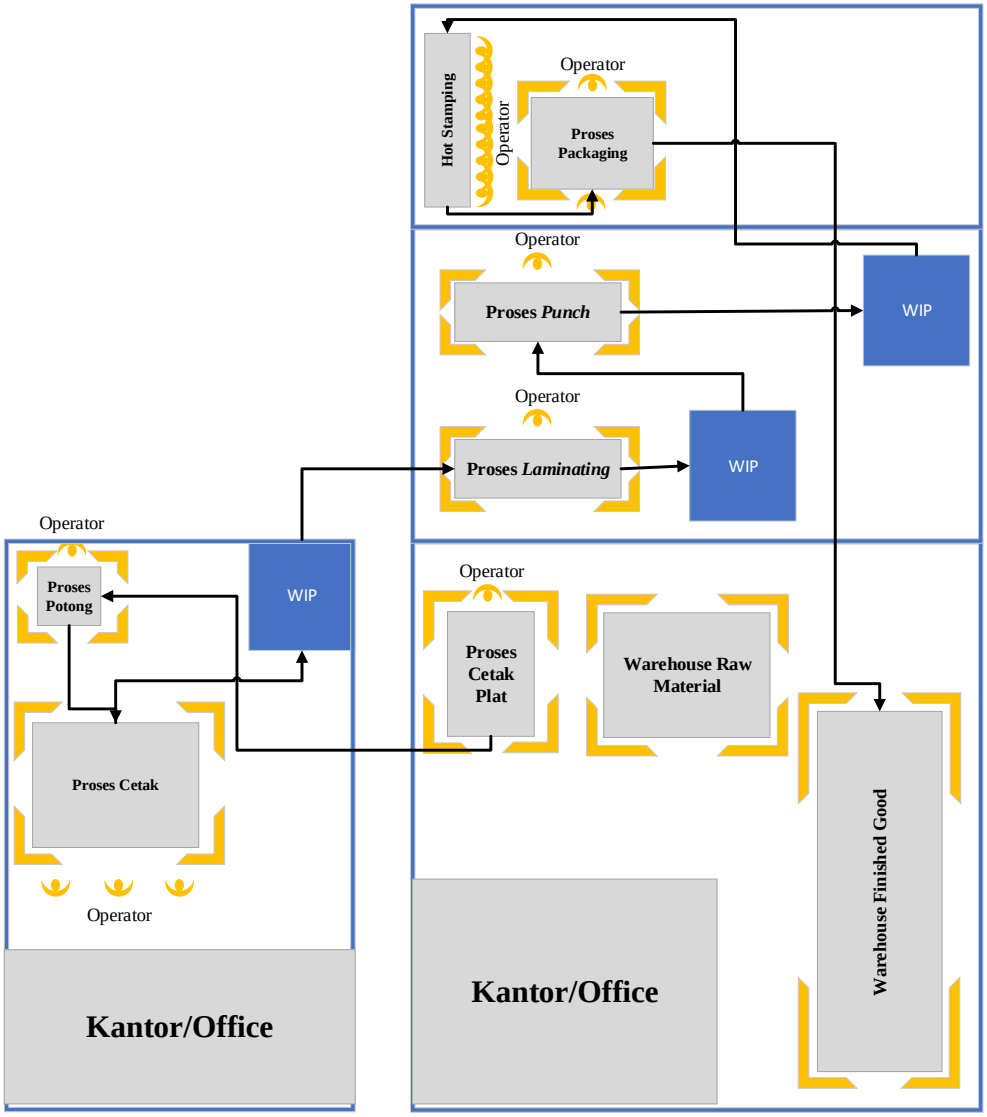
Tabel 5. 7 Penentuan Akar Penyebab *Waste Unnecessary Transportation*

Kondisi Eksisting	***Why 1***	***Why 2***	***Why 3***	***Why 4***	***Why 5***
Banyak aktivitas pengangkutan WIP dan *Finished Goods*	Adanya penumpukan WIP	Penjadwalan proses produksi yang kurang sesuai			
	Adanya *bottleneck*	Produk menunggu yang Mesin mengalami setup time yang lama	Kesulitan dalam menjalankan proses setup		
	Adanya penumpukan *finished goods* di gudang	Produk menunggu terlalu lama / tidak segera dikirim	Pengiriman dilakukan secara berangsur	Terdapat *customer* yang tidak memiliki gudang sehingga memakai gudang perusahaan	Tidak adanya ketentuan yang menjelaskan tentang peminjaman *warehouse*
Terdapat banyak jalur pengangkutan yang bersilangan dengan pengangkutan lain	Penempatan layout yang kurang tepat	Jarak yang terlalu jauh	Penempatan lantai WIP yang kurang strategis		
		Tidak adanya jalur khusus untuk transportasi material			

Berdasarkan Tabel 5.7 dapat diketahui jika tiap *waste* memiliki akar penyebab yang berbeda. Adanya banyak aktivitas pengangkutan disebabkan karena penumpukan WIP akibat proses produksi yang tidak menentu serta penjadwalan produksi yang kurang sesuai sehingga proses transportasi dapat terjadi setiap saat dengan jumlah yang banyak. Selain itu unnecessary transportasi juga terjadi karena

produk yang diangkut menuju mesin tidak dapat segera diproses karena mesin masih mengalami proses *set up*. Untuk pengangkutan *finished goods* terjadi karena perusahaan belum memiliki peraturan mengenai *warehouse* terhadap *customer*.

Waste Unnecessary Transportation yang selanjutnya adalah banyaknya transportasi yang terjadi pada jalur yang bersilangan dengan angkutan lain. *Waste* ini disebabkan karena penempatan *layout* yang kurang tepat pada Perusahaan. Akar penyebab dari adanya *waste* tersebut adalah karena penempatan lantai WIP yang kurang strategis serta tidak adanya jalur khusus untuk transportasi material. Adanya persilangan jalur transportasi dapat dilihat pada Gambar 5.3.



Gambar 5. 3 *Layout* dan Jalur Transportasi pada PT Wangsa Jatra Lestari
Sumber : (PT Wangsa Jatra Lestari, 2020)

Pada Gambar 5.3 dapat dilihat jika jalur transportasi yang terdapat di PT Wangsa Jatra Lestari saling beririsan dengan jalur transportasi dari proses lain. Serta jarak yang cukup jauh dari tiap stasiun seperti pada stasiun proses cetak menuju stasiun proses *finishing* yang terdiri dari proses *laminating, punch,* dan *hot stamping.* Apabila terjadi *unnecessary transportatioin* dapat dipastikan akan sangat merugikan bagi perusahaan karena dapat mengalami pemborosan pada tenaga operator dan bahan bakar mesin *material handling* seperti *forkclift.*

5.2.6. Akar Penyebab Unneeded Motion

Waste berupa *unneeded motion* hanya ditemukan sedikit pada proses pra cetak lebih tepatnya pada proses pencetakan plat. Pada proses pencetakan plat terdapat beraneka ukuran plat yang tersedia di dalam ruang cetak. Ketika Operator akan memasukan plat ke dalam mesin *operator* harus mencari plat dengan ukuran yang sesuai secara manual pada tumpukkan material plat cetak. Adanya gerakan mencari ini dapat menyebabkan pemborosan waktu sertas tenaga, sehingga perlu dilakukan identifikasi akar penyebabnya dengan menggunakan 5 *why's analysis* seperti pada Tabel 5.8.

Tabel 5. 8 Penentuan Akar Penyebab *Waste Unneeded Motion*

Kondisi Eksisting	***Why 1***	***Why 2***	***Why 3***	***Why 4***	***Why 5***
Terdapat beberapa *motion* yang seharusnya tidak perlu yaitu pada gerakan mencari plat yang sesuai ukuran	SOP proses produksi yang kurang sesuai	Tidak adanya rak untuk pembagian plat berdasarkan ukuran			

Akar penyebab dari gerakan mencari plat sesuai ukuran adalah karena belum ada SOP proses produksi yang sesuai, dan SOP proses produksi yang sesuai dapat dibantu dengan disediakannya alat bantu untuk meletakkan plat sesuai dengan ukurannya sehingga tidak ada gerakan mencari plat cetak. Selain adanya gerakan mencari plat cetak, tidak ditemukan adanya *waste* berupa *unneeded motion* karena

PT Wangsa Jatra Lestari telah membuat SOP proses produksi untuk proses cetak dan *finishing* dengan baik karena dianggap yang paling berpengaruh terhadap proses produksi kardus kemasan sehingga masalah kecil pada proses pra cetak tidak terlalu diperhatikan.

5.2.7. Akar Penyebab Over Processing

Waste berupa *Over Processing* terdapat beberapa kasus diantaranya adalah adanya tambahan proses *rework* pada produk karena rusak di gudang *finished goods* dan adanya pemesanan tambahan material. Kedua *waste* tersebut apabila dibiarkan dapat mengakibatkan perusahaan mengeluarkan biaya yang lebih besar karena harus melakukan proses produksi ulang serta pemesana *raw material* tambahan yang apabila dari awal telah direncanakan dan diproses dengan baik, kedua *waste* tersebut tidak perlu dilakukan. Maka dari itu dilakukan penentuan akar penyebab dari *waste over processing* untuk mengetahui perbaikan yang tepat untuk mengeliminasi *over processing*. Penentuan akar penyebab *waste over processing* dilakukan dengan menggunakan 5 *why's analysis* yang dapat dilihat pada Tabel 5.9.

Tabel 5. 9 Penentuan Akar Penyebab *Waste Over Processing*

Kondisi Eksisting	***Why 1***	***Why 2***	***Why 3***	***Why 4***	***Why 5***
Adanya tambahan proses *rework* pada produk karena rusak di gudang *finished goods*	Proses *packaging*yang kurang baik	Kualitas alat yang kurang baik	Tidak mengganti alat yang kurang baik	Tidak dilakukan pemantauan kondisi alat	
	Produk rusak saat disimpan di gudang	*Warehouse finished good* tidak memiliki standar yang baik	Tidak adanya fasilitas rak dan penutup produk yang baik		
Pemesanan tambahan material	Proses *setup* terlalu banyak memakai *raw material*	Proses setup membutuhkan waktu terlalu lama	Kesulitan dalam menjalankan proses setup		

Pada Tabel 5.9 menunjukkan adanya tambahan proses *rework* disebabkan karena tidak dilakukan pemantauan kondisi alat sebelum melakukan produksi

sehingga menyebabkan masalah – masalah yang apabila dibiarkan maka akan terjadi *defect* pada gudang *finished goods* secara terus menerus yang dapat merugikan perusahaan. Selain itu tidak adanya fasilitas rak dan penutup produk yang baik juga merupakan akar penyebab produk rusak di gudang *finished goods. Waste* yang selanjutnya yaitu pemesanan tambahan material disebabkan karena bermasalah dengan proses produksi lebih tepatnya proses *set up* yang dapat menghabiskan banyak *raw material* hanya untuk proses *set up* sehingga diperlukan tambahan *raw material* agar dapat memenuhi jumlah pesanan dari *customer*.

Setelah dilakukan penentuan akar penyebab adanya *waste* di PT Wangsa Jatra Lestari maka dapat diketahui beberapa akar penyebab adanya *waste*. Pada Tabel 5.10 berikut merupakan rekapitulasi akar penyebab *waste* yang terjadi di PT Wangsa Jatra Lestari.

Tabel 5. 10 Rekapitulasi *Root Source of Waste* PT Wangsa Jatra Lestari

Root Source of Waste	***Deskripsi***
S1	Kurangnya pemeriksaan keadaan awal mesin
S2	Kurangnya penjagaan kualitas raw material
S3	Inspeksi kedatangan raw material yang kurang baik
S4	Adanya *human error* / kelalaian pada operator
S5	Tidak adanya fasilitas rak dan penutup produk yang baik
S6	Tidak adanya ketentuan yang menjelaskan tentang peminjaman *warehouse*
S7	Kesulitan dalam menjalankan proses *setup*
S8	Adanya masalah proses administrasi antara perusahaan dengan *supplier*
S9	*Supplier* mengalami kehabisan stock
S10	Penjadwalan *maintenance* yang kurang sesuai
S11	Penjadwalan proses produksi yang kurang sesuai
S12	Penempatan lantai WIP yang kurang strategis
S13	Tidak adanya jalur khusus untuk transportasi material
S14	Tidak adanya rak untuk pembagian plat berdasarkan ukuran
S15	Tidak dilakukan pemantauan kondisi alat

5.3. Penentuan Hubungan dan Bobot *Waste*

Penentuan Hubungan dan Bobot *Waste* akan menggunakan *Waste Matrix Relationship* yang terdapat pada metode *Waste Assessment Model* (Rawabdeh, 2005). Pada pembuatan *Waste Relationship Matrix* akan melihat hubungan antara tiap *waste* yang terjadi melalui kuesioner keterkaitan antar *waste* yang menggunakan aspek pertanyaan dan bobot untuk setiap pertanyaannya. Pada tahap ini dilakukan pengisian kuesioner oleh pihak ekspert perusahaan dengan menggunakan pertanyaan seperti pada Tabel 3.1. Setelah melihat hubungan antar *waste* maka akan dilakukan pembobotan dari hubungan antar *waste* yang terjadi sehingga didapatkan nilai *waste type k weight* (WTk).

Pada penentuan *Seven Waste Relationship* dibutuhkan hasil dari pengisian kuesioner terhadap 7 *waste* yang terdiri dari *Defect* (D), *OverProduction* (O), *Waiting* (W), *Over Inventory* (I), *Unnecessary Transportation* (T), *Unneeded Motion* (M), dan *Over Processing* (P). Pada Tabel 5.11 hingga Tabel 5.17 berikut merupakan rekapitulasi hasil kuesioner *seven waste relatioinship.*

Tabel 5. 11 Rekapitulasi Hubungan *Defect* Dengan *Waste* Lain

No	Total						Skor					
	D_O	D_W	D_I	D_T	D_M	D_P	D_O	D_W	D_I	D_T	D_M	D_P
1	C	A	A	A	B	B	0	4	4	4	2	2
2	B	A	A	A	A	A	1	2	2	2	2	2
3	C	A	A	A	B	A	0	4	4	4	2	4
Total							**1**	**10**	**10**	**10**	**6**	**8**

Tabel 5. 12 Rekapitulasi Hubungan *Overproduction* Dengan *Waste* Lain

No	Total						Skor					
	O_D	O_W	O_I	O_T	O_M	O_P	O_D	O_W	O_I	O_T	O_M	O_P
1	B	B	B	A	C	B	2	2	2	4	0	2
2	C	B	A	A	B	A	0	1	2	2	1	2
3	B	C	A	A	C	B	2	0	4	4	0	2
Total							**4**	**3**	**8**	**10**	**1**	**6**

Tabel 5. 13 Rekapitulasi Hubungan *Waiting* Dengan *Waste* Lain

No	Total						Skor					
	W_D	W_O	W_I	W_T	W_M	W_P	W_D	W_O	W_I	W_T	W_M	W_P
1	B	C	A	B	B	A	2	0	4	2	2	4
2	A	B	A	B	A	A	2	1	2	1	2	2
3	B	C	A	B	B	B	2	0	4	2	2	2
Total							**6**	**1**	**10**	**5**	**6**	**8**

Tabel 5. 14 Rekapitulasi Hubungan *Over Inventory* Dengan *Waste* Lain

No	Total						Skor					
	I_D	I_O	I_W	I_T	I_M	I_P	I_D	I_O	I_W	I_T	I_M	I_P
1	A	B	B	A	C	B	4	2	2	4	0	2
2	A	A	B	A	B	A	2	2	1	2	1	2
3	B	B	A	A	C	B	2	2	4	4	0	2
Total							**8**	**6**	**7**	**10**	**1**	**6**

Tabel 5. 15 Rekapitulasi Hubungan *Unnecessary Transportation* Dengan *Waste* Lain

No	Total						Skor					
	T_D	T_O	T_W	T_I	T_M	T_P	T_D	T_O	T_W	T_I	T_M	T_P
1	B	C	C	B	C	B	2	0	0	2	0	2
2	A	B	B	A	B	B	2	1	1	2	1	1
3	A	C	C	B	B	A	4	0	0	2	2	4
Total							**8**	**1**	**1**	**6**	**3**	**7**

Tabel 5. 16 Rekapitulasi Hubungan *Unneeded Motion* Dengan *Waste* Lain

No	Total						Skor					
	M_D	M_O	M_W	M_I	M_T	M_P	M_D	M_O	M_W	M_I	M_T	M_P
1	B	C	B	C	B	B	2	0	2	0	2	2
2	A	B	A	B	B	A	2	1	2	1	1	2
3	B	B	B	C	B	B	2	2	2	0	2	2
Total							**6**	**3**	**6**	**1**	**5**	**6**

Tabel 5. 17 Rekapitulasi Hubungan *Over Processing* Dengan *Waste* Lain

No	Total						Skor					
	P_D	P_O	P_W	P_I	P_T	P_M	P_D	P_O	P_W	P_I	P_T	P_M
1	B	B	A	A	A	C	2	2	4	4	4	0
2	B	B	A	A	A	B	1	1	2	2	2	1
3	B	B	A	A	B	B	2	2	4	4	2	2
Total							**5**	**5**	**10**	**10**	**8**	**3**

Untuk mengetahui hubungan dari tiap *waste* dilakukan dengan menjumlahkan skor dari semua pertanyaan pada tiap hubungan *waste* contohnya seperti pada hubungan *Over Processing* dengan *Defect* (P_D) dapat diketahui total skornya adalah 5. Setelah semua hasil kuesioner dikumpulkan lalu diolah dengan menggunakan memasukkan total skor dari tiap hubungan *waste* ke dalam sebuah matriks *waste relationship matrix* yang dapat dilihat pada Tabel 5.18

Tabel 5. 18 *Waste Relationship Matrix* Dari Hasil Kuesioner

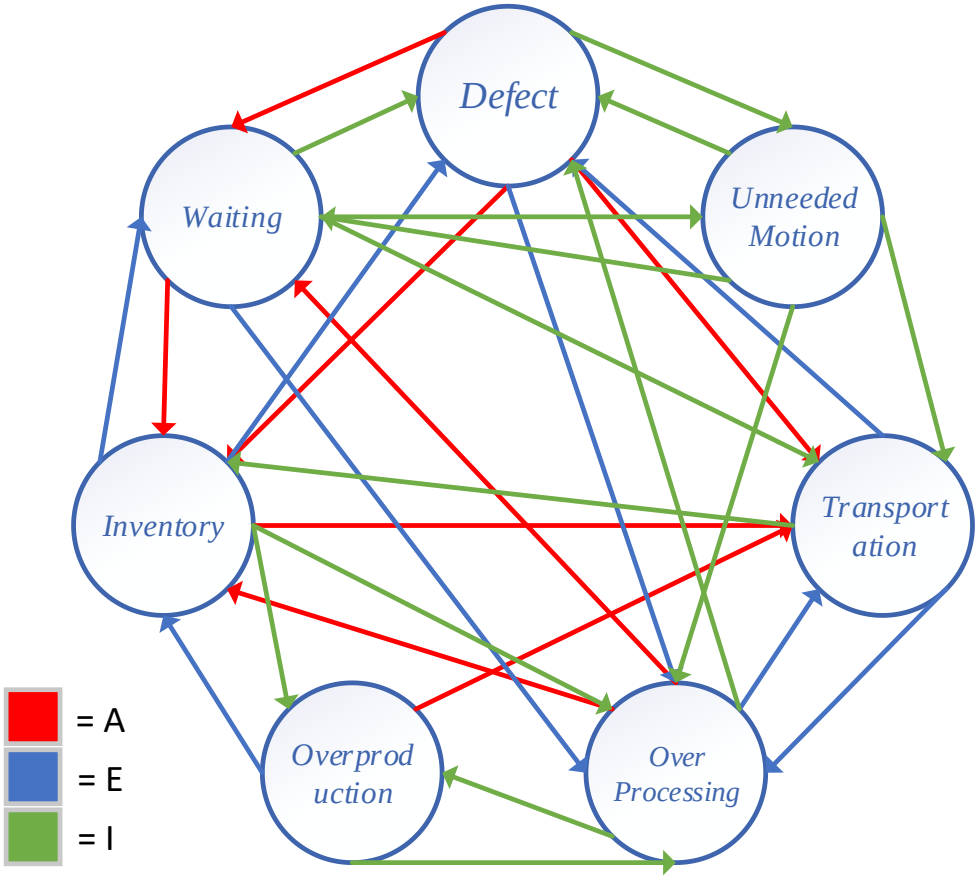
F/T	D	O	W	I	T	M	P
D	10	1	10	10	10	6	8
O	4	10	3	8	10	1	6
W	6	1	10	10	5	6	8
I	8	6	7	10	10	1	6
T	8	1	1	6	10	3	7
M	6	3	6	1	5	10	6
P	5	5	10	10	8	3	10

Berdasarkan *waste relationship matrix* pada Tabel 5.18 tersebut lalu disesuaikan dengan nilai pada Tabel 3.2 sehingga didapatkan simbol – simbol yang mewakili hubungan antar *waste* dan didapatkan *waste relationship matrix* seperti pada Tabel 5.19.

Tabel 5. 19 *Waste Relationship Matrix* Dalam Bentuk Simbol

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

Berdasarkan Tabel 5.19 tersebut dapat dibuat diagram hubungan antar *waste* yang dapat menunjukkan kuat tidaknya hubungan antar *waste* dalam saling mempengaruhi. Diagram hubungan antar matriks dapat dilihat pada Gambar 5.4.



Gambar 5. 4 Diagram *Direct Waste Relationship*

Pada Gambar 5.4 dapat dilihat hubungan langsung antar *waste* yang menunjukkan seberapa kuat *waste* dapat mempengaruhi *waste* lainnya. Beberapa *waste* yang saling menguatkan diantaranya yaitu *overprocessing* yang mempengaruhi *over inventory. Unnecessary Transportation* yang dikuatkan secara langsung oleh *over processing, defect* dan *over production.* Selain itu *defect* dapat mempengaruhi secara langsung *waste inventory* dan *waiting.* Serta *over inventory* yang dipengaruhi secara lansgung oleh *defect* dan *waiting.* Dari Diagram *waste relationship* dapat diketahui jika antar *waste* terjadi sebuah hubungan sehingga *waste* tidak bersifat *independent* dan perlu dicari *waste* kritis agar dapat mengeliminasi adanya *waste* diperusahaan secara efisien.

Nilai dari tiap pada *waste relationship matrix* tersebut selanjutnya akan dikonversikan ke dalam angka dengan ketentuan A=10, E=8, I=6, O=4, U=2, dan X=0. Hasil konversi kemudian dihitung dan dijumlahkan agar dapat diketahui nilai

pengaruhnya dalam satuan persen dan disebut sebagai *waste matrix value* yang dapat dilihat pada Tabel 5.20

Tabel 5. 20 *Waste Matrix Value*

F/T	D	O	W	I	T	M	P	Score	%
D	10	3	10	10	10	6	8	57	16,8%
O	4	10	4	8	10	3	6	45	13,3%
W	6	3	10	10	6	6	8	49	14,5%
I	8	6	8	10	10	3	6	51	15,0%
T	8	3	3	6	10	4	8	42	12,4%
M	6	4	6	3	6	10	6	41	12,1%
P	6	6	10	10	8	4	10	54	15,9%
Score	48	35	51	57	60	36	52	**339**	**100,0 %**
%	14,2 %	10,3 %	15,0 %	16,8 %	17,7 %	10,6 %	15,3 %	**100,0 %**	

Berdasarkan Tabel 5.20 tersebut Matriks F sebagai *"from" dan* matriks T sebagai *"to"* dan dapat dilihat tiap matriks memiliki *score* yang merupakan penjumlahan dari nilai tiap hubungan *waste*. Pada matriks *from* jenis *waste* yang memiliki *score* paling tinggi adalah *Defect* (16,8%), *Over Processing* (15,9%), dan *Over Inventory* (15,0%). Hasil tersebut menjelaskan jika adanya *waste* di dalam perusahaan paling besar diakibatkan oleh *defect, over processing,* dan *over inventory*. Sedangkan pada matriks *to* yang memiliki *score* paling tinggi adalah *Unnecessary Transportatioin* (17,7%), *Over Inventory* (16,8%) dan *Over Processing* (15,3%).

