TUGAS AKHIR – TI 184833

PERBAIKAN PROSES PRODUKSI JERRYCAN 5 LITER DI PT. KEMASAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN LEAN MANUFACTURING

AISYAH PONTIANA
NRP. 02411640000009

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. Moses L. Singgih,M.Sc., M.Reg.Sc., Ph.D.
NIP. 195908171987031002

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

FINAL PROJECT - TI184833

IMPROVEMENT OF JERRYCAN 5 LITER PRODUCTION PROCESS IN PT. KEMASAN BY LEAN MANUFACTURING APPROACH

AISYAH PONTIANA
NRP. 02411640000009

SUPERVISOR

Prof. Ir. Moses L. Singgih,M.Sc., M.Reg.Sc., Ph.D.
NIP. 195908171987031002

DEPARTEMENT OF INDUSTRIAL AND SYSTEMS ENGINEERING
Faculty of Industrial Technology and Systems Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

LEMBAR PENGESAHAN

PERBAIKAN PROSES PRODUKSI JERRYCAN 5 LITER DI PT. KEMASAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN LEAN MANUFACTURING

TUGAS AKHIR

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

Oleh:

AISYAH PONTIANA

NRP. 02411640000009

Mengetahui dan menyetujui,
Dosen Pembimbing

Prof. Ir. Moses L. Singgih,M.Sc., M.Reg.Sc., Ph.D.

NIP. 195908171987031002

SURABAYA, JULI 2020

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

PERBAIKAN PROSES PRODUKSI JERRYCAN 5 LITER DI PT. KEMASAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN LEAN MANUFACTURING

Nama : Aisyah Pontiana
NRP : 02411640000009
Pembimbing : Prof. Ir. Moses L. Singgih,M.Sc., M.Reg.Sc., Ph.D.

ABSTRAK

PT. KEMASAN adalah perusahaan manufaktur yang bergerak dalam produksi *packaging* plastik. Produk *jerrycan* 5 liter merupakan produk yang paling banyak dipesan oleh *customer* VVIP dan diproduksi secara kontinu. Pada kondisi aktual perusahaan terdapat permasalahan yang dapat menurunkan kepuasan pelanggan dilihat dari *complain* berupa ketidaksesuaian produk yang diterima *customer*, produk *defect* melebihi standar 3%, persentase *breakdown* mesin melebihi standar 2.5%, dan adanya keterlambatan pengiriman produk *jerrycan* 5 liter sebanyak sembilan kali pada tahun 2019. Timbulnya permasalahan tersebut dapat menurukan kepercayaan konsumen dan bahkan menyebabkan kerugian finansial. Adanya *defect* dan *breakdown* merupakan indikasi pemborosan pada proses produksi. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengurangi pemborosan dengan pendekatan *lean manufacturing*. Penelitian dimulai dari identifikasi proses produksi dan *waste* menggunakan *tools value stream mapping, process activity mapping,* observasi, dan diskusi dengan pihak *expert* perusahaan. Kemudian dilakukan penentuan *waste* kritis dengan metode Borda dan didapatkan hasil *waste* kritis yaitu *waste defect* dan *waste unnecessary motion.* Selanjutnya dilakukan analisis akar penyebab *waste* kritis dengan menggunakan metode 5 *whys* dan dilakukan penentuan kategori risiko dengan pengisian kuisioner FMEA untuk menilai *severity, occurrence,* dan *detection* dari setiap akar permasalahan. Dalam penelitian ini diusulkan 3 alternatif perbaikan dan kombinasinya untuk kemudian dilipih alternatif terbaik menggunakan pendekatan *value analysis* berdasarkan pada performansi dan biayanya. Kombinasi alternatif terbaik terpilih yaitu membuat *checklist* perawatan komponen, membuat standar pengambilan sampel susuai *military standard*, menambah jumlah pengawas teknik dalam satu *shift*, menerapkan 5S, menyediakan pijakan tangga, dan menempelkan SOP pada area kerja yang terlihat oleh operator. Dengan penerapan alternatif tersebut dihasilkan *future state value stream mapping* dengan penurunan *lead time* dari 3058 detik menjadi 2898 detik dan nilai *value added* bertambah sebanyak 1.2%.

Kata kunci: *Lean Manufacturing, Value Stream Mapping, Process Activity Mapping, Borda Voting Method,* 5 *Whys, Failure Mode and Effect Analysis, Value Analysis*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

IMPROVEMENT OF JERRYCAN 5 LITER PRODUCTION PROCESS IN PT. KEMASAN BY LEAN MANUFACTURING APPROACH

Name : Aisyah Pontiana
Student ID : 02411640000009
Supervisor : Prof. Ir. Moses L. Singgih,M.Sc., M.Reg.Sc., Ph.D.

ABSTRACT

PT. KEMASAN is a manufacturing company engaged in the production of plastic packaging. 5-liter jerrycan is the most ordered products by VVIP customers and produced continuously. In the actual condition, there are some problems that can reduce customer satisfaction as seen from complaints from customer, product defects exceeding the standard 3%, the engine breakdown percentage exceeds the standard 2.5%, and there were nine times delays in the delivery of 5-liter jerrycan in 2019. The emergence of these problems could reduce consumer's trust and even cause financial losses. The existence of defects and breakdowns is an indication of waste in the production process. Therefore this research was conducted to reduce waste by lean manufacturing approach. The research starts from identifying the production process and identifying waste using value stream mapping tools, process activity mapping, observation, and discussion with company experts. Then the critical waste determination is done by Borda method and the results of critical waste are defect and unnecessary motion waste. After that, the root cause of critical waste is analyzed using the 5 whys method and risk number determine by FMEA questionnaire to assess the severity, occurrence, and detection of each root problem. In this study, three alternative improvements and combinations are proposed, and then the best alternative choosen from value analysis approach based on performance and cost of improvement. The best alternative combination selected is making a component checklist, making a standard military military sampling, increasing the number of technical supervisors in one shift, implementing 5S, providing a stepping ladder, and attaching SOP to the visible work area. With the implementation of these alternatives, the future state value stream mapping is generated with a reduction in lead time from 3058 seconds to 2898 seconds and the value added increases by 1.2%.

Keyword: Lean Manufacturing, Value Stream Mapping, Process Activity Mapping, Borda Voting Method, 5 Whys, Failure Mode and Effect Analysis, Value Analysis

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT karena aats rahmat dan karuniaNya, penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul "Perbaikan Proses Produksi *Jerrycan* 5 Liter di PT. KEMASAN menggunakan Pendekatan *Lean Manufacturing*". Laporan tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana pada program studi S-1 Departemen Teknik Sistem dan Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Selama proses pengerjaan laporan, penulis menerima banyak bantuan, saran, dan dukungan motivasi dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penyelesaian laporan ini, yaitu:

1. Allah SWT atas segala rahmat, kesehatan dan kemudahan yang diberikan kepada penulis sehingga pengerjaan laporan tugas akhir ini dapat berjalan dengan lancar.
2. Keluarga tercinta, Bapak Edy Suprayitno, Ibu Novia dan Zahra Salini yang selalu memberikan dukungan, motivasi, dan doa yang tak terhingga untuk penulis.
3. Bapak Prof. Ir. Moses L. Singgih, M.Sc., M.Reg.Sc., Ph.D selaku dosen pembimbing yang senantiasa memberikan bimbingan, perhatian, dan motivasi selama proses pengerjaan tugas akhir ini.
4. Bapak Beni, Ibu Jesika, dan seluruh *stakeholder* PT. KEMASAN yang telah memberikan kesempatan, bantuan, dan bimbingan dalam proses pengambilan data di perusahaan.
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Udisubakti Ciptomulyono, M.Eng.Sc., Ibu Putu Dana Karningsih, ST., M.Eng.Sc., Bapak Dr. Adithya Sudiarno, ST., MT., dan Ibu Atikah Aghdhi Pratiwi, ST., MT. selaku dosen penguji pada saat seminar proposal dan sidang tugas akhir yang telah memberikan banyak saran dan masukan untuk perbaikan tugas akhir ini.
6. Bapak Nurhadi Siswanto, S.T., M.S.I.E., Ph.D. selaku Kepala Departemen serta segenap dosen dan staf Departemen Teknik Sistem dan Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya yang telah

banyak memberikan pelajaran dan pengalaman bagi penulis selama menempuh studi.

7. Teman-teman ADHIGANA TI-32 yang telah memberikan pengalaman dan kebersamaan dalam suka duka selama menempuh studi di Departemen Teknik Sistem dan Industri.
8. Semua pihak yang terlibat dan telah membantu memberikan dukungan kepada penulis selama pengerjaan tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan tugas akhir ini tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun akan penulis terima untuk memperbaiki penulisan selanjutnya. Sekian yang dapat penulis sampaikan, akar kata penulis menyampaikan terima kasih.

Surabaya, Juli 2020

Aisyah Pontiana

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN i
ABSTRAK iii
ABSTRACT v
KATA PENGANTAR vii
DAFTAR ISI ix
DAFTAR GAMBAR xiii
DAFTAR TABEL xv
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 6
1.3 Tujuan 7
1.4 Manfaat 7
1.5 Ruang Lingkup Penelitian 7
1.5.1 Batasan 7
1.5.2 Asumsi 8
1.6 Sistematika Penulisan 8
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA 11
2.1 *Lean Manufacturing* 11
2.1.1 Tipe aktivitas 11
2.1.2 Seven Waste 12
2.2 *Value Stream Mapping* (VSM) 14
2.3 *Process Activity Mapping* 17
2.4 *Borda Voting Method* 18
2.5 *Root Cause Analysis (RCA)* 19
2.6 *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) 20
2.7 *Value Analysis* 24
BAB 3 METODOLOGI 25
3.1 Tahap Pengumpulan Data 26
3.2 Tahap Pengolahan Data 26
3.3 Tahap Analisis dan Rekomendasi Perbaikan 28

3.4 Tahap Kesimpulan dan Saran 28
BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA 29
4.1 Pengumpulan Data 29
4.1.1 Spesifikasi Produk 29
4.1.2 Aliran Informasi Proses Produksi Jerrycan 5 Liter 30
4.1.3 Aliran Fisik (Material) Proses Produksi Jerrycan 5 Liter 32
4.2 Pengolahan Data 34
4.2.1 Penggambaran Current State Value Stream Mapping (VSM) 34
4.2.2 Penyusunan Process Activity Mapping (PAM) 36
4.2.3 Identifikasi Waste 37
4.2.4 Penentuan Waste Kritis dengan Borda Voting Method 38
4.2.5 Identifikasi Penyebab Waste Kritis (5 Whys) 40
4.2.6 Perhitungan Risk Priority Number Setiap Potensi Kegagalan 43
BAB 5 ANALISIS DAN REKOMENDASI PERBAIKAN 49
5.1 Analisis *Current State Value Stream Mapping* 49
5.2 Analisis *Process Activity Mapping* 49
5.3 Analisis Identifikasi *Waste* 50
5.4 Analisis Akar Penyebab *Waste* Kritis 53
5.5 Analisis *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) 54
5.6 Rekomendasi Perbaikan 56
5.6.1 Rekomendasi Perbaikan RPN Tinggi 56
5.6.2 Rekomendasi Perbaikan RPN Sedang 60
5.6.3 Rekomendasi Perbaikan RPN Rendah 63
5.7 *Value Analysis* 63
5.8.1 Kriteria Pemilihan Alternatif 64
5.8.2 Biaya Alternatif Perbaikan 64
5.8.3 Pemilihan Alternatif Perbaikan 67
5.8 *Future State Value Stream Mapping* 69
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN 73
6.1 Kesimpulan 73
6.2 Saran 74
DAFTAR PUSTAKA 75

LAMPIRAN 77
BIOGRAFI PENULIS 87

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Persentase *Reject Jerrycan* 5 Liter Tahun 2019 3
Gambar 1. 2 Grafik Persentase RN *Jerrycan* 5 Liter Tahun 2019..... 3
Gambar 1. 3 Grafik Persentase *Setting Jerrycan* 5 Liter Tahun 2019 3
Gambar 1. 4 Grafik Ketercapaian Target Produksi Mesin Blowing Tahun 2019... 4
Gambar 1. 5 Grafik Persentase *Breakdown* Mesin *Blowing* Tahun 2019..... 5
Gambar 2. 1 Skema Tipe Aktivitas 12
Gambar 2. 2 *Icon Value Stream Mapping*..... 14
Gambar 2. 3 Fase 1 Penggambaran VSM 15
Gambar 2. 4 Fase 2 Penggambaran VSM 15
Gambar 2. 5 Fase 3 Penggambaran VSM 16
Gambar 2. 6 Fase 4 Penggambaran VSM 16
Gambar 2. 7 Fase 5 Penggambaran VSM 17
Gambar 2. 8 Contoh *Process Activity Mapping*..... 18
Gambar 2. 9 Ilustrasi Penggunaan Metode 5 *Why's* 19
Gambar 3. 1 *Flowchart* Metodologi Penelitian 25
Gambar 4. 1 *Jerrycan* 5 Liter..... 29
Gambar 4. 2 Aliran Informasi 31
Gambar 4. 3 Skema Kerja Mesin Blow Molding..... 32
Gambar 4. 4 Proses Permesinan *Blow Molding* 33
Gambar 4. 5 Mesin *Leak Test* 33
Gambar 4. 6 *Current State* VSM..... 35
Gambar 4. 7 Pareto *Chart* Peringkat Waste 39
Gambar 5. 1 *Layout* Area Produksi..... 52
Gambar 5. 2 *Checklist* Perawatan Komponen..... 57
Gambar 5. 3 Penentuan Jumlah Sampel dengan Tabel *Military Standard* 59
Gambar 5. 4 Keranjang Besar 62
Gambar 5. 5 Pijakan Tangga..... 62
Gambar 5. 6 *Future Value Stream Mapping*..... 71

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Hasil Produksi Tahun 2019 2
Tabel 2. 1 Kriteria *Severity* pada FMEA..... 20
Tabel 2. 2 Kriteria *Occurence* pada FMEA 21
Tabel 2. 3 Kriteria *Detection* pada FMEA 21
Tabel 2. 4 Kategori Risiko berdasarkan RPN 23
Tabel 3. 1 *Worksheet* FMEA..... 27
Tabel 4. 1 Spesifikasi *Jerrycan* 5 Liter 29
Tabel 4. 2 *Process Activity Mapping* 36
Tabel 4. 3 Rekapitulasi *Process Activity Mapping* 37
Tabel 4. 4 Identifikasi *Waste* Proses Produksi *Jerrycan* 5 Liter 38
Tabel 4. 5 Rekapitulasi Perhitungan Borda *Voting Method*..... 39
Tabel 4. 6 Identifikasi Akar Penyebab *Waste Defect*..... 41
Tabel 4. 7 Identifikasi Akar Penyebab *Waste Motion*..... 43
Tabel 4. 8 Skala Penilaian *Severity* 44
Tabel 4. 9 Skala Penilaian *Occurrence* 44
Tabel 4. 10 Skala Penilaian *Detection* 45
Tabel 4. 11 FMEA *Waste Defect* 45
Tabel 4. 12 FMEA *Waste Unnecessary Motion* 46
Tabel 5. 1 Ketercapaian Hasil Produksi 51
Tabel 5. 2 Kerugian Finansial Akibat *Defect*..... 54
Tabel 5. 3 Rekapitulasi Urutan Hasil Perhitungan RPN 55
Tabel 5. 4 Kode Huruf *Sample Size* MIL STD 105E 58
Tabel 5. 5 Kombinasi Alternatif Perbaikan..... 63
Tabel 5. 6 Total Biaya Alternatif 0 64
Tabel 5. 7 Total Biaya Penerapan Alternatif 1 65
Tabel 5. 8 Total Biaya Penerapan Alternatif 2 65
Tabel 5. 9 Total Biaya Penerapan Alternatif 3 66
Tabel 5. 10 Total Biaya Penerapan Alternatif 1 dan 2 66
Tabel 5. 11 Total Biaya Penerapan Alternatif 1 dan 3 66
Tabel 5. 12 Total Biaya Penerapan Alternatif 2 dan 3 67

Tabel 5. 13 Total Biaya Penerapan Alternatif 1, 2 dan 3 67
Tabel 5. 14 Skala *Value Analysis* 67
Tabel 5. 15 Rekapitulasi Perhitungan *Value* 69
Tabel 5. 16 *Process Activity Mapping Future* 70

BAB 1
PENDAHULUAN

Pada bab pendahuluan akan dijelaskan mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, manfaat, ruang lingkup penelitian dan sistematika penulisan yang digunakan dalam penelitian tugas akhir.

1.1 Latar Belakang

PT. KEMASAN adalah salah satu perusahaan manufaktur yang bergerak dalam bidang *packaging.* Perusahaan yang berdiri sejak tahun 1985 tersebut memproduksi berbagai produk *packaging* plastik seperti *jerrycan,* botol plastik, keranjang plastik, palet plastik, pelampung, ember plastik, dan lain-lain. Dalam proses produksinya PT. KEMASAN menggunakan sistem produksi *job shop* dimana mesin *flexible* untuk digunakan pada beberapa jenis produk yang berbeda. Ketepatan dalam pemenuhan order merupakan hal yang penting agar perusahaan mampu bersaing dengan kompetitornya. Selain itu, kemampuan perusahaan dalam memenuhi ekspektasi dari *customer* baik dari segi kuantitas maupun kualitas menuntut perusahaan untuk mengelola proses produksinya dengan cara yang efektif dan efisien.

PT. KEMASAN mengkategorikan *customer* yang dimilikinya menjadi empat kelompok yaitu VVIP, besar, menengah, dan kecil. Kategori tersebut dibuat berdasarkan besar kecilnya pemasukan yang diberikan oleh *customer* ke perusahaan. Berdasarkan hasil diskusi dengan pihak *expert* perusahaan dapat diketahui bahwa jenis produk yang sering dipesan dalam jumlah banyak oleh *customer* VVIP dan diproduksi secara kontinu yaitu produk *jerrycan* 5 liter. Kemudian dilihat dari data produksi tahun 2019 dapat diketahui bahwa rata-rata persentase hasil produksi produk *jerrycan* 5 liter yaitu sebesar 14,6% dari keseluruhan hasil produksi setiap bulannya. Angka 14,6% tersebut merupakan nilai yang besar karena 100% hasil produksi terdiri dari kurang lebih 88 jenis produk yang berbeda. Data hasil produksi dan perhitungan persentase hasil produksi produk *jerrycan* 5 liter pada tahun 2019 dapat dilihat pada Tabel 1.1 di bawah ini.

Tabel 1. 1 Data Hasil Produksi Tahun 2019

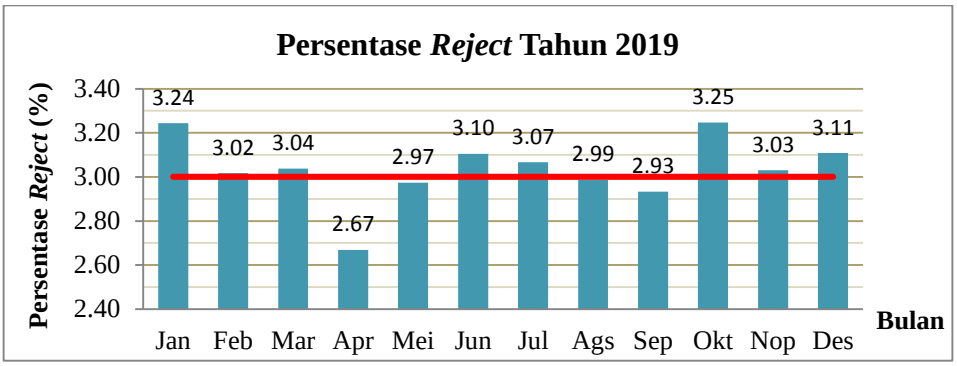
Bulan	Hasil Produksi *Jerrycan* 5 Liter	Jumlah Keseluruhan Hasil Produksi	Persentase *Jerrycan* 5 liter terhadap Total
Januari	801,968	5,014,313	16.0%
Februari	1,028,808	6,223,627	16.5%
Maret	1,061,509	7,343,677	14.5%
April	789,654	4,905,841	16.1%
Mei	1,041,476	4,561,321	22.8%
Juni	577,180	3,614,382	16.0%
Juli	390,470	4,214,996	9.3%
Agustus	523,378	4,248,054	12.3%
September	806,590	4,496,222	17.9%
Oktober	572,488	4,422,698	12.9%
Nopember	426,096	4,797,398	8.9%
Desember	633,108	5,427,896	11.7%
Rata-Rata			**14.6%**

Sumber: Laporan Produksi PT. KEMASAN 2019

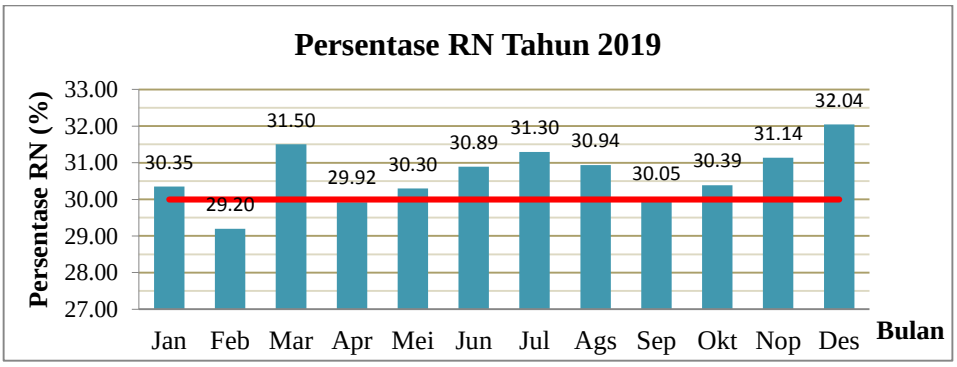
Berdasarkan data pada Tabel 1.1 yang menunjukkan besar proporsi hasil produk *jerrycan* 5 liter terhadap total produksi maka penelitian ini berfokus pada produk *jerrycan* 5 liter karena persentase produk yang tinggi dapat berpengaruh pada pembelian bahan baku dari *supplier*, ruang penyimpanan di gudang, dan lain-lain. Selain itu juga diperlukan adanya pengendalian pada produk tersebut karena adanya tanggung jawab sasaran mutu yang perlu dipenuhi terutama kepada *customer* VVIP.

Pada kondisi aktual terdapat banyak hal yang memengaruhi tujuan dalam memenuhi kepuasan kepada pelanggan, salah satunya dapat terlihat dari adanya *complain* yang dapat menurunkan tingkat kepercayaan *customer*. Berdasarkan hasil diskusi dengan pihak perusahaan diketahui bahwa pada tahun 2019 terdapat *complain* pada produk *jerrycan* 5 liter berupa ketidaksesuaian produk yang diterima oleh *customer* seperti adanya bintik hitam, produk kotor, *seal cup* tidak putus dan lain-lain. Dalam dokumen sasaran mutu Departemen Produksi diketahui bahwa pengendalian kualitas produk dibagi menjadi 3 kategori yaitu produk *reject*, *scrap*, dan produk tidak jadi. Produk *reject* merupakan produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi dan tidak lolos uji kualitas saat inspeksi. *Scrap* atau yang disebut *runner* (RN) oleh perusahaan merupakan sisa yang dihasilkan dari pembuatan produk, dimana setiap produk *jerrycan* 5 liter yang selesai dibuat oleh mesin perlu

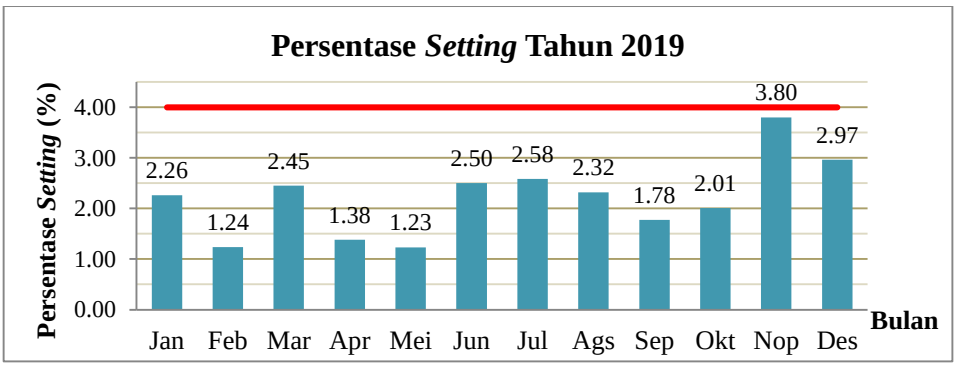
dilakukan proses *cutting* untuk menghilangkan bagian yang tidak diinginkan. Sedangkan produk tidak jadi atau disebut *setting* oleh perusahaan merupakan produk yang tidak memenuhi spesifikasi saat diproses didalam mesin. Standar yang diberikan oleh perusahaan untuk produk *reject* adalah sebesar 3% dari total hasil produksi, RN 30% dari total bahan yang digunakan, dan *setting* 4% dari total hasil produksi. Berikut pada Gambar 1.1, Gambar 1.2 dan Gambar 1.3 menunjukkan grafik persentase *reject*, RN, dan *setting* produk *jerrycan* 5 liter pada tahun 2019.



Gambar 1. 1 Grafik Persentase *Reject Jerrycan* 5 Liter Tahun 2019
(Sumber: Laporan Produksi PT. KEMASAN 2019)



Gambar 1. 2 Grafik Persentase RN *Jerrycan* 5 Liter Tahun 2019
(Sumber: Laporan Produksi PT. KEMASAN 2019)

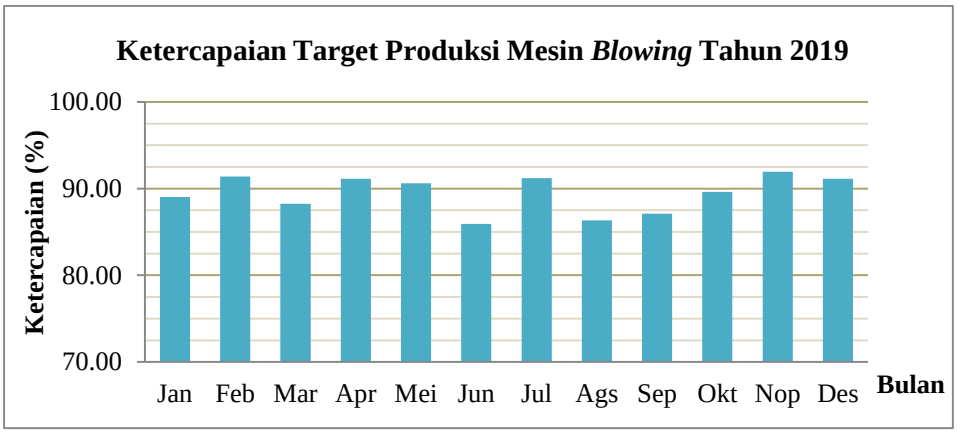


Gambar 1. 3 Grafik Persentase *Setting Jerrycan* 5 Liter Tahun 2019
(Sumber: Laporan Produksi PT. KEMASAN 2019)

Berdasarkan Gambar 1.1 yang menunjukkan grafik persentase *defect* dapat dilihat bahwa hampir disepanjang tahun 2019 persentase produk *reject* melebihi standar 3% yang ditetapkan perusahaan kecuali pada bulan April, Mei, Agustus dan September. Kemudian pada Gambar 1.2 yang menunjukkan grafik persentase RN dapat dilihat bahwa hampir disepanjang tahun 2019 persentase RN melebihi standar 30% kecuali pada bulan Februari. Sedangkan pada Gambar 1.3 menunjukkan persentase *setting* yang berada di bawah standar 4%. Persentase yang melebihi standar tersebut menunjukkan indikasi pemborosan berupa *waste defect*.

Upaya yang telah dilakukan oleh pihak perusahaan untuk mengatasi pemborosan *defect* yaitu dengan mengerahkan kepada seluruh karyawan *quality control* (QC) untuk melakukan pemeriksaan produk visual secara intens dan lebih teliti, kemudian memberikan edukasi kepada operator mengenai *reject* pada saat proses produksi. Kedua hal tersebut kurang efektif karena pada pelaksanaanya tidak dilakukan secara rutin dan biasanya hanya dilakukan pada saat sudah terjadi komplain dari *customer*. Selain itu, upaya lain yang telah dilakukan adalah dengan melakukan proses giling. Proses giling tersebut dilakukan karena produk *defect* tidak dapat dikerjakan ulang (*rework*) maupun dijual kepada *customer* dengan harga lebih murah. Sehingga melalui proses giling dapat merubah produk *defect* menjadi bahan baku campuran untuk produk lainnya. Adanya proses giling tersebut menyebabkan timbulnya sumber daya tambahan seperti mesin giling dan operator.

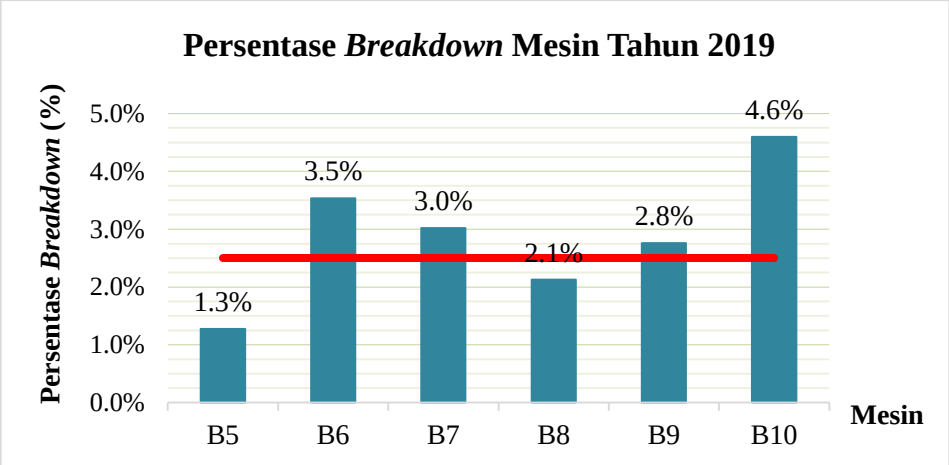
Permasalahan lain yang ditemukan yaitu apabila dilihat dari target produksinya masih belum tercapai maksimal. Gambar 1.4 berikut merupakan target ketercapaian hasil produksi mesin *blowing* pada tahun 2019.



Gambar 1. 4 Grafik Ketercapaian Target Produksi Mesin Blowing Tahun 2019
(Sumber: Laporan Produksi PT. KEMASAN 2019)

Dalam laporan harian perusahaan terdapat kategori ketercapaian target, dimana ketercapaian <85% merupakan kategori C, 85%-95% kategori B, dan >95% kategori A. Pada Gambar 1.4 terdapat grafik yang menunjukkan ketercapaian target produksi mesin blowing pada tahun 2019. Terdapat 21 mesin blowing yang digunakan oleh PT. KEMASAN dan 6 diantaranya B5, B6, B7, B8, B9 dan B10 biasa dipakai untuk memproduksi *jerrycan* 5 liter. Dari grafik pada Gambar 1.4 menunjukkan bahwa ketercapaian target mulai bulan Januari hingga Desember 2019 masih termasuk dalam kategori B. Hal ini menunjukkan bahwa performansi proses produksi masih kurang karena tidak dapat mencapai kategori A. Akibat dari performansi proses produksi yang belum maksimal yaitu berupa keterlambatan pengiriman produk *jerrycan* 5 liter sebanyak sembilan kali pada tahun 2019.

Salah satu penyebab tidak tercapainya target secara maksimum dikarenakan persentase *breakdown* mesin melebihi standar yang ditetapkan oleh perusahaan sebesar 2.5%. Gambar 1.5 berikut ini menunjukkan persentase *breakdown* mesin yang digunakan untuk produksi *jerrycan* 5 liter pada tahun 2019.



Gambar 1. 5 Grafik Persentase *Breakdown* Mesin *Blowing* Tahun 2019
(Sumber: Laporan Teknik PT. KEMASAN 2019)

Tingginya persentase *breakdown* menyebabkan waktu tunggu (*waiting*) perbaikan sehingga proses produksi berjalan lebih lama. Upaya yang telah dilakukan perusahaan untuk mengatasi lamanya waktu *breakdown* adalah dengan megadakan penjadwalan setiap 2 minggu sekali untuk perawatan mesin secara keseluruhan. Meskipun demikian, masih sering terjadi pergantian komponen yang rusak pada saat proses produksi berlangsung. Hal tersebut terjadi karena kurang tertibnya

pengecekan komponen yang dilakukan oleh pengawas pada saat produksi berlangsung.

Berdasarkan deskripsi permasalahan pada kondisi eksisting yang telah dipaparkan mengindikasikan bahwa terdapat pemborosan dalam proses produksi *jerrycan* 5 liter. Pemborosan tersebut merupakan suatu kerugian bagi perusahaan karena dapat menurunkan kepuasan *customer* hingga dapat menyebabkan kerugian finansial bagi perusahaan. Timbulnya pemborosan perlu dieliminasi agar proses produksi dapat berjalan secara efisien dan *lead time* produksi dapat digunakan secara optimum. Metode yang dapat digunakan untuk mengeliminasi pemborosan yaitu melalui pendekatan *lean manufacturing.*

Lean manufacturing merupakan pendekatan yang dilakukan untuk mengubah aktivitas yang tidak bernilai tambah menjadi aktivitas yang bernilai tambah dan fokus pada keseluruhan operasi termasuk karyawan sehingga melibatkan perubahan besar dalam sikap yang melekat pada individu yang membentuk organisasi (Kumar, Dhermendra dan Naveen, 2012). Dalam konsep *lean* menerapkan "*doing more with less*", yang berarti menggunakan sumber daya, energi, peralatan, area, serta pengeluaran dalam jumlah seminimal mungkin dengan tetap memberikan apa yang diinginkan oleh *customer* (Womack dan Jones, 1997). Dapat dikatakan bahwa tujuan dari *lean* adalah efisiensi untuk menurunkan biaya produksi. Melalui efisiensi perusahaan dapat bersaing dengan harga yang lebih murah untuk mendapatkan lebih banyak laba tanpa mengesampingkan kepuasan *customer*. Oleh karena itu, pendekatan *lean manufacturing* digunakan pada penelitian ini untuk mengeliminasi pemborosan dengan menghilangkan aktivitas yang tidak bernilai tambah, sehingga proses produksi berjalan efisien. Dengan adanya penelitian ini diharapkan perusahaan dapat meningkatkan performasi proses produksinya menjadi lebih baik lagi agar mampu memenangkan persaingan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan analisis kondisi eksisting yang dipaparkan pada latar belakang maka perumusan masalah yang akan diselesaikan dalam penelitian tugas akhir ini adalah bagaimana mengeliminasi pemborosan pada proses produksi *jerrycan* 5 liter di PT. KEMASAN melalui pendekatan *lean manufacturing.*

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam melakukan penelitian tugas akhir ini diantaranya sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi *waste* pada proses produksi *jerrycan* 5 liter di PT. KEMASAN.
2. Menentukan *waste* kritis pada proses produksi *jerrycan* 5 liter di PT. KEMASAN.
3. Mengidentifikasi akar penyebab terjadinya permasalahan yang memicu terjadinya *waste* kritis pada proses produksi *jerrycan* 5 liter di PT. KEMASAN.
4. Memberikan rekomendasi perbaikan berdasarkan akar penyebab permasalahan pada proses produksi *jerrycan* 5 liter di PT. KEMASAN.

1.4 Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh dari dilakukannya penelitian ini yaitu perusahaan mendapatkan rekomendasi perbaikan berdasarkan faktor kritis yang menjadi penyebab permasalahan timbulnya pemborosan yang dapat menghambat proses produksi *jerrycan* 5 liter di PT. KEMASAN.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian tugas akhir ini terdiri dari batasan dan asumsi yang akan dijelaskan pada subbab berikut ini.

1.5.1 Batasan

Batasan yang digunakan dalam melakukan penelitian tugas akhir ini diantaranya sebagai berikut:

1. Data sekunder yang digunakan merupakan data laporan PT. KEMASAN pada bulan Januari 2019 hingga Desember 2019.
2. Jenis produk yang menjadi objek amatan yaitu berfokus pada *jerrycan* 5 liter.
3. Penelitian dilakukan sampai pada tahap rekomendasi perbaikan dan tidak termasuk tahap implementasi dan kontrol.

1.5.2 Asumsi

Asumsi yang digunakan dalam melakukan penelitian tugas akhir ini diantaranya sebagai berikut:

1. Proses produksi *jerrycan* 5 liter berjalan secara normal.
2. Tidak terjadi perubahan kebijakan dan sistem produksi selama penelitian ini berlangsung.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan laporan penelitian tugas akhir ini terdiri dari beberapa bab dimana setiap bab memiliki keterkaitan dengan bab selanjutnya. Adapun sistematika penulisan yang digunakan dalam penulisan laporan penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab pertama yaitu berisi pendahuluan yang menjelaskan mengenai hal-hal yang mendasari dilakukannya penelitian tugas akhir ini. Bagian pendahuluan meliputi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian yang terdiri dari batasan dan asumsi, serta sistematika penulisan laporan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab tinjauan pustaka akan dijelaskan mengenai dasar teori, konsep, serta metode yang akan digunakan sebagai landasan dalam penelitian tugas akhir. Tinjauan pustaka yang digunakan dalam penelitian ini didapat dari berbagai sumber literatur seperti buku, jurnal, serta penelitian sebelumnya. adapun tinjauan pustaka yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *lean manufacturing*, *value stream mapping*, *process activity mapping*, *borda voting method*, *root cause analysis*, *failure mode and effect analysis*, dan *value analysis*.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab metodologi penelitian berisi penjelasan mengenai metodologi yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini. Dalam metodologi penelitian menggambarkan langkah-langkah atau tahapan yang dilakukan sehingga penelitian tugas akhir dapat berjalan secara sistematis dan terarah.

BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai proses pengumpulan data dan pengolahan data sesuai dengan metodologi yang digunakan dalam penelitian. Data-data yang dikumpulkan dan diolah berasal dari perusahaan objek amatan.

BAB 5 ANALISIS DAN REKOMENDASI PERBAIKAN

Bab ini menjelaskan mengenai analisis dari hasil pengumpulan dan pengolahan data. Selain itu juga diberikan rekomendasi perbaikan yang tepat berdasarkan hasil analisis.

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab kesimpulan dan saran akan dipaparkan mengenai kesimpulan dari hasil penelitian tugas akhir serta saran yang diberikan untuk perusahaan dan untuk penelitian selanjutnya.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab tinjauan pustaka akan dipaparkan mengenai teori-teori yang digunakan dalam pengerjaan penelitian, diantaranya yaitu konsep *lean manufacturing, value stream mapping, process activity mapping, borda voting method, Root Cause Analysis* (RCA), *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *value analysis.*

2.1 *Lean Manufacturing*

Toyota Production System (TPS) atau juga dikenal sebagai Lean Manufacturing dikembangkan pada tahun 1950-an oleh Eiji Toyoda, Shigeo Shingo dan Taiichi Ohno pada Perusahaan Toyota Motor di Jepang (Pessôa dan Trabasso, 2017). *Lean Manufacturing* telah diakui sebagai alat yang ampuh dalam menemukan dan mengeliminasi pemborosan selama proses produksi. *Lean Manufacturing* didefiniskan sebagai metodologi sistematis dan terstruktur yang dipakai dalam menemukan, memecahkan, dan mencegah permasalahan melalui penelusuran untuk mendapatkan akar penyebab pemborosan yang utama (Khalil *et al.*, 2013). Konsep dasar dibalik sistem *lean manufacturing* yang telah diimplementasikan selama betahun-tahun di Jepang adalah eliminasi pemborosan, pengurangan biaya dan pemberdayaan karyawan (Babu, Jayachitra dan Abinanth, 2016). Dalam konsep *lean* menerapkan "*doing more with less*", yang berarti menggunakan sumber daya, energi, peralatan, area, serta pengeluaran dalam jumlah seminimal mungkin dengan tetap memberikan apa yang diinginkan oleh *customer* (Womack dan Jones, 1997).

2.1.1 Tipe aktivitas

Setiap aktivitas dalam proses harus diklasifikasikan dengan mempertimbangkan apakah aktivitas tersebut memberikan nilai tambah atau tidak. Terdapat 3 kategori aktivitas menurut (George, 2010) yaitu sebagai berikut.

1. *Value Added* (VA)

   Value added (VA) merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah kepada *customer*. Aktivitas ini memiliki karakteristik yaitu harus dapat memenuhi kebutuhan *customer*, menambah bentuk/fitur/fungsi pada produk

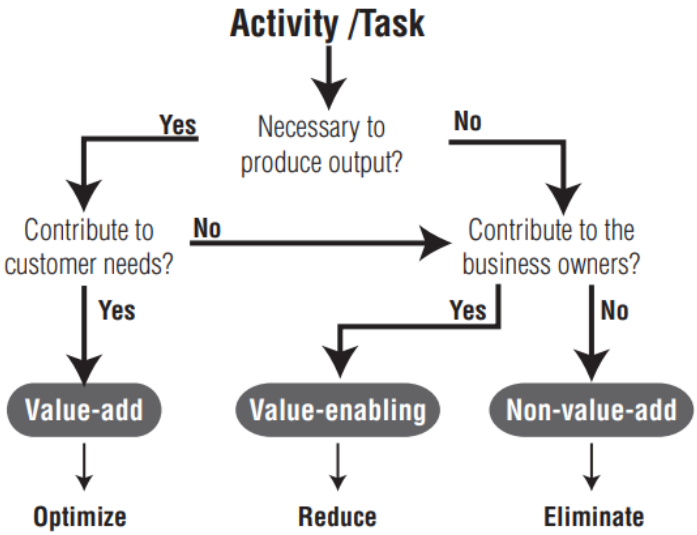
maupun jasa yang dapat memberikan dampak positif pada nilai jual, dan meliputi pekerjaan yang membuat *customer* merasa ingin membeli produk yang ditawarkan.

2. *Necessary but Non-Value Added* (NNVA)

   Necessary but non-value added (NNVA) adalah aktivitas yang memiliki efektivitas dan efisiensi tinggi dalam proses namun tidak memberikan nilai secara langsung apabila ditinjau dari sudut pandang *customer*.

3. *Non-Value Added* (NVA)

   Non-value added (NVA) merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah terhadap proses maupun produk sehingga aktivitas tersebut harus diminimalisir agar produktivitas kerja meningkat.



Gambar 2. 1 Skema Tipe Aktivitas
(Sumber: George, 2010)

2.1.2 Seven Waste

Elemen kunci dari strategi *lean* adalah untuk mengembangkan sistem yang memiliki kemampuan untuk mengidentifikasi serta membedakan antara aktivitas yang memberi nilai tambah (*value added*) dan aktivitas yang tidak memberi nilai tambah (*non-value added*) (Khalil *et al.*, 2013). Dikutip dari Hines dan Taylor (2000) terdapat tujuh jenis *waste* yang umumnya terjadi, diantaranya yaitu:

1. *Overproduction*

   Waste overproduction merupakan pemborosan yang terjadi ketika memproduksi produk dalam jumlah terlalu banyak atau dalam waktu yang

terlalu cepat. *Waste overproduction* ini dapat menyebabkan terganggunya aliran informasi dan kelebihan persediaan (*excess inventory*) (Hines dan Taylor, 2000). *Overproduction* dianggap sebagai pemborosan yang paling serius karena dapat menghambat kelancaran arus produk atau jasa. Produksi yang berlebihan juga cenderung menghambat produktivitas dan kualitas karena adanya kemungkinan kecacatan tidak terdeteksi lebih awal (Hines dan Rich, 1997).

2. *Defects*

   Defect atau cacat merupakan kesalahan yang terjadi pada proses pengerjaan, permasalahan pada kualitas produk, maupun hasil dari kinerja pengiriman yang buruk (Hines dan Taylor, 2000). *Waste* ini berpengaruh terhadap biaya langsung sehingga pada filosofi *lean manufacturing* menerapkan bahwa cacat harus dianggap sebagai peluang untuk terus melakukan perbaikan (Hines dan Rich, 1997).

3. *Excess Inventory*

   Adanya penyimpanan yang berlebihan (*excess inventory*) dan keterlambatan informasi maupun keterlambatan produk dapat menimbulkan biaya yang berlebihan dan menurunnya kepuasan pelanggan (Hines dan Taylor, 2000). *Waste excess inventory* cenderung akan meningkatkan *lead time*, menghambat identifikasi permasalahan secara cepat dan memerlukan kebutuhan ruang yang besar sehingga dapat mengurangi lancarnya proses komunikasi didalamnya (Hines dan Rich, 1997).

4. *Innapropiate Processing*

   Waste ini terjadi ketika suatu proses kerja dilakukan dengan menggunakan seperangkat alat, prosedur, ataupun sistem yang tidak sesuai dengan pendekatan yang lebih simpel dan lebih efektif (Hines dan Taylor, 2000). Kondisi yang ideal adalah memiliki mesin sekecil mungkin sesuai kapasitasnya yang mampu menghasilkan kualitas yang dibutuhkan dan terletak sesuai urutan operasinya (Hines dan Rich, 1997).

5. *Excessive Transportation*

   Excessive transportation merupakan *waste* yang terjadi akbibat adanya pergerakan ataupun perpindahan yang berlebihan terhadap orang, informasi,

maupun material sehingga dapat mengakibatkan pemborosan waktu, tenaga dan biaya (Hines dan Taylor, 2000).

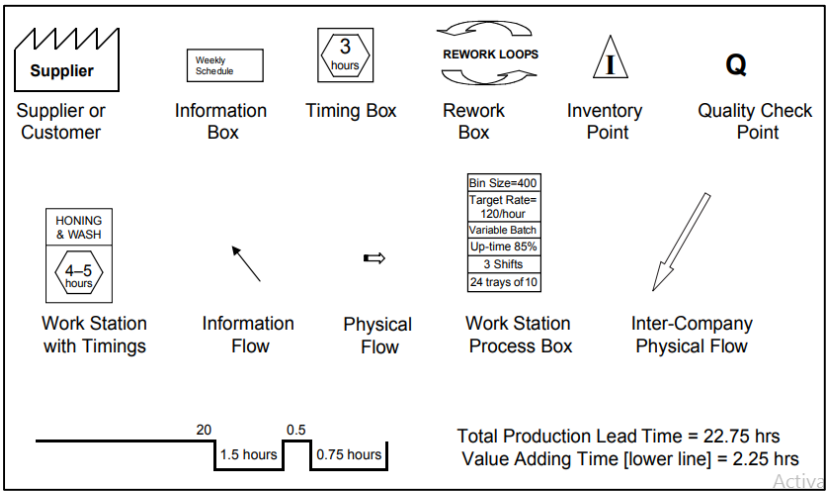
6. *Waiting*

   Waste waiting adalah periode tidak aktif dalam waktu lama bagi pekerja, informasi, maupun material sehingga menyebabkan aliran buruk dan waktu tunggu yang lama (Hines dan Taylor, 2000). *Waste* ini terjadi setiap kali material tidak bergerak atau tidak sedang dikerjakan karena menunggu proses selanjutnya (Hines dan Rich, 1997).

7. *Unnecessary Motion*

   Lingkungan dan tempat kerja yang buruk mengakibatkan ergonomi yang buruk seperti membungkung atau melakukan peregangan yang berlebihan. Selain itu barang yang tidak diatur dengan baik memiliki risiko kehilangan ataupun susah dicari (Hines dan Taylor, 2000). *Waste* semacam ini juga melelahkan bagi pekerja dan cenderung mengakibatkan produktivitas menurun dan kualitas yang buruk (Hines dan Rich, 1997).

2.2 *Value Stream Mapping* (VSM)

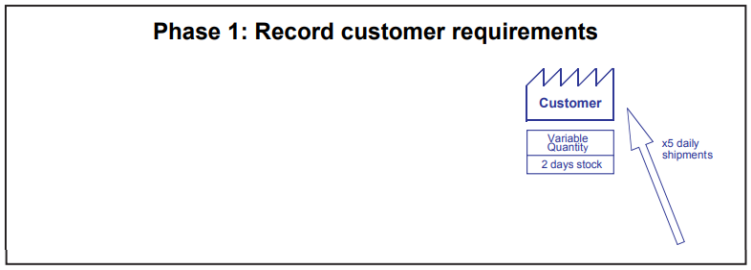


Gambar 2. 2 *Icon Value Stream Mapping*
(Sumber: Hines dan Taylor, 2000)

Value stream mapping merupakan gambaran visual yang membantu melihat dan memahami aliran material dan informasi suatu produk mulai dari *supplier* hingga ke *customer* (Rother dan Shook, 2003). *Value stream mapping* secara sederhana merupakan alat teknis untuk merancang sistem *lean* dengan menitikberatkan pada ketidakpuasan akbibat adanya *waste* dalam sistem suatu

organisasi dan membantu melihat keterkaitan pada rantai proses (Liker dan Meier, 2006). Adapun *icon-icon* yang sering digunakan dalam menggambarkan VSM dapat dilihat pada Gambar 2.2. Menurut Hines dan Taylor (2000) penggambaran VSM dapat dilakukakan dalam lima fase secara berurutan sebagai berikut:

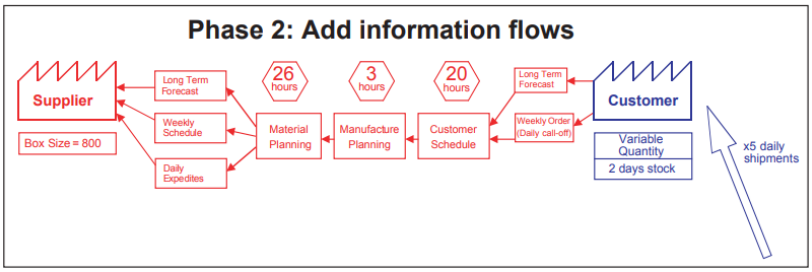
1. Fase 1: *Customer Requirement*



Gambar 2. 3 Fase 1 Penggambaran VSM
(Sumber: Hines dan Taylor, 2000)

Fase pertama yang perlu dilakukan yaitu mengidentifikasi *product family* yang akan dipetakan, *customer demand*, kapan produk dibutuhkan, banyak part yang dibuat, kapasitas dan frekuensi pengiriman, *packaging* yang dibutuhkan, serta jumlah persediaan yang perlu disimpan untuk kebutuhan *customer*.

2. Fase 2: *Information Flow*



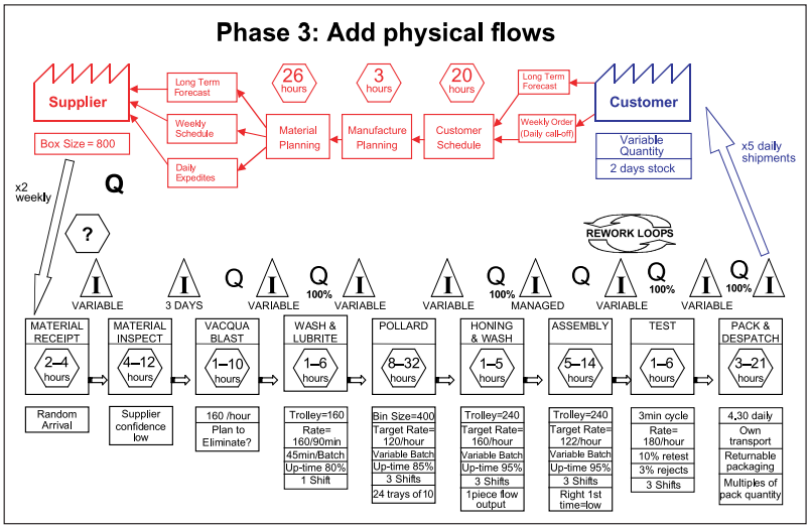
Gambar 2. 4 Fase 2 Penggambaran VSM
(Sumber: Hines dan Taylor, 2000)

Pada fase kedua menggambarkan aliran informasi dari *supplier* ke *customer* yang meliputi informasi *forecast demand* dan pembatalan order, departemen terkait, lama tahapan sebelum diproses, informasi kepada *supplier* serta persyaratan *order* yang perlu disepakati.

3. Fase 3: *Physical Flows*

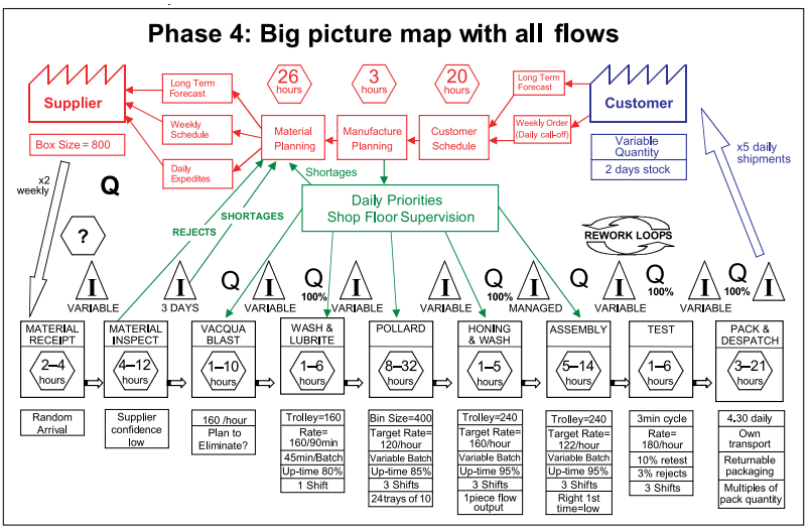
Fase ketiga menggambarkan aliran fisik yang meliputi aliran *inbound* bahan baku dan aliran proses internal. Informasi yang dibutuhkan untuk aliran *inbound* meliputi informasi jenis dan jumlah produk yang dibutuhkan sesuai

demand, lama waktu memproses bahan baku menjadi produk jadi dan informasi lain yang berhubungan dengan material. Sedangkan informasi untuk aliran proses internal meliputi jumlah persediaan di gudang, titik pelaksanaan inspeksi, jumlah cacat, waktu siklus, *bottleneck*, waktu operasi setiap stasiun kerja, serta jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan. Penggambaran VSM pada fase tiga dapat dilihat pada Gambar 2.5 berikut ini.



Gambar 2. 5 Fase 3 Penggambaran VSM
(Sumber: Hines dan Taylor, 2000)

4. Fase 4: *Linking Physical and Information Flow*

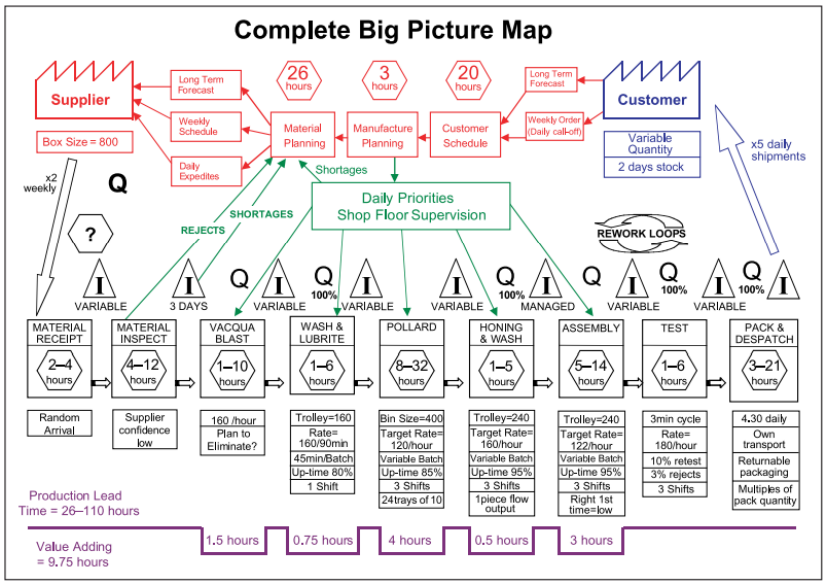


Gambar 2. 6 Fase 4 Penggambaran VSM
(Sumber: Hines dan Taylor, 2000)

Pada fase ini aliran informasi dan fisik digabungkan dengan menggunakan tanda panah yang menunjukkan tautan antara satu simbol dengan simbol

lainnya. Penggabungan aliran berisi informasi terkait penjadwalan yang digunakan, instruksi kerja dan sumber informasi yang dialirkan.

5. Fase 5: *Complete Map*



Gambar 2. 7 Fase 5 Penggambaran VSM
(Sumber: Hines dan Taylor, 2000)

Fase terakhir yaitu melengkapi keterangan *lead time* dan *value added time* pada proses yang sudah digambarkan sebelumnya.

2.3 *Process Activity Mapping*

Process activity mapping (PAM) merupakan *tools* yang digunakan untuk mendapatkan gambaran aktivitas dalam suatu proses dan dapat digunakan untuk mengurangi aktivitas yang tidak diperlukan dengan cara menyederhanakan aliran dari aktivitas dalam suatu proses (Hines dan Taylor, 2000). Dalam pembuatan PAM dilakukan identifikasi tahapan aktivitas mulai dari *operation*, *transportation*, *inspection*, *delay*, dan *storage* yang selanjutnya akan dikelompokkan berdasarkan tipe aktivitas yaitu *value added*, *non- value added*, dan *necessary but non-value added*. Contoh penyusunan PAM dapat dilihat pada Gambar 2.8. Berikut ini adalah langkah-langkah dalam pembuatan PAM menurut (Hines dan Rich, 1997)

1. Studi mengenai aliran proses.
2. Identifikasi *waste* (pemborosan).
3. Pertimbangan urutan proses apakah dapat disusun kembali dalam urutan yang lebih efisien.

4. Pertimbangan pola aliran yang lebih abik dengan tata letak aliran yang berbeda atau rute pengangkutan.
5. Pertimbangan segala aktivitas yang dilakukan pada setiap proses atau tahap benar-benar diperlukan dan apakah dampak yang terjadi apabila aktivitas tersebut dihilangkan.

Activity Code	Flow Process	Machine/Tools	Distance (metre)	Time	Activity					Description	Category
					Operation	Transportation	Inspection	Storage	Delay		
Registration counters											
F1	Registration			0:00:30	O	T	I	S	D		VA
F2	Waiting for the letter of warranty check preparation			0:06:44	O	T	I	S	D		NVA
F3	Officer prepare the letter of warranty check	Computer, printer		0:01:30	O	T	I	S	D	1 Server, 1 Operator	VA
F4	Waiting for the registration			0:01:00	O	T	I	S	D		NVA
F5	The officier makes the registration form	Computer, printer		0:01:15	O	T	I	S	D	1 Server, 1 Operator	VA
F6	Waiting for the package submission (Letter of warranty check +registration)			0:01:19	O	T	I	S	D		NVA
F7	Leading to the cardiac poly		60	0:05:19	O	T	I	S	D		NNVA
Cardiac Poly											
F8	Waiting for blood pressure measurement			0:00:00	O	T	I	S	D		NVA
F9	Blood pressure measurement			0:01:19	O	T	I	S	D	1 nurse	VA
F10	Waiting for medical record process			0:20:06	O	T	I	S	D		NVA
F11	Processing patient medical record			0:01:34	O	T	I	S	D	2 nurse	VA
F12	Waiting for ECG process			0:05:00	O	T	I	S	D	2 server	NVA
F13	ECG process	Electrocardiogram		0:04:40	O	T	I	S	D		VA
F14	Waiting for doctor medical checking			0:20:00	O	T	I	S	D	2-4 doctors	NVA
F15	Doctor medical checking			0:04:58	O	T	I	S	D		VA
TOTAL	15 Steps		60	1:15:14	7	1	-	-	7		

Operation	0:15:48
% Value added activity	21,09%
Delay	0:53:50
% Non value added activity	71,84%
Transportation	0:05:19
% Necessary but non value added activity	7,10%

Gambar 2. 8 Contoh *Process Activity Mapping*
(Sumber: Meilani, Siska dan Elysa, 2014)

2.4 *Borda Voting Method*

Borda *voting method* merupakan salah satu metode yang digunakan dalam pemilihan beberapa alternatif. Dalam metode ini pemilihan alternatif dilakukan dengan memberikan peringkat pada masing-masing alternatif berdasarkan preferensi. Pemberian peringkat dilakukan pada N alternatif oleh *multiple voters* dengan poin penilaian N-1, N-2, …, dan 0 untuk peringkat pertama, peringkat kedua, hingga peringkat terakhir. Metode ini dapat menentukan hasil peringkat dari alternatif yang telah ditentukan dengan meminimalisir jumlah variasi pada setiap kriteria (Lansdowne dan Woodward, 1996). Menurut (Emerson, 2013) metode ini dapat mengatasi kekurangan pada metode lain dimana pada metode lain kriteria yang tidak berada pada peringkat pertama akan secara otomatis dihapuskan.

Perhitungan Borda *voting method* dilakukan dengan mengunakan rumus pada persamaan berikut.

$bi = \sum_k (N - r_{ik})$ ……..……...……..…… (2.1)

Keterangan:

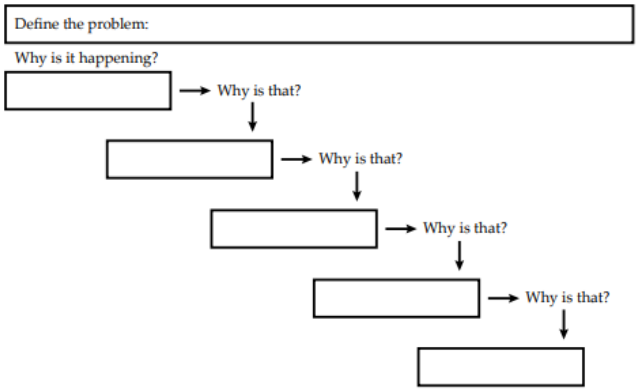
bi = Nilai Borda

N = Jumlah kandidat alternatif

r_{ik} = peringkat alternatif i berdasarkan kriteria k

2.5 *Root Cause Analysis (RCA)*

Root cause analysis merupakan metode terstruktur yang dapat digunakan untuk membantu mengidentifikasi faktor-faktor mendasar yang menjadi penyebab terjadinya suatu permasalahan. Memperbaiki akar penyebab permasalahan bertujuan untuk menghindari terulangnya permasalahan yang sama. Pendekatan ini cenderung memberikan solusi jangka panjang untuk meningkatkan sistem (Glockling, 2012). Terdapat beberapa metode dalam *root cause analysis* diantaranya yaitu *cause and effect diagram* (CED), *cause and effect diagram wih the addition of cards* (CDEAC), 5 *whys, tree diagram, apollo root cause analysis* (ARCA), dan *kepner-tregoe (K-T) approach* (Sarkar, Mukhopadhyay dan Ghosh, 2013). Metode *root cause analysis* yang digunaka pada penelitian tugas akhir ini yaitu menggunakan metode 5 *whys*. Dalam metode 5 *whys* tersebut dilakukan bertanya "mengapa" sebanyak lima kali sampai ke akar penyebab kegagalan/permasalahan (Sarkar, Mukhopadhyay dan Ghosh, 2013). Berikut adalah ilustrasi penggunaan metode 5 *whys*.



Gambar 2. 9 Ilustrasi Penggunaan Metode 5 *Why's*
(Sumber : Serrat, 2017)

2.6 *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

FMEA merupakan metode sistematis untuk mengidentifikasi dan mencegah masalah pada produk dan proses sebelum terjadi. Tujuan FMEA adalah untuk mencari cara bagaimana suatu produk atau proses dapat gagal atau yang disebut sebgai mode kegagalan dan kemudian menghilangkan atau menguranginya. Setiap mode kegagalan memiliki efek potensial dan beberapa efek terjadi lebih sering dibanding dengan yang lain. Selain itu, setiap efek potensial memiliki risiko relatif yang terkait dengannya (Bennett, McDermott dan Beauregard, 2017). FMEA digunakan untuk mengklasifikasikan seluruh potensi kegagalan berdasarkan 3 kriteria yaitu *severity*, *occurence* dan *detection* (Sarkar, Mukhopadhyay dan Ghosh, 2013).

Severity merupakan tingkat keparahan jika kegagalan terjadi. Berikut pada Tabel 2.6 menunjukkan kriteria *ranking* untuk *severity* (Bennett, McDermott dan Beauregard, 2017).

Tabel 2. 1 Kriteria *Severity* pada FMEA

Effect	*Criteria : Severity of Effect on Process*	*Ranking*
Failure to meet safety and/or regulatory requirements	*May endanger operator (machine or assembly) without warning.*	10
	May endanger operator (machine or assembly) with warning.	9
Major Disruption	*100% product may have to be scrapped. Line shutdown or stop ship.*	8
Significant Disruption	*A portion of the production run may have to be scrapped. Deviation from primary process including decreased line speed or addedd manpower.*	7
Moderate Disruption	*100% of production run may have to be reworked off-line and accepted.*	6
	A portion of the production run may have to be reworked off-line and accepted.	5
	100% of the production run may have to be reworked in station before it is processd.	4
	A portion of the production run may have to be reworked off-line and accepted.	3
Minor Disruption	*Slight inconvinience to process, operation, or operator.*	2
No Effect	*No discernible effect.*	1

Sumber: FMEA 4th Edition, 2008 Manual

Occurence merupakan frekuensi terjadinya kegagalan dalam *failure mode.* Berikut pada Tabel 2.7 menunjukkan kriteria *ranking* untuk *occurence* (Bennett, McDermott dan Beauregard, 2017).

Tabel 2. 2 Kriteria *Occurence* pada FMEA

Likelihood of Failure	***Criteria : Occurrence of Cause***	***Ranking***
Very High	≥ 100 *per thousand* ≥ 1 *in* 10	10
High	50 *per thousand* 1 *in* 20	9
	20 *per thousand* 1 *in* 50	8
	10 *per thousand* 1 *in 100*	7
Moderate	2 *per thousand* 1 *in* 500	6
	0.5 *per thousand* 1 *in* 2.000	5
	0.1 *per thousand* 1 *in* 10.000	4
Low	0.01 *per thousand* 1 *in* 100.000	3
	≤ 0.001 *per thousand* 1 *in* 1.000.000	2
Very Low	*Failure is eliminated through preventive control.*	1

Sumber: FMEA 4th Edition, 2008 Manual

Sedangkan *detection* merupakan tingkat kesulitan dalam mendeteksi kegagalan. Berikut pada Tabel 2.3 menunjukkan kriteria *ranking* untuk *severity* (Bennett, McDermott dan Beauregard, 2017).

Tabel 2. 3 Kriteria *Detection* pada FMEA

Opportunity for detection	***Criteria : Likelihood of detection by process control***	***Ranking***	***Likelihood of Detection***
No Detection Opportinity	*No current process control; cannot detect or is not analyzed.*	10	*Almost impossible*
Not Likely to Detect at any Stage	*Failure Mode and/or Error (Cause) is not easily detected (e.g., random audits).*	9	*Very Remote*
Problem Detection Postprocessing	*Failure Mode detection postprocessing by operator through visual/tactile/audible means.*	8	*Remote*
Problem Detection at Source	*Failure Mode detection in-station by operator through visual/tactile/audible means or postprocessing through use of attribute gauging (go/no-go, manual torque check/ clicker wrench, etc.)*	7	*Very Low*

Sumber: FMEA 4th Edition, 2008 Manual

Tabel 2.3 Kriteria *Detection* pada FMEA (lanjutan)

Opportunity for detection	*Criteria : Likelihood of detection by process control*	*Ranking*	*Likelihood of Detection*
Problem Detection Postprocessing	*Failure Mode detection postprocessing by operator Through use of variable gauging or in-station by operator through use of attribute gauging (go/no-go, manual torque check/ clicker wrench, etc.)*	6	*Low*
Problem Detection at Source	*Faillure Mode or Error (Cause) detection in-station by operator through variable gauging or by automated control in-station will detect discrepant part and notify operator (light, buzzer, etc). Gauging performed on setup and first-piece check (for setup causes only)*	5	*Moderate*
Problem Detection Post Processing	*Failure Mode detection postprocessing by automated controls that will detect discrepant part and lock part to prevent further processing.*	4	*Moderate High*
Problem Detection at Source	*Failure Mode detection in-station by automated controls thet will detect discrepant part and automatically lock part in Failure Mode detection in-station by automated controls that will detect discrepant part and automatically lock part in station to prevent further processing.*	3	*High*
Error Detection and/or Problem Prevention	*Error (Cause) detection in-station by automated controls that will detect, error and prevent discrepant part from being made.*	2	*Very High*
Detection Not Applicable Error Prevention	*Error (Cause) prevention as a result of fixture design, machine design, or part design. Discrepant parts cannot be made because item has been error-proofed by process/product design.*	1	*Almost Certain*

Sumber: FMEA 4th Edition, 2008 Manual

Ketiga kriteria FMEA tersebut masing-masing memiliki skala 1-10 (Dale, 2003). Adapun langkah-langkah dalam penggunaan metode FMEA menurut Bennett, McDermott dan Beauregard (2017) adalah sebagai berikut:

1. Meninjau proses atau produk.
2. *Brainstorming* potensi mode kegagalan.
3. Membuat daftar efek potensial dari setiap mode kegagalan.
4. Menetapkan peringkat keparahan untuk setiap efek.
5. Menetapkan peringkat frekuensi kejadian untuk setiap mode kegagalan.
6. Menetapkan perigkat deteksi untuk setiap mode kegagalan.

7. Menghitung RPN (*Risk Number priority*) untuk setiap efek.
8. Memprioritaskan mode kegagalan.
9. Mengambil tindakan untuk menghilangkan atau mengurangi mode kegagalan berisiko tinggi.
10. Menghitung RPN yang dihasilkan saat mode kegagalan dikurangi atau dihilangkan.

Pendekatan FMEA yang dilakukan dalam penelitian tugas akhir ini yaitu mengadopsi pada perhitungan RPN (*risk priority number*). Setelah ditemukan akar penyebab permasalahan dari hasil *root cause analysis* selanjutnya dilakukan perhitungan nilai RPN untuk mencari akar penyebab kritis yang memerlukan perbaikan berdasarkan nilai RPN paling tinggi. Perhitungan RPN dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$RPN = severity\ x\ occurence\ x\ detection \quad (2.2)$$

Berikut pada Tabel 2.4 merupakan penentuan kategori risiko berdasarkan nilai RPN yang didapatkan (Abdelgawad dan Fayek, 2010).

Tabel 2. 4 Kategori Risiko berdasarkan RPN

Level	**Nilai RPN**	**Perlakuan**
Almost None (AN)	RPN < 25.5	Hampir tidak ada risiko, tidak diperlukan tindakan perbaikan.
Very Low (VL)	25 ≤ RPN < 87.5	Risiko sangat rendah, tidak perlu mengambil tindakan perbaikan.
Low (L)	87.5 ≤ RPN < 162.5	Prioritas rendah untuk mengambil tindakan perbaikan.
Low-Medium (L-M)	162.5 ≤ RPN < 250	Prioritas cukup moderat untuk mengambil tindakan perbaikan, mempertimbangkan mitigasi.
Medium (M)	250 ≤ RPN < 350	Prioritas moderat untuk mengambil tindakan perbaikan, mempertimbangkan mitigasi.
High-Medium (H-M)	350 ≤ RPN < 462.5	Prioritas cukup tinggi untuk mengambil tindakan perbaikan , mempertimbangkan mitigasi.
Low-High (L-H)	462.5 ≤ RPN < 587.5	Prioritas tinggi untuk mengambil tindakan perbaikan untuk menghindari risiko.
High (H)	587.5 ≤ RPN < 725	Risiko tinggi, diperlukan tindakan perbaikan untuk menghindari risiko.
Very High (VH)	RPN ≥ 725	Sangat memerlukan adanya tindakan perbaikan, mempertimbangkan alternatif penghindaran risiko.

Sumber: Abdelgawad dan Fayek, 2010

2.7 *Value Analysis*

Value analysis dapat didefinisikan sebagai proses peninjauan sistematis yang bersifat universal dan dapat digunakan untuk menganalisis produk atau layanan agar upaya pemenuhan kepuasan *customer* dapat dilaksanakan dengan biaya seminimum mungkin yang konsisten pada tingkat performansi dan keandalan tertentu (Rich dan Holweg, 2000). Terdapat 4 tipe *value* menurut (Chougule, 2012) diantaranya adalah sebagai berikut:

1. *Use value*, yang didasarkan pada sifat fungsional suatu produk atau layanan.
2. *Cost value*, yang didasarkan pada biaya minimum untuk mencapai fungsi yang bermanfaat.
3. *Esteem Value*, yang didasarkan pada sifat-sifat produk yang berkontribusi pada kebanggaan dalam konteks kepemilikan.
4. *Exchange value*, yang didasarkan pada properti berharga untuk tujuan pertukaran seperti misalnya perabotan antik.

Definisi nilai (*value*) oleh Richard (1999) dijabarkan dalam rumus sebagai berikut:

$$Value = \frac{Performance\ (P)}{Cost\ (C)} \quad \text{.....} \quad (2.3)$$

Pehitungan *value* dapat digunakan untuk membandingkan setiap alternatif perbaikan dan memilih berdasarkan kriteria performansi dan biaya alternatif. Untuk menghitung *value* dari setiap alternatif digunakan rumus sebagai berikut:

$$PC_n = \frac{P_n}{P_o} x PC_o \quad \text{.....} \quad (2.4)$$

$$C_n = C_o + Biaya\ perbaikan \quad \text{.....} \quad (2.5)$$

$$V_n = \frac{PC_n}{C_n} \quad \text{.....} \quad (2.6)$$

Keterangan:

PC_n = biaya performansi ke-n

P_n = performansi alternatif ke-n

P_o = performansi kondisi eksisting

PC_o = biaya performansi kondisi eksisting

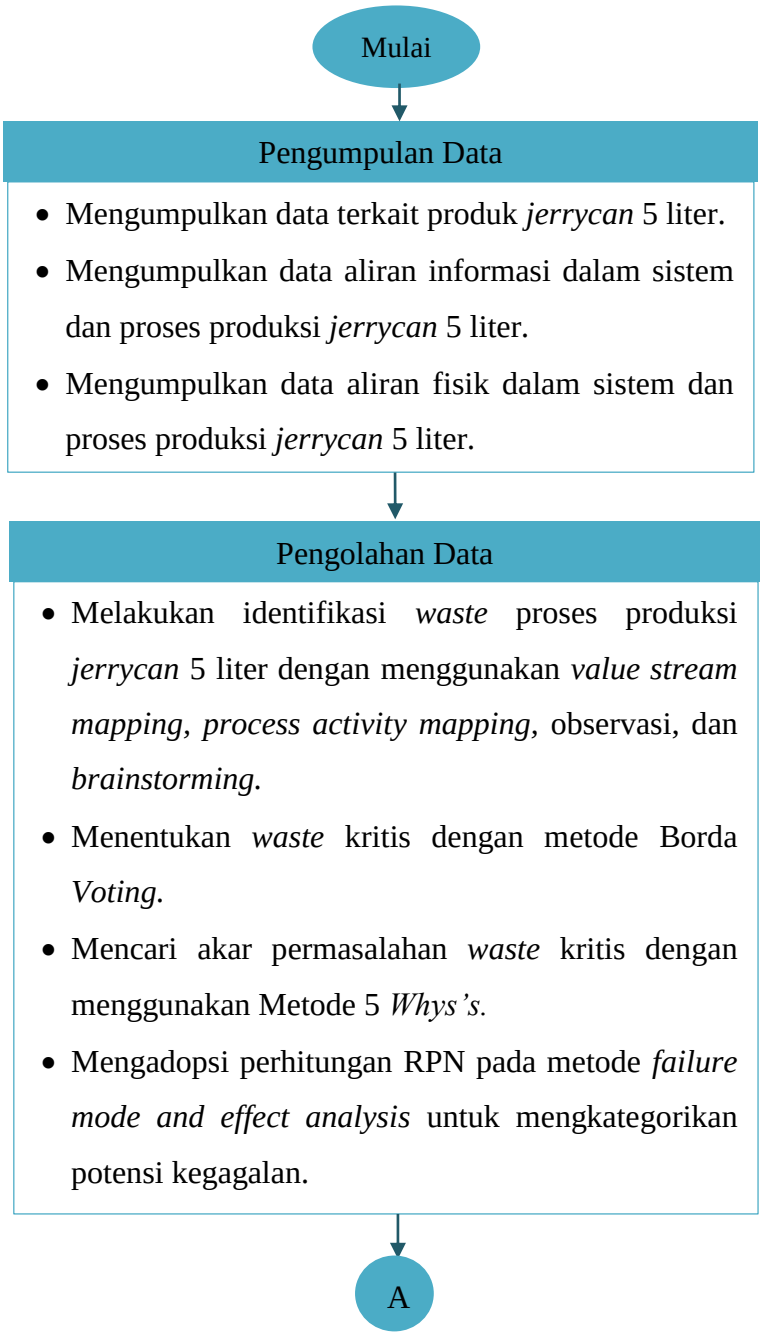
C_n = biaya perbaikan alternatif ke-n

C_o = biaya kondisi eksisting

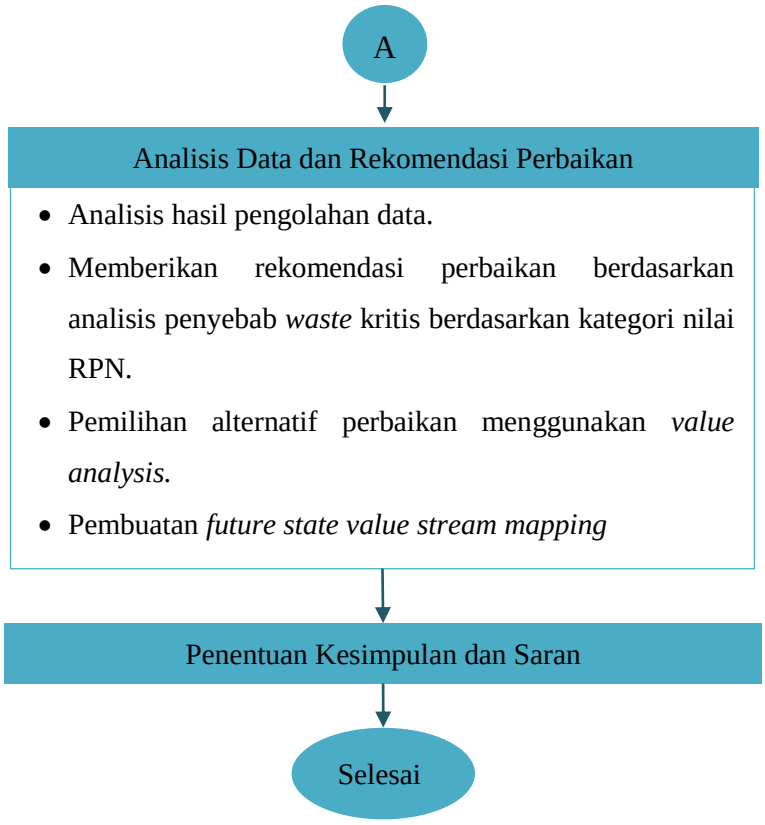
V_n = *value* alternatif ke-n

BAB 3
METODOLOGI

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai metodologi yang digunakan sebagai dasar dalam melakukan penelitian. Gambar 3.1 berikut ini merupakan gambar diagram alir (*flowchart*) dalam pelaksanaan penelitian tugas akhir.



Gambar 3. 1 *Flowchart* Metodologi Penelitian



Gambar 3.1 *Flowchart* Metodologi Penelitian (Lanjutan)

Penjelasan diagram alir pada Gambar 3.1 akan dibahas secara mendetail pada subbab-subbab berikut ini.

3.1 Tahap Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan data yang akan digunakan sebagai *input* terhadap pengolahan data sesuai dengan metode yang digunakan dalam penelitian ini. Data yang diambil pada tahap ini berupa data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diambil secara langsung baik melalui wawancara dengan pihak perusahaan yang bersangkutan maupun observasi lapangan. Sedangkan data sekunder merupakan data historis yang diberikan oleh pihak perusahaan. Data-data yang dikumpulkan dalam tahap ini diantaranya yaitu data mengenai sistem dan proses produksi, spesifikasi produk, data aliran informasi dan aliran material proses produksi *jerrycan* 5 liter.

3.2 Tahap Pengolahan Data

Tahap selanjutnya setelah pengumpulan data yaitu tahap pengolahan data. Pada tahap ini dilakukan identifikasi proses produksi *jerrycan* 5 liter pada kondisi

eksisting dengan menggunakan *value stream mapping* dan *process activity mapping*. Melalui penggambaran *value stream mapping* dapat diketahui efektifitas waktu yang digunakan perusahaan beserta sumber pemborosan dengan melihat hubungan dalam aliran material dan aliran informasi pada proses produksi. Sedangkan melalui pemetaan PAM diketahui tipe-tipe aktivitas yang dilakukan pada proses produksi *jerrycan* 5 liter. Dari VSM, PAM, observasi, dan *brainstorming* kemudian dilakukan identifikasi *waste* yang terjadi pada kondisi eksisting.

Selanjutnya dilakukan penentuan *waste* kritis dengan menggunakan Borda *Voting Method.* Pada metode tersebut dilakukan pengisian kuisioner oleh pihak perusahaan yang bersangkutan. Kemudian hasil pengisian kuisioner dihitung dengan menggunakan persamaan (2.1). Dari hasil perhitungan tersebut dapat diketahui peringkat dari setiap *jenis waste.* Semakin tinggi peringkat *waste* maka semakin kritis *waste* tersebut.

Setelah mengetahui jenis *waste* kritis maka selanjutnya yaitu mencari akar permasalahan pada *waste* kritis dengan menggunakan metode RCA (*Root Cause Analysis*) melalui pendekatan 5 *why's.* Setelah mengetahui akar permasalahan kemudian dilakukan penentuan akar penyebab paling kritis dengan menggunakan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) dengan mengadopsi perhitungan RPN (*Risk Priority Number*). Berikut pada Tabel 3.1 merupakan *worksheet* yang akan digunakan dalam menghitung nilai RPN.

Tabel 3. 1 *Worksheet* FMEA

Potential failure	***Potential Effect***	***Severity***	***Potential cause***	***Occurence***	***Control***	***Detection***	***RPN***

Sumber: FMEA 4th Edition, 2008 Manual

Keterangan:

- *Potential failure*: merupakan potensi kegagalan yang diperoleh dari *sub waste* hasil 5 *why's*.
- *Potential effect:* merupakan konsekuensi yang diperoleh jika *potential failure* terjadi.

- *Severity:* merupakan tingkat keparahan yang ditimbulkan ketika kegagalan terjadi, penilaian berdasarkan kriteria *severity* 1-10.
- *Potential cause:* merupakan penyebab terjadinya kegagalan yang ditentukan berdasarkan analisis 5 *whys's* pada item yang paling akhir.
- *Occurrence:* merupakan frekuensi terjadinya kegagalan, penilaian berdasarkan kriteria *ocurrence* 1-10.
- *Control:* merupakan tindakan yang sudah ada untuk mengurangi risiko penyebab terjadinya kegagalan.
- *Detection:* merupakan tingkat kesulitan dalam melakukan pendeteksian terjadinya suatu kegagalan, penilaian berdasarkan kriteria *detection* 1-10.
- RPN: merupakan peringkat dari masing masing potensi kegagalan

Pengisian *worksheet* FMEA dilakukan oleh pihak *expert* perusahaan, kemudian untuk menghitung nilai RPN dilakukan dengan menggunakan rumus pada persamaan (2.2).

3.3 Tahap Analisis dan Rekomendasi Perbaikan

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap hasil pengolahan data yang telah dilakukan. Selanjutnya dilakukan usulan perbaikan yang sesuai berdasarkan hasil dari analisis data. Perbaikan diusulkan dengan memperhatikan hasil pada metode FMEA dimana perbaikan dilakukan mulai dari kategori potensi kegagalan dengan nilai RPN tertinggi. Rekomendasi perbaikan pada setiap kategori nilai RPN dijadikan satu alternatif untuk memudahkan perhitungan. Alternatif perbaikan kemudian dikombinasikan dan dilakukan perhitungan *value* dengan memperhatikan performansi dan biaya setiap alternatif. Perhitungan *value* dilakukan dengan menggunakan persamaan (2.4), (2.5), dan (2.6). Kemudian dibuat *future state value stram mapping* dari alternatif perbaikan terpilih.

3.4 Tahap Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini dilakukan penarikan kesimpulan dari hasil penelitian tugas akhir dan juga saran untuk perusahaan serta saran untuk penelitian selanjutnya agar dapat dikembangkan menjadi lebih baik lagi.

BAB 4
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai pengumpulan data yang diperoleh dari perusahaan beserta hasil pengolahan data untuk menjawab rumusan masalah.

4.1 Pengumpulan Data

Pada subbab pengumpulan data berisi penjelasan menganai proses produksi pembuatan *jerrycan* 5 liter yang terdiri dari penjelasan spesifikasi produk, penjelasan aliran informasi dan penjelasan aliran fisik (material).

4.1.1 Spesifikasi Produk

Produk *jerrycan* 5 liter merupakan produk yang paling banyak dipesan *customer* dan diproduksi secara kontinu. Gambar 4.1 dibawah ini menunjukkan bentuk fisik produk *jerrycan* 5 liter yang diproduksi oleh PT. KEMASAN.

Gambar 4. 1 *Jerrycan* 5 Liter
(Sumber: *website* PT. KEMASAN)

Adapun spesifikasi dan standar *allowance* produksi produk *jerrycan* 5 liter ditunjukkan pada Tabel 4.1 berikut ini.

Tabel 4. 1 Spesifikasi *Jerrycan* 5 Liter

Nama produk	:	*Jerrycan* 5 Liter	**Tinggi *drat* + *trap***	:	14.4 -14.6 cm
Kode produk	:	JRG-010-009	**Tinggi total**	:	327 – 331 cm
Warna	:	Natural	**Lebar total**	:	122 -126 cm
Berat	:	180 - 182 gram	**Panjang total**	:	178 – 182 cm
Diameter *drat*	:	41.8 – 42.2 cm	***Cycle time***	:	21 detik

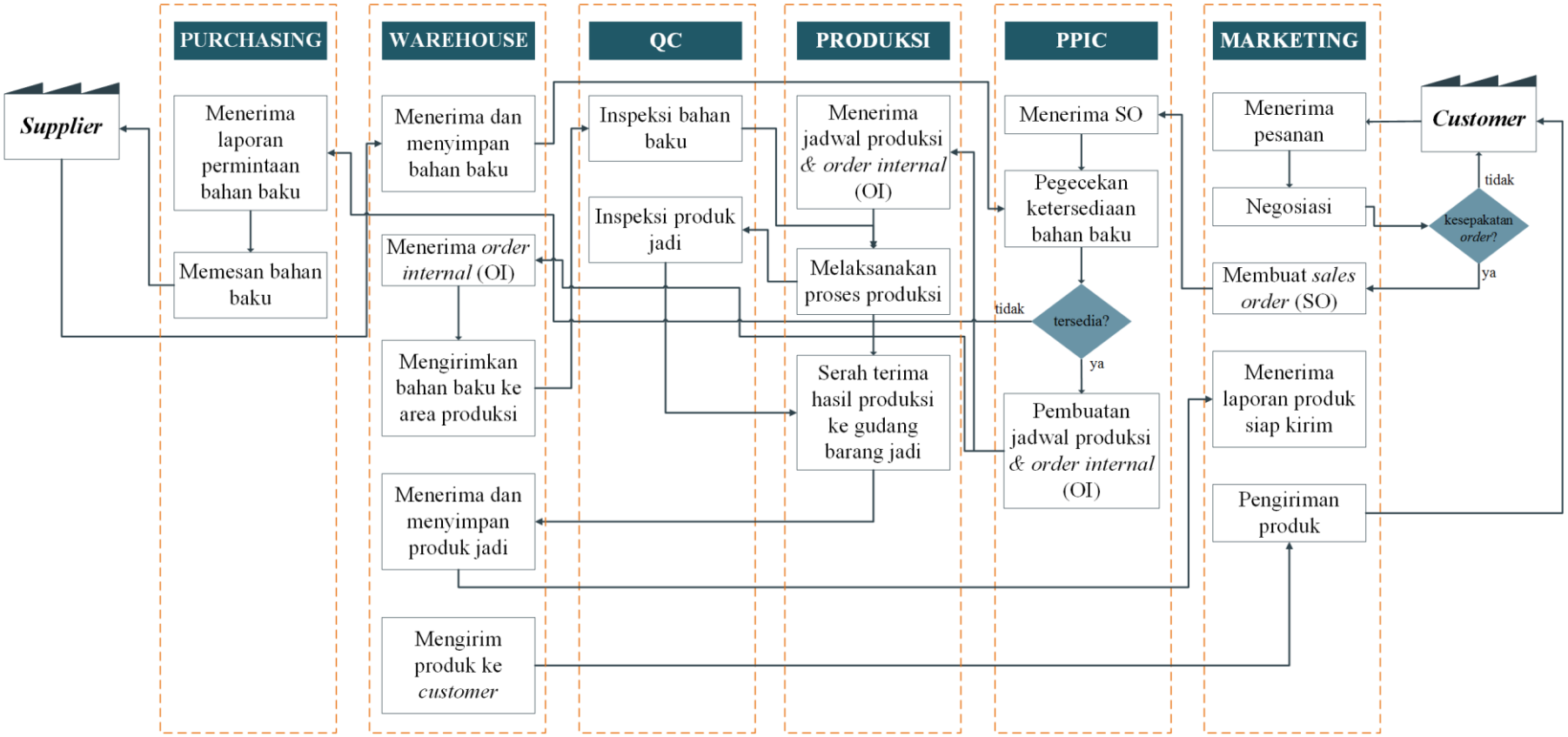
Sumber: Dokumen Kontrol PT. KEMASAN

4.1.2 Aliran Informasi Proses Produksi Jerrycan 5 Liter

Aliran informasi proses produksi *jerrycan* 5 liter berisi penjelasan alur informasi mulai dari pemesanan produk hingga produk jadi disimpan dalam gudang dan siap untuk dikirim. Berikut merupakan penjelasan aliran informasi pada aktivitas operasional produksi *jerrycan* 5 liter:

1. Pemesanan produk dilakukan oleh *customer* kepada Departemen *Marketing* melalui telepon maupun *email*. Pada tahap ini dilakukan diskusi terhadap detai pesanan seperti spesifikasi produk, kesepakatan harga, jumlah pemesanan, dan waktu pengiriman yang disepakati.
2. Pesanan yang telah disepakati dibuatkan dokumen *sales order* (SO) untuk disampaikan ke bagian *Production Planning and Inventory Control* (PPIC).
3. PPIC menerima SO dari *marketing* kemudian melakukan pengecekan ketersediaan bahan baku kepada bagian *warehouse*, apabila bahan baku tidak tersedia cukup maka menghubungi Departemen *Purchasing* untuk melakukan pembelian bahan baku. Setelah dilakukan pengecekan, PPIC membuat rancangan rencana jadwal produksi harian dan *order internal* (OI) untuk diserahkan kepada Departemen Gudang Bahan Baku dan Departemen Produksi.
4. Departemen Gudang Bahan Baku menyiapkan kebutuhan material sesuai pesanan dan jadwal produksi dan mengirimkannya ke lantai produksi.
5. Departemen produksi melakukan proses produksi sesuai dengan jadwal produksi dengan menggunakan material dari Departemen Gudang Bahan Baku.
6. QC (*quality control*) melakukan inspeksi dan uji kualitas. Hasil produksi yang lolos uji kualitas diserahkan kepada Departemen Gudang Barang Jadi untuk selanjutnya dapat dikirim kepada *customer* sesuai jadwal yang telah disepakati.

Bagan aliran informasi proses produksi *jerrycan* 5 liter dapat dilihat pada Gambar 4.2 di bawah ini.

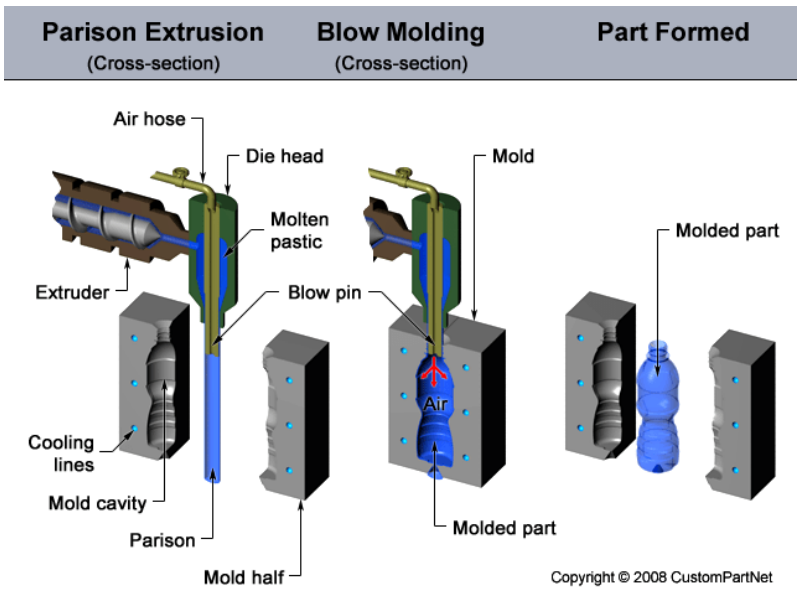


Gambar 4. 2 Aliran Informasi

4.1.3 *Aliran Fisik (Material) Proses Produksi Jerrycan 5 Liter*

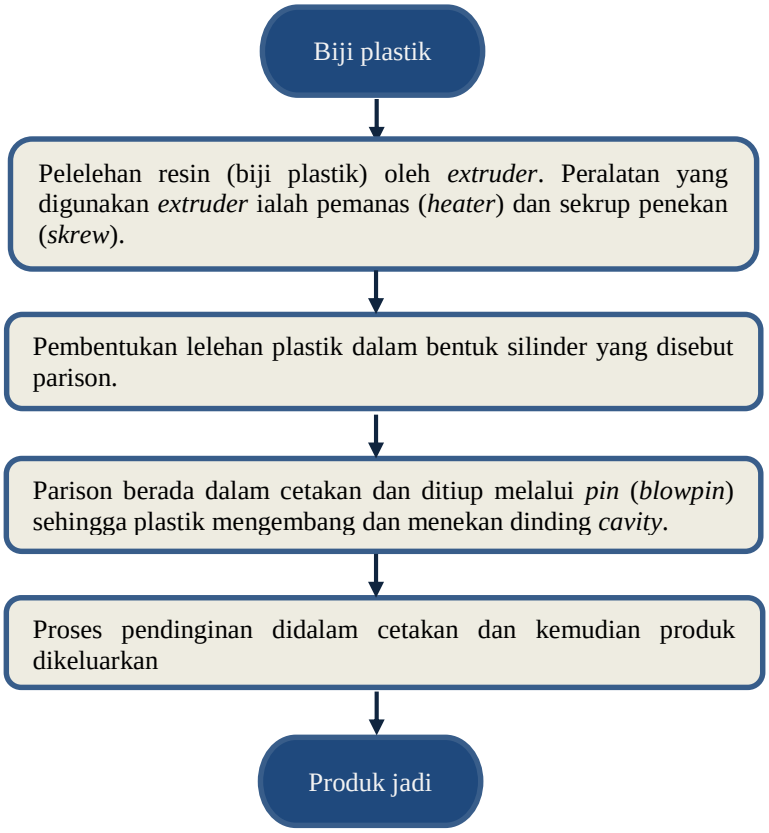
Aliran fisik (material) proses produksi *jerrycan* 5 liter berisi penjelasan mengenai alur pembentukan material mulai dari bahan baku hingga menjadi produk jadi. Berikut merupakan aliran fisik (material) pada proses produksi *jerrycan* 5 liter:

1. Material biji plastik dibawa dari gudang bahan baku ke area produksi dengan mengunakan *hand pallet*. Adapun jenis material yang digunakan yaitu *High Density Polyetilene* (HDPE) murni tanpa campuran.
2. Sesampainya di area produksi dilakukan inspeksi kualitas dan penimbangan berat material.
3. Setelah proses inspeksi dan serah terima dengan pihak produksi, material kemudian dituang kedalam tong yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan sementara sebelum diproses oleh *vacum autoloader*. Material akan secara otomatis disedot oleh *autoloader* kedalam mesin *blow molding* untuk diproses dan dibentuk menjadi *jerrycan* 5 liter.



Gambar 4. 3 Skema Kerja Mesin Blow Molding
(Sumber: mesinkemasan.co)

Pada Gambar 4.3 menunjukka skema kerja dan bagian-bagian komponen dalam mesin *blow molding.* Penjelasan menganai tahapan permesinan *blow molding* dalam melakukan proses pencetakan biji plastik menjadi produk ditunjukkan dengan *flowchart* pada Gambar 4.4 berikut ini.



Gambar 4. 4 Proses Permesinan *Blow Molding*

4. *Jerrycan* 5 liter keluar dari mesin *blowing* dan ditampung pada keranjang untuk selanjutnya dilakukan proses pemotongan atau proses *cutting* pada bagian atas dan bawah *jerrycan*. Proses pemotongan dilakukan untuk menghilangkan bagian sisa yang tidak diinginkan dan tidak sesuai spesifikasi produk. Proses pemotongan dilakukan oleh seorang operator dengan menggunakan silet.
5. *Jerrycan* ditaruh pada mesin *leak test* untuk mengecek kebocoran dan setelah itu ditampung pada keranjang yang telah disediakan.

Gambar 4. 5 Mesin *Leak Test*
(Sumber: alibaba.com)

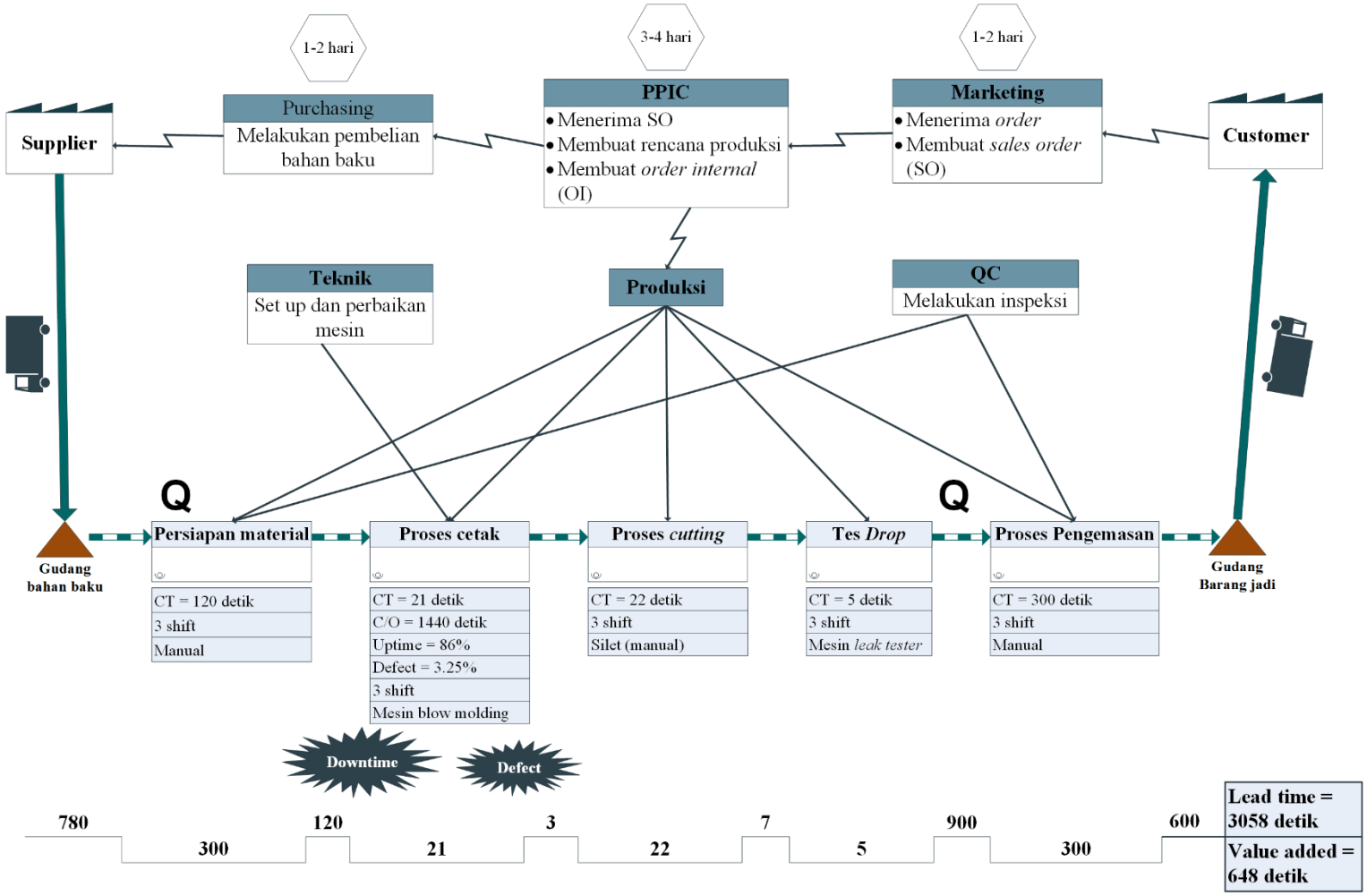
6. Staf *quality control* (QC) melakukan inspeksi, produk yang tidak lolos inspeksi ditempatkan pada karung afal, sedangkan produk yang telah lolos inpeksi dapat dikemas.
7. Produk yang selesai dikemas dikirim ke gudang barang jadi mengunakan keranjang besar.

4.2 Pengolahan Data

Pada subbab ini dilakukan pengolahan data berupa penggambaran *current state value stream mapping*, penyusunan *process activity mapping*, penentuan *waste* kritis, penentuan akar penyebab *waste* kritis, dan penentuan prioritas perbaikan akar penyebab.

4.2.1 Penggambaran Current State Value Stream Mapping (VSM)

Penggambaran *current state value stream mapping* (VSM) bertujuan untuk menggambarkan kondisi aktual dari proses pembuatan *jerrycan* 5 liter. Penggambaran dilakukan berdasarkan aliran informasi dan aliran fisik proses produksi yang telah dijelaskan pada subbab 4.2. Sedangkan waktu yang dipaparkan didasarkan pada waktu observasi karena perusahaan tidak memiliki data perhitungan waktu standar. Berikut pada Gambar 4.6 menunjukkan *current state* VSM proses pembuatan *jerrycan* 5 liter.



Gambar 4. 6 *Current State* VSM

Berdasarkan hasil pengambaran *current state* VSM pada Gambar 4.6 dapat diketahui *lead time* proses sebesar 3058 detik, sedangkan *value added time* hanya sebesar 648 detik. Selisih antara *lead time* dan *value added time* menunjukkan adanya aktivitas *non-value added.* Penyebab terjadinya selisih tersebut antara lain karena adanya aktivitas mencari material pada saat persiapan material, pergerakan *material handling* seperti mengirim bahan baku ke area produksi dan mengirim produk jadi ke area gudang bahan baku, serta waktu menunggu perbaikan mesin yang mengalami *breakdown.*

4.2.2 Penyusunan Process Activity Mapping (PAM)

Penyusunan *process activity mapping* (PAM) bertujuan untuk mengetahui lebih detail terkait proses produksi *jerrycan* 5 liter dan dapat mengkategorikan setiap aktivitas produksi kedalam lima kategori. Kategori aktivitas pada PAM yaitu meliputi *operation* (O), *transportation* (T), *inspect* (I), *storage* (S) dan *delay* (D). kelima kategori tersebut selanjutnya dapat dikelompokan lebih lanjut menjadi aktivitas *value added* (VA), *non-value added* (NVA), dan *necessary but non-value added* (NNVA). Penyusunan PAM dilakukan berdasarkan hasil observasi, SOP perusahaan, dan Gambar 4.2. Berikut Tabel 4.2 merupakan hasil penyusunan PAM pada proses produksi *jerrycan* 5 liter.

Tabel 4. 2 *Process Activity Mapping*

No	Aktivitas	Peralatan	Operator	Jarak (m)	Waktu (detik)	Jenis aktivitas					Ket
						O	T	I	S	D	
1	Mencari bahan baku	-	1	-	180				■		NVA
2	Memindahkan bahan baku ke area produksi	*Hand pallet*		45	600		■				NNVA
3	Inspeksi bahan baku	-	1	-	300			■			NNVA
4	Transfer bahan baku ke *vacum loader*	-	1	-	120		■				NNVA
5	Proses cetak	Mesin *blow molding*	-	-	21	■					VA
6	Mengambil produk jadi dari keranjang	-	1	-	3	■					NNVA
7	Proses *cutting*	-		-	22	■					VA
8	Tes *drop*	*Leak tester*	-	-	12	■					NNVA
9	Inspeksi akhir	-	1	-	900			■			NNVA
10	Proses *packaging*	-	1	-	240	■					VA

Tabel 4.2 *Process Activity Mapping* (lanjutan)

No	Aktivitas	Peralatan	Operator	Jarak (m)	Waktu (detik)	Jenis aktivitas					Ket
						O	T	I	S	D	
11	Pemasangan label *packaging*	-	1	-	60						NNVA
12	Transfer ke gudang barang jadi	Keranjang besar	2	40	600						NNVA

Dari Tabel 4.2 kemudian dilakukan rekapitulasi hasil penyusunan PAM yang ditunjukkan pada Tabel 4.3 berikut ini.

Tabel 4. 3 Rekapitulasi *Process Activity Mapping*

Aktivitas	Jumlah	% Jumlah	Waktu (detik)	% Waktu	VA	NVA	NNVA
Operation (O)	6	50%	358	12%	283	0	75
Transportation (T)	3	25%	1320	43%	0	0	1320
Inspection (I)	2	17%	1200	39%	0	0	1200
Storage (S)	1	8%	180	6%	0	180	0
Delay (D)	0	0%	0	0%	0	0	0
Total	12		3058		283	180	2595

Berdasarkan hasil rekapitulasi PAM pada Tabel 4.3 dapat diketahui terdapat total 12 aktivitas dalam proses pembuatan *jerrycan* 5 liter yang terdiri dari 50% *operation*, 25% *transportation*, 17% *inspection*, 8% *storage*, dan 0% *delay*. Ditinjau dari persentase waktu setiap jenis aktivitas dibadingkan dengan total waktu dapat diketahui persentase aktivitas *operation* 12%, *transportation* 43%, *inspection* 39%, *storage* 6%, dan *delay* 0%. Total waktu VA diketahui sebesar 283 detik, NVA 180 detik, dan NNVA 6195 detik. Sehingga dapat disimpulkan bahwa aktivitas terbesar dan sering dilakukan yaitu tipe aktivitas NNVA.

4.2.3 Identifikasi Waste

Setelah melakukan penggambaran VSM dan penyusunan *process activity mapping* kemudian dilakukan tahap identifikasi *waste*. Tahap ini dilakukan dengan mengelompokkan jenis *waste* yang terjadi pada perusahaan berdasarkan VSM, PAM, observasi dan juga diskusi dengan pihak *expert* perusahaan. Tabel 4.4 berikut ini merupakan hasil rekapitulasi identifikasi *waste* produksi *jerrycan* 5 liter pada kondisi eksisting perusahaan.

Tabel 4. 4 Identifikasi *Waste* Proses Produksi *Jerrycan* 5 Liter

Jenis *Waste*	Kondisi Perusahaan
Overproduction	Produksi melebihi target yang telah ditentukan, pemborosan ini sangat jarang terjadi.
Defects	Produk yang tidak sesuai spesifikasi seperti adanya bintik hitam, kotor, warna tidak sesuai standar, terdapat bagian yang melipat, berat lebih/kiurang dari standar, pegangan jerigen penyok, dan ketebalan tidak sesuai. Selain itu juga pengendalian kualitas saat proses berjalan masih kurang.
Excess Inventory	Terdapat tumpukan produk pada lorong area produksi yang menunggu untuk dimasukkan dalam gudang barang jadi.
Innapropiate processing	Tidak ditemukan adanya *innapropiate processing.*
Excessive Transportation	Proses keluar masuk barang dari area produksi ke gudang barang jadi tidak lancar karena hanya terdapat satu jalur akses yang hanya bisa dilewati oleh satu keranjang besar
Waiting	Waktu tunggu karena perbaikan mesin yang mengalami *breakdown.*
Unnecessary Motion	Mencari bahan baku pada tumpukan material, tempat penyimpanan packaging yang tidak teratur menghambat proses pengambilan packaging, operator menggapai terlalu tinggi pada saat menumpuk produk di keranjang besar.

Berdasarkan Tabel 4.4 diketahui bahwa pemborosan yang terjadi pada proses produksi *jerrycan* 5 liter antara lain yaitu *defects*, *excess inventory*, *exessive transportation*, *waiting*, dan *unnecessary motion.*

4.2.4 Penentuan Waste Kritis *dengan Borda Voting Method*

Pada tahap ini akan dilakukan penentuan *waste* kritis dengan menggunakan Borda *Voting Method.* Penentuan 7 *waste* kritis diawali dengan melakukan penyebaran kuisioner kepada lima orang responden yang terkait dan bertanggung jawab langsung dengan proses produksi yaitu manajer pabrik, admin produksi, admin QC, dan dua orang *supervisor*. Pengisian kuisioner dilakukan dengan cara responden memberikan peringkat pada masing-masing tujuh jenis pemborosan dimana peringkat 1 menunjukkan nilai tertinggi yang berarti pemborosan sering terjadi sedangkan nilai 7 menunjukkan nilai terendah yang berarti pemborosan jarang terjadi. Hasil pengisian kuisioner kemudian dihitung dengan meenggunakan rumus pada persamaan (2.1) untuk mendapatkan nilai borda (bi) setiap jenis pemborosan. Setelah itu peringkat ditentukan berdasarkan hasil perhitungan nilai borda, dimana urutan peringkat ditentukan mulai dari hasil nilai borda terbesar

hingga terkecil. Tabel 4.5 berikut ini merupakan rekapitulasi pengisian kuisioner dan hasil perhitungan nilai borda.

Tabel 4. 5 Rekapitulasi Perhitungan Borda *Voting Method*

Jenis *Waste*	Res 1	Res 2	Res 3	Res 4	Res 5	bi	Peringkat
Overproduction	6	6	7	7	6	3	7
Defects	1	2	1	1	2	28	1
Excess Inventory	5	5	5	5	7	8	5
Innapropiate processing	7	7	6	6	5	4	6
Excessive Transportation	4	1	4	3	3	20	3
Waiting	2	4	3	4	4	18	4
Unnecessary Motion	3	3	2	2	1	24	2

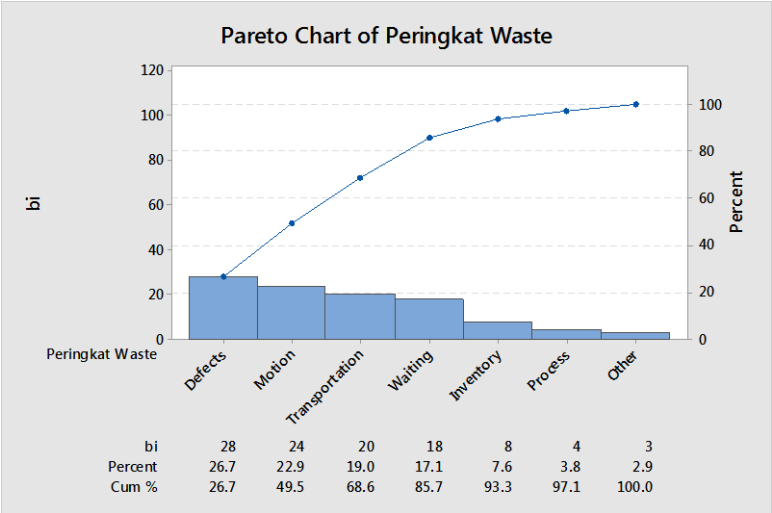
Berikut adalah salah satu contoh perhitungan nilai borda untuk *waste overproduction.*

$$b_{op} = (7-6) + (7-6) + (7-7) + (7-7) + (7-6)$$

$$b_{op} = 1 + 1 + 0 + 0 + 1$$

$$b_{op} = 3$$

Setelah diketahui nilai borda pada masing-masing *waste* maka selanjutnya dilakukan penggambaran diagram menggunakan prinsip pareto untuk membantu menentukan jenis *waste* yang memerlukan perbaikan. Gambar 4.7 berikut ini merupakan grafik pareto dari hasil peritungan nilai borda.



Gambar 4. 7 Pareto *Chart* Peringkat Waste

Berdasarkan Gambar 4.7 diketahui bahwa berdasarkan prinsip pareto maka untuk mengurangi 80% pemborosan dibutuhkan penyelesaian pada tiga pemborosan utama yaitu *defect, motion,* dan *transportation.* Ketiga pemborosan tersebut

merupakan *waste* kritis yang harus dieliminasi. Pada hasil rekapitulasi Tabel 4.5 dapat dilihat bawa *highligh* berwarna merah merupakan *waste* kritis yang dipilih untuk diperbaiki yaitu hanya pada peringkat 1 dan 2 yang merupakan *waste defect* dan *unnecessary motion*. Berdasarkan hasil diskusi dengan manajer pabrik diketahui bahwa *waste* berupa *defect* memiliki dampak yang besar karena dapat menghambat ketercapaian target produksi. Sedangkan *waste* berupa *unnecessary motion* dapat menghambat pekerja untuk menyelesaikan pekerjaannya dengan cepat. Penentuan perbaikan terhadap *waste* kritis hanya pada 2 peringkat teratas didasari oleh *waste transportation* pada peringkat ketiga dianggap kurang berpengaruh. Permasalahan pada *waste transportation* tersebut ialah ruang gerak keranjang besar yang akan masuk gudang barang jadi kurang luas dan hanya terdapat satu jalur keluar masuk dari area produksi menuju gudang barang jadi sehingga setiap keranjang harus masuk secara bergantian. Untuk mengatasi *waste transportation* tersebut diperlukan solusi berupa merubah tata letak produksi, namun oleh pihak perusahaan hal ini dianggap tidak memungkinkan karena keterbatasan lahan dan beberapa mesin serta fasilitas produksi bersifat *built-in* atau menyatu dengan tanah. Sehingga penyusunan perbaikan didasarkan pada *waste defect* dan *unnecessary motion.*

4.2.5 Identifikasi Penyebab Waste Kritis *(5 Whys)*

Tahap selanjutnya setelah megetahui *waste* kritis yaitu identifikasi penyebab *waste* kritis untuk mencari akar penyebab permasalahan. Metode yang digunakan dalam tahap ini yaitu menggunakan 5 *whys* dengan bertanya mengapa sebanyak lima kali hingga didapatkan akar penyebab permasalahan. Penentuan akar penyebab permasalahan dilakukan berdasarkan hasil pengumpulan data dengan observasi, wawancara, serta diskusi dengan pihak *expert* perusahaan yaitu manajer pabrik, admin produksi, dan admin QC.

4.2.5.1 Identifikasi penyebab *Waste Defect*

Waste defect merupakan *waste* yang paling kritis pada proses produksi *jerrycan* 5 liter karena berada pada peringkat pertama yang paling sering terjadi menurut perhitungan nilai borda. Adanya *waste defect* menyebabkan kerugian bagi perusahaan tidak hanya secara finansial namun juga perusahaan berpotensi untuk

kehilangan kepercayaan dari *customer*. *Sub waste defect* yaitu berupa hasil produksi yang tidak memenuhi standar perusahaan dikarenakan pada produk terdapat bintik hitam, produk kotor, warna tidak sesuai standar, berat tidak standar, dan cacat pada bentuk sehingga produk tidak memenuhi spesifikasi yang diinginkan oleh *customer*. Tabel 4.6 berikut ini merupakan hasil identifikasi akar penyebab *waste defect.*

Tabel 4. 6 Identifikasi Akar Penyebab *Waste Defect*

Waste	***Sub Waste***	***Why 1***	***Why 2***	***Why 3***	***Why 4***	***Why 5***
Defect	Terdapat bintik hitam, kotor, atau warna tidak sesuai standar	Bahan yang digunakan terkontaminasi material lain	*Vacum loader* kotor	Petugas tidak melakukan pembersihan *vacum loader* secara teratur	NA	NA
			Pada *vacum loader* terdapat sisa bahan dari material produk lain			
	Berat tidak standar	Temperatur proses terlalu tinggi	Kurangnya pengawas teknik dalam mengontrol dan mengecek temperatur	NA	NA	NA
		Kurangnya bahan yang terproses	Terlambatnya pengisian ulang bahan pada *vacum loader*	Kurangnya kontrol operator dalam mengecek sisa bahan pada *vacum loader*	NA	NA
	Cacat bentuk	Temperatur proses terlalu tinggi	Kurangnya pengawas teknik dalam mengontrol dan mengecek temperatur	NA	NA	NA
		Kurangnya bahan yang terproses	Terlambatnya pengisian ulang bahan pada *vacum loader*	Kurangnya kontrol operator dalam mengecek sisa bahan pada *vacum loader*	NA	NA
		Terdapat komponen mesin yang rusak/putus	Kurangnya perhatian dalam perawatan komponen	NA	NA	NA

Tabel 4.6 Identifikasi Akar Penyebab *Waste Defect* (lanjutan)

Waste	*Sub Waste*	*Why 1*	*Why 2*	*Why 3*	*Why 4*	*Why 5*
Defect	Cacat bentuk	Terdapat bagian produk yang kesilet dan proses finishing tidak rapi	Operator kurang berkonsentrasi dalam melakukan proses *cutting*	NA	NA	NA
			Produk sudah terlalu keras saat proses *cutting*	Operator membiarkan produk terlalu lama	Kurangnya tanggung jawab dan *skill* operator	NA
	Kurangnya pengendalian kualitas selama proses berjalan	Jumlah sampel saat inspeksi tidak merepresentasikan total produk	Penentuan jumlah sampel inspeksi belum sesuai *military standard*	NA	NA	NA

Dari Tabel 4.6 dapat dilihat bahwa *sub waste* untuk jenis *waste defect* antara lain terdapat bintik hitam, kotor, atau warna tidak sesuai standar, berat tidak standar, cacat bentuk, dan kurangnya pengendalian kualitas selama proses berjalan. Adapun akar penyebab *sub waste* terdapat bintik hitam, kotor, atau warna tidak sesuai standar adalah petugas tidak melakukan pembersihan *vacum loader* secara teratur. Kemudian akar penyebab *sub waste* berat tidak standar adalah kurangnya pengawas teknik dalam mengontrol dan mengecek temperatur dan kurangnya kontrol operator dalam mengecek sisa bahan pada *vacum loader*. akar penyebab untuk *sub waste* cacat bentuk antara lain kurangnya pengawas teknik dalam mengontrol dan mengecek temperatur, kurangnya kontrol operator dalam mengecek sisa bahan pada *vacum loader*, kurangnya perhatian dalam perawatan komponen, operator kurang berkonsentrasi dalam melakukan proses *cutting*, serta kurangnya tanggung jawab dan *skill* operator.

4.2.5.2 Identifikasi penyebab *Waste Motion*

Waste motion merupakan *waste* yang paling kritis peringkat kedua pada proses produksi *jerrycan* 5 sehingga diperlukan solusi perbaikan. Adanya *waste motion* menyebabkan terganggunya proses produksi akibat operator melakukan akitivitas yang tidak menambah *value* secara berlebihan sehingga kerja operator menjadi lebih lama. *Sub waste motion* yaitu berupa aktivitas mencari bahan baku

pada tumpukan material, mencari *packaging* plastik yang kondisinya baik, serta perlunya *effort* dalam aktivitas menumpuk produk jadi pada keranjang besar. Tabel 4.7 berikut ini merupakan hasil identifikasi akar penyebab *waste motion.*

Tabel 4. 7 Identifikasi Akar Penyebab *Waste Motion*

Waste	*Sub Waste*	*Why* 1	*Why* 2	*Why* 3	*Why* 4	*Why* 5
Unnecessary Motion	Mencari material pada tumpukan bahan baku	Operator kesulitan membaca identitas material pada karung	Material tidak ditumpuk sesuai jenisnya	Perusahaan belum menerapkan 5S	NA	NA
	Mencari *packaging* plastik	Operator membutuhkan waktu mencari packaging yang kondisinya baik dan tidak sobek	Area penyimpanan packaging tercampur dengan contoh produk			
	Menumpuk produk pada keranjang besar	Operator perlu merentangkan tangan yang tinggi untuk menumpuk produk	Tidak terdapat alat bantu untuk menumpuk	NA	NA	NA
		Operator melemparkan produk agar dapat ditumpuk hingga memenuhi keranjang				

Dari Tabel 4.7 dapat diketahui bahwa *sub waste* untuk jenis *waste unnecessary motion* yaitu mencari material pada tumpukan bahan baku, mencari *packaging* plastik, dan menumpuk produk pada keranjang besar. Adapun akar penyebab untuk *sub waste* mencari material pada tumpukan bahan baku dan *sub waste* mencari *packaging* plastik adalah karena perusahaan belum menerapkan 5S. Sedangkan akar penyebab *sub waste* menumpuk produk pada keranjang besar yaitu karena tidak tersedianya alat bantu untuk memudahkan operator menumpuk pada keranjang besar.

4.2.6 Perhitungan Risk Priority Number Setiap Potensi Kegagalan

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai peritungan RPN yang nantinya digunakan untuk menentukan kategori perbaikan *waste* kritis. Perhitungan RPN merupakan bagian dalam metode metode *failure mode and effect analysis* (FMEA) yaitu dengan cara mengalikan nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection.* Penilaian

dilakukan oleh pihak *expert* perusahaan yaitu manajer pabrik. Sebelum melakukan penilaian, perlu adanya penetapan skala penilaian yang digunakan sebagai pedoman dalam menentukan penilaian. Tabel 4.8, Tabel 4.9, dan Tabel 4.10 berikut ini merupakan skala penilaian yang telah disesuaikan dengan kondisi di perusahaan.

Tabel 4. 8 Skala Penilaian *Severity*

Effect	*Severity*	*Rating*
Tidak ada	Tidak mempengaruhi kelancaran pada proses produksi dan tidak menyebabkan kerugian biaya	1
Sangat minor	Mempengaruhi kelancaran proses produksi namun dapat diabaikan dan menyebabkan kerugian biaya <10 juta rupiah	2
Minor	Berpengaruh pada kelancaran proses produksi namun tidak memperpanjang *lead time* dan menyebabkan kerugian <50 juta rupiah	3
Sangat rendah	Berpengaruh pada kelancaran proses produksi, memperpanjang *lead time* <1 jam dan menyebabkan kerugian biaya <50 juta rupiah	4
Rendah	Berpengaruh pada kelancaran proses produksi, memperpanjang *lead time* <1jam dan menyebabkan kerugian biaya <100 juta rupiah	5
Sedang	Memperpanjang *lead time* <1 jam, mengurangi performasi, dan menyebabkan kerugian biaya >100 juta rupiah	6
Tinggi	Memperpanjang *lead time* >1 jam, mengurangi performasi, dan menyebabkan kerugian biaya > 100 juta rupiah	7
Sangat tinggi	Menghentikan proses produksi selama satu *shift* dan menyebabkan kerugian biaya >100 juta rupiah	8
Berbahaya	Menghentikan proses produksi selama satu hari dan menyebabkan kerugian biaya >100 juta rupiah	9
Sangat berbahaya	Menghentikan proses produksi selama >1 hari dan menyebabkan kerugian biaya >100 juta rupiah	10

Tabel 4. 9 Skala Penilaian *Occurrence*

Effect	*Occurrence*	*Rating*
Tidak pernah	Lebih dari satu tahun sekali	1
Jarang	Satu tahun sekali	2
	Enam bulan sekali	3
Kadang-kadang	Tiga bulan sekali	4
	Dua bulan sekali	5
Cukup sering	Satu bulan sekali	6
	Dua minggu sekali	7
Sering	Satu minggu sekali	8
	Tiga hari sekali	9
Sangat sering	Setiap hari	10

Tabel 4. 10 Skala Penilaian *Detection*

Effect	*Detection*	*Rating*
Pasti	Sumber masalah dapat langsung terdeteksi, tidak membutuhkan alat bantu deteksi, hasil deteksi akurat.	1
Sangat mudah	Sumber masalah dapat dideteksi melalui inspeksi visual dan hasil deteksi akurat, kesalahan dalam mendeteksi dapat segera diketahui, tidak membutuhkan alat bantu deteksi.	2
Mudah	Membutuhkan alat bantu tertentu yang mudah digunakan untuk mendeteksi, pemborosan dapat diketahui langsung dan hasil deteksi akurat.	3
Cukup mudah	Dibutuhkan metode/alat bantu tertentu yang mudah digunakan untuk mengetahui sumber masalah yang terjadi namun sumber masalah tidak mudah diketahui dan dapat segera diketahui saat proses berakhir.	4
Sedang	Dibutuhkan metode/alat bantu tertentu untuk mengetahui sumber masalah yang terjadi, sumber masalah dapat diketahui setelah proses berakhir namun hasil deteksi kurang akurat.	5
Cukup sulit	Sumber masalah dapat terdeteksi apabila dilakukan analisa lebih lanjut dan membutuhkan alat bantu yang penggunaannya rumit.	6
Sulit	Membutuhkan alat bantu tertentu yang rumit untuk mendeteksi sumber masalah karena pemborosan sulit dideteksi dan kesalahan mendeteksi muncul setelah diadakan evaluasi.	7
Sangat sulit	Membutuhkan alat bantu yang penggunaannya rumit dan sukar didapat untuk mendeteksi, hasil deteksi diragukan.	8
Ekstrim	Alat bantu tidak dapat digunakan untuk mendeteksi, kesalahan mendeteksi muncul setelah diadakan evaluasi dan hasil deteksi tidak akurat	9
Tidak terdeteksi	Sumber masalah sama sekali tidak dapat terdeteksi	10

Setelah ditentukan skala penilaian pada masing-masing kriteria maka selanjutnya yaitu menyebarkan kuisioner FMEA. Berikut pada Tabel 4.11 merupakan rekapitulasi hasil pengisian kuisioner FMEA dan perhitungan RPN untuk *waste defect*.

Tabel 4. 11 FMEA *Waste Defect*

Potential failure	*Potential effect*	S	Potential cause	O	*Control*	D	RPN
Terdapat bintik hitam, kotor, warna tidak standar	Kerugian finansial dan hilangnya kepercayaan konsumen	5	Petugas tidak melakukan pembersihan *vacum loader* secara teratur	9	Pengawasan di lapangan	4	180
Berat tidak standar	Kerugian finansial dan hilangnya kepercayaan konsumen	6	Kurangnya pengawas teknik dalam mengontrol dan mengecek temperatur	9	Himbauan kepala teknik kepada pengawas	4	216

Tabel 4.11 FMEA *Waste Defect* (lanjutan)

Potential failure	*Potential effect*	S	*Potential cause*	O	*Control*	D	RPN
Berat tidak standar	Kerugian finansial dan hilangnya kepercayaan konsumen	5	Kurangnya kontrol operator mengecek sisa bahan pada *vacum loader*	9	Pengawasan di lapangan	4	180
Cacat bentuk	Kerugian finansial dan hilangnya kepercayaan konsumen	6	Kurangnya pengawas teknik mengontrol dan mengecek temperatur	9	Himbauan kepala teknik kepada pengawas	4	216
Cacat bentuk	Kerugian finansial dan hilangnya kepercayaan konsumen	5	Kurangnya kontrol operator dalam mengecek sisa bahan pada *vacum loader*	9	Pengawasan di lapangan	4	180
Cacat bentuk	Kerugian finansial dan hilangnya kepercayaan konsumen	7	Kurangnya perhatian dalam perawatan komponen	9	Mengecek kondisi komponen secara berkala	6	378
Cacat bentuk	Kerugian finansial dan hilangnya kepercayaan konsumen	5	Operator kurang berkonsentrasi dalam melakukan proses *cutting*	8	Pengawasan di lapangan	3	120
Cacat bentuk	Kerugian finansial dan hilangnya kepercayaan konsumen	5	Kurangnya tanggung jawab dan *skill* operator	8	Pengawasan di lapangan	4	160
Kurangnya pengendalian kualitas selama proses berjalan	Kerugian finansial dan hilangnya kepercayaan konsumen	5	Kurangnya pengendalian kualitas selama proses berjalan	10	Inspeksi 2 jam sekali dengan jumlah pengambilan sampel 8 *pcs*	6	300

Berikut pada Tabel 4.12 di bawah ini merupakan rekapitulasi hasil pengisian kuisioner FMEA dan perhitungan RPN untuk *waste motion*.

Tabel 4. 12 FMEA *Waste Unnecessary Motion*

Potential failure	*Potential Effect*	S	*Potential cause*	O	*Control*	D	RPN
Mencari material pada tumpukan bahan baku	Waktu produksi tidak optimal	5	Perusahaan belum menerapkan 5S	10	Tidak ada	4	200
Mencari *packaging* plastik	Waktu produksi tidak optimal	5	Perusahaan belum menerapkan 5S	10	Merapikan area penyimpanan packakging	4	200

Tabel 4.12 FMEA *Waste Unnecessary Motion* (lanjutan)

Potential failure	***Potential Effect***	**S**	***Potential cause***	**O**	***Control***	**D**	**RPN**
Menumpuk produk pada keranjang besar	Performansi pekerja tidak optimal karena mudah kelelahan dan produk dapat mengalami kerusakan	4	Tidak terdapat alat bantu untuk menumpuk	10	Tidak ada alat bantu dalam meletatakkan produk pada tumpukan yang atas	5	200

Dari Tabel 4.11 dapat diketahui dampak dari setiap potensi kegagagalan, penyebab, kontol yang telah dilakukan perusahaan untuk memperbaiki, dan nilai RPN pada setiap potensi kegagalan yang terjadi untuk *waste defect.* Sedangkan dari Tabel 4.12 dapat diketahui dampak dari setiap potensi kegagagalan, penyebab, kontol yang telah dilakukan perusahaan untuk memperbaiki, dan nilai RPN pada setiap potensi kegagalan yang terjadi untuk *waste unnecessary motion.* Analisis lebih lanjut akan dibahas pada bab analisis dan rekomendasi perbaikan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 5
ANALISIS DAN REKOMENDASI PERBAIKAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai analisis dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan dan rekomendasi usulan perbaikan berdasarkan hasil pengolahan data.

5.1 Analisis *Current State Value Stream Mapping*

Berdasarkan hasil pemetaan proses produksi yang digambarkan dengan *value stream mapping* pada Gambar 4.5 menunjukkan waktu *value added* dalam pembuatan *jerrycan* 5 liter yaitu sebesar 648 detik dari total waktu produksi atau *lead time* sebesar 3058 detik. Selisih antara waktu produksi dengan waktu *value added* merupakan waktu yang tidak memberikan nilai tambah sehingga dapat dikatan waktu *value added* memiliki persentase 21.2% dari waktu produksi dan waktu *non-value added* memiliki persentase 78.8%. Selisih waktu tersebut sebagian besar berasal dari aktivitas *material handling* diantaranya yaitu pada saat memindahkan bahan baku dari gudang ke area produksi, kemudian menuangkan bahan pada tong yang berfungsi sebagai *vacum loader,* dan pada saat mengirimkan hasil produksi dari area produksi ke gudang barang jadi. Besarnya persentase waktu yang tidak memberikan nilai tambah mengindikasikan bahwa adanya pemborosan (*waste*) yang perlu untuk dihilangkan. Pada gambar VSM juga dapat diketahui bahwa pada proses cetak dapat terjadi pemborosan berupa *downtime* mesin dan *defect* produk. Hal ini dikarenