TUGAS AKHIR – TI 184833

IMPLEMENTASI LEAN MANUFACTURING UNTUK PERBAIKAN PROSES PRODUKSI BUKU CETAK

EVELYN RISNA CRISELDA
NRP 02411640000114

Dosen Pembimbing
Putu Dana Karningsih, ST., M.Eng.Sc., Ph.D.
NIP. 197405081999032000

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

(Halaman ini sengaja dikosongkan).

FINAL PROJECT – TI 184833

IMPLEMENTATION OF LEAN MANUFACTURING FOR IMPROVEMENT OF PRINTED BOOKS PRODUCTION PROCESS

EVELYN RISNA CRISELDA
NRP 02411640000114

Supervisor
Putu Dana Karningsih, ST., M.Eng.Sc., Ph.D.
NIP. 197405081999032000

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL AND SYSTEM ENGINEERING
Faculty of Industrial Technology and System Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

(Halaman ini sengaja dikosongkan).

LEMBAR PENGESAHAN

IMPLEMENTASI *LEAN MANUFACTURING* UNTUK PERBAIKAN PROSES PRODUKSI BUKU CETAK

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:

Evelyn Risna Criselda
NRP. 02411640000114

Mengetahui dan Menyetujui
Dosen Pembimbing Tugas Akhir

Putu Dana Karningsih, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.
NIP. 197405081999032001

SURABAYA, AGUSTUS 2020

(Halaman ini sengaja dikosongkan).

IMPLEMENTASI *LEAN MANUFACTURING* UNTUK PERBAIKAN PROSES PRODUKSI BUKU CETAK

Nama : Evelyn Risna Criselda
NRP : 02411640000114
Pembimbing : Putu Dana Karningsih, ST., M.Eng.Sc., Ph.D.

ABSTRAK

PT Macanan Jaya Cemerlang merupakan sebuah perusahaan yang bergerak di sektor industri percetakan dengan sistem produksi *make-to-order* (MTO). Produk buku cetak merupakan jenis produk yang memiliki nilai *order* tertinggi. Pada proses produksi terdapat permasalahan berupa adanya keterlambatan *order*, ketidaksesuaian hasil cetak, dan waktu produksi yang lama. Hal itu disebabkan adanya beberapa indikasi *waste* (pemborosan) pada proses produksi seperti *waiting* antar bagian produksi terutama pada *setup* mesin, ketidaksesuaian hasil cetak (*defect*), operator kurang bekerja secara efisien sehingga diperlukan *rework* (*excess-motion* dan *excess-processing*). Penelitian ini bertujuan untuk mengeliminasi *waste* pada proses produksi buku cetak menggunakan pendekatan *lean manufacturing* dengan *tools value stream mapping* (VSM), *process activity mapping* (PAM) untuk memetakan proses produksi, *single minutes exchanges of dies* (SMED) untuk mereduksi waktu *setup* produksi, *root cause analysis* (RCA) menggunakan 5 *why's* untuk mencari akar permasalahan terjadinya *waste*, *Lean Assessment Matrix* untuk menentukan *waste* kritis dan menentukan prioritas rekomendasi perbaikan. Berdasarkan hasil pada *lean matrix* 1 didapatkan bahwa *waste* kritis pada proses produksi buku cetak adalah menunggu karena dilakukan perbaikan mesin produksi (*waiting*), produk mengalami cacat produk pada proses cetak dan *supporting* (*defect*), dan menunggu proses selanjutnya karena proses tersebut merupakan *bottleneck* pada proses produksi (*waiting*). Selanjutnya pada *lean matrix* 2 didapatkan bahwa rekomendasi perbaikan terpilih berdasarkan *rank of action priority* adalah penerapan SMED. Namun perusahaan memutuskan untuk menerapkan seluruh rekomendasi perbaikan yang diajukan. Berdasarkan penyusunan *future* VSM didapatkan proses produksi mengalami efisiensi waktu *setup* sebesar 24,3%, waktu *breakdown* berkurang 6,39 menit, utilitas waktu meningkat 36,47 menit, dan *availability* meningkat menjadi 98,32%.

Kata Kunci: 7-*Waste*, Industri Percetakan, *Lean Assessment Matrix*, *Lean Manufacturing*, *Single Minutes Exchanges of Dies* (SMED), *Value Stream Mapping* (VSM).

(Halaman ini sengaja dikosongkan).

IMPLEMENTATION OF LEAN MANUFACTURING FOR IMPROVEMENT OF PRINTED BOOK PRODUCTION PROCESS

Nama : Evelyn Risna Criselda
NRP : 02411640000114
Pembimbing : Putu Dana Karningsih, ST., M.Eng.Sc., Ph.D.

ABSTRACT

PT Macanan Jaya Cemerlang is a company engaged in a printing industry sector with a make-to-stock (MTO) production system. Printed book is a type of product that has the highest order value. The problem that occurs is the existence of customer complaints related to late fulfilment of orders, inconsistencies between printing result and order agreement, and long lead time. Those problems are due to some indications of waste in the production process such as waiting between parts of production, especially in machines changeover, defects, operators not working efficiently that causes rework. This research aims to eliminate waste in the production process of printed books by implementing lean manufacturing approaches using value stream mapping (VSM), process activity mapping (PAM) to map production processes, single minutes exchanges of dies (SMED) to reduce production setup time, root cause analysis (RCA) using 5 why's to find the root cause of waste, Lean Assessment Matrix to determine critical waste and determine priorities for improvement recommendations. Based on the results of lean matrix 1, it has been found that the critical wastes in the production process of printed books are waiting activity due to the repairing of production machine, defect product in the printing and supporting process, and waiting activity for the next process that causes bottleneck in the process production. Furthermore, in lean matrix 2, it has been found that the recommended improvement based on rank of action priority is the application of SMED. But the company decided to implement all of proposed recommendations. Based on the future VSM, the production process has setup time efficiency by 24.3%, breakdown time reduced by 6.39 minutes, utility time increased by 36.47 minutes, and availability increased to 98.32%.

Keywords: 7-Waste, Lean Assessment Matrix, Lean Manufacturing, Printing Industry, Single Minutes Exchanges of Dies (SMED), Value Stream Mapping (VSM).

(Halaman ini sengaja dikosongkan).

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT penulis panjatkan atas limpahan rahmat dan karunia-Nya. Karena petunjuk dan keajaiban-Nya, penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul "Implementasi *Lean Manufacturing* pada Proses Produksi Buku Cetak" sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana pada program studi S-1 Teknik Sistem dan Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam penulisan laporan tugas akhir ini, yaitu:

1. Ibu Putu Dana Karningsih, ST., M.Eng.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing yang memberikan masukan, arahan, ilmu, motivasi, dan semangat dengan penuh kesabaran dalam membimbing penulisan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Andhika Tri A. Y., Bapak Mahendra, Bapak Yulius Anggih, Bapak Dwi Setiawan, dan seluruh *stakeholder* PT Macanan Jaya Cemerlang yang membantu penulis melalui wawancara dan pengambilan data di perusahaan.
3. Bapak Dr. Ir. Mokh Suef, M.Sc(Eng)., Ibu Retno Widyaningrum, S.T., M.T., M.B.A., Ph.D., dan Bapak Prof. Ir. Moses Laksono Singgih, M.Sc, M. Reg.Sc, Ph.D selaku dosen penguji Tugas Akhir atas saran dan masukan untuk perbaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Nurhadi Siswanto, S.T., M.S.I.E., Ph.D. selaku Kepala Departemen Teknik Sistem dan Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
5. Seluruh dosen, karyawan dan tenaga kebersihan Departemen Teknik Sistem dan Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
6. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan doa, dukungan, dan semangat kepada penulis.
7. Teman-teman Lingkar Kampus 17/18 dan 18/19 yang senantiasa memberikan dukungan, semangat, dan kebersamaan selama masa perkuliahan penulis.

8. Keluarga besar angkatan 2016 Adhigana TI-32 atas momen kebersamaan dalam menempuh pendidikan di Departemen Teknik Sistem dan Industri ITS.
9. Semua pihak yang terlibat dan telah membantu memberikan dukungan kepada penulis selama pengerjaan Tugas Akhir penulis dan tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih memiliki kekurangan dan ketidaksempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun akan penulis terima untuk memperbaiki penulisan selanjutnya. Semoga penulisan laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan bagi dunia industri. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih sebanyak-banyaknya.

Surabaya, Juli 2020

Evelyn Risna Criselda

DAFTAR ISI

ABSTRAK i
ABSTRACT iii
KATA PENGANTAR v
DAFTAR ISI vii
DAFTAR TABEL x
DAFTAR GAMBAR xv
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 11
1.3 Tujuan Penelitian 11
1.4 Manfaat Penelitian 12
1.5 Ruang Lingkup Penelitian 12
1.5.1 Batasan 12
1.5.2 Asumsi 12
1.6 Sistematika Penulisan 13
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA 15
2.1 *Lean Manufacturing* 15
2.1.1 Waste 16
2.1.2 Value Stream Mapping (VSM) 18
2.1.3 Process Activity Mapping (PAM) 21
2.1.4 Single Minutes Exchanges of Dies (SMED) 23
2.2 *Root Cause Analysis* (RCA) 24
2.3 *Waste Assessment Model* (WAM) 27
2.4 *Lean Assessment Matrix* 28
2.4.1 Lean Matrix 1 29
2.4.2 Lean Matrix 2 34
2.5 Penelitian Terdahulu 36
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN 41
3.1 Tahap Identifikasi *Waste* 41

3.1.1 Pemetaan Aliran Proses Produksi Buku Cetak menggunakan Flowchart 41
3.1.2 Pemetaan Proses Produksi Buku Cetak menggunakan Value Stream Mapping (VSM) 42
3.1.3 Pemetaan Aktivitas pada Proses Produksi Buku Cetak menggunakan Process Activity Mapping (PAM) 43
***3.1.4** Identifikasi Waste* 44
3.2 Tahap Identifikasi Akar Penyebab *Waste* 45
3.3 Tahap Penentuan *Waste* Kritis 45
3.3.1 Identifikasi Keterkaitan Antar Waste 45
3.3.2 Identifikasi Waste Kritis (Lean Matrix 1) 46
3.4 Tahap Penentuan Alternatif Rekomendasi Perbaikan Terpilih 53
3.4.1 Menyusun Alternatif Rekomendasi Perbaikan berdasarkan Waste Kritis yang Terjadi 53
3.4.2 Penyusunan Lean Matrix 2 54
3.4.3 Pemilihan Rekomendasi Perbaikan Terpilih berdasarkan Rank of Action Priority 55
3.4.4 Penyusunan Future Value Stream Mapping (VSM) 55
3.5 Tahap Penutup 56
BAB 4 IDENTIFIKASI WASTE DAN PENYEBABNYA 59
4.1 Deskripsi Singkat Perusahaan 59
4.2 Identifikasi Alur Proses Produksi 60
4.3 Penyusunan *Current Value Stream Mapping* (VSM) 67
4.2.1 Aliran Informasi 68
4.2.2 Aliran Material 69
4.4 Penyusunan *Process Activity Mapping* (PAM) 75
4.5 Identifikasi *Waste* pada Proses Produksi 80
4.6 Identifikasi Akar Penyebab *Waste* 81
4.6.1 Akar Penyebab Waste Defect 82
4.6.2 Akar Penyebab Waste Over Production 84
4.6.3 Akar Penyebab Waste Waiting 86
4.6.4 Akar Penyebab Waste Transportation 88

4.6.5 Akar Penyebab Waste Over-Inventory 90
4.6.6 Akar Penyebab Waste Excess-Motion 92
4.6.7 Akar Penyebab Waste Excess-Processing 94
BAB 5 IDENTIFIKASI WASTE KRITIS 96
5.1 Identifikasi Keterkaitan Antar *Waste* 96
5.1.1 Hasil WRM Questionnaire 96
5.1.2 Penyusunan Waste Relationship Matrix 99
5.2 Identifikasi Waste Kritis (Lean Matrix 1) 100
5.2.1 Rekapitulasi Waste dan Root Source of Waste 100
5.2.2 Penyusunan Lean Matrix 1 102
BAB 6 PENYUSUNAN REKOMENDASI PERBAIKAN 109
6.1 Alternatif Rekomendasi Perbaikan 109
6.1.1 Alternatif Rekomendasi 1: Standarisasi Penggunaan Material ... 111
6.1.2 Alternatif Rekomendasi 2: Single-Minute Exchanges of Dies (SMED) 123
6.1.3 Alternatif Rekomendasi 3: Preventive Maintenance 128
6.1.4 Alternatif Rekomendasi 4: Pelatihan Operator 133
6.1.5 Alternatif Rekomendasi 5: Incoming Inspection 138
6.2 Penyusunan *Lean Matrix* 2 146
6.2.1 Perhitungan Nilai Total Effectiveness of Waste Elimination Action (TEm) 146
6.2.2 Perhitungan Nilai Effectiveness to Difficulty Ratio (ETDm) 149
6.3 Penentuan Alternatif Perbaikan 151
6.4 Penyusunan *Future Value Stream Mapping (VSM)* 153
BAB 7 PENUTUP 156
7.1 Kesimpulan 156
7.2 Saran 157
DAFTAR PUSTAKA 158
LAMPIRAN xviii
BIOGRAFI PENULIS xxii

(Halaman ini sengaja dikosongkan).

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Total Oplah dan Estimasi Nilai Laba dari *Order* tahun 2019 3
Tabel 1. 2 Jenis dan Frekuensi Keluhan Pelanggan tahun 2019 6
Tabel 1. 3 Klasifikasi Ketidaksesuaian Hasil Produksi 8
Tabel 2. 1 Pertanyaan dalam kuisioner *Lean Matrix* 1 29
Tabel 2. 2 Tabel Aturan Konversi Keterkaitan Antar *Waste* 30
Tabel 2. 3 Contoh Tabel *Waste Matrix Value* 31
Tabel 2. 4 Skala *Impact Value of Root Source of Waste* j to *Waste* i 31
Tabel 2. 5 Nilai *severity level of waste* (Si) 32
Tabel 2. 6 Nilai *occurrence level of root cause waste* (Oi) 33
Tabel 2. 7 *Lean Matrix* 1 34
Tabel 2. 8 Skala Efektivitas WEA dengan Akar Penyebab Waste 35
Tabel 2. 9 Skala *Degree of Difficulty Performing Action* m 35
Tabel 2. 10 *Lean Matrix* 2 36
Tabel 2. 11 *Review* Penelitian Terdahulu terkait Penerapan *Lean Manufacturing* di DTSI ITS 37
Tabel 2. 12 Penelitian *Lean Manufacturing* pada Industri Percetakan 38
Tabel 3. 1 *Severity Waste Defect* 48
Tabel 3. 2 *Severity Waste Waiting* 49
Tabel 3. 3 *Severity Waste Transportation, Excess-Motion*, dan *Excess-Processing* 49
Tabel 3. 4 *Severity Waste Overproduction* 50
Tabel 3. 5 *Severity Waste Over-Inventory* 51
Tabel 3. 6 *Occurrence Level of Root Cause Waste* (Oi) 52
Tabel 3. 7 Skala *Degree of Difficulty Performing Action* m 55
Tabel 4. 1 Fasilitas Mesin Produksi Perusahaan 62
Tabel 4. 2 Data Waktu untuk Penyusunan *Value Stream Mapping* (VSM) 71
Tabel 4. 3 *Process Activity Mapping* (PAM) Proses Produksi Buku Cetak 76
Tabel 4. 4 Rekapitulasi *Process Activity Mapping* Produksi Buku Cetak 79
Tabel 4. 5 Identifikasi *Waste* pada Proses Produksi Buku Cetak 80
Tabel 4. 6 Akar Penyebab Terjadinya *Waste Defect* 83

Tabel 4. 7 Akar Penyebab Terjadinya *Waste Over Production* 85
Tabel 4. 8 Akar Penyebab Terjadinya *Waste Waiting* 87
Tabel 4. 9 Akar Penyebab Terjadinya *Waste Transportation* 89
Tabel 4. 10 Akar Penyebab Terjadinya *Waste Over-Inventory* 91
Tabel 4. 11 Akar Penyebab Terjadinya *Waste Excess-Motion* 93
Tabel 4. 12 Akar Penyebab Terjadinya *Waste Excess-Processing* 95
Tabel 5. 1 Hasil WRM *Questionnaire* 96
Tabel 5. 2 Notasi pada *Direct Waste Relationship* 98
Tabel 5. 3 *Waste Relationship Matrix* 99
Tabel 5. 4 *Waste Matrix Value* 99
Tabel 5. 5 Rekapitulasi *Waste* dan *Root Source of Waste* 101
Tabel 5. 6 *Lean Matrix* 1 103
Tabel 5. 7 Penentuan *Waste* Kritis Berdasarkan *Waste Rank* 105
Tabel 6. 1 Keterangan Diagram Venn 109
Tabel 6. 2 Usulan Alternatif Rekomendasi Perbaikan 110
Tabel 6. 3 Macam-Macam *Software* ERP 114
Tabel 6. 4 Estimasi Penggunaan Material pada Bagian Isi Buku 117
Tabel 6. 5 Estimasi Penggunaan Material pada Bagian Cover Buku 117
Tabel 6. 6 Estimasi Penggunaan Material pada Bagian Penyelesaian Buku 118
Tabel 6. 7 Analisis Alternatif Rekomendasi Perbaikan 1 122
Tabel 6. 8 Aktivitas *Setup* Mesin Produksi 124
Tabel 6. 9 Konversi Aktivitas IED menjadi OED 125
Tabel 6. 10 Penyederhanaan Aktivitas *Setup* 126
Tabel 6. 11 Analisis Alternatif Rekomendasi Perbaikan 2 128
Tabel 6. 12 Pencatatan Waktu Kerusakan Mesin 130
Tabel 6. 13 Contoh Hasil *Running* TTF *Distribution Wizard* Weibull++ 131
Tabel 6. 14 *Form* Kartu Kontrol *Preventive Maintenance* 132
Tabel 6. 15 Analisis Alternatif Rekomendasi Perbaikan 3 133
Tabel 6. 16 Modul Pelatihan NPITC 134
Tabel 6. 17 Modul Pelatihan Operator pada PT Macanan Jaya Cemerlang 135
Tabel 6. 18 Analisis Alternatif Rekomendasi Perbaikan 4 137
Tabel 6. 19 *Form Incoming Inspection* 140

Tabel 6. 20 Analisis Alternatif Rekomendasi Perbaikan 5 142
Tabel 6. 21 *Action Plan* Alternatif Rekomendasi Perbaikan 144
Tabel 6. 22 Nilai *Degree of Effectiveness* pada WEA 147
Tabel 6. 23 Nilai Degree of Difficulty Performing Action m (Dm) pada masing-masing WEA 150
Tabel 6. 24 *Lean Matrix* 2 151
Tabel 6. 25 Perbandingan Hasil Estimasi Implementasi Perbaikan 152
Tabel 6. 26 Rekapitulasi Estimasi Perbandingan Sebelum dan Sesudah Penerapan Implementasi Perbaikan 153

(Halaman ini sengaja dikosongkan).

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Jenis Order PT. Macanan Jaya Cemerlang Tahun 2019 2
Gambar 1. 2 Produk Buku Cetak (*Softcover*) PT. Macanan Jaya Cemerlang..... 3
Gambar 1. 3 Alur Proses Produksi Buku Cetak 4
Gambar 1. 4 Grafik Durasi Keterlambatan Pemenuhan *Order* 6
Gambar 2. 1 Simbol/Ikon pada *Value Stream Mapping* (VSM) 19
Gambar 2. 2 *Value Stream Mapping* (VSM) 21
Gambar 2. 3 Process Activity Mapping (PAM) 22
Gambar 2. 4 Tahap *Single Minutes Exchange of Dies* (SMED) 24
Gambar 2. 5 *Fishbone Diagram* (Ishikawa *Diagram*) 27
Gambar 2. 6 Hubungan dan Keterkaitan Antar *Waste* 28
Gambar 2. 7 *Tree Diagram* Nilai WRM 30
Gambar 3. 1 *Flowchart* Metodologi Penelitian 57
Gambar 4. 1 Produk PT. Macanan Jaya Cemerlang 60
Gambar 4. 2 Alur Proses *Order Customer* hingga Proses Pengiriman 61
Gambar 4. 3 Alur Proses Produksi Buku Cetak 62
Gambar 4. 4 *Material Handling*. 63
Gambar 4. 5 Mesin Cetak Webb 63 D388 B 65
Gambar 4. 6 Mesin Cetak Sheet SM 102 CD Heidelberg 66
Gambar 4. 7 Mesin *Finishing* (Penyelesaian) Yoshino 67
Gambar 4. 8 *Value Stream Mapping* Proses Produksi Buku Cetak 73
Gambar 5. 1 *Direct Waste Relationship* 98
Gambar 5. 2 Pareto Chart Nilai AWN 106
Gambar 6. 1 *Waste* Kritis dan Akar Penyebabnya 109
Gambar 6. 2 Tim S&OP 112
Gambar 6. 3 Lembar Program Kerja Harian Cetak 113
Gambar 6. 4 5 Komponen Utama Sistem ERP 114
Gambar 6. 5 IQMS Manufacturing Software 115
Gambar 6. 6 Ilustrasi *Dashboard* ERP Cetak Sheet 116
Gambar 6. 7 *Swimlane* Penerapan Alternatif Rekomendasi 1 119
Gambar 6. 8 *Swimlane* Penerimaan Material 141

Gambar 6. 9 *Future Value Stream Mapping* (VSM) Proses Produksi Buku Cetak 154

BAB 1
PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dijelaskan pendahuluan yang terbagi menjadi latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, dan ruang lingkup penelitian yang terdiri atas batasan dan asumsi, dan sistematika penulisan.

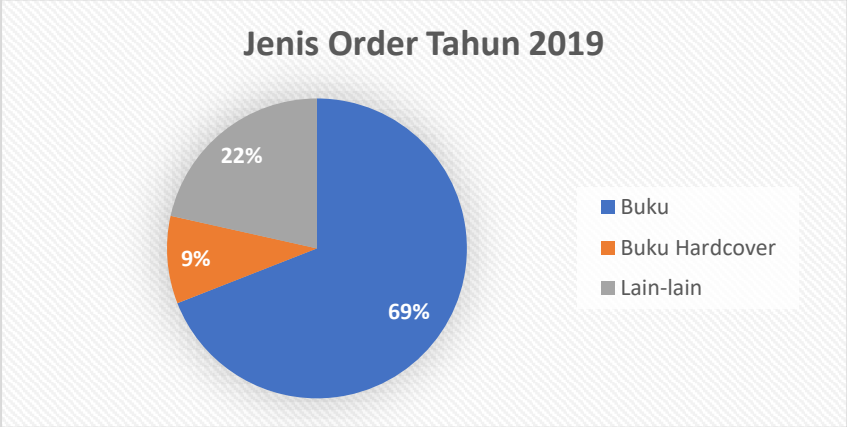
1.1 Latar Belakang

PT. Macanan Jaya Cemerlang (MJC) adalah sebuah perusahaan yang bergerak di bidang percetakan yang berlokasi di Jl. Ki Hajar Dewantara, Klaten, Jawa Tengah. MJC berdiri pada tahun 1992 yang berawal dari meleburnya perusahaan PT. INTAN sehingga terbagi atas PT Intan Pariwara yang bergerak di bidang penerbit, dan PT Macanan Jaya Cemerlang yang bergerak di bidang percetakan. Selain itu, MJC bergabung dalam Intan Group bersama 21 perusahaan lainnya yang bergerak pada bidang sejenis untuk saling mendukung proses bisnis antar perusahaan baik dalam bidang penerbit, pengiriman, maupun percetakan sebagai mitra *outsourcing*.

Perusahaan memenuhi permintaan *customer* dengan sistem *make to order* (MTO) karena proses produksi hanya berjalan ketika mendapatkan *order* dari *customer*. Pada proses penerimaan *order*, MJC mendapatkan *order* dari tiga jalur; *order* luar yaitu *customer independent* baik perseorangan atau melalui penerbit yang memesan langsung kepada *marketing* MJC pusat, *order* perwakilan yaitu pesanan yang masuk melalui kantor cabang perwakilan MJC di beberapa kota, dan *order tender* yaitu pesanan melalui proyek baik dari instansi pemerintah maupun swasta.

MJC melayani produksi buku cetak seperti buku novel, LKS, buku diktat pelajaran, dan lain-lain. Kemudian buku *hardcover* seperti buku Al-Quran dengan jaket, buku ensiklopedia, *boardbook*, dan lain-lain. Selain itu, kardus kemasan, *leaflet*/brosur, cetak kalender, poster, dan *stationary* (map kertas dan amplop kertas) yang tergolong dalam jenis produk lain-lain. Pada gambar 1.1 didapatkan bahwa *order* buku cetak merupakan *order* tertinggi pada tahun 2019 sebesar 69% *order*

buku cetak, kemudian *order* lain-lain sebanyak 22% dan *order* buku *hardcover* sebesar 9% dari total 1948 *order*.



Gambar 1. 1 Grafik Jenis Order PT. Macanan Jaya Cemerlang Tahun 2019

Setiap *order* memiliki spesifikasi yang berbeda-beda tergantung dari permintaan *customer* sehingga proses produksi pada masing-masing *order* juga berbeda berdasarkan kapasitas mesin, bahan baku yang digunakan, kebutuhan warna, dan proses *finishing* yang diinginkan oleh *customer*. Biaya yang digunakan untuk proses produksi juga berbeda bergantung pada spesifikasi yang diinginkan oleh *customer*. Berdasarkan wawancara Manajer *Marketing*, rata-rata laba yang ditentukan oleh bagian Kalkulasi (bagian dibawah divisi *Marketing*) dari produksi satu oplah (satuan produk/item dalam percetakan) buku cetak adalah Rp. 800, satu oplah buku *hardcover* adalah Rp. 1.000, dan jenis *order* lain-lain adalah Rp. 400 per oplah. Selain itu dilakukan penambahan jumlah *output* produksi sebanyak 5-8% dari jumlah oplah yang di-*order* untuk antisipasi apabila terdapat cacat produk (*defect*) atau kompensasi atas keterlambatan pemenuhan *order*. Tabel 1.1 merupakan jumlah *order* dan total oplah yang di produksi beserta nilai laba dari *order* pada MJC tahun 2019.

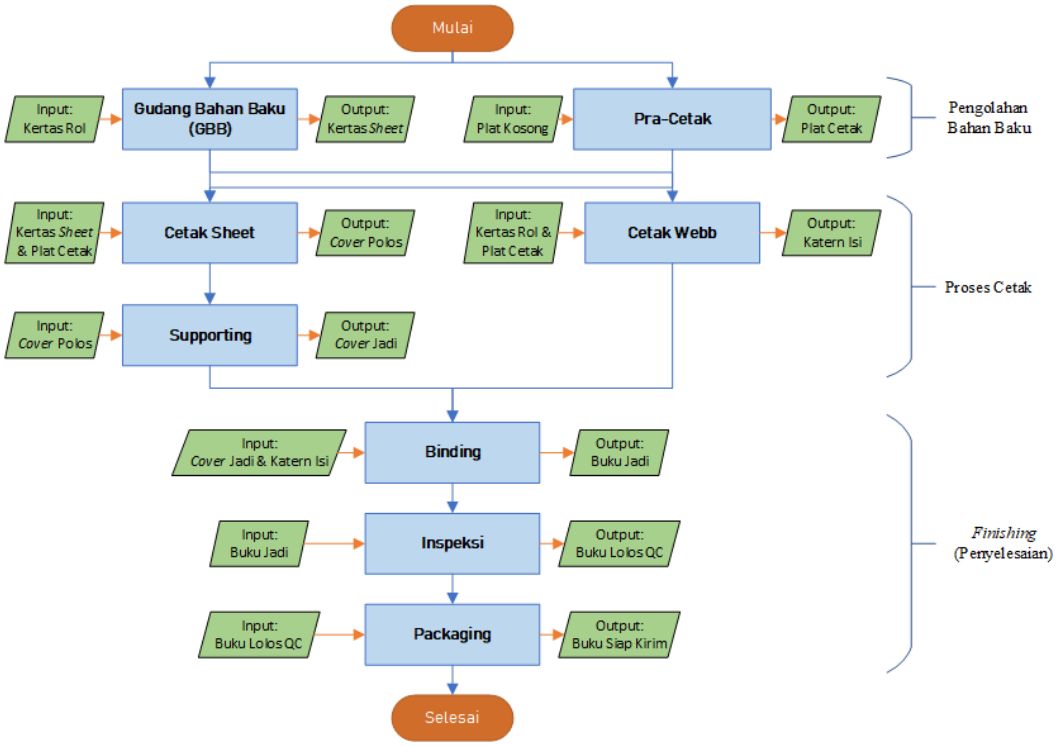
Tabel 1. 1 Total Oplah dan Estimasi Nilai Laba dari *Order* tahun 2019

Estimasi Laba Produk	**Buku Cetak**		**Buku Hardcover**		**Lain-lain**	
	Rp. 800.		Rp. 1.000.		Rp. 400.	
	Jumlah Order	Total Oplah	Jumlah Order	Total Oplah	Jumlah Order	Total Oplah
	1345	**14.662.973**	**184**	**1.302.457**	**419**	**8.645.857**
Estimasi Total Laba *Order*	**Rp 51.320.405.500**		**Rp 6.512.285.000**		**Rp 12.968.785.500**	

Berdasarkan Gambar 1.1 dan Tabel 1.1, didapatkan bahwa *order* paling banyak dan memiliki pengaruh terbesar pada pendapatan perusahaan adalah *order* produksi buku cetak. Sehingga produksi buku cetak merupakan jenis produk yang krusial. Buku cetak atau buku *softcover* merupakan jenis buku yang pada bagian isi menggunakan kertas dengan ketebalan maksimal 180 gsm sedangkan pada bagian *cover* menggunakan kertas dengan ketebalan maksimal 250 gsm dan dapat diberikan *finishing cover* berupa laminasi *doff*, laminasi *glossy*, UV *varnish*, UV *spot*, atau *dusting*. Adapun kategori buku yang termasuk jenis buku cetak adalah buku novel, LKS, buku diktat pelajaran, dan lain-lain. Contoh produk buku cetak ditunjukkan pada Gambar 1.2.

Gambar 1. 2 Produk Buku Cetak (*Softcover*) PT. Macanan Jaya Cemerlang (Sumber: macanan.net/#produk)

Gambar 1.3 menunjukkan bagan alur proses produksi buku cetak secara umum dengan spesifikasi buku cetak *cover* luar dengan *finishing* UV *varnish*, *binding* berupa jahit kawat, dan *packaging* menggunakan plastik *shrink* dan kardus.



Gambar 1. 3 Alur Proses Produksi Buku Cetak

Proses produksi buku cetak diawali dengan pengambilan *material* dari Gudang Bahan Baku (GBB), pengolahan kertas *sheet* di GBB, dan pembuatan plat pada bagian Pra-Cetak yang dilakukan secara paralel. Jumlah plat yang akan digunakan pada proses produksi bergantung pada jumlah separasi warna cetak. Apabila *order* menggunakan separasi 4 warna (CMYK), maka plat yang digunakan sebanyak 4 plat. Apabila hanya menggunakan separasi 2 warna (BW), maka plat yang digunakan hanya 1 plat (untuk tinta hitam). Kemudian *material* dan plat akan dipindahkan ke bagian Cetak untuk proses cetak isi dengan mesin Webb dan proses cetak *cover* dengan mesin Sheet. Pada *output cover* dilanjutkan dengan proses *Supporting*. Kemudian isi buku dari mesin Webb dan *cover* yang telah dilakukan *supporting*, akan dilipat dan dijilid melalui proses *binding*. Setelah terbentuk sebuah buku cetak jadi, dilakukan proses inspeksi secara manual oleh operator. Kemudian dilanjutkan proses *packaging* yang terdiri atas bagian *shrink* (bungkus plastik *press*) dengan menggunakan mesin dan melakukan *packing* ke dalam kardus secara manual oleh operator. Proses produksi di MJC berjalan selama 2 *shift*, dimana pada *shift* 1 berlangsung pada pukul 07.00 sampai 15.00 dan *shift* 2

berlangsung pada pukul 16.00 sampai 24.00 dengan waktu istirahat pada setiap *shift* selama 1 jam.

Berdasarkan pengamatan dan hasil wawancara dengan Manajer Produksi, banyak permasalahan yang terjadi pada MJC, yaitu keterlambatan pada pemenuhan *order* kepada *customer*, adanya produk yang di retur (dikembalikan dan meminta ganti) oleh *customer* karena ada kecacatan pada produk, dan seringnya perusahaan melakukan *hiring* pekerja lepas (operator) untuk melakukan tambahan *shift*. Pada proses produksi sering terjadi kesalahan-kesalahan *major* maupun minor yang berdampak pada keterlambatan jadwal produksi naik cetak pada judul selanjutnya. Contoh kesalahan *major* adalah kesalahan bagian Pra-Cetak dalam membuat plat pada proses CTCP (*Computer to Conventional Plate*) sehingga hasil cetakan salah total, terjadinya *miss*-persepsi antara *customer* dan bagian *marketing* dalam memahami spesifikasi dari produk yang diinginkan oleh *customer*, dan kesalahan pada GBB dalam memilih bahan baku untuk proses produksi. Terjadinya kesalahan *major* dapat menyebabkan pengulangan proses dari awal dengan melakukan penyesuaian kembali penyediaan *material* dari GBB dan proses *setup* mesin sesuai dengan ketentuan *order* yang benar dari *customer*. Hal ini menyebabkan kerugian berupa memperpanjang *lead time* produksi dan *lead time* dalam pemenuhan *order*, mengeluarkan biaya untuk alokasi bahan baku yang telah terpakai pada proses produksi yang salah, dan mengeluarkan biaya untuk melakukan *hiring* pekerja lepas untuk mengejar jadwal *deadline* dari *customer*.

Kesalahan minor tidak jauh berbeda dengan kesalahan *major* yang menimbulkan kerugian berupa *lead time* produksi menjadi lama dan kebutuhan biaya berlebih untuk mengganti kesalahan produksi. Namun *rework* yang terjadi tidak berdampak sebesar kesalahan *major*. Contoh kesalahan minor adalah pada bagian cetak isi hasil warna cetak tidak sesuai dengan warna pada *montase* (hasil *output* sesuai dengan pesanan *customer* yang dibuat oleh bagian Pra-Cetak) karena operator kurang tepat dalam melakukan pengaturan alokasi tinta, adanya hasil cetak yang miring karena operator tidak tepat dalam menyesuaikan *cross mark* plat dengan ukuran kertas, pada proses *supporting* hasil *varnish* tidak kering secara sempurna karena penggunaan cairan *varnish* yang terlalu banyak atau temperatur sinar UV pada mesin kurang tepat, pada proses *binding* urutan halaman salah karena

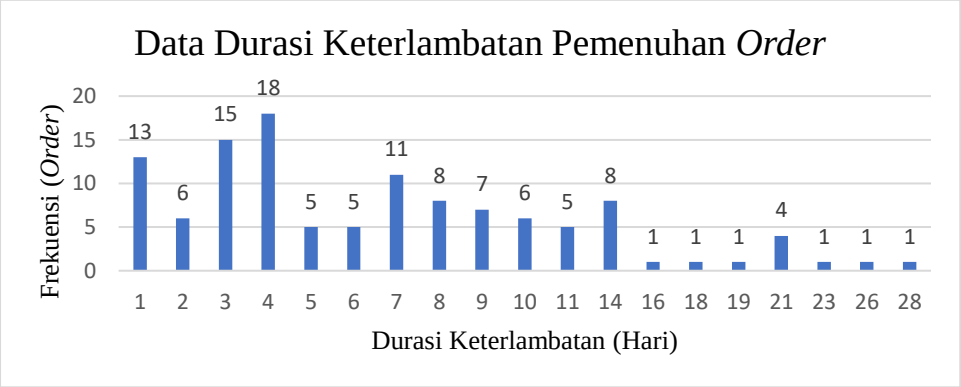
kesalahan operator dalam menata urutan katern buku, dan lain-lain. Tabel 1.2 merupakan jumlah keluhan pelanggan beserta jenis keluhannya terkait hasil produk yang diterima oleh *customer* pada tahun 2019.

Tabel 1. 2 Jenis dan Frekuensi Keluhan Pelanggan tahun 2019

Jenis dan Frekuensi Keluhan Pelanggan				
Keterlambatan	Ketidaksesuaian Kualitas Cetak	Ketidaksesuaian Kualitas *Finishing*	Ketidaksesuaian Jumlah Oplah	Ketidaksesuaian Spesifikasi
117	**69**	**17**	**13**	**9**

Pada tahun 2019 terdapat 205 *order* yang mengajukan keluhan terkait aspek keterlambatan pemenuhan *order*, aspek ketidaksesuaian kualitas cetak, aspek ketidaksesuaian kualitas *finishing*, aspek ketidaksesuaian jumlah oplah, dan aspek ketidaksesuaian spesifikasi. Dari total 205 keluhan tersebut, ada beberapa *order* yang mengajukan keluhan terkait ketidakpuasan pada lebih dari 1 aspek.

Terjadinya keterlambatan pemenuhan *order* disebabkan oleh adanya *waiting* antar bagian produksi sehingga menimbulkan WIP (*Work-in-Process*), operator kurang bekerja secara efisien (*excess-motion*), kerusakan pada beberapa mesin produksi, dan adanya kesalahan *output* produksi yang menyebabkan pengulangan proses produksi. Keterlambatan yang dialami perusahaan berada pada rentang 1 sampai 28 hari, dengan rata-rata sebesar 7 hari (termasuk hari libur). Gambar 1.4 menunjukkan grafik frekuensi durasi keterlambatan pemenuhan *order* oleh perusahaan pada tahun 2019.



Gambar 1. 4 Grafik Durasi Keterlambatan Pemenuhan *Order*

Apabila perusahaan merasa akan terlambat dalam memenuhi *deadline*, maka perusahaan akan melakukan negosiasi dengan *customer* untuk memundurkan *deadline* dengan maksimal toleransi keterlambatan selama ±10 hari. Jika perusahaan masih terlambat dalam memenuhi *deadline* yang telah diperpanjang, maka perusahaan memberikan kompensasi bonus oplah sebanyak 1/100 jumlah oplah yang terlambat dikirim untuk per satu hari keterlambatan. Sehingga ketika perusahaan melakukan keterlambatan 2 hari dari *deadline* yang telah diperpanjang dengan sisa 10000 oplah yang belum dikirim, maka perusahaan memberikan kompensasi sebanyak 200 oplah kepada *customer*. Untuk mengurangi terjadinya keterlambatan, perusahaan melakukan penambahan shift kerja dengan melakukan *hiring* operator pekerja lepas atau memberlakukan jam kerja lembur kepada pekerja tetap dengan biaya Rp. 75.000 per satu jam lembur.

Keluhan ketidaksesuaian kualitas cetak disebabkan oleh adanya hasil cetak yang miring, pewarnaan kertas yang tidak sesuai, hasil cetak berbayang, potongan kertas yang miring, dan kondisi halaman buku yang tidak terpotong. Keluhan ketidaksesuaian kualitas *finishing* adalah adanya hasil *varnish* atau laminasi yang menggelembung, hasil *binding* tidak terlalu kuat, hasil *shrink* tidak sempurna, dan jumlah isi *pack of books* tidak sesuai. Terjadinya ketidaksesuaian kualitas cetak maupun *finishing* berakibat diperlukannya aktivitas *rework* pada produk yang masih bisa diperbaiki dengan estimasi biaya yang dikeluarkan untuk melakukan *rework* adalah 10-15% dari HPP (Harga Pokok Produksi).

Keluhan ketidaksesuaian jumlah oplah adalah adanya kesalahan pengiriman dengan jumlah oplah yang tidak sesuai dengan kesepakatan kontrak *order* dengan *customer* sehingga perusahaan harus melakukan pengiriman kembali produk yang kurang. Hal tersebut menyebabkan penambahan biaya untuk melakukan proses pengiriman. Keluhan ketidaksesuaian spesifikasi merupakan keluhan yang sangat berdampak pada perusahaan karena dapat menyebabkan *loss customer* karena tingkat kepercayaan *customer* terhadap perusahaan menurun drastis. Contoh kesalahan spesifikasi adalah ketika *customer* menginginkan jenis *finishing* menggunakan UV *varnish*, sedangkan *finishing* hasil produksi menggunakan laminasi *doff*. Hal tersebut terjadi karena pada saat pembuatan SPO (surat perintah *order*), pihak *marketing* salah menuliskan spesifikasi produk atau terjadi *miss-*

presepsi antara *marketing* dan *customer* yang menyebabkan bagian PPIC salah dalam pembuatan OKP (*order* kerja percetakan). Sehingga diperlukan proses produksi produk dari awal atau melakukan *outsourcing* agar tidak menganggu jadwal produksi *order* lainnya. Dengan adanya pengulangan proses produksi menyebabkan kerugian produksi sebesar 40-60% dari nilai kontrak yang disebabkan pengadaan bahan baku dan penambahan biaya tenaga kerja untuk memberlakukan jam lembur atau *hiring* pekerja lepas apabila perusahaan tidak melakukan *outsourcing*.

Adanya ketidaksesuaian hasil produksi terbagi menjadi tiga jenis, yaitu cacat yang masih dapat diterima oleh *customer* (*acceptable*), cacat yang perlu dilakukan perbaikan pada produk (*rework*), dan cacat yang tidak dapat dilakukan perbaikan dan produk tersebut harus dimusnahkan (*defect*). Klasifikasi ketidaksesuaian hasil produksi dijelaskan pada tabel 1.3.

Tabel 1. 3 Klasifikasi Ketidaksesuaian Hasil Produksi

Acceptable	***Rework***	***Defect***
- Perbedaan warna cetak secara minor (contoh: order warna ungu, hasil cetak warna magenta). - Adanya beberapa halaman buku yang terlipat. - Adanya pinggiran halaman buku yang potongannya tidak rapi.	- Halaman yang tidak terpotong. - Urutan katern tidak sesuai dengan montase. - Hasil *varnish* tidak kering secara sempurna.	- Urutan halaman buku tidak sesuai dengan montase. - Spesifikasi produk tidak sesuai dengan *order*. - Adanya perbedaan warna cetak secara *major* (contoh: *order* warna merah, hasil cetak warna kuning). - Hasil cetak miring.

Manajer Produksi juga menyebutkan bahwa jam terbang operator merupakan hal yang penting dalam minimasi waktu produksi karena setiap mesin memiliki karakteristik yang berbeda-beda dan cara *setup* yang berbeda-beda. Hal tersebut menyebabkan ada perbedaan jabatan pada operator, yaitu operator senior

dan operator junior. Operator senior adalah operator yang sudah mengoperasikan sebuah tipe mesin selama minimal 5 tahun, sedangkan operator junior adalah operator yang masa kerjanya masih kurang dari 5 tahun dalam mengoperasikan sebuah mesin.

Dalam proses produksi satu judul buku, jumlah *setup* mesin untuk proses cetak dilakukan sebanyak jumlah katern buku yang akan dicetak. Berdasarkan data *order* buku cetak pada tahun 2019 didapatkan bahwa rata-rata katern dalam satu jenis buku cetak adalah 7 katern. Dalam proses *setup* mesin untuk proses cetak, dilakukan penggantian plat cetak sesuai dengan jumlah separasi cetak yang digunakan dan penyesuaian alokasi tinta saat mesin sudah dijalankan. Apabila dalam satu judul buku menggunakan 4 warna separasi dan terdapat 7 katern, maka proses *setup* untuk proses cetak dilakukan sebanyak 28 kali. Aktivitas yang dilakukan dalam proses *setup* plat adalah memasang plat pada masing-masing mesin separasi warna, melakukan pengisian tinta, menyesuaikan plat sesuai dengan *cross mark,* dan inspeksi stabilitas hasil cetak yang membutuhkan waktu sekitar 15-20 menit dan proses *setting* tinta cetak yang berjalan seiring dengan proses cetak dilakukan sebanyak sekitar 5-6 kali dan membutuhkan waktu sekitar 3 menit. Sedangkan dalam sehari perusahaan melakukan proses produksi 4-5 naik cetak dalam produksi buku cetak. Selain itu proses *setup* juga dilakukan ketika memulai awal *shift* 1 untuk menyalakan mesin dan di akhir *shift* 2 untuk mematikan mesin. Proses tersebut dilakukan sekitar 30 menit. Sehingga dibutuhkan waktu selama kurang lebih 4 jam untuk proses *setup* mesin pada proses cetak dan proses *turn-on shut-down* mesin produksi dalam satu hari kerja.

Untuk menjalankan proses bisnisnya, perusahaan perlu mendapatkan *order* dari *customer* baik melalui kerja sama kontrak maupun melalui *biding* tender. Pada proses *biding* tender, perusahaan bersaing untuk memenangkan *order* dengan menawarkan biaya seminimal mungkin dengan tingkat kualitas sebaik mungkin. Perusahaan harus tetap mendapatkan profit namun tetap menawarkan biaya nilai kontrak yang minimum, sehingga perusahaan harus berupaya untuk menurunkan biaya produksi dan biaya operasional yang digunakan agar memperoleh profit semaksimal mungkin.

Berdasarkan permasalahan pada proses produksi buku cetak yang berupa keterlambatan pemenuhan *order*, hasil produksi yang tidak sempurna (*defect*), waktu *setup* produksi yang terlalu lama (*waiting*), kesalahan operasi yang dilakukan oleh operator (*excess-motion* dan *excess-processing*), dan adanya WIP pada proses produksi yang merupakan sebuah pemborosan (*waste*). Dengan adanya indikasi pemborosan tersebut, proses produksi buku cetak pada perusahaan tidak dapat berjalan secara efektif dan efisien karena adanya waktu produksi (*leadtime*) yang lama dan diperlukannya *rework* pada produk-produk yang terdapat kecacatan. Sehingga perusahaan mengalami kerugian berupa pemborosan waktu kerja proses produksi dan penggunaan biaya dalam melakukan proses *rework*.

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan adanya perbaikan pada sistem produksi untuk mengurangi pemborosan dan meminimalkan biaya produksi. Salah satu pendekatan yang tepat untuk melakukan perbaikan sistem produksi adalah dengan menggunakan pendekatan *lean manufacturing*. Pendekatan *lean manufacturing* merupakan sebuah metode yang berfokus dalam meminimasi terjadinya pemborosan/*waste* dalam proses produksi secara bekelanjutan.

Lean manufacturing adalah pendekatan yang digunakan oleh perusahaan manufaktur untuk menghilangkan pemborosan (*waste*) dan berupaya memberikan nilai tambah kepada *customer*. Taj (2014) mendefinisikan *lean manufacturing* sebagai serangkaian konsep, prinsip, metode, prosedur, dan alat untuk mengurangi kerugian dalam *value stream*. Pendekatan ini diadopsi dari penerapan *Toyota Production System* (TPS) oleh Taiichi Ohno untuk meminimalisir pemborosan dan meningkatkan kualitas produk sehingga proses produksi berjalan lebih cepat (Liker, 2004). Chiarini (2014) menjelaskan bahwa *tools* dari *lean manufacturing* yang paling penting untuk mengeliminasi pemborosan adalah *value stream mapping* (VSM), *process activity mapping* (PAM), *cellular manufacturing, Total Productive Mainetance* (TPM), dan *single minutes exchange of dies* (SMED).

Penggunaan *lean manufacturing* pada industry percetakan telah dilakukan oleh beberapa penelitian sebelumnya yaitu Juliance *et al*. (2018) di perusahaan percetakan dengan menggunakan *lean manufacturing* dapat mengurangi *lead time* sebesar 22509,875 detik, mengetahui akar terjadinya *waste*, dan memberikan usulan rancangan perbaikan pada proses produksi terkait adanya *waste* pada proses

produksi. Selain itu, penerapan *lean manufacturing* pada sektor percetakan di Peru yang dilakukan oleh Becerra *et al*. (2019) mampu menurunkan waktu produksi sebesar 24% dengan menerapkan SMED dan Kanban. Indrawati *et al.* (2017) tentang efektivitas penerapan *lean manufacturing* dengan *tool* SMED dan 5S pada industri percetakan yang dapat meningkatkan kapasitas produksi sebesar 2% per hari dan mereduksi aktivitas *setup* internal sebesar 46%. Terdapat studi kasus di Malaysia tentang implementasi *lean manufacturing* pada percetakan kalender oleh Tang *et al*. (2016) dengan menerapkan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) yang didapatkan perusahaan dapat melakukan penghematan waktu produksi sebesar 11%. Selain itu penerapan *lean manufacturing* dengan menggunakan *six sigma framework* pada perusahaan percetakan stiker di India oleh Rishi *et al*. (2018) menghasilkan peningkatan *output* produksi sebesari 21,14% dan reduksi rata-rata waktu *setup* sebesar 45,71%.

Pada penelitian ini, implementasi *lean manufacturing* akan menggunakan *tool Waste Assessment Model* (WAM) dan *Lean Assessment Matrix* yang berfungsi untuk mengidentifikasi *waste* kritis, mengetahui hubungan antar *waste*, mengetahui akar penyebab terjadinya *waste*, dan memilih rekomendasi perbaikan berdasarkan nilai *rank of action priority* paling tinggi (Karningsih, *et al*., 2019).

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan penjabaran masalah pada latar belakang, rumusan masalah yang akan diselesaikan adalah bagaimana cara mengurangi terjadinya pemborosan/*waste* dari proses produksi buku cetak dan mengusulkan rekomendasi perbaikan pada proses produksi dengan pendekatan *lean manufacturing*.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan sebelumnya, tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi *waste* yang terjadi dan mengetahui akar penyebab terjadinya *waste* pada proses produksi buku cetak.
2. Mengidentifikasi hubungan antar *waste* dan *waste* kritis pada proses produksi buku cetak dengan menggunakan *lean assessment matrix*.

3. Memberikan rekomendasi perbaikan terpilih pada proses produksi buku cetak berdasarkan nilai *rank of action priority*.
4. Merancang *future value stream mapping* (VSM) berdasarkan estimasi perubahan dari penerapan rekomendasi perbaikan.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Perusahaan dapat meminimasi *lead time* produksi buku cetak.
2. Perusahaan dapat meningkatkan jumlah produksi buku cetak dan melakukan penghematan biaya operasional produksi dengan menerapkan rekomendasi perbaikan terpilih.
3. Perusahaan dapat mereduksi produk *defect* dan frekuensi keluhan *customer*.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Pada sub bab ini akan dijelaskan perihal batasan dan asumsi dari penelitian sebagai berikut:

1.5.1 Batasan

Batasan pada penelitian ini adalah

1. Identifikasi kategori *waste* (pemborosan) yang dilakukan menggunakan 7-*waste* sesuai definisi *Toyota Production System*.
2. Pengamatan proses produksi buku cetak diwakili oleh produk buku cetak "Buku IQRO ukuran 15x21" dengan spesifikasi "COVER – UV varnish. ISI – Cetak, Susun, Lipat, *Perfect Binding* (jahit benang), *Shrink, Packing*".
3. Data sekunder yang digunakan adalah data tahun 2019. Waktu pengamatan dilakukan pada Januari 2020.
4. Rekomendasi perbaikan tidak diterapkan secara langsung, namun hanya berdasarkan perhitungan estimasi.

1.5.2 Asumsi

Asumsi yang digunakan pada penelitian ini adalah

1. Tidak ada perubahan kondisi pada proses produksi buku cetak selama penelitian dilakukan.

1.6 Sistematika Penulisan

Pada sub bab ini akan dijelaskan sistematika penulisan dalam penelitian ini.

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab pendahuluan akan dijelaskan perihal dasar dilakukannya penelitian ini. bab pendahluan berisi latar belakang yang menjelaskan identifikasi masalah yang terjadi pada objek amatan, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat yang diharapkan dari penelitian, ruang lingkup penelitian yang menjelaskan batasan dan asumsi yang digunakan pada penelitian, dan sistematika penulisan penelitian.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab tinjauan pustaka akan dijelaskan tentang teori dari metode yang akan digunakan untuk menyelesaikan masalah pada penelitian ini. Teori dari metode yang digunakan bersumber dari literatur seperti buku, jurnal penelitian, serta penelitian sebelumnya yang terkait dengan penelitian ini. Tinjauan pustaka yang digunakan adalah *Lean Manufacturing*, *Waste*, *Value Stream Mapping* (VSM), *Process Activity Mapping* (PAM), *Single Minutes Exchanges of Dies* (SMED), *Root Cause Analysis* (RCA), *Waste Assessment Model* (WAM), *Lean Assessment Matrix*, dan Penelitian Sebelumnya.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab metodologi penelitian akan dijelaskan terkait alur pengerjaan dan metode penelitian yang dilakukan untuk menyelesaikan masalah pada penelitian ini secara komprehensif. Alur pengerjaan digambarkan dalam metodologi agar proses penelitian dapat berjalan secara sistematis dan terarah.

BAB 4 IDENTIFIKASI WASTE DAN PENYEBABNYA

Pada bab identifikasi *waste* dan penyebabnya akan dijelaskan deskripsi singkat perusahaan, alur proses produksi buku cetak, penyusunan *current value stream*

mapping, penyusunan *process activity mapping*, identifikasi *waste*, dan identifikasi akar penyebab *waste*.

BAB 5 IDENTIFIKASI WASTE KRITIS

Pada bab identifikasi *waste* kritis akan dilakukan analisis hubungan antar *waste* dan penyusunan *Lean Matrix 1* yang terdiri atas penyusunan *waste relationship matrix*, penentuan *severity level of waste*, penentuan *occurrence level of root source of waste*, perhitungan *aggregate cause value* dan *aggregate waste number* untuk *input* dalam *Lean Matrix 2*. Penentuan nilai/bobot *waste* didapatkan dari proses pemberian kuisioner kepada Manajer Produksi atau *stakeholder* perusahaan yang terkait dengan proses produksi.

BAB 6 PENYUSUNAN REKOMENDASI PERBAIKAN

Pada bab penyusunan rekomendasi perbaikan akan dilakukan penyusunan alternatif rekomendasi perbaikan berdasarkan hasil dari *Lean Matrix 1* dan penyusunan *Lean Matrix* 2 yang berguna untuk memilih alternatif rekomendasi perbaikan terbaik berdasarkan nilai *rank of action priority* tertinggi, kemudian dilakukan penyusunan *future value stream mapping* (VSM) berdasarkan estimasi perubahan proses produksi setelah dilakukan perbaikan.

BAB 7 PENUTUP

Pada bab penutup akan dijelaskan kesimpulan yang merupakan hasil dari penelitian dan saran yang direkomendasikan dari hasil penelitian untuk perusahaan dan penelitian selanjutnya.

BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dijelaskan teori-teori yang menjadi konsep dalam penelitian ini untuk menyelesaikan permasalahan dan menyusun strategi perbaikan pada objek amatan. Konsep-konsep yang dijelaskan meliputi metode-metode penyelesaian masalah terkait. Metode yang digunakan adalah *Lean Manufacturing*, pemborosan (*waste*), *Process Activity Mapping* (PAM), *Value Stream Mapping* (VSM), *Single Minutes Exchanges of Dies* (SMED), *Root Cause Analyisi* (RCA), *Waste Assessment Model* (WAM) dan *Lean Assessment Matrix*.

2.1 *Lean Manufacturing*

Lean adalah upaya yang dilakukan secara berkelanjutan untuk mengurangi atau bahkan mengeliminasi *waste* dan meningkatkan *value added* dari sebuah produk, baik itu barang maupun jasa untuk memberikan nilai kepada konsumen. Menurut Gasperz (2007), tujuan dari *lean* adalah meningkatkan *customer value* secara berkelanjutan dengan meningkatkan rasio antara *value added* terhadap nilai *waste* (*the value-to-waste ratio*).

Menurut Womack dan Jones (2003), *Lean manufacturing* adalah suatu konsep untuk meminimalisir *waste* dan setiap *stakeholder* yang terlibat saling bekerja sama untuk mengeliminasi *waste*. *Lean manufacturing* merupakan konsep yang diadopsi dari *Toyota Manufacturing System* (TMS) dengan tujuan untuk meningkatkan *value added* dengan menghilangkan *waste* dan mengurangi pekerjaan yang tidak perlu, biaya yang lebih rendah¸ kualitas yang lebih tinggi dan *lead time* yang lebih pendek (Gasperz, 2012).

Karakteristik *lean manufacturing* adalah kondisi *shopfloor* yang aktif sehingga secara berkelanjutan menerapkan *kaizen* untuk menyelesaikan masalah yang ada, memastikan *level inventory* yang rendah, menerapkan konsep *just-in-time* (JIT), dan menggunakan sumber daya yang tersedia dengan seminimal mungkin. Sehingga dapat disimpulkan bahwa *lean* merupakan sebuah sistem yang harus dijalankan secara berkelanjutan untuk meminimalisir *waste* secara menyeluruh agar konsumen mendapatkan *value added* yang lebih tinggi, serta perusahaan bisa

mendapatkan *profit* yang lebih tinggi dengan cara meminimalisir biaya, meningkatkan kualitas serta memperkecil *lead time*.

Dalam penerapannya, terdapat lima konsep dasar pada *Lean Manufacturing* (Gasperz, 2007), yaitu:

1. *Understand the Customer Value*, yaitu memahami nilai dari produk yang diinginkan oleh *customer* dengan melakukan identifikasi produk berdasarkan sudut pandang *customer* untuk mendapatkan produk yang berkualitas baik, pengiriman yang sesuai, dan harga yang kompetitif.
2. *Value Stream Analysis*, yaitu memahami aliran proses pada setiap produk dari *raw material* hingga *finished goods* yang siap disajikan kepada *customer*.
3. *Flow*, yaitu membuat *value stream* dari proses produksi untuk mengeliminasi pemborosan (*waste*) sepanjang aliran yang tidak memberikan nilai tambah (*value added*).
4. *Pull*, yaitu mengorganisir *value stream* yang terdiri atas *material*, informasi dan produk agar mengalir secara efektif dan efisien dengan menggunakan *pull system* sehingga produk sesuai dengan biaya yang dikeluarkan oleh *customer* dan memiliki *value added* sesuai waktu yang ditetapkan.
5. *Perfection*, yaitu melakukan peningkatan berkelanjutan dengan menerapkan teknik dan alat (*improvement tools and* techniques) yang sesuai untuk mencapai peningkatan dan keunggulan pada sistem.

2.1.1 Waste

Waste atau pemborosan adalah segala aktivitas yang tidak memberikan *value added* dalam proses perubahan *input* menjadi *output* sepanjang *value stream* (Gasperz, 2012). Dalam sebuah proses produksi yang dijalankan oleh perusahaan baik dengan hasil *output* berupa produk (*tangible*) maupun jasa (*intangible*), harus dilakukan secara efektif dan efisien untuk meminimalisir biaya dan waktu yang akan digunakan dalam proses produksi sehingga perusahaan mendapatkan profit semaksimal mungkin. Oleh karena itu, diperlukan pemahaman pada keseluruhan sistem produksi agar sepanjang proses produksi tidak terjadi aktivitas-aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah pada produk (*Non-Value Added Activity*).

Namun kerap kali terdapat aktivitas-aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah tetapi tetap diperlukan untuk menjalankan proses produksi (*Non-Value Added but Necessary Activity*) seperti contoh aktivitas inspeksi, *setup* mesin, distribusi, dan lain-lain,

Dalam menerapkan *Toyota Production* System (TPS), Taiichi Ohno mendefinisikan bahwa terdapat 7 jenis *waste* (7-Waste) terdiri atas *Defect, Overproduction, Waiting, Transportation, Inventory, Motion, Excess-Processing*.

Klasifikasi 7-*Waste* dijelaskan sebagai (Ohno, T. 1988):

1. *Defect*

   Defect merupakan terjadinya produk cacat yang terjadi akibat adanya kesalahan pada saat proses pengerjaan, permasalahan pada kualitas *output* produk, dan performansi pengiriman yang buruk. Sehingga dibutuhkan waktu, biaya dan usaha tambahan untuk melakukan *rework* dan pembuangan.

2. *Overproduction*

   Overproduction merupakan pemborosan akibat produksi yang terlalu banyak dibandingkan dengan jumlah *demand* yang berdampak pada penumpukan *inventory* dan terganggunya aliran informasi dan aliran fisik.

3. *Waiting*

   Waiting merupakan pemborosan yang terjadi karena ketidak-efisienan penggunaan waktu. Hal itu disebabkan dengan adanya *idle* pada proses kerja yang tidak memberikan nilai tambah berupa terjadinya waktu tunggu pada *material*, informasi, *maintenance*, dan *changeover* sehingga dapat menimbulkan WIP (*Work in Process*) yang memperpanjang *lead time* produksi.

4. *Transportation*

   Transportation dapat tergolong pemborosan/*waste* apabila terjadi perpindahan pekerja, material atau informasi yang berlebihan akibat *layout* produksi yang kurang tepat dan alur informasi atau material yang tidak terstruktur dengan baik. Sehingga memperpanjang *lead time* produksi, menaikkan *stock* WIP (*Work in Process*) dan membutuhkan usaha yang berlebih.

5. *Inventory*

   Inventory merupakan pemborosan akibat adanya penyimpanan yang berlebihan dan *delay* informasi material atau produk yang disebabkan oleh ketidaktepatan *forecasting* jumlah *order* yang diterima oleh perusahaan. Hal itu menimbulkan peningkatan biaya gudang dan penurunan kualitas pelayanan kepada *customer*. Terminologi *inventory* menunjukkan *over-inventory* atau *excess-inventory* pada proses produksi.

6. *Motion*

   Motion merupakan pemborosan yang disebabkan oleh ketidak-efisienan pekerja dalam melakukan proses kerja karena pengorganisasian tempat kerja yang kurang tepat sehingga pekerja melakukan pergerakan melebihi dari yang seharusnya. Hal ini dapat menyebabkan kondisi kerja yang tidak ergonomis, rendahnya produktivitas pekerja, memperpanjang aliran materal atau informasi dan memperpanjang *lead time* produksi. Terminologi *motion* menunjukkan *excess-motion* atau *unecessary motion* pada proses produksi.

7. *Excess-Processing*

   Excess-Processing merupakan pemborosan akibat terjadinya proses kerja yang tidak perlu dalam pemberian nilai tambah (*value added*). Hal ini disebabkan eksekusi SOP (*Standard Operational Procedure*) yang tepat dan pekerja tidak memiliki *skill* yang mumpuni sehingga perlu melakukan *double-handling* sehingga memperpanjang *lead time* produksi.

2.1.2 Value Stream Mapping (VSM)

Value Stream Mapping (VSM) adalah salah satu metode untuk menggambarkan rangkaian proses pemetaan aliran material dan informasi yang memerlukan koordinasi dari bagian produksi, *supplier* dan distributor dalam pemenuhan permintaan konsumen. VSM bertujuan untuk melakukan visualisasi aliran proses, membantu menunjukkan letak pemborosan/*waste* dari proses dan menunjukkan hubungan antara aliran proses dan aliran informasi (Hines dan Taylor, 2000).

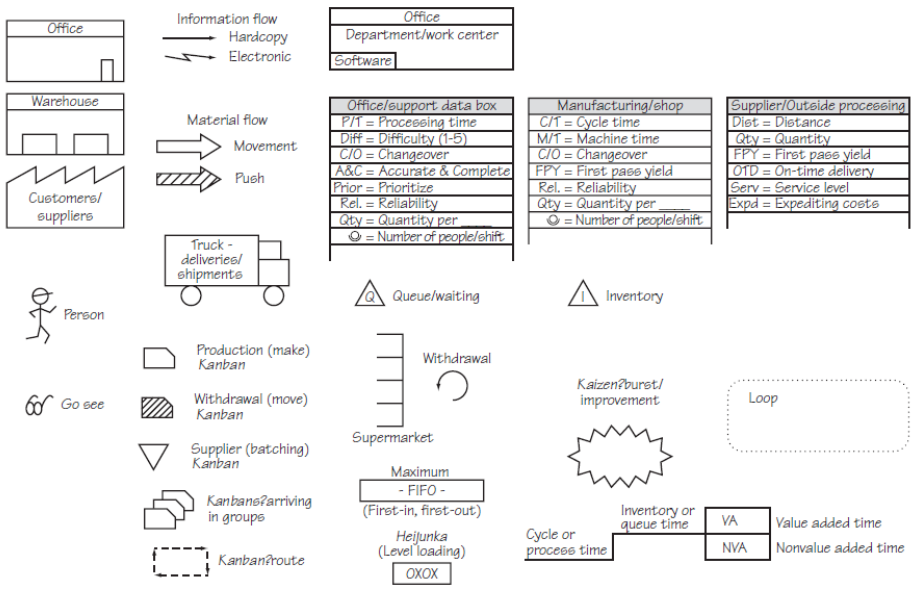
Terdapat 4 tahap dalam penyusunan VSM berdasarkan *kaizen event* (Manos, T. 2006), yaitu:

1. Penentuan keluarga proses.

   Menentukan grup produk yang mengalami proses yang sama atau memiliki kemiripan dalam tahap proses. Kemudian digambarkan dalam sebuah *matrix* dan dilihat persamaan atau kemiripan pada seluruh proses dari produksi produk untuk mengetahui tahap proses produksi yang akan di-efisienkan.

2. Menentukan dan membuat VSM *current state*.

   Dalam pembuatan VSM *current state* diperlukan pengambilan data dan informasi pada aliran proses dan melakukan wawancara dengan operator/pekerja yang berkaitan dengan aliran proses. Contoh informasi atau data yang diperlukan adalah waktu proses, waktu *changeover*, jumlah operator dan shift kerja, informasi *hardcopy*, informasi elektronik, *inventory level*, antrian atau waktu tunggu, dan lain-lain. Gambar 2.1 merupakan simbol/ikon yang digunakan untuk menggambarkan proses produksi pada VSM.



Gambar 2. 1 Simbol/Ikon pada *Value Stream Mapping* (VSM)

(Sumber: Tony Manos, 2006)

Key areas dari penggambaran VSM adalah

- Bagian kanan atas berisi informasi *customer*

- Bagian kiri atas berisi informasi *supplier*
- Bagian tengah ke-atas berisi aliran informasi
- Bagian tengah ke-bawah berisi aliran proses atau material
- Bagian ujung atas atau ujung bawah berisi perhitungan waktu *value added* atau *non-value added*

3. Menentukan dan membuat VSM *future state* berdasarkan hasil perbaikan.
   Dari VSM *current state* dilakukan perbaikan dengan mengurangi pemborosan/*waste* yang ada. Rekomendasi perbaikan yang sering diajukan adalah penerapan *kaizen*, minimasi waktu *changeover* (SMED), penggunaan kanban/*supermarket pull system*, penerapan WIP, dan lain-lain.
4. Membuat *draft plan* berdasarkan penerapan *future state*.
   Melakukan penerapan perbaikan berdasarkan VSM *future state* dengan mengajukan laporan perubahan *budgeting* peralatan, perubahan jadwal produksi dan memberikan arahan kepada seluruh karyawan terutama pada bagian *shopfloor*,

Berikut ini merupakan rumus atau persamaan yang dibutuhkan dalam proses penyusunan VSM untuk memetakan aliran proses produksi.

- *Availability*:

$$Availability = \frac{\text{Total waktu tersedia} - (\text{waktu } setup + \text{waktu } breakdown)}{\text{Total waktu tersedia}} \times 100 \quad (2.1)$$

- *Uptime*:

$$Uptime = \frac{Availability - Changeover\ time}{Availability} \quad (2.2)$$

- *Takt Time*:

$$Takt\ Time\ (\text{menit}) = \frac{\text{Waktu kerja efektif}}{\text{Permintaan } customer} \quad (2.3)$$

- *Total Cycle Time*:

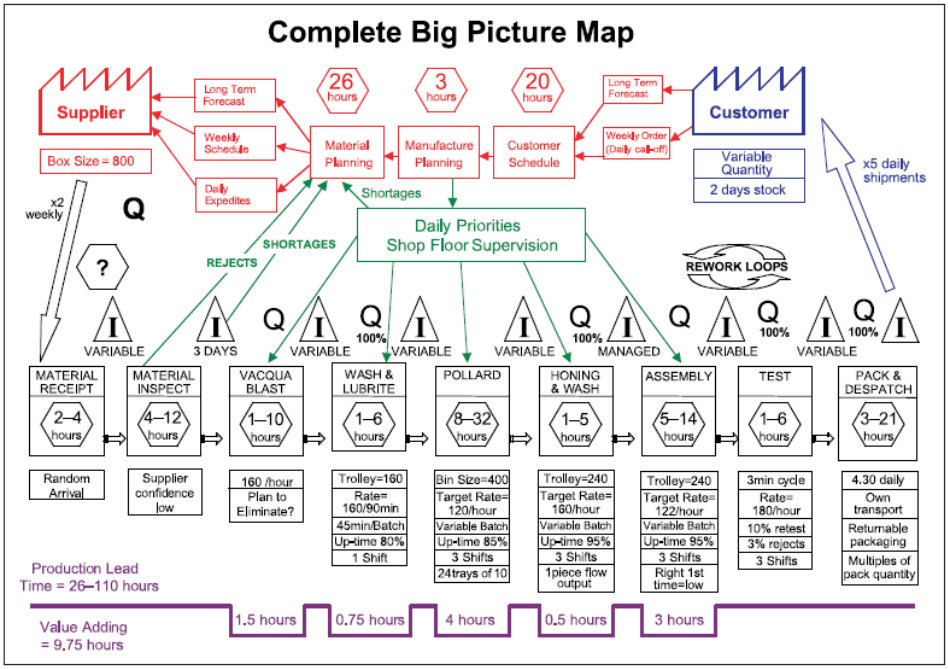
$$Total\ Cycle\ Time\ (\text{menit}) = \text{C/T}_{(1)} + \text{C/T}_{(2)} + \text{C/T}_{(3)} + \ldots + \text{C/T}_{(n)} \quad (2.4)$$

- *Total Lead Time*:

$$Lead\ Time\ (\text{menit}) = (\text{C/T}_{(1)} + Queue\ Time_{(1)}) + \text{C/T}_{(2)} + Queue\ Time_{(2)}) + \ldots + (\text{C/T}_{(n)} + Queue\ Time_{(n)}) \quad (2.5)$$

Pada Gambar 2.2 ditunjukkan VSM yang menjelaskan urutan beserta waktu yang dibutuhkan pada seluruh rangkaian proses mulai dari permintaan *order* dari

customer, proses produksi yang menunjang pemenuhan *order customer* hingga pengiriman produk yang akan diserahkan kepada *customer*.



Gambar 2. 2 *Value Stream Mapping* (VSM)

(Sumber: Hines dan Taylor, 2000)

2.1.3 Process Activity Mapping (PAM)

Process Activity Mapping (PAM) adalah sebuah metode yang digunakan dalam menggambarkan proses produksi secara detail dengan menjabarkan setiap aktivitas-aktivitas yang terjadi sepanjang proses. PAM merupakan salah satu *mapping tool* dari *seven value stream mapping tools* yang digunakan untuk memetakan adanya pemborosan/waste dalam proses produksi yang dapat menggambarkan *waste waiting*, *transportation*, *excess-processing* dan *motion* pada tingkat *high correlation and usefullness* (Hines dan Rich, 1997). Dari metode tersebut diharapkan dapat diidentifikasi persentase aktivitas *value added* dan *non value added* (Singgih dan Kristian, 2010). Selain itu, metode ini dapat digunakan untuk menghilangkan, menyederhanakan atau menggabungkan aktivitas-aktivitas pada proses produksi sehingga akan meningkatkan efisiensi dan mengurangi terjadinya pemborosan.

Pada Gambar 2.3 menjelaskan bahwa aktivitas pada proses produksi dibedakan dan diidentifikasi menjadi 5 tipe aktivitas, yaitu operasi (O), transportasi (T), inspeksi (I), penyimpanan (S) dan *delay* (D). Dari 5 tipe aktivitas tersebut dibedakan kembali menjadi 3 kategori, yaitu *value added activity*, *non-value added but necessary activity* dan *non-value added activity*.

Dalam melakukan pembuatan PAM terdapat lima tahap yang harus dilakukan (Hines & Rich, 1997):

1. Mempelajari aliran pada proses.
2. Melakukan identifikasi pemborosan/*waste*.
3. Melakukan pertimbangan urutan proses apabila terdapat proses yang dapat disusun agar lebih efisien.
4. Melakukan pertimbangan perbaikan pola aliran apabila meninjau *layout* aliran yang berbeda atau rute transportasi.
5. Melakukan pertimbangan apakah aktivitas pada setiap tahap proses diperlukan seluruhnya dan dampak yang terjadi apabila ada aktivitas yang dihilangkan.

No	Activity	Flow	Machine	Distance	Time (mnt)	Worker	Type of Activity	Note
1	Inventory	S			1800.00			
2	Checking of truck equipment and administration	I	Manual		120.00	3		
3	Waiting to sugar carrying sugar process	D			1323.82	1		
4	Weighting of truck in	I	Weighting scale		2.73	1		
5	Waiting to load sugar to truck	D			30.91	1		
6	Truck movement to warehouse	D		200 m	2.00	1		
7	Loading preparation	O			7.02	2		
8	Loading sugar into truck	O	Forklift and manual		37.78	10		
9	Distribution preparation	O			11.54	1		
10	Movement to weighting scale bridge	D		200 m	2.00	1		
11	Weighting of truck out	I	Weighting scale		2.81	1		
12	Distribution process to buyer	T			1440.00	2		
Total time					4780.61			
Value added time (VAT)					1621.88			
% VAT					33.92%			

Gambar 2. 3 Process Activity Mapping (PAM)

(Sumber: Hines dan Rich, 1997)

2.1.4 Single Minutes Exchanges of Dies (SMED)

Single Minutes Exchanges of Dies (SMED) adalah sebuah metode yang diperkenalkan oleh Shigeo Shingo untuk melakukan reduksi waktu *setup* atau *changeover* pada mesin. SMED merupakan salah satu *lean tools* yang digunakan untuk mengurangi pemborosan karena waktu *changeover* merupakan salah satu pemborosan yang menyebabkan proses tidak efisien sehingga memperpanjang *lead time* (Indrawati *et al*., 2018). Istilah lain dari SMED adalah QCO (*Quick Change Over*), 4SRS (*Four Step Rapid Setup*) dan OTED (*One Touch Exchange of Dies*) yang keseluruhannya bertujuan untuk mempercepat waktu *set-up*.

Waktu *changeover* atau *setup* adalah waktu yang dibutuhkan untuk mempersiapkan mesin/sistem untuk melakukan proses produksi. Contoh aktivitas *changeover* adalah *maintenance* mesin, pemasangan komponen/*spare part* pada mesin, penyesuaian jumlah *lot* size dan uji coba produksi. Menurut Shigeo Shingo dalam A Revolution in Manufacturing: The SMED *System*, terdapat dua jenis aktivitas dalam proses *setup*, yaitu:

- *Internal setup* (IED), yaitu aktivitas *setup* mesin yang dilakukan dalam kondisi mesin *shutdown*/mati. Aktivitas IED seperti memasang rol mesin, memasang cetakan awal, dan lain-lain
- *External setup* (OED), yaitu aktivitas *setup* mesin yang dilakukan dalam kondisi mesin beroperasi. Aktivitas OED seperti mengambil *tools* yang dibutuhkan untuk aktivitas IED, memindahkan cetakan lama ke gudang, dan lain-lain.

Penerapan SMED pada perusahaan akan berbeda-beda tergantung pada kondisi *shopfloor*, proses produksi, manajemen perusahaan, Berikut ini merupakan tahap implementasi SMED (Shingo S., 1983) yang dijelaskan pada Gambar 2.5:

1. Memisahkan aktivitas *internal setup* dan *external setup*.

   Langkah terpenting dalam implementasi SMED adalah mengidentifikasi dan memisahkan antara aktivitas internal dan aktivitas eksternal. Seluruh pegawai akan setuju bahwa persiapan komponen, perbaikan, dan sebagainya tidak dapat dilakukan apabila mesin sedang berjalan. Namun, apabila dilakukan upaya ilmiah untuk kembali mengkaji seluruh aktivitas,

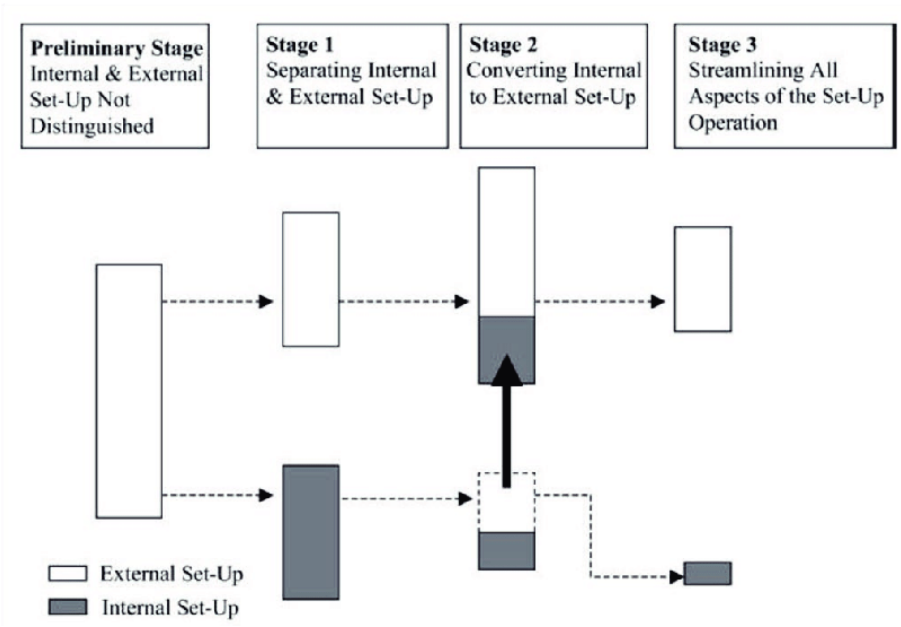
akan didapatkan bahwa waktu yang digunakan untuk mati mesin dapat dipotong sebesar 30%-50%.

2. Mengubah aktivitas *internal setup* menjadi *external setup*.

   Berdasarkan identifikasi aktivitas internal dan aktivitas eksternal yang telah dilakukan di tahap sebelumnya, dilakukan pengkajian aktivitas internal yang dapat diubah menjadi aktivitas eksternal dengan memperhatikan aktivitas yang melakukan perubahan cetakan/rol/*dies* apakah dapat dilakukan ketika mesin dalam keaadaan menyala. Apabila terdapat proses yang dapat dilakukan ketika mesin menyala, akan diubah menjadi jenis aktivitas eksternal.

3. Melakukan penyederhanaan seluruh aspek pada aktivitas *setup*.

   Setelah melakukan tahap 1 dan tahap 2, dapat dilakukan penyederhanaan aktivitas yang ada dengan melakukan *radical improvement* pada aktivitas internal dan aktivitas eksternal.



Gambar 2. 4 Tahap *Single Minutes Exchange of Dies* (SMED)
(Sumber: Moxham & Greatbanks, 2001)

2.2 *Root Cause Analysis* (RCA)

Root Cause Analysis (RCA) merupakan diagram yang menjelaskan perihal penyebab dan akibat-akibat dari tingkat *failure* dari rendah hingga tinggi untuk menganalisa dan menemukan faktor-faktor yang berdampak secara signifikan dari

sistem kerja. RCA juga dapat didefinisikan sebagai struktur logis yang menjelaskan potensi dari sebuah permasalahan yang tidak diinginkan sehingga dapat diminimalisir kemungkinan terjadinya dengan mengeliminasi penyebab utama dari munculnya permasalahan tersebut. (Rooney dan Heuvel, 2004).

RCA adalah salah satu *tools* yang dapat digunakan untuk mengungkap penyebab masalah. Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi akar dari suatu permasalahan dengan membagi permasalahan dalam beberapa level. Setelah mendefinisikan permasalahan, kemudian dipecah dengan penyebab dari permasalahan tersebut hingga tingkat paling dasar sebagai akar permasalahan. Menemukan penyebab masalah merupakan tujuan dari metode ini. Sebab tanpa mengetahui akar masalah, suatu insiden tidak dapat ditanggulangi dengan tepat dan akan berakibat pada berulangnya kejadian pada insiden tersebut dikemudian hari (Mulyadiski, 2014). Untuk dapat menemukan akar permasalahan yang sedang dihadapi, perusahaan dapat melakukan beberapa langkah, yaitu:

1. Mendefinisikan masalah

   Langkah pertama yang dilakukan adalah perusahaan dapat mendefinisikan masalah yang terjadi secara spesifik.

2. Mengumpulkan data

   Langkah kedua yang dilakukan yaitu mengumpulkan data untuk membuktikan bahwa permasalahan tersebut benar adanya. Dapat menjelaskan juga sudah berapa lama perusahaan mengalami permasalahan tersebut dan dampak apa yang dirasakan dari adanya permasalahan tersebut.

3. Identifikasi penyebab yang terjadi

   Dalam langkah ketiga ini perusahaan perlu menjabarkan urutan kejadian yang mengarah kepada masalah tersebut. Kemudian dapat dijelaskan juga mengenai kondisi seperti apa yang dialami ketika masalah itu terjadi. Setelah itu, perusahaan juga harus mengidentifikasi dengan munculnya satu permasalahan apakah terdapat masalah baru yang dapat muncul seiring dengan berjalannya waktu. Dalam melakukan identifikasi penyebab-penyebab dari sebuah permasalahan, proses identifikasi dilakukan dengan secara spesifik terkerucut pada beberapa faktor yang berpengaruh, seperti contoh menggunakan identifikasi 5M1E (*Man, Machine, Method, Material*,

Measurement, dan *Environment*) ataupun menggunakan *stakeholder analysis*.

4. Identifikasi akar masalah (*root causes*)

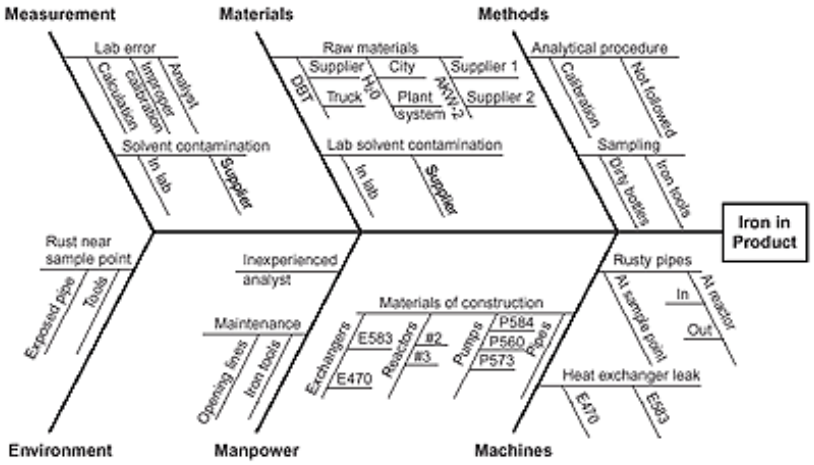
   Langkah keempat, perusahaan mengindentifikasi permasalahan tersebut hingga mendapatkan akar dari penyebab dari permasalahan tersebut beserta alasan yang terjadi akibat kemunculan masalah tersebut.

5. Ajukan dan implementasikan solusi

   Langkah kelima yang dilakukan perusahaan adalah mengajukan solusi sesuai dengan akar permasalahan yang kemudian melakukan implementasi solusi untuk menyelesaikan permasalahan yang terjadi.

Dengan melakukan beberapa langkah tersebut, perusahaan akan menemukan perubahan dalam sistem yang dijalani. Selain lima langkah tersebut, perusahaan juga dapat melakukan prediksi dari efek yang akan terjadi dengan melakukan penerapan solusi yang telah diajukan dan diimplementasikan. Gambar 2.5 merupakan contoh dari *fishbone diagram* pada produksi produk logam.

Penggunaan metode RCA dapat dilakukan dengan analisis data secara menyeluruh, kemudian digambarkan *cause effect diagram* dengan metode 5 *why* dengan klasifikasi 5 kelas, yaitu *symptom, excuse, blame, cause*, dan *root cause*. Dalam menemukan akar permasalahan tidak selalu penyebab intinya berada pada *why* kelima, bisa saja akar permasalahan berada pada tahap ke-2 (*excuse*) selama *why* tersebut dirasa sudah merepresentasikan akar permasalahan inti dari sebuah kegagalan atau munculnya masalah.



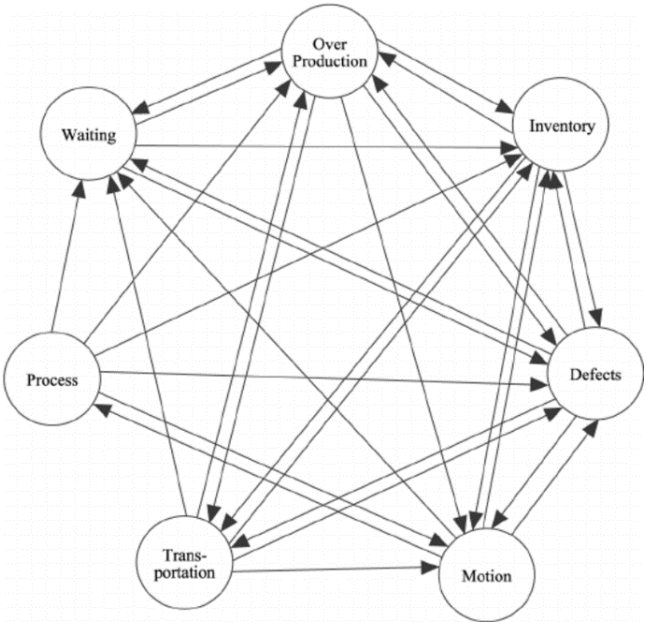
Gambar 2. 5 *Fishbone Diagram* (Ishikawa *Diagram*)

(Sumber: asq.org/quality-resources/fishbone)

2.3 *Waste Assessment Model* (WAM)

Waste Assessment Model (WAM) adalah model yang digunakan untuk melakukan identifikasi pemborosan/*waste* dengan menyederhanakan proses pencarian *waste* dan melakukan elimininasi *waste* secara baik dan tepat. Metode ini dapat memperlihatkan keterkaitan antar *waste* dan menunjukkan peringkat *waste* kritis dalam sebuah proses produksi. Dalam WAM terdapat tiga *tools* pendukung yang terdiri atas *Seven Waste Relationship* (SWR), *Waste Relationship Matrix* (WRM), dan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ).

Seven Waste Relationship (SWR) mengambarkan hubungan antar *waste* yang saling mempengaruhi. Setiap *waste* memiliki keterkaitan dan hubungan satu sama lain yang memberikan pengaruh secara langsung maupun tidak langsung. Jenis hubungan dan sifat dari masing-masing *waste* berbeda-beda bergantung pada bobot dan pola yang terjadi pada *waste* tersebut. Keterkaitan dan hubugan antar *waste* ditunjukkan pada Gambar 2.6 yang merupakan model *assessment* yang dikembangkan oleh Ibrahim Rawabdeh (2005).



Gambar 2. 6 Hubungan dan Keterkaitan Antar *Waste*
(Sumber: Rawabdeh, I. 2005)

Waste Relationship Matrix (WRM) adalah metode yang berfungsi untuk melakukan analisis aliran dan hubungan antar *waste* yang terjadi pada proses produksi dengan menggunakan *matrix*. Setiap baris menjelaskan dampak dari sebuah *waste* terhadap *waste* lainnya, Sedangkan kolom menjelaskan *waste* yang dipengaruhi oleh *waste* lainnya. Sehingga *matrix* menunjukkan hubungan *real* antar masing-masing *waste.*

Waste Assessment Questionnaire (WAQ) adalah kuisioner yang berisi 68 pertanyaan yang berbeda dan mewakili aktivitas, kondisi, serta tingkah laku pada proses produksi yang dapat menghasilkan *waste*. Terdapat delapan tahap untuk melakukan perhitungan skor *waste* yang menghasilkan *ranking waste*.

2.4 *Lean Assessment Matrix*

Lean Assessment Matrix merupakan metode yang dikembangkan oleh Karningsih *et al*. (2019) yang memiliki konsep yang sama dengan metode *House of Risk* (HOQ) dan *Waste Relationship Matrix* (WRM) yang berfungsi untuk mengetahui hubungan antar pemborosan. Metode ini menggunakan *tools value stream mapping* (VSM) untuk menentukan aktivitas yang tidak memberikan nilai

tambah (*non-value added activity*). *Lean Assessment Matrix* sendiri terdiri atas dua matriks yang dilakukan berurutan, yaitu *Lean Matrix 1* dan *Lean Matrix* 2.

2.4.1 Lean Matrix 1

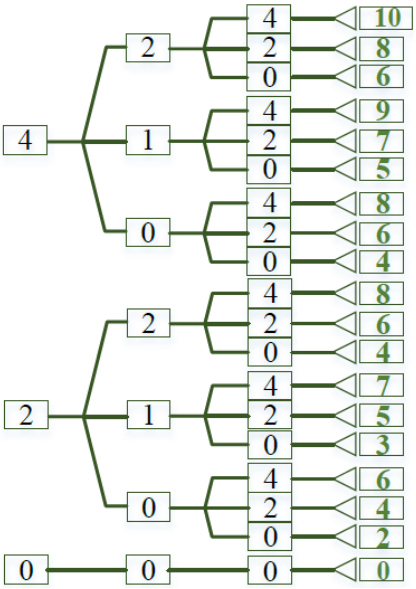
Lean Matrix 1 bertujuan untuk menentukan peringkat dari tipe *waste* dan mengidentifikasi *non-value added activity* pada setiap *waste*. Penentuan *waste* paling kritis yang didapatkan dari nilai *waste rank* dilakukan dengan pemetaan *lean matrix* 1. Pertama dilakukan pemberian kuisioner yang berisi tiga pertanyaan untuk mengetahui hubungan antar *waste* yang ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Pertanyaan dalam kuisioner *Lean Matrix* 1

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1	Apakah *i* mengakibatkan atau menghasilkan *j*	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2	Bagaimana jenis hubungan antara *i* dan *j*	a. Jika *i* naik, maka *j* naik b. Jika *i* naik, maka j tetap c. Tidak tentu, tergantung keadaan	= 2 = 1 = 0
3	Dampak *j* dikarenakan *i*	a. Tampak secara langsung & jelas b. Butuh waktu untuk terlihat c. Tidak terlihat	= 4 = 2 = 0

(Sumber: Pangesti, A. 2019)

Hasil pada kuisioner tersebut akan memiliki bobot skor yang kemudian dikonversikan menjadi simbol A, I, U, E, O, dan X yang kemudian akan digunakan untuk menyusun *Waste Relationship Matrix* (WRM). Probabilitas total skor jawaban dari hasil WRM *questionnaire* digambarkan menggunakan *tree diagram* pada Gambar 3.1. Nilai yang ditunjukkan pada *tree diagram* berada pada *range* 0 (nol) sampai 10 (sepuluh).



Gambar 2. 7 *Tree Diagram* Nilai WRM

(Sumber: Pangesti, A. 2019)

Kemudian aturan konversi keterkaitan antar *waste* berdasarkan hasil kuisioner dijelaskan pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Tabel Aturan Konversi Keterkaitan Antar *Waste*

Range	Jenis Hubungan	Simbol
9 – 10	*Absolutely Necessary*	A
7 – 8	*Especially Important*	E
5 – 6	*Important*	I
3 – 4	*Ordinary Closeness*	O
1 – 2	*Unimportant*	U
0	*No Relation*	X

(Sumber: Pangesti, A. 2019)

Matrix pemborosan (*waste matrix value*) dapat menunjukkan skor hubungan antar *waste* dapat dikonversikan menjadi angka dengan acuan A=10, E=8, I=6, U=2, dan X=0 (Rawabdeh, 2005). Hasil perhitungan akan menunjukkan nilai pengaruh antar *waste* dalam satuan presentase (%). Tabel 2.3 merupakan contoh tabel *waste matrix value*.

Tabel 2. 3 Contoh Tabel *Waste Matrix Value*

F/T	O	I	D	M	T	P	W	Score	%
O	**A**	A	O	O	I	X	E	**42**	**16.8**
I	I	**A**	I	I	I	X	X	**34**	**13.6**
D	I	I	**A**	I	E	X	I	**42**	**16.8**
M	X	O	E	**A**	X	I	A	**38**	**15.2**
T	U	O	I	U	**A**	X	I	**30**	**12**
P	I	U	I	I	X	**A**	I	**36**	**14.4**
W	O	A	O	X	X	X	**A**	**28**	**11.2**
Score	**34**	**46**	**44**	**34**	**30**	**16**	**46**	**250**	**100**
%	**13.6**	**18.4**	**17.6**	**13.6**	**12**	**6.4**	**18.4**	**100**	

(Sumber: Rawabdeh, I. 2005)

Kemudian dilakukan penentuan *severity level of waste* (Si), *occurrence level of root cause waste* (Oi), dan *impact value* (nilai dampak) dari *root source* dari dampak *waste* j terhadap *waste* i (I_{ij}) yang menjadi dasar perhitungan *Aggregate Cause Value* (ACVi) dengan menggunakan persamaan 2.6. Nilai *impact value* digambarkan menggunakan skala 0, 1, 3, dan 9 yang ditunjukkan pada Tabel 2.4.

Tabel 2. 4 Skala *Impact Value of Root Source of Waste* j to *Waste* i

Skala *Impact Value of Root Source of Waste* j to *Waste* i		
0	Tidak ada relasi	Akar *waste* j tidak menyebabkan terjadinya *waste* i
1	Relasi Lemah	Akar *waste* j berperan kecil dalam menyebabkan terjadinya *waste* i
3	Relasi Sedang	Akar *waste* j berperan sedang dalam menyebabkan terjadinya *waste* i
9	Relasi Kuat	Akar *waste* j berperan besar dalam menyebabkan terjadinya *waste* i

(Sumber: Pangesti, A. 2019)

$$ACV_i = O_i \sum S_j I_{ij} \tag{2.6}$$

Nilai *severity* (tingkat keparahan) menunjukkan seberapa serius dampak yang timbul apabila terjadi *waste.* Penentuan nilai *severity level of waste* (Si) didapatkan dari skala *likert* dari skala 1 – 10 yang menunjukkan keparahan dampak akibat adanya *waste*. Tabel nilai *severity level of waste* (Si) yang digunakan untuk mengukur tingkat keparahan pada proses produksi produk *plywood* ditunjukkan pada Tabel 2.5.

Tabel 2. 5 Nilai *severity level of waste* (Si) pada *waste waiting*

Severity Waste Waiting		
Rating	**Effect**	**Kriteria**
1	Tidak ada akibat	Tidak terjadi *waiting time*
2	Sangat ringan	Tidak terjadi *waiting time*, tetapi tidak berpengaruh pada proses produksi
3	Ringan	Tidak terjadi *waiting time* dan memiliki pengaruh yang sangat kecil terhadap proses berikutnya
4	Sangat rendah	Terjadi *waiting time*, dan berpengaruh pada 1 proses berikutnya
5	Rendah	Terjadi *waiting time*, dan berpengaruh pada 2 proses berikutnya
6	Sedang	Terjadi *waiting time*, dan berpengaruh pada 3 proses berikutnya
7	Tinggi	Terjadi *waiting time*, dan berpengaruh pada 4 proses berikutnya
8	Sangat tinggi	Terjadi *waiting time*, dan berpengaruh pada sebagian besar proses berikutnya
9	Berbahaya	*Waiting time* sangat sering terjadi, sehingga proses produksi tidak efektif
10	Sangat berbahaya	Proses produksi tidak dapat dilakukan

(Sumber: Hidayat *et al*, 2014)

Sedangkan nilai *occurrence* (tingkat kejadian) menunjukkan seberapa sering terjadinya *waste* dalam proses produksi. Penentuan nilai *occurrence level of root cause waste* (Oi) didapatkan dari skala *likert* dari skala 1 – 10. Tabel nilai nilai *occurrence level of root cause waste* (Oi) proses produksi produk *plywood* pada ditunjukkan pada Tabel 2.6.

Tabel 2. 6 Nilai *occurrence level of root cause waste* (Oi)

Occurrence Waste Waiting		
Rating	**Effect**	**Kriteria**
1	Tidak ada akibat	Tidak terjadi *waiting time*
2	Sangat ringan	Terjadi *waiting time* selama ≤ 2 menit
3	Rendah	Terjadi *waiting time* selama ≤ 10 menit
4	Sedang	Terjadi *waiting time* selama ≤ 20 menit
5		Terjadi *waiting time* selama ≤ 30 menit
6		Terjadi *waiting time* selama ≤ 40 menit
7	Tinggi	Terjadi *waiting time* selama ≤ 50 menit
8		Terjadi *waiting time* selama ≤ 1 jam
9	Sangat tinggi	Terjadi *waiting time* selama ≤ 2 jam
10		Terjadi *waiting time* selama > 2 jam

(Sumber: Hidayat *et al*, 2014)

Kemudian dilakukan perhitungan *Aggregate Waste Number* (AWN) untuk menentukan *ranking waste* kritis yang dipengaruhi oleh bobot dari jenis *waste* jenis k (WT_k) dengan menggunakan persamaan 2.7.

$$AWN_i = WT_k S_i \sum O_i I_{ij} \tag{2.7}$$

Setelah diketahui nilai AWN, maka dilakukan penentuan *waste rank* berdasarkan nilai AWN paling tinggi hingga paling rendah. Nilai AWN tertinggi menunjukkan *waste* kritis beserta akar terjadinya *waste* tersebut. Dari nilai-nilai tersebut dilakukan penerapan *lean matrix* 1 untuk mengetahui *waste rank* tertinggi yang ditunjukkan pada Tabel 2.7.

Tabel 2. 7 *Lean Matrix* 1

		Root Source of Waste							
Waste Type	***Non Value Added Activity (Waste)***	**S1**	**S2**	**S3**	**S4**	***Waste Type Weight***	***Severity level of Waste***	***Aggregate Waste Number***	***Waste Rank***
Defect	W1					WTk	Si	AWNi	1
	W2								
Overproduction	W3								
	W4								
Waiting	W5								
	W6								
Transportation	W7								
	W8								
Over Inventory	W9								
	W10								
Motion	W11								
	W12								
Over Processing	W13								
	W14								
Environment, Health&Safety	W15								
	W16								
Underutilized People's Skill	W17								
	Wi								
Occurance Level of Root Source of Waste j		Oj							
Aggregate Cause Value		ACVi							

(Sumber: Karningsih, *et al*. 2019)

2.4.2 Lean Matrix 2

Setelah dilakukan penentuan *waste* kritis dan akar penyebab terjadinya *waste* tersebut dengan menggunakan *lean matrix* 1, dilanjutkan dengan menentukan rekomendasi alternatif perbaikan untuk mengurangi *waste* kritis dan akar penyebabnya dengan menyusun *lean matrix* 2 yang ditunjukkan pada Tabel 2.10. Dalam penyusunan *lean matrix* 2, nilai *waste rank* pada *lean matrix* 1 digunakan sebagai nilai *waste elimination actions* (WEA). Selanjutnya dilakukan perhitungan *total effectiveness of waste elimination action* m (TE_m) dengan melakukan perkalian antara *root cause of waste* m dengan mengeliminasi akar dari *waste* j (E_{mj}) dengan *Aggregate Cause Value* i (ACV_i) menggunakan persamaan 2.8. Nilai *total effectiveness of waste elimination action* m (TE_m) ditentukan dengan skala *likert*

berdasarkan tiga kategori nilai, yaitu 1 (rendah), 3 (sedang), dan 9 (tinggi) yang ditunjukkan pada Tabel 2.8.

Tabel 2. 8 Skala Efektivitas WEA dengan Akar Penyebab *Waste*

Skala efektivitas WEA dengan Akar Penyebab *Waste*		
0	WEA tidak dapat digunakan untuk meminimalisir akar penyebab *waste*	Tidak efektif
1	WEA berperan kecil dalam meminimalisir akar penyebab *waste*	Efektivitas lemah
3	WEA berperan sedang dalam meminimalisir akar penyebab *waste*	Efektivitas sedang
9	WEA berperan besar dalam meminimalisir akar penyebab *waste*	Efektivitas tinggi

(Sumber: Pujawan & Geraldin, 2009)

$$TE_m = \sum ACV_i E_{mj} \tag{2.8}$$

Kemudian dilakukan perhitungan *effectiveness to difficulty ratio* (ETD_m) dengan melakukan pembagian nilai TE_m dengan *degree of difficulty performing action* m (D_m). Nilai *degree of difficulty performing action* m (D_m) ditentukan dengan skala *likert* berdasarkan tingkat investasi dan sumber daya yang dibutuhkan dengan tiga kategori nilai, yaitu 3 (rendah), 4 (sedang), dan 5 (tinggi) yang ditunjukkan pada tabel 2.9. Perhitungan ETD_m ditunjukkan pada persamaan 2.9.

Tabel 2. 9 Skala *Degree of Difficulty Performing Action* m

Skala Tingkat Kesulitan		
Nilai Skala	Deskripsi	Parameter
3	Tingkat kesulitan penerapan WEA mudah	Penerapan WEA membutuhkan biaya < Rp. 10.000.000
4	Tingkat kesulitan penerapan WEA sedang	Penerapan WEA membutuhkan biaya Rp. 10.000.000 - Rp. 50.000.000
5	Tingkat kesulitan penerapan WEA sulit	Penerapan WEA membutuhkan biaya > Rp. 50.000.000

(Sumber: Pujawan & Geraldin, 2009)

Hasil perhitungan tersebut digunakan untuk menentukan alternatif rekomendasi terpilih dengan melihat nilai *rank of action priority* tertinggi.

$$ETD_m = \frac{TE_m}{D_m} \quad (2.9)$$

Tabel 2. 10 *Lean Matrix* 2

		Waste Elimination Action			
Waste Type	***Root Source of Waste***	**WEAm**	**WEA2**	**WEA3**	***Aggregate Cause i***
	Sj				ACi
	S2				
	S3				
Total Effectiveness of Waste Elimination Action m (Te_m)					
Degree of Difficulty Performing Action m (D_m)					
Rank of Action Priority		1	2	3	

(Sumber: Karningsih, *et al*. 2019)

2.5 Penelitian Terdahulu

Lean Manufacturing merupakan sebuah metode yang umum dalam penelitian yang dilakukan untuk melakukan eliminasi *waste* pada proses produksi. Dalam penerapannya, *tools* yang digunakan dapat berbeda-beda sesuai permasalahan, objek dan jenis proses produksinya. Berikut ini merupakan penelitian terdahulu di Departemen Teknik Sistem dan Industri (DTSI) yang digunakan sebagai acuan dalam melakukan penelitian ini yang ditampilkan pada Tabel 2.11 dan penelitian sebelumnya terkait dengan *lean manufacturing* pada industri percetakan yang dapat menunjang penelitian ini ditampilkan pada Tabel 2.12.

Tabel 2. 11 *Review* Penelitian Terdahulu terkait Penerapan *Lean Manufacturing* di DTSI ITS

No	Judul	Permasalahan	Rekomendasi Perbaikan	Tools
1.	Analisis Perbaikan Proses *Sub Panel Welding* Menggunakan Pendekatan Lean Manufacturing (Ristianti, 2013)	Keterlambatan Pengiriman	Poka Yoke, SMED, dan Perbaikan *motion* operator	9-*Waste*, OPC, PAM, RCA, dan SMED
2.	Penerapan *Lean Manufacturing* dalam Mengidentifikasi dan Meminimasi *Waste* pada Proses Percetakan & Penjilidan Buku (Studi Kasus: PT Antar Sinar Jaya) (Salman, 2015)	*Defect* dan Keterlambatan Pengiriman	SMED, SOP baru, dan *upgrading* operator	7-*Waste*, VSM, PAM, RCA, SMED, dan FMEA
3.	Minimasi *Waste* dan *Lead Time* pada Proses Produksi Leaf Spring dengan Pendekatan *Lean Manufacturing* (Madaniyah, 2017)	*Complain*, *Defect*, dan Keterlambatan Produksi	FS VSM, Poka Yoke, SOP baru, dan 5S	7-*Waste*, VSM, RCA, WAM, dan FMEA
4.	Evaluasi Penerapan *Lean* dengan Menggunakan *Value Stream Mapping* (VSM) dan *Lean Assessment* pada PT A (Fu'ad, 2017)	Keterlambatan Pemenuhan *Order*	Penerapan EOQ, Alternatif pemilihan *supplier*, SOP baru, dan Re-*layout*	7-*Waste*, VSM, *Lean Assessment*, PAM, dan RCA
5.	Identifikasi *Waste* dengan Metode *Waste Assessment Model* dalam Penerapan *Lean Manufacturing* untuk Perbaikan Proses Produksi (Studi Kasus pada Proses Produksi Sarung Tangan) (Alfiansyah, 2018)	*Defect*, *Maintenance* mesin, dan *Excess-motion* operator	Poke Yoke, Perbaikan sistem *maintenance*, Perbaikan kualitas bahan baku, dan SOP baru	7-*Waste*, OPC, VSM, RCA, WAM, dan FMEA
6.	Perbaikan Proses Produksi dengan Eliminasi *Waste* Menggunakan Pendekatan *Lean Manufacturing* pada PT Varia Usaha Beton (Adelina, 2019)	Ketidakcapaian target produksi dan Keterlambatan proses produksi	Membangun kemitraan dengan *Vendor* dan Penjadwalan *preventive maintenance*	9-*Waste*, VSM, PAM, RCA, WAM, dan *Lean Assessment Matrix*
7.	Implementasi *Lean Manufacturing* pada Produksi Anti Mabuk di PT X (Kusanggita, 2019)	Keterlambatan Pemenuhan *Order*	*Research* formulasi produk agar tidak mudah terjadi *defect*	9-*Waste*, VSM, PAM, RCA, WAM, dan *Lean Assessment Matrix*

Tabel 2. 12 Penelitian *Lean Manufacturing* pada Industri Percetakan

No	Judul	Metode	Hasil Penelitian
1	Penerapan Lean Manufacturing untuk Meminimasi Waste Waiting pada Proses Produksi Buku Soft Cover di PT Mizan Grafika Sarana (Juliance *et al*. 2018)	7-Waste, VSM, PAM, 5Why's, dan SMED	Pada proses produksi diketahui *waste* terbesar terdapat pada *waste waiting* sehingga diusulkan rancangan perbaikan berupa penambahan jumlah operator pada *changeover* pemasangan *plate*, membuat *checksheet* untuk memonitor waktu pergantian sparepart, dan pemberian *visual control* (kanban) pada proses pemasangan *plate.* Selain itu dengan menggunakan VSM, PAM, dan SMED dapat dilakukan minimasi waktu produksi yang semula selama 33433,99 detik dapat berkurang menjadi 10924,115 detik.
2	Lean Manufacturing Model in a Make to Order Environment in the Printing Sector in Peru (Becerra *et al*. 2019)	VSM, SMED, Simulation, dan Kanban	Penggunaan SMED pada proses *setup* produksi dapat mereduksi waktu produksi sebesar 11,1%, dan apabila dilengkapi dengan penerapan Kanban maka waktu produksi berkurang sebesar 24%. Selain itu dilakukan pemodelan pada proses produksi dengan mengeliminasi beberapa aktivitas transportasi dan *waiting* sehingga waktu produksi mengalami reduksi sebesar 30,8%.
3	The Effectiveness of Single Minute Exchange of Dies for Lean Changeover Process in Printing Industry (Indrawati *et al*. 2017)	SMED dan 5S	Berdasarkan penelitian diketahui bahwa pada aktivitas produksi pada stasiun kerja cetak terdapat *bottleneck* dengan waktu *changeover* yang terdiri dari aktivitas *setup internal* sebesar 838,2 detik dan aktivitas *setup external* sebesar 259 detik. Kemudian dilakukan implementasi SMED dan 5S sehingga aktivitas *setup internal* berkurang sebesar 46% dan meningkatkan kapasitas produksi sebesar 2% per hari.

Tabel 2. 12 Penelitian *Lean Manufacturing* pada Industri Percetakan (Lanjutan)

No	Judul	Metode	Hasil Penelitian
4	Case Study on Lean Manufacturing System Implementation in Batch Printing Industry Malaysia (Tang *et al*. 2016)	7-Waste, TPM, OEE, RCA, dan 5S	Berdasarkan pengamatan, perusahaan ABC memiliki produktivitas rendah, ketidak-efektifan aliran produksi, dan terdapat waktu *waiting* yang tinggi. Dengan mengimplementasikan TPM, nilai OEE produksi meningkat dari 34,4% menjadi 60%. Selain itu waktu produksi kalender berkurang dari 75 detik menjadi 67 detik, sehingga perusahaan dapat melakukan penghematan waktu sebesar 5.8 jam per bulan.
5	Implementing the Lean Framework in a Small & Medium & Enterprise (SME) – Acase Study in Printing Press (Rishi *et al*. 2018)	Six Sigma Framework, VSM, RCA, dan 5 Why's	Pada perusahaan percetakan stiker diketahui terjadinya permasalahan berupa adanya *low-cost quality product* dan keterlambatan dalam pemenuhan *order* dari pelanggan. Dengan mengimplementasikan *Lean* diketahui terjadinya permasalahan pada proses produksi diakibatkan oleh sulitnya menempatkan material cetakan secara tepat sehingga menimbulkan waktu produksi menjadi lama. Sehingga dilakukan rekomendasi perbaikan berupa penerapan 5S dan penerapan *information technology* pada sistem yang mengakibatkan peningkatan *output* produksi sebesar 21,14% dan rata-rata waktu *setup* berkurang sebesar 45,71%.

(Halaman ini sengaja dikosongkan).

BAB 3
METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan alur pelaksanaan penelitian menggunakan *flowchart* secara sistematis untuk memudahkan penyampaian kerangka berpikir penulis. Metodologi penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2 yang setiap tahap-nya akan dibahas pada bab ini. Tahap-tahap yang dilakukan dalam penelitian ini adalah tahap identifikasi *waste*, tahap identifikasi akar penyebab *waste*, tahap penentuan *waste* kritis, tahap penentuan alternatif rekomendasi perbaikan, dan tahap penutup.

3.1 Tahap Identifikasi *Waste*

Pada sub bab ini akan dijelaskan tahap identifikasi *waste* yang terdiri atas pemetaan aliran proses produksi buku cetak menggunakan *flowchart*, pemetaan proses produksi buku cetak menggunakan *value stream mapping* (VSM), pemetaan aktivitas pada proses produksi buku cetak menggunakan *process activity mapping* (PAM), dan identifikasi *waste*.

3.1.1 Pemetaan Aliran Proses Produksi Buku Cetak menggunakan Flowchart

Pemetaan aliran proses produksi buku cetak dengan menggunakan *flowchart* bertujuan untuk menggambarkan proses produksi secara sistematis dengan menyertakan jenis *material* yang digunakan dalam setiap tahap proses di lantai produksi. Aktivitas produksi buku cetak dilakukan dari pengolahan bahan baku di GBB dan pembuatan plat cetak di bagian Pra-Cetak sampai proses *packaging* yang dilakukan pada bagian *finishing.* Dalam melakukan pembuatan *flowchart* proses produksi, dilakukan wawancara dengan manajer produksi maupun operator pada setiap mesin dan observasi lapangan. Berdasarkan wawancara dan observasi tersebut dilakukan pembuatan *flowchart* aliran proses produksi beserta jenis *material* yang digunakan. Pembuatan *flowchart* tersebut digunakan sebagai *input* dalam pembuatan *value stream mapping* (VSM) dan *process activity mapping* (PAM).

Selain itu, wawancara dan observasi dilakukan untuk mengetahui permasalahan pada proses produksi yang biasa terjadi. Kemudian permasalahan yang diketahui dari proses wawancara dan observasi tersebut digunakan sebagai *input* dalam melakukan identifikasi *waste*, akar penyebab terjadinya *waste*, dan penyusunan alternatif rekomendasi perbaikan.

3.1.2 Pemetaan Proses Produksi Buku Cetak menggunakan Value Stream Mapping (VSM)

Pemetaan proses produksi buku cetak dengan menggunakan *value stream mapping* (VSM) berguna untuk memberikan gambaran dengan meninjau aliran nilai pada kondisi eksisting proses produksi. Selain itu, VSM juga menjelaskan aliran material dan aliran informasi dari *supplier* sampai ke *customer*. Informasi terkait proses penyusunan VSM buku cetak didapatkan dengan melakukan wawancara dengan karyawan yang berhubungan dengan proses produksi, melakukan pengamatan secara langsung, dan melakukan perhitungan berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pengamatan.

Berikut ini merupakan data yang dibutuhkan dalam pemetaan proses produksi buku cetak dengan menggunakan VSM:

a. Aliran material dan aliran informasi sepanjang proses produksi.
b. Permintaan *customer*. Data permintaan *customer* akan menunjukkan waktu yang dibutuhkan dalam memenuhi permintaan *customer* beserta jumlah produk yang diinginkan oleh *customer* tersebut.
c. Jumlah *inventory*. Data jumlah *over-inventory* akan menunjukkan WIP dan jumlah produk WIP yang terjadi dan diindikasikan dengan adanya *bottleneck* pada satu atau beberapa bagian pada proses produksi.
d. Jumlah operator. Data jumlah operator akan menunjukkan jumlah pekerja pada masing-masing *workstation*.
e. *Cycle time* (C/T). Data *cycle time* atau waktu siklus merupakan waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi produk dalam satu siklus.

f. *Changeover time* (C/O). Data *change over time* atau waktu *setup* merupakan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan persiapan *work station* baik mesin maupun material sebelum melakukan proses produksi.
g. *Breakdown*. Data *breakdown* adalah waktu ketika proses produksi atau mesin tidak berjalan sama sekali karena mengalami kerusakan (*failure*).
h. *Availability*. Data *availability* menunjukkan waktu efektif pada *workstation* dari waktu yang tersedia. Rumus *availability* ditunjukkan pada persamaan 2.1 dalam bentuk persen (%).

Sehingga hasil dari pemetaan proses produksi buku cetak dengan VSM didapatkan perhitungan sebagai berikut.

a. *Takt time*, yaitu waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi satu produk. Rumus *takt time* ditunjukkan pada persamaan 2.3 dalam satuan menit.
b. *Total cycle time*, yaitu total waktu siklus yang merupakan *value added time*. Rumus *total cycle time* ditunjukkan pada persamaan 2.4 dalam satuan menit.
c. *Lead time*, yaitu total waktu dari proses produksi pertama hingga proses pengiriman kepada *customer* yang meliputi *total cycle time* dan *total queue time*. Rumus *lead time* ditunjukkan pada persamaan 2.5 dalam satuan menit.

Dalam penyusunan VSM penelitian ini, data waktu pada proses produksi diambil dengan tiga kali pengambilan pada tiga siklus yang berbeda kemudian di rata-rata. Kemudian dilakukan konfirmasi dengan Manajer Produksi selaku *expert* dari perusahaan terkait hasil VSM untuk memastikan pemetaan proses produksi telah digambarkan dengan baik pada VSM.

3.1.3 Pemetaan Aktivitas pada Proses Produksi Buku Cetak menggunakan Process Activity Mapping (PAM)

Pemetaan aktivitas proses produksi buku cetak dengan menggunakan *process activity mapping* (PAM) berguna untuk mengklasifikasikan aktivitas produksi menjadi lima kriteria, yaitu operasi (O), transportasi (T), inspeksi (I), penyimpanan (S), dan *delay* (D). Dari 5 tipe aktivitas tersebut dibedakan kembali menjadi 3 kategori, yaitu

value added activity (VA), *non-value added but necessary activity* (NNVA), dan *non-value added activity* (NVA). Informasi terkait proses penyusunan PAM buku cetak didapatkan dengan melakukan wawancara dengan karyawan yang berhubungan dengan aktivitas proses produksi dan melakukan observasi secara langsung. Dalam penyusunan PAM penelitian ini, data waktu pada proses produksi diambil dengan tiga kali pengambilan pada tiga siklus yang berbeda kemudian di rata-rata.

Berikut ini merupakan data yang dibutuhkan dalam pemetaan aktivitas produksi buku cetak dengan menggunakan PAM:

a. Detail dan nama dari aktivitas pada setiap *workstation* atau bagian.
b. Nama mesin/alat yang digunakan setiap aktivitas.
c. Jarak/perpindahan antar aktivitas.
d. Waktu yang dibutuhkan dalam melakukan sebuah aktivitas.
e. Pengelompokan aktivitas berdasarkan 5 tipe aktivitas (operasi, transportasi, inspeksi, penyimpanan, dan *delay*).
f. Kategori aktivitas berdasarkan aliran *value added*-nya (VA, NNVA, dan NVA).

Sehingga hasil dari klasifikasi aktivitas pada PAM ini dapat digunakan untuk mengeliminasi NVA yang merupakan indikasi dari terjadinya *waste*. Kemudian dilakukan konfirmasi dengan Manajer Produksi selaku *expert* dari perusahaan terkait hasil PAM untuk memastikan pemetaan aktivitas pada proses produksi telah digambarkan dengan baik pada PAM.

3.1.4 *Identifikasi Waste*

Identifikasi *waste* pada produksi buku cetak didapatkan dengan melakukan wawancara dengan karyawan yang berhubungan dengan aktivitas proses produksi buku cetak dan melakukan observasi secara langsung. Selain itu, identifikasi *waste* juga bisa didapatkan dari pemetaan proses produksi buku cetak dengan menggunakan VSM dan PAM. Proses identifikasi *waste* dilakukan dengan mengklasifikasikan *waste* berdasarkan 7 jenis *waste* (7-*waste*) yang terdiri atas *defect*, *overproduction*, *waiting*, *transportation*, *over-inventory*, *excess-motion*, dan *excess-processing*. Kemudian dilakukan konfirmasi dengan Manajer Produksi selaku *expert* dari perusahaan terkait

hasil identifikasi *waste* pada proses produksi untuk memastikan bahwa berapa permasalahan yang terindikasi *waste* (pemborosan) pada proses produksi telah tercantum pada identifikasi *waste*. Hasil dari identifikasi *waste* ini digunakan untuk komponen *waste* yang terdapat pada *lean matrix* 1.

3.2 Tahap Identifikasi Akar Penyebab *Waste*

Pada tahap identifikasi akar penyebab *waste* dilakukan proses penentuan akar penyebab terjadinya *waste* yang sebelumnya sudah ditentukan pada tahap identifikasi *waste* dengan menggunakan *root cause analysis* (RCA). Analisis yang digunakan adalah menggunakan metode 5 *why*'*s* berdasarkan kategori yang terdapat pada *cause and effect diagram*, yaitu *man* (manusia), *machine* (mesin), *material* (bahan baku), *method* (metode), dan *environment* (lingkungan) atau biasa disebut 4M1E. Penentuan akar penyebab *waste* dilakukan dengan melakukan wawancara dengan karyawan yang berhubungan dengan aktivitas proses produksi buku cetak dan melakukan observasi secara langsung. Hasil dari tahap identifikasi akar penyebab *waste* dengan menggunakan RCA digunakan sebagai komponen *root source of waste* pada *lean matrix* 1.

3.3 Tahap Penentuan *Waste* Kritis

Pada sub bab ini dijelaskan tahap penentuan *waste* kritis yang terdiri atas identifikasi keterkaitan antar *waste* dengan menggunakan *waste relationship model* (WRM) *questionnaire* untuk menyusun *waste relationship matrix* dan melakukan identifikasi *waste* kritis dengan melakukan perhitungan *waste rank* berdasarkan *severity level of waste* (Si) dan *occurrence level of root cause waste* (Oi) untuk mengetahui *waste* kritis yang terjadi pada proses produksi buku cetak.

3.3.1 Identifikasi Keterkaitan Antar Waste

Proses identifikasi keterkaitan antar *waste* dilakukan dengan menggunakan *waste relationship matrix* (WRM) *questionnaire* untuk menyusun *waste relationship matrix*.

1. Penentuan keterkaitan antar *waste* dengan menggunakan WRM *questionnaire*

Langkah pertama dalam bagian ini adalah menyusun kuisioner yang berisi pertanyaan yang terdapat pada tabel 2.1 tentang keterkaitan antar *waste* yang terjadi pada proses produksi. Pertanyaan tersebut diadopsi dari metode *waste relationship matrix* yang dikembangkan oleh Rawabdeh (2005) pada poin pertanyaan 1-3. Kemudian kuisioner tersebut akan ditujukkan dan diisi oleh *expert* dari perusahaan yang terbiasa menangani proses produksi buku cetak yaitu manajer produksi yang sebelumnya sudah diberikan penjelasan singkat terkait *waste* (pemborosan) dan cara pengisian kuisioner.

2. Konversi nilai hubungan antar *waste*

Berdasarkan hasil kuisioner dengan pertanyaan yang terdapat pada Tabel 2.1, dilakukan perhitungan bobot skor pada setiap pilihan jawaban yang terpilih dari pertanyaan hubungan keterkaitan antar *waste*. Probabilitas total skor jawaban dari hasil WRM *questionnaire* digambarkan menggunakan *tree diagram* pada gambar 2.7. Nilai yang ditunjukkan pada *tree diagram* berada pada *range* 0 (nol) sampai 10 (sepuluh).

Kemudian dilakukan konversi nilai skor jawaban dari kuisioner menjadi *waste relationship matrix*. Nilai skor untuk *waste relationship matrix* ditunjukkan pada tabel 2.2.

Setelah itu, dilakukan penyusunan *waste matrix value* berdasarkan konversi nilai pada *waste relationship matrix*. *Waste matrix value* menunjukkan skor hubungan antar *waste* dikonversikan menjadi angka dengan acuan A=10, E=8, I=6, U=2, dan X=0 (Rawabdeh, 2005). Hasil perhitungan akan menunjukkan nilai pengaruh antar *waste* dalam satuan presentase (%) dan skor yang ditunjukkan pada tabel 2.3 dengan warna biru.

Dari hasil pembuatan *waste matrix value* didapatkan skor adanya pengaruh antar *waste* i terhadap *waste* j yang merupakan *input* untuk penyusunan *lean matrix* 1 yaitu komponen *waste type weight* (WTk).

3.3.2 Identifikasi Waste Kritis (Lean Matrix 1)

Proses identifikasi *waste* kritis dilakukan dengan penyusunan *lean matrix* 1 dengan menentukan tingkat *severity level of waste* (Si), *occurrence level of root cause waste* (Oi), nilai *impact value* dari *root cause* antar *waste*, kemudian melakukan perhitungan komponen-komponen yang dibutuhkan pada *lean matrix* 1 sebelum melakukan penyusunan *lean matrix* 1 untuk mengetahui *waste* paling kritis berdasarkan nilai *waste rank.*

1. Menentukan tingkat *severity level of waste* (Si)

Dengan menentukan tingkat *severity level of waste* (Si) dapat diketahui seberapa serius dampak yang timbul apabila terjadi *waste* sehingga kriteria dari *severity level of waste* akan berbeda-beda pada setiap *waste* yang terjadi. Penentuan nilai dan kriteria *severity level of waste* dilakukan oleh *expert* perusahaan yang merupakan manajer produksi dengan range 1 sampai dengan 10 sesuai dengan kondisi aktual perusahaan sesuai dengan masing-masing *waste*. Hasil dari *severity level of waste* digunakan sebagai komponen penyusun dalam *lean matrix* 1.

Berikut ini merupakan kriteria *severity* pada masing-masing jenis *waste*.

a. *Severity waste defect* menjelaskan tingkat keparahan dampak yang terjadi pada proses produksi apabila terjadi *waste defect* yang akan dijelaskan pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 *Severity Waste Defect*

Severity Waste Defect		
Tingkat	**Kriteria *Severity***	**Skor *Severity***
Tidak ada	Tidak mempengaruhi berjalannya proses produksi	1
Sangat rendah	Sedikit mempengaruhi proses produksi, namun hal tersebut dapat diabaikan	2
	Memberikan pengaruh pada proses produksi, tidak menyebabkan kerusakan produk	3
Rendah	Memberikan pengaruh pada proses produksi, terdapat peluang terjadinya kerusakan produk	4
Sedang	Berpengaruh terhadap proses produksi, mesin tetap dapat berjalan	5
	Terdapat kerusakan minor namun dapat dilakukan *rework*	
	Berpengaruh terhadap proses produksi, perlu memberhentikan mesin	6
	Terdapat kerusakan minor namun dapat dilakukan *rework*	
Tinggi	Berpengaruh terhadap proses produksi, mesin tetap dapat berjalan	7
	Terdapat kerusakan *major* namun dapat dilakukan *rework*	
Sangat tinggi	Berpengaruh terhadap proses produksi, perlu memberhentikan mesin	8
	Terdapat kerusakan *major* namun dapat dilakukan *rework*	
Berbahaya	Berpengaruh terhadap proses produksi, mesin tetap dapat berjalan	9
	Terdapat kerusakan *major* dan tidak dapat dilakukan *rework*	
Sangat berbahaya	Berpengaruh terhadap proses produksi, perlu memberhentikan mesin	10
	Terdapat kerusakan *major* dan tidak dapat dilakukan *rework*	

b. *Severity waste waiting* menjelaskan tingkat keparahan dampak yang terjadi pada proses produksi apabila terjadi *waste waiting* yang akan dijelaskan pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 2 *Severity Waste Waiting*

Severity Waste Waiting		
Tingkat	**Kriteria *Severity***	**Skor *Severity***
Tidak ada	Tidak mempengaruhi berjalannya proses produksi	1
Sangat rendah	Sedikit mempengaruhi proses produksi, namun hal tersebut dapat diabaikan	2
	Memberikan pengaruh pada proses produksi, tidak menyebabkan terjadinya keterlambatan	3
Rendah	Memberikan pengaruh pada proses produksi, terdapat peluang terjadinya keterlambatan	4
Sedang	Berpengaruh terhadap proses produksi, terjadi keterlambatan <30 menit	5
Tinggi	Berpengaruh terhadap proses produksi, terjadi keterlambatan 30 - 45 menit	6
	Berpengaruh terhadap proses produksi, terjadi keterlambatan 46 - 60 menit	7
Sangat tinggi	Berpengaruh terhadap proses produksi, terjadi keterlambatan 1 - 3 jam	8
Berbahaya	Berpengaruh terhadap proses produksi, terjadi keterlambatan 3 jam s/d <1 *shift*	9
Sangat Berbahaya	Berpengaruh terhadap proses produksi, terjadi keterlambatan > 1 *shift*	10

c. *Severity waste transportation*, *excess-motion*, dan *excess-processing* menjelaskan tingkat keparahan dampak yang terjadi pada proses produksi apabila terjadi *waste transportation*, *excess-motion*, dan *excess-processing* yang akan dijelaskan pada Tabel 3.3.

Tabel 3. 3 *Severity Waste Transportation, Excess-Motion*, dan *Excess-Processing*

Severity Waste Transportation*, *Excess-Motion*, dan *Excess-Processing		
Tingkat	**Kriteria *Severity***	**Skor *Severity***
Tidak ada	Tidak mempengaruhi berjalannya proses produksi	1
Sangat rendah	Sedikit mempengaruhi proses produksi, namun hal tersebut dapat diabaikan	2
	Memberikan pengaruh pada proses produksi, tidak menyebabkan terjadinya keterlambatan	3

Tabel 3. 3 *Severity Waste Transportation, Excess-Motion,* dan *Excess-Processing* (Lanjutan)

Severity Waste Transportation, Excess-Motion,* dan *Excess-Processing		
Tingkat	**Kriteria *Severity***	**Skor *Severity***
Rendah	Memberikan pengaruh pada proses produksi, terdapat peluang terjadinya keterlambatan	4
	Berpengaruh terhadap proses produksi, terjadi keterlambatan <10 menit	5
Sedang	Berpengaruh terhadap proses produksi, terjadi keterlambatan 5 - 10 menit	6
	Berpengaruh terhadap proses produksi, terjadi keterlambatan 10 - 20 menit	7
Tinggi	Berpengaruh terhadap proses produksi, terjadi keterlambatan 20 - 30 menit	8
Sangat Tinggi	Berpengaruh terhadap proses produksi, terjadi keterlambatan 30 - 60 menit	9
	Berpengaruh terhadap proses produksi, terjadi keterlambatan > 1 jam	10

d. *Severity waste overproduction* menjelaskan tingkat keparahan dampak yang terjadi pada proses produksi apabila terjadi *overproduction* yang akan dijelaskan pada Tabel 3.4.

Tabel 3. 4 *Severity Waste Overproduction*

Severity Waste Overproduction		
Tingkat	**Kriteria *Severity***	**Skor *Severity***
Tidak ada	Tidak mempengaruhi berjalannya proses produksi	1
Sangat rendah	Sedikit mempengaruhi proses produksi, namun hal tersebut dapat diabaikan	2
	Memberikan pengaruh pada proses produksi, tidak menyebabkan terjadinya *overproduction*	3
Rendah	Memberikan pengaruh pada proses produksi, terdapat peluang terjadinya *overproduction*	4
	Berpengaruh terhadap proses produksi, terjadi *overproduction* <2% dari total produksi	5

Tabel 3. 4 *Severity Waste Overproduction* (Lanjutan)

Severity Waste Overproduction		
Tingkat	**Kriteria *Severity***	**Skor *Severity***
Sedang	Berpengaruh terhadap proses produksi, terjadi *overproduction* 2 - 3% dari total produksi	6
	Berpengaruh terhadap proses produksi, terjadi *overproduction* 3 - 4% dari total produksi	7
Tinggi	Berpengaruh terhadap proses produksi, terjadi *overproduction* 4 - 5% dari total produksi	8
Sangat Tinggi	Berpengaruh terhadap proses produksi, terjadi *overproduction* 5 - 7.5% dari total produksi	9
	Berpengaruh terhadap proses produksi, terjadi *overproduction* >7.5% dari total produksi	10

e. *Severity waste over-inventory* menjelaskan tingkat keparahan dampak yang terjadi pada proses produksi apabila terjadi *over-inventory* yang akan dijelaskan pada Tabel 3.5.

Tabel 3. 5 *Severity Waste Over-Inventory*

Severity Waste Over-Inventory		
Tingkat	**Kriteria Severity**	**Skor Severity**
Tidak ada	Tidak mempengaruhi berjalannya proses produksi	1
Sangat rendah	Sedikit mempengaruhi proses produksi, namun hal tersebut dapat diabaikan	2
	Memberikan pengaruh pada proses produksi, terdapat peluang terjadinya *work in process* (WIP)	3
Rendah	Memberikan pengaruh pada proses produksi, terjadi WIP pada 1 proses namun dapat diabaikkan dan tidak menyebabkan *waiting*	4
Sedang	Memberikan pengaruh pada proses produksi, terjadi WIP pada 1 proses	5
	Menyebabkan waiting time pada 1 proses lainnya	
	Memberikan pengaruh pada proses produksi, terjadi WIP pada 1 proses	6
	Menyebabkan waiting time pada >1 proses lainnya	
Tinggi	Memberikan pengaruh pada proses produksi, terjadi WIP pada ≥2 proses namun dapat diabaikkan dan tidak menyebabkan *waiting*	7

Tabel 3. 5 *Severity Waste Over-Inventory* (Lanjutan)

Severity Waste Over-Inventory		
Tingkat	**Kriteria Severity**	**Skor Severity**
Sangat tinggi	Memberikan pengaruh pada proses produksi, terjadi WIP pada ≥2 proses	8
	Menyebabkan waiting time pada 1 proses lainnya	
Berbahaya	Memberikan pengaruh pada proses produksi, terjadi WIP pada ≥2 proses	9
	Menyebabkan waiting time pada >1 proses lainnya	
Sangat berbahaya	Terjadi WIP pada seluruh proses dan menyebabkan *waiting*	10

2. Menentukan tingkat *occurrence level of root cause waste* (Oi)

Dengan menentukan tingkat *occurrence level of root cause waste* (Oi) dapat diketahui frekuensi seberapas sering terjadinya *waste* pada setiap efek yang ditimbulkan. Penentuan nilai dan kriteria *occurrence level of root cause waste* dilakukan oleh *expert* perusahaan yang merupakan manajer produksi dengan range 1 sampai dengan 10 sesuai dengan kondisi aktual perusahaan yang ditunjukkan pada tabel 3.6. Indikator *occurrence level* tersebut akan digunakan pada seluruh *waste*. Hasil dari *occurrence level of root cause waste* digunakan sebagai komponen penyusun dalam *lean matrix* 1.

Tabel 3. 6 *Occurrence Level of Root Cause Waste* (Oi)

Occurrence	**Probabilitas Kejadian**	***Rating***
Tidak Terjadi	Terjadi satu kali selama > 1 tahun	1
Jarang Terjadi	Terjadi satu kali selama 1 - 12 bulan	2
	Terjadi satu kali selama 1 - 6 bulan	3
Kadang Terjadi	Terjadi satu kali selama 1 - 3 bulan	4
	Terjadi satu kali selama 1 - 2 bulan	5
	Terjadi satu kali selama 1 bulan	6
Sering Terjadi	Terjadi satu kali selama 1 - 2 minggu	7
	Terjadi satu kali selama 1 minggu	8
	Terjadi satu kali selama 1 - 3 hari	9
Sangat Sering Terjadi	Terjadi setiap hari	10

3. Menentukan nilai *impact value* (nilai dampak) dari *root source* dari *waste* j terhadap *waste* i (I_{ij})

Setelah dilakukan penentuan nilai *severity level of waste* (Si) dan *occurrence level of root cause waste* (Oi), dilakukan penentuan nilai *impact value* dari *root source* dari *waste* j terhadap *waste* i. *Impact value* menunjukkan akar penyebab *waste* yang dapat memicu timbulnya aktivitas *waste* antara *activity waste* dengan akar penyebab *waste* sebagai faktor penyebab munculnya *waste* yang ditunjukkan pada tabel 2.4. Hasil dari *Impact Value of Root Source of waste* j *to waste* i digunakan sebagai komponen penyusun dalam *lean matrix* 1.

4. Penyusunan *Lean Matrix* 1

Setelah dilakukan penentuan nilai *severity level of waste*, *occurrence level of root cause waste*, dan *impact value of root source of waste* j terhadap *waste* i, dilakukan perhitungan *aggregate cause value* (ACV) menggunakan persamaan 2.6 dan *aggregate waste number* (AWN) menggunakan persamaan 2.7. Kemudian nilai AWN diurutkan dari yang terbesar hingga terkecil pada kolom *waste rank*. Dari penyusunan *lean matrix* 1 dapat diketahui *waste* kritis yang terjadi beserta akar penyebabnya pada proses produksi berdasarkan nilai *waste rank* tertinggi yang akan menjadi *input* pada penyusunan *lean matrix* 2.

3.4 Tahap Penentuan Alternatif Rekomendasi Perbaikan Terpilih

Pada sub bab ini akan dijelaskan penentuan alternatif rekomendasi perbaikan terpilih dengan menyusun rekomendasi alternatif perbaikan berdasarkan *waste* kritis yang terjadi yang didapatkan pada *lean matrix* 1, penyusunan *lean matrix* 2, dan melakukan pemilihan rekomendasi perbaikan terpilih berdasarkan *rank of action priority* yang didapatkan dari hasil *lean matrix* 2.

3.4.1 Menyusun Alternatif Rekomendasi Perbaikan berdasarkan Waste Kritis yang Terjadi

Berdasarkan analisis *waste* kritis dan akar penyebab terjadinya *waste* kritis tersebut yang didapatkan dari penyusunan *lean matrix* 1, dilakukan penyusunan alternatif rekomendasi perbaikan untuk mengeliminasi *waste* kritis yang terjadi pada proses produksi. Proses penyusunan alternatif rekomendasi perbaikan dilakukan dengan proses wawancara dan diskusi dengan *stakeholder* perusahaan. Hal tersebut dilakukan agar diketahui kemungkinan dan batasan apabila dilakukan implementasi perbaikan dari sudut pandang perusahaan. Alternatif rekomendasi perbaikan ini digunakan sebagai komponen penyusun *lean matrix* 2, yaitu sebagai *input* nilai *waste elimination action* (WEA).

3.4.2 Penyusunan Lean Matrix 2

1. Perhitungan *total effectiveness of waste elimination action* (TEm)

Total effectiveness of waste elimination action (TEm) merupakan nilai yang menunjukkan seberapa efektif alternatif perbaikan yang diusulkan dapat mengeliminasi adanya *waste* dan akar penyebab *waste*. Digunakan persamaan 2.8 untuk melakukan perhitungan TEm dengan kriteria yang ditunjukkan pada tabel 2.8. Dalam melakukan perhitungan TEm, diperlukan komponen perhitungan lain yaitu nilai *root cause of waste* m dengan mengeliminasi akar dari *waste* j (E_{mj}) dan nilai *Aggregate Cause Value* i (ACV_i). Perhitungan TEm digunakan sebagai *input* dalam penyusunan *lean matrix* 2.

2. Perhitungan *effectiveness to difficulty ratio* (ETDm)

Effectiveness to difficulty ratio (ETDm) merupakan nilai yang menunjukkan rasio tingkat efektivitas alternatif perbaikan yang diusulkan terhadap tingkat kesulitan. Untuk melakukan perhitungan *effectiveness to difficulty ratio* dilakukan dengan menggunakan persamaan 2.9. Pada perhitungan ETDm, diperlukan komponen perhitungan lain yaitu *total effectiveness of waste elimination action* (TEm) dan tingkat kesulitan dalam menerapkan *waste elimination action* (Dm). Tingkat kesulitan penerapan WEA pada perusahaan ditunjukkan pada Tabel 3.7. Perhitungan ETDm digunakan sebagai *input* dalam penyusunan *lean matrix* 2.

Tabel 3. 7 Skala *Degree of Difficulty Performing Action* m

Skala Tingkat Kesulitan		
Nilai Skala	**Deskripsi**	**Parameter**
3	Tingkat kesulitan penerapan WEA mudah	Penerapan WEA membutuhkan biaya < Rp. 10.000.000
4	Tingkat kesulitan penerapan WEA sedang	Penerapan WEA membutuhkan biaya Rp. 10.000.000 - Rp. 100.000.000
5	Tingkat kesulitan penerapan WEA sulit	Penerapan WEA membutuhkan biaya > Rp. 100.000.000

3. Menentukan nilai *rank of action priority* berdasarkan nilai ETDm

Setelah didapatkan seluruh nilai ETDm dari setiap alternatif perbaikan, nilai ETDm tersebut diurutkan dari yang terkecil hingga terbesar. Nilai ETDm terbesar diberikan nilai *rank of action priority* terkecil, begitupula sebaliknya. Hasil penentuan nilai *rank of action priority* digunakan untuk mengajukan rekomendasi perbaikan terpilih kepada perusahaan.

3.4.3 Pemilihan Rekomendasi Perbaikan Terpilih berdasarkan Rank of Action Priority

Berdasarkan *rank of action priority* yang telah didapatkan dari *lean matrix* 2, didapatkan alternatif rekomendasi perbaikan terpilih untuk memperbaiki berjalannya proses produksi di perusahaan dengan mengeliminasi *waste* kritis yang sudah ditentukan pada *lean matrix* 1. Pemilihan rekomendasi perbaikan dilihat dari peringkat *rank of action priority*. *Output* dari proses ini adalah untuk melakukan pemilihan rekomendasi perbaikan terpilih berdasarkan *rank of action priority* adalah untuk melakukan pengajuan alternatif perbaikan berdasarkan analisis menggunakan *lean assessment matrix* yang selanjutnya digunakan untuk berdiskusi lebih lanjut dengan *expert* perusahaan yaitu manajer produksi.

3.4.4 Penyusunan Future Value Stream Mapping (VSM)

Berdasarkan rekomendasi perbaikan yang diajukan, akan dilakukan perhitungan estimasi perubahan sebelum dan sesudah menerapkan rekomendasi

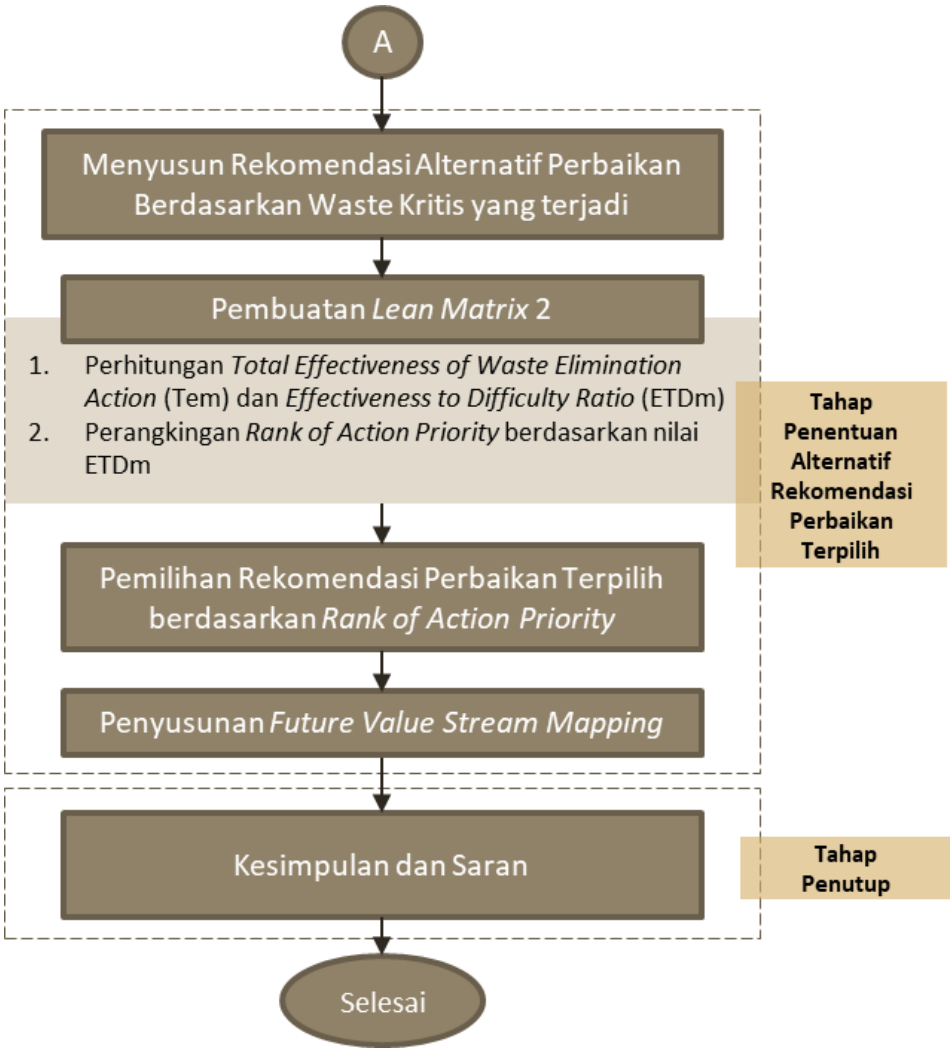
perbaikan. Dengan diimplementasikannya rekomendasi perbaikan, diharapkan dapat mengurangi *lead time* produksi, meningkatkan produktivitas produksi, dan mengatasi permasalahan yang terjadi pada proses produksi. Kemudian dilakukan penyusunan *future value stream mapping* (VSM) berdasarkan estimasi perubahan tersebut untuk mengetahui rekomendasi perbaikan tersebut akan berdampak pada bagian produksi yang mana.

3.5 Tahap Penutup

Pada tahap penutup akan dilakukan penarikan kesimpulan berdasarkan tujuan dari penelitian yang mengacu pada hasil analisis dan hasil penelitian yang telah dilakukan. Kemudian dilakukan penyusunan saran yang diharapkan dapat memberikan perbaikan pada perusahaan maupun penelitian selanjutnya.

Pada Gambar 3.1 ditunjukkan *flowchart* dari keseluruhan metodologi penelitian Tugas Akhir ini.

Gambar 3. 1 *Flowchart* Metodologi Penelitian



Gambar 3. 1 *Flowchart* Metodologi Penelitian (Lanjutan)

BAB 4
IDENTIFIKASI WASTE DAN PENYEBABNYA

Pada bab ini akan dijelaskan proses identifikasi *waste* dan penyebabnya yang terdiri atas deskripsi singkat perusahaan, identifikasi alur proses produksi buku cetak, penyusunan *current value stream mapping* (VSM), penyusunan *process activity mapping* (PAM), identifikasi *waste*, dan identifikasi akar penyebab *waste*.

4.1 Deskripsi Singkat Perusahaan

PT. Macanan Jaya Cemerlang (MJC) adalah sebuah perusahaan yang bergerak di bidang percetakan yang berdiri pada tahun 1992 dan berlokasi di Jl. Ki Hajar Dewantara, Klaten, Jawa Tengah. MJC bergerak dengan sistem produksi *make-to-order* (MTO), yaitu proses produksi hanya dilakukan ketika perusahaan mendapatkan *order* dari *customer*. Pada proses penerimaan *order*, MJC mendapatkan *order* dari tiga jalur, yaitu *order* luar (OL), *order* perwakilan (PW), dan *order tender* (OP). *Order* OL berasal dari *customer independent* baik perseorangan atau melalui penerbit yang memesan langsung kepada *marketing* MJC pusat, *order* PW berasal dari pesanan yang masuk melalui kantor cabang perwakilan MJC di beberapa kota, dan *order* OP didapatkan dari pesanan melalui proyek baik dari instansi pemerintah maupun swasta.

MJC melayani produksi buku cetak seperti buku novel, LKS, buku diktat pelajaran, dan lain-lain. Buku *hardcover* seperti buku Al-Quran dengan jaket, buku ensiklopedia, *boardbook*, dan lain-lain. Selain itu, kardus kemasan, *leaflet*/brosur, cetak kalender, poster, dan alat tulis kantor yang tergolong dalam jenis produk lain-lain. Gambar 4.1 merupakan produk yang diproduksi oleh MJC. Setiap jenis produk memiliki spesifikasi yang berbeda sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan oleh *customer*. Sehingga diperlukan penyesuaian kebutuhan bahan baku, mesin yang digunakan, jenis warna yang digunakan, jenis *finishing* yang digunakan untuk melakukan proses produksi.

(a) (b) (c)

Gambar 4. 1 Produk PT. Macanan Jaya Cemerlang. (a) Buku Cetak *Softcover* (b) Buku *Hardcover* (c) Kalender

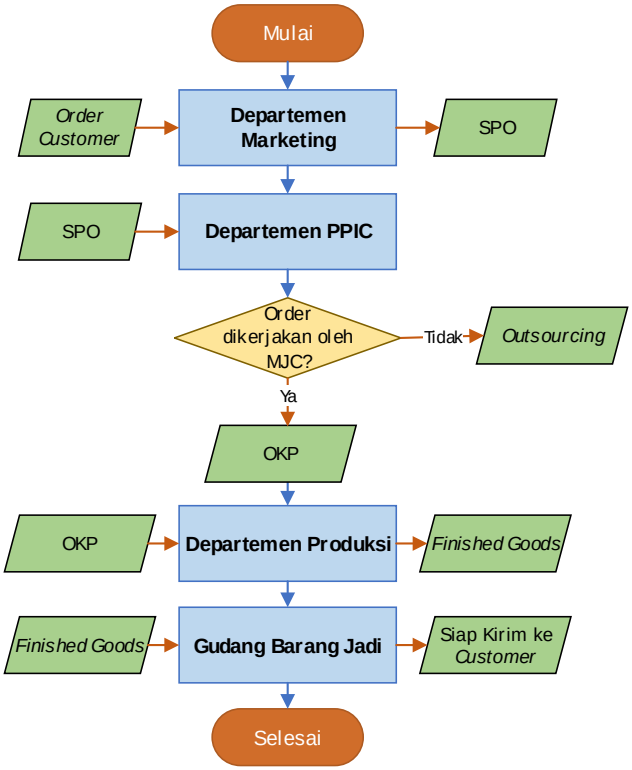
4.2 Identifikasi Alur Proses Produksi

Secara umum, proses produksi buku cetak akan melewati 8 proses yang terdiri dari tahap pengolahan bahan baku, tahap proses cetak, dan tahap *finishing* (penyelesaian) yang kemudian akan dilakukan penyimpanan sementara pada GBJ (Gudang Barang Jadi) sebelum dilakukan pengiriman produk kepada *customer*. Terdapat tahapan administrasi yang dilakukan oleh Departemen *Marketing* untuk memastikan proses produksi dapat berjalan dengan baik sesuai biaya produksi dan kesepakatan dengan *customer* dan pengalokasian bahan baku & penjadwalan produksi oleh Departemen PPIC yang perlu dilakukan sebelum melakukan proses produksi oleh Departemen Produksi.

Pada Departemen *Marketing* dilakukan penerimaan *order* dari *customer*, kalkulasi biaya produksi dan laba perusahaan yang harus dibayarkan oleh *customer*, persetujuan kontrak *order* antara Manajer *Marketing* dan *customer*, kemudian pembuatan SPO (Surat Perintah *Order*) yang dikeluarkan oleh Departemen *Marketing* untuk melakukan pengerjaan *order* dari *customer* yang berisi spesifikasi produk dan jumlah *order*. SPO tersebut diteruskan kepada Departemen PPIC untuk dilakukan penjadwalan produksi naik cetak dan pengalokasian bahan baku yang akan digunakan pada proses produksi. Kemudian Departemen PPIC akan mengeluarkan OKP (*Order* Kerja Percetakan) yang berisi kebutuhan penggunaan bahan baku, alokasi penggunaan mesin, jadwal produksi naik cetak, *output* produk yang harus di produksi, dan spesifikasi proses produksi untuk diteruskan kepada Departemen Produksi.

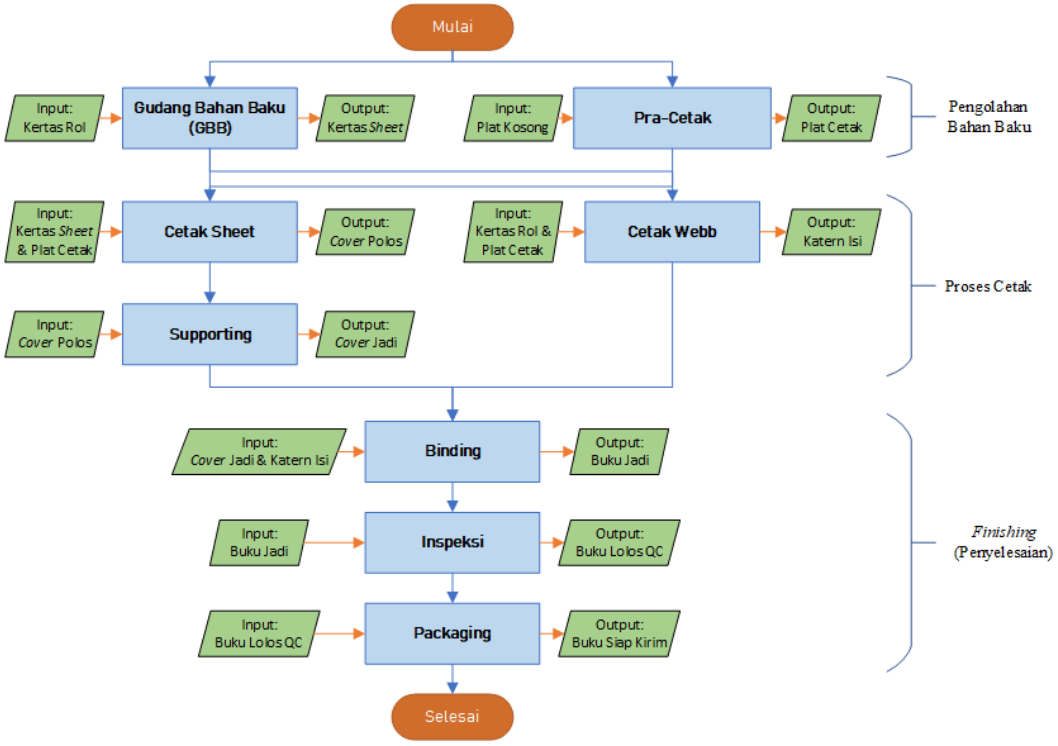
Apabila bahan baku yang tersedia pada GBB (Gudang Bahan Baku) mengalami kekurangan, maka Departemen PPIC akan mengajukan SPM (Surat Pengadaan Material) kepada Departemen *Purchasing* untuk melakukan pembelian dan pengadaan bahan baku kepada *supplier* sesuai dengan jumlah pada SPM. Selain itu, jika kapasitas produksi pada lantai produksi mengalami *overload*, Departemen PPIC dapat melakukan *outsourcing order* sesuai dengan persetujuan direktur utama, manajer produksi, manajer *marketing*, dan *customer*. Proses *outsourcing order* dilakukan oleh Departemen *Marketing* dan diberikan kepada perusahaan yang tergabung dalam Intan Group.

Kemudian OKP akan digunakan sebagai perintah produksi pada Departemen Produksi untuk menghasilkan produk jadi. Setelah itu dilakukan penyimpanan di GBJ sebelum dilakukan pengiriman produk kepada *customer*. Alur penerimaan *order* dari *customer* hingga pengiriman produk jadi kepada *customer* digambarkan menggunakan *flowchart* pada gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Alur Proses *Order Customer* hingga Proses Pengiriman

Alur proses produksi yang dilakukan di bawah Departemen Produksi terdiri dari proses pengolahan bahan baku yang dilakukan pada GBB (Gudang Bahan Baku) dan Pra-Cetak. Kemudian pada proses cetak yang dilakukan proses cetak Webb untuk lembar isi, cetak *Sheet* untuk lembar *cover*, dan *Supporting* untuk memberikan *supporting* pada lembar *cover*. Setelah itu dilakukan tahap *finishing* (penyelesaian) yang dilakukan proses *binding*, inspeksi, dan proses *packaging*. Alur proses produksi buku cetak digambarkan dalam *flowchart* pada gambar 4.3. Fasilitas produksi yang digunakan perusahaan untuk melakukan proses produksi ditunjukkan pada tabel 4.1.



Gambar 4. 3 Alur Proses Produksi Buku Cetak

Tabel 4. 1 Fasilitas Mesin Produksi Perusahaan

No	Nama Mesin	Jumlah	Proses Produksi
1	CTCP UVP 4664 GX	2	Pra-Cetak
2	Cetak Web 63 D388	2	Cetak Webb

Tabel 4. 1 Fasilitas Mesin Produksi Perusahaan (Lanjutan)

No	Nama Mesin	Jumlah	Proses Produksi
3	SM 102 CD	1	Cetak Sheet
4	Yoshino	3	Jilid & Potong
5	Polar Lexus RTS	1	Potong Konversi
6	UV Calibri Steinemann	2	*Support*
...	.....	...	.....
19	*Forklift* Sodok	3	*Material Handling*
20	*Hand Forklift*	8	*Material Handling*

Produk buku cetak terdiri atas dua bagian, yaitu bagian cover yang harus dicetak menggunakan mesin Sheet dengan bahan dasar kertas lembaran (*sheet*) dan bagian isi yang dapat dicetak pada mesin Webb dengan bahan dasar kertas gelondongan (rol). Selain menjalankan fungsinya sebagai tempat penyimpanan material, lembaran film, *spare parts*, dan inventaris kantor, Departemen GBB juga melakukan *converting* kertas rol menjadi kertas lembaran dengan menggunakan mesin Lexus yang kemudian digunakan sebagai bahan baku proses produksi pada mesin Sheet. Pada proses perpindahan material kertas rol digunakan *material handling* berupa *forklift* cakop sedangkan perpindahan material kertas *sheet* digunakan *forklift* sodok atau *hand forklift*. Gambar 4.4 merupakan gambar *material handling* yang digunakan.

(a)

(b)

Gambar 4. 4 *Material Handling*. (a) *Forklift* cakop (b) *Forklift* sodok

Bersamaan dengan proses pembuatan kertas lembaran (*sheet*) di Departemen GBB, Departemen Pra-Cetak melakukan *converting* file atau film yang berisi konten buku menjadi plat lembaran dengan ukuran kertas plano. Plat lembaran tersebut yang akan dimasukkan ke mesin Webb dan mesin Sheet sebagai cetakan untuk proses cetak kertas. Proses pembuatan plat tersebut dinamakan proses *Computer to Conventional Plate* (CTCP). Setiap satu plat menghasilkan proses cetak satu warna, sehingga apabila *order* menggunakan separasi 4 warna (CMYK), maka plat yang digunakan ada 4 dan apabila menggunakan separasi 2 warna (BW), maka plat yang digunakan hanya ada 1 (warna hitam saja). Namun jika terdapat warna campuran tertentu yang sulit didefinisikan dengan 4 warna dasar CMYK, terdapat 1 plat tambahan bernama plat *contone* (*continuous tone*) yang menghasilkan warna khusus. Penggunaan *contone* digunakan untuk hasil cetak yang memerlukan warna emas, *silver*, atau *security ink* sesuai dengan *request* dari *customer*. Selain itu Departemen Pra-Cetak juga melakukan pembuatan montase, yaitu membuat contoh hasil cetak yang digunakan sebagai patokan cetak dan melakukan pengurutan nomor halaman berdasarkan cetakan plat.

Setelah proses *converting* kertas rol menjadi kertas *sheet*, proses pembuatan plat, dan perpindahan material kertas dan plat menuju ke bagian cetak, proses dilanjutkan dengan cetak *cover* dengan menggunakan mesin Sheet dan cetak isi dengan menggunakan mesin Webb. Pada mesin cetak, dilakukan *input* plat ke sesuai dengan urutan plat yang telah diatur oleh bagian Pra-Cetak berdasarkan urutan halaman dan katern yang akan dihasilkan. Pada mesin cetak Webb (gambar 4.5) dilakukan proses cetak, pelipatan, dan pemotongan. Hasil cetak suatu serangkaian plat (berdasarkan jumlah separasi) yang menghasilkan satu plano akan dilipat dan dipotong oleh mesin Webb. Hasil cetak yang sudah dilipat dan dipotong akan membentuk katern. Biasanya, satu plano akan menghasilkan satu katern yang terdiri dari 32 halaman. Namun hal tersebut dapat berubah sesuai dengan ukuran produk buku cetak yang diinginkan oleh *customer*. Semakin besar ukuran buku, maka semakin sedikit jumlah halaman dalam satu katern. Semakin banyak jumlah katern, maka *lead time* produksi semakin lama.

Gambar 4. 5 Mesin Cetak Webb 63 D388 B

Pada proses cetak *cover* pada mesin Sheet (gambar 4.6), aktivitas yang dilakukan tidak jauh berbeda dengan aktivitas cetak isi pada mesin Webb. Namun biasanya pada cetak isi hanya menggunakan 2 buah plat (BW), sedangkan pada cetak cover menggunakan 4 buah plat (CMYK). Walaupun plat yang digunakan pada mesin Sheet lebih banyak daripada mesin Webb, proses produksi lebih lama terjadi pada mesin Webb karena jumlah lembar yang diproduksi lebih banyak. Plat cetak yang masih bisa digunakan akan disimpan di gudang plat Pra-Cetak apabila *customer* akan melakukan *order* ulang dengan konten naskah yang sama, sedangkan plat cetak yang sudah tidak dapat digunakan akan dimusnahkan dan apabila lembaran plat-nya masih bagus, akan dilakukan penghapusan tinta plat menggunakan cairan khusus sehingga plat tersebut masih dapat digunakan untuk proses CTCP konten naskah lainnya.

Gambar 4. 6 Mesin Cetak Sheet SM 102 CD Heidelberg

Hasil *output* kertas *cover* yang telah diproduksi akan dibawa ke bagian *supporting.* Proses *supporting* yang lakukan pada produk bergantung pada *order customer* yang tertera pada OKP. *Supporting* merupakan tahapan proses yang bertujuan untuk melapisi permukaan lembar *cover* agar mengkilap serta memiliki daya tahan terhadap goresan. Jenis *supporting* yang dapat dilakukan adalah UV *varnish*, UV *spot*, laminasi *doff*, laminasi *glossy*, dan *dusting*. Setelah dilakukan proses *supporting*, dilakukan pemotongan kertas *cover* untuk menghilangkan lebihan pinggiran hasil cetak dan merapikan kertas.

Setelah dilakukan cetak katern isi dan cetak *cover* beserta proses pelapisan, proses produksi dilanjutkan pada tahap *finishing* (penyelesaian). Pada tahap penyelesaian dilakukan proses *binding*, inspeksi, dan *packaging*. Proses *binding* adalah proses penyusunan dan penjilidan katern isi dengan lembar *cover*. Metode jilid juga berbeda-beda tergantung dengan permintaan dari *customer*, yaitu jahit lem, jahit kawat, dan jahit benang. Pada proses *binding* juga dilakukan penyusunan produk berdasarkan jumlah *pack of books* yang diinginkan oleh *customer*. Kemudian setelah terbentuk produk buku cetak jadi dilakukan proses inspeksi. Proses inspeksi dilakukan secara manual oleh operator untuk melakukan *quality control* pada produk apakah terdapat cacat atau tidak sebelum dilakukan pengiriman kepada *customer*. Setelah dilakukan proses inspeksi, dilakukan proses *packaging* secara semi-otomatis oleh mesin *shrink* dan operator. Mesin *shrink* digunakan untuk melapisi produk dengan plastik sebelum

kemudian dilakukan *packaging* produk ke dalam kardus oleh operator. Tahap *finishing* (penyelesaian) dilakukan pada mesin *binding* Yoshino yang setiap prosesnya digabungkan pada *conveyor belt*. Mesin Yoshino yang digunakan pada tahap *finishing* ditunjukkan pada gambar 4.7.

Gambar 4. 7 Mesin *Finishing* (Penyelesaian) Yoshino

Kemudian produk yang sudah di *packaging* akan disimpan sementara di GBJ sebelum dilakukan pengiriman produk kepada *customer*. Hal tersebut terjadi karena diperlukan proses perhitungan jumlah oplah, pemberian label pada kardus, menunggu *vendor* logistik untuk melakukan pengiriman produk kepada *customer*, dan pemberian surat jalan kepada *vendor* logistik yang dibuat oleh karyawan pengiriman.

4.3 Penyusunan *Current Value Stream Mapping* (VSM)

Dengan melakukan penyusunan *Value Stream Mapping* (VSM) diharapkan diketahui aliran informasi dan material pada proses produksi buku cetak dari kedatangan material dari *supplier* pada GBB sampai dengan produk dikirimkan ke

GBJ. Berikut ini merupakan penjabaran aliran informasi dan aliran material proses produksi buku cetak.

4.2.1 Aliran Informasi

Berikut merupakan aliran informasi pada proses produksi buku cetak yang dimulai dari penerimaan *order customer* sampai pengiriman produk kepada *customer*.

1. Departemen *Marketing* melakukan penerimaan *order* dari *customer*, kemudian melakukan pembuatan SPO berdasarkan spesifikasi dari *customer*. SPO tersebut diserahkan kepada Departemen PPIC.
2. Departemen PPIC melakukan penjadwalan produksi dan pengalokasian bahan baku untuk naik cetak.
3. Departemen PPIC akan mengajukan *outsourcing* apabila kapasitas produksi penuh dan tidak dapat untuk melakukan *order* secara mandiri. Departemen PPIC akan menghubungi perusahaan mitra *outsourcing* untuk dilakukan proses lempar *order*.
4. Departemen PPIC akan membuat SPM apabila bahan baku yang tersedia di GBB tidak memenuhi kebutuhan untuk proses produksi. SPM tersebut diserahkan kepada Departemen *Purchasing*.
5. Departemen PPIC membuat OKP yang berisi kebutuhan penggunaan bahan baku, alokasi penggunaan mesin, jadwal produksi naik cetak, output produk yang harus di produksi, dan spesifikasi proses produksi. OKP tersebut diserahkan kepada Departemen Produksi sebagai panduan eksekusi proses produksi.
6. Departemen Produksi melakukan proses produksi berdasarkan OKP. Dalam setiap prosesnya, setiap bagian akan membuat MKM (Monitor Kerja Mesin) yang berfungsi sebagai *tracker output* produksi untuk dikirimkan kepada bagian produksi selanjutnya.
7. *Output* hasil produksi yang telah dilakukan akan disimpan sementara di GBJ untuk dilakukan pemberian label pada *packaging* dan pemberian surat jalan

oleh karyawan pengiriman kepada *vendor* pengiriman. Kemudian dilakukan pengiriman produk kepada *customer*.

4.2.2 Aliran Material

Berikut merupakan aliran material pada proses produksi buku cetak yang dimulai dari penerimaan *order customer* sampai pengiriman produk kepada *customer*.

1. *Raw Material* dari *supplier* diterima oleh karyawan GBB untuk dilakukan *quality checking*. Setelah lolos maka *raw material* dibawa dan disimpan di GBB menggunakan *forklift* cakop untuk material kertas rol dan *forklift* sodok untuk material yang dibawa menggunakan *pallet*.
2. Dilakukan proses *converting* kertas rol menjadi kertas *sheet* sebagai bahan baku produksi pada proses cetak *cover*. Kemudian dilakukan pemindahan bahan baku kertas rol dan kertas *sheet* ke bagian cetak. Material dibawa ke bagian cetak dengan menggunakan *material handling*.
3. Dilakukan proses pembuatan plat dengan metode CTCP. Proses pengiriman plat cetak ke lantai produksi cetak menggunakan *lift* karena proses CTCP dilakukan di lantai 2, dan lantai produksi cetak berada di lantai 1.
4. Dilakukan proses cetak isi dengan menggunakan mesin Webb dan cetak *cover* dengan menggunakan mesin Sheet. Hasil cetak isi akan disimpan sementara dalam WIP cetak isi untuk dilanjutkan pada proses *finishing* (penyelesaian), sedangkan hasil cetak *cover* akan dilanjutkan pada proses *supporting* sebelum dilanjutkan pada proses *finishing* (penyelesaian).
5. Proses produksi dilanjutkan pada tahap *finishing* (penyelesaian) yang terdiri atas proses *binding* yaitu proses penyusunan dan penjilidan katern isi dengan lembar *cover*, proses inspeksi yaitu melakukan *quality control* pada produk apakah terdapat cacat atau tidak sebelum dilakukan pengiriman kepada customer, dan *packaging* yaitu proses pelapisan produk menggunakan plastik *shrink* dan disusun dalam kardus.
6. Produk hasil produksi akan disimpan sementara di GBJ untuk dilakukan *final checking*.

Dalam melakukan penyusunan VSM diperlukan data waktu produksi dari *supplier* hingga pengiriman ke *customer*. Data yang digunakan sebagai dasar penyusunan VSM didapatkan dari observasi langsung dan wawancara dengan karyawan Departemen Produksi. Pada tabel 4.2 akan dijabarkan pengumpulan dan pengolahan data yang dilakukan untuk melakukan penyusunan *current state value stream mapping*.

Planned production time menunjukkan waktu kerja yang tersedia untuk melakukan keseluruhan proses produksi, dimana terdapat 2 *shift* yang masing-masing berjalan selama 7 jam kerja. Berikut adalah perhitungan *planned production time*,

$$Planned\ production\ time = 2 \times (7 \times 60)$$
$$Planned\ production\ time = 2 \times (420)$$
$$Planned\ production\ time = 840\ min$$

Kemudian C/T menunjukkan waktu siklus atau *cycle time* yang merupakan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan produksi produk dalam satu siklus. Dalam penggambilan data ini, waktu siklus yang diambil mengamati produksi buku cetak sebanyak 1 *pallet* (22 rim). Selanjutnya, C/O menunjukkan waktu *setup* atau waktu yang dibutuhkan untuk mempersiapkan *work station* (mesin dan material) untuk melakukan proses produksi pada jenis *order* baru (naik cetak/ganti judul). Waktu *breakdown* didapatkan dengan melakukan pengambilan waktu kerusakan pada mesin produksi selama melakukan pengambilan data waktu siklus (C/T).

Sedangkan *operating time* menunjukkan waktu yang tersedia untuk melakukan proses operasi kerja produksi. Perhitungan *operating time* didapatkan dari pengurangan *planned production time* dengan waktu *breakdown* dan waktu *setup* (C/O). Sehingga *operation time* dapat disebut sebagai *plant run time*. Berikut adalah contoh perhitungan *operating time* pada proses Pra-Cetak.

$$Operating\ time = Planned\ Production\ Time - (Breakdown\ + C/O)$$
$$Operating\ time = 840 - (3{,}51 + 0)$$
$$Operating\ time = 836{,}49\ min$$

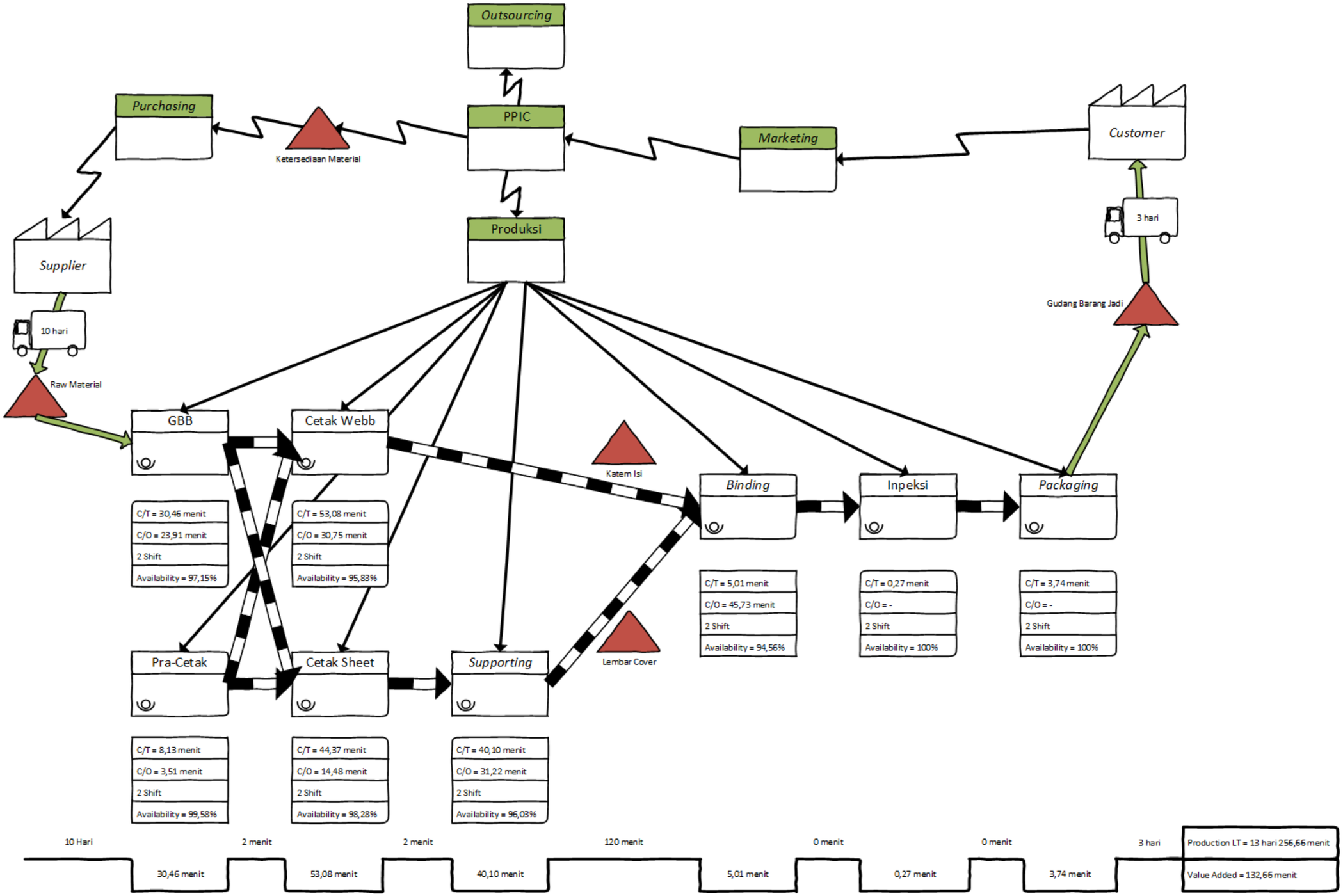
Tabel 4. 2 Data Waktu untuk Penyusunan *Value Stream Mapping* (VSM)

Proses Produksi	***Planned Production Time* (*min*)**	**C/T (*min*)**	**C/O (*min*)**	***Breakdown* (*min*)**	***Operating Time* (*min*)**	***Availability* (%)**
GBB	840	30,46	23,91	0	816,09	97,15
Pra-Cetak	840	8,13	3,51	0	836,49	99,58
Cetak Webb (Isi)	840	53,08	30,75	4,28	804,97	95,83
Cetak Sheet (Cover)	840	44,37	14,48	0	825,52	98,28
Supporting	840	40,10	31,22	2,11	806,67	96,03
Binding	840	5,01	45,73	0	794,27	94,56
Inspeksi	840	0,27	0	0	840	100
Packaging	840	3,74	0	0	840	100

Setelah diketahui aliran informasi, aliran material, dan data waktu yang menggambarkan kondisi eksisting proses produksi buku cetak, dilakukan penyusunan VSM secara keseluruhan dari penerimaan *order* dari *customer* hingga pengiriman *finished goods* pada *customer*. Pada gambar 4.8 digambarkan *current state value stream mapping* pada proses produksi buku cetak.

Dengan melakukan penyusunan VSM dapat diketahui bahwa terdapat beberapa *waste* pada proses produksi, yaitu *over-inventory*, *defect*, *waiting*, dan *excess-processing*. Adanya *waste over-inventory* diketahui dengan adanya WIP pada proses produksi. *Waste waiting* yang diketahui dari adanya *bottleneck* pada proses produksi, terjadinya kerusakan mesin (*breakdown*), dan *setup* mesin produksi. Kemudian *waste excess-processing* diketahui akibat adanya *defect* atau cacat produk minor yang kemudian dilakukan perbaikan (*rework*). Serta, w*aste defect* terlihat secara tersirat dari adanya *rework* produk pada proses produksi.

(Halaman ini sengaja dikosongkan).



Gambar 4. 8 *Current Value Stream Mapping* Proses Produksi Buku Cetak

(Halaman ini sengaja dikosongkan).

Berdasarkan hasil dari penyusunan *Value Stream Mapping* (VSM) didapatkan bahwa dalam melakukan produksi satu kardus (30 oplah) buku cetak dibutuhkan waktu produksi sebesar 13 hari 256,66 menit. Jumlah waktu *value added* yang digunakan adalah 132,66 menit. Proses yang membutuhkan waktu yang paling lama adalah proses cetak Webb, yaitu 53,08 menit.

Pada proses bagian Pra-Cetak terdapat *waiting* (waktu tunggu) karena menunggu proses di GBB untuk selesai sebelum melanjutkan ke proses selanjutnya. Selain itu hasil cetak *cover* yang sudah dilakukan *supporting* juga perlu menunggu proses cetak Webb untuk dilakukan proses *assembly* pada proses *binding*. Selain itu diketahui *changeover time* pada beberapa proses masih terlalu lama, contohnya pada proses *binding* dimana *changeover time* proses *binding* sebesar 45,73 menit sedangkan *cycle time* proses *binding* hanya 5,01 menit. Pada proses cetak Webb dan *supporting* diketahui terdapat *breakdown* dengan total 6,39 menit.

4.4 Penyusunan *Process Activity Mapping* (PAM)

Dengan melakukan penyusunan *Process Activity Mapping* (PAM) diharapkan diketahui aktivitas yang dilakukan dalam melakukan proses produksi buku cetak dengan melakukan pengelompokan kategori aktivitas dan pengklasifikasian aktivitas berdasarkan pemberian nilai tambah (*value added*). Aktivitas proses produksi dikategorikan menjadi *operation* (O), *transportation* (T), *inspection* (I), *storage* (S), dan *delay* (D). Sedangkan klasifikasi aktivitas nilai tambah dibedakan menjadi *value added activity* (VA), *non-value added activity* (NVA), dan *non-value added activity but necessary* (NNVA). Faktor yang dilihat dalam penyusunan PAM adalah aktivitas yang dilakukan, jumlah operator, nama mesin/fasilitas yang digunakan, jarak antar fasilitas, dan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan aktivitas.

Data yang digunakan dalam penyusunan PAM produksi buku cetak ini dilakukan berdasarkan hasil observasi langsung dan telah divalidasi oleh Manajer Produksi selaku *expert* perusahaan. Berikut ini PAM pada proses produksi buku cetak yang disajikan pada tabel 4.3.

Tabel 4. 3 *Process Activity Mapping* (PAM) Proses Produksi Buku Cetak

Proses	#	Aktivitas	Jumlah Operator	Mesin/Alat	Jarak (m)	Waktu (menit)	Aktivitas					Kategori Aktivitas
							O	T	I	S	D	
GBB	1	Menerima form SPO untuk Gudang RM	1	Manual	0	1						NNVA
	2	Pengambilan rol kertas dari koridor stok rol		Truk Forklift Cakop	15	3,84						NNVA
	3	Timbang berat kotor rol kertas	2	Timbangan Gantung	0	2,38						NNVA
	4	Melepas bungkus rol kertas		*Cutter*		1,51						NVA
	5	Inspeksi kertas				0,84						NNVA
	6	Klokop kertas				4,47						NVA
	...	.....	.....	.....	.....	.....						.....
Pra-Cetak	...	.....	.....	.....	.....	.....						.....
	27	Pin plat jadi	1	Pin Register Plat	0	0,27						NNVA
	28	Rekap dan inspeksi hasil plat		Manual		0,97						NNVA
	29	Melapisi plat dengan kertas pembatas		Manual		0,87						NNVA
	30	Membuat MT untuk bagian Cetak		Komputer		0,63						NNVA
	31	Mengirimkan plat ke bagian Cetak	1	*Hand Forklift*	30	0,73						NNVA
Cetak Isi Webb	32	Melakukan penerimaan SPO dan MT Cetak	1	Manual	0	1,22						NNVA
	33	Memasukkan plat ke mesin cetak	2	Mesin Cetak Webb 63 D388	0	10,64						NNVA
	34	Memasukkan kertas ke mesin cetak				8,31						NNVA
	35	*Setup monitor* mesin cetak	1			8,59						NNVA

Proses	#	Aktivitas	Jumlah Operator	Mesin/Alat	Jarak (m)	Waktu (menit)	Aktivitas					Kategori Aktivitas
							O	T	I	S	D	
	...	.....	.....	.....	.....	.....						.....
Cetak Cover Sheet	...	.....	.....	.....	.....	.....						.....
	47	Proses pemasangan plat, kertas dan setting tinta	3	Mesin Cetak Sheet SM 102 ZP	0	3,5						NNVA
	48	Setting kertas jalan				0,59						NVA
	49	Setting cetak tinta dan *cross mark*				1,17						NNVA
	50	Inspeksi stabilitas hasil				2,04						NVA
	51	Setup mesin hasil perbaikan				6,13						NVA
	...	.....	.....	.....	.....	.....						.....
Supporting	...	.....	.....	.....	.....	.....						.....
	62	Menyalakan lampu UV	1	Mesin UV Calibri 76		0,37						NNVA
	63	*Setting input* & *output*				11,94						NNVA
	64	Menaikkan kertas *input* ke bagian *nonstop* mesin			0	1,68						NNVA
	65	Proses UV *Varnish*				34,52						VA
	...	.....	.....	.....	.....	.....						.....
Binding	75	Menerima SPO untuk *finishing*	1	Manual	0	1,13						NNVA
	76	*Setting* mesin di tiap *stage*	5	Mesin Yoshino		41,14						NNVA
	77	Menyiapkan lem, plastik shrink, kertas QA				4,12						NNVA
	78	Mengurutkan katern di kamar *stage* susun	6			0,47						NNVA
	79	Proses mesin *binding*	3			3,88						VA
Inspeksi	80	Inspeksi manual	5	Conveyor Belt	0	0,27						NNVA
Packaging	81	Proses *shrink*	3	Mesin Yoshino	0	0,22						VA

Proses	#	Aktivitas	Jumlah Operator	Mesin/Alat	Jarak (m)	Waktu (menit)	Aktivitas					Kategori Aktivitas
							O	T	I	S	D	
	82	*Packaging* pada kardus		Manual		1,26						VA
	83	Menyusun kardus ke *pallet*	3	*Pallet*	2	0,26						NNVA
	84	Mengirimkan *pallet* ke gudang barang jadi	1	*Forklift*	60	2						NNVA
Total					**337**	**334,76**						

Berdasarkan tabel 4.3 yang menjabarkan *process activity mapping* pada proses produksi buku cetak diketahui waktu yang dibutuhkan untuk proses produksi adalah 239,29 detik yang meliputi tahap pengolahan bahan baku (GBB dan Pra-Cetak paralel), tahap proses cetak (Cetak Isi dan Cetak Cover paralel), dan tahap penyelesaian. Pada proses produksi buku cetak diketahui bahwa terdapat 84 aktivitas untuk melakukan proses produksi buku cetak dan total waktu yang dibutuhkan adalah 334,76 menit dengan total perpindahan material sepanjang 337 meter. Tabel 4.4 merupakan rekapitulasi hasil klasifikasi aktivitas berdasarkan nilai tambah (*value added*) dan pengelompokan tipe aktivitasnya berdasarkan proses penyusunan PAM.

Tabel 4. 4 Rekapitulasi *Process Activity Mapping* Produksi Buku Cetak

Aktivitas	**Jumlah Aktivitas**	**Persentase Aktivitas**	**Waktu (menit)**			
			Total	**VA**	**NNVA**	**NVA**
Operation (O)	38	45%	190,86	142,01	48,85	0
Transportation (T)	12	14%	18,32	0	18,32	0
Inspection (I)	6	7%	5,8	0	3,76	2,04
Storage (S)	1	1%	3,52	0	3,52	0
Delay (D)	27	32%	116,26	0	96,7	19,56
Total			**334,76**	**142,01**	**171,15**	**21,6**
Presentase				**42%**	**51%**	**6%**

Berdasarkan hasil rekapitulasi *process activity mapping* (PAM) pada produksi buku cetak diketahui bahwa proses produksi buku cetak hanya terdiri dari 142,01 menit aktivitas *value added* (VA), sedangkan aktivitas *non value added but necessary* (NNVA) sebesar 171,18 menit dan aktivitas *non value added* (NVA) sebesar 21,6 menit. Tipe aktivitas dalam proses produksi buku cetak terdiri dari 45% aktivitas *operation*, 32% aktivitas *delay*, 14% aktivitas *transportation*, 7% aktivitas *inspection*, dan 1% aktivitas *storage*. Tipe aktivitas yang menyebabkan terjadinya aktivitas NVA adalah aktivitas *delay* dan *inspection*. Hal itu disebabkan oleh adanya aktivitas *setup* mesin, menunggu pengambilan *material handling*, dan aktivitas penataan produk sehingga dapat diketahui bahwa terdapat indikasi terjadinya *waste waiting* dan *waste excess-motion* pada proses produksi buku cetak. Selain itu, jenis aktivitas *non-value added but necessary* memiliki nilai persentase

paling tinggi sehingga diketahui pada proses produksi masih banyak aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah pada produk namun tetap perlu dilakukan. Aktivitas *non-value added but necessary* yang dapat menyebabkan terjadinya *waste* (pemborosan) pada proses produksi.

4.5 Identifikasi *Waste* pada Proses Produksi

Pada sub bab ini akan dijelaskan identifikasi *waste* pada proses produksi buku cetak berdasarkan 7-*waste*. Proses identifikasi *waste* dilakukan berdasarkan hasil penyusunan *value stream mapping* (VSM), *process activity mapping* (PAM), observasi langsung, dan wawancara serta *brainstorming* dengan pihak perusahaan. Berikut ini merupakan identifikasi *waste* (pemborosan) pada proses produksi buku cetak yang ditampilkan pada tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Identifikasi *Waste* pada Proses Produksi Buku Cetak

Jenis *Waste*	#	Penjelasan Kondiri Real Perusahaan	Sumber Informasi
Defect	W1	Produk mengalami *defect* (cacat) yang bersifat produk rusak pada proses cetak dan *supporting*	Berdasarkan observasi langsung dan wawancara dengan pihak perusahaan
	W2	Produk mengalami *defect* (cacat) yang bersifat produk rusak pada proses *finishing* (penyelesaian)	
	W3	Terdapat salah spesifikasi produksi yang disebabkan oleh kesalahan informasi	
Over Production	W4	Adanya *overproduction* akibat proses *mark-up* jumlah order	Berdasarkan observasi langsung dan wawancara dengan pihak perusahaan
Waiting	W5	Menunggu akibat keterlambatan pengadaan material yang dilakukan oleh bagian *purchasing* perusahaan	Berdasarkan observasi langsung dan wawancara dengan pihak perusahaan
	W6	Menunggu karena dilakukan perbaikan mesin produksi	
	W7	Menunggu proses selanjutnya karena proses tersebut merupakan *bottleneck* pada proses produksi	Berdasarkan hasil VSM, PAM, dan observasi langsung
	W8	Menunggu karena harus mengambil *material handling*	
Transportation	W9	Pengambilan *spare part/tool* terlalu jauh	Berdasarkan observasi langsung dan wawancara dengan pihak perusahaan
	W10	Terjadi perpindahan yang tidak efektif antar stasiun kerja	

Tabel 4. 5 Identifikasi *Waste* pada Proses Produksi Buku Cetak (Lanjutan)

Jenis *Waste*	#	Penjelasan Kondiri Real Perusahaan	Sumber Informasi
Transportation	W11	Adanya *cross traffic* antar beberapa stasiun kerja	Berdasarkan observasi langsung dan wawancara dengan pihak perusahaan
Over-Inventory	W12	Terjadi penumpukan *raw material* di GBB	Berdasarkan observasi langsung dan wawancara dengan pihak perusahaan
	W13	Terdapat WIP yang menunggu untuk diproses	Berdasarkan hasil VSM, PAM, dan observasi langsung
Excess-Motion	W14	Terdapat aktivitas membuang *scrap* potongan kertas ke kontainer bawah	Berdasarkan observasi langsung dan wawancara dengan pihak perusahaan
	W15	Operator melakukan pencarian alat	
	W16	Operator melakukan pembersihan cipratan/tumpahan tinta selama proses *setup* mesin	
Excess-Processing	W17	Terjadi *re-work* akibat adanya ketidaksempurnaan hasil proses produksi	Berdasarkan observasi langsung dan wawancara dengan pihak perusahaan

Berdasarkan hasil identifikasi *waste* diketahui terdapat 17 *waste* (pemborosan) yang terjadi pada proses produksi buku cetak. Hasil identifikasi *waste* ini akan digunakan sebagai komponen penyusun *lean matrix* 1 yaitu *non value added activity* (*waste*) (Wi).

4.6 Identifikasi Akar Penyebab *Waste*

Pada sub bab ini akan dilakukan identifikasi akar penyebab *waste* dengan menggunakan *root cause analysis* (RCA) dengan *tool* 5 *Whys* berdasarkan hasil identifikasi *waste* pada proses produksi buku cetak yang telah dijelaskan pada sub bab 4.5. Proses penentuan akar penyebab *waste* ini dilakukan dengan melakukan observasi langsung dan wawancara dengan Manajer Produksi. Hasil akar penyebab *waste* tersebut digunakan sebagai komponen penyusun *lean matrix* 1 yaitu *root source of waste* (Sj). Berikut ini merupakan identifikasi akar penyebab *waste* pada proses produksi buku cetak.

4.6.1 Akar Penyebab Waste Defect

Terjadinya *waste defect* pada proses produksi buku cetak disebabkan oleh beberapa akar penyebab *waste*. Pada tabel 4.6 ditunjukkan akar penyebab terjadinya *waste defect* dengan menggunakan *tool* 5 *Whys* pada proses produksi buku cetak. Pada proses produksi buku cetak diketahui terdapat *waste defect* berupa adanya *defect* (cacat) yang bersifat produk rusak pada proses cetak dan *supporting*, adanya *defect* (cacat) yang bersifat produk rusak pada proses *finishing* (penyelesaian), dan terdapat salah spesifikasi produksi yang disebabkan oleh kesalahan informasi. *Waste defect* tersebut diketahui melalui observasi langsung dan wawancara dengan pihak perusahaan.

Berdasarkan hasil analisis akar penyebab terjadinya *waste defect* dengan menggunakan *5 Whys* diketahui bahwa pada *waste defect* disebabkan oleh akar permasalahan tidak ada standar yang baku dalam proses penggunaan material, tidak ada standar yang baku dalam proses *setup*, kelalaian operator dalam melakukan operasi kerja dan penggunaan mesin, kualitas material yang diberikan oleh *supplier* tidak sesuai, Departemen *Marketing* kurang memiliki pemahaman terkait spesifikasi *order* yang diinginkan *customer*, dan proses *setup* mesin produksi terlalu lama.

Tabel 4. 6 Akar Penyebab Terjadinya *Waste Defect*

Waste Type	***Waste***	**Kategori**	***Root Cause of Waste***				
			Why 1	**Why 2**	**Why 3**	**Why 4**	**Why 5**
Defect	Produk mengalami *defect* (cacat) yang bersifat produk rusak pada proses cetak dan *supporting*	*Machine*	Warna pada hasil cetak isi berbeda dengan montase	Terdapat kesalahan dalam alokasi ketebalan tinta	Operator kurang teliti dalam menentukan alokasi ketebalan tinta	Tidak ada standar yang baku dalam proses penggunaan material pada mesin cetak	
				Terdapat kesalahan dalam pencampuran warna	Operator salah dalam mengkalkulasikan pencampuran warna tinta		
			Tinta tidak dapat mengalir dengan lancar	Rol air kering	Splasher rol air bermasalah	Rol air tidak dibersihkan secara berkala	Tidak ada standar yang baku dalam proses *setup* mesin cetak
				Terdapat tinta menggumpal	Tinta tidak dapat mengalir secara sempurna pada rol tinta	Operator terlalu cepat menyalakan mesin untuk rolling tinta	
			Hasil cover yang telah di *supporting* terdapat gelembung	Proses pelapisan UV varnish tidak sempurna	Cairan *varnish* yang digunakan terlalu banyak sehingga lapisan yang dihasilkan terlalu tebal	Tidak ada standar yang baku dalam proses penggunaan material pada mesin cetak	
	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

4.6.2 Akar Penyebab Waste Over Production

Terjadinya *waste over production* pada proses produksi buku cetak disebabkan oleh beberapa akar penyebab *waste*. Pada tabel 4.7 ditunjukkan akar penyebab terjadinya *waste over production* dengan menggunakan *tool* 5 *Whys* pada proses produksi buku cetak. Pada proses produksi buku cetak diketahui terdapat *waste over production* berupa adanya produksi cetak berlebih akibat proses *mark-up* jumlah produksi.

Berdasarkan hasil analisis akar penyebab terjadinya *waste over production* dengan menggunakan 5 *Whys* diketahui bahwa pada *waste over production* disebabkan oleh akar permasalahan tidak ada standar yang baku dalam proses penggunaan material, kelalaian operator dalam melakukan operasi kerja dan penggunaan mesin, dan ukuran produk yang akan diproduksi lebih kecil daripada ketentuan minimal untuk proses produksi.

Tabel 4. 7 Akar Penyebab Terjadinya *Waste Over Production*

Waste Type	***Waste***	**Kategori**	***Root Cause of Waste***			
			Why 1	***Why 2***	***Why 3***	***Why 4***
Over Production	Adanya produksi cetak berlebih proses *mark-up* jumlah produksi	*Machine*	Produk yang dihasilkan dari proses produksi masih banyak menghasilkan *defect*	Terdapat kesalahan dalam alokasi ketebalan tinta	Operator kurang teliti dalam melakukan penggunaan alokasi bahan baku	Tidak ada standar yang baku dalam proses penggunaan material pada mesin cetak
		Man		Operator melakukan kesalahan dalam aktivitas proses produksi	Kelalaian operator dalam melakukan operasi kerja dan penggunaan mesin produksi	
			Material yang dialokasikan untuk memproduksi satu judul buku terlalu berlebih	PPIC tidak tepat dalam melakukan perhitungan alokasi bahan baku yang digunakan	Tidak ada standar yang baku dalam proses penggunaan material pada mesin cetak	
		Method		Ukuran produk yang akan diproduksi lebih kecil daripada ketentuan minimal untuk proses produksi		

4.6.3 Akar Penyebab Waste Waiting

Terjadinya *waste waiting* pada proses produksi buku cetak disebabkan oleh beberapa akar penyebab *waste*. Pada tabel 4.8 ditunjukkan akar penyebab terjadinya *waste waiting* dengan menggunakan *tool* 5 *Whys* pada proses produksi buku cetak. Pada proses produksi buku cetak diketahui terdapat *waste waiting* berupa menunggu akibat keterlambatan pengadaan material yang dilakukan oleh bagian *purchasing* perusahaan, menunggu karena dilakukan perbaikan mesin produksi, menunggu proses selanjutnya karena proses tersebut merupakan *bottleneck* pada proses produksi, dan menunggu karena harus mengambil *material handling*.

Berdasarkan hasil analisis akar penyebab terjadinya *waste waiting* dengan menggunakan 5 *Whys* diketahui bahwa pada *waste waiting* disebabkan oleh akar permasalahan tidak dilakukan penjadwalan *procurement* secara berkala, tidak ada standar yang baku dalam proses *setup*, kelalaian operator dalam melakukan operasi kerja dan penggunaan mesin, proses *setup* mesin produksi terlalu lama, tidak adanya *maintenance* secara berkala, tidak adanya standar yang baku dalam proses penggunaan material, adanya keterbatasan jumlah *material handling* yang tersedia, penataan material yang dilakukan operator pada *pallet* tidak tersusun dengan rapi, dan perusahaan belum menerapkan lokasi tetap peletakan *material handling*.

Tabel 4. 8 Akar Penyebab Terjadinya *Waste Waiting*

Waste Type	***Waste***	**Kategori**	***Root Cause of Waste***				
			Why 1	**Why 2**	**Why 3**	**Why 4**	**Why 5**
Waiting	Menunggu akibat keterlambatan pengadaan material yang dilakukan oleh bagian *purchasing* perusahaan	*Man*	Waktu penerimaan material dari *supplier* terlambat	Bagian *purchasing* baru membeli bahan baku ketika *stock* material sudah mendekati kekosongan	Tidak dilakukan penjadwalan pengadaan material secara berkala		
	Menunggu karena dilakukan perbaikan mesin produksi	*Machine*	Splasher rol air bermasalah	Rol air tidak dibersihkan secara berkala	Tidak ada standar yang baku dalam proses setup mesin cetak		
			Tinta tidak dapat mengalir secara sempurna pada rol tinta	Operator terlalu cepat menyalakan mesin untuk rolling tinta	Kelalaian operator dalam melakukan operasi kerja dan penggunaan mesin produksi		
	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

4.6.4 Akar Penyebab Waste Transportation

Terjadinya *waste transportation* pada proses produksi buku cetak disebabkan oleh beberapa akar penyebab *waste*. Pada tabel 4.9 ditunjukkan akar penyebab terjadinya *waste transportation* dengan menggunakan tool 5 *Whys* pada proses produksi buku cetak. Pada proses produksi buku cetak diketahui terdapat *waste transportation* berupa pengambilan *spare part/too*l terlalu jauh, terjadi perpindahan yang tidak efektif antar tahap produksi, dan adanya *cross trafic* antar beberapa stasiun kerja.

Berdasarkan hasil analisis akar penyebab terjadinya *waste transportation* dengan menggunakan 5 *Whys* diketahui bahwa pada *waste transportation* disebabkan oleh akar permasalahan tidak adanya gudang yang menyimpan *spare part* mesin pada masing-masing gedung, tidak adanya gudang yang menyimpan alat/perkakas pada masing-masing mesin, tidak adanya label/lembar kendali yang tercetak untuk menunjukkan output dari sebuah proses, perusahaan belum menerapkan lokasi tetap peletakan material handling pada lantai produksi, dan penataan material yang dilakukan operator pada *pallet* tidak tersusun dengan rapi sehingga dapat muat banyak.

Tabel 4. 9 Akar Penyebab Terjadinya *Waste Transportation*

Waste Type	***Waste***	**Kategori**	***Root Cause of Waste***		
			Why 1	***Why 2***	***Why 3***
Transportation	Pengambilan *spare part/tool* terlalu jauh	*Environment*	*Spare part* seluruh mesin tersimpan terletak di GBB	Tidak adanya gudang yang menyimpan *spare part* mesin pada masing-masing gedung	
		Material	Operator perlu mengambil alat/perkakas di stasiun kerja lain/milik mesin lain	Tidak disediakan alat/perkakas pada masing-masing mesin	Tidak adanya gudang yang menyimpan alat/perkakas pada masing-masing mesin
	Terjadi perpindahan yang tidak efektif antar tahap produksi	*Method*	*Output cover* yang sudah dilakukan *supporting* dibawa terlebih dahulu ke bagian WIP cetak isi sebelum dibawa bagian penyelesaian	Operator penyelesaian merasa kebingungan saat menerima *cover* dan katern isi yang terpisah pisah	Tidak adanya label/lembar kendali yang tercetak untuk menunjukkan *output* dari sebuah proses
			Penempatan *material handling* yang diletakkan di sembarang tempat pada lantai produksi	Perusahaan belum menerapkan lokasi tetap peletakan *material handling* pada lantai produksi	
	Adanya *cross trafic* antar beberapa stasiun kerja	*Man*	*Material handling* masih belum selesai digunakan untuk mengantarkan *material/pallet* ke proses selanjutnya	Masih dilakukan pengantaran material/*pallet* secara bolak-balik menuju ke proses selanjutnya	Penataan material yang dilakukan operator pada *pallet* tidak tersusun dengan rapi sehingga dapat muat banyak

4.6.5 Akar Penyebab Waste Over-Inventory

Terjadinya *waste over-inventory* pada proses produksi buku cetak disebabkan oleh beberapa akar penyebab *waste*. Pada tabel 4.10 ditunjukkan akar penyebab terjadinya *waste over-inventory* dengan menggunakan tool 5 *Whys* pada proses produksi buku cetak. Pada proses produksi buku cetak diketahui terdapat *waste over-inventory* berupa terjadi penumpukan *raw material* di GBB dan adanya beberapa WIP yang menunggu untuk diproses.

Berdasarkan hasil analisis akar penyebab terjadinya *waste over-inventory* dengan menggunakan 5 *Whys* diketahui bahwa pada *waste over-inventory* disebabkan oleh akar permasalahan penataan dan peletakan material yang dilakukan operator tidak tersusun dengan baik, perusahaan ingin menghemat biaya logistik pengiriman material dari *supplier*, operator yang bertugas untuk melakukan setup *turn-on* mesin datang terlambat, harus dilakukan penyesuaian material yang digunakan dan *output* yang diproduksi, tidak ada standar yang baku dalam perhitungan alokasi material untuk proses produksi, dan kelalaian operator dalam melakukan operasi kerja dan penggunaan mesin.

Tabel 4. 10 Akar Penyebab Terjadinya *Waste Over-Inventory*

Waste Type	***Waste***	**Kategori**	***Root Cause of Waste***			
			Why 1	***Why 2***	***Why 3***	***Why 4***
Over-Inventory	Terjadi penumpukan *raw material* di GBB	*Man*	Penggunaan lahan tidak efektif	Penyimpanan material pada GBB kurang rapi dan terstruktur	Penataan dan peletakan material yang dilakukan operator tidak tersusun dengan baik	
			Material yang harus disimpan pada GBB terlalu banyak	*Purchasing* perusahaan melakukan pembelian material dalam jumlah yang banyak ketika *stock* pada GBB akan habis	Tidak dilakukan penjadwalan pengadaan material secara berkala	Perusahaan ingin menghemat biaya logistik pengiriman material dari *supplier*
	Adanya beberapa WIP yang menunggu untuk diproses	*Machine*	Terdapat mesin produksi yang masih belum siap ketika awal *shift*	Operator yang bertugas untuk melakukan *setup turn-on* mesin datang terlambat		
			Waktu proses pada masing-masing bagian berbeda-beda	Masing-masing proses memiliki waktu *setup* dan aktivitas setup yang berbeda beda	Harus dilakukan penyesuaian material yang digunakan dan *output* yang diproduksi	
	.....	.....	.....	.....	.....	.....

4.6.6 Akar Penyebab Waste Excess-Motion

Terjadinya *waste excess-motion* pada proses produksi buku cetak disebabkan oleh beberapa akar penyebab *waste*. Pada tabel 4.11 ditunjukkan akar penyebab terjadinya *waste excess-motion* dengan menggunakan tool 5 *Whys* pada proses produksi buku cetak. Pada proses produksi buku cetak diketahui terdapat *waste excess-motion* berupa terdapat aktivitas membuang *scrap* potongan kertas ke kontainer bawah, operator melakukan pencarian alat, dan operator melakukan pembersihan cipratan/tumpahan tinta selama proses *setup* mesin.

Berdasarkan hasil analisis akar penyebab terjadinya *waste excess-motion* dengan menggunakan 5 *Whys* diketahui bahwa pada *waste excess-motion* disebabkan oleh akar permasalahan adanya keterbatasan jumlah mesin potong *cover* yang tersedia, tidak adanya gudang yang menyimpan alat/perkakas pada masing-masing mesin, tidak ada standar yang baku untuk pengelompokan/pengklasifikasian alat, dan tidak adanya penyangga untuk mengganjal kap penutup saat proses *setup*.

Tabel 4. 11 Akar Penyebab Terjadinya *Waste Excess-Motion*

Waste Type	***Waste***	**Kategori**	***Root Cause of Waste***			
			Why 1	***Why 2***	***Why 3***	***Why 4***
Excess-Motion	Terdapat aktivitas membuang scrap potongan kertas ke kontainer bawah	*Material*	Aktivitas pemotongan kertas cover masih dilakukan secara manual	Adanya keterbatasan jumlah mesin potong *cover* yang tersedia		
	Operator melakukan pencarian alat		Operator perlu mengambil alat/perkakas di stasiun kerja lain/milik mesin lain	Tidak disediakan alat/perkakas pada masing-masing mesin	Tidak adanya gudang yang menyimpan alat/perkakas pada masing-masing mesin	
		Method	Alat/perkakas untuk tidak tertata secara rapi	Alat/perkakas diletakkan dengan sembarang pada stasiun kerja	Tidak ada pengelompokan alat/perkakas secara jelas	Tidak ada standar yang baku untuk pengelompokan/pengklasifikasian alat
	Operator melakukan pembersihan cipratan/tumpahan tinta selama proses *setup* mesin	*Machine*	Operator tidak memasang penutup rol sehingga cipratan tinta tidak tertampung	Kap penutup rol menyulitkan proses pemasangan rol saat setup sehingga dilepas	Tidak adanya penyangga untuk mengganjal kap penutup saat proses setup	

4.6.7 Akar Penyebab Waste Excess-Processing

Terjadinya *waste excess-processing* pada proses produksi buku cetak disebabkan oleh beberapa akar penyebab *waste*. Pada tabel 4.12 ditunjukkan akar penyebab terjadinya *waste excess-processing* dengan menggunakan *tool* 5 *Whys* pada proses produksi buku cetak. Pada proses produksi buku cetak diketahui terdapat *waste excess-processing* berupa terjadinya *re-work* akibat adanya ketidaksempurnaan hasil proses produksi.

Berdasarkan hasil analisis akar penyebab terjadinya *waste excess-processing* dengan menggunakan 5 *Whys* diketahui bahwa pada *waste excess-processing* disebabkan oleh tidak adanya komponen/bagian mesin yang berfungsi untuk langsung menyesuaikan *pin register* dan *color bar*, kelalaian operator dalam melakukan operasi kerja dan penggunaan mesin, dan tidak ada standar yang baku dalam proses penggunaan material pada mesin.

Tabel 4. 12 Akar Penyebab Terjadinya *Waste Excess-Processing*

Waste Type	***Waste***	**Kategori**	***Root Cause of Waste***			
			Why 1	***Why 2***	***Why 3***	***Why 4***
Excess-Processing	Terjadi *re-work* akibat adanya ketidaksempurnaan hasil proses produksi	Material	Halaman yang tidak terpotong	Terdapat kesalahan yang dilakukan operator dalam memotong halaman	Penyesuaian *pin register* dan *color bar* kurang tepat	Tidak adanya komponen/bagian mesin yang berfungsi untuk langsung menyesuaikan *pin register* dan *color bar*
		Man	Urutan katern tidak sesuai dengan montase	Terdapat kesalahan pada bagian susun	Operator salah menempatkan katern pada kamar stage katern	Kelalaian operator dalam melakukan operasi kerja dan penggunaan mesin produksi
			Hasil varnish tidak kering secara sempurna	Masih ada kotoran/partikel-partikel yang menempel pada *input cover*	Proses *calendering* (pembersihan kotoran pada permukaan kertas) tidak sempurna	
		Material		Cairan *varnish* yang digunakan terlalu banyak sehingga lapisan yang dihasilkan terlalu tebal	Tidak ada standar yang baku dalam proses penggunaan material pada mesin cetak	

BAB 5
IDENTIFIKASI WASTE KRITIS

Pada bab ini akan dijelaskan tahap identifikasi *waste* kritis yang meliputi identifikasi keterkaitan antar *waste* yang digunakan untuk menentukan nilai *waste type weight* dan identifikasi *waste* kritis menggunakan *lean matrix* 1 yang terdiri dari penentuan nilai *severity level of waste, occurrence level of root source of waste,* dan *impact value of root source of waste* yang kemudian dilakukan perhitungan *aggregate cause value* (ACV) dan *aggregate waste number* (AWN).

5.1 Identifikasi Keterkaitan Antar *Waste*

Proses identifikasi keterkaitan antar *waste* digunakan untuk mengetahui bobot antar *waste* dengan menggunakan *waste relationship matrix* (WRM) *questionnaire* untuk menyusun *waste relationship matrix*. Kuisioner WRM diisi oleh Manajer Produksi selaku *expert* perusahaan berdasarkan kondisi lantai produksi pada proses produksi buku cetak.

5.1.1 Hasil WRM Questionnaire

Berikut ini merupakan hasil WRM *questionnaire* yang menunjukkan skor intensitas terjadinya akibat antar *waste* (pertanyaan 1), hubungan kenaikan antar *waste* (pertanyaan 2), dan terlihatnya dampak antar *waste* (pertanyaan 3) yang ditunjukkan pada tabel 5.1.

Tabel 5. 1 Hasil WRM *Questionnaire*

Hubungan Antar Waste		**Pertanyaan**			**Total Skor**	**Simbol**
		1	**2**	**3**		
Defect	D_O	2	2	4	**8**	E
	D_W	4	2	4	**10**	A
	D_T	0	2	2	**4**	O
	D_I	0	1	2	**3**	O
	D_M	2	2	4	**8**	E
	D_E	2	0	2	**4**	O
Overproduction	O_D	0	0	0	**0**	X
	O_W	2	0	4	**6**	I

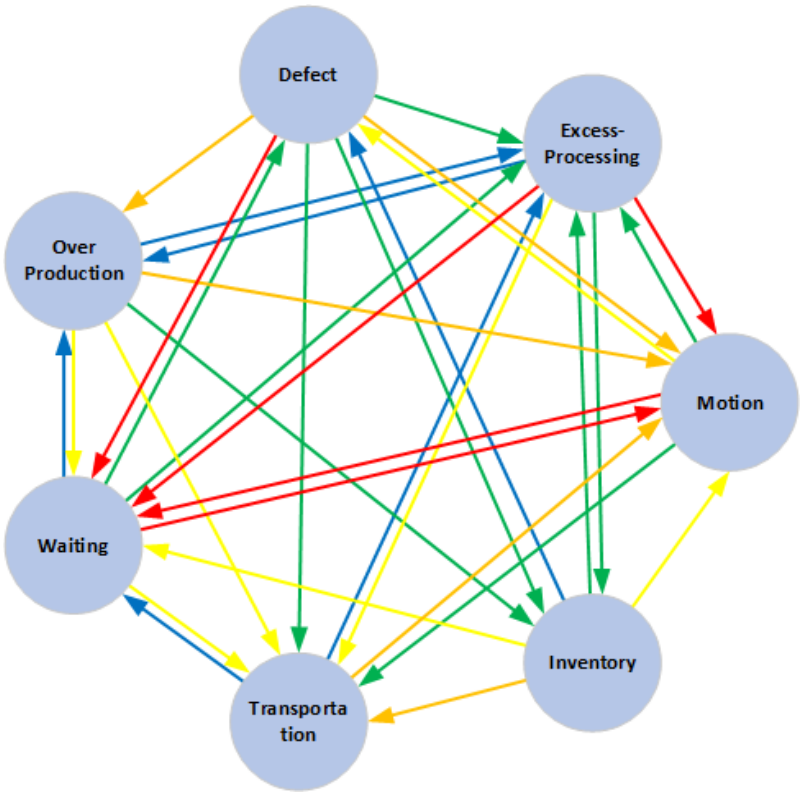
Tabel 5. 1 Hasil WRM *Questionnaire* (Lanjutan)

Hubungan Antar *Waste*		Pertanyaan			Total Skor	Simbol
		1	2	3		
Overproduction	O_T	2	1	2	**5**	I
	O_I	2	1	0	**3**	O
	O_M	2	1	4	**7**	E
	O_E	0	0	2	**2**	U
Waiting	W_D	2	1	0	**3**	O
	W_O	0	2	0	**2**	U
	W_T	2	2	2	**6**	I
	W_I	0	0	0	**0**	X
	W_M	4	2	4	**10**	A
	W_E	0	2	2	**4**	O
Transportation	T_D	0	1	0	**1**	U
	T_O	0	0	0	**0**	X
	T_W	4	2	4	**10**	A
	T_I	0	0	0	**0**	X
	T_M	2	2	4	**8**	E
	T_E	0	0	2	**2**	U
Over-Inventory	I_D	0	1	0	**1**	U
	I_O	0	0	0	**0**	X
	I_W	2	1	2	**5**	I
	I_T	2	1	4	**7**	E
	I_M	2	2	2	**6**	I
	I_E	2	1	0	**3**	O
Excess-Motion	M_D	2	1	2	**5**	I
	M_O	0	0	0	**0**	X
	M_W	4	2	4	**10**	A
	M_T	0	1	2	**3**	O
	M_I	0	0	0	**0**	X
	M_E	2	0	2	**4**	O
Excess-Processing	E_D	0	1	0	**1**	U
	E_O	0	0	0	**0**	X
	E_W	4	2	4	**10**	A
	E_T	2	2	2	**6**	I
	E_I	2	0	2	**4**	O
	E_M	4	2	4	**10**	A

Berdasarkan skor hubungan antar *waste* pada tabel 5.1 dilakukan penyusunan diagram *direct waste relationship* yang menunjukkan adanya hubungan dan pengaruh antar *waste* pada proses produksi yang ditunjukkan pada gambar 5.1 beserta notasinya yang ditunjukkan pada tabel 5.2.

Tabel 5. 2 Notasi pada *Direct Waste Relationship*

Skor	Dampak/Pengaruh	Simbol	
9 - 10	Sangat Berpengaruh Sekali	A	
7 - 8	Sangat Berpengaruh	E	
5 - 6	Cukup Berpengaruh	I	
3 - 4	Kurang Berpengaruh	O	
1 - 2	Sangat Kurang Berpengaruh	U	
0	Tidak Berpengaruh	X	



Gambar 5. 1 *Direct Waste Relationship*

Berdasarkan *direct waste relationship* yang ditunjukkan pada gambar 5.1 diketahui bahwa *waste defect* memberikan pengaruh paling besar terhadap *waste* lainnya, sedangkan *waste waiting* merupakan *waste* dengan dampak terbesar akibat terjadinya *waste* lainnya.

5.1.2 Penyusunan Waste Relationship Matrix

Berdasarkan skor hubungan keterkaitan antar *waste* yang didapatkan dari hasil WRM *questionnaire*, dilakukan penyusunan *waste relationship matrix* yang menunjukkan hubungan keterkaitan *from-to* antar *waste*. *Waste Relationship Matrix* ditunjukkan pada tabel 5.3.

Tabel 5. 3 *Waste Relationship Matrix*

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

Bobot yang didapatkan dari *waste relationship matrix* dikonversikan menjadi angka dengan ketentuan A=10, E=8, I=6, O=4, U=2, dan X=0. Nilai hasil konversi tersebut dijumlahkan sehingga diketahui nilai pengaruhnya yang disebut dengan *waste matrix value*. *Waste Matrix Value* pada proses produksi buku cetak ditunjukkan pada tabel 5.4.

Tabel 5. 4 *Waste Matrix Value*

F/T	D	O	W	T	I	M	E	Skor	%
D	10	8	10	4	4	8	4	**48**	**18%**
O	0	10	6	6	4	8	2	**36**	**13%**
W	4	2	10	6	4	10	4	**40**	**15%**
T	2	0	10	10	0	8	2	**32**	**12%**
I	2	0	6	8	10	6	4	**36**	**13%**
M	6	0	10	4	0	10	4	**34**	**13%**
E	2	0	10	6	4	10	10	**42**	**16%**
Skor	**26**	**20**	**62**	**44**	**26**	**60**	**30**	**268**	**100%**
%	**10%**	**7%**	**23%**	**16%**	**10%**	**22%**	**11%**	**100%**	

Berdasarkan *waste matrix value* yang menunjukkan hubungan keterkaitan *from-to* antar *waste*, diketahui bahwa *waste from-* yang memiliki skor paling tinggi

adalah *waste defect* dengan skor 48 (18%), *waste excess-motion* dengan skor 42 (16%), dan *waste waiting* dengan skor 40 (15%). Sedangkan pada *waste -to* yang memiliki skor paling tinggi adalah *waste waiting* dengan skor 62 (23%), *waste excess-motion* dengan skor 60 (22%), dan *waste transportation* dengan skor 44 (16%). Skor *from-* pada *waste matrix value* akan digunakan sebagai nilai *waste type weight* (WTk) untuk proses penyusunan *lean matrix* 1.

5.2 Identifikasi Waste Kritis (Lean Matrix 1)

Pada sub bab ini akan ditentukan *waste* kritis dengan melakukan penyusunan *lean matrix* 1 yang sebelumnya dilakukan perhitungan nilai *severity level of waste* (Si), *occurrence level of root source of waste* (Oi), dan *impact value of root source of waste* i *to waste* j (Iij) berdasarkan kriteria yang dinilai oleh manajer produksi selaku *expert* perusahaan.

5.2.1 Rekapitulasi Waste dan Root Source of Waste

Berdasarkan tahap identifikasi *waste* diketahui bahwa terjadi *waste* (pemborosan) yang mempengaruhi berjalannya proses produksi. *Waste* tersebut terjadi disebabkan oleh adanya akar penyebab *waste.* Penentuan akar penyebab terjadinya *waste* dilakukan dengan menggunakan RCA.

Rekapitulasi *waste* yang terjadi, penyebab akar terjadinya waste, nilai *severity level of waste* (Si), nilai *occurrence level of root source of waste* (Oi), dan *impact value of root source of waste* i *to waste* j (Iij) ditunjukkan pada tabel 5.5.

Tabel 5. 5 Rekapitulasi *Waste* dan *Root Source of Waste*

Waste Type	***Waste***		**(Si)**	**Akar Permasalahan**		**(Oi)**	**(Iij)**
Defect	W1	Produk mengalami *defect* (cacat) yang bersifat produk rusak pada proses cetak dan *supporting*	7	S01	Tidak ada standar yang baku dalam proses penggunaan material	6	1
				S02	Tidak ada standar yang baku dalam proses setup mesin cetak	4	3
				S04	Kelalaian operator dalam melakukan operasi kerja dan penggunaan mesin produksi	8	9
				S05	Kualitas material yang diberikan oleh *supplier* kepada perusahaan tidak sesuai	3	3
	W2	Produk mengalami *defect* (cacat) yang bersifat produk rusak pada proses *finishing* (penyelesaian)	7	S06	*Marketing* kurang memiliki pemahaman tentang spesifikasi *order* yang diinginkan *customer*	3	3
	W3	Terdapat salah spesifikasi produksi yang disebabkan oleh kesalahan informasi	9	S01	Tidak ada standar yang baku dalam proses penggunaan material	6	1
				S04	Kelalaian operator dalam melakukan operasi kerja dan penggunaan mesin produksi	8	3
				S07	Proses setup mesin produksi terlalu lama	9	3
Over Production	W4	Adanya *overproduction* akibat proses *mark-up* jumlah *order*	8	S01	Tidak ada standar yang baku dalam proses penggunaan material	6	1
				S04	Kelalaian operator dalam melakukan operasi kerja dan penggunaan mesin produksi	8	3
				S08	Ukuran produk yang akan diproduksi lebih kecil daripada ketentuan minimal untuk proses produksi	3	9
				S20	Tidak ada standar yang baku dalam perhitungan alokasi material untuk proses produksi	3	3
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

5.2.2 Penyusunan Lean Matrix 1

Setelah dilakukan penentuan nilai *severity level of waste, occurrence level of root cause waste,* dan *impact value of root source of waste* j terhadap *waste* i oleh *expert* perusahaan pada tahap penentuan *waste* kritis, dilakukan perhitungan *aggregate cause value* (ACV) dan *aggregate waste number* (AWN) yang merupakan komponen dalam penyusunan *lean matrix* 1. Hasil penyusunan *lean matrix* 1 ditunjukkan pada tabel 5.6.

Berikut ini merupakan contoh perhitungan *aggregate cause value* (ACV) pada akar penyebab *waste* tidak ada standar yang baku dalam proses penggunaan material (S1).

$$ACV_i = O_i \sum S_j I_{ij}$$

$$ACV_1 = 6 \times [(1 \times 7) + (1 \times 9) + (1 \times 8) + (1 \times 6) + (1 \times 8) + (1 \times 9)]$$

$$ACV_1 = 6 \times (47)$$

$$ACV_1 = 282$$

Setelah dilakukan perhitungan ACV, dilanjutkan dengan melakukan perhitungan *aggregate waste number* (AWN) untuk menentukan *ranking waste* kritis dengan memperhatikan nilai *waste type weight* (WTk).

Berikut ini merupakan contoh perhitungan AWN pada *waste over-production* yaitu adanya *over-production* akibat proses *mark-up* jumlah *order* (W4).

$$AWN_i = WT_k S_i \sum O_i I_{ij}$$

$$AWN_4 = 36 \times 8 \times [(1 \times 6) + (3 \times 8) + (9 \times 3) + (3 \times 3)]$$

$$AWN_4 = 36 \times 8 \times [66]$$

$$AWN_4 = 19008$$

Berdasarkan hasil dari penyusunan *lean matrix* 1 diketahui *waste* kritis beserta *ranking*-nya dengan mempertimbangkan nilai *aggregate waste number* (AWN) pada proses produksi. Penentuan *waste* kritis berdasarkan *waste rank* tertinggi dan pertimbangan dampak permasalahan yang terjadi di perusahaan ditunjukkan pada tabel 5.7.

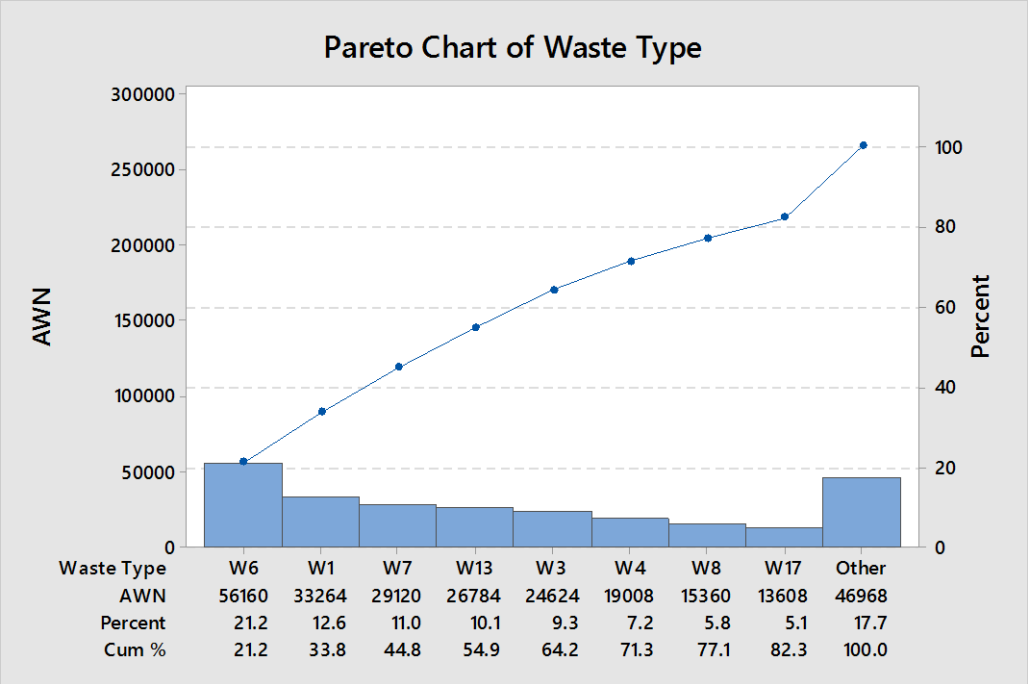
Tabel 5. 6 *Lean Matrix* 1

		Root Source of Waste																						***Waste Type Weight* (WTk)**	***Severity level of Waste* (Si)**	***Aggregate Waste Number* (AWN)**	***Waste Rank***
Waste Type	***Waste***	**S1**	**S2**	**S4**	**S5**	**S6**	**S7**	**S8**	**S9**	**S10**	**S11**	**S12**	**S13**	**S14**	**S15**	**S16**	**S17**	**S18**	**S19**	**S20**	**S21**	**S22**	**S23**				
Defect	W1	1	3	9	3																			48	7	33264	**2**
	W2					3																			7	3024	15
	W3	1		3			3																		9	24624	5
Overproduction	W4	1		3				9												3				36	8	19008	6
Waiting	W5								3															40	10	6000	12
	W6	1	3	9			9			9															6	56160	**1**
	W7	1					9				1														8	29120	**3**
	W8											3	1	9											4	15360	7
Transportation	W9														3	9								32	5	9600	10
	W10												1	3											4	3840	13
	W11																9								4	10368	9
Over-Inventory	W12												3					3						36	3	2916	16
	W13			3							3								9	1					8	26784	4
Excess-Motion	W14											3												34	6	3672	14
	W15															3					3				5	6120	11
	W16																					1			6	1428	17
Excess-Processing	W17	1		3																			1	42	9	13608	8
***Occurrence Level of Root Source of Waste j* (Oi)**		6	4	8	3	3	9	3	5	7	4	6	6	8	5	5	9	3	6	3	7	7	6				
***Aggregate Cause Value* (ACV)**		282	156	1752	63	63	1377	216	150	378	128	180	102	384	75	300	324	27	432	96	105	42	54				

(Halaman ini sengaja dikosongkan).

Tabel 5. 7 Penentuan *Waste* Kritis Berdasarkan *Waste Rank*

Rank	***AWN***	***Waste***		***Root Source of Waste***	
1	56160	**W6**	Menunggu karena dilakukan perbaikan mesin produksi	S01	Tidak ada standar yang baku dalam proses penggunaan material
				S02	Tidak ada standar yang baku dalam proses setup mesin cetak
				S04	Kelalaian operator dalam melakukan operasi kerja dan penggunaan mesin produksi
				S07	Proses setup mesin produksi terlalu lama
				S10	Tidak adanya *maintenance* secara berkala pada mesin produksi
2	33264	**W1**	Produk mengalami *defect* (cacat) yang bersifat produk rusak pada proses cetak dan *supporting*	S01	Tidak ada standar yang baku dalam proses penggunaan material
				S02	Tidak ada standar yang baku dalam proses setup mesin cetak
				S04	Kelalaian operator dalam melakukan operasi kerja dan penggunaan mesin produksi
				S05	Kualitas material yang diberikan oleh *supplier* kepada perusahaan tidak sesuai
3	29120	**W7**	Menunggu proses selanjutnya karena proses tersebut merupakan *bottleneck* pada proses produksi	S01	Tidak ada standar yang baku dalam proses penggunaan material
				S07	Proses setup mesin produksi terlalu lama
				S11	Harus dilakukan penyesuaian material yang digunakan dan *output* yang diproduksi



Gambar 5. 2 *Pareto Chart* Nilai AWN

Pada gambar 5.2 digambarkan nilai AWN yang disajikan dalam *pareto chart*. Dari *pareto chart* diketahui bahwa *waste* kritis yang memiliki bobot 20% permasalahan adalah W6. Namun setelah berdiskusi dengan perusahaan didapatkan bahwa *waste* kritis yang terjadi di pada proses produksi di perusahaan adalah W6, W1, dan W7. Perusahaan bisa saja memilih untuk mengeliminasi keseluruhan *waste* pada perusahaan, namun karena adanya *constrain* waktu, biaya, dan sumber daya yang dimiliki oleh perusahaan, maka perusahaan memutuskan untuk hanya fokus pada beberapa *waste* saja yang menunjukkan *waste* kritis pada perusahaan.

Sehingga didapatkan *waste* kritis berdasarkan nilai AWN terbesar yaitu pada *waste rank* 1 terpilih W6 yaitu *waste* (pemborosan) menunggu karena dilakukan perbaikan mesin produksi dengan nilai AWN 56.160, pada *waste rank* 2 terpilih W1 yaitu produk mengalami *defect* (cacat) yang bersifat produk rusak pada proses cetak dan *supporting* dengan nilai AWN 33.264, pada *waste rank* 3 terpilih W7 yaitu menunggu proses selanjutnya karena proses tersebut merupakan *bottleneck* pada proses produksi dengan nilai AWN 29.120.

Sehingga didapatkan akar penyebab terjadinya *waste* kritis adalah tidak ada standar yang baku dalam proses penggunaan material (S1), tidak ada standar yang baku dalam proses setup mesin cetak (S2), kelalaian operator dalam melakukan

operasi kerja dan penggunaan mesin produksi (S4), kualitas material yang diberikan oleh *supplier* kepada perusahaan tidak sesuai (S5), proses setup mesin produksi terlalu lama (S7), tidak adanya *maintenance* secara berkala pada mesin produksi (S10), dan harus dilakukan penyesuaian material yang digunakan dan output yang diproduksi (S11).

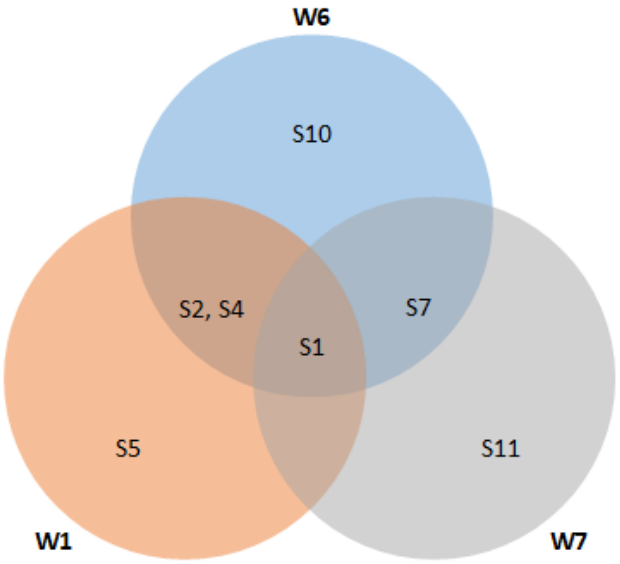
(Halaman ini sengaja dikosongkan).

BAB 6
PENYUSUNAN REKOMENDASI PERBAIKAN

Pada bab ini akan dijelaskan tahap penyusunan rekomendasi perbaikan yang akan diusulkan kepada perusahaan untuk mengatasi/mengurangi terjadinya *waste* berdasarkan hasil *lean matrix* 1. Dilakukan perancangan rekomendasi perbaikan, penyusunan *lean matrix* 2, dan pemilihan rekomendasi perbaikan terpilih berdasarkan nilai *rank of action priority*.

6.1 Alternatif Rekomendasi Perbaikan

Pada sub bab ini akan dijelaskan alternatif rekomendasi perbaikan yang akan diusulkan kepada *expert* perusahaan untuk mengatasi terjadinya *waste* kritis pada proses produksi. Pada gambar 6.1 merupakan gambar diagram *venn waste* kritis dan akar penyebabnya yang dijelaskan pada tabel 6.1.



Gambar 6. 1 *Waste* Kritis dan Akar Penyebabnya

Tabel 6. 1 Keterangan Diagram Venn

Simbol	Penjelasan
W6	Menunggu karena dilakukan perbaikan mesin produksi
W1	Produk mengalami *defect* (cacat) yang bersifat produk rusak pada proses cetak dan *supporting*
W7	Menunggu proses selanjutnya karena proses tersebut merupakan *bottleneck* pada proses produksi

Tabel 6. 1 Keterangan Diagram Venn (Lanjutan)

Simbol	Penjelasan
S01	Tidak ada standar yang baku dalam proses penggunaan material
S02	Tidak ada standar yang baku dalam proses setup mesin cetak
S04	Kelalaian operator dalam melakukan operasi kerja dan penggunaan mesin produksi
S05	Kualitas material yang diberikan oleh *supplier* kepada perusahaan tidak sesuai
S07	Proses setup mesin produksi terlalu lama
S10	Tidak adanya *maintenance* secara berkala pada mesin produksi
S11	Harus dilakukan penyesuaian material yang digunakan dan *output* yang diproduksi

Sehingga dilakukan penyusunan alternatif perbaikan berdasarkan *waste* kritis-nya dengan melakukan studi literatur dari penelitian-penelitian sebelumnya terkait dengan permasalahan yang serupa dengan permasalahan yang terjadi pada proses produksi di PT. Macanan Jaya Cemerlang. Alternatif rekomendasi perbaikan yang diusulkan ditampilkan pada tabel 6.2.

Tabel 6. 2 Usulan Alternatif Rekomendasi Perbaikan

Akar Permasalahan		Alternatif Rekomendasi Perbaikan	
S01	Tidak ada standar yang baku dalam proses penggunaan material	Standarisasi Material	Diskusi dengan Manajer Produksi dan penelitian terkait penerapan ERP pada perusahaan (Bahsass, *et al*. 2015)
S02	Tidak ada standar yang baku dalam proses setup mesin cetak	SMED	Penelitian terkait penerapan SMED pada industri percetakan (Indrawati, *et al*. 2017)
S04	Kelalaian operator dalam melakukan operasi kerja dan penggunaan mesin produksi	Pelatihan Operator	Diskusi dengan Manajer Produksi, penelitian terkait pengaruh pelatihan terhadap kinerja operator (Hakim, 2017), dan menerapkan standar kompetensi *printing industry* sesuai NPITC 1999
S05	Kualitas material yang diberikan oleh *supplier* kepada perusahaan tidak sesuai	*Incoming Inspection*	Diskusi dengan Manajer Produksi dan penelitian terkait penerapan *incoming inspection* pada material bahan baku (Limantara, K. 2007).
S07	Proses setup mesin produksi terlalu lama	SMED	Penelitian terkait penerapan SMED pada industri percetakan (Indrawati, *et al*. 2017)

Tabel 6. 2 Usulan Alternatif Rekomendasi Perbaikan (Lanjutan)

Akar Permasalahan		Alternatif Rekomendasi Perbaikan	
S10	Tidak adanya *maintenance* secara berkala pada mesin produksi	*Preventive Maintenance*	Penelitian terkait *preventive maintenance* pada perusahaan manufaktur (Praharsi, *et al*. 2015)
S11	Harus dilakukan penyesuaian material yang digunakan dan *output* yang diproduksi	Standarisasi Material	Diskusi dengan Manajer Produksi dan penelitian terkait penerapan ERP pada perusahaan (Bahsass, *et al*. 2015)

6.1.1 Alternatif Rekomendasi 1: Standarisasi Penggunaan Material

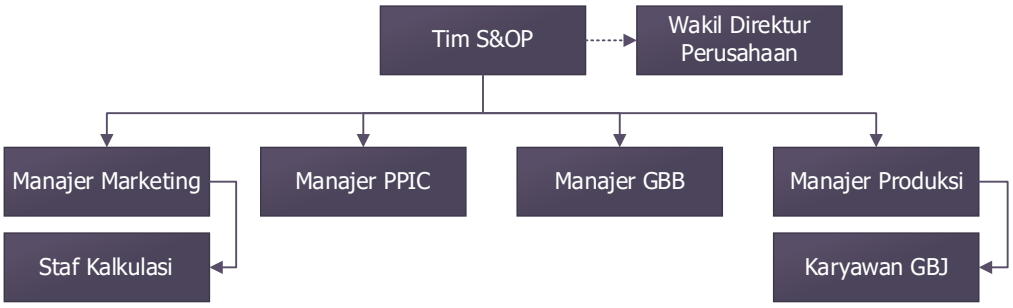
Diperlukan adanya standarisasi penggunaan material yang tepat dan sistematis karena pada proses produksi terdapat alokasi penggunaan material yang tidak efisien, sehingga diperlukannya penyesuaian material sesuai dengan *output* produksi, dan menyebabkan adanya indikasi *defect* (cacat) produk. Standarisasi tersebut berguna untuk menghemat penggunaan waktu, material, dan mengurangi probabilitas terjadinya kesalahan dalam pelaksanaan operasi kerja yang menyebabkan kerugian bagi perusahaan (Winata, 2016).

Tidak tepatnya alokasi penggunaan material dapat terjadi pada penggunaan *input* bahan baku kertas, penggunaan campuran tinta, penggunaan cairan varnish, dan pemilihan jenis benang *binding* yang disebabkan oleh belum adanya perhitungan standar penggunaan material yang diterapkan yang menyebabkan Departemen *Marketing* melakukan perhitungan estimasi biaya *order* hanya berdasarkan perkiraan dan evaluasi dari *order* yang sebelumnya. Kemudian Departemen PPIC juga melakukan penjadwalan dan mengeluarkan OKP hanya berdasarkan *report* yang dilaporkan oleh administrator Departemen Produksi pada akhir *shift* 1, sehingga apabila ada masalah pada proses produksi yang terjadi pada *shift* 2 tidak akan diketahui oleh Departemen PPIC.

Berdasarkan kondisi tersebut diajukan pembentukan tim S&OP (*sales and operations planning*), diberlakukannya teknologi ERP (*Enterprise Resource Planning*) terpadu dan selalu menampilkan kondisi *update* proses produksi, dan melakukan standardisasi penggunaan material setiap 100 oplah.

6.1.1.1 Pembentukan Tim S&OP

Untuk mengatasi kurangnya sinkronisasi antara Departemen *Marketing*, Departemen PPIC, dan Departemen Produksi, maka diperlukan adanya rapat koordinasi (*morning briefing*) yang diadakan untuk saling menginformasikan kondisi dan permasalahan yang terjadi pada masing-masing departemen terkait proses pemenuhan *order*. Sehingga setiap departemen dapat mengerti dan mengkomunikasikan kondisi departemen satu sama lain. Tim S&OP yang akan dibentuk terdiri atas Manajer *Marketing*, karyawan Kalkulasi, Manajer PPIC, Manajer GBB, Manajer Produksi, dan karyawan GBJ. Pada gambar 6.2 merupakan organigram tim S&OP.

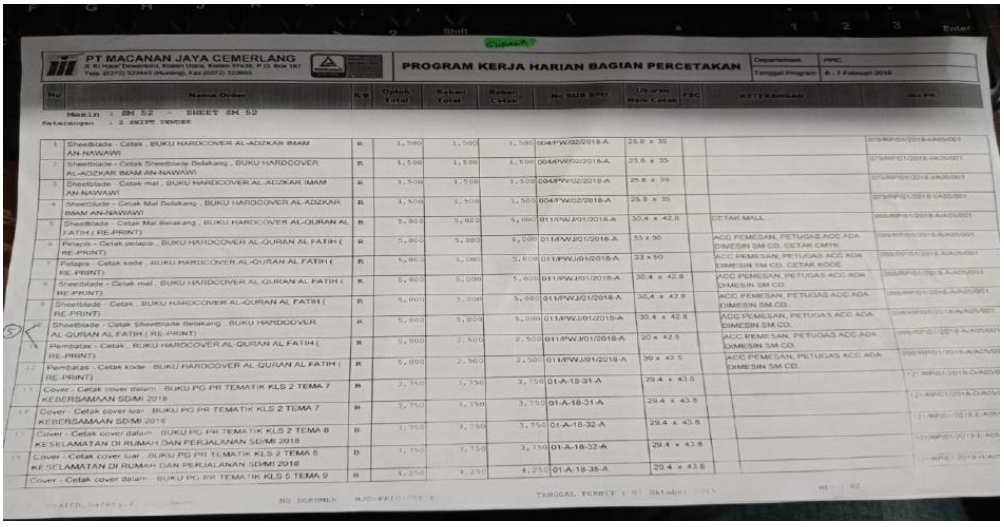


Gambar 6. 2 Tim S&OP

Morning briefing tim S&OP dilaksanakan setiap pagi selama 15 menit sebelum mesin produksi berjalan pada *shift* 1 (masih dalam proses *turn-on*). *Morning briefing* juga akan diikuti oleh Wakil Direktur Perusahaan dan akan membahas kondisi perusahaan, *order on-going*, *order deadline*, masalah pada masing-masing stasiun kerja (adanya kerusakan mesin, *workload* terlalu berat, dan lain lain), dan penyampaian informasi-informasi penting yang berkaitan dengan berjalannya teknis proses produksi untuk memenuhi *order* dari *customer*. Pemimpin *morning briefing* beserta yang bertugas sebagai notulen akan ditunjuk secara bergiliran, dan apabila salah satu anggota dari tim berhalangan hadir maka akan diwakilkan oleh penanggung jawab kedua dari masing-masing departemen.

6.1.1.2 Menerapkan Teknologi ERP

Untuk menghindari adanya kesalahan-kesalahan dalam terjadinya proses produksi akibat tidak tahunya proses produksi yang berjalan saat itu diperlukan adanya integrasi antar seluruh proses produksi secara *real-time*. Selama ini PT Macanan Jaya Cemerlang melakukan *monitoring* berjalannya proses produksi hanya dengan menggunakan lembar program kerja harian yang diberikan kepada masing-masing bagian yang kemudian diteruskan kepada PIC (*person-in-charge*) setiap mesin pada awal berjalannya *shift* (Gambar 6.3). Apabila di tengah *shift* terdapat kendala atau masalah dan memerlukan konfirmasi, maka akan dilakukan komunikasi menggunakan telepon *intercall* antar bagian produksi.


PT MACANAN JAYA CEMERLANG

PROGRAM KERJA HARIAN BAGIAN PERCETAKAN

Gambar 6. 3 Lembar Program Kerja Harian Cetak

Berdasakan kondisi tersebut diusulkan untuk menggunakan sistem yang dapat mengintegrasikan seluruh proses produksi. ERP *(Enterprise Resource Planning*) merupakan sistem yang perusahaan yang dapat meliputi keseluruhan fungsi pada perusahaan yang didorong oleh beberapa modul *software* yang terintegrasi dalam mendukung proses bisnis internal perusahaan (O' Brien & Marakas. 2010). Dengan menerapkan sistem ERP, perusahaan dapat meningkatkan nilai bisnis dalam kualitas, efisiensi, pengurangan biaya, mempermudah pengambilan keputusan, dan fleksibilitas *enterprise agility* (Hall, J. 2011). Namun dalam mengimplementasikan sistem ERP diperlukan pemahaman yang menyeluruh terkait sistem perusahaan secara detail. Penerapan ERP tidak hanya berguna untuk

mengintegrasikan proses produksi saja, namun dapat meliputi 5 komponen utama ERP. Gambar 6.4 adalah 5 komponen utama dalam sistem ERP menurut O' Brien & Marakas (2010).

Gambar 6. 4 5 Komponen Utama Sistem ERP
(Sumber: O' Brien & Marakas, 2010)

Dengan menerapkan ERP pada bagian produksi, perusahaan dapat menghemat penggunaan waktu menjadi efisien. Setiap bagian produksi tidak perlu untuk mencetak SPO, OKP, MKM, dan surat jalan lainnya karena tiap departemen hanya perlu untuk mengecek komputer di setiap bagian yang sudah terakses ERP perusahaan. Terdapat banyak jenis sistem ERP yang dapat digunakan oleh perusahaan manufaktur sesuai dengan kompleksitas sistem proses bisnis perusahaan. Pada tabel 6.3 merupakan contoh *software* ERP yang dapat digunakan oleh perusahaan.

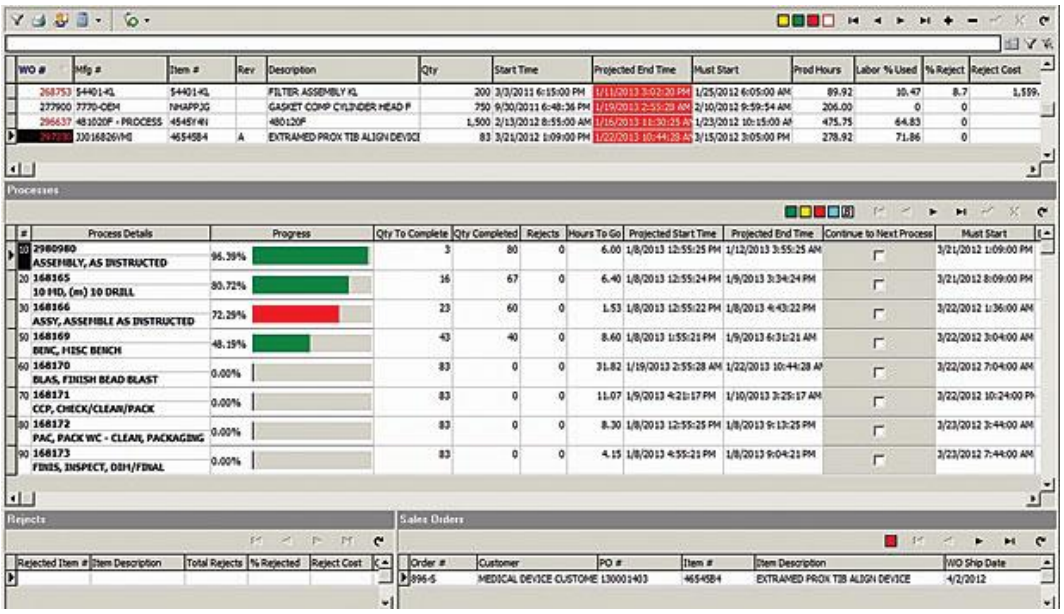
Tabel 6. 3 Macam-Macam *Software* ERP

No.	Software ERP	***Features***
1	Epicor	*Production Management, Supply Chain & Logistics, Finansial Management,* CRM, *Planning & Scheduling, Service Management*, dan HRM
2	IQMS Manufacturing Software	ERP, *Manufacturing, Production Monitoring, Quality Control, Supply Chain, CRM*, dan *eBusiness Solutions*
3	Oracle Netsuite	*Operational Efficiencies, Capacity Utilization, Heavy Capital Investments, Strategic Investments, Business Process Optimization,* dan *Supply Chain*
4	Acumatica	*Financial Management, Order Management, Inventory Control, Customer Management,* dan *Project Accounting*

Tabel 6. 3 Macam-Macam *Software* ERP (Lanjutan)

No.	Software ERP	***Features***
5	SYSPRO	*Order Management, Planning & Scheduling, Capacity Planning, Supply Chain, Manufacturing Operations Management, Production Control,* dan *Cost Control*

Gambar 6.5 merupakan contoh ERP bernama IQMS Manufacturing Software yang dapat digunakan untuk monitoring proses produksi *quality* control, CRM (*customer relationship management*), *supply chain*, dan lain-lain secara *real-time.*

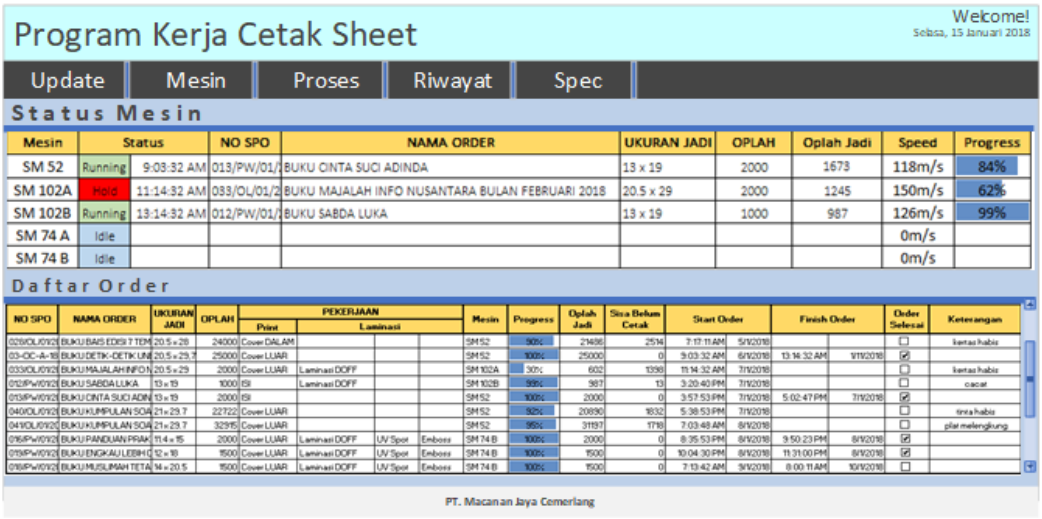


Gambar 6. 5 IQMS Manufacturing Software

(Sumber: https://www.iqms.com/services/manufacturing-automation.html)

Setiap departemen memiliki *dashboard* ERP yang berbeda-beda sesuai dengan proses kerja dan ranah kerja pada setiap departemen, namun setiap departemen dapat mengakses *dashboard* departemen lainnya hanya sebagai *viewer*. Sehingga Departemen Produksi dapat mengakses *dashboard* ERP pada Departemen PPIC untuk mengetahui *order* yang akan diberikan kepada departemen produksi, namun tidak dapat mengubah *input* data pada sistem ERP milik PPIC karena setiap departemen hanya memiliki akses untuk proses *input* dan *edit* data

pada departemen itu sendiri. Gambar 6.6 merupakan ilustrasi *dashboard* sistem ERP pada Departemen Produksi bagian Cetak Sheet yang dibuat oleh penulis.



Gambar 6. 6 Ilustrasi Visual *Dashboard* ERP Cetak Sheet oleh Penulis

Dengan adanya ERP yang terintegrasi pada setiap mesin dan departemen, diharapkan seluruh elemen dalam proses bisnis perusahaan dapat mengakses data, progres, dan melakukan *update* status berjalannya *order* serta dapat terpantau secara *real-time*.

6.1.1.3 Standar Penggunaan Material

Permasalahan tidak tepatnya alokasi penggunaan *input* material pada proses produksi merupakan permasalahan yang sangat sulit untuk diatasi, karena selama ini proses produksi dalam sektor percetakan berpedoman bahwa percetakan ibarat seperti memasak. Untuk melakukan proses produksi tidak ada ukuran saklek dalam penggunaan bahan baku. Namun jika hal tersebut terus dibiarkan, maka perusahaan akan mengalami kesulitan untuk menghitung estimasi biaya produksi berdasarkan penggunaan material. Dalam menentukan harga produksinya, Departemen *Marketing* bagian kalkulasi menggunakan analisis biaya dengan metode *variable costing*. Sehingga perlu diberlakukan standar penggunaan material untuk menghindari adanya tidak standarnya material yang digunakan sebagai *input* produksi yang menyebabkan tidak pastinya laba yang diterima oleh perusahaan dari *order customer*.

Dalam melakukan penentuan standar penggunaan material dilakukan wawancara dengan Manajer Produksi untuk mengetahui perkiraan penggunaan material berdasarkan jenis-jenis *order* tertentu. Pada tabel 6.4 sampai tabel 6.6 dijabarkan estimasi penggunaan material untuk proses cetak buku dengan isi 5 katern dengan jumlah 100 oplah.

Tabel 6. 4 Estimasi Penggunaan Material pada Bagian Isi Buku

Estimasi Output Material	**Spesifikasi Produk Buku (ISI) -- Cetak Lipat, 5 katern**		
	BW	**CMYK**	**5 Separasi**
Kertas 80gsm	.....		
Tinta (C)	-	.....	.....
Tinta (M)	-	.....	.....
Tinta (Y)	-	.....	.....
Tinta (K)	.....	.....	.....
Tinta (S)	-	-	.....

Keterangan:

C = Cyan, M = Magenta, Y = Yellow, K = Black, S = Contone (*continuous tone*)

Tabel 6. 5 Estimasi Penggunaan Material pada Bagian Cover Buku

Estimasi Output Material	**Spesifikasi Produk Buku (COVER) -- Cetak Cover Luar & Cover Dalam**				
	UV Varnish	**Laminasi Doff**	**Cover UV Spot**	**Embos**	**Laminasi Glossy**
Kertas 120gsm	.....				
Tinta (C)	.....				
Tinta (M)	.....				
Tinta (Y)	.....				
Tinta (K)	.....				
Cairan UV	.....	-	-	-	-
Cairan Doff	-	.....	-	-	-
Dust UV Spot	-	-	.....	-	-
Cairan Emboss	-	-	-	.....	-
Cairan Glossy	-	-	-	-	.....

Keterangan:

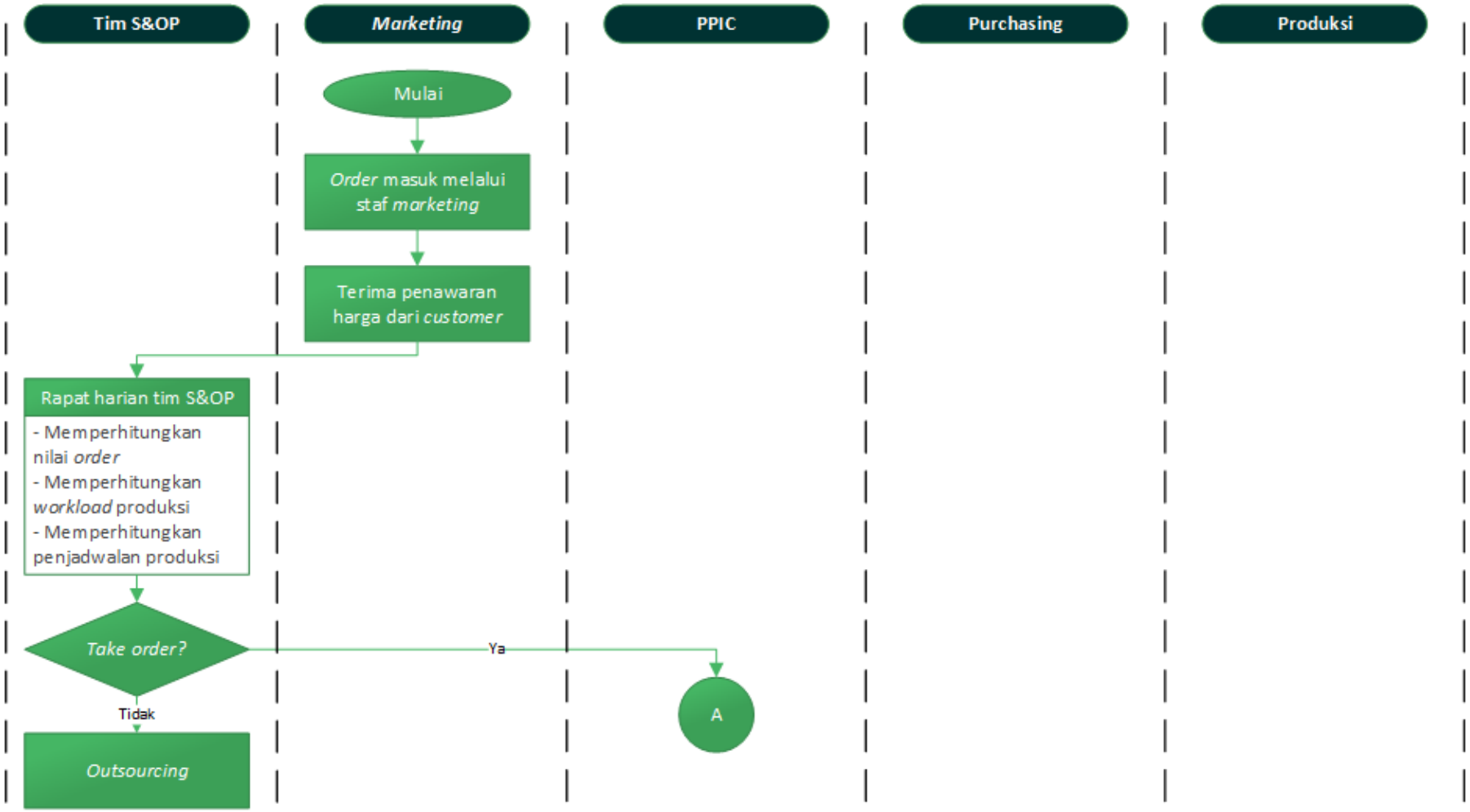
C = Cyan, M = Magenta, Y = Yellow, K = Black, S = Contone (*continuous tone*)

Tabel 6. 6 Estimasi Penggunaan Material pada Bagian Penyelesaian Buku

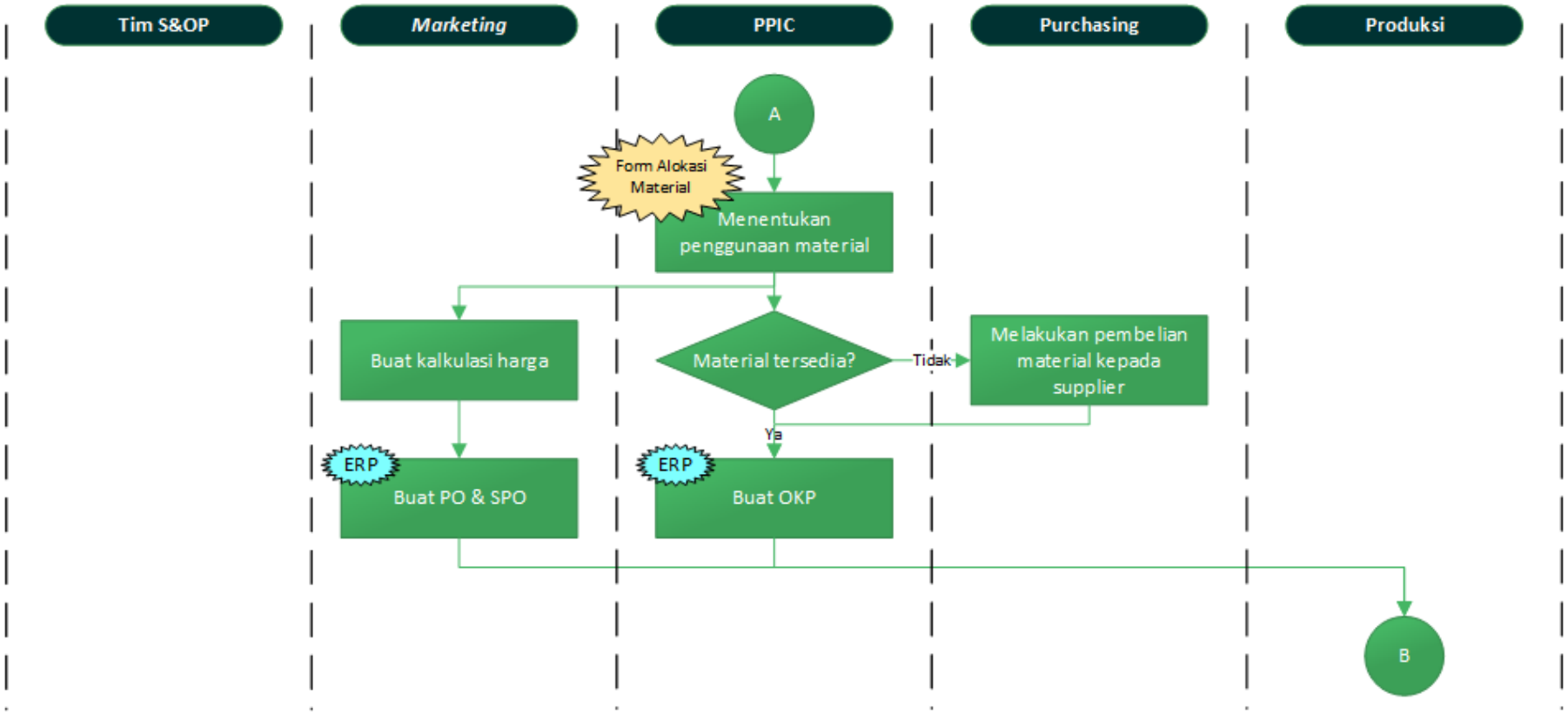
Estimasi Output Material	Spesifikasi Produk Buku (Penyelesaian)			
	Lem	Kawat	Benang	Shrink
Cairan Lem	.....	-	-	-
Benang Kawat	-	.....	-	-
Benang Kain	-	-	.....	-
Plastik Shrink	-	-	-	.....

Berdasarkan perhitungan estimasi penggunaan material yang dilakukan berdasarkan wawancara dengan Manajer Produksi, diharapkan data estimasi tersebut dapat dijadikan acuan untuk penggunaan perhitungan yang laba dan pembelian material sebelum melakukan kesepakatan *order* kepada *customer* sehingga lebih akurat. Selain itu dengan adanya acuan tersebut, perusahaan juga dapat meminimalisir kemungkinan terjadinya *over-inventory* pada *stock* material pada GBB.

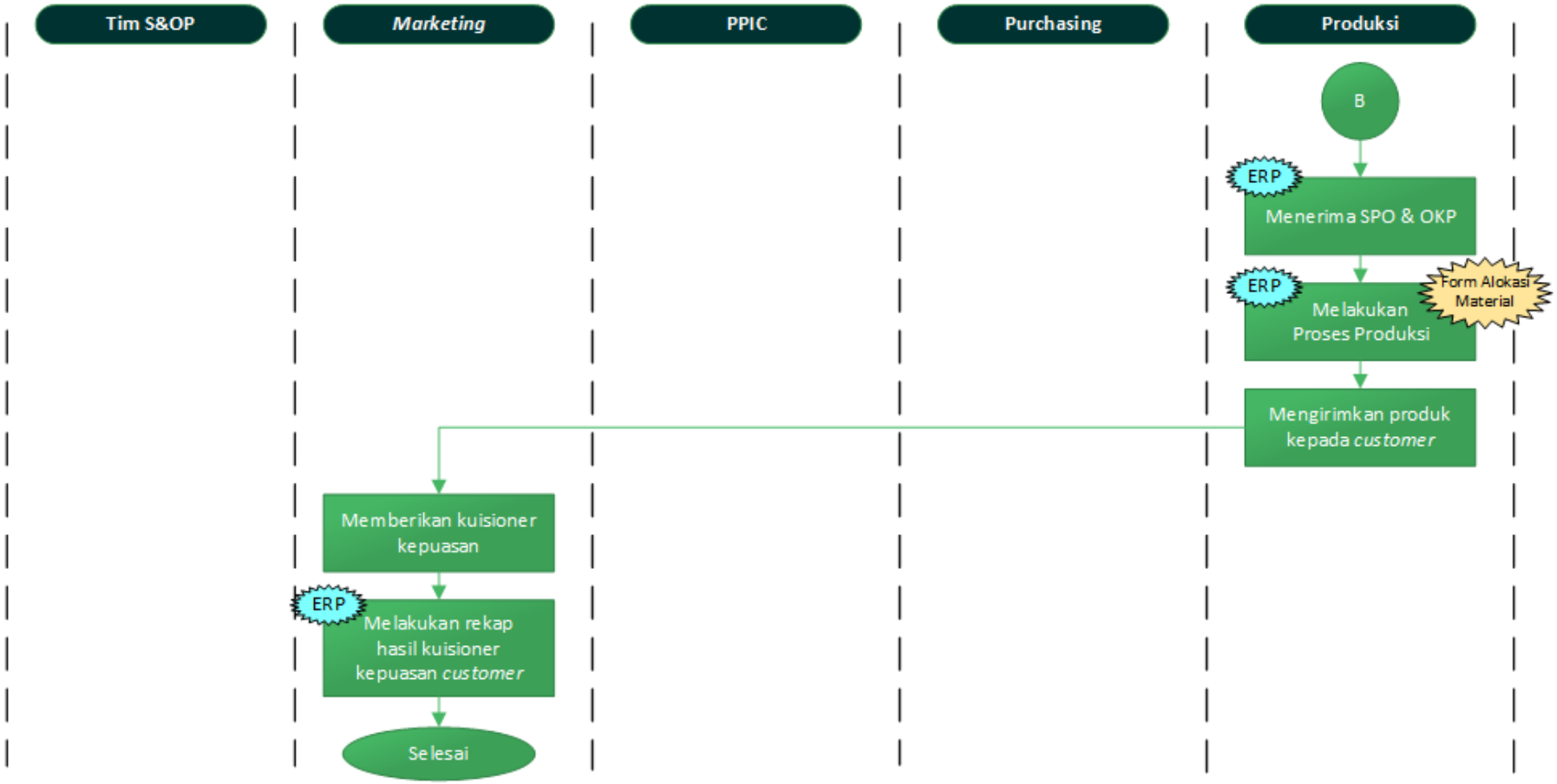
Pada gambar 6.7 merupakan *swimlane* alur teknis pelaksanaan alternatif rekomendasi standarisasi penggunaan material. Penggunaan *form* standar penggunaan material digunakan oleh Departemen PPIC untuk menentukan jumlah material yang digunakan pada proses produksi dan Departemen Produksi untuk melakukan proses produksi agar material yang digunakan sesuai dengan perhitungan alokasi oleh Departemen PPIC.



Gambar 6. 7 *Swimlane* Penerapan Alternatif Rekomendasi 1



Gambar 6. 7 *Swimlane* Penerapan Alternatif Rekomendasi 1 (Lanjutan)



Gambar 6. 7 *Swimlane* Penerapan Alternatif Rekomendasi 1 (Lanjutan)

Tabel 6. 7 Analisis Alternatif Rekomendasi Perbaikan 1

Kelebihan	▪ Alur komunikasi antar departemen lebih baik ▪ Adanya sistem yang dapat diakses secara *real-time* oleh seluruh elemen perusahaan ▪ Perhitungan penggunaan material lebih akurat
Kekurangan	▪ Perhitungan penggunaan material masih belum memperhatikan kemungkinan risiko yang dapat terjadi ▪ Membutuhkan biaya untuk melakukan *developing* sistem ERP ▪ Diperlukan pelatihan untuk seluruh karyawan perusahaan terkait penggunaan ERP
Manpower	▪ Dibutuhkan ahli IT untuk *maintenance software* ERP ▪ Menambah *jobdesk* anggota tim S&OP
Time	Pelatihan penggunaan ERP dalam kurun waktu 6 bulan
Cost	Membutuhkan biaya ± Rp. 250.000.000

Pada tabel 6.7 dijelaskan analisis estimasi kebutuhan yang diperlukan untuk melakukan penerapan alternatif rekomendasi perbaikan 1 yaitu standardisasi penggunaan material. Dengan mengimplementasikan alternatif rekomendasi tersebut perusahaan dapat memperbaiki alur komunikasi antar departemen menjadi lebih ter-koordinir dan lebih jelas, perhitungan penggunaan material untuk proses produksi lebih akurat, dan perusahaan memiliki sistem yang dapat diakses secara *real-time* oleh seluruh elemen perusahaan. Namun, standardisasi tersebut masih belum bisa memperhitungkan kemungkinan risiko yang dapat terjadi pada proses pemenuhan *order* dan diperlukan pelatihan khusus kepada seluruh karyawan terkait penggunaan sistem terintegrasi ERP. Kebutuhan sumber daya manusia yang diperlukan dalam alternatif rekomendasi ini adalah diperlukannya staf ahli IT untuk melakukan *maintenance* sistem ERP sehari-hari pada perusahaan dan penambahan *job description* untuk anggota tim S&OP. Biaya yang harus dikeluarkan untuk proses pembuatan ERP beserta pelatihan untuk karyawan pada perusahaan adalah sekitar Rp. 250.000.000.

Waste yang dapat di reduksi dari penerapan standarisasi penggunaan material adalah *waste defect* (produk mengalami cacat yang bersifat produk rusak

pada proses cetak dan *supporting*) dan *waste waiting* (menunggu proses selanjutnya karena proses tersebut merupakan *bottleneck* pada proses produksi).

6.1.2 Alternatif Rekomendasi 2: Single-Minute Exchanges of Dies (SMED)

Berdasarkan kondisi perusahaan, diketahui bahwa proses *setup* merupakan salah satu tahapan proses produksi yang membutuhkan waktu lama karena kualitas dari output produksi bergantung pada proses *setup*. Sehingga diusulkan penerapan *Single-Minute Exchanges of Dies* (SMED) pada proses produksi untuk meminimalisir waktu *setup* dengan mengubah aktivitas *setup* mesin yang bersifat internal menjadi eksternal. Dengan melakukan penghematan waktu produksi maka produktivitas dari proses produksi juga akan meningkat (Turseno, A. 2018).

Dalam menerapkan SMED perlu dilakukan 3 tahapan, yaitu memisahkan aktivitas *internal setup* (IED) dan *external setup* (OED), mengubah aktivitas *internal setup* menjadi *external setup*, dan melakukan penyederhanaan seluruh aspek pada aktivitas *setup*. Aktivitas *internal setup* adalah aktivitas *setup* mesin yang dilakukan dalam kondisi mesin *shutdown*/mati, sedangkan aktivitas *external setup* adalah aktivitas *setup* mesin yang dilakukan dalam kondisi mesin beroperasi. Tabel 6.8 merupakan penerapan SMED tahap 1 yaitu memisahkan aktivitas IED dan OED.

Tabel 6. 8 Aktivitas *Setup* Mesin Produksi

Proses	#	Aktivitas	Waktu (menit)	Jenis Aktivitas	
				IED	OED
Setup Mesin Gudang BB	1	Timbang berat kotor rol kertas	2,38	v	
	2	Melepas bungkus rol kertas	1,51	v	
	3	Inspeksi kertas	0,84	v	
	4	Klokop kertas	4,47	v	
	5	Menaikkan rol kertas ke mesin Lexus	5,53	v	
	6	Setup monitor mesin Lexus	3,61		v
	7	Proses menimbang berat bersih	1,16		v
	8	Menyusun kertas ke mesin Polar	1,49	v	
	9	Setup mesin Polar	2,91		v
Setup Mesin Cetak Webb	10	Memasukkan plat ke mesin cetak	10,64	v	
	11	Memasukkan kertas ke mesin cetak	8,31	v	
	12	Membersihkan rol air di plate	2,25	v	
	13	Checking tinta mesin	1,5	v	
	14	Setting rol tinta dan rol air	2,83	v	
	15	Checking pisau potong, pisau lipat, pisau perporasi	1,17	v	
	16	Checking nosel spraybar	0,85	v	
	17	Rolling rol mesin cetak	1	v	
	18	Setup warna	2,21		v
Setup Mesin Cetak Sheet	19	Persiapan kertas dan plat	1,06	v	
	20	Proses pemasangan plat, kertas dan *setting* tinta	3,5	v	
	21	Setting kertas jalan	0,59		v
	22	Setting cetak tinta dan *cross mark*	1,17	v	
	23	Inspeksi stabilitas hasil	2,04		v
	24	Setup mesin hasil perbaikan	6,13		v
Setup Mesin *Support*	25	Menyiapkan dan mengisi cairan *varnish*	1,16		v
	26	Setting rol berdasarkan ketebalan *varnish*	9,78	v	
	27	Setting pisau potong (ducher blade)	4,74	v	
	28	Menyalakan lampu UV	0,37	v	
	29	Setting input & output	11,94	v	
	30	Menaikkan kertas input ke bagian nonstop mesin	1,68	v	
	31	Setup mesin sesuai dengan ukuran kertas	1,15	v	
	32	Meletakkan dan menyesuaikan kertas di mesin	0,4	v	
Total Waktu *Setup* (menit)				**80,5**	**19,81**

Berdasarkan tabel 6.8 diketahui terdapat 24 aktivitas *internal setup* dan 8 aktivitas *external setup*. Selanjutnya dilakukan konversi aktivitas *internal setup* yang memungkinkan untuk dirubah menjadi aktivitas *external setup*. Tabel 6.9 merupakan tabel konversi aktivitas *internal setup* menjadi aktivitas *eksternal setup*.

Tabel 6. 9 Konversi Aktivitas IED menjadi OED

Proses	No	Aktivitas	Waktu (menit)	Jenis Aktivitas		Perubahan Aktivitas
				IED	OED	
Setup Mesin Gudang BB	1	Timbang berat kotor rol kertas	2,38		v	SMED
	2	Melepas bungkus rol kertas	1,51		v	SMED
	3	Inspeksi kertas	0,84		v	SMED
	4	Klokop kertas	4,47		v	SMED
	5	Menaikkan rol kertas ke mesin Lexus	5,53	v		*not*
	6	Setup monitor mesin Lexus	3,61		v	*not*
	7	Proses menimbang berat bersih	1,16		v	*not*
	8	Menyusun kertas ke mesin Polar	1,49		v	SMED
	9	Setup mesin Polar	2,91		v	*not*
Setup Mesin Cetak Webb	10	Memasukkan plat ke mesin cetak	10,64	v		*not*
	11	Memasukkan kertas ke mesin cetak	8,31	v		*not*
	12	Membersihkan rol air di plate	2,25	v		*not*
	13	Checking tinta mesin	1,5		v	SMED
	14	Setting rol tinta dan rol air	2,83	v		*not*
	15	Checking pisau potong, pisau lipat, pisau perporasi	1,17	v		*not*
	16	Checking nosel spraybar	0,85		v	SMED
	17	Rolling rol mesin cetak	1	v		*not*
	18	Setup warna	2,21		v	*not*
Setup Mesin Cetak Sheet	19	Persiapan kertas dan plat	1,06	v		*not*
	20	Proses pemasangan plat, kertas dan setting tinta	3,5	v		*not*
	21	Setting kertas jalan	0,59		v	*not*
	22	Setting cetak tinta dan *cross mark*	1,17		v	SMED
	23	Inspeksi stabilitas hasil	2,04		v	*not*
	24	Setup mesin hasil perbaikan	6,13		v	*not*

Tabel 6. 9 Konversi Aktivitas IED menjadi OED (Lanjutan)

Proses	No	Aktivitas	Waktu (menit)	Jenis Aktivitas		Perubahan Aktivitas
				IED	OED	
Setup Mesin *Suppo rt*	25	Menyiapkan dan mengisi cairan *varnish*	1,16		v	*not*
	26	Setting rol berdasarkan ketebalan *varnish*	9,78	v		*not*
	27	Setting pisau potong (ducher blade)	4,74	v		*not*
	28	Menyalakan lampu UV	0,37		v	SMED
	29	Setting input & output	11,94	v		*not*
	30	Menaikkan kertas input ke bagian nonstop mesin	1,68		v	SMED
	31	Setup mesin sesuai dengan ukuran kertas	1,15	v		*not*
	32	Meletakkan dan menyesuaikan kertas di mesin	0,4		v	SMED

Setelah itu dilakukan tahap terakhir dalam menerapkan SMED, yaitu melakukan penyederhanaan aktivitas *setup* yang dilakukan pada proses produksi. Dengan melakukan penyederhanaan aktivitas *setup*, waktu yang digunakan untuk melakukan proses *setup* mesin akan berkurang. Tabel 6.10 merupakan tabel penyederhanaan aktivitas *setup* sesuai tahap ketiga penerapan SMED.

Tabel 6. 10 Penyederhanaan Aktivitas *Setup*

Proses	No	Aktivitas	Waktu (menit)	
			Before	***After***
Setup Mesin Gudang BB	1	Timbang berat kotor rol kertas	2,38	2,38
	2	Melepas bungkus rol kertas	1,51	1,51
	3	Inspeksi kertas	0,84	0,84
	4	Klokop kertas	4,47	4,47
	5	Menaikkan rol kertas ke mesin Lexus	5,53	5,53
	6	Setup monitor mesin Lexus	3,61	3,61
	7	Proses menimbang berat bersih	1,16	1,16
	8	Menyusun kertas ke mesin Polar	1,49	1,49
	9	Setup mesin Polar	2,91	2,91
Setup Mesin Cetak Webb	10	Memasukkan plat ke mesin cetak	10,64	10,64
	11	Memasukkan kertas ke mesin cetak	8,31	8,31
	12	Membersihkan rol air di plate	2,25	2,25

Tabel 6. 10 Penyederhanaan Aktivitas *Setup* (Lanjutan)

Proses	No	Aktivitas	Waktu (menit)	
			Before	***After***
Setup Mesin Cetak Webb	13	Checking tinta mesin	1,5	1,5
	14	Setting rol tinta dan rol air	2,83	2,83
	15	Checking pisau potong, pisau lipat, pisau perporasi	1,17	1,17
	16	Checking nosel spraybar	0,85	0,85
Setup Mesin Cetak Sheet	17	Rolling rol mesin cetak	1	1
	18	Setup warna	2,21	2,21
	19	Persiapan kertas dan plat	1,06	1,06
	20	Proses pemasangan plat, kertas dan setting tinta	3,5	3,5
	21	Setting kertas jalan	0,59	0,59
	22	Setting cetak tinta dan cross mark	1,17	1,17
Setup Mesin *Support*	23	Inspeksi stabilitas hasil	2,04	2,04
	24	Setup mesin hasil perbaikan	6,13	6,13
	25	Menyiapkan dan mengisi cairan *varnish*	1,16	1,16
	26	Setting rol berdasarkan ketebalan *varnish*	9,78	9,78
	27	Setting pisau potong (ducher blade)	4,74	4,74
	28	Menyalakan lampu UV	0,37	0,37
	29	Setting input & output	11,94	11,94
	30	Menaikkan kertas input ke bagian nonstop mesin	1,68	1,68
	31	Setup mesin sesuai dengan ukuran kertas	1,15	1,15
	32	Meletakkan dan menyesuaikan kertas di mesin	0,4	0,4
Total Waktu *Setup* (menit)		**Aktivitas IED**	**80,57**	**63,9**
		Aktivitas OED	**19,81**	**36,47**

Keterangan:

Aktivitas *Setup Internal* (IED)

Aktivitas *Setup Eksternal* (OED)

Berdasarkan tabel 6.10 diketahui terjadi reduksi waktu *setup* yang terjadi pada di GBB, cetak Webb, cetak Sheet, dan proses *support* dengan melakukan implementasi SMED. Hal itu disebabkan oleh adanya *shifting* aktivitas *setup internal* menjadi aktivitas *setup external*. Aktivitas yang mengalami perubahan adalah aktivitas persiapan bahan baku pada GBB, aktivitas persiapan tinta pada cetak Webb, *setting cross mark* pada cetak Sheet, dan menyesuaikan posisi *input* dan *output* kertas pada proses *setup* mesin *support*. Sehingga waktu untuk

melakukan aktivitas *setup* berkurang dari 80,57 menit menjadi 63,90 menit, sehingga terjadi penghematan waktu *setup* sebesar 20,7%.

Tabel 6. 11 Analisis Alternatif Rekomendasi Perbaikan 2

Kelebihan	▪ Mereduksi *lead time* produksi ▪ Dapat mengurangi kemungkinan terjadinya *defect* ▪ Meningkatkan produktivitas proses produksi
Kekurangan	Memerlukan pelatihan operator untuk memahamkan standardisasi aktivitas *setup* yang baru
Manpower	Diperlukan penambahan operator sekitar 1-2 orang
Time	Pembiasaan standar aktivitas *setup* dalam kurun waktu 2 bulan
Cost	Membutuhkan biaya ± Rp. 8.000.000

Pada tabel 6.11 dijelaskan analisis estimasi kebutuhan yang diperlukan untuk melakukan penerapan alternatif rekomendasi perbaikan 2 yaitu penerapan SMED. Diketahui bahwa dengan menerapkan SMED maka perusahaan dapat mereduksi *lead time* produksi, mengurangi terjadinya *defect*, dan meningkatkan nilai produktivitas dari proses produksi. Sedangkan kekurangan apabila dilakukan penerapan SMED adalah diperlukan penambahan jumlah operator untuk melakukan efisiensi aktivitas *setup*. Dengan estimasi penambahan *manprower* sekitar 1-2 orang operator, menerapkan transisi perubahan selama 2 bulan, dan memerlukan pengeluaran biaya sebesar Rp. 8.000.000 untuk upah 2 orang tambahan operator dan biaya operasional untuk menyesuaikan aktivitas baru.

Waste yang dapat di reduksi dari penerapan SMED adalah *waste defect* (produk mengalami cacat yang bersifat produk rusak pada proses cetak dan *supporting*), dan *waste waiting* (menunggu proses selanjutnya karena proses tersebut merupakan *bottleneck* pada proses produksi dan menunggu karena dilakukan perbaikan mesin produksi).

6.1.3 Alternatif Rekomendasi 3: Preventive Maintenance

Terjadinya kerusakan mesin merupakan salah satu penyebab adanya *waste waiting* (waktu tunggu) yang menghambat proses produksi pada perusahaan. Manajer Produksi menyebutkan bahwa dalam sebulan perusahaan dapat mengalami

kerusakan mesin lebih dari 5 kali. Dalam melakukan perbaikan mesin, perusahaan mengandalkan teknisi internal dan teknisi eksternal tergantung dengan tingkat kesulitan proses perbaikan mesin. Teknisi internal merupakan operator senior yang sudah berpengalaman melakukan proses *setup* dan perbaikan pada mesin produksi, biasnya teknisi internal hanya memperbaiki kerusakan-kerusakan minor seperti rol tidak bisa diputar, mesin perlu dilakukan *tune-up*, dan penggantian komponen mesin. Proses perbaikan mesin akibat kerusakan minor menghabiskan waktu sekitar ± 180 menit. Sedangkan teknisi eksternal merupakan teknisi dari perusahaan mesin cetak yang diperkerjakan untuk mengatasi kerusakan mesin yang bersifat parah dan tidak dapat ditangani oleh teknisi internal. Contoh kerusakan parah adalah mesin *overhaul*, mesin tidak dapat berjalan/berjalan secara tidak sempurna yang tidak diketahui penyebabnya, *break-down* tahunan akibat umur mesin, dan lain-lain. Waktu perbaikan kerusakan parah pada mesin sekitar ± 1 *shift* bahkan lebih.

Sehingga diperlukan adanya pemeliharaan (*maintenance*) pada mesin-mesin perusahaan. Selama ini perusahaan sudah menerapkan perawatan pada mesin dengan mewajibkan operator untuk melakukan pengecekan singkat saat awal *shift* 1 dan akhir *shift* 2. Proses pengecekan meliputi kegiatan membersihkan dalaman mesin, mengganti bantalan rol apabila sudah aus, dan menguras tangki tinta untuk menghindari terjadinya gumpalan tinta atau tinta mengering. Selain itu perusahaan juga menerapkan istirahat mesin dan melakukan *tune-up* setiap 3 bulan sekali, namun apabila *order* sedang penuh perusahaan terkadang tidak melakukan *tune-up*. *Tune-up* mesin berfungsi untuk merawat mesin agar kecepatan (*speed*) mesin dapat terus stabil dan mencapai angka yang tinggi.

Berdasarkan *value stream mapping*, diketahui bahwa terdapat kerusakan minor pada proses cetak Webb dan proses *support* yang mengakibatkan adanya waktu tunggu (*waiting*) pada proses produksi dan memperpanjang *lead time* produksi. Terjadinya kerusakan juga menyebabkan adanya produk cacat (*defect*) Sehingga sistem *maintenance* diperlukan untuk menjaga kualitas produksi, menghindari adanya kerusakan yang di luar batas, dan menghindari adanya peristiwa yang membahayakan keselamatan para pekerja (Pandi, *et al*. 2014). *Preventive maintenance* adalah tindakan pemeliharaan secara terjadwal dengan

tugas pemeliharaannya yaitu inspeksi dan perbaikan, penggantian, pembersihan, pelumasan, penyesuaian, dan penyamaan (Ebeling, 2008).

Untuk merencanakan *preventive maintenance* diperlukan perhitungan waktu antar kerusakan mesin dan lamanya waktu perbaikan mesin. Waktu antar kerusakan mesin disebut TTF (*time to failure*), sedangkan lamanya waktu kerusakan mesin disebut TTR (*time to repair*). Nilai MTTF dan MTTR didapatkan dari *running software Weibull++* yang menunjukkan distribusi terbaik (ditunjukkan dengan ranking pada Weibull++). Pada tabel 6.12 disajikan pencatatan waktu kerusakan pada mesin Webb 63 D25, mesin SM 102 ZP, mesin *binding* Yoshino, dan mesin *support* UV Calibri Steinemann yang didapatkan dari observasi langsung.

Tabel 6. 12 Pencatatan Waktu Kerusakan Mesin

Mesin	Kerusakan Ke-	Waktu Kerusakan	Waktu Selesai Perbaikan	TTR	TTF	MTTR (min)	MTTF (min)
Webb 63 D25	1	8:02	8:11	9	0	6,1558	54,4917
	2	8:43	8:48	5	32		
	.....	.....	.....	.....	.....		
SM 102 ZP	1	7:23	7:32	9	0	8,527	118,86
	2	8:12	8:15	3	40		
	.....	.....	.....	.....	.....		
Yoshino	1	7:33	7:36	3	0	8,3766	74,7138
	2	8:42	8:49	7	66		
	.....	.....	.....	.....	.....		
UV Calibri Steinemann	1	8:21	8:24	3	0	6,31	91,6
	2	9:40	9:47	7	76		
	.....	.....	.....	.....	.....		

Setelah dilakukan perhitungan kerusakan mesin dengan menghitung MTTF dan MTTR dilanjutkan dengan mencari nilai *index of fit (r)* yang menunjukkan komponen kritis dalam mesin. Tabel 6.13 adalah *running Distribution Wizard software* Weibull++ pada data TTF untuk mengetahui jenis distribusi terbaik. Kemudian dilakukan perhitungan interval waktu tingkat *availability* dari komponen kritis tersebut. Sehingga didapatkan nilai *reliability* sebelum diimplementasikan *preventive maintenance* dan sesudah diterapkan *preventive maintenance*. Praharsi *et al.* (2015) melakukan penelitian berupa perancangan penjadwalan *preventive*

maintenance pada produksi sol sepatu yang sehingga didapatkan penurunan *downtime* sebesar 2.85% dan penghematan biaya sebesar 38%.

Tabel 6. 13 Contoh Hasil *Running* TTF *Distribution Wizard* Weibull++

Webb 63 D25	**SM 102 ZP**
DISTRIBUTION Ranking Exponential 1 6 Exponential 2 5 Normal 2 Lognormal 4 Weibull 2 3 Weibull 3 1	DISTRIBUTION Ranking Exponential 1 3 Exponential 2 4 Normal 5 Lognormal 1 Weibull 2 2 Weibull 3 1
Yoshino	**UV Calibri Steinemann**
DISTRIBUTION Ranking Exponential 1 5 Exponential 2 3 Normal 6 Lognormal 2 Weibull 2 4 Weibull 3 1	DISTRIBUTION Ranking Exponential 1 6 Exponential 2 4 Normal 2 Lognormal 5 Weibull 2 3 Weibull 3 1

Selain itu diperlukan *controlling* dari penerapan *preventive maintenance* untuk memastikan bahwa *preventive maintenance* sudah dilakukan secara maksimal dengan melakukan penjadwalan *maintenance* mesin dan menggunakan kartu kontrol *maintenance*. Tabel 6.14 adalah ilustrasi form kartu kontrol *preventive maintenance* pada mesin Webb 63.

Tabel 6. 14 *Form* Kartu Kontrol *Preventive Maintenance*

PREVENTIVE MAINTENANCE CHECKLIST									
Month:									
No.	**Checking**	**First Week**		**Second Week**		**Third Week**		**Forth Week**	
		Date	**Done by**	**Date**	**Done by**	**Date**	**Done by**	**Date**	**Done by**
1	Central Control								
2	Hand Wheel								
3	Master Rail								
4	Feed Unit								
5	Auxilary Feed Lever								
6	Paper Tray Lowering Lever								
7	Paper Adjuster								
8	Ink Fount Roller Lever								
9	Ink Quality Control								
10	Ink Doctor Blade Adjusting Screw								
11	Speed Control								
12	Counter								
Failure Checker		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
1	Feeder Tray								
2	Connection Check								
3	Roll Deep Cleaning								
4	Machine Blower								
5	Engine Gear Speed								
Kepala Teknisi Mesin Webb 63						Departemen Produksi			
(.....)						(.....)			

Dengan melakukan penjadwalan *maintenance*, perusahaan dapat menstabilkan nilai keandalan mesin. Penelitian yang dilakukan oleh Tanurahardja *et al.* (2009) menunjukkan bahwa penerapan penjadwalan *preventive maintenance* menghasilkan tingkat keandalan mesin sebesar 80%.

Tabel 6. 15 Analisis Alternatif Rekomendasi Perbaikan 3

Kelebihan	Mengurangi kemungkinan terjadinya kerusakan mesin yang dapat mengakibatkan adanya waktu tunggu
Kekurangan	▪ Diperlukan pencatatan dan perhitungan lebih detail terkait kerusakan komponen dalam mesin ▪ Perlu pelatihan kepada teknisi terkait penerapan *preventive maintenance*
Manpower	Pembentukan tim teknisi *engineering* untuk *monitoring* dan *controlling* penerapan *preventive maintenance*
Time	Pelatihan dan pembiasaan *preventive maintenance* dalam kurun waktu 3 bulan
Cost	Membutuhkan biaya ± Rp. 20.000.000

Pada tabel 6.15 dijelaskan analisis penerapan alternatif rekomendasi perbaikan 3 yaitu penerapan *preventive maintenance*. Dengan melakukan penerapan penjadwalan *preventive maintenance* perusahaan dapat mengurangi terjadinya kerusakan mesin yang dapat menyebabkan terjadinya waktu tunggu (*waiting*). Namun diperlukan pencatatan dan perhitungan kerusakan tiap komponen mesin dan pelatihan kepada teknisi terkait teknis penjadwalan *preventive maintenance*. Untuk itu diperlukan investasi biaya sebesar ± Rp. 20.000.000 untuk pelatihan teknisi dalam pelaksanaan *preventive maintenance* yang dilakukan selama 3 bulan.

Waste yang dapat di reduksi dari penerapan *preventive maintenance* adalah *waste waiting* (menunggu karena dilakukan perbaikan mesin produksi).

6.1.4 Alternatif Rekomendasi 4: Pelatihan Operator

Berdasarkan wawancara dengan *expert* perusahaan dan analisis 5 *Why's* diketahui bahwa terjadi kelalaian operator dalam melakukan operasi kerja dan penggunaan mesin produksi. Hal itu mengakibatkan adanya pergerakan yang berlebihan (*excess-motion*), indikasi penyebab terjadinya cacat (*defect*) produk sehingga produk WIP perlu untuk dilakukan *re-work* atau produksi ulang karena tingkat cacat produk yang tidak bisa diperbaiki. Sehingga diperlukan pelatihan untuk operator agar dapat meminimalisir terjadinya *human error* pada operasi kerja. Selama ini PT Macanan Jaya Cemerlang hanya melakukan pelatihan kepada karyawan dan manajemen perusahaan untuk meningkatkan *leadership* dan

communication skill dengan mengikuti fasilitas pelatihan dari Intan Group, Dinas Tenaga Kerja (Disnaker) Kabupaten Klaten, atau Kementerian Ketenagakerjaan (Kemnaker).

Dengan melakukan *training* pada level operator, diharapkan aktivitas produksi yang dilaksanakan oleh operator dapat berjalan lebih efektif dan efisien. Menurut Hakim (2017), pelatihan memiliki pengaruh positif terhadap kinerja operator produksi. Korelasi pelaksanaan pelatihan terhadap peningkatan kinerja operator sebesar 26,4%, korelasi motivasi dengan peningkatan kinerja sebesar 37%. Sehingga salah satu cara untuk meningkatkan kinerja operator adalah dengan memberikan pelatihan.

Berdasarkan Australian Printing and Graphic Arts Industry Training Package oleh National Printing Industry Training Council (NPITC), terdapat 42 jenis modul yang harus dikuasai oleh pekerja dibidang *printing industry* yaitu teknis aktivitas operasi produksi, tindakan-tindakan untuk menangani limbah produksi, penjadwalan produksi, *customer services*, inspeksi kualitas produk, penggunaan sistem komputer, perancangan produksi, dan lain-lain. *Job description* operator pada PT Macanan Jaya Cemerlang hanya terbatas pada pelaksanaan teknis operasi produksi, sehingga operator hanya diberikan pelatihan pada modul teknis operasi produksi. Adanya pelatihan untuk operator ini akan menjadi tanggung jawab Departemen Personalia dan Departemen Produksi. Tabel 6.16 adalah modul yang akan digunakan sebagai landasan pelatihan pada operator.

Tabel 6. 16 Modul Pelatihan NPITC

Kode	Kompetensi
SU01b	*Prepare, load, and unload reel(s) and cores on and off machine*
SU02b	*Prepare, load, and unload sheets/sections on and off machine*
SU03b	*Prepare and maintain the work area*
SU08b	*Operate and monitor machines (basic)*
SU10b	*Cut and finish offset blanket*
SU11b	*Prepare ink and additives*
SU16a	*Inspect quality against required standards*

(Sumber: Australian Printing and Graphic Arts Industry Training Package)

Standar modul sesuai Australian Printing and Graphic Arts Industry Training Package tersebut akan disesuaikan dengan sistem produksi yang dijalankan pada PT Macanan Jaya Cemerlang. Pada tabel 6.17 merupakan modul pelatihan sesuai kondisi operasional pada PT Macanan Jaya Cemerlang.

Tabel 6. 17 Modul Pelatihan Operator pada PT Macanan Jaya Cemerlang

No.	Modul
1.	*Prepare, load, and unload reel(s) and cores on and off machine*
	A. Menyiapkan rol
	1. Mengidentifikasi blanket
	a. Mengganti blanket apabila sudah aus
	2. Mengidentifikasi tangki air rol
	a. Mengisi tangki air apabila air berada pada batas bawah
	B. Memposisikan rol sesuai gear tiang besi mesin
	1. Memasang rol
	2. Membersihkan area gear tiang besi mesin setelah pemasangan
	C. Melepas/membongkar rol
	1. Membuang rol apabila gigi pada gear sudah tidak pakem/rusak
2.	*Prepare, load, and unload sheets/sections on and off machine*
	A. Menyiapkan plat
	1. Mengidentifikasi plat
	a. Menghitung jumlah plat
	b. Mengurutkan plat sesuai order mesin
	c. Mengecek hasil CTCP plat
	B. Memasang plat ke dalam mesin
	1. Memasang plat
	2. Membersihkan area gear tiang besi mesin setelah pemasangan
	C. Melepas/membongkar plat
	1. Melepas plat tanpa menggores permukaan plat
	a. Membuang plat apabila lembaran plat sudah mengelupas/rusak
	b. Membungkus plat yang masih baik dan menyimpan di gudang plat
3.	*Prepare and maintain the work area*
	A. Melakukan pembersihan stasiun kerja
	1. Mengecek peralatan pada meja kerja
	a. Mengembalikan peralatan pada laci etalase
	b. Merapikan meja kerja
	2. Menghitung material sisa setelah cetak satu judul
	3. Melakukan penanganan khusus pada sisa bahan kimia
	B. Mengidentifikasi sparepart bekas penggunaan
	1. Mengganti sparepart apabila sudah mengalami kerusakan
	a. Membuang sparepart dengan membungkus terlebih dahulu

Tabel 6. 17 Modul Pelatihan Operator pada PT Macanan Jaya Cemerlang (Lanjutan)

No.	Modul
	C. Mengembalikan alat transportasi (*material handling*) sesuai kepemilikan stasiun kerja
	D. Menerapkan LOTO sesuai dengan standar K3 perusahaan
4.	*Operate and monitor machines (basic)*
	A. Melakukan operasi mesin sesuai dengan instruksi kerja
	1. Material dimuat sesuai kebutuhan instruksi pabrik dan prosedur operasi perusahaan
	2. Urutan setup mesin sesuai dengan spesifikasi pabrikan dan prosedur perusahaan
	a. Perbaikan/penyesuaian sebelum operasi produksi berjalan
	3. Menjalankan mesin sesuai dengan prosedur K3 perusahaan
	B. Mengatur kecepatan mesin sesuai dengan standar kemampuan mesin dan kebutuhan output produksi
	1. Menjalankan mesin sesuai dengan siklus produksi mesin
	2. Memelihara dan memantau proses produksi
	a. Memonitor untuk memastikan kualitas output tetap baik
	C. Memastikan operasi kerja memenuhi standar mutu keamanan
	1. Kinerja peralatan dilaporkan sesuai dengan prosedur perusahaan
	D. Melaksanakan pemeliharaan dan pembersihan mesin
	1. Melakukan pemeliharaan mesin dasar sesuai dengan persyaratan K3
	2. Komponen mesin diperiksa dan dibersihkan dalam kurun waktu tertentu
5.	*Inspect quality against required standards*
	A. Menyiapkan peralatan sesuai dengan standar kualitas sebelum melakukan operasi kerja
	B. Melaksanakan pemeriksaan kualitas selama operasi kerja
	1. Menerapkan prosedur inspeksi dan pengujian secara berkala
	a. Menentukan spesifikasi kualitas
	b. Melakukan proses inspeksi
	2. Memahami dan melakukan operasi kerja sesuai dengan standar toleransi
	a. Mengevaluasi operasi kerja yang tidak sesuai dengan prosedur perusahaan

Pelaksanaan pelatihan kerja yang diberikan perusahaan untuk karyawan telah diatur dalam Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan pada pasal 1 ayat 9, yaitu keseluruhan kegiatan untuk memberi, memperoleh, meningkatkan, serta mengembangkan kompetensi kerja, produktivitas, disiplin, sikap, dan etos kerja pada tingkat keterampilan dan keahlian tertentu sesuai dengan jenjang dan kualifikasi jabatan atau pekerjaan. Dengan

melakukan pelaksanaan pelatihan, diharapkan perusahaan dapat meningkatkan produktivitas, kinerja, dan tingkat kesejahteraan bagi karyawan. Pelatihan kerja untuk operator diharapkan dapat meminimalisir terjadinya kesalahan operasi kerja yang dilakukan oleh operator akibat faktor *human error*. Pelaksanaan pelatihan ini dilakukan selama satu kali setahun untuk memastikan tidak ada penurunan aktivitas operasi kerja yang dilakukan oleh operator.

Tabel 6. 18 Analisis Alternatif Rekomendasi Perbaikan 4

Kelebihan	▪ Meminimalisir terjadinya *human error* (yang dapat menyebabkan *defect*, *excess-motion*, atau *re-work*) ▪ Standardisasi aktivitas operasi kerja
Kekurangan	Diperlukan adanya kerja sama/kontrak dengan pihak *trainer* pelatihan
Manpower	Diperlukan tim praktisi internal perusahaan untuk merumuskan modul pelatihan
Time	Pelatihan dilaksanakan dalam kurun waktu sekitar 6 bulan untuk keseluruhan operator
Cost	Membutuhkan biaya ± Rp. 100.000.000

Pada tabel 6.18 dijelaskan analisis estimasi kebutuhan yang diperlukan untuk melakukan penerapan alternatif rekomendasi perbaikan 4 yaitu pelaksanaan pelatihan untuk operator. Dengan melakukan pelaksanaan pelatihan teknis untuk operator sesuai dengan standar Australian Printing and Graphic Arts Industry Training Package oleh National Printing Industry Training Council (NPITC), perusahaan dapat meminimalisir terjadinya *human error* yang berpotensi dapat mengakibatkan terjadinya *defect*, *excess-motion*, atau *re-work* pada proses produksi, serta perusahaan dapat melakukan standardisasi aktivitas operasi kerja yang dilakukan oleh operator. Namun perusahaan perlu untuk melakukan investasi sekitar Rp. 100.000.000 yang terbagi atas biaya pelatihan, kerja sama dengan *trainer*, dan pelatihan *advance* untuk praktisi perusahaan untuk mengeksekusi pelaksanaan pelatihan tersebut.

Waste yang dapat di reduksi dari penerapan pelatihan operator adalah *waste defect* (produk mengalami cacat yang bersifat produk rusak pada proses cetak dan

supporting) dan *waste waiting* (menunggu karena dilakukan perbaikan mesin produksi).

6.1.5 Alternatif Rekomendasi 5: Incoming Inspection

Perusahaan kerap kali mengalami adanya kualitas material yang diberikan oleh *supplier* kepada perusahaan tidak sesuai dengan spesifikasi yang dijanjikan oleh *supplier*. Seperti contoh, perusahaan memesan jenis tinta berwarna biru (cyan) dengan kode #0093D3, namun tinta yang disediakan oleh *supplier* kurang tepat untuk memenuhi spesifikasi yang diinginkan oleh perusahaan karena berada pada kode #0094D5. Walaupun pada akhirnya perusahaan tetap menggunakan tinta tersebut, namun perusahaan perlu melakukan sedikit penyesuaian (*adjustment*) sehingga memperpanjang waktu *setup* dan memerlukan tinta yang berlebih untuk mencapai tingkat warna yang diinginkan. Ketidaksesuaian material tersebut diketahui saat material hendak digunakan untuk proses produksi.

Contoh lainnya yaitu perusahaan melakukan proses *purchasing* bahan baku kertas rol sebanyak 10 rol yang seharusnya dapat diolah menjadi sejumlah lembar *sheet*, namun karena ada kendala pada pengiriman yang dilakukan oleh *supplier*, kuantitas lembar *sheet* yang didapatkan menjadi berkurang dari estimasi yang seharusnya. Sehingga ketidaksesuaian kualitas material dari *supplier* dapat berdampak pada kuantitas *input* proses produksi yang berdampak pula pada kualitas maupun kuantitas *output* produksi.

Berdasarkan permasalahan tersebut, dapat diusulkan alternatif perbaikan berupa melakukan proses inspeksi kualitas bahan baku (*incoming inspection*) yang dilakukan sebelum material dari *supplier* disimpan pada GBB dan mengajukan perjanjian tertulis dengan *supplier* untuk mengantisipasi apabila material yang dikirimkan oleh *supplier* tidak sesuai dengan kesepakatan.

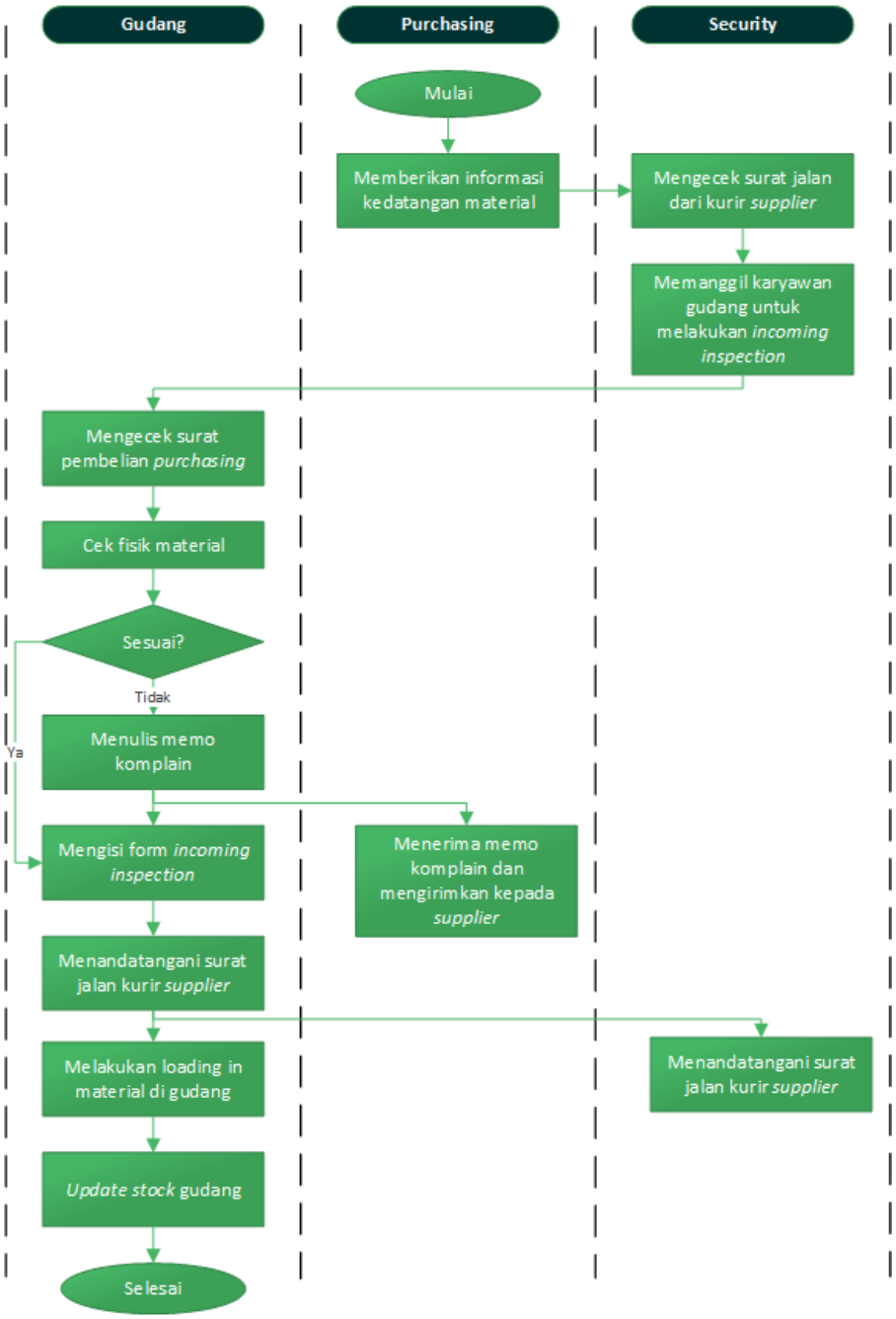
Dengan menerapkan *incoming inspection* pada perusahaan, produktivitas produksi akan meningkat karena *output* yang dihasilkan memenuhi standar kualitas dan meminimalisir terjadinya *output reject* atau *defect* (Limantara, K. 2007). Proses *incoming inspection* yang akan diterapkan di perusahaan berfokus pada bahan baku utama dalam produksi buku cetak, yaitu kertas (rol dan sheet), plat, dan tinta. Sehingga dilakukan penyusunan *incoming inspection checklist* dengan melakukan

brainstorming dengan manajer produksi. Pada tabel 6.19 merupakan *form inspection checklist* yang digunakan untuk proses *incoming inspection* perusahaan.

Tabel 6. 19 *Form Incoming Inspection*

PT MACANANJAYA CEMERLANG PENERBIT DAN PERCETAKAN			Date:	
Material Incoming Inspection Form				
Petugas Gudang:				
Supplier:			Material:	
No. Purchasing:				
Inspection Report				
No.	**Inspeksi**	**Pemesanan**	**Kedatangan**	**Sesuai**
1.	Jenis Material	.....	.....	✓
		.....	.....	
		.....	.....	
2.	Merek	.....	.....	✓
		.....	.....	
		.....	.....	
3.	Spesifikasi	.....	.....	✓
		.....	.....	
		.....	.....	
4.	Tipe	.....	.....	
		.....	.....	
		.....	.....	
5.	Quantity	.....	.....	
		.....	.....	
		.....	.....	
Virtual Check Result				
.....				
.....				
.....				
Kerusakan/Kekurangan				
1.		Rusak:	Kekurangan:	
2.		Rusak:	Kekurangan:	
3.		Rusak:	Kekurangan:	
Surat Jalan (untuk Kurir):				
No. Surat Penerimaan:				
Kurir		**Security**	**Petugas Gudang**	
(.....)		**(.....)**	**(.....)**	

Untuk melakukan penerapan *incoming inspection* pada perusahaan, perlu diterapkan pula SOP (*Standart Operational Procedure*) yang tepat untuk proses melaksanakan alur *incoming inspection* sebagai tanggung jawab baru pada Departemen GBB. Pada gambar 6.8 akan digambarkan *swimlane* dari pelaksanaan *incoming inspection.*



Gambar 6. 8 *Swimlane* Penerimaan Material

Berdasarkan *swimlane* pada gambar 6.8, terdapat 3 bagian yang terlibat dalam proses penerimaan material yaitu karyawan gudang, *security*, dan *purchasing* perusahaan. Bagian *puchasing* bertugas untuk melakukan pembelian *material* dan menginformasikan kepada bagian gudang dan *security* terkait kedatangan material. *Security* bertugas untuk melakukan pengecekan berkas dari kurir *supplier* dan menginformasikan kepada karyawan gudang saat material sudah datang. Sedangkan bagian gudang bertugas untuk melakukan inspeksi terkait material yang dibeli dari *supplier* apakah sudah sesuai dengan *order* pemesanan atau tidak. Apabila terdapat kesalahan atau ketidaksesuaian, maka karyawan gudang akan membuat memo komplain yang diserahkan kepada bagian *purchasing* yang kemudian akan dilaporkan kepada *supplier*.

Tabel 6. 20 Analisis Alternatif Rekomendasi Perbaikan 5

Kelebihan	▪ Dapat meminimalisir adanya *raw material defect* ▪ Meningkatkan produktivitas perusahaan ▪ Meminimalisir biaya untuk tambal material
Kekurangan	▪ Adanya penambahan alur informasi antara gudang, *purchasing*, dan *security* ▪ Perlu menambah karyawan gudang
Manpower	Setiap karyawan gudang harus paham dan dapat melakukan proses inspeksi material
Time	Pelatihan dan pembiasaan *incoming inspection* dalam kurun waktu 1 bulan
Cost	Membutuhkan biaya ± Rp. 8.000.000

Pada tabel 6.20 dijelaskan analisis estimasi kebutuhan yang diperlukan untuk melakukan penerapan alternatif rekomendasi perbaikan 5 yaitu pelaksanaan *incoming inspection*. Dengan melakukan *incoming inspection*, perusahaan dapat meminimalisir adanya *defect* pada *raw material* yang akan digunakan pada proses produksi, meningkatkan produktivitas perusahaan karena tidak adanya penggunaan biaya untuk tambal material. Tambal material terjadi ketika terdapat kerusakan pada bahan baku sehingga penggunaan bahan baku melebihi dari yang seharusnya. Untuk menerapkan rekomendasi ini, seluruh karyawan gudang harus memahami kualitas dari bahan baku sehingga dapat melakukan proses inspeksi pada *raw*

material. Biaya yang dibutuhkan untuk menerapkan rekomendasi ini adalah Rp. 8.000.000 yang digunakan untuk penambahan karyawan gudang.

Waste yang dapat di reduksi dari penerapan *incoming inspection* adalah *waste defect* (produk mengalami cacat yang bersifat produk rusak pada proses cetak dan *supporting*).

Berdasarkan alternatif rekomendasi perbaikan yang telah diajukan, perlu dibuat *action plan* sebagai *guideline* perusahaan dalam penerapan alternatif rekomendasi agar perusahaan dapat mencapai tujuan dari penerapan alternatif tersebut melalui perencanaan yang tepat. Tabel 6.21 akan dijabarkan *action plan* alternatif rekomendasi perbaikan.

Tabel 6. 21 *Action Plan* Alternatif Rekomendasi Perbaikan

No.	WEA	Usulan Strategi	Tujuan	Sasaran	Ukuran Keberhasilan	Pelaksana	Tugas
1	Standarisasi Penggunaan Material	Membentuk Tim S&OP perusahaan	Komunikasi yang terintegrasi antar departemen dan bagian pada perusahaan	Seluruh karyawan perusahaan	Terlaksana *morning briefing* sebelum kerja	Wakil Direktur	Melakukan *controlling* pelaksanaan penggunaan ERP pada sistem perusahaan
		Melakukan koordinasi dengan seluruh departemen secara *real-time*			*Real-time Progress*		
					Database Terpadu menggunakan *Software* ERP	Seluruh karyawan perusahaan	Menggunakan *software* ERP dalam melakukan *jobdesk* yang berkaitan dengan ERP
		Membuat *form* estimasi penggunaan material	Standarisasi perhitungan alokasi penggunaan material	Departemen *Marketing*, Departemen PPIC, dan Departemen Produksi	Eksekusi penggunaan *material* bernilai sama dengan perhitungan estimasi penggunaan material	Manajer *Marketing*, Manajer PPIC, dan Manajer Produksi	Melakukan *controlling* pelaksanaan penggunaan *form* estimasi alokasi *material*
2	*Single-Minutes Exchanges of Dies*	Membuat standarisasi aktivitas *setup* pada proses produksi	Meminimalisir terjadinya *human error* saat melakukan aktivitas setup	Departemen Produksi	Aktivitas *setup* yang dilakukan sesuai dengan standar IED dan OED yang telah ditetapkan	Operator Departemen Produksi	Melakukan aktivitas *setup* sesuai dengan standar IED dan OED yang telah ditetapkan
					Zero Human Error		

Tabel 6. 21 *Action Plan* Alternatif Rekomendasi Perbaikan (Lanjutan)

No.	WEA	Usulan Strategi	Tujuan	Sasaran	Ukuran Keberhasilan	Pelaksana	Tugas
3	*Preventive Maintenance*	Menerapkan *form preventive maintenance*	Meminimalisir terjadinya kerusakan pada mesin produksi	Departemen Produksi	Tidak terjadinya kerusakan mesin produksi	Operator Departemen Produksi bagian *Maintenance*	Melakukan *controlling* penggunaan *form maintenance* untuk perawatan mesin
					Proses perawatan mesin dilakukan sesuai dengan jadwal		Dilakukan perawatan mesin secara terjadwal
4	Pelatihan Operator	Melaksanakan *training*/pelatihan pada operator sesuai standar NPAIC	Meminimalisir terjadinya *human error* saat melakukan aktivitas proses produksi	Departemen Produksi	*Zero Human Error* dan *Zero Accident*	Manajer Produksi	Menjadwalkan dan melaksanakan *training* pada operator sesuai kompetensi yang dibutuhkan
						Operator Produksi	Mengikuti pelatihan dan menerapkan kompetensi yang diberikan saat pelatihan
5	*Incoming Inspection*	Menerapkan *form incoming inspection*	Meminimalisir adanya *raw material* yang *defect*/tidak sesuai dengan spesifikasi	Departemen GBB	*Database Raw Material*	Manajer GBB dan Karyawan GBB	Melakukan *controlling* dan menerapkan *form incoming inspection* pada penerimaan *raw material* dari *supplier*
					Zero Defect Raw Material		

6.2 Penyusunan *Lean Matrix* 2

Berdasarkan tahap penyusunan rekomendasi perbaikan, diketahui bahwa terdapat lima alternatif rekomendasi atau disebut sebagai *waste elimination action* (WEA) yang diharapkan dapat mengatasi adanya *waste* pada proses produksi di perusahaan. Pada tabel 6.21 akan dijabarkan rekapitulasi WEA yang telah disusun.

Tabel 6. 21 Rekapitulasi *Waste Elimination Action* (WEA)

WEAm	Alternatif Rekomendasi Perbaikan
WEA1	Standarisasi Penggunaan Material
WEA2	SMED
WEA3	*Preventive Maintenance*
WEA4	Pelatihan Operator
WEA5	*Incoming Inspection*

Setelah dilakukan penyusunan alternatif rekomendasi berdasarkan *waste* kritis yang didapatkan dari penyusunan *lean matrix* 1, dilakukan penyusunan *lean matrix* 2 untuk menentukan alternatif rekomendasi terpilih berdasarkan peringkat tertinggi. Dalam penyusunan *lean matrix* 2 diperlukan penentuan nilai *total effectiveness of waste elimination action* (TEm) dan *effectiveness to difficulty ratio* (ETDm) berdasarkan alternatif rekomendasi perbaikan yang telah diajukan sebelumnya.

6.2.1 Perhitungan Nilai Total Effectiveness of Waste Elimination Action (TEm)

Dalam melakukan perhitungan nilai TEm, diperlukan komponen perhitungan lain yaitu nilai *degree of effectiveness* dan nilai *Aggregate Cause Value* i (ACV_i). Penentuan nilai TEm didapatkan melalui wawancara dengan Manajer Produsi selaku *expert* perusahaan. Pada tabel 6.22 akan dijabarkan nilai *degree of effectiveness* pada masing-masing WEA dan *root source of waste*-nya beserta keterangannya.

Tabel 6. 22 Nilai *Degree of Effectiveness* pada WEA

Root Source of Waste		**WEA1**	**WEA2**	**WEA3**	**WEA4**	**WEA5**	**Keterangan**
Menunggu karena dilakukan perbaikan mesin produksi	S01	3					WEA1 efektif untuk menyelesaikan perlunya standar alokasi material (untuk beberapa kriteria produk) akibat *waiting* karena perbaikan
	S02		3				WEA2 efektif untuk menyelesaikan perlunya aktivitas standar proses cetak (untuk beberapa mesin) akibat *waiting* karena perbaikan
	S04				3		WEA4 efektif untuk menyelesaikan sebagian besar human error pada waiting karena perbaikan
	S07		9				WEA2 sangat efektif untuk mengatasi waktu *setup* yang lama (untuk beberapa mesin) pada *waiting* karena perbaikan
	S10			9			WEA3 sangat efektif untuk menjawab perlunya *maintenance* secara berkala (untuk beberapa mesin) pada *waiting* karena perbaikan
Produk mengalami *defect* (cacat) yang bersifat produk rusak pada proses cetak dan *supporting*	S01	1					WEA1 tidak terlalu efektif untuk menyelesaikan perlunya standar alokasi material (untuk beberapa kriteria produk) untuk meminimalisir adanya *defect*
	S02		3				WEA2 efektif untuk menyelesaikan perlunya aktivitas standar proses cetak (untuk beberapa mesin) akibat adanya *defect*
	S04				9		WEA4 sangat efektif untuk menyelesaikan terjadinya human error yang menyebabkan *defect*
	S05					9	WEA5 sangat efektif untuk menyelesaikan terjadinya kualitas *raw material* yang buruk yang menyebabkan *defect*

Tabel 6. 22 Nilai *Degree of Effectiveness* pada WEA (Lanjutan)

Root Source of Waste		**WEA1**	**WEA2**	**WEA3**	**WEA4**	**WEA5**	**Keterangan**
Menunggu proses selanjutnya karena proses tersebut merupakan *bottleneck* pada proses produksi	S01	1					WEA1 kurang efektif untuk menyelesaikan perlunya standar alokasi material (untuk kriteria produk) akibat *waiting* karena terjadi *bottleneck*
	S07		9				WEA2 sangat efektif untuk mengatasi waktu *setup* yang lama (untuk beberapa mesin) pada *waiting* karena terjadi *bottleneck*
	S11	3					WEA1 efektif untuk menyelesaikan perlunya standar alokasi material (untuk beberapa kriteria produk) akibat *waiting* karena terjadi *bottleneck*

Nilai *degree of effectiveness* menunjukkan skala efektivitas WEA terhadap akar penyebab *waste*. Nilai 0 menunjukkan WEA tidak efektif untuk meminimalisir akar penyebab *waste*, nilai 1 menunjukkan WEA memiliki efektivitas lemah, nilai 3 menunjukkan WEA memiliki efektivitas sedang, dan nilai 9 menunjukkan WEA memiliki efektivitas tinggi. Seperti contoh pada alternatif rekomendasi standardisasi penggunaan material (WEA1) memiliki efektivitas sedang terhadap akar penyebab perlunya penyesuaian material yang digunakan dan *output* yang diproduksi (S11) yang ditunjukkan dengan nilai 3 karena WEA1 diperkirakan akan efektif untuk menyelesaikan perlunya standar alokasi material (untuk beberapa kriteria produk) akibat *waiting* karena terjadi *bottleneck*.

Kemudian dilakukan perhitungan nilai *total effectiveness of waste elimination action* (TEm) yang menunjukkan seberapa efektif alternatif perbaikan yang diusulkan dapat mengeliminasi adanya *waste* dan akar penyebab *waste*. Berikut ini merupakan contoh perhitungan TEm pada alternatif rekomendasi pelatihan operator (WEA_4).

$$TEm_n = \sum ACV_i E_{mj}$$

$$TEm_4 = (3 \times 1752) + (9 \times 1752)$$

$$TEm_4 = (5256) + (15768)$$

$$TEm_4 = 21024$$

6.2.2 Perhitungan Nilai Effectiveness to Difficulty Ratio (ETDm)

Setelah dilakukan perhitungan nilai TEm, dilanjutkan dengan perhitungan nilai *effectiveness to difficulty ratio* (ETDm) yang merupakan tingkat kesulitan untuk melakukan implementasi alternatif rekomendasi. Nilai ETDm didapatkan melalui wawancara dengan Manajer Produksi selaku *expert* perusahaan terkait kesulitan dalam mengimplementasikan alternatif rekomendasi di perusahaan. Untuk melakukan perhitungan ETDm perlu diketahui nilai *degree of difficulty performing action* m (D_m) berdasarkan tingkat investasi dan sumber daya yang dibutuhkan dengan tiga kategori nilai, yaitu 3 (rendah), 4 (sedang), dan 5 (tinggi) sesuai dengan indikator pada tabel 2.6. Pada tabel 6.23 dijabarkan nilai Dm pada masing-masing WEA.

Tabel 6. 23 Nilai Degree of Difficulty Performing Action m (Dm) pada masing-masing WEA

WEA m	Alternatif Perbaikan	Dm	Keterangan
WEA1	Standarisasi Penggunaan Material	5	Penerapan WEA membutuhkan biaya Rp. 250.000.000
			Memerlukan koordinasi dan kedisiplinan dengan seluruh bagian perusahaan untuk melakukan pengoperasian ERP
WEA2	SMED	3	Penerapan WEA membutuhkan biaya Rp. 8.000.000
			Hanya memerlukan pelatihan operator untuk memahamkan standardisasi aktivitas setup yang baru
WEA3	*Preventive Maintenance*	4	Penerapan WEA membutuhkan biaya Rp. 20.000.000
			Memerlukan pembentukan tim teknisi engineering untuk *monitoring* dan *controlling* penerapan *preventive maintenance*
WEA4	Pelatihan Operator	4	Penerapan WEA membutuhkan biaya Rp. 100.000.000
			Memerlukan waktu yang lama untuk pelaksanaan WEA
			Diperlukan adanya kerja sama/kontrak dengan pihak ketiga yaitu trainer pelatihan
WEA5	*Incoming Inspection*	3	Penerapan WEA membutuhkan biaya Rp. 8.000.000
			Hanya perlu melakukan penambahan alur informasi antara gudang, *purchasing*, dan *security*. Waktu untuk *trial* penerapan 1 bulan

Berikut ini merupakan contoh perhitungan ETDm pada alternatif rekomendasi penerapan *single-minute exchanges of dies* (SMED) (WEA_2).

$$ETDm_n = \frac{TE_m}{D_m}$$

$$ETDm_2 = \frac{25722}{3}$$

$$ETDm_2 = 8574$$

Berdasarkan hasil dari penyusunan *lean matrix* 2 didapatkan alternatif rekomendasi perbaikan terpilih untuk memperbaiki berjalannya proses produksi di perusahaan dengan mengeliminasi *waste* kritis yang sudah ditentukan pada *lean matrix* 1. Penentuan alternatif rekomendasi perbaikan terpilih yang akan diimplementasikan di perusahaan ditunjukkan pada tabel 6.24.

Tabel 6. 24 *Lean Matrix* 2

		Waste Elimination Action					
Waste Type	***Root Source of Waste***	**WEA1**	**WEA2**	**WEA3**	**WEA4**	**WEA5**	***Aggregate Cause i***
W6	S01	3					282
	S02		3				156
	S04				3		1752
	S07		9				1377
	S10			9			378
W1	S01	1					282
	S02		3				156
	S04				9		1752
	S05					9	63
W7	S01	1					282
	S07		9				1377
	S11	3					128
Total Effectiveness of Waste Elimination Action m (Te_m)		1794	25722	3402	21024	567	
Degree of Difficulty Performing Action m (D_m)		5	3	4	4	3	
Effectiveness to difficulty ratio (ETDm)		**358,8**	**8574**	**850,5**	**5256**	**189**	
Rank of Action Priority		**4**	**1**	**3**	**2**	**5**	

6.3 Penentuan Alternatif Perbaikan

Berdasarkan hasil yang didapatkan dari penyusunan *lean matrix* 2 pada tabel 6.24 diketahui bahwa WEA 2 memiliki nilai *rank of action priority* tertinggi dengan nilai ETDm sebesar 8574. Namun perusahaan memutuskan untuk melakukan seluruh alternatif rekomendasi perbaikan yang diajukan. Pada penerapan *single minute exchanges of dies* (SMED) pada proses produksi yang dapat meminimalisir permasalahan waktu *setup* yang terlalu lama. Waktu *setup* yang terlalu lama dapat menyebabkan tidak efisiennya proses produksi. Pada aktivitas produksi, waktu *setup* menyumbang 45% dari keseluruhan *lead time* proses produksi buku cetak. Selain itu, waktu *setup* juga di identifikasi sebagai aktivitas *non value added but necessary*. Dengan melakukan implementasi SMED, perusahaan dapat mereduksi *lead time* dan meningkatkan produktivitas. Pada tabel

6.25 dijelaskan perbandingan *lead time* produksi eksisting dengan *lead time* produksi setelah melakukan penerapan alternatif rekomendasi pada perusahaan.

Tabel 6. 25 Perbandingan Hasil Estimasi Implementasi Perbaikan

Proses	Sebelum Perbaikan			Estimasi Setelah Perbaikan		
	C/O (menit)	Utilitas Waktu (menit)	A (%)	C/O (menit)	Utilitas Waktu (menit)	A (%)
GBB	23,91	816,09	97,15	5,53	834,47	99,34
Cetak Webb (Isi)	30,75	804,97	95,83	26,2	809,52	96,37
Cetak Sheet (Cover)	14,48	825,52	98,28	4,56	835,44	99,46
Supporting	31,22	806,67	96,03	27,6	810,28	96,46

Berdasarkan tabel 6.25 diketahui bahwa reduksi waktu *setup* produksi berdampak pada utilitas waktu dan *availability* pada proses di GBB, cetak webb, cetak sheet, dan *supporting* yang akan berdampak pada keseluruhan proses produksi.

Kemudian dilakukan penerapan rekomendasi perbaikan berupa pelatihan operator untuk mengeliminasi terjadinya *human error* pada proses produksi. Hal itu dapat mereduksi *lead time* produksi dan meningkatkan produktivitas. Selanjutnya pada penerapan rekomendasi perbaikan *preventive maintenance* akan mengurangi kemungkinan terjadinya kerusakan pada mesin produksi. Pada perkiraan penerapan perbaikan, diasumsikan dengan menerapkan *preventive maintenance* dapat menghilangkan adanya waktu *breakdown* pada proses produksi. Selanjutnya pada penerapan rekomendasi perbaikan standarisasi penggunaan material akan terjadi perubahan alur dari penerimaan *order* hingga SPO diberikan oleh Departemen PPIC kepada Departemen Produksi. Alur aktivitas yang diajukan menekankan pada komunikasi dan koordinasi antar departemen sehingga meminimalisir terjadinya *miss-communication* dan *back tracking* informasi antar departemen/bagian. Kemudian pada penerapan rekomendasi perbaikan *incoming inspection* perusahaan dapat meminimalisir adanya *defect* pada *raw material* yang akan digunakan pada proses produksi.

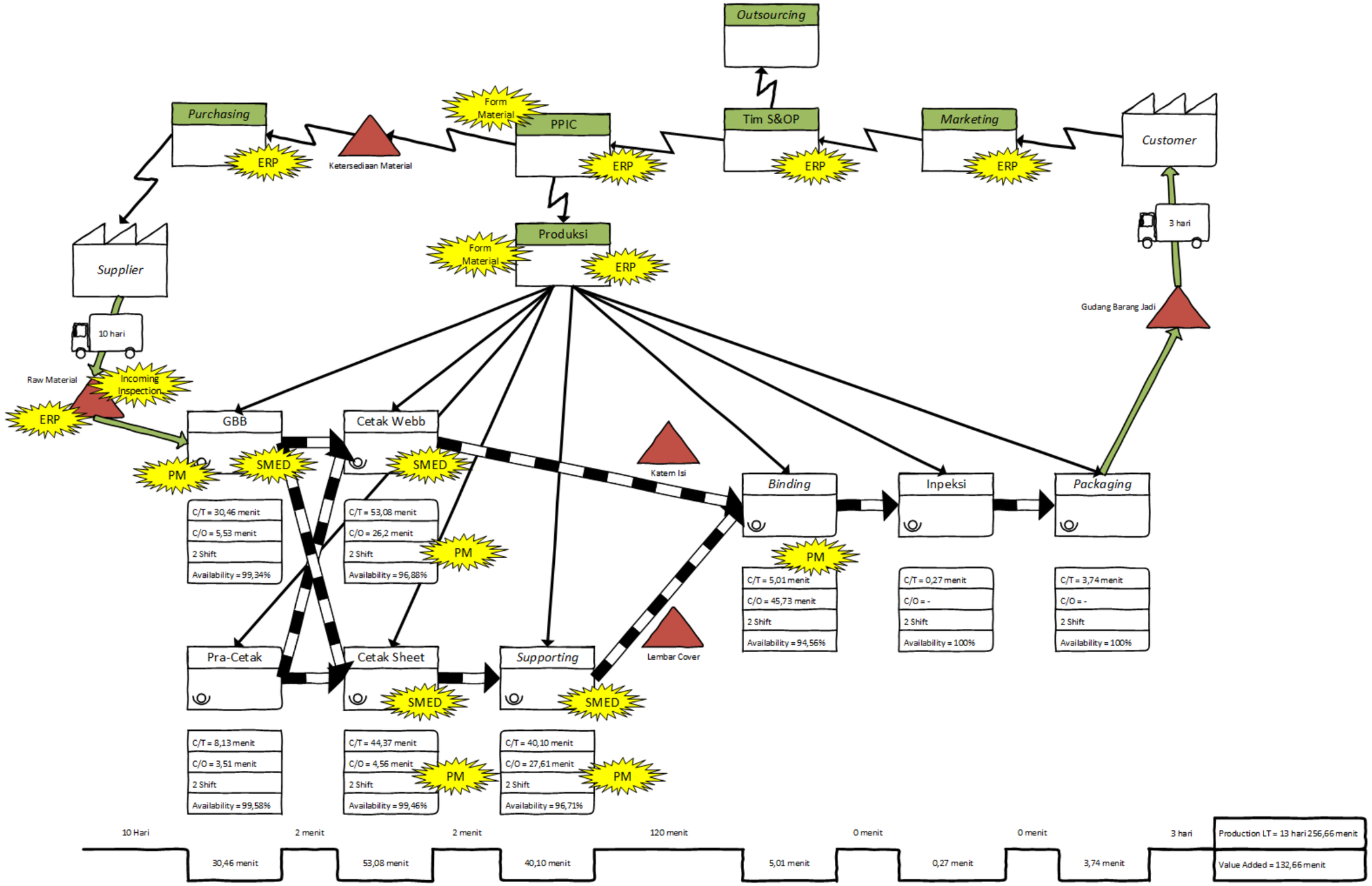
Tabel 6. 26 Rekapitulasi Estimasi Perbandingan Sebelum dan Sesudah Penerapan Implementasi Perbaikan

Production Time	**Sebelum Perbaikan**	**Estimasi Setelah Perbaikan**	**Efisiensi**
C/T (menit)	185,16	185,16	-
C/O (menit)	149,61	113,14	24,3%
Breakdown (menit)	6,39	0	Berkurang 6,39 menit
Utilitas Waktu (menit)	6564	6600,47	Meningkat 36,47 menit
Availability	97,68%	98,32%	Naik 0,64%

Berdasarkan tabel 6.26 diketahui bahwa waktu *setup* pada proses produksi buku cetak mengalami efisiensi sebesar 24,3%, peningkatan *availability* mesin pada proses produksi sebesar 0,64%, penghematan utilitas waktu sebesar 36,47 menit, dan reduksi waktu *breakdown* sebesar 6,39 menit.

6.4 Penyusunan *Future Value Stream Mapping (VSM)*

Berdasarkan hasil perhitungan estimasi perubahan proses produksi setelah menerapkan rekomendasi perbaikan, akan disusun *future value stream mapping* (VSM) untuk mengetahui dampak dari penerapan rekomendasi perbaikan. Pada gambar 6.9 akan ditampilkan *future value stream mapping* (VSM) berdasarkan estimasi penerapan rekomendasi perbaikan**..**



Gambar 6. 9 *Future Value Stream Mapping* (VSM) Proses Produksi Buku Cetak

(Halaman ini sengaja dikosongkan).

BAB 7
PENUTUP

Pada bab ini akan dijelaskan perihal kesimpulan berdasarkan tujuan dari penelitian tugas akhir ini dan saran untuk penelitian selanjutnya.

7.1 Kesimpulan

Pada sub bab ini akan dijelaskan kesimpulan dari penelitian tugas akhir ini.

1. *Waste* yang terjadi pada proses produksi terdiri atas 17 *waste* yang di identifikasi melalui observasi langsung, wawancara dengan *stakeholder* perusahaan, dan pemetaan proses produksi menggunakan *value stream mapping* (VSM) dan *process activity mapping* (PAM). 17 *waste* tersebut di klasifikasikan dalam 7-*waste* yang kemudian dilakukan *root cause analysis* untuk mengetahui akar penyebab terjadinya *waste* tersebut pada proses produksi.
2. Hubungan antar *waste* diperoleh melalui hasil dari kuisioner *waste relationship matrix* yang menjelaskan bahwa setiap *waste* memiliki keterkaitan dengan *waste* lainnya. Pada hasil kuisioner tersebut, diketahui bahwa *waste* yang terjadi pada proses produksi disebabkan oleh *waste defect* (18%), *waste excess-processing* (16%), dan *waste waiting* (15%). *Waste* kritis pada proses produksi buku cetak diketahui melalui hasil dari *lean matrix* 1 yaitu menunggu karena dilakukan perbaikan mesin produksi (*waiting*), produk mengalami cacat produk pada proses cetak dan *supporting* (*defect*), dan menunggu proses selanjutnya karena proses tersebut merupakan *bottleneck* pada proses produksi (*waiting*).
3. Nilai *rank of action priority* tertinggi adalah pada WEA (*waste elimination action*) 2 yang didapatkan melalui *lean matrix* 2 yaitu penerapan *single minute exchanges of dies* (SMED) untuk mereduksi waktu *setup* pada proses produksi. Namun perusahaan memutuskan untuk melakukan seluruh rekomendasi perbaikan yang diajukan.
4. Berdasarkan hasil penyusunan *future value stream mapping* (VSM) didapatkan bahwa waktu *setup* pada proses produksi mengalami efisiensi

sebesar 24,3%, waktu *breakdown* berkurang 6,39 menit, utilitas waktu meningkat 36,47 menit, dan *availability* meningkat menjadi 98,32%.

7.2 Saran

Pada sub bab ini akan dijelaskan saran yang dapat diberikan kepada perusahaan dan penelitian selanjutnya.

7.2.1 Saran untuk Perusahaan

Berikut ini merupakan saran yang dapat diberikan kepada perusahaan.

1. Perusahaan diharapkan dapat lebih menerapkan perkembangan teknologi dan mulai meninggalkan aktivitas-aktivitas manual yang berpotensi terjadi *human error*. Perusahaan juga perlu untuk menetapkan standardisasi pada proses produksi agar nilai *order* dapat terserap secara maksimal.
2. Perusahaan lebih tegas dalam menerapkan *reward and punishment* pada lingkungan kerja sehingga dapat meningkatkan kinerja karyawan dan kinerja perusahaan.

7.2.2 Saran untuk Penelitian Selanjutnya

Berikut ini merupakan saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya.

1. Penelitian ini hanya terbatas pada pengamatan proses produksi produk buku cetak. Pada penelitian selanjutnya sebaiknya dapat melakukan pengamatan pada keseluruhan variasi dan spesifikasi produk pada perusahaan.
2. Pada penelitian selanjutnya diharapkan proses pengumpulan data lebih lengkap dan sistematis agar lebih menyeluruh dalam menangkap kondisi dan permasalahan pada perusahaan.
3. Penulisan keterangan pada nilai efektivitas dalam penyusunan *lean matrix* 1 dan *lean matrix* 2 perlu lebih detail dalam menjelaskan pengaruh efektivitas yang dapat terjadi.
4. Pada penelitian selanjutnya diharapkan dapat meninjau data keuangan untuk memperhitungkan aspek finansial pada perusahaan.

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).

Azizi, A. and Manoharan, T., (2015). Designing a Future Value Stream Mapping to Reduce Lead Time Using SMED-A Case Study. Procedia Manufacturing, 2, pp.153-158.

Bahssas, D., AlBar, D. and Hoque, M., (2015). Enterprise Resource Planning (ERP) Systems: Design, Trends and Deployment. The International Technology Management Review, 5(2), pp.72-81.

Barsalou, M. A. (2015). Root Cause Analysis: A Step By-Step Guide to Using the Right Tool at the Right Time. New York: CRC Press, Taylor & Francis Group

Becerra, A., Villanueva, A., Núñez, V., Raymundo, C. & Dominguez, F. (2019). Lean Manufacturing Model in a Make to Order Environment in the Printing Sector in Peru. Advances in Manufacturing, Production Management and Process Control, pp.100-110.

Chiarini, A. (2014). Sustainable Manufacturing-Greening Processes Using Specific Lean Production Tools: An Empirical Observation from European Motorcycle Component Manufacturers. Journal of Cleaner Production, 85, pp.226-233.

Dinis-Carvalho, J., Guimaraes, L., Sousa, R. and Leao, C., (2019). Waste Identification Diagram and Value Stream Mapping. International Journal of Lean Six Sigma, 10(3), pp.767-783.

Dhillon, B., (2006). Maintainability, Maintenance, And Reliability for Engineers. Boca Raton: Taylor & Francis Group.

Gasperz, Vincent. (2012). *ALL In One Management Tool Book*. Bogor: Tri-Al_Bros Publishing.

Gaspersz, Vincent. (2007). *Lean Six Sigma for Manufacturing and Services Industries*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama

Hidayat, R., Tama, I. & Efranto, R., (2014). Penerapan Lean Manufacturing dengan Metode VSM Dan FMEA untuk Mengurangi Waste Pada Produk Plywood (Studi Kasus Dept. Produksi PT Kutai Timber Indonesia). Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri, 2(5), pp.1032 - 1043.

Hakim, L., (2017). Pengaruh Pelatihan dan Motivasi Terhadap Kinerja Operator Produksi PT Alam Lestari Unggul. Jurnal Ilmiah Ilmu Administrasi, 9(1).

Hines, P. & Taylor, D. (2000). *Going Lean*. Cardiff, U.K.: Lean Enterprise Research Centre.

Hines, P. & Rich, N. (1997). The Seven Value Stream Mapping Tools. *International Journal of Operations & Production Management*, 17(1), pp.46-64.

Indrawati, S., Pratiwi, M., Sunaryo & ‘Azzam, A. (2018). The Effectiveness of Single Minute Exchange of Dies for Lean Changeover Process in Printing Industry. MATEC Web of Conferences, 154.

Juliance, L., Lubis, M. & Yanuar, A. (2018). Penerapan Lean Manufacturing untuk Meminimasi Waste Waiting pada Proses Produksi Buku Soft Cover di PT Mizan Grafika Sarana. e-Proceeding of Engineering, 5(2), pp.2639-2646.

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

Khannan, M. & Haryono, H. (2017). Analisis Penerapan Lean Manufacturing untuk Menghilangkan Pemborosan di Lini Produksi PT Adi Satria Abadi. Jurnal Rekayasa Sistem Industri, 4(1), p.47.

Latino, R. (2002). *Root Cause Analysis*. Florida: CRC Press LLC, pp.4-6.

Limantara, K. (2007). Penerapan Lean System Di Area QC Incoming Departemen Quality Assurance PT FSCM Manufacturing Indonesia Plant 4.

Madaniyah, R. & Singgih, M. (2017). Minimasi Waste dan Lead Time Pada Proses Produksi Leaf Spring Dengan Pendekatan Lean Manufacturing. Jurnal Teknik ITS, 6(2).

Manos, T. (2006), *Value Stream Mapping—An Introduction*. Quality Progress, 39 (6), 64–69.

Modi, D. & Thakkar, H. (2014). Lean Thinking: Reduction of Waste, Lead Time, Cost through Lean Manufacturing Tools and Technique. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, 4(3), pp.339-344.

National Printing Industry Training Council, (1999). Printing and Graphic Arts Industry Training Package (ICP99). Australian Printing and Graphic Arts Industry Training Package. Melbourne: Australian National Training Authority (ANTA).

Novitasari, A. and Rahmawati, D., (2013). Identifikasi Variabel Berpengaruh pada Peningkatan Keunggulan Kompetitif Industri Alas Kaki di Kabupaten Mojokerto. JURNAL TEKNIK POMITS, 2(2), pp.C-153 - C-157.

O'Brien, J. & Marakas, G., (2010). Management Information Systems. London: McGraw-Hill Publishing.

Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production.* Portland: Productivity Press.

Pandi, S., Santosa, H. and Mulyono, J., (2014). Perancangan Preventive Maintenance pada Mesin Corrugating dan Mesin Flexo Di PT. Surindo Teguh Gemilang. Jurnal Ilmiah Widya Teknik, 13(1).

Pangesti, A., (2019). Pengembangan *Tool* untuk Penerapan *Lean* dengan Integrasi *Waste Relationship Matrix* (WRM) dan *House of Risk* (HOR). Laporan Tesis, Surabaya: Departemen Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Pujawan, I. & Geraldin, L., (2009). House of Risk: A Model for Proactive Supply Chain Risk Management. Business Process Management Journal, 15(6), pp.953-967.

Rahman, Y., Poeri, P. and Mufidah, I., (2015). Rancangan Usulan Perbaikan untuk Minimasi Waste Motion Pada Proses Produksi Gitar Akustik Jenis Bolt-On dengan Pendekatan Lean Manufacturing Di PT Genta Trikarya. e-Proceeding of Engineering, 2(2), pp.4345 - 4352.

Rishi, J., Srinivas, T., Ramachandra, C. & Ashok, B., (2018). Implementing the Lean Framework in a Small & Medium & Enterprise (SME) – Acase Study

in Printing Press. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 376, p.012126.

Shingo, S. (1983). *Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Cambridge: Productivity Press.

Singgih, M. & Kristian, R. (2010). Peningkatan Produktivitas Divisi Produksi Peralatan Industri Proses pada PT. Barata Indonesia dengan Value Stream Mapping. Jurnal Teknik Industri.

Sousa, E., Silva, F., Ferreira, L., Pereira, M., Gouveia, R. and Silva, R., (2018). Applying SMED methodology in cork stoppers production. Procedia Manufacturing, 17, pp.611-622.

Taj, S. (2014). Lean manufacturing performance in China: assessment of 65 manufacturing plants. Journal of Manufacturing Technology Management, 19(2), pp.217-234.

Tang, S., Ng, T., Chong, W. & Chen, K., (2016). Case Study on Lean Manufacturing System Implementation in Batch Printing Industry Malaysia. MATEC Web of Conferences, 70, p.05002.

Tanurahardja, O., Dewi, D. and Maukar, A., (2009). Penjadwalan Preventive Maintenance Di PT. Wahana Lentera Raya. Widya Teknik, 8(1).

Winata, S., (2016). Perancangan Standard Operating Procedure (SOP) pada Chocolab. Performa: Jurnal Manajemen dan Start-Up Bisnis, 1(1).

Womack, J. & Jones, D. (2013). *Lean thinking*. 2nd ed. New York: Free Press.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

KUISIONER HUBUNGAN KETERKAITAN ANTAR *WASTE*

No	Waste	Pertanyaan	Skor
1	Defect	Apakah waste defect mengakibatkan atau menghasilkan waste overproduction?	2
2		Apakah waste defect mengakibatkan atau menghasilkan waste waiting?	4
3		Apakah waste defect mengakibatkan atau menghasilkan waste transportation?	0
4		Apakah waste defect mengakibatkan atau menghasilkan waste inventory?	0
5		Apakah waste defect mengakibatkan atau menghasilkan waste motion?	2
6		Apakah waste defect mengakibatkan atau menghasilkan waste excess-processing?	2
7	Overproductio n	Apakah waste overproduction mengakibatkan atau menghasilkan waste defect?	0
8		Apakah waste overproduction mengakibatkan atau menghasilkan waste waiting?	2
9		Apakah waste overproduction mengakibatkan atau menghasilkan waste transportation?	2
10		Apakah waste overproduction mengakibatkan atau menghasilkan waste inventory?	4
11		Apakah waste overproduction mengakibatkan atau menghasilkan waste motion?	2
12		Apakah waste overproduction mengakibatkan atau menghasilkan waste excess-processing?	0
13	Waiting	Apakah waste waiting mengakibatkan atau menghasilkan waste defect?	2
14		Apakah waste waiting mengakibatkan atau menghasilkan waste overproduction?	0
15		Apakah waste waiting mengakibatkan atau menghasilkan waste transportation?	2
16		Apakah waste waiting mengakibatkan atau menghasilkan waste inventory?	0
17		Apakah waste waiting mengakibatkan atau menghasilkan waste motion?	4
18		Apakah waste waiting mengakibatkan atau menghasilkan waste excess-processing?	0
19	Transportation	Apakah waste transportation mengakibatkan atau menghasilkan waste defect?	0
20		Apakah waste transportation mengakibatkan atau menghasilkan waste overproduction?	0
21		Apakah waste transportation mengakibatkan atau menghasilkan waste waiting?	4
22		Apakah waste transportation mengakibatkan atau menghasilkan waste inventory?	0
23		Apakah waste transportation mengakibatkan atau menghasilkan waste motion?	2
24		Apakah waste transportation mengakibatkan atau menghasilkan waste excess-processing?	0
25	Inventory	Apakah waste inventory mengakibatkan atau menghasilkan waste defect?	0

No	Waste	Pertanyaan	Skor
26		Apakah waste inventory mengakibatkan atau menghasilkan waste overproduction?	0
27		Apakah waste inventory mengakibatkan atau menghasilkan waste waiting?	2
28		Apakah waste inventory mengakibatkan atau menghasilkan waste transportation?	2
29		Apakah waste inventory mengakibatkan atau menghasilkan waste motion?	2
30		Apakah waste inventory mengakibatkan atau menghasilkan waste excess-processing?	2
31	Motion	Apakah waste motion mengakibatkan atau menghasilkan waste defect?	2
32		Apakah waste motion mengakibatkan atau menghasilkan waste overproduction?	0
33		Apakah waste motion mengakibatkan atau menghasilkan waste waiting?	4
34		Apakah waste motion mengakibatkan atau menghasilkan waste transportation?	0
35		Apakah waste motion mengakibatkan atau menghasilkan waste inventory?	0
36		Apakah waste motion mengakibatkan atau menghasilkan waste excess-processing?	2
37	Excess-Processing	Apakah waste excess-processing mengakibatkan atau menghasilkan waste defect?	0
38		Apakah waste excess-processing mengakibatkan atau menghasilkan waste overproduction?	0
39		Apakah waste excess-processing mengakibatkan atau menghasilkan waste waiting?	4
40		Apakah waste excess-processing mengakibatkan atau menghasilkan waste transportation?	2
41		Apakah waste excess-processing mengakibatkan atau menghasilkan waste inventory?	2
42		Apakah waste excess-processing mengakibatkan atau menghasilkan waste motion?	4

LAMPIRAN 2

KUISIONER TINGKAT SEVERITY, OCCURRENCE, DAN IMPACT OF WASTE PADA LEAN MATRIX 1

Jenis *Waste*	*Waste*		Skor Severity (Si) (1-10)
D	W1	Produk mengalami *defect* (cacat) yang bersifat produk rusak pada proses cetak dan *supporting*	7
	W2	Produk mengalami *defect* (cacat) yang bersifat produk rusak pada proses *finishing* (penyelesaian)	7
	W3	Terdapat salah spesifikasi produksi yang disebabkan oleh kesalahan informasi	9
O	W4	Adanya *overproduction* akibat proses mark-up jumlah order	8
W	W5	Menunggu akibat keterlambatan pengadaan material yang dilakukan oleh bagian *purchasing* perusahaan	10
	W6	Menunggu karena dilakukan perbaikan mesin produksi	6

Jenis *Waste*	*Waste*		Skor Severity (Si) (1-10)
	W7	Menunggu proses selanjutnya karena proses tersebut merupakan *bottleneck* pada proses produksi	8
	W8	Menunggu karena harus mengambil *material handling*	4
T	W9	Pengambilan spare part/tool terlalu jauh	5
	W10	Terjadi perpindahan yang tidak efektif antar stasiun kerja	4
	W11	Adanya cross traffic antar beberapa stasiun kerja	4
I	W12	Terjadi penumpukan *raw material* di GBB	3
	W13	Terdapat WIP yang menunggu untuk diproses	8
M	W14	Terdapat aktivitas membuang scrap potongan kertas ke kontainer bawah	6
	W15	Operator melakukan pencarian alat	5
	W16	Operator melakukan pembersihan cipratan/tumpahan tinta selama proses *setup* mesin	6
E	W17	Terjadi *re-work* akibat adanya ketidaksempurnaan hasil proses produksi	9

Akar Permasalahan		Skor Occurrence (Oi) (1-10)
S1	Tidak ada standar yang baku dalam proses penggunaan material	6
S2	Tidak ada standar yang baku dalam proses setup mesin cetak	4
S4	Kelalaian operator dalam melakukan operasi kerja dan penggunaan mesin produksi	8
S5	Kualitas material yang diberikan oleh *supplier* kepada perusahaan tidak sesuai	3
S6	*Marketing* kurang memiliki pemahaman tentang spesifikasi *order* yang diinginkan *customer*	3
S7	Proses setup mesin produksi terlalu lama	9
S8	Ukuran produk yang akan diproduksi lebih kecil daripada ketentuan minimal untuk proses produksi	3
S9	Tidak dilakukan penjadwalan pengadaan material secara berkala	5
S10	Tidak adanya *maintenance* secara berkala pada mesin produksi	7
S11	Tidak adanya komponen/bagian mesin yang berfungsi untuk langsung menyesuaikan letak plat	5
S12	Harus dilakukan penyesuaian material yang digunakan dan *output* yang diproduksi	4
S13	Keterbatasan jumlah fasilitas yang tersedia	6
S14	Penataan material yang dilakukan operator pada *pallet* tidak rapi	6
S15	Perusahaan belum menerapkan lokasi tetap peletakan *material handling* pada lantai produksi	8
S16	Tidak adanya gudang yang menyimpan *spare part* mesin pada masing-masing gedung	5
S17	Tidak adanya gudang yang menyimpan alat/perkakas pada masing-masing mesin	5

Akar Permasalahan		Skor Occurrence (Oi) (1-10)
S18	Tidak adanya label/lembar kendali yang tercetak untuk menunjukkan *output* dari sebuah proses	9
S19	Perusahaan ingin menghemat biaya logistik pengiriman material dari *supplier*	3
S20	Operator datang terlambat	6
S21	Tidak ada standar yang baku dalam perhitungan alokasi material untuk proses produksi	3
S22	Tidak ada standar yang baku untuk pengelompokan/pengklasifikasian alat	7
S23	Tidak adanya penyangga untuk mengganjal kap penutup saat proses setup	7
S24	Tidak adanya komponen/bagian mesin yang berfungsi untuk langsung menyesuaikan *pin register* dan *color bar*	6

LAMPIRAN 3

KUISIONER *LEAN MATRIX 2*

Nilai Degree of Effectiveness pada WEA						
Waste Type	***Root Source of Waste***	**WEA1**	**WEA2**	**WEA3**	**WEA4**	**WEA5**
W6	S01	3				
	S02		3			
	S04				3	
	S07		9			
	S10			9		
W1	S01	1				
	S02		3			
	S04				9	
	S05					3
W7	S01	1				
	S07		9			
	S11	3				

Nilai Degree of Difficulty Performing Action m (Dm)		
WEAm	**Alternatif Rekomendasi Perbaikan**	**Nilai Dm**
WEA1	Standarisasi Penggunaan Material	5
WEA2	SMED	3
WEA3	*Preventive Maintenance*	4
WEA4	Pelatihan Operator	4
WEA5	*Incoming Inspection*	3

BIOGRAFI PENULIS

Penulis bernama lengkap Evelyn Risna Criselda, lahir di Surabaya pada 29 Mei 1998. Penulis menempuh pendidikan formal di SDN Kleco 1 Surakarta (2004-2005), SDN Kalirungkut 1 Surabaya (2005-2010), SMP Negeri 35 Surabaya (2010-2013), dan SMA Negeri 16 Surabaya (2013-2016). Setelah itu (2016-2020), penulis melanjutkan pendidikan pada program studi S-1 Teknik Sistem dan Industri, Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Selama masa perkuliahan, penulis aktif mengikuti beberapa kegiatan organisasi. Pada tahun kedua studi, penulis menjadi Staff Departemen Lingkar Kampus Himpunan Mahasiswa Teknik Industri 2017/2018 serta berpartisipasi pada *Industrial Engineering Graduation 118*, *ITS Expo 2017*, dan beberapa *event* lainnya. Pada tahun ketiga studi, penulis diamanahi menjadi Kepala Departemen Lingkar Kampus Himpunan Mahasiswa Teknik Industri 2018/2019. Selain itu, penulis juga tergabung dalam Tim Futsal Putri HMTI ITS.

Dalam mengapikasikan keilmuan, penulis memiliki pengalaman kerja praktik di PT Biro Klasifikasi Indonesia (Persero) atau disingkat BKI dan ditempatkan di *Strategy Business Unit* (SBU) Energi dan Industri pada tahun 2019 selama 1 bulan dan di PT. Macanan Jaya Cemerlang (MJC) pada tahun 2020 selama 2 bulan. Serta penulis juga mengikuti Tokopedia MUB Youth Project Internship pada tahun 2019 selama 1 bulan.

Jika ada pertanyaan, kritik, atau membutuhkan informasi lebih lanjut mengenai penelitian ini bisa menghubungi penulis melalui email: risnacriselda@gmail.com.