5.4. Penyusunan *Lean Matrix* 1

Berdasarkan data-data yang telah didapatkan sebelumnya meliputi identifikasi *waste*, penentuan akar penyebab adanya *waste* serta pembobotan *waste* selanjutnya akan dilakukan penyusunan *lean matrix 1* untuk menentukan peringkat *waste* yang paling berpengaruh di dalam perusahaan atau dapat disebut juga sebagai *waste* kritis.

5.4.1. Penentuan Impact Value of Root Source Of Waste

Berikut ini akan ditentukan *impact value of root source of waste* terhadap *waste* yang telah diidentifikasikan dengan memberi nilai pada skala 0 (Tidak ada hubungan), 1 (rendah), 3 (sedang), dan 9 (tinggi) seperti yang dapat dilihat pada Tabel 5.21

Tabel 5. 21 Penentuan *Impact Value of Root Source of Waste*

Waste Type	***Non Added Value Activity (Waste)***	***Root Source Of Waste***														
		S1	**S2**	**S3**	**S4**	**S5**	**S6**	**S7**	**S8**	**S9**	**S10**	**S11**	**S12**	**S13**	**S14**	**S15**
Defect	**W1**	9	3	3	3			9			3	1				1
	W2	3	1	1				1			3					3
	W3	9	9	3	1			9			1	3				1
	W4				1	9	1						1			
Overproduction	**W5**	3			1			3			1	9				
Waiting	**W6**							9	3	3	3	9				
	W7					9	9									
Inventory	**W8**							9	1	3	3	9	1			
	W9					3	9									
	W10		1	1	1				3	9		3				3
Transportation	**W11**							3			1	9	9	1		
	W12												9	9		
Motion	**W13**														9	
Excess Processing	**W14**	3	1	3	1	9	1	3			1					1
	W15	1	3	9		3		9			1	3				3

Pada Tabel 5.21 dapat diketahui hubungan antara *waste* terhadap *root source of waste* secara keseluruhan berdasarkan diskusi bersama dengan pihak perusahaan. Matriks menunjukkan jika akar permasalahan dari *waste* lain dapat mempengaruhi *waste* lainnya. Salah satu contohnya adalah pada W15 yang merupakan proses tambahan berupa pengadaan tambahan *raw material* karena kekurangan persediaan, jika menurut identifikasi akar penyebab *waste* pada Tabel 5.9 hanya terdapat tiga *root source of waste* yaitu tidak adanya pemantauan kondisi alat, tidak adanya fasilitas rak dan penutup produk yang baik serta kesulitan dalam menjalankan proses *set up*. Dalam prakteknya W15 memiliki hubungan dengan *root source of waste* S1 yang merupakan kurangnya pemeriksaan keadaan awal mesin, hubungan antara W15 dan S1 tergolong lemah karena potensi yang ditimbulkan tidak berpengaruh secara langsung, melainkan melalui beberapa kendala terlebih dahulu. Contohnya S1 yang berpotensi menyebabkan *defect* sehingga harus mengonsumsi *raw material* lebih. Konsumsi *raw material* yang tinggi berpotensi adanya kekurangan persediaan sehingga perusahaan harus melakukan pengadaan tambahan *raw material* yang merupakan proses yang seharusnya tidak perlu dilakukan lagi atau dapat disebut sebagai *overprocessing*. Kejadian tersebut juga berlaku terhadap *waste* serta *root source of waste* yang lain.

5.4.2. Penentuan Tingkat Occurence dan Severity Level

Pada bagian ini akan dilakukan penentuan tingkat *occurence* dan *severity level*. Untuk menentukan tingkat *occurence* dan *severity level* perlu dilakukan penyusunan kriteria *occurence* dan *severity level* terlebih dahulu dengan menggunakan skala likert yang disesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi perusahaan (Karningsih, et al., 2019). Kriteria *occurence level* digunakan untuk mengetahui pada kriteria apa tingkat kemunculan efek yang disebabkan di perusahaan dengan memberi *rating* dari 1 – 10 pada tiap kriteria. Penyusunan kriteria dilakukan dengan melakukan diskusi terlebih dahulu dengan pihak perusahaan untuk menentukan batas-batas pada kriteria *occurence* yang dibuat berdasarkan kebutuhan dan kondisi perusahaan, sehingga tidak ada kesalahan persepsi antara *rating occurence* dengan kondisi nyata perusahaan. Kriteria *Occurence* dapat dilihat pada Tabel 5.22,

Tabel 5. 22 Kriteria *Occurence*

Occurence	***Probabilitas Kejadian***	***Rating***
Tidak Terjadi	*Terjadi satu kali dalam kurun waktu > 1 th*	*1*
Jarang Terjadi	Terjadi satu kali dalam kurun waktu 1 - 12 bulan	2
	Terjadi satu kali dalam kurun waktu 1 - 6 bulan	3
Kadang Terjadi	Terjadi satu kali dalam kurun waktu 1 - 3 bulan	4
	Terjadi satu kali dalam kurun waktu 1 - 2 bulan	5
	Terjadi satu kali dalam kurun waktu 1 bulan	6
Sering Terjadi	Terjadi satu kali dalam kurun waktu 1 - 2 minggu	7
	Terjadi satu kali dalam kurun waktu 1 minggu	8
	Terjadi satu kali dalam kuru waktu 1 - 3 hari	9
Sangat Sering Terjadi	Terjadi setiap hari	10

Selanjutnya dibutuhkan juga kriteria untuk *severity* agar dapat menentukan *severity level* pada tiap *waste* yang terjadi. Penentuan *severity level* bertujuan untuk menilai seberapa besar efek yang dihasilkan oleh *waste* dengan batas nilai 1 – 10. Penyusunan kriteria *severity* pada *waste defect* dapat dilihat pada Tabel 5.23.

Tabel 5. 23 Kriteria *Severity* untuk *Waste Defect*

Defect		
Effect	***Severity***	***Rating***
Tidak ada	Tidak mempengaruhi proses produksi	1
Minor	Dapat mempengaruhi proses produksi, namun dapat diabaikan	2
Rendah	Dapat mempengaruhi proses produksi, dan berpotensi mengakibatkan kecacatan produk	3
	Dapat mempengaruhi proses produksi dan mengakibatkan kecacatan pada produk	4
	Dalam satu bulan produksi, terjadi <2% produk *in sheet*	
	Dapat mempengaruhi proses produksi dan mengakibatkan kecacatan pada produk	5
	Dalam satu bulan produksi, terjadi 2%-3% produk *in sheet*	
Sedang	Dapat mempengaruhi proses produksi dan mengakibatkan kecacatan pada produk	6
	Dalam satu bulan produksi, terjadi 3%-5% produk *in sheet*	
	Dapat mempengaruhi proses produksi dan mengakibatkan kecacatan pada produk	7
	Dalam satu bulan produksi, terjadi 5% produk *in sheet*	
Tinggi	Dapat mempengaruhi proses produksi dan mengakibatkan kecacatan pada produk	8

Defect		
Effect	***Severity***	***Rating***
	Dalam satu bulan produksi, terjadi 5%-7% produk *in sheet*	
	Dapat mempengaruhi proses produksi dan mengakibatkan kecacatan pada produk	9
	Dalam satu bulan produksi, terjadi 7%-10% produk *in sheet*	
Sangat Tinggi	Dapat mempengaruhi proses produksi dan mengakibatkan kecacatan pada produk	10
	Dalam satu bulan produksi, terjadi >10% produk *in sheet*	

Kriteria *severity* dari *defect* tersebut dapat digunakan untuk menilai seberapa besar *waste defect* mempengaruhi proses produksi sehingga mengakibatkan kecacatan pada produk. Selanjutnya akan disusun kriteria *severity* dari *waste overproduction* yang dapat dilihat pada Tabel 5.24

Tabel 5. 24 Kriteria *Severity* untuk *Waste Overproduction*

Overproduction		
Effect	***Severity***	***Rating***
Tidak ada	Tidak mempengaruhi proses produksi	1
Minor	Dapat mempengaruhi proses produksi, namun dapat diabaikan	2
Rendah	Dapat mempengaruhi proses produksi, dan berpotensi mengakibatkan kelebihan produksi	3
	Dapat mempengaruhi proses produksi dan mengakibatkan kelebihan produksi	4
	Dalam satu bulan produksi, terjadi <2% kelebihan produksi	
	Dapat mempengaruhi proses produksi dan mengakibatkan kelebihan produksi	5
	Dalam satu bulan produksi, terjadi 2%-3% kelebihan produksi	
Sedang	Dapat mempengaruhi proses produksi dan mengakibatkan kelebihan produksi	6
	Dalam satu bulan produksi, terjadi 3%-5% kelebihan produksi	
	Dapat mempengaruhi proses produksi dan mengakibatkan kelebihan produksi	7
	Dalam satu bulan produksi, terjadi 5% kelebihan produksi	
Tinggi	Dapat mempengaruhi proses produksi dan mengakibatkan kelebihan produksi	8
	Dalam satu bulan produksi, terjadi 5%-7% kelebihan produksi	

Overproduction		
Effect	***Severity***	***Rating***
	Dapat mempengaruhi proses produksi dan mengakibatkan kelebihan produksi	9
	Dalam satu bulan produksi, terjadi 7%-10% kelebihan produksi	
Sangat Tinggi	Dapat mempengaruhi proses produksi dan mengakibatkan kelebihan produksi	10
	Dalam satu bulan produksi, terjadi >10% kelebihan produksi	

Pada Tabel 5.24 dapat dilihat kriteria *severity* untuk *waste overproduction* agar dapat menilai tingkat *waste* dalam mempengaruhi proses produksi sehingga mengakibatkan kelebihan produksi. Selanjutnya akan dirancang kriteria *severity* untuk *waste waiting* yang dapat dilihat pada Tabel 5.25.

Tabel 5. 25 Kriteria *Severity* untuk *Waste Waiting*

Waiting		
Effect	***Severity***	***Rating***
Tidak ada	Tidak mempengaruhi proses produksi	1
Minor	Dapat mempengaruhi proses produksi, namun dapat diabaikan	2
Rendah	Dapat mempengaruhi proses produksi, dan berpotensi mengakibatkan keterlambatan produk	3
	Dapat mempengaruhi proses produksi dan menyebabkan keterlambatan <15 menit	4
Sedang	Dapat mempengaruhi proses produksi dan menyebabkan keterlambatan 15-30 menit	5
	Dapat mempengaruhi proses produksi dan menyebabkan keterlambatan 30-60 menit	6
	Dapat mempengaruhi proses produksi dan menyebabkan keterlambatan >60 menit dalam hari yang sama	7
Tinggi	Dapat menghentikan proses produksi selama 1-3 hari	8
	Dapat menghentikan proses produksi selama 3-5 hari	9
Sangat Tinggi	Dapat menghentikan proses produksi selama >5 hari	10

Pada Tabel 5.25 dapat dilihat kriteria *severity* untuk *waste waiting* agar dapat menilai tingkat *waste* dalam mempengaruhi proses produksi sehingga

mengakibatkan pengehentian proses produksi. Selanjutnya akan dirancang kriteria *severity* untuk *waste inventory* yang dapat dilihat pada Tabel 5.26.

Tabel 5. 26 Kriteria *Severity* untuk *Waste Over Inventory*

Over Inventory		
Effect	***Severity***	***Rating***
Tidak ada	Tidak mempengaruhi proses produksi dan tidak berpotensi adanya *Over Inventory (Material, WIP, Finished Goods)* di lantai produksi	1
Minor	Tidak mempengaruhi proses produksi dan berpotensi adanya *Over Inventory (Material, WIP, Finished Goods)* di lantai produksi selama 3-6 jam	2
Rendah	Tidak mempengaruhi proses produksi dan berpotensi adanya *Over Inventory (Material, WIP, Finished Goods)* di lantai produksi selama 1 hari	3
	Tidak menyebabkan penurunan kualitas *inventory (Material, WIP, Finished Goods)*	
Sedang	Mempengaruhi proses produksi dan berpotensi adanya *Over Inventory (Material, WIP, Finished Goods)* di lantai produksi selama 6 jam	4
	Tidak menyebabkan penurunan kualitas *inventory (Material, WIP, Finished Goods)*	
	Mempengaruhi proses produksi dan berpotensi adanya *Over Inventory (Material, WIP, Finished Goods)* di lantai produksi selama 1 hari	5
	Tidak menyebabkan penurunan kualitas *inventory (Material, WIP, Finished Goods)*	
	Mempengaruhi proses produksi dan berpotensi adanya *Over Inventory (Material, WIP, Finished Goods)* di lantai produksi selama 1 hari	6
	Menyebabkan penurunan kualitas *inventory (Material, WIP, Finished Goods)*	
	Mempengaruhi proses produksi dan berpotensi adanya *Over Inventory (Material, WIP, Finished Goods)* di lantai produksi selama 1-3 hari	7
	Tidak menyebabkan penurunan kualitas *inventory (Material, WIP, Finished Goods)*	
Tinggi	Mempengaruhi proses produksi dan berpotensi adanya *Over Inventory (Material, WIP, Finished Goods)* di lantai produksi selama 3-5 hari	8
	Menyebabkan penurunan kualitas *inventory (Material, WIP, Finished Goods)*	

Over Inventory		
Effect	***Severity***	***Rating***
	Mempengaruhi proses produksi dan berpotensi adanya *Over Inventory (Material, WIP, Finished Goods)* di lantai produksi selama 5-7 hari	9
Sangat Tinggi	Mempengaruhi proses produksi dan berpotensi adanya *Over Inventory (Material, WIP, Finished Goods)* di lantai produksi selama > 7 hari	10

Pada Tabel 5.26 dapat dilihat kriteria *severity* untuk *waste over inventory* agar dapat menilai tingkat *waste* dalam mempengaruhi proses produksi sehingga mengakibatkan adanya *over inventory* berupa *raw material, WIP,* dan *finished goods*. Selanjutnya akan dirancang kriteria *severity* untuk *waste Unnecessary Transportation* yang dapat dilihat pada Tabel 5.27.

Tabel 5. 27 Kriteria *Severity* untuk *Waste Unnecessary Transportation*

Unnecessary Transportation		
Effect	***Severity***	***Rating***
Tidak ada	Tidak mempengaruhi proses produksi	1
Minor	Dapat mempengaruhi proses produksi, namun dapat diabaikan	2
Rendah	Dapat mempengaruhi proses produksi, dan berpotensi mengakibatkan keterlambatan proses produksi	3
	Dapat mempengaruhi proses produksi dan menyebabkan keterlambatan <15 menit	4
Sedang	Dapat mempengaruhi proses produksi dan menyebabkan keterlambatan 15-20 menit	5
	Dapat mempengaruhi proses produksi dan menyebabkan keterlambatan 20-30 menit	6
	Dapat mempengaruhi proses produksi dan menyebabkan keterlambatan 30-40 menit dalam hari yang sama	7
Tinggi	Dapat mempengaruhi proses produksi dan menyebabkan keterlambatan 40-50 menit dalam hari yang sama	8
	Dapat mempengaruhi proses produksi dan menyebabkan keterlambatan 50-60 menit dalam hari yang sama	9
Sangat Tinggi	Dapat mempengaruhi proses produksi dan menyebabkan keterlambatan >60 dalam hari yang sama	10

Pada Tabel 5.27 dapat dilihat kriteria *severity* untuk *waste unnecessary transportation* agar dapat menilai tingkat *waste* dalam mempengaruhi proses produksi sehingga mengakibatkan adanya keterlambatan karena transportasi. Selanjutnya akan dirancang kriteria *severity* untuk *unneeded motion* yang dapat dilihat pada Tabel 5.28

Tabel 5. 28 Kriteria *Severity* untuk *Waste Unneeded Motion*

Unneeded Motion		
Effect	***Severity***	***Rating***
Tidak ada	Tidak mempengaruhi proses produksi	1
Minor	Dapat mempengaruhi proses produksi, namun dapat diabaikan	2
Rendah	Dapat mempengaruhi proses produksi, dan berpotensi mengakibatkan keterlambatan proses produksi	3
	Dapat mempengaruhi proses produksi dan menyebabkan keterlambatan <15 menit	4
Sedang	Dapat mempengaruhi proses produksi dan menyebabkan keterlambatan 15-20 menit	5
	Dapat mempengaruhi proses produksi dan menyebabkan keterlambatan 20-30 menit	6
	Dapat mempengaruhi proses produksi dan menyebabkan keterlambatan 30-40 menit dalam hari yang sama	7
Tinggi	Dapat mempengaruhi proses produksi dan menyebabkan keterlambatan 40-50 menit dalam hari yang sama	8
	Dapat mempengaruhi proses produksi dan menyebabkan keterlambatan 50-60 menit dalam hari yang sama	9
Sangat Tinggi	Dapat mempengaruhi proses produksi dan menyebabkan keterlambatan >60 dalam hari yang sama	10

.

Pada Tabel 5.28 dapat dilihat kriteria *severity* untuk *waste unneeded motion* agar dapat menilai tingkat *waste* dalam mempengaruhi proses produksi sehingga mengakibatkan adanya keterlambatan karena kelebihan *motion* yang tidak diperlukan. Selanjutnya akan dirancang kriteria *severity* untuk *over processing* yang dapat dilihat pada Tabel 5.29.

Tabel 5. 29 Kriteria *Severity* untuk *Waste Overprocessing*

Overprocessing		
Effect	***Severity***	***Rating***
Tidak ada	Tidak mempengaruhi proses produksi	1
Minor	Dapat mempengaruhi proses produksi, namun dapat diabaikan	2
Rendah	Dapat mempengaruhi proses produksi, dan berpotensi mengakibatkan *Overprocessing* namun tidak menyebabkan keterlambatan produksi	3
	Dapat mempengaruhi proses produksi dan menyebabkan keterlambatan <60 menit	4
Sedang	Dapat mempengaruhi proses produksi dan menyebabkan keterlambatan 60 menit - 120 menit dalam hari yang sama	5
	Dapat mempengaruhi proses produksi dan menyebabkan keterlambatan 1 hari	6
	Dapat mempengaruhi proses produksi dan menyebabkan keterlambatan 1-3 hari	7
Tinggi	Dapat menghentikan proses produksi selama 3-5 hari	8
	Dapat menghentikan proses produksi selama 5-7 hari	9
Sangat Tinggi	Dapat menghentikan proses produksi selama >7 hari	10

Pada Tabel 5.29 dapat dilihat kriteria *severity* untuk *waste unneeded motion* agar dapat menilai tingkat *waste* dalam mempengaruhi proses produksi sehingga mengakibatkan adanya keterlambatan karena adanya tambahan proses yang tidak diperlukan.

Setelah dilakukan penyusunan kriteria lalu dilakukan pengisian *occurence* dan *severity level* yang dilakukan oleh pihak ekspert PT Wangsa Jatra Lestari sesuai dengan kondisi perusahaan. Hasil rekapitulasi penilaian *occurence level* dapat dilihat pada Tabel 5.30.

Tabel 5. 30 Hasil Penentuan *Occurence Level*

Root Source of Waste	***Deskripsi***	***Occurence Level***
S1	Kurangnya pemeriksaan keadaan awal mesin	5
S2	Kurangnya penjagaan kualitas raw material	3
S3	Inspeksi kedatangan raw material yang kurang baik	2
S4	Adanya *human error* / kelalaian pada operator	3
S5	Tidak adanya fasilitas rak dan penutup produk yang baik	10
S6	Tidak adanya ketentuan yang menjelaskan tentang peminjaman *warehouse*	10
S7	Kesulitan dalam menjalankan proses setup	6
S8	Adanya masalah proses administrasi antara perusahaan dengan *supplier*	4
S9	*Supplier* mengalami kehabisan stock	5
S10	Penjadwalan *maintenance* yang kurang sesuai	2
S11	Penjadwalan proses produksi yang kurang sesuai	3
S12	Penempatan lantai WIP yang kurang strategis	9
S13	Tidak adanya jalur khusus untuk transportasi material	9
S14	Tidak adanya rak untuk pembagian plat berdasarkan ukuran	10
S15	Tidak dilakukan pemantauan kondisi alat	3

Berdasarkan Tabel 5.30 dapat dlihat jika *occurence level* dari tiap *root couse of waste* berbeda – beda, perbedaan tersebut diakibatkan tingkat seringnya *root source of waste* terjadi di perusahaan. Beberapa *root source of waste* yang bernilai 10 dikarenakan perusahaan belum memiliki fasilitas atau kebijakan yang menyebabkan timbulnya *waste* maka dari itu beberapa hal tersebut terjadi setiap hari di perusahaan. Sebaliknya nilai terkecil pada *occurence level* diakibatkan dari perusahaan memang jarang melakukan *root cause of waste* dalam waktu yang telah ditentukkan dalam kriteria *occurence*. Selanjutnya akan dilakukan pengisian terhadap nilai *severity level* yang juga dilakukan oleh pihak ekspert PT Wangsa Jatra Lestari berdasarkan kondisi perusahaan. Hasil rekapitulasi penilaian *severity level* dapat dilihat pada Tabel 5.31.

Tabel 5. 31 Hasil Penentuan *Severity Level*

Waste	**Deskripsi**	***Severity Level***
W1	Terdapat *defect* berupa hasil cetakan yang rusak pada mesin cetak	7
W2	Terdapat *defect* berupa produk yang tidak terlaminasi dengan baik pada produk hasil mesin *laminating*	4
W3	Terdapat *defect* berupa potongan produk yang tidak sesuai spesifikasi pada mesin *punch*	5
W4	Terdapat *defect* pada *warehouse finished goods*	5
W5	Adanya *overproduction* karena persediaan *in sheet* yang berlebihan sehingga *in sheet* tersebut juga ikut menjadi produk jadi.	2
W6	Pada lantai produksi sering terjadi adanya WIP dalam waktu yang lama	2
W7	*Finished goods* yang menunggu terlalu lama di gudang	10
W8	Adanya penumpukan WIP yang memakan tempat di lantai produksi	8
W9	Adanya penumpukan *finished goods* di gudang, sedangkan gudang pada PT Wangsa Jatra Lestari tidak standar sehingga dapat merugikan apabila terlalu banyak *finished goods* yang tertimbun	8
W10	Adanya penumpukan produk AFAL	1
W11	Terdapat banyak aktivitas pengangkutan WIP ke lokasi WIP dan mengangkut WIP ke lokasi proses produksi	2
W12	Terdapat banyak jalur pengangkutan yang bersilangan dengan pengangkutan lain	3
W13	Terdapat beberapa *motion* yang seharusnya tidak perlu yaitu pada gerakan mencari plat yang sesuai ukuran	4
W14	Adanya tambahan proses rework pada packaging karena rusak di gudang finished goods	6
W15	Pemesanan tambahan material karena banyak material (*in sheet*) terpakai untuk setting warna	7

Berdasarkan Tabel 5.31 tersebut dapat dilihat jika nilai *severity level* dari tiap *waste* yang teridentifikasi berbeda – beda. Terdapat variasi nilai *severity level* dari yang rendah hingga tinggi, salah satu contoh *severity level* dengan nilai rendah yaitu pada adanya penumpukan produk AFAL yang hanya diberi nilai 1 karena kejadian tersebut tidak mempengaruhi produk perusahaan melainkan hanya mempengaruhi ruang penyimpanan perusahaan. Selain itu salah satu nilai tertinggi

yaitu pada adanya proses *rework* yang diberi nilai 8 dikarenakan sesuai dengan kriteria *severity* apabila terjadi tambahan proses yang tidak diperlukan / *over processing* yang membutuhkan waktu 3 – 5 hari. Berdasarkan kriteria tersebut, kejadian di PT Wangsa Jatra Lestari untuk membuat ulang produk membutuhkan waktu 3 – 5 hari sehingga tergolong menghambat proses produksi produk lainnya selama beberapa hari tersebut.

5.4.3. Penentuan Nilai Aggregate Cause Value (ACV)

Pada bagian ini dilakukan penghitungan nilai *Aggregate Cause Value* (ACV) yang perhitungannya menggunakan pada Persamaan

$$ACV_i = Oi \sum S_j I_{ij} \tag{2.5}$$

Keterangan :

Oj = *Occurence level of the root source of waste j*

S_i = *Severity level of waste i*

I_{ij} = *Impact value of root source of waste j to waste i*

Contoh Perhitungan pada *ACV Root Source of Waste S1*

$$ACV_1 = Oi \sum S_j I_{ij}$$

$$ACV_1 = O1 \text{ x } ((Severity_1 \text{ x } I_{11}) + (Severity_2 \; x \; I_{12}) + \ldots + (Severity_{15} \; x \; I_{115}))$$

$$ACV_1 = 5 \text{ x } ((7 \text{ x } 9) + (4 \; x \; 3) + \ldots + (7 \; x \; 1))$$

$$ACV_1 = 755$$

Perhtungan tersebut dilakukan terhadap semua *root source of waste* berdasarkan tiap nilai *impact level, severity level,* dan *occurence level* yang telah ditentukkan. Hasil dari ACV ini nanti akan mempengaruhi dalam perhitungan *lean matrix 2* untuk menentukan hubungan antara *root source of waste* dan perbaikan terbaik yang akan dipilih. Rekapitulasi perhitungan ACV dapat dilihat pada pemetaan *lean matrix 1* pada Tabel 5.32.

5.4.4. Penentuan Nilai Aggregate Waste Number AWN

Pada bagian ini dilakukan penghitungan nilai *Aggregate Waste Number* (AWN) untuk menemukan peringkat *waste* yang mana dipengaruhi oleh *waste type k weight* (WTk) yang menjadi salah satu unsur di dalam penentuan nilai AWN. Perhitungan AWN dapat dilihat pada Persamaan (2.6)

$$AWN_i = WT_k S_i \sum O_j I_{ij} \quad (2.6)$$

Keterangan :

Oj = *Occurence level of the root source of waste j*

S_i = *Severity level of waste i*

I_{ij} = *Impact value of root source of waste j to waste i*

Contoh Perhitungan pada *AWN W1 :*

$$AWN_1 = WT_1 S_1 \sum O_i I_{ij}$$

$$AWN_1 = WT_1 S_1 \text{x } ((O_1 I_{11}) + (O_2 I_{21}) + \ldots + (O_{15} I_{151}))$$

$$AWN_1 = 16{,}81x \text{ 7 x } ((5x9) + (3x3) + \ldots + (3x1))$$

$$AWN_1 = 18.007{,}96$$

Perhitungan tersebut dilakukan terhadap seluruh *waste* yang telah diidentifikasi. Setelah seluruh komponen dari *lean matrix 1* telah ditentukkan mulai dari *impact value, occurance and severity level, aggregate cause value,* dan *aggregate waste number* maka dapat dilakukan pembuatan *lean matrix 1* secara lengkap yang dapat dilihat pada Tabel 5.32.

Tabel 5. 32 Pemetaan *Lean Matrix 1*

Waste Type	*Waste*	*Root Source of Waste*															*Waste Type Weight (%)*	*Severity level of Waste*	*Aggregate Waste Number*	*Waste Rank*
		S1	**S2**	**S3**	**S4**	**S5**	**S6**	**S7**	**S8**	**S9**	**S10**	**S11**	**S12**	**S13**	**S14**	**S15**				
Defect	**W1**	9	3	3	3			9			3	1				1	16,81	7	18007,96	3
	W2	3	1	1				1			3					3	16,81	4	4169,91	10
	W3	9	9	3	1			9			1	3				1	16,81	5	13871,68	7
	W4				1	9	1						1				16,81	5	9163,72	8
Overproduction	**W5**	3			1			3			1	9					13,27	2	2548,67	14
Waiting	**W6**							9	3	3	3	9					14,45	2	4683,19	9
	W7					9	9										14,45	10	26017,70	1
Over Inventory	**W8**							9	1	3	3	9	1				15,04	8	18775,22	2
	W9					3	9										15,04	8	14442,48	6
	W10		1	1	1				3	9		3				3	15,04	1	1745,13	15
Unnecessary Transportation	**W11**							3			1	9	9	1			12,39	2	3419,47	12
	W12												9	9			12,39	3	4014,16	11
Unneded Motion	**W13**														9		12,09	4	2612,39	13
Over Processing	**W14**	3	1	3	1	9	1	3			1					1	15,93	6	15005,31	5
	W15	1	3	9		3		9			1	3				3	15,93	7	17617,70	4
Occurance level of Root Source of Waste j		5	3	2	3	10	10	6	4	5	2	3	9	9	10	3				
Aggregate Cause value		755	294	244	120	2070	1460	1770	68	195	170	516	522	261	360	162				

5.4.5. Penentuan Peringkat Waste

Berdasarkan Tabel 5.32 tersebut dapat dilihat peringkat *waste* berdasarkan nilai AWN, *waste* yang memiliki peringkat tinggi dapat disebut juga sebagai *waste* kritis yang harus dieliminasi agar sistem produksi dapat berjalan dengan baik. Pada Tabel 5.33 berikut merupakan peringkat *waste* pada *lean matrix 1*.

Tabel 5. 33 Peringkat *Waste* Berdasarkan *Lean Matrix 1*

Jenis *Waste*	***Non Value Added Activity (Waste)***	***Waste Rank***
Waiting	*Finished goods* yang menunggu terlalu lama di gudang	1
Inventory	Adanya penumpukan WIP yang memakan tempat di lantai produksi	2
Defect	Terdapat *defect* berupa hasil cetakan yang rusak pada mesin cetak	3
Excess Processing	Pemesanan tambahan material karena banyak material (*in sheet*) terpakai untuk setting warna	4
Excess Processing	Adanya tambahan proses rework pada packaging karena rusak di gudang finished goods	5
Inventory	Adanya penumpukan *finished goods* di gudang, sedangkan gudang pada PT Wangsa Jatra Lestari tidak standar sehingga dapat merugikan apabila terlalu banyak *finished goods* yang tertimbun	6
Defect	Terdapat *defect* berupa potongan produk yang tidak sesuai spesifikasi pada mesin *punch*	7
Defect	Terdapat *defect* pada *warehouse finished goods*	8
Waiting	Pada lantai produksi sering terjadi adanya WIP dalam waktu yang lama	9
Defect	Terdapat *defect* berupa produk yang tidak terlaminasi dengan baik pada produk hasil mesin *laminating*	10
Transportation	Terdapat banyak jalur pengangkutan yang bersilangan dengan pengangkutan lain	11
Transportation	Banyak aktivitas pengangkutan WIP dan *Finished Goods*	12
Motion	Terdapat beberapa *motion* yang seharusnya tidak perlu yaitu pada gerakan mencari plat yang sesuai ukuran	13
Overproduction	Adanya *overproduction* karena persediaan *in sheet* yang berlebihan sehingga *in sheet* tersebut juga ikut menjadi produk jadi.	14
Inventory	Adanya penumpukan produk AFAL	15

Berdasarkan Tabel 5.33 dapat dilihat peringkat *waste* berdasarkan *lean matrix 1*. Beberapa *waste* yang memiliki peringkat tertinggi adalah adanya *Finished goods* yang menunggu terlalu lama di gudang, adanya penumpukan WIP yang memakan tempat di lantai produksi, dan terdapat *defect* berupa hasil cetakan yang rusak pada mesin cetak. Ketiga *waste* tersebut merupakan *waste* kritis yang terjadi di PT Wangsa Jatra Lestari yang perlu dieliminasi agar dapat terjadi perbaikan pada sistem produksi perusahaan karena dapat berpotensi tinggi mempengaruhi *waste* yang lainnya.

Waste kritis yang pertama adalah adanya *finished goods* yang menunggu terlalu lama di gudang, kejadian ini terjadi karena belum adanya kebijakan dari perusahaan mengenai *warehouse* sehingga menyebabkan *customer* meminta menunda pengiriman dan terjadi penumpukan di gudang. Apabila kejadian penumpukan *finished goods* dalam waktu yang lama terjadi, maka dapat menyebabkan perusahaan rugi karena tidak dapat melakukan penagihan terhadap *customer* bahkan berpotensi produk *finished good* rusak dan membuat perusahaan harus melakukan *rework*. Jika adanya *waste* penumpukan *finished goods* yang tidak segera dikirim, maka arus keuangan perusahaan akan terhambat dan perusahaan tidak memiliki pemasukkan untuk mengoperasikan perusahaan, akibatnya banyak proses produksi yang terhambat. Proses produksi yang terhambat berpotensi menyebabkan adanya keterlambatan pengiriman. Selain itu tidak adanya peraturan mengenai *warehouse* terhadap *customer* ini menyebabkan banyak terjadi transportasi berupa pengiriman produk karena *customer* yang meminta pengiriman dilakukan secara berkala yang menyebabkan perusahaan rugi dalam biaya transportasi pengiriman.

Waste kritis yang kedua merupakan adanya penumpukan WIP di lantai produksi PT Wangsa Jatra Lestari, karena adanya WIP ini beberapa potensi timbulnya *waste* lain sangat besar dimulai dari kemungkinan produk WIP tersebut *defect* karena kondisi lingkungan. Kertas produk hasil proses cetak menurut pegawai PT Wangsa Jatra Lestari sangat mudah mengalami pemuaian dan penyusutan akibat suhu lingkungan. Maka dari itu produk sangat rawan mengalami perubahan warna yang mengakibatkan warna produk menjadi tidak sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan *customer*, kejadian ini berpotensi mengalami proses

rework apabila diteruskan dalam waktu yang lama. Selain itu penumpukan WIP juga mempengaruhi panjang *lead time* produksi karena produk tidak dapat segera diproses ke stasiun selanjutnya karena masih menunggu antrian pada proses selanjutnya, akibatnya akan terjadi keterlambatan pengiriman produk ke *customer*. Adanya penumpukan WIP juga menyebabkan jumlah *material handling* menjadi meningkat karena produk yang seharusnya dapat diantarkan langsung menuju stasiun selanjutnya harus diletakkan dilokasi WIP terdekat terlebih dahulu. Selain itu adanya banyak lokasi WIP ini juga menyebabkan jalur transportasi di perusahaan menjadi saling bersilangan.

Waste kritis yang ketiga adalah adanya *defect* pada proses cetak. Proses cetak merupakan proses utama dalam pembuatan kardus kemasan sehingga apabila terjadi banyak *defect* dapat menyebabkan kualitas produk menjadi menurun serta waktu untuk memproduksi menjadi lebih lama. Hal ini terjadi karena apabila jumlah *defect* melebihi batas normal maka akan mengonsumsi *raw material* lebih, sehingga perusahaan harus melakukan pengadaan *raw material* tambahan untuk melakukan *rework* produk agar dapat memenuhi target produksi. Adanya *defect* pada proses cetak yang berlebih juga dapat menyebabkan produk lainnya menunggu sehingga menjadi WIP, apabila terjadi penumpukan WIP maka pengangkutan WIP di lantai produksi akan bertambah dan berpotensi adanya keterlambatan pengiriman. Produk *defect* yang berlebihan juga dapat menyebabkan penumpukan AFAL di dalam perusahaan yang dapat memenuhi ruang. Karena proses cetak merupakan proses utama dalam pembuatan kardus kemasan maka apabila terdapat *defect* yang tidak terdeteksi akan mengakibatkan proses selanjutnya menjadi tidak berguna karena produk sudah *defect* sejak awal, yang apabila dibiarkan maka perusahaan dapat mengalami kerugian besar. Maka dari itu adanya tiga *waste* kritis ini sangat mempengaruhi *waste* yang lainnya sehingga harus dieliminasi agar perusahaan dapat memaksimalkan profit yang didapatkan serta meminimalisir adanya keterlambatan pengiriman produk.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 6
PENYUSUNAN REKOMENDASI PERBAIKAN

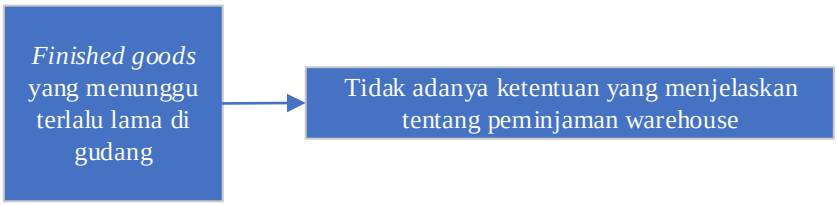
Bab 6 ini berisi mengenai penyusunan rekomendasi perbaikan untuk *waste* kritis yang telah diidentifikasi berdasarkan peringkat tertinggi pada *lean matrix 1*. Penyusunan rekomendasi perbaikan terdiri dari Penyusunan alternatif perbaikan terhadap *waste* kritis yang telah diidentifikasi, dan penyusunan *lean matrix 2*.

6.1. Penyusunan Alternatif Perbaikan

Adanya *waste* kritis perlu dieliminasi agar dapat memperbaiki sistem produksi di dalam perusahaan. Berdasarkan penyusunan *lean matrix 1* dapat diidentifikasikan tiga *waste* kritis yaitu adanya penumpukan WIP yang dapat memakan tempat di lantai produksi, terdapat *defect* berupa hasil cetakan yang rusak pada mesin cetak, dan adanya penumpukan WIP yang memakan tempat di lantai produksi. Dari ketiga *waste* ini akan dilakukan penyusunan alternatif perbaikan agar dapat mengeliminasi adanya *waste* kritis tersebut.

6.1.1. Waste Kritis 1 : Finished Goods Menunggu Terlalu Lama di Gudang

Berdasarkan *root cause analysis* pada *waste* adanya *finished goods* menunggu terlalu lama di gudang terdapat beberapa *root source* yang dapat dilihat pada Gambar 6.



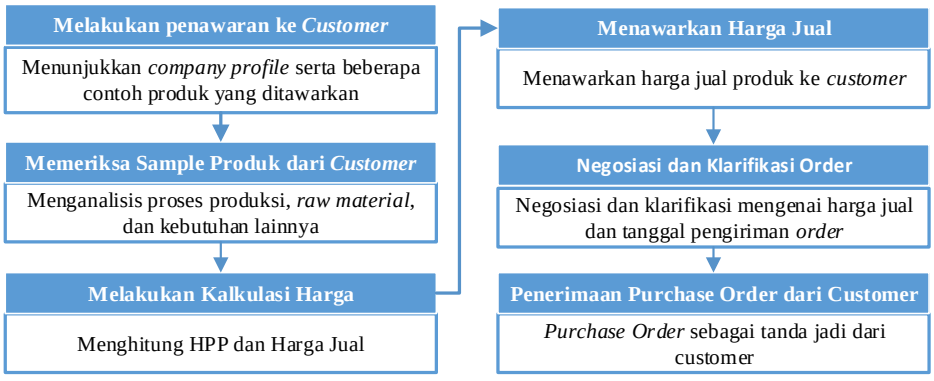
Gambar 6. 1 *Root Source* dari *Waste Finished Goods* menunggu terlalu lama di gudang

Dapat dilihat pada Gambar 6.1 jika permasalahan terbesar yang ada di PT Wangsa Jatra Lestari adalah *finished goods* yang menunggu terlalu lama di gudang karena tidak segera dikirim oleh perusahaan. Perusahaan tidak segera mengirim karena adanya permintaan dari *customer* untuk dikirim secara berkala atau bahkan

customer meminta menitipkan produk di gudang PT Wangsa Jatra Lestari terlebih dahulu. Adanya kejadian tersebut PT Wangsa Jatra Lestari tidak dapat memaksa untuk segera mengirim produk karena dari awal tidak adanya peraturan mengenai pengiriman produk dari PT Wangsa Jatra Lestari terhadap *customer*, sehingga *customer* dapat dengan leluasa menaruh pesanannya terlebih dahulu di gudang perusahaan. Apabila *waste* ini dibiarkan terus menerus perusahaan dapat mengalami kerugian yang besar karena tidak dapat melakukan penagihan terhadap *customer* serta adanya potensi produk rusak karena kondisi lingkungan dan gudang yang kurang mendukung. Berikut merupakan alternatif perbaikan untuk *waste finished goods* yang menunggu terlalu lama di gudang.

6.1.1.1. Alternatif Perbaikan 1 : Memperbaiki SOP Penerimaan *Order*

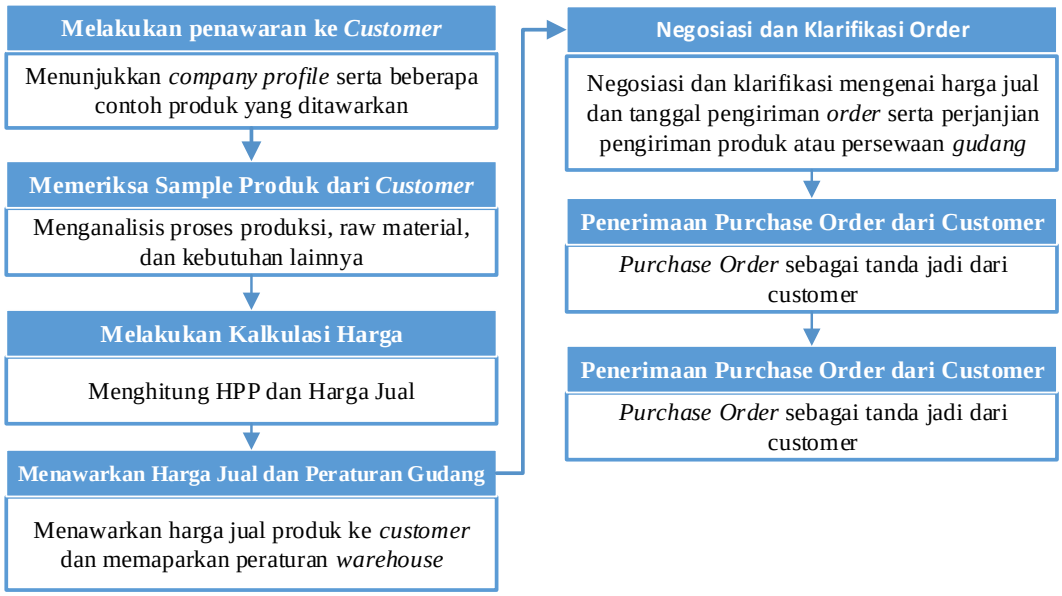
PT Wangsa Jatra Lestari selama ini menerima *order* dari *customer* tanpa melakukan kesepakatan mengenai pengiriman, pengiriman yang dimaksud adalah ketentuan dalam pengiriman secara berkala atau secara langsung. Beberapa kejadian juga terdapat *customer* yang hanya melakukan *order* dengan meminta target waktu selesai tanpa menuliskan kapan produk harus dikirim melainkan apabila *customer* meminta untuk dikirim maka perusahaan baru dapat melakukan pengiriman. Pada Gambar 6.2 merupakan SOP lama dalam menerima *order* di PT Wangsa Jatra Lestari.



Gambar 6. 2 *Standart Operating Procedure* Penerimaan Order Eksisting
Sumber : (PT Wangsa Jatra Lestari, 2020)

Pada Gambar 6.2 dapat dilihat jika tidak ada SOP perjanjian antara perusahaan dengan *customer* mengenai pengiriman produk sehingga *customer*

dapat sewaktu-waktu meminta *order* untuk dipercepat pengirimannya atau meminta agar pengiriman ditunda karena *customer* tidak memiliki lahan untuk menyimpan produknya sehingga menggunakan gudang milik PT Wangsa Jatra Lestari tanpa dikenakan biaya pemakaian gudang. Maka dari itu perlu dilakukan perbaikan SOP penerimaan *order*.



Gambar 6. 3 Perbaikan *Standart Operating Procedure* Penerimaan *Order*

Pada Gambar 6.2 dapat dilihat alur perbaikan SOP dalam menerima *order*. Pada SOP sebelumnya hanya terdapat prosedur menawarkan harga jual kepada *customer* sehingga dilakukan perbaikan menjadi melakukan penawaran harga jual dan memapartkan peraturan *warehouse* kepada *customer* sehingga *customer* dari awal sudah mengetahui peraturan yang ada di PT Wangsa Jatra Lestari terkait penggunaan *warehouse.* Selain itu terdapat penampahan pada SOP negosiasi dan klarifikasi *order* yang sebelumnya hanya klarifikasi mengenai har jual dan tanggal pengiriman order tanpa adanya perjanjian tentang pengiriman maupun penggunaan *warehouse*, pada perbaikan dilakukan penambahan perjanjian pengiriman dan aturan *warehouse* sehingga *customer* tidak dapat meminta perusahaan untuk mempercepat pengiriman maupun menunda pengiriman. Karena adanya SOP ini maka perusahaan harus berkomitmen dalam memenuhi target pengiriman dari *customer* agar tidak mengurangi integritas dari PT Wangsa Jatra Lestari.

Tabel 6. 1 Analisis 5W+1H dari Alternatif Perbaikan 1

5W+1H	Keterangan
What	Perbaikan SOP penerimaan *order*.
Who	Manajer Departemen *Marketing* dan stakeholder yang terlibat dalam proses penerimaan *order.*
Why	Terdapat customer yang meminta pengiriman tidak sesuai saat melakukan *order*.
	Adanya penumpukan finished goods akibat pemunduran tanggal kirim.
When	Pada saat melakukan kesepakatan jual beli / *order.*
How	Perbaikan dengan melakukan penawaran harga jual dan memapartkan peraturan *warehouse* kepada *customer*.
	Penambahan proses perjanjian pengiriman dan aturan *warehouse pada SOP*.
Kelebihan	Mengurangi adanya risiko penumpukan *finished goods.*
	Dapat mempercepat arus kas yang datang.
Kekurangan	Membutuhkan komitmen tinggi dari perusahaan untuk dapat melakukan pengiriman tepat waktu.

Pada Tabel 6.1 dapat dilihat analisis 5W+1H dari alternatif perbaikan 1 yaitu perbaikan pada SOP penerimaan *order*, selain itu dapat dilihat kelebihan dan kelemahan dari alternatif perbaikan 1.

6.1.1.2. Alternatif Perbaikan 2 : Membuat Aturan Denda Penggunaan *Warehouse*

Perbaikan untuk mengurangi adanya *inventory finished goods* dapat dilakukan dengan membuat ketentuan penggunaan *warehouse* seperti biaya denda yang harus ditanggung oleh *customer* apabila menunda pengiriman. Denda tersebut meliputi *holding cost* pada tiap unit produknya. Menurut Doland Waters (2003) pada saat menyimpan produk di dalam *warehouse* memerlukan biaya *holding cost* yaitu biaya yang dikeluarkan pada tiap unit produk dalam hitungan waktu, komponen biaya *holding cost* meliputi biaya operasional gudang, biaya risiko, dan lain sebagainya. Penetapan ketentuan ini dimaksudkan agar *customer* dapat segera meminta agar perusahaan mengirim produknya karena apabila ditunda maka *customer* akan terkena denda biaya penggunaan *warehouse.* Apabila c*ustomer* dapat segera menerima produk permintaanya, maka perusahaan dapat menagih ke *customer* agar segera membayar sehingga perusahaan dapat menerima pemasukan agar dapat digunakan untuk keperluan lainnya.

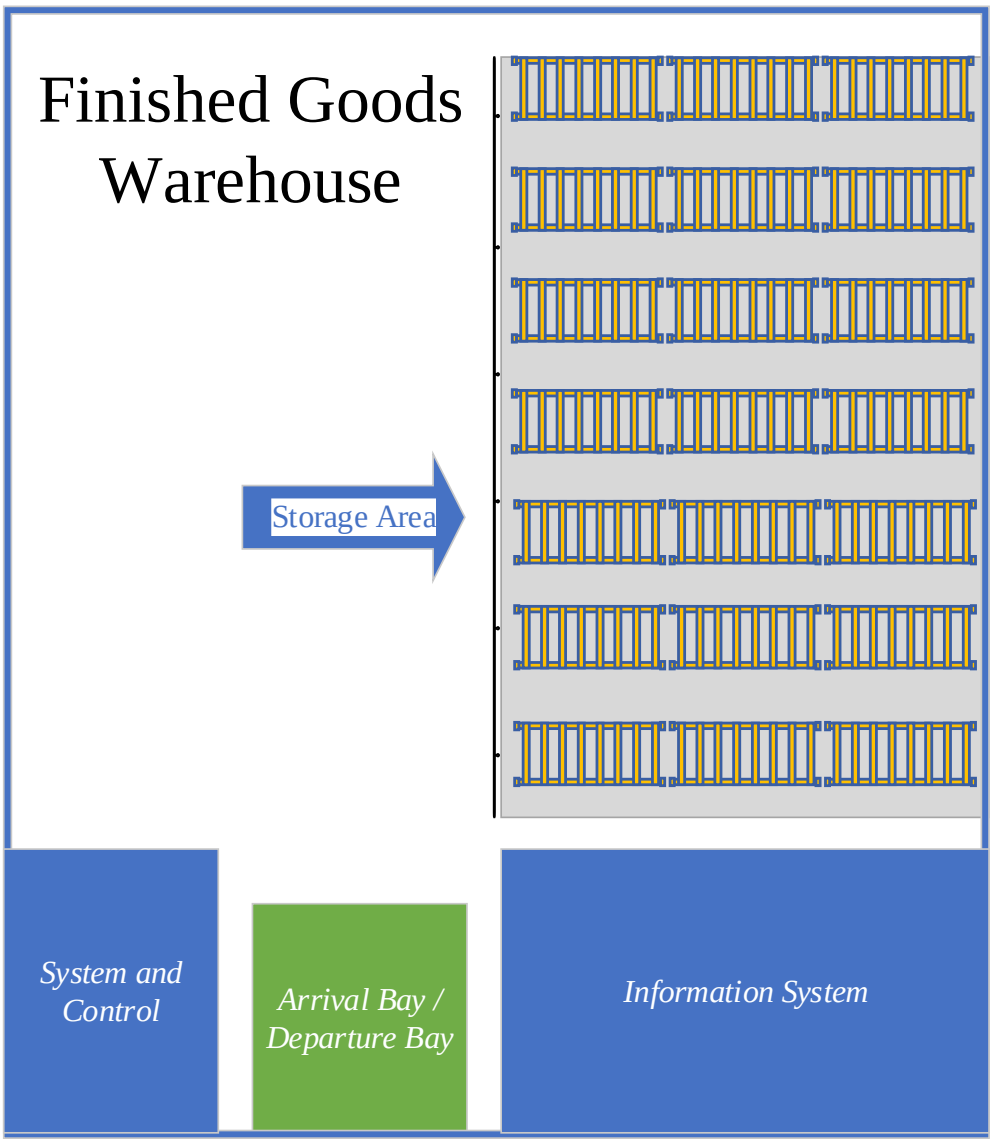
Agar ketentuan denda penggunaan *warehouse* dapat diterima dengan baik oleh *customer* maka perusahaan juga harus menyediakan *warehouse* yang baik untuk penyimpanan agar produk bisa terawat dan tidak cepat mengalami kerusakan. *Warehouse* yang baik adalah dengan menambah adanya rak yang standar serta pengaturan suhu ruangan yang baik. *Warehouse finished goods* PT Wangsa Jatra Lestari saat ini belum memiliki rak yang dapat menampung produk dalam jumlah banyak dan dalam kondisi aman.

Gambar 6. 4 Rekomendasi Rak Untuk Gudang *Finished Goods*
Sumber : Alibaba.com

Pada Gambar 6.4 merupakan contoh rak yang baik untuk meletakkan produk diatas *pallet*. Sebelumnya peletakan produk *finished goods* di PT Wangsa Jatra Lestari hanya meletakkan *pallet* dilantai tanpa menggunakan rak sehingga beberapa *pallet* memiliki tumpukkan produk yang tinggi sehingga berpotensi produk menjadi mudah rusak khususnya produk yang ada di tumpukkan paling bawah. Selain itu dengan ditambahkan rak *pallet* tersebut dapat meningkatkan kapasitas gudang *finished goods* PT Wangsa Jatra Lestari.

Selain itu perlu dilakukan pengaturan gudang agar dapat digunakan dengan baik. Menurut Watres (2003), gudang harus memiliki beberapa elemen diantaranya yaitu *arrival bay* yang merupakan tempat kedatangan *raw material*, *storage area* yang merupakan tempat penyimpanan di dalam gudang itu sendiri,

departure bay yang merupakan tempat *order* disiapkan untuk dikirim, *material handling system*, dan *information system.*



Gambar 6. 5 Perbaikan Layout Pada Gudang *Finished Goods*

Berdasarkan *layout warehouse* PT Wangsa Jatra Lestari yang sudah ada dapat dilakukan perbaikan yang dapat dilihat pada Gambar 6.5. Terdapat gambaran penempatan rak yang diusulkan ke dalam *warehouse* PT Wangsa Jatra Lestari, harapan kedepannya dapat membuat manajemen *warehouse* PT Wangsa Jatra Lestari menjadi lebih baik. Selain itu karena *layout warehouse* yang hanya memiliki

satu pintu untuk jalur material dan *finished goods* sehingga tidak dapat dilakukan perbaikan pada penempatan *arrival bay* dan *departure bay.*

Tabel 6. 2 Analisis 5W+1H dari Alternatif Perbaikan 2

5W+1H	Keterangan
What	Pembuatan aturan penggunaan *warehouse* dan penambahan fasilitas *warehouse.*
Who	*Supervisor* Divisi *Warehouse*.
Why	Terdapat penumpukan *finished goods* akibat *customer* yang menitipkan *order* tanpa aturan yang jelas.
When	Selama perusahaan beroperasi.
How	Perbaikan dengan membuat aturan penggunaan *warehouse.*
	Penambahan fasilitas berupa rak pada *warehouse.*
Kelebihan	Mengurangi risiko penumpukan *finished good.*
	Dapat menjaga *finished goods* agar tidak mudah rusak.
Kekurangan	Membutuhkan biaya besar untuk pengadaan rak.

Pada Tabel 6.2 dapat dilihat analisis 5W+1H sertat kelebihan dan kekurangan pada alternatif perbaikan 2 yaitu pembuatan aturan penggunaan *warehouse,* analisis ini digunakan untuk pertimbangan dalam melaksanakan alternatif perbaikan 2.

6.1.2. Waste Kritis 2 : Adanya WIP yang Memakan Tempat di Lantai Produksi

Berdasarkan *root cause analysis* pada *waste* adanya WIP yang memakan tempat di lantai produksi terdapat beberapa *root source* yang dapat dilihat pada Gambar 6.6.

Gambar 6. 6 *Root Source* dari *Waste* Adanya Penumpukan WIP

Berdasarkan Gambar 6.6 dapat dilihat jika adanya penumpukan WIP yang memakan tempat di lantai produksi disebabkan oleh beberapa akar permasalahan yaitu adanya masalah administrasi antara perusahaan dengan *supplier*, *supplier* mengalami kehabisan *stock,* penjadwalan *maintenance* yang kurang sesuai, kesulitan dalam menjalankan proses *set up,* dan penjadwalan proses produksi yang kurang sesuai.

6.1.2.1. Alternatif Perbaikan 3 : Penambahan Relasi *Supplier* dan Pemilihan *Supplier* yang berkualitas

PT Wangsa Jatra Lestari beberapa kali memiliki masalah dengan *supplier*nya karena administrasi yang terkendala antara perusahaan dengan *supplier*. Masalah administrasi yang dimaksud berkaitan dengan prosedur pembelian serta pembayaran terhadap *supplier* yang tertunda karena keuangan perusahaan yang tidak stabil. Keuangan perusahaan selama ini terkendala di penumpukan *finished goods* yang tidak segera dikirim ke *customer* sehingga mengakibatkan perusahaan tidak memiliki pemasukan karena tidak bisa menagih ke *customer*. Jika berkaitan dengan *supplier* perusahaan dapat menambah relasi *supplier* agar dapat memiliki cadangan ketika *supplier* utama sedang bermasalah. Untuk menambah *supplier* tidak dapat sekedar mencari *supplier* dengan produk yang sama, melainkan dibutuhkan indikator berupa kriteria untuk melakukan penilaian terhadap cadangan *supplier*.

Kriteria-kriteria tersebut dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam memilih *supplier* yang akan dijadikan vendor bagi perusahaan. PT Wangsa Jatra Lestari telah memiliki beberapa kriteria yang digunakan untuk memilih *customer*nya meliputi harga, *delivery*, *term of payment,* kualitas / tingkat *reject,* dan *service.* Kelima kriteria tersebut dijelaskan kembali oleh (Azwir & Pasaribu, 2017) yang dijelaskan sebagai berikut :

a. Harga

   Harga merupakan kriteria yang berkaitan dengan jumlah *order*. Jumlah *order* yang dimaksud adalah jumlah order yang optimal yaitu jumlah order maksimal dengan harga minimal.

b. *Delivery*

   Delivery merupakan kriteria yang kinerjanya dapat dikatakan baik apabila kedatangan order tepat pada saat yang dibutuhkan atau dipesan, artinya *order* tidak datang terlambat atau datang lebih awal dari waktu kesepatakan.

c. *Term of Payment /* Persyaratan Pembayaran

   Merupakan kriteria yang dapat diukur dari lamanya tenggang yang diperbolehkan oleh *supplier* terhadap perusahaan dalam hal pembayaran. Kriteria ini memiliki penilaian semakin lama tenggang waktu yang diberikan maka akan semakin baik.

d. *Service*

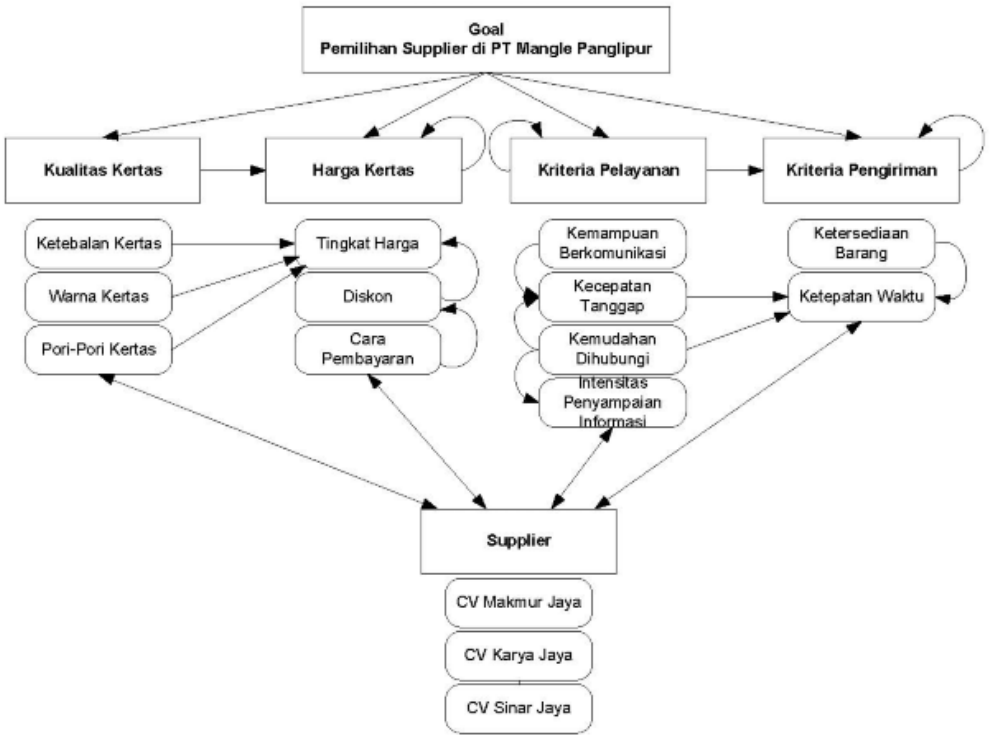
   Parameter *service* diukur dari sikap *supplier* saat bekerja sama dengan perusahaan meliputi tingkah laku maupun komunikasi mengenai produknya. Beberapa *supplier* tidak mengkomunikasikan kondisi sebenarnya dari produk yang ditawarkan sehingga beberapa kali terjadi keterlambatan pengiriman karena *supplier* yang ternyata sedang kehabisan *stock.*

e. Kualitas / Tingkat *reject*

   Kualitas dari *supplier* ditentukkan dari produk yang dikirim mengalami *reject* atau tidak. Tingkat *reject* diukur dalam presentase produk yang cacat.

Sistem penilaian *supplier* yang telah dilakukan oleh PT Wangsa Jatra Lestari hanya dilakukan dengan memberi bobot pada kriteria tersebut secara langsung tanpa membuat pembobotan pada indikator – indikator dibawah kriteria tersebut. Perbaikan yang dapat dilakukan adalah dengan memperbaiki sistem penilaian terhadap *supplier* agar dalam memilih alternatif *supplier* dapat lebih teliti dan lebih baik lagi. Perbaikan pada sistem penilaian dapat menggunakan metode *Analytical Network Process* (ANP). ANP merupakan generalisasi dari *Analytical Hierarchy Process,* sehingga ANP merupakan solusi ketika pengambilan keputusan lebih kompleks karena tiap sub kriteria dapat saling mempengaruhi (Azwir & Pasaribu, 2017). Untuk menerapkan ANP sebagai perbaikan dalam menambah / memilih alternatif *supplier* perusahaan harus dapat menyusun model pengambilan keputusannya. Karena *raw material* yang dibutuhkan PT Wangsa Jatra Lestari

sebagian besar berupa kertas maka pada Gambar 6.7 berikut merupakan contoh model pengambilan keputusan *supplier* kertas.



Gambar 6. 7 Contoh Model Pengambilan keputusan *Supplier* Kertas
Sumber : (Sandy, et al., 2013)

Pada Gambar 6.7 tersebut dijelaskan jika tiap kriteria memiliki indikator yang disebut sub kriteria. Sub kriteria dapat digunakan untuk menentukan nilai *supplier* secara kompleks. Misalnya untuk menilai kriteria harga kertas terdapat indikator yang mempengaruhi dimulai dari tingkat harga, diskon, dan cara pembayaran. Untuk indikator tingkat harga dipengaruhi oleh sub kriteria dari kualitas kertas meliputi ketebalan kertas, warna kertas, dan pori – pori kertas.

Dengan menggunakan metode pemilihan alternatif *supplier* tersebut perusahaan dapat menilai *supplier* secara objektif dan jelas sehingga didapatkan alternatif *supplier* yang berkualitas.

Tabel 6. 3 Analisis 5W+1H dari Alternatif Perbaikan 3

5W1H	Keterangan
What	Penambahan relasi dan pemilihan *supplier* yang berkualitas.
Who	Manajer Departemen *Procurement.*
Why	Terdapat kendala dalam pengadaan *material* karena masalah administrasi dan *supplier*yang kehabisan *stock.*
When	Selama perusahaan beroperasi.
How	Perbaikan dengan membuat kriteria dalam menambah *supplier.*
	Perbaikan dengan menyusun model pengambilan keputusan pemilihan *supplie.*
Kelebihan	Mengurangi risiko adanya *bottleneck* akibat menunggu *raw material.*
Kekurangan	Perusahaan memerlukan waktu lama untuk mengubah sistem pemilihan dengan model baru

Pada Tabel 6.3 dapat dilihat analisis 5W+1H pada alternatif perbaikan 3 yaitu perbaikan untuk melakukan penambahan relasi *supplier* dan pemilihan *supplier* yang berkualitas, analisis ini dapat menjadi pertimbangan dalam melaksanakan alternatif perbaikan 3.

6.1.2.2. Alternatif Perbaikan 4 : Perbaikan Strategi *Maintenance* Menggunakan *Total Productive Maintenance*

PT Wangsa Jatra Lestari saat ini menerapkan strategi *maintenance* secara *corrective* pada tiap mesinnya sehingga perbaikan atau pemantauan hanya dilakukan ketika mesin mengalami kerusakan. Akibatnya proses produksi akan dihentikan selama mesin tersebut mengalami kerusakan / *breakdown.* Penjadwalan pemeliharaan yang diberlakukan pun hanya melihat dari sisi satu mesin, tidak memperhatikan riwayat kerusakan tiap komponen pada mesin sehingga strategi pemeliharaan yang dilakukan cenderung kurang efektif dan tidak tepat sasaran. Untuk mengurangi adanya waktu *breakdown* pada mesin maka perlu dilakukan implementasi *Total Productive Maintenance.*

Total Productive Maintenance (TPM) merupakan sistem pemeliharaan yang melibatkan konsep baru untuk keperluan pemeliharaan pabrik dan mesin. Dinamakan *Total Productive Maintenance* karena terdiri dari tiga kata yaitu Total yang berarti mempertimbangkan berbagai elemen dan melibatkan seluruh personil

dari tingkatan atas hingga jajaran bawah. *Productive* yang berarti fokus pada segala usaha untuk melakukan *maintenance* dengan proses produksi tetap berjalan dan meminimalisir masalah yang terjadi saat pemeliharaan dilakukan. *Maintenance* berarti melakukan pemeliharaan dan menjaga alat yang dilakukan oleh operator produksi agar kondisi peralatan tetap bagus dan terpelihara (Venkatesh, 2007).

Menurut (Singh, et al., 2012) TPM dapat di implementasikan dengan menggunakan bantuan beberapa *tools lean* lainnya seperti 5S, *Autonomous Maintenance, Planned Maintenance, Kaizen, Quality Maintenance, Office TPM* dan *Safety, Health, and Environment* dan lain sebagainya. Berikut merupakan rekomendasi beberapa pilar TPM yang dapat diimplementasikan PT Wangsa Jatra Lestari.

1. 5S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke)*

5S merupakan batu fondasi dari penerapan TPM yang mengajarkan jika masalah tidak dapat dikenali maka tidak dapat dilakukan perbaikan. 5S terdiri dari *seiri* yang berarti *sort, seiton* yang berarti *systematize, seiso* yang berarti *sweep, seiketsu* yang berarti *standardize,* dan *shitsuke* yang berarti *self discipline.* Apabila 5S tidak segera diterapkan dengan serius maka akan menjadi 5D yaitu *delays, defects, dissatisfied customers, declining profits,* dan *demoralized.* Penerapan 5S pada PT Wangsa Jatra Lestari belum maksimal, hal ini dibuktikan dengan adanya penempatan *material* yang kurang rapi, adanya beberapa peralatan yang diletakan secara sembarangan hingga tidak jarang terdapat peralatan yang hilang atau rusak. Beberapa kondisi tersebut menandakan kurangnya perusahaan dalam mengimplementasikkan *seiton*. Salah satu akibat penerapan *seiton* yang kurang maksimal adalah ada banyak gerakan mencari pada proses pencetakan plat cetak karena tidak adanya sistem penataan plat berdasarkan ukurannya.

PT Wangsa Jatra Lestari juga kurang menerapkan *sheiketsu* dengan maksimal. Menurut salah satu *manager* PT Wangsa Jatra Lestari sering terdapat beberapa pegawai / *operator* yang tidak menaati peraturan, salah satu contohnya sering mengobrol diluar urusan kerja saat jam kerja yang dapat menurunkan kinerja pegawai saat bekerja. Selain itu masih adanya *operator* yang tidak menggunakan alat pelindung diri saat mengoperasikan mesin yang apabila hal ini dibarkan dapat

membahayakan keselamatan operator serta nama baik perusahaan. Maka dari itu penting untuk mengimplementasikan 5S secara maksimal.

2. *Autonomous Maintenance*

Autonomous Maintenance atau *Jishu Hosen* merupakan salah satu pilar TPM yang mewajibkan *operator* mesin mengetahui cara perawatan dan perbaikan mesin yang dioperasikannya sehingga apabila terjadi kerusakan kecil maka *operator* dapat memperbaikinya secara mandiri / pemeliharaan otonom. Penerapan *Autonomous Maintenance* dapat memperkecil kemungkinan mesin mengalami *breakdown* karena *operator* bertanggung jawab atas tiap mesin yang dioperasikannya. Kegiatan yang dapat dilakukan *operator* untuk mengimplementasikan *autonomous maintenance* meliputi pembersihan, pelumasan, inspeksi visual, pengecekan baut dan lain sebagainya sehingga ketika mesin tidak mengalami gangguan ketika dioperasikan. PT Wangsa Jatra Lestari perlu mangadakan pelatihan terhadap *operator* mengenai pentingnya perawatan mesin serta cara melakukan perawatan terhadap mesin. Selain itu *operator* juga harus dibentuk mental rasa memiliki terhadap mesin yang dioperasikannya agar *operator* dapat memiliki perhatian lebih terhadap mesin yang menjadi tanggung jawabnya. Selanjutnya Departemen *Maintenance* perusahaan dapat membuat formulir daftar permeriksaan yang dapat diisi oleh *operator* untuk membantu Departemen Pemeliharaan melakukan pemantauan

3. *Planned Maintenance*

Planned Maintenance merupakan pilar dari TPM yang berarti merencanakan perawatan sedini mungkin. Beberapa jenis perawatan meliputi *preventive maintenance, corrective maintenance, breakdown maintenance,* dan *maintenance prevention. Planned maintenance* memerlukan adanya pegawai yang ahli di bidang perawatan untuk ikut melaksanakan pelatihan terhadap *operator.* Tujuan dari *planned maintenance* adalah untuk mempertahankan ketersediaan mesin, biaya perawatan, meningkatkan keandalan mesin dan mencapai nol kerusakan pada mesin. PT Wangsa Jatra Lestari harus dapat merencanakan jenis *maintenance* apa yang harus digunakan ketika terjadi sebuah kerusakan. Misalkan

untuk mencegah terjadi kerusakan besar pada mesin cetak yang dapat mengakibatkan proses produksi berhenti, maka dibutuhkan *preventive maintenance.* Terdapat 7 elemen dari penerapan *preventive maintenance* menurut Dhillon (2006) yang terdiri dari :

1. *Inspection* : Merupakan inspeksi secara periodik terhadap komponen-komponen mesin untuk menemukan tingkat kemampuan tiap komponen dengan membandingkan fisik, kemampuan mesin, kemampuan listrik dan karakter lainnya untuk dijadikan standar yang ditetapkan.
2. *Calibration* : Merupakan aktivitas mendeteksi dan menyesuaikan akurasi parameter dengan membandingkan nilai terhadap standar yang ditetapkan.
3. *Testing* : Merupakan pengukuran / pengujian secara berkala untuk mendeteksi dan menentukan kerusakan pada komponen mesin.
4. *Adjustment* : Merupakan penyesuaian secara berkala terhadap variabel agar dapat mencapai nilai yang optimal.
5. *Servicing* : Merupakan perawatan secara berkala terhadap komponen mesin untuk mencegah terjadinya kerusakan / kegagalan pada mesin.
6. *Instalation* : Merupakan penggantian batas komponen secara berkala berdasarkan waktu siklus atau lama pemakaian komponen untuk menentukan tingkat toleransi yang sesuai.
7. *Alignment* : Merupakan penggantian suatu komponen untuk mencapai kinerja yang optimal.

Untuk mendukung pelaksanaan *preventive maintenance* dibutuhkan alat bantu berupa *Preventive maintenance checklist* yang akan diisi oleh *operator* mesin yang telah menjalankan *continuous maintenance*. Contoh dari *Preventive maintenance checklist* dapat dilihat pada Gambar 6.8.

PREVENTIVE MAINTENANCE CHECKLIST
Equipment:
Equipment no:
Location:
Month:

SYMBOL	
√	OK
X	REPAIR REQUIRED
R	REPAIR ADJUSTED
O	NOT APPLICABLE

No	Items	Maintenance Action	Duration (date) Weeks 1	2	3	4	Remarks
	Critical items						
1	Motor	i. Check all motors					
2	Pump	i. Check condition of all Hollmuller pumps					
		ii. Check condition of all Assomma pumps					
		iii. Check all chemical pumps					
3	Conveyor gear	i. Check the condition of roller and chain					
	Non-critical items						
4	Piping	i. Check all piping for any leakage					
		ii. Check CDA piping					
5	Nozzle	i. Change if nozzle broken					
		ii. Properly fixed after change					
6	Filter or strainer	i. Check condition for all filters and strainer					
		ii. No leaking after fixed					
		iii. Check exhaust scrubber ducting					
		iv. Check rinsing filter, change if any corrosion					
7	Main panel box	i. Check the parameter shown in panel box					
		ii. Check aqua control					
8	Oscillators	i. If the oscillator malfunction, change it					
	Done by:_____ Date: _____ (Maintenance personnel) Verified by:_____ Date: _____ (Engineer/Supervisor)						

Gambar 6. 8 Contoh *Preventive Maintenance Checklist*
Sumber : (Samat & Basri, 2013)

Preventive maintenance checklist berfungsi untuk memantau kondisi mesin dalam jangka waktu tertentu melalui operator mesin. Sehingga melalui *checklist* tersebut Departemen *Maintenance* dapat melakukan perencanaan *maintenance* yang sesuai dengan kondisi mesin. Untuk membuat *preventive maintenance checklist* langkah pertama yang harus dilakukan adalah mengidentifikasi komponen kritis pada mesin melalui data kerusakan mesin, lalu mempelajari dan mengidentifikasi langkah pemeriksaan dan pemeliharaan yang dapat dilakukan untuk dibuat *checklist*, langkah terakhir adalah mengembangkan *preventive maintenance checklist* agar dapat secara efektif memeriksa kondisi mesin (Samat & Basri, 2013). Dengan memaksimalkan *planned maintenanced* berupa *preventive maintenance* perusahaan dapat mengurangi waktu *breakdown* sehingga *availability* mesin dapat meningkat.

4. *Kaizen*

Kaizen atau *continuous improvement* merupakan langkah perusahaan dalam melakukan perbaikan secara berkelanjutan. *Kaizen* meliputi perbaikan kecil yang dilakukan secara *continuous* dan dilaksanakan oleh seluruh elemen dari perusahaan. Prinsip dari *kaizen* adalah perbaikan kecil yang dilakukan berulang akan lebih efektif daripada perbaikan secara besar yang membutuhkan biaya besar. Beberapa penerapan *kaizen* yang dapat dilakukan di PT Wangsa Jatra Lestari meliputi pemberian label pada material dan mesin untuk mengurangi adanya kerusakan alat serta kecelakaan kerja. Pemakaian Alat Pelindung Diri yang rutin juga merupakan *kaizen* yang dapat dilakukan oleh perusahaan untuk meningkatkan keselamatan kerja perusahaan. Jika *kaizen* sebagai pendukung TPM tersebut dapat dilaksanakan dengan baik maka perusahaan dapat mencapai tujuan utama dari TPM yaitu *zero breakdowns, zero defects, zero speed losses,* dan *zero accidents.*

Tabel 6. 4 Analisis 5W+1H dari Alternatif Perbaikan 4

5W+1H	Keterangan
What	Perbaikan strategi *maintenance.*
Who	Manajer Departemen *Maintenance.*
Why	Adanya kendala berupa penumpukan WIP akibat waktu *breakdown* mesin yang besar.
When	Selama Proses Produksi.
How	Perbaikan dengan menerapkan *Total Productive Maintenance* yang didalamnya meliputi 5S, Autonomous maintenance, planned maintenance, kaizen.
Kelebihan	Mengurangi risiko mesin mengalami *breakdown.*
Kekurangan	Membutuhkan waktu cukup lama untuk menerapkan budaya perusahaan yang baru.

Pada Tabel 6.4 dapat dilihat analisis 5W+1H pada alternatif perbaikan 4 yaitu perbaikan strategi *maintenance,* analsis ini menjadi pertimbangan dalam melaksanakan alternatif perbaikan 4.

6.1.2.3. Alternatif Perbaikan 5 : Perbaikan Penjadwalan Proses Produksi

PT Wangsa Jatra Lestari merupakan perusahaan dengan sistem produksi *job order* yaitu memproduksi produk kemasan milik *customer* sesuai dengan spesifikasi dan jumlah yang diinginkan oleh *customer*. Maka dari itu sering terjadi

beberapa kendala yang membuat PT Wangsa Jatra Lestari kesulitan dalam merancang penjadwalan produksi. Beberapa kendala penjadwalan yang dialami perusahaan dengan sistem produksi *job order,* menurut Velaga (2007) disebabkan karena beberapa alasan yaitu adanya variasi jumlah *order,* adanya variasi waktu tenggang dan prioritas, adanya keterlambatan material, adanya proses *rework,* dan adanya mesin yang mengalami *breakdown.* Saat ini PT Wangsa Jatra Lestari belum menerapkan sistem penjadwalan yang pasti, melainkan melihat kondisi mesin dan material yang memenuhi untuk mengerjakan sebuah *job.* Beberapa kendala penjadwalan yang dialami perusahaan membuat adanya banyak WIP yang berujung pada keterlambatan produksi. Maka dari itu perlu adanya perbaikan sistem penjadwalan menggunakan metode EDD (*Earliest Due Date).*

Metode *Earliesst Due Date* (EDD) adalah metode penjadwalan yang menyusun *job* berdasarkan tanggal jatuh tempo terdekat, sehingga perusahaan dapat lebih fokus untuk menjadwalkan proses produksi. (Rudyanto & Arifin, 2010). Metode ini dapat digunakan untuk penjadwalan satu mesin maupun beberapa mesin, dan terbukti dapat menghasilkan *maximum tardiness* (keterlambatan maksimum) paling minimum. Beberapa indikator yang dibutuhkan dalam EDD meliputi waktu proses dan waktu tenggang tiap *job.* Pada Tabel 6.5 merupakan contoh hasil pengujian metode EDD pada sebuah industri yang membandingkan metode penjadwalan konvensional dengan metode baru berupa implementasi EDD.

Tabel 6. 5 Contoh Penerapan EDD Untuk Melihat *Maximum Tardiness*

Kasus	Periode	Metode Konvensional	Metode Baru (Metode EDD)
1	05 oktober – 07 oktober 2009	4	1
2	08 oktober – 10 oktober 2009	5	2
3	12 oktober – 14 oktober 2009	4	1
4	15 oktober – 17 oktober 2009	5	2
5	19 oktober – 21 oktober 2009	3	-1
6	22 oktober – 24 oktober 2009	4	0
7	26 oktober – 28 oktober 2009	3	0
8	29 oktober – 31 oktober 2009	5	1
9	02 november – 04 november 2009	3	2
10	05 november – 07 november 2009	4	0

Sumber : (Rudyanto & Arifin, 2010)

Pada Tabel 6.5 menunjukkan adanya *maximum tardiness* atau keterlambatan maksimal pada metode baru yang lebih minimum dibandingkan metode konvensional. Maka dari itu terbukti jika metode EDD dapat menurunkan waktu keterlambatan proses produksi pada sebuah perusahaan dengan memprioritaskan waktu tenggang yang paling dekat.

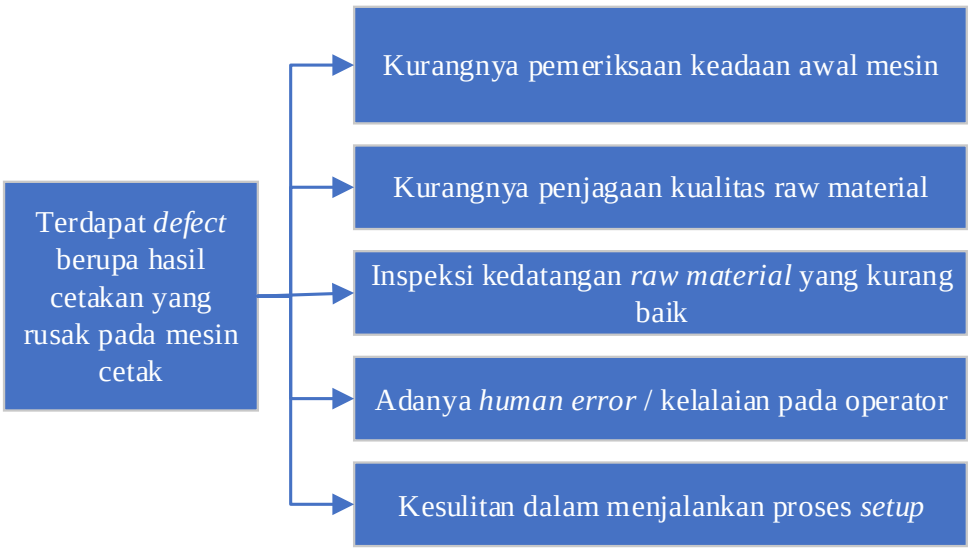
Tabel 6. 6 Analisis 5W+1H dari Rekomendasi Perbaikan 5

5W1H	Keterangan
What	Perbaikan sistem penjadwalan proses produksi.
Who	Manajer Departemen Produksi
	Supervisor PPIC dan Staff
Why	Adanya kendala berupa penumpukan WIP akibat penjadwalan yang tidak pasti tiap harinya.
	Adanya banyak jenis produk yang menyebabkan kesulitan dalam menjadwalkan
When	Selama Proses Produksi
How	Perbaikan dengan menerapkan sistem *Earlist Due Date* yaitu mendahulukan *order* dengan tenggang waktu paling dekat
Kelebihan	Mengurangi risiko adanya penumpukan WIP
	Sistem penjadwalan perusahaan menjadi lebih jelas dalam menentukan prioritas
Kekurangan	Memiliki risiko kekacauan penjadwalan produksi apabila belum direncanakan secara matang

Pada Tabel 6.6 dapat dilihat analisis 5W+H pada alternatif perbaikan 6 yaitu perbaikan penjadwalan proses produksi. Analisis ini dapat menjadi pertimbangan dalam melaksanakan alternatif perbaikan 5.

6.1.3. Waste Kritis 3 : Adanya Defect Berupa Hasil Cetakan yang Rusak Pada Mesin Cetak

Berdasarkan *root cause analysis* pada *waste* adanya *finished goods* menunggu terlalu lama di gudang terdapat beberapa *root source* yang dapat dilihat pada Gambar 6.9.

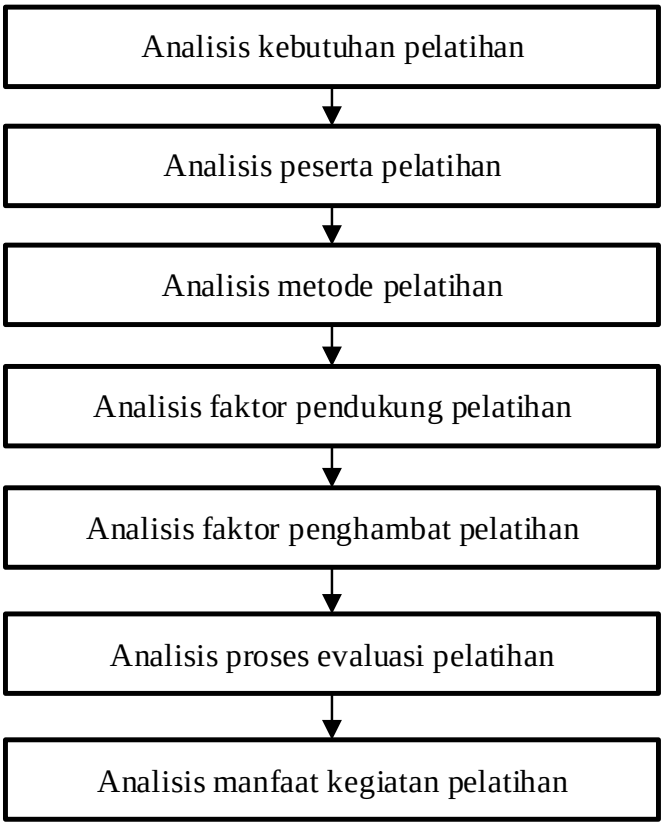


Gambar 6. 9 *Root Source* dari *Waste* Adanya *Defect* Cetak

6.1.3.1. Alternatif Perbaikan 6 : Mengadakan Pelatihan Terhadap Pegawai Secara Berkala Untuk Meningkatkan Kinerja

Human Error yang dilakukan oleh pegawai khususnya *operator* mesin salah satunya disebabkan oleh prosedur yang kurang tepat, beban kerja yang terlalu berat dan pelatihan personil yang buruk (Dhillon, 2006). Pada kasus PT Wangsa Jatra Lestari adanya *human error* pada *operator* menyebabkan adanya kesalahan dalam proses produksi sehingga terjadi *defect* yang berlebihan sehingga adanya *human error* perlu diminimalisir. PT Wangsa Jatra Lestari tidak pernah melakukan pelatihan dan pengembangan pada pegawai tingkat *operator*, sehingga dalam bekerja *operator* cenderung menggunakan pengalaman bekerja tanpa mendapat tambahan ilmu mengenai bekerja dari pihak manajemen. Apabila kejadian tersebut dibiarkan terus menerus maka kualitas pegawai tidak akan meningkat sehingga kinerja perusahaan tidak akan mengalami perkembangan.

Untuk mengadakan sebuah pelatihan dibutuhkan adanya analisis terlebih dahulu. Menurut Khurotin & Afrianty (2018) terdapat beberapa tahapan dalam menganalisis sebuah pelatihan yang dapat dilihat pada Gambar 6.10



Gambar 6. 10 Tahapan Perencanaan Pelaksanaan Pelatihan Pegawai
Sumber : (Khurotin & Afrianty, 2018)

a) Analisis Kebutuhan Pelatihan

Berdasarkan kondisi eksisting perusahaan, terdapat beberapa kendala yang berhubungan dengan sumber daya manusia, salah satunya adalah *human error* yang menyebabkan adanya produk *defect* serta kurang sadarnya pegawai akan pentingnya 5S, Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta totalitas dalam bekerja. Berdasarkan kondisi tersebut maka kebutuhan perusahaan adalah mencetak pegawai yang totalitas dalam bekerja serta paham akan 5S, Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Maka diperlukan beberapa pelatihan terhadap pegawai perusahaan khususnya operator mesin dan pegawai yang bekerja di lantai produksi mengenai pelatihan teknik *maintenance*, pelatihan penerapan keselamatan dan kesehatan kerja, pelatihan proses *set up* bagi tiap operator mesin dan pelatihan pengembangan potensi pegawai.

b) Analisis Peserta Pelatihan

Selama ini PT Wangsa Jatra Lestari hanya memberi pelatihan dan pengembangan bagi pegawai pada level manajer dan direktur sehingga pegawai level staff dan operator kurang mendapat perhatian. Maka dari itu peserta pelatihan yang direkomendasikan meliputi operator mesin, seluruh staff, dan pegawai di lantai produksi PT Wangsa Jatra Lestari. Khusus untuk pelatihan yang mengenai mesin difokuskan untuk operator mesin agar dapat lebih mahir dalam melakukan *set up* dan mengoperasikan mesin.

c) Analisis Metode Pelatihan

Metode pelatihan yang direkomendasikan adalah pelatihan dalam bentuk *workshop* yang terdiri dari pemberian materi dan simulasi dengan mendatangkan pemateri yang ekspert di bidang pelatihan yang akan dilaksanakan. Harapannya adalah agar peserta pelatihan PT Wangsa Jatra Lestari memiliki tambahan pengalaman serta tambahan ilmu yang dapat langsung di implementasikan saat bekerja.

d) Analisis Faktor Pendukung Pelatihan

Faktor pendukung pelatihan terdiri dari faktor perusahaan, faktor pemateri, faktor kesesuaian materi, dan faktor fasilitas pelatihan. Kondisi PT Wangsa Jatra Lestari saat ini sedang sangat membutuhkan sumber daya manusia yang memiliki etos kerja tinggi sehingga siap mendukung kegiatan pelatihan. Karena sebelumnya sangat jarang dilakukan pelatihan terhadap pegawai pada tingkat staff, operator dan sebagainya maka perusahaan perlu melakukan pengkajian terkait materi yang dibutuhkan dan pemateri yang sesuai. Selama ini PT Wangsa Jatra Lestari mendapat bantuan pelatihan dari PT Tiga Serangkai berupa pelatihan spiritual dengan nama *"Spiritual Building Training"* yang berfokus pada kondisi spiritual pegawai, maka dari itu Perusahaan perlu mencari vendor atau pemateri lain yang sesuai untuk pelatihan dalam pengembangan etos kerja pegawai. Fasilitas Pelatihan berupa penyediaan tempat untuk workshop, PT Wangsa Jatra Lestari tidak memiliki ruangan berupa aula yang besar sehingga kurang mendukung untuk melaksanakan pelatihan di dalam perusahaan.

e) Analisis Faktor Penghambat Pelatihan

Dalam mengadakan pelatihan selama ini PT Wangsa Jatra Lestari memiliki hambatan karena masalah keuangan, mengadakan pelatihan pasti membutuhkan dana yang cukup banyak apabila ingin membuat pelatihan yang baik, terutama apabila pelatihan berjalan secara berkala dan pelakukan pengawasan pasca pelatihan. Selain masalah keuangan PT Wangsa Jatra Lestari juga memiliki masalah dalam penyediaan fasilitas tempat dikarenakan perusahaan tidak memiliki tempat yang standar untuk mengadakan pelatihan yang baik. Kurang pengalamannya perusahaan dalam mengadakan pelatihan dan pengembangan untuk pegawainya juga merupakan salah satu hambatan karena perusahaan belum dapat berinovasi lebih untuk mengembangkan pegawainya.

f) Analisis Proses Evaluasi Pelatihan

Untuk menilai keberhasilan sebuah pelatihan dibutuhkan adanya evaluasi yang berfungsi untuk menilai peserta dan mengevaluasi jalannya pelatihan agar pelatihan yang dilakukan setelahnya dapat dilaksanakan dengan lebih baik. Evaluasi terhadap peserta dapat dilakukan dengan mengadakan *pre test* dan *post test* untuk melihat hasil dari materi yang telah disampaikan ke peserta, selain itu peserta juga dapat diberi kuesioner terkait pelaksanaan pelatihan untuk menilai jalannya pelatihan. Beberapa evaluasi yang telah dilaksanakan tersebut dirangkum dan disesuaikan untuk membuat *performance indicator* untuk pelatihan yang akan datang.

g) Analisis Manfaat Kegiatan Pelatihan

Dengan adanya pelatihan ini diharapkan perusahaan dapat mengembangkan pegawainya dalam segi *soft skill* dan *hard skill* sehingga etos kerja pegawai dalam bekerja akan meningkat. Apabila perusahaan memiliki pegawai dengan kualitas tinggi maka kesempatan perusahaan agar dapat berkembang akan semakin besar karena dapat meminimalisir adanya kesalahan pada saat bekerja.

Tabel 6. 7 Analisis SWOT Pada Alternatif Perbaikan 6

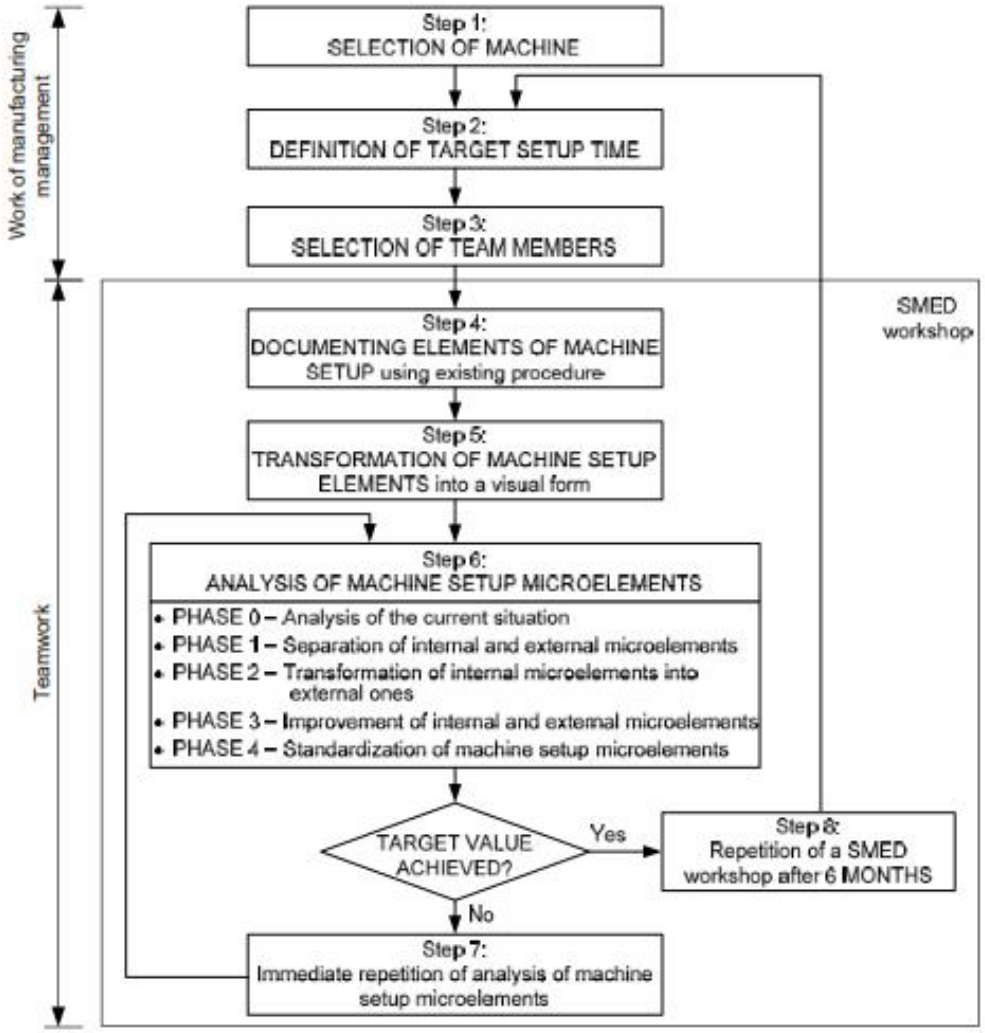
5W+1H	Keterangan
What	Mengadakan pelatihan untuk meningkatkan kinerja pegawai.
Who	Manajer Departemen *Human Resource*.
	Seluruh pegawai tingkat staff dan operator.
Why	Adanya beberapa proses yang kurang maksimal karena kinerja pegawai yang rendah.
	Adanya beberapa masalah akibat human error yang dilakukan.
When	Pada waktu yang ditentukkan oleh pihak manajemen.
How	Mengadakan pelatihan dengan menganalisis berbagai faktor meliputi kebutuhan pelatihan, peserta pelatihan, metode pelatihan, faktor pendukung, faktor penghambat, proses evaluasi, dan manfaat kegiatan pelatihan.
Kelebihan	Dapat meningkatkan kinerja dan tingkat fokus pegawai.
	Mengurangi risiko adanya *human error* dan kecelakaan kerja.
	Mengurangi risiko adanya produk *defect*.
Kekurangan	Membutuhkan dana yang cukup besar untuk pelaksanaan yang maksimal
	Membutuhkan fasilitas yang banyak agar pelatihan dapat berjalan secara kondusif
	Butuh kerjasama dari banyak pihak agar pelaksanaan pelatihan dapat berjalan dengan maksimal

Pada Tabel 6.7 dapat dilihat analisis 5W+1H pada alternatif perbaikan 6 yaitu mengadakan pelatihan untuk meningkatkan kinerja pegawai, analisis ini dapat menjadi pertimbangan dalam melaksanakan alternatif perbaikan 6.

6.1.3.2. Alternatif Perbaikan 7 : Perbaikan Proses *Setup* Untuk Mengurangi Waktu *Setup* Mesin

Waktu *setup* merupakan waktu yang sangat berpengaruh terhadap *manufacturing cost* sehingga penting untuk dikurangi dalam penerapan *lean manufacturing.* Perbaikan kualitas dan waktu *setup* bergantung pada desain mesin sehingga perusahaan memiliki tiga pilihan yaitu mendesain ulang mesin sehingga didapatkan waktu *setup* yang minimal tetapi membutuhkan investasi yang tinggi, dan memperbaiki kondisi mesin saat ini menggunakan metode SMED (*Single Minutes Exchange Dies)* untuk mendapatkan waktu *setup* selama 3 menit dan menerapkan SMED agar meminimalisir waktu *set up* kurang dari 10 menit (Kusar,

et al., 2010). Berdasarkan kondisi keuangannya maka PT Wangsa Jatra Lestari lebih baik menerapkan metode SMED untuk mereduksi waktu *setup* pada tiap mesinnya. Pada Gambar 6,11 merupakan langkah – langkah yang dapat ditempuh untuk menerapkan SMED pada perusahaan.



Gambar 6. 11 *Framework* Penerapan SMED
Sumber : (Kusar, et al., 2010)

Waktu *setup* juga merupakan salah satu bentuk *waste* sehingga perlu dieliminasi karena tidak mendatangkan *value added* bagi *customer* (Indrawati, et al., 2017). Berikut merupakan penjelasan langkah – langkah penerapan SMED pada PT Wangsa Jatra Lestari :

1. *Step 1 : Selection Of Machine*

Untuk mereduksi waktu *set up* perusahaan harus menentukan mesin yang memiliki waktu *setup* paling lama sehingga dapat mempengaruhi proses produksi secara signifikan apabila dilakukan reduksi waktu *setup.* Sebagai contoh pada perbaikan ini akan dipilih mesin cetak untuk dilakukan reduksi waktu *setup.*

2. *Step 2 : Definition of Target Setup Time*

Untuk mereduksi waktu *setup* dibutuhkan target waktu yang dapat direduksi agar menjadi indikator keberhasilan penerapan SMED. Misalkan akan dilakukan reduksi waktu *setup* dengan target pengurangan waktu sebesar 25%.

3. *Step 3 : Selection Of Team Members*

Untuk menerapkan SMED dibutuhkan tim yang berisi orang – orang yang berkompeten dalam mengoperasikan mesin dan perbaikan mesin. Tim yang dibentuk terdiri dari seorang *Team Leader* yang bertugas memimpin penerapan SMED di perusahaan, seorang *Team Moderator* yang terdiri dari beberapa orang dan bertugas untuk memimpin menjalankan serangkaian SMED dari *step 4* hingga *step 7.* Selanjutnya adalah anggota lain yang terdiri dari seorang *setup operator* untuk berkaitan langsung dengan perbaikan proses *setup,* seorang *protocol writer* yang bertugas membuat pencatatan elemen *setup* pada mesin, seorang *time recorder operator* yang melakukan pencatatan waktu *setup* pada tiap elemennya, seorang *photographer* yang bertugas untuk membuat dokumentasi pelaksanaan SMED dan anggota tim untuk menggambar diagram yang dibuat dari *setup operator.*

4. *Step 4 : Documenting Elements of Machine Setup Using The Existing Procedure.*

Pada tahap ini akan dilakukan pencatatan terhadap waktu proses dari tiap elemen *setup* pada mesin cetak sehingga dapat dianalisis lebih lanjut untuk menerapkan SMED. Pencatatan waktu *setup* dapat dilakukan dengan menggunakan *monitoring paper* yang dapat ditunjukkan pada Tabel 6.8.

Tabel 6. 8 *Monitoring Paper* SOP *Set Up* Mesin Cetak

Monitoring Paper												
No.	***Elemen Setup***	***Individual Time***		***Cum Time***	***Histogram Of Individual Times (min)***							
		Sec	***min***	***min***	5	10	15	20	25	.....	60	
1	Menghidupkan mesin	310	5,167	5,0								
2	Mengatur diagram tinta pada CPC	602	10,03	15,0								
3	Memastikan *feeder* bebas dari kertas	29	0,483	15,5								
4	Penyetelan pada *feeder* dan *delivery* sesuai kertas	860	14,33	29,9								
5	Penyetelan *impression*	317	5,283	35,1								
6	Mempersiapkan *plate*	60	1	36,1								
7	Pemasangan *plate*	854	14,23	50,4								
8	Menyiapkan kertas	122	2,033	52,4								
9	Pengtrukan kertas	120	2	54,4								
10	Pemasangan kertas pada *feeder*	947	15,78	70,2								
11	Penyetelan anleg	279	4,65	74,8								
12	Mengisi tinta	1188	19,8	94,6								
13	Mengisi dan mengontrol *powder*	625	10,42	105,1								
14	Mengisi dan mengontrol bak air	906	15,1	120,2								
15	Mengukur Ph Air	598	9,967	130,1								
16	Cetak Coba-coba	3600	60	190,1								

Beberapa langkah tersebut merupakan tahap awal dalam melakukan SMED, selanjutnya akan dilakukan analisis terhadap elemen dan waktu *setup* yang terbagi menjadi beberapa tahap menurut Shingo (1985) yaitu :

1. *Stage 1 : Separate Internal and External Activities*

Pada Tabel 6.8 telah dilakukan analisis dan pencatatan pada tiap elemen pada proses *setup* mesin cetak di PT Wangsa Jatra Lestari. Selanjutnya akan dilakukan pembagian antara elemen yang dilakukan secara internal atau eksternal dari mesin. Tabel 6.9 merupakan pembagian aktivitas internal dan eksternal pada *setup* mesin cetak.

Tabel 6. 9 Pembagian Aktivitas Internal dan Eksternal Proses *Setup Mesin Cetak*

Element Number	***Elemen Setup***	***Individual Time***		***Cumm Time***	**Internal**	**Eksternal**
		Sec	***min***	***min***		
1	Menghidupkan mesin	310	5,167	5,0	v	
2	Mengatur diagram tinta pada CPC	602	10,03	15,0	v	
3	Memastikan *feeder* bebas dari kertas	29	0,483	15,5	v	
4	Penyetelan pada *feeder* dan *delivery* sesuai kertas	860	14,33	29,9	v	
5	Penyetelan *impression*	317	5,283	35,1	v	
6	Mempersiapkan *plate*	60	1	36,1		v
7	Pemasangan *plate*	854	14,23	50,4	v	
8	Menyiapkan kertas	122	2,033	52,4		v
9	Pengtrukan kertas	120	2	54,4	v	
10	Pemasangan kertas pada *feeder*	947	15,78	70,2	v	
11	Penyetelan anleg	279	4,65	74,8	v	
12	Mengisi tinta	1188	19,8	94,6	v	
13	Mengisi dan mengontrol *powder*	625	10,42	105,1	v	
14	Mengisi dan mengontrol bak air	906	15,1	120,2	v	
15	Mengukur Ph Air	598	9,967	130,1	v	
16	Cetak Coba-coba	3600	60	190,1	v	

Pada Tabel 6.9 dapat dilihat terdapat elemen *set up* yang dilakukan secara internal dan eksternal, contoh elemen yang dilakukan eksternal adalah pada proses mempersiapkan *plate* atau plat cetak dan menyiapkan kertas untuk dicetak. Kedua proses tersebut dapat dilakukan diluar proses utama sehingga tidak mempengaruhi waktu utama dalam *set up.*

2. *Stage 2 : Convert Internal Setup Activities Into External Activities*

Pada tahap ini akan dilakukan konversi aktivitas yang awalnya merupakan aktivitas internal menjadi aktivitas eksternal dengan menganalisis proses *setup* yang dapat dilakukan secara paralel diluar mesin. Pada Tabel 6.10 merupakan hasil konversi aktivitas *setup* mesin cetak pada PT Wangsa Jatra Lestari.

Tabel 6. 10 Konversi Aktivitas Internal dan Eksternal Proses *Setup* Mesin Cetak

Element Number	***Elemen Setup***	***Individual Time***		***Cumm Time***	**Internal**	**Eksternal**
		Sec	***min***	***min***		
1	Menghidupkan mesin	310	5,167	5,0	v	
2	Mengatur diagram tinta pada CPC	602	10,03	15,0		v
3	Memastikan *feeder* bebas dari kertas	29	0,483	15,5		v
4	Penyetelan pada *feeder* dan *delivery* sesuai kertas	860	14,33	29,9	v	
5	Penyetelan *impression*	317	5,283	35,1	v	
6	Mempersiapkan *plate*	60	1	36,1		v
7	Pemasangan *plate*	854	14,23	50,4	v	
8	Menyiapkan kertas	122	2,033	52,4		v
9	Pengtrukan kertas	120	2	54,4		v
10	Pemasangan kertas pada *feeder*	947	15,78	70,2	v	
11	Penyetelan anleg	279	4,65	74,8	v	
12	Mengisi tinta	1188	19,8	94,6	v	
13	Mengisi dan mengontrol *powder*	625	10,42	105,1	v	
14	Mengisi dan mengontrol bak air	906	15,1	120,2		v
15	Mengukur Ph Air	598	9,967	130,1	v	
16	Cetak Coba-coba	3600	60	190,1	v	

3. *Stage 3 : Streamlining All Aspects Of the Setup Operation*

Pada tahap ini Chivatxaranukul (2019) mempersingkat pengaturan *setup* internal dan eksternal. Setelah mengubah kegiatan internal menjadi kegiatan eksternal, adanya SMED juga dapat memperpendek waktu kegiatan sehingga dapat dilakukan analisis lebih lanjut terhadap tiap elemen proses *setup.* Tidak semua aktivitas internal dapat diubah menjadi eksternal melainkan dapat diperbaiki sedemikian rupa sehingga dapat mereduksi waktu *setup*. Salah satu upaya mempersingkat waktu adalah dengan menjadikan beberapa aktivitas menjadi paralel. Namun upaya ini membutuhkan adanya penambahan *operator* agar dapat mempersingkat waktu *setup*. Pada Tabel 6.11 berikut merupakan hasil perbaikan

waktu *setup* setelah melalui beberapa tahap di dalam SMED yang diterapkan pada mesin cetak PT Wangsa Jatra Lestari.

Tabel 6. 11 Hasil Perbaikan Proses *Setup* Mesin Cetak

Element Number	***Elemen Setup***	***Before***	***After***
		min	***min***
1	Menghidupkan mesin	5,17	5,17
2	Mengatur diagram tinta pada CPC	10,03	10,03
3	Memastikan *feeder* bebas dari kertas	0,48	0,48
4	Penyetelan pada *feeder* dan *delivery* sesuai kertas	14,33	14,33
5	Penyetelan *impression*	5,28	14,33
6	Mempersiapkan *plate*	1,00	1,00
7	Pemasangan *plate*	14,23	14,23
8	Menyiapkan kertas	2,03	2,03
9	Pengtrukan kertas	2,00	2,00
10	Pemasangan kertas pada *feeder*	15,78	15,78
11	Penyetelan anleg	4,65	4,65
12	Mengisi tinta	19,80	19,80
13	Mengisi dan mengontrol *powder*	10,42	10,42
14	Mengisi dan mengontrol bak air	15,10	15,10
15	Mengukur Ph Air	9,97	9,97
16	Cetak coba-coba	60,00	60,00
Sum of Non parallel internal activities		**190,28**	**142,93**

= Aktivitas Eksternal
= Aktivitas Internal
= Aktivitas Paralel

Pada Tabel 6.11 dapat dilihat terdapat satu proses yang dapat dikerjakan secara paralel yaitu proses pemasangan kertas pada *feeder*, proses ini dapat dijalankan bersamaan dengan proses lainnya namun membutuhkan beberapa pertimbangan dalam melaksanakannya, salah satu pertimbangannya yaitu adanya penambahan *operator* atau perubahan urutan pada proses *set up* agar tetap dapat dilaksanakan secara efisien. Dengan melakukan SMED pada mesin cetak tersebut dapat memperpendek waktu *setup* sebanyak 47,35 atau sebesar 24,88%.

Tabel 6. 12 Analisis 5W+1H dari Alternatif Perbaikan 7

5W+1H	Keterangan
What	Perbaikan Proses *Setup* Untuk Mengurangi Waktu *Setup* Mesin.
Who	Manager Departemen Produksi
	Manager Departemen *Maintenance*
	Pegawai yang terkait dengan mesin langsung
Why	Adanya defect akibat proses *set up* yang terlalu lama
	Adanya penumpukan WIP karena proses *set up* yang telalu lama
When	Pada saat proses produksi
How	Mengadakan *workshop* untuk perbaikan proses *set up*dengan mencari waktu khusus agar tidak mempengaruhi proses produksi yang sedang berlangsung
Kelebihan	Mengurangi risiko terjadinya penumpukan WIP
	Mengurangi risiko terjadinya produk *defect*
	Dapat mempercepat *lead time* produksi
Kekurangan	Membutuhkan bantuan dari pihak – pihak ekspert
	Membutuhkan tambahan waktu khusus untuk melaksanakan *workshop*

Pada Tabel 6.12 dapat dilihat analisis SWOT pada alternatif perbaikan 7 yaitu perbaikan proses *setup,* analisis ini dapat menjadi pertimbangan dalam melaksanakan alternatif perbaikan 7 dari sisi kekuatan, kelemahan, peluang dan ancaman alternatif perbaikan terhadap perusahaan. Beberapa rekomendasi perbaikan yang telah dirancang tersebut telah dapat mengatasi akar permasalahan yang telah dirumuskan sebelumnya sehingga selanjutnya akan dilakukan pemeringkatan alternatif perbaikan dengan menggunakan *lean matrix* 2.

6.2. Penyusuan *Lean Matrix 2*

Berdasarkan data – data yang telah didapatkan sebelumnya meliputi nilai *aggregate cause value* yang dilakukan penyusunan *lean matrix 1* dan penyusunan alternatif perbaikan, maka akan dilakukan penyusunan *lean matrix* 2 untuk menentukan perbaikan paling berpengaruh di dalam perusahaan. Untuk memulai penyusunan *lean matrix 2* dibutuhkan rekapitulasi data rancangan rekomendasi perbaikan yang telah dilakukan. Tabel 6.13 berikut merupakan rekapitulasi alternatif perbaikan yang telah dirancang dan dapat disebut juga sebagai *Waste*

Elimination Action (WEA). Pada tahap selanjutnya akan dilakukan pemetaan *lean matrix 2* untuk menentukan *waste elimination action* terbaik.

Tabel 6. 13 Rekapitulasi *Waste Elimination Action*

WE1	Alternatif Perbaikan
WEA1	Memperbaiki SOP Penerimaan Order
WEA2	Membuat Aturan Penggunaan *Warehouse*
WEA3	Penambahan Relasi Supplier dan Pemilihan Supplier yang berkualitas
WEA4	Perbaikan Strategi Maintenance Menggunakan Total Productive Maintenance
WEA5	Mengadakan Pelatihan Berkala Terhadap Pegawai Untuk Meningkatkan Kinerja
WEA6	Perbaikan Penjadwalan Proses Produksi
WEA7	Perbaikan Proses *Setup* Untuk Mengurangi Waktu Setup Mesin

6.2.1. Penentuan Nilai Degree of Effectiveness of Action

Berikut akan dilakukan penentuan nilai *degree of effectiveness of action* adanya *root source of waste* melalui penilaian berdasarkan tigas aspek nilai meliputi 0 (tidak), 1 (rendah), 3 (sedang), dan 9 (tinggi) (Pujawan & Geraldin, 2009).

Tabel 6. 14 Penentuan Nilai *Degree of Effectiveness of Action*

Root Source of Waste	***Waste Elimination Action***						
	WEA1	**WEA2**	**WEA3**	**WEA4**	**WEA5**	**WEA6**	**WEA7**
S1				9	1		3
S2		3	3				
S3							
S4							9
S6	9	9				1	
S7				3	9		3
S8			9	9			
S9			9				
S10				9			3
S11						9	

Pada Tabel 6.14 dapat dilihat nilai *degree of effectiveness of action* yang menunjukkan pengaruh *root source of waste* apabila *waste elimination action* dilaksanakan menurut penilaian dari perusahaan serta dan telah disesuaikan. Maka dari itu, penelian dari perusahaan sudah merepresentasikan kondisi sebenarnya.

Sebagai contoh *root source of waste* 2 yaitu kurangnya penjagaan kualitas *raw material* dapat diatasi menggunakan *WEA 2* yaitu membuat aturan *warehouse* dan *WEA 3* yaitu pemilihan *supplier* yang berkualitas tetapi pengaruhnya tidak terlalu besar karena memiliki nilai 3 (sedang). Contoh lainnya adalah S*7* yaitu proses *setup* yang sulit dan lama dengan rekomendasinya adalah *WEA 7* yaitu perbaikan proses *setup* menggunakan metode SMED yang menurut (Shingo, 1985) merupakan metode yang tepat untuk perbaikan *lead time* dengan mereduksi waktu *setup* yang lama, maka dari itu hubungan antara *WEA 7* dan S7 adalah 9 yang berarti memiliki keterkaitan tinggi.

6.2.2. Penentuan Nilai Total Effectiveness of Waste Elimination Action

Berikut akan dilakukan penghitungan *Total Effectiveness of Waste Elimination Action (TEm)* dengan menggunakan Persamaan (2.7).

$$TE_m = \sum ACV_i E_{mj} \tag{2.7}$$

Keterangan :

TEm = *Total effectiveness of waste elimination action m*

ACi = *Aggregate Cause i*

Emj = *Degree of effectiveness* tindakan m untuk mengeliminasi *root source of waste* j

Contoh perhtiungan pada TE *waste elimination action* 1 :

$TE_m = \sum ACV_i E_{mj}$

$TE_1 = (755 \text{ x } 0) + (294\ x\ 0) + \cdots + (516\ x\ 0)$

$TE_1 = 15570$

Perhitungan *total effectiveness of waste elimination action* dilakukan pada tiap *waste elimination.* Hasil perhitungan *total effectiveness of waste elimination action* selanjutnya akan dikalikan dengan nilai *effectiveness to difficulty action* agar didapatkan nilai *effectiveness to difficulty ration* yang menjadi nilai untuk melakukan pemeringkatan pada *waste elimination action.* Rekapitulasi perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 6.17.

6.2.3. Penentuan Nilai Effectiveness to Difficulty Action

Menghitung *Degree of Difficulty Performing Action* (Dm) dengan menggunakan tingkat kesulitan implementasi perbaikan sebagai level yang akan dinilai, beberapa level yang digunakan dalam perhitungan ini meliputi 3 (rendah), 4(sedang), dan 5 (tinggi). Pada Tabel 6.15 berikut merupakan *Degree of Difficulty Performing Action* (Dm) yang digunakan sebagai penilaian tingkat kesulitan penerapan alternatif perbaikan pada PT Wangsa Jatra Lestari.

Tabel 6. 15 Parameter *Degree of Difficulty Performing Action* (Dm)

Deskripsi	Parameter Kuantitatif	*Rating*
Tingkat kesulitan penerapan *Waste Elimination Action* mudah	Penerapan *waste elimination action* berada dalam kurun waktu 0-6 bulan	3
	Penerapan *waste elimination action* membutuhkan biaya < Rp. 10.000.000	
Tingkat kesulitan penerapan *Waste Elimination Action* sedang	Penerapan *waste elimination action* berada dalam kurun waktu 6-12 bulan	4
	Penerapan *waste elimination action* membutuhkan biaya Rp. 10.000.000 - Rp. 50.000.000	
Tingkat kesulitan penerapan *Waste Elimination Action* sulit	Penerapan *waste elimination action* berada dalam kurun waktu > 12 bulan	5
	Penerapan *waste elimination action* membutuhkan biaya > Rp. 50.000.000	

Setelah menentukan kriteria nilai *degree of difficulty performing action* selanjut adalah menentukan nilai Dm pada tiap *waste elimination action* yang dapat dilihat pada Tabel 6.16.

Tabel 6. 16 Penentuan Nilai *Degree of Difficulty Performing Action* (Dm)

WEA	Alternatif Perbaikan	Dm
WEA1	Memperbaiki SOP Penerimaan Order	3
WEA2	Membuat Aturan Penggunaan *Warehouse*	5
WEA3	Penambahan Relasi Supplier dan Pemilihan Supplier yang berkualitas	4
WEA4	Perbaikan Strategi Maintenance Menggunakan Total Productive Maintenance	4
WEA5	Mengadakan Pelatihan Berkala Terhadap Pegawai Untuk Meningkatkan Kinerja	4
WEA6	Perbaikan Penjadwalan Proses Produksi	5
WEA7	Perbaikan Proses *Setup* Untuk Mengurangi Waktu Setup Mesin	5

Pada Tabel 6.16 dapat dilihat jika nilai *degree of difficulty performing action* disesuaikan dengan tingkat kesulitan penerapan alternatif perbaikan, beberapa alternatif perbaikan yang tergolong rendah adalah memperbaiki SOP penerimaan order. Memberbaiki SOP Penerimaan Order dikategorikan mudah berdasarkan waktu dan biaya yang dibutuhkan. Menurut pihak perusahaan, perusahaan memang ingin menerapkan rekomendasi tersebut dalam waktu dekat agar *order* yang diterima dapat lebih teratur dan tidak merugikan bagi perusahaan. Contoh alternatif perbaikan yang dikategorikan sulit adalah membuat aturan penggunaan *warehouse* karena menurut pihak perusahaan, alternatif perbaikan tersebut memerlukan biaya besar untuk mempersiapkan rak yang standar bagi produk jadi dan *raw material*, sedangkan saat ini keuangan perusahaan sedang dalam kondisi yang tidak baik.

6.2.4. Penentuan Nilai Effectiveness to Difficulty Ration

Penentuan *Effectiveness to Difficulty Ration* (ETDm) dengan menggunakan Persamaan (2.8) setelah itu dapat membuat pemetaan *Lean Matrix 2* dan menentukan alternatif perbaikan terpilih berdasarkan *Rank of Action Priority.*

$$ETD_m = \frac{TEm}{Dm} \tag{2.8}$$

Contoh perhitungan pada *waste elimination action 1 :*

$$ETD_m = \frac{TEm}{Dm}$$

$$ETD_1 = \frac{15570}{3}$$

$$ETD_1 = 5190$$

Penentuan nilai *effectiveness to difficulty ration* dilakukan pada setiap *waste elimination action.* Setelah seluruh komponen dari *lean matrix 2* telah ditentukkan mulai dari *degree of effectiveness of action, total effectiveness of waste elimination action, degree of difficulty performing action* maka dapat dilakukan pembuatan *lean matrix 1* secara lengkap yang dapat dilihat pada Tabel 6.17.

Tabel 6. 17 Pemetaan *Lean Matrix 2*

Waste Type	***Root Source of Waste***	***Waste Elimination Action***							***Aggregate Cause i***
		WEA1	***WEA2***	***WEA3***	***WEA4***	***WEA5***	***WEA6***	***WEA7***	
Waiting, Inventory, & Defect	**S1**				9	3		1	755
	S2		3	3					294
	S3								244
	S4					9			120
	S6	9	9				1		1730
	S7				3	3		9	1770
	S8			9	9				68
	S9			9					195
	S10				9	3			170
	S11						9		516
Total Effectiveness of Waste Elimination Action m (TEm)		15570	16452	3249	14247	9165	6374	16685	
Degree of difficulty performing action m (Dm)		3	5	4	4	5	5	4	
Effectiveness in difficulty ration (ETDm)		5190	3290,4	812,25	3561,75	1833	1274,8	4171,25	
Rank of action priority		1	4	7	3	5	6	2	

6.2.5. Penentuan Rekomendasi Perbaikan Terpilih

Berdasarkan *lean matrix 2* dapat dilihat jika alternatif perbaikan / *waste elimination action* terbaik adalah WEA 1, yaitu membuat perbaikan pada prosedur penerimaan *order*. Menurut perusahaan perbaikan ini merupakan perbaikan terbaik untuk mengatasi masalah utama dari perusahaan mengenai penerimaan *order* yang berkaitan dengan penumpukan *finished goods* di *warehouse*. Selama ini PT Wangsa Jatra Lestari dalam menerima *order* tidak melakukan kesepakatan dengan *customer* mengenai tanggal pengiriman yang mutlak dan tidak dapat diganti, akibatnya *customer* sering mempermainkan tanggal pengiriman yang diinginkan sehingga mengacaukan penjadwalan perusahaan serta mengakibatkan penumpukan *finished goods* di *warehouse* apabila tanggal pengiriman minta diundur. Apabila terjadi penumpukan *finished goods* di *warehouse* akan terjadi *waste* berupa *inventory* dan arus kas perusahaan menjadi tidak stabil karena belum dapat melakukan penagihan ke *customer.* Arus kas perusahaan yang tidak stabil berisiko menyebabkan kendala pada proses produksi yang berujung pada adanya keterlambatan pengiriman pada produk lain. Maka dari itu perlu dilakukan perubahan SOP penerimaan *order* sebagaimana pada *waste elimination action 1* agar arus kas perusahaan menjadi stabil dan proses produksi juga semakin lancar sehingga risiko keterlamatan pengiriman produk dapat diminimalisir.

Alternatif perbaikan terbaik yang selanjutnya adalah WEA 7 yaitu perbaikan proses *set up* untuk mengurangi waktu *set up* mesin. Proses *set up* pada PT Wangsa Jatra Lestari dapat menimbulkan *waste* lainnya seperti produk *defect* karena harus menggunakan *raw material* untuk diuji coba, selain itu panjang proses *set up* juga mempengaruhi adanya *waiting* pada proses selanjutnya dan menimbulkan *inventory* berupa WIP. Rekomendasi perbaikan yang diusulkan adalah dengan menerapkan *single minutes exchange dies* agar proses *set up* dapat berlangsung lebih cepat. Semakin cepat proses *set up* maka *availabily* mesin juga akan meningkat dan mengurangi *non added value activity* sehingga dapat meminimalisir adanya risiko keterlambatan pengiriman produk.

Alternatif perbaikan terbaik selanjutnya adalah WEA 4 yaitu menerapkan *Total Productive Maintenance* (TPM) sebagai strategi mengurangi waktu *breakdown* dan meningkatkan performa mesin. Penerapan TPM yang dimaksud

meliputi penerapan 5S, *Planned Maintenance*, *Autonomous Maintenance*, dan Kaizen. Dengan menerapkan itu harapannya perusahaaan dapat meningkatkan performa dari mesin dan kinerja pegawainya agar dapat memenuhi *value* yang diinginkan *customer* dengan maksimal termasuk pengiriman yang tepat waktu.

Berdasarkan beberapa alternatif perbaikan / *waste elimination action* tersebut lalu diajukan pada pihak perusahaan dengan mengajak berdiskusi bersama. Hasil dari diskusi bersama perusahaan apabila ketiga *waste elimination action* diimplementasikan hasilnya kurang lebih akan menjadi seperti pada Tabel 6.18

Tabel 6. 18 Perbandingan Hasil Perbaikan Dengan Kondisi Eksisting

Proses	**Kondisi Eksisting Perusahaan**	**Kondisi Setelah Implementasi**	**Selisih Perbaikan**
Presentase pengiriman produk	59%	100%	41%
Lama waktu set up pada mesin cetak	190 menit	142 menit	48 menit
Jumlah Produk *Defect (rata - rata)* per bulan	219.630	175.704	43.926
Value Adding Activity	9%	44%	35%
Non Value Adding Activity	87%	38%	49%
Value Adding Activity but Necessary	4%	19%	15%

Pada Tabel 6.18 tersebut dapat dilihat beberapa pengaruh dari implementasi *waste elimination action* terbaik yang telah ditentukan menggunakan *lean matrix 2.* Perbaikan prosedur penerimaan *order* dapat membuat presentase pengiriman produk menjadi 100% karena perusahaan menerapkan pengiriman sesuai dengan kesepakatan di awal, sehingga *customer* tidak dapat mengundur waktu pengiriman. Perbaikan SOP penerimaan order juga menyebabkan perusahaan harus berkomitmen agar tepat waktu dalam melakukan proses produksinya agar dapat menjaga integritas dari perusahaan. Selanjutnya adalah penerapan perbaikan waktu proses *set up* menggunakan SMED yang dapat mengurangi waktu *set up* mesin cetak sebesar 48 menit sehingga *availability* mesin cetak meningkat. Penerapan *Total Productive Maintenance* juga berpengaruh terhadap tingkat *availability* pada mesin karena perusahaan telah menerapkan

prosedur *maintenance* yang teratur sehingga waktu *breakdown* dapat berkurang. Apabila waktu *breakdown* berkurang maka jumlah produk *defect* juga ikut berkurang hingga 1% dari total *defect* sebelumnya karena mesin beroperasi lebih baik. Penerapan TPM yang salah satunya penerapan 5S dan *kaizen* juga berhasil menghilangkan *non value adding activity* serta menurunkan waktu produk WIP yang mengantri. Aktivitas yang dihilangkan yaitu pada proses pencarian plat saat akan melakukan proses cetak plat karena pengaturan material yang disusun lebih rapi sehingga mengeliminasi adanya gerakan mencari. Jumlah aktivitas *value adding activity* meningkat menjadi 44%, sedangkan aktivitas *necessary but non value adding* tidak dapat dihilangkan karena proses *storage* merupakan sebuah kebutuhan di dalam proses produksi kardus kemasan serta proses transportasi yang merupakan kebutuhan untuk *material handling*. Karena tidak dapat dihilangkan maka yang dapat dilakukan adalah dengan mereduksi waktu NNVA dengan melakukan perbaikan-perbaikan pada proses produksi seperti perbaikan waktu *setup* dan penerapan TPM agar dapat meminimalisir waktu produk menjadi WIP.

Beberapa alternatif perbaikan terpilih menurut perusahaan sudah merupakan alternatif perbaikan yang paling memungkinkan untuk diterapkan dalam waktu dekat. Alternatif perbaikan terpilih juga merupakan solusi terbaik untuk meminimalisir adanya keterlambatan pengiriman produk yang terjadi di PT Wangsa Jatra Lestari, sehingga harapan kedepannya adalah pandangan *customer* terhadap perusahaan menjadi semakin baik dan mendatangkan *customer* lainnya. Apabila perusahaan dapat memenuhi *value* yang diinginkan oleh *customer* secara maksimal, maka perusahaan dapat peluang besar untuk memenangkan persaingan di pasar dalam industri percetakan dan dapat meningkatkan jumlah *order* sehingga profit yang didapatkan menjadi semakin maksimal.

BAB 7
KESIMPULAN DAN SARAN

Bab 7 ini berisi kesimpulan dari penelitian Tugas Akhir yang telah dilakukan dan pemberian saran untuk perusahaan serta untuk kepentingan penelitian selanjutnya.

7.1. Kesimpulan

Berikut merupakan kesimpulan yang didapatkan setelah melakukan penelitian Tugas Akhir yang dilakukan di PT Wangsa Jatra Lestari :

1. Proses produksi kardus kemasan terdiri dari 3 tahapan yaitu tahap pra cetak, tahap cetak, dan tahap *finishing.* Tahap pra cetak terdiri dari proses desain produk dan proses pencetakan plat cetak. Proses cetak memiliki banyak *value* yang diinginkan oleh *customer* yaitu meliputi kesesuaian desain, warna, dan ukuran produk. Proses *finishing* merupakan proses penyempurna dari produksi kardus kemasan yang terdiri dari proses laminasi, proses *punch,* proses *hot stamping,* dan proses *packaging.* Berdasarkan *operation process chart* didapatkan beberapa indikasi terjadinya *bottleneck* yaitu pada proses *laminating* karena memiliki waktu produksi yang lebih lama dibanding proses sebelumnya. Berdarakan *value stream mapping* proses yang memiliki *availability* paling kecil adalah proses cetak, yaitu sebesar 74% dikarenakan waktu proses *set up* dan *down time* yang lama. Pada *Process Activity Mapping* didapatkan 69% aktivitas *operation,* 7% aktivitas *inspection,* 17% aktivitas *transportation,* dan 5% aktivitas *storage.* Sehingga apabila dibagi menjadi 3 aktivitas utama meliputi *value adding* sebesar 44%, *non value adding* sebesar 38%, dan *necessary but non value adding* sebesar 19%.
2. Identifikasi *Waste* dimulai dengan melakukan penelitian langsung di lapangan dan wawancara bersama dengan pihak ekspert perusahaan. *Waste* diidentifikasikan menjadi 7 jenis *waste* dan melakukan *root cause analysis*, selanjutnya *waste* dan *root source of waste* diproses dengan menggunakan metode *lean assessment matrix* dan *waste* kritis didapatkan dengan

menggunakan *lean matrix 1*. *Waste* kritis terdiri dari adanya *Finished goods* yang menunggu terlalu lama di gudang (*waiting),* adanya penumpukan WIP yang memakan tempat di lantai produksi *(inventory),* dan terdapat *defect* berupa hasil cetakan yang rusak pada mesin cetak *(defect).*

3. *Waste* kritis yang telah ditentukkan memiliki 10 akar permasalahan yang meliputi kurangnya pemeriksaan keadaan awal mesin, kurang penjagaan kualitas *raw material*, inspeksi *raw material* yang kurang baik, adanya *human error* / kelalaian *operator,* Tidak adanya ketentuan peminjaman *warehouse* bagi *customer,* kesulitan dalam proses *set up, supplier* mengalami kehabisan *stock,* penjadwalan *maintenance* yang kurang sesuai, dan penjadwalan proses produksi yang kurang sesuai.
4. Berdasarkan rancangan alternatif perbaikan dan hasil dari *lean assessment matrix* pihak perusahaan menentukan beberapa alternatif perbaikan yang dapat diimplementasikan di PT Wangsa Jatra Lestari yaitu meliputi perbaikan prosedur penerimaan *order,* penerapan SMED untuk perbaikan proses *set up,* dan penerapan *Total Productive Maintenance* untuk memperbaiki kinerja mesin dan budaya kerja pegawai. Ketiga alternatif perbaikan tersebut dapat mengurangi risiko adanya katerlambatan pengiriman produk.

7.2. Saran

Berikut merupakan saran untuk perusahaan dan kepentingan penelitian selanjutnya :

7.2.1. Saran Bagi Perusahaan :

1. Perusahaan perlu terbuka terhadap kemajuan ilmu pengetahuan terutama di bidang industri dengan melakukan *open recruitment* untuk pegawai dengan usia muda dan terpelajar, karena saat ini perusahaan sudah tidak bisa hanya dengan mengandalkan pengalaman pegawai senior dan budaya perusahaan yang sudah tidak sesuai dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi.
2. Perusahaan perlu untuk lebih tegas terhadap *customer* untuk menunjukkan jika perusahaan memiliki integritas yang tinggi, jika tidak maka *customer* akan sering mempermainkan perusahaan saat melakukan *order* yang menimbulkan kerugian bagi perusahaan itu sendiri.

3. Perusahaan perlu mengkaji ulang struktur Organisasi perusahaan, karena tidak adanya Departemen atau Divisi yang khusus menangani masalah kualitas mulai dari penerimaan *raw material*, hingga produk *finished goods.*
4. Perusahaan perlu memperbaiki sistem pencatatan pada tiap aktivitasnya mulai dari pencatatan waktu mesin, pencatatan jadwal *maintenance* dan lain sebagainya untuk keperluan evaluasi dan perbaikan sistem produksi yang berjalan di Perusahaan.

7.2.2. Saran Bagi Penelitian Selanjutnya :

1. Penelitian selanjutnya dapat melakukan penerapan alternatif perbaikan yang telah dirancang untuk mengetahui hasil penerapan alternatif perbaikan secara nyata menggunakan data-data yang sesuai dengan kebutuhan tiap alternatif perbaikan. Harapannya agar dapat mengetahui dampak perbaikan terhadap ketepatan pengiriman produk.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

.

DAFTAR PUSTAKA

Alfiansyah, R. & Kurniati, N., 2018. Identifikasi Waste Dengan Metode Waste Assessment Model Dalam Penerapan Lean Manufacturing Untuk Perbaikan Proses Produksi (Studi Kasus Pada Proses Produksi Sarung Tangan). *Jurnal Teknik ITS*, 7(1), pp. F165-F170.

Apriyanti, M., 2018. Pentingnya Kemasan Terhadap Penjualan Produk Perusahaan. *Sosio ekons,* Volume 10, p. 20.

A., Sandy, I. A. & Fathurahman, H., 2013. Penggunaan Metode Analytic Network Process (ANP) dalam pemilihan Supplier Bahan Baku Kertas pada PT Mangle Panglipur. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri,* 2(1), pp. 32-39.

Azwir, H. H. & Pasaribu, E. B., 2017. Pemilihan Supplier Menggunakan Metode Analytic Network Process Di PT UTPE. *Jurnal Teknik Industri,* 18(02), pp. 103-112.

Cenadi, C. S., 2000. Peranan Desain Kemasan Dalam Dunia Pemasaran. *Nirmana*, 2(2), pp. 92-103.

Chivatxaranukul, K., 2019. *The Application of Lean Manufacturing to Reduce Setup Time of a Printing Process.* Bangkok, Proceeding of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management.

Deshkar, A., Kamle, S. & Korde, V., 2018. Design and evaluation of a Lean Manufacturing framework using Value Stream Mapping (VSM) for a plastic bag manufacturing unit. *Materials Today: Proceedings*, 5(2), pp. 7668-7677.

Dhillon, B. S., 2006. *Maintainability, Maintenance, and Reliability for Engineers.* 2 penyunt. London: Taylor & Francis Group, LLC.

Doggett, M., 2006. Root Cause Analysis : A Framework for Tool Selection. *Quality Management Journal,* Volume 12, pp. 36-45.

Dzikrillah, N., Purba, H. H., Suwazan, D. & Wahjoedi, N., 2016. Pengendalian Persediaan Melalui Penentuan Produk Strategi. *Sosio E-Kons,* Volume 8, pp. 169-174.

Groover, M. P., 2010. *Fundamentals of Modern Manufacturing : Materials, Process, and Systems 4th Edition.* New York: John Wiley & Sons. Inc..

Hines, P. & Rich, N., 1997. The seven value stream mapping tools. *International Journal of Operations & Production Management,* Volume 17, pp. 46-64.

Hines, P. & Taylor, D., 2000. *Going Lean.* Cardiff: LEan Enterprise Research Centre Cardiff Business School.

Indrawati, S., Pratiwi, M. E., S. & Azzam, A., 2017. *The Effectiveness of Single Minute Exchange of Dies for Lean Changeover Process in Printing Industry.* s.l., MATEC Web of Conferences.

Karningsih, P. D., Pangesti, A. T. & Suef, M., 2019. *Lean Assessment Matrix : A Proposed Supporting Tool for Lean Manufacturing Implementation.* s.l., s.n.

Kementerian Perdagangan Republik Indonesia, 2016. *Kemasan Sebagai Daya Saing Produk.* Jakarta: Kementerian Perdagangan Republik Indonesia.

Kho, B., 2018. *Sistem Produksi Menurut Aliran Proses Produksi.* [Online] Available at: https://ilmumanajemenindustri.com/sistem-produksi-menurut-aliran-proses-produksi/
[Diakses 17 Februari 2020].

Khurotin, N. & Afrianty, T. W., 2018. Analisis Pelatihan dan Pengembangan Sumber Daya Manusia di PT Beon Intermedia Cabang Malang. *Jurnal Administrasi Bisnis,* 64(1), pp. 195-203.

Kusar, J., Berlec, T., Zefran, F. & Starbek, M., 2010. Reduction of Machine Setup Time. *Journal of Mechanical Engineering,* 56(12), pp. 833-845.

Liker, J. K., 2004. *The Toyota Way : 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer.* New York: McGraw-Hill.

Marco, S., 2014. Practical Job Shop Scheduling. *Annals of Operations Research,* pp. 161-177.

Martins, M. et al., 2018. A Practical Study of the Application of SMED to Electron-beam Machining in Automotive Industry. *Procedia Manufacturing,* Volume 17, pp. 647-654.

Mohanraj, R. & Sakthivel, M., 2011. QFD Integrated Value Stream Mapping : An Enabler of Lean Manufacturing. *International Journal Productivity and Quality Management,* 7(4), pp. 501-522.

P.Masuti & U.Dabade, 2019. Lean manufacturing implementation using value stream mapping at excavator manufacturing company. *Materials Today : Proceedings,* pp. 1-5.

Pascal, D., 2015. *Lean Production Simplified 3th Edition.* London: CRC Press.

Pujawan, N. & Geraldin, L., 2009. House of risk : A model for proactive supply chain risk management. *Business Process Management Journal,* pp. 953-966.

Rawabdeh, I., 2005. A model for the assessment of waste in job shop environments. *International Journal of Operations & Production Management,* Volume 25, pp. 800-822.

Rawabdeh, I. A., 2011. Waste Elimination Using Quality Function Deployment. *International Journal Services and Operations Management,* 10(2), pp. 216-238.

Roy, A., 2017. *Industrial Packaging Market.* [Online] Available at: https://www.alliedmarketresearch.com/industrial-packaging-market

Rudyanto, A. & Arifin, M., 2010. *Penerapan Metode Earliest Due Date Pada Penjadwalan Produksi Paving Pada CV Eko Joyo.* Yogyakarta, Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi.

Samat, H. A. & Basri, E. I., 2013. Preventive Maintenance Checklist towards Effective Maintenance System : A Case Study in Semiconductor Industry. *Advanced Materials Research,* Volume 748, pp. 1208-1211.

Serrat, O., 2010. *The Five Whys Technique.* Washingon DC: Asian Development Bank.

Shingo, S., 1985. *A Revolution in Manufacturing : The SMED System.* 1 penyunt. Cambridge: Productivity, Inc.

Singh, R., Gohil, A. M., Shah, D. B. & Desai, S., 2012. *Total Productive Maintenance (TPM) Implementation in a Machine Shop : A Case Study.* Ahmedabad, Procedia Engineering.

Suma, M. I., 2019. *Masa Depan Industri Kemasan Berbasis Kertas.* [Online] Available at: https://www.qureta.com/post/masa-depan-industri-kemasan-berbasis-kertas

Velaga, P., 2007. *Various Approaches to Production Scheduling in Job Shops.* [Online]
Available at: http://www.optisol.biz/job_shop_scheduling.html [Diakses 3 Juni 2020].

Venkatesh, 2007. *An Introduction to Total Productive Maintenance (TPM).* [Online]
Available at: http://www.plant-maintenance.com/articles/tpm_intro.shtml [Diakses 27 May 2020].

Watres, D., 2003. *Inventory Control and Management.* 2 penyunt. Cichester: John Wiley & Sons Ltd.

Wignjosoebroto, S., 1995. *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu : Teknik Analisis untuk Peningkatan Produktivitas Kerja.* Surabaya: Prima Printing.

LAMPIRAN

Lampiran 1 : Data Pencatatan Waktu Tiap Proses

Proses Cetak								
No	*Setup Time*			*Production Time* (Bersih)				
	Waktu (jam)	Waktu (Menit)	Waktu (Detik)	Waktu (Jam)	Waktu (Menit)	Waktu (Detik)	*Output*	*Cycle Time* (s)
1	3	180	10800	2,5	150	9000	9000	1,00
2	3,5	210	12600	2,5	150	9000	8500	1,06
3	1,5	90	5400	1,5	90	5400	6700	0,81
4	8	480	28800	19,5	1170	70200	35500	1,98
5	4,2	250	15000	2	120	7200	12000	0,60
6	3,7	220	13200	5	300	18000	26000	0,69
7	3,8	230	13800	6,5	390	23400	31000	0,75
8	2,5	150	9000	2,5	150	9000	8600	1,05
9	2,5	150	9000	6,5	390	23400	22500	1,04
10	4,2	250	15000	6,5	390	23400	18250	1,28
11	3	180	10800	7,5	450	27000	32000	0,84
12	4	240	14400	6	360	21600	33700	0,64
13	4	240	14400	0,5	30	1800	2500	0,72
14	1,5	90	5400	3	180	10800	10000	1,08

Proses *Laminating*								
No	*Setup Time*			*Production Time* (Bersih)				
	Waktu (jam)	Waktu (Menit)	Waktu (Detik)	Waktu (Jam)	Waktu (Menit)	Waktu (Detik)	*Output*	*Cycle Time* (s)
1	1	60	3600	6	360	21600	11000	1,96
2	2	120	7200	4	240	14400	6950	2,07
3	2,5	150	9000	5,5	330	19800	10050	1,97
4	1,5	90	5400	8	480	28800	14500	1,99
5	1,5	90	5400	8	480	28800	14500	1,99
6	1	60	3600	3	180	10800	8400	1,29
7	1,5	90	5400	8	480	28800	14000	2,06
8	0,5	30	1800	3,5	210	12600	12200	1,03
9	1,5	90	5400	4	240	14400	14500	0,99
10	1,5	90	5400	5,5	330	19800	12300	1,61
11	1	60	3600	6,5	390	23400	12400	1,89
12	1,5	90	5400	18	1080	64800	15000	4,32
13	1,5	90	5400	8	480	28800	15000	1,92
14	1	60	3600	4	240	14400	11250	1,28

Proses *Laminating*								
No	***Setup Time***			***Production Time* (Bersih)**				
	Waktu (jam)	**Waktu (Menit)**	**Waktu (Detik)**	**Waktu (Jam)**	**Waktu (Menit)**	**Waktu (Detik)**	***Output***	***Cycle Time* (s)**
15	1	60	3600	4	240	14400	7000	2,06
16	2,5	150	9000	11,5	690	41400	24000	1,73
17	0,5	30	1800	2	120	7200	9600	0,75
18	2,5	150	9000	11,5	690	41400	24000	1,73
19	0,5	30	1800	3	180	10800	6200	1,74
20	0,5	30	1800	4	240	14400	9150	1,57

Proses *Punch*								
No	***Setup Time***			***Production Time* (Bersih)**				
	Waktu (jam)	**Waktu (Menit)**	**Waktu (Detik)**	**Waktu (Jam)**	**Waktu (Menit)**	**Waktu (Detik)**	***Output***	***Cycle Time* (s)**
1	1	60	3600	1,5	90	5400	3000	1,80
2	0,5	30	1800	9	540	32400	18000	1,80
3	0,5	30	1800	15	900	54000	18000	3,00
4	0,5	30	1800	3,5	210	12600	7600	1,66
5	2	120	7200	8	480	28800	11533	2,50
6	0,5	30	1800	6	360	21600	13650	1,58
7	1	60	3600	2	120	7200	630	11,43
8	1	60	3600	8,5	510	30600	18000	1,70
9	0,5	30	1800	9	540	32400	17653	1,84
10	3,5	210	12600	3,5	210	12600	10000	1,26
11	4	240	14400	7,5	450	27000	22000	1,23
12	4,5	270	16200	8	480	28800	21700	1,33
13	3,5	210	12600	1,5	90	5400	4100	1,32
14	1	60	3600	2	120	7200	6200	1,16
15	2	120	7200	4,5	270	16200	12000	1,35
16	1	60	3600	1,5	90	5400	5300	1,02
17	2,5	150	9000	5,5	330	19800	14000	1,41
18	3	180	10800	0,5	30	1800	18000	0,10
19	1,5	90	5400	8	480	28800	14700	1,96
20	2	120	7200	2,5	150	9000	8000	1,13
21	1	60	3600	1,5	90	5400	7350	0,73

Proses *Hot Stamping*					
No	***Setup Time***			***Production Time* (Bersih)**	
	Waktu (jam)	**Waktu (Menit)**	**Waktu (Detik)**	**Output**	**Cycle Time (s)**
1	0,5	30	1800	1	12,00
2				1	15,00
3				1	17,00
4				1	20,00
5				1	10,00
6				1	9,00
7				1	12,00
8				1	14,00
9				1	11,00
10				1	12,00
11				1	10,00
12				1	11,00
13				1	15,00
14				1	12,00

Proses Cetak Plat

No	*Production Time (Bersih)*	
	Output	*Cycle Time (s)*
1	1	7,00
2	1	7,00
3	1	7,00
4	1	7,00

Lampiran 2 : Kuesioner *Waste Relationship Matrix*

Kuesioner Penentuan Hubungan antar *Waste*

Nama Responden :

Jabatan :

Lama Bekerja :

Deskripsi Singkat :

Di dalam lantai produksi perusahaan terdapat *waste* atau aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah pada produk. Pada saat melakukan identifikasi didapatkan 7 *waste* di dalam perusahaan yang terdiri dari *overproduction, waiting, over inventory, unnecessary transportation, overprocessing, unneeded motion,* dan *defect* pada proses produksi kardus kemasan. Kuesioner ini bertujuan untuk mengetahui hubungan dan bobot pengaruh dari tiap *waste*. Hasil dari kuesioner ini adalah mengetahui *waste* yang paling mempengaruhi dan *waste* memiliki efek besar karena munculnya *waste* lain. Hasil kuesioner akan diolah lebih lanjut untuk keperluan akademik. Maka dari itu, peneliti memohon Bapak untuk mengisi kuesioner ini untuk dapat melancarkan proses penelitian. Atas kerjasama dan kesediaan Bapak dalam mengisi kuesioner, diucapkan terimakasih.

Petunjuk Pengisian :

No	Pertanyaan	Jawaban	Jawab
1	Apakah i mempengaruhi j?	a. Selalu	
		b. Kadang	
		c. Tidak pernah	
2	Bagaimana tipe hubungan antara i dan j?	a. Ketika i meningkat maka j meningkat	
		b. Ketika i meningkat maka j tetap	
		c. Tidak menentu, tergantung kondisi	
3	Dampak j dikarenakan i?	a. Tampak secara langsung dan jelas	
		b. Butuh waktu untuk terlihat	
		c. Tidak terlihat	

Pengisian Kuesioner :

No	Pertanyaan						Pertanyaan					
	O_D	O_W	O_I	O_T	O_M	O_P	I_D	I_O	I_W	I_T	I_M	I_P
1												
2												
3												
No	D_O	D_W	D_I	D_T	D_M	D_P	O_D	O_W	O_I	O_T	O_M	O_P
1												
2												
3												
No	W_D	W_O	W_I	W_T	W_M	W_P	T_D	T_O	T_W	T_I	T_M	T_P
1												
2												
3												
No	M_D	M_O	M_W	M_I	M_T	M_P						
1												
2												
3												

Keterangan :

O = *Overproduction*
D = *Defect*
W = *Waiting*
T = *Unnecessary Transportation*
M = *Unneeded Motion*
P = *Overprocessing*
I = *Over Inventory*

Lampiran 3 : Kuesioner *Lean Matrix* 1

Kuesioner Tingkat *Impact, Occurance,* dan *Severity Waste* pada *Lean Matrix* 1

Nama Responden :

Jabatan :

Lama Bekerja :

Deskripsi Singkat :

Kuesioner ini berdarakan dari penentuan akar permasalahan menggunakan *root cause analysis* yang telah disusun sebelumnya bersama dengan pihak perusahaan melalui hasil pengamatan, dan wawancara. *Waste* kritis yang akan ditentukan berdasarkan tingkat dampak *(impact),* tingkat frekuensi kejadian *(occurence),* dan tingkat keparahan *(severity)* yang telah didiskusikan bersama dengan pihak perusahaan juga. Maka kuesioner ini membutuhkan penilaian dari Bapak terhadap kondisi lantai produksi saat ini, peneliti memohon ketersediaan Bapak untuk mengisi kuesioner ini untuk dapat melancarkan proses penelitian. Atas kerjasama dan kesediaan Bapak dalam mengisi kuesioner diucapkan terimakasih.

Petunjuk dan Pengisian Kuesioner :

a) *Impact Value of Root Source of Waste* (Ij)

Merupakan tingkat dampak dari tiap akar penyebab *waste* terhadap *waste* yang terjadi di dalam perusahaan. Berikut merupakan kriteria penilaian *impact* :

Impact Value of Root Source of Waste	***Rating***
Tidak ada hubungan	0
Memiliki hubungan yang rendah	1
Memiliki hubungan yang sedang	3
Memiliki hubungan yang tinggi	9

Berikut merupakan form untuk pengisian nilai *impact* :

Waste Type	*Waste*	*Root Source Of Waste*														
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15
Defect	W1															
	W2															
	W3															
	W4															
Overproduction	W5															
Waiting	W6															
	W7															
Inventory	W8															
	W9															
	W10															
Transportation	W11															
	W12															
Motion	W13															
Excess Processing	W14															
	W15															

b) *Occurence* (Oj)

Bertujuan untuk mengetahui tingkat frekuensi terjadinya tiap akar penyebab *waste* terhadap tiap *waste* yang terjadi di dalam perusahaan. Berikut merupakan kriteria dan *rating* dari *occurence* :

Occurence	*Probabilitas Kejadian*	*Rating*
Tidak Terjadi	*Terjadi satu kali dalam kurun waktu > 1 th*	*1*
Jarang Terjadi	Terjadi satu kali dalam kurun waktu 1 - 12 bulan	2
	Terjadi satu kali dalam kurun waktu 1 - 6 bulan	3
Kadang Terjadi	Terjadi satu kali dalam kurun waktu 1 - 3 bulan	4
	Terjadi satu kali dalam kurun waktu 1 - 2 bulan	5
	Terjadi satu kali dalam kurun waktu 1 bulan	6
Sering Terjadi	Terjadi satu kali dalam kurun waktu 1 - 2 minggu	7
	Terjadi satu kali dalam kurun waktu 1 minggu	8
	Terjadi satu kali dalam kuru waktu 1 - 3 hari	9
Sangat Sering Terjadi	Terjadi setiap hari	10

Berikut merupakan form untuk pengisian penilaian *occurence level* :

Root Source of Waste	***Deskripsi***	**Occurence Level**
S1	Kurangnya pemeriksaan keadaan awal mesin	
S2	Kurangnya penjagaan kualitas raw material	
S3	Inspeksi kedatangan raw material yang kurang baik	
S4	Adanya *human error* / kelalaian pada operator	
S5	Tidak adanya fasilitas rak dan penutup produk yang baik	
S6	Tidak adanya ketentuan yang menjelaskan tentang peminjaman *warehouse*	
S7	Kesulitan dalam menjalankan proses setup	
S8	Adanya masalah proses administrasi antara perusahaan dengan *supplier*	
S9	*Supplier* mengalami kehabisan stock	
S10	Penjadwalan *maintenance* yang kurang sesuai	
S11	Penjadwalan proses produksi yang kurang sesuai	
S12	Penempatan lantai WIP yang kurang strategis	
S13	Tidak adanya jalur khusus untuk transportasi material	
S14	Tidak adanya rak untuk pembagian plat berdasarkan ukuran	
S15	Tidak dilakukan pemantauan kondisi alat	

c) *Severity*

Bertujuan untuk mengetahui tingkat frekuensi terjadinya tiap akar penyebab *waste* terhadap tiap *waste* yang terjadi di dalam perusahaan. Berikut merupakan kriteria dan *rating* dari *occurence* :

Defect		
Effect	***Severity***	***Rating***
Tidak ada	Tidak mempengaruhi proses produksi	1
Minor	Dapat mempengaruhi proses produksi, namun dapat diabaikan	2
Rendah	Dapat mempengaruhi proses produksi, dan berpotensi mengakibatkan kecacatan produk	3
	Dapat mempengaruhi proses produksi dan mengakibatkan kecacatan pada produk	4
	Dalam satu bulan produksi, terjadi <2% produk *in sheet*	
	Dapat mempengaruhi proses produksi dan mengakibatkan kecacatan pada produk	5

Defect		
Effect	***Severity***	***Rating***
	Dalam satu bulan produksi, terjadi 2%-3% produk *in sheet*	
Sedang	Dapat mempengaruhi proses produksi dan mengakibatkan kecacatan pada produk	6
	Dalam satu bulan produksi, terjadi 3%-5% produk *in sheet*	
	Dapat mempengaruhi proses produksi dan mengakibatkan kecacatan pada produk	7
	Dalam satu bulan produksi, terjadi 5% produk *in sheet*	
Tinggi	Dapat mempengaruhi proses produksi dan mengakibatkan kecacatan pada produk	8
	Dalam satu bulan produksi, terjadi 5%-7% produk *in sheet*	
	Dapat mempengaruhi proses produksi dan mengakibatkan kecacatan pada produk	9
	Dalam satu bulan produksi, terjadi 7%-10% produk *in sheet*	
Sangat Tinggi	Dapat mempengaruhi proses produksi dan mengakibatkan kecacatan pada produk	10
	Dalam satu bulan produksi, terjadi >10% produk *in sheet*	

Waiting		
Effect	***Severity***	***Rating***
Tidak ada	Tidak mempengaruhi proses produksi	1
Minor	Dapat mempengaruhi proses produksi, namun dapat diabaikan	2
Rendah	Dapat mempengaruhi proses produksi, dan berpotensi mengakibatkan keterlambatan produk	3
	Dapat mempengaruhi proses produksi dan menyebabkan keterlambatan <15 menit	4
Sedang	Dapat mempengaruhi proses produksi dan menyebabkan keterlambatan 15-30 menit	5
	Dapat mempengaruhi proses produksi dan menyebabkan keterlambatan 30-60 menit	6
	Dapat mempengaruhi proses produksi dan menyebabkan keterlambatan >60 menit dalam hari yang sama	7
Tinggi	Dapat menghentikan proses produksi selama 1-3 hari	8
	Dapat menghentikan proses produksi selama 3-5 hari	9
Sangat Tinggi	Dapat menghentikan proses produksi selama >5 hari	10

Over Inventory		
Effect	***Severity***	***Rating***
Tidak ada	Tidak mempengaruhi proses produksi dan tidak berpotensi adanya *Over Inventory (Material, WIP, Finished Goods)* di lantai produksi	1
Minor	Tidak mempengaruhi proses produksi dan berpotensi adanya *Over Inventory (Material, WIP, Finished Goods)* di lantai produksi selama 3-6 jam	2
Rendah	Tidak mempengaruhi proses produksi dan berpotensi adanya *Over Inventory (Material, WIP, Finished Goods)* di lantai produksi selama 1 hari	3
	Tidak menyebabkan penurunan kualitas *inventory (Material, WIP, Finished Goods)*	
Sedang	Mempengaruhi proses produksi dan berpotensi adanya *Over Inventory (Material, WIP, Finished Goods)* di lantai produksi selama 6 jam	4
	Tidak menyebabkan penurunan kualitas *inventory (Material, WIP, Finished Goods)*	
	Mempengaruhi proses produksi dan berpotensi adanya *Over Inventory (Material, WIP, Finished Goods)* di lantai produksi selama 1 hari	5
	Tidak menyebabkan penurunan kualitas *inventory (Material, WIP, Finished Goods)*	
	Mempengaruhi proses produksi dan berpotensi adanya *Over Inventory (Material, WIP, Finished Goods)* di lantai produksi selama 1 hari	6
	Menyebabkan penurunan kualitas *inventory (Material, WIP, Finished Goods)*	
	Mempengaruhi proses produksi dan berpotensi adanya *Over Inventory (Material, WIP, Finished Goods)* di lantai produksi selama 1-3 hari	7
	Tidak menyebabkan penurunan kualitas *inventory (Material, WIP, Finished Goods)*	
Tinggi	Mempengaruhi proses produksi dan berpotensi adanya *Over Inventory (Material, WIP, Finished Goods)* di lantai produksi selama 3-5 hari	8
	Menyebabkan penurunan kualitas *inventory (Material, WIP, Finished Goods)*	
	Mempengaruhi proses produksi dan berpotensi adanya *Over Inventory (Material, WIP, Finished Goods)* di lantai produksi selama 5-7 hari	9
Sangat Tinggi	Mempengaruhi proses produksi dan berpotensi adanya *Over Inventory (Material, WIP, Finished Goods)* di lantai produksi selama > 7 hari	10

Overproduction		
Effect	***Severity***	***Rating***
Tidak ada	Tidak mempengaruhi proses produksi	1
Minor	Dapat mempengaruhi proses produksi, namun dapat diabaikan	2
Rendah	Dapat mempengaruhi proses produksi, dan berpotensi mengakibatkan kelebihan produksi	3
	Dapat mempengaruhi proses produksi dan mengakibatkan kelebihan produksi	4
	Dalam satu bulan produksi, terjadi <2% kelebihan produksi	
	Dapat mempengaruhi proses produksi dan mengakibatkan kelebihan produksi	5
	Dalam satu bulan produksi, terjadi 2%-3% kelebihan produksi	
Sedang	Dapat mempengaruhi proses produksi dan mengakibatkan kelebihan produksi	6
	Dalam satu bulan produksi, terjadi 3%-5% kelebihan produksi	
	Dapat mempengaruhi proses produksi dan mengakibatkan kelebihan produksi	7
	Dalam satu bulan produksi, terjadi 5% kelebihan produksi	
Tinggi	Dapat mempengaruhi proses produksi dan mengakibatkan kelebihan produksi	8
	Dalam satu bulan produksi, terjadi 5%-7% kelebihan produksi	
	Dapat mempengaruhi proses produksi dan mengakibatkan kelebihan produksi	9
	Dalam satu bulan produksi, terjadi 7%-10% kelebihan produksi	
Sangat Tinggi	Dapat mempengaruhi proses produksi dan mengakibatkan kelebihan produksi	10
	Dalam satu bulan produksi, terjadi >10% kelebihan produksi	

Overprocessing		
Effect	***Severity***	***Rating***
Tidak ada	Tidak mempengaruhi proses produksi	1
Minor	Dapat mempengaruhi proses produksi, namun dapat diabaikan	2
Rendah	Dapat mempengaruhi proses produksi, dan berpotensi mengakibatkan *Overprocessing* namun tidak menyebabkan keterlambatan produksi	3

Overprocessing		
Effect	***Severity***	***Rating***
	Dapat mempengaruhi proses produksi dan menyebabkan keterlambatan <60 menit	4
Sedang	Dapat mempengaruhi proses produksi dan menyebabkan keterlambatan 60 menit - 120 menit dalam hari yang sama	5
	Dapat mempengaruhi proses produksi dan menyebabkan keterlambatan 1 hari	6
	Dapat mempengaruhi proses produksi dan menyebabkan keterlambatan 1-3 hari	7
Tinggi	Dapat menghentikan proses produksi selama 3-5 hari	8
	Dapat menghentikan proses produksi selama 5-7 hari	9
Sangat Tinggi	Dapat menghentikan proses produksi selama >7 hari	10

Unneeded Motion		
Effect	***Severity***	***Rating***
Tidak ada	Tidak mempengaruhi proses produksi	1
Minor	Dapat mempengaruhi proses produksi, namun dapat diabaikan	2
Rendah	Dapat mempengaruhi proses produksi, dan berpotensi mengakibatkan keterlambatan proses produksi	3
	Dapat mempengaruhi proses produksi dan menyebabkan keterlambatan <15 menit	4
Sedang	Dapat mempengaruhi proses produksi dan menyebabkan keterlambatan 15-20 menit	5
	Dapat mempengaruhi proses produksi dan menyebabkan keterlambatan 20-30 menit	6
	Dapat mempengaruhi proses produksi dan menyebabkan keterlambatan 30-40 menit dalam hari yang sama	7
Tinggi	Dapat mempengaruhi proses produksi dan menyebabkan keterlambatan 40-50 menit dalam hari yang sama	8
	Dapat mempengaruhi proses produksi dan menyebabkan keterlambatan 50-60 menit dalam hari yang sama	9
Sangat Tinggi	Dapat mempengaruhi proses produksi dan menyebabkan keterlambatan >60 dalam hari yang sama	10

Unnecessary Transportation		
Effect	***Severity***	***Rating***
Tidak ada	Tidak mempengaruhi proses produksi	1
Minor	Dapat mempengaruhi proses produksi, namun dapat diabaikan	2
Rendah	Dapat mempengaruhi proses produksi, dan berpotensi mengakibatkan keterlambatan proses produksi	3
	Dapat mempengaruhi proses produksi dan menyebabkan keterlambatan <15 menit	4
Sedang	Dapat mempengaruhi proses produksi dan menyebabkan keterlambatan 15-20 menit	5
	Dapat mempengaruhi proses produksi dan menyebabkan keterlambatan 20-30 menit	6
	Dapat mempengaruhi proses produksi dan menyebabkan keterlambatan 30-40 menit dalam hari yang sama	7
Tinggi	Dapat mempengaruhi proses produksi dan menyebabkan keterlambatan 40-50 menit dalam hari yang sama	8
	Dapat mempengaruhi proses produksi dan menyebabkan keterlambatan 50-60 menit dalam hari yang sama	9
Sangat Tinggi	Dapat mempengaruhi proses produksi dan menyebabkan keterlambatan >60 dalam hari yang sama	10

Berikut merupakan form untuk penilaian *severity level* :

Jenis *Waste*	**Kode**	**Kondisi Eksisting**	***Severity Level***
Defect	W1	Terdapat *defect* berupa hasil cetakan yang rusak pada mesin cetak	
	W2	Terdapat *defect* berupa produk yang tidak terlaminasi dengan baik pada produk hasil mesin *laminating*	
	W3	Terdapat *defect* berupa potongan produk yang tidak sesuai spesifikasi pada mesin *punch*	
	W4	Terdapat *defect* pada *warehouse finished goods*	
Over production	W5	Adanya *overproduction* karena persediaan *in sheet* yang berlebihan sehingga *in sheet* tersebut juga ikut menjadi produk jadi.	
Waiting	W6	Pada lantai produksi sering terjadi adanya WIP dalam waktu yang lama	
	W7	*Finished goods* yang menunggu terlalu lama di gudang	
Inventory	W8	Adanya penumpukan WIP yang memakan tempat di lantai produksi	
	W9	Adanya penumpukan *finished goods* di gudang	
	W10	Adanya penumpukan produk AFAL	
Transportation	W11	Terdapat banyak aktivitas pengangkutan WIP ke lokasi WIP dan mengangkut WIP ke lokasi proses produksi	
	W12	Terdapat banyak jalur pengangkutan yang bersilangan dengan pengangkutan lain	
Motion	W13	Terdapat beberapa *motion* yang seharusnya tidak perlu yaitu pada gerakan mencari plat yang sesuai ukuran	
Excess Processing	W14	Adanya tambahan proses rework pada packaging karena rusak di gudang finished goods	
	W15	Pemesanan tambahan material karena banyak material (*in sheet*) terpakai untuk setting warna	

Lampiran 4 : Kuesioner *Lean Matrix 2*

Kuesioner *Degree of Effectiveness of Action* dan *Degree of Difficulty Performing Action*

Nama Responden :

Jabatan :

Lama Bekerja :

Deskripsi Singkat :

Kuesioner ini disusun untuk mengetahui peringkat prioritas rekomendasi alternatif perbaikan berdasarkan pemetaan *lean matrix* 2. Hasil kuesioner ini akan diolah lebih lanjut dan digunakan untuk keperluan akademik. Maka dari itu, peneliti memohon kesediaan Bapak untuk mengisi kuesioner ini untuk dapat melancarkan proses penelitian. Atas kerjasama dan kesediaan Bapak dalam mengisi kuesioner, diucapkan terimakasih.

Petunjuk dan Pengisian Kuesioner :

a) Penentuan *Degree of Effectiveness of Action*

Penenentuan nilai diberikan berdasarkan salah satu atau lebih dari alternatif perbaikan untuk mengeliminasi adanya *waste* dengan menghilangkan atau mengurangi munculnya akar penyebab *waste*. Kriteria terdiri dari 0 (tidak ada), 1 (rendah), 3 (sedang), dan 9 (tinggi). Pengisian dapat dilakukan pada form tabel berikut :

Root Source of Waste	***Waste Elimination Action***						
	WEA1	***WEA2***	***WEA3***	***WEA4***	***WEA5***	***WEA6***	***WEA7***
S1							
S2							
S3							
S4							
S6							
S7							
S8							
S9							
S10							
S11							

b) Penentuan *Degree of Effectiveness of Action*

Penentuan nilai dilakukan untuk mengetahui tingkat kesulitan implementasi rekomendasi perbaikan dengan mempertimbangkan beberapa aspek kuantitatif dan kualitatif yang telah didiskuasikan bersama dengan pihak perusahaan sebelumnya. Berikut merupakan kriteria aspek dalam penentuan *degree of effectiveness of action.*

Deskripsi	Parameter Kuantitatif	Rating
Tingkat kesulitan penerapan *Waste Elimination Action* mudah	Penerapan *waste elimination action* berada dalam kurun waktu 0-6 bulan	3
	Penerapan *waste elimination action* membutuhkan biaya < Rp. 10.000.000	
Tingkat kesulitan penerapan *Waste Elimination Action* sedang	Penerapan *waste elimination action* berada dalam kurun waktu 6-12 bulan	4
	Penerapan *waste elimination action* membutuhkan biaya Rp. 10.000.000 - Rp. 50.000.000	
Tingkat kesulitan penerapan *Waste Elimination Action* sulit	Penerapan *waste elimination action* berada dalam kurun waktu > 12 bulan	5
	Penerapan *waste elimination action* membutuhkan biaya > Rp. 50.000.000	

Berikut merupakan rekapitulasi alternatif perbaikan yang telah disusun sebelumnya.

WE1	Alternatif Perbaikan
WEA1	Memperbaiki SOP Penerimaan Order
WEA2	Membuat Aturan Penggunaan *Warehouse*
WEA3	Penambahan Relasi Supplier dan Pemilihan Supplier yang berkualitas
WEA4	Perbaikan Strategi Maintenance Menggunakan Total Productive Maintenance
WEA5	Mengadakan Pelatihan Berkala Terhadap Pegawai Untuk Meningkatkan Kinerja
WEA6	Perbaikan Penjadwalan Proses Produksi
WEA7	Perbaikan Proses *Setup* Untuk Mengurangi Waktu Setup Mesin

Berikut merupakan form tabel untuk penilaian *Degree of Effectiveness of Action* yang dapat diisi sesuai dengan kriteria aspek yang telah ditentukan sebalumnya.

WEA	Alternatif Perbaikan	Dm
WEA1	Memperbaiki SOP Penerimaan Order	
WEA2	Membuat Aturan Penggunaan *Warehouse*	
WEA3	Penambahan Relasi Supplier dan Pemilihan Supplier yang berkualitas	
WEA4	Perbaikan Strategi Maintenance Menggunakan Total Productive Maintenance	
WEA5	Mengadakan Pelatihan Berkala Terhadap Pegawai Untuk Meningkatkan Kinerja	
WEA6	Perbaikan Penjadwalan Proses Produksi	
WEA7	Perbaikan Proses *Setup* Untuk Mengurangi Waktu Setup Mesin	

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BIOGRAFI PENULIS

Bagas Abdurrahman Ramadhan biasa dipanggil Bagas, lahir di Surakarta pada tanggal 19 Januari 1998. Merupakan anak pertama dari 2 bersaudara dari pasangan Rois Sholeh dan Anik Kadarningsih. Pendidikan formal yang telah ditempuh oleh penulis dimulai dari SD Negeri Bratan 2 Surakarta, SMP Negeri 9 Surakarta, SMA Negeri 4 Surakarta hingga ke jenjang sarjana di Departemen Teknik Sistem dan Industri, Institut Teknoogi Sepuluh Nopember Surabaya. Beberapa pengalaman organisasi dan kepanitiaan penulis selama menjadi mahasiswa diantaranya Kepala Divisi Media Informasi Forum Daerah Solo ITS, Staff Departemen Komunikasi dan Informasi Himpunan Mahasiswa Teknik Industri ITS 2017/2018, Kepala Divisi Perlengkapan *Industrial Engineering Games 13th Edition* HMTI ITS 2018, Kepala Departemen Komunikasi dan Informasi Himpunan Mahasiswa Teknik Industri ITS 2018/2019, Koordinator Pemandu Latihan Keterampilan Manajemen Mahasiswa Tingkat Dasar HMTI ITS 2019 dan Sukarelawan di Sebung Surabaya tahun 2020. Penulis juga tercatat sebagai pemandu aktif di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penulis juga memiliki beberapa prestasi diantaranya pernah tercatat sebagai Pramuka Garuda Kota Surakarta, *Finalist* pada *I Challenge* Universitas Brawijaya Malang pada tahun 2016, Juara Umum 1 pada lomba *Physic Summit Paper Competition* pada tahun 2017, *Finalist* pada lomba *Appcelerate* ITS dan PT Linta Arta pada tahun 2018, dan Juara Favorit pada *Industrial Design Competition* Departemen Teknik Sistem dan Industri ITS Tahun 2018. Dalam rangka mengaplikasikan keilmuan teknik industri penulis pernah melakukan kerja praktik dan magang di PT PLN (Persero) UP3 Surakarta pada Departemen Perencanaan Sistem, PT Ratakan Media Kreasi, dan PT Wangsa Jatra Lestari pada Departemen Produksi. Apabila terdapat pertanyaan atau membutuhkan informasi lebih lanjut mengenai penelitian ini dapat menghubungi abdurrahmanbagas@gmail.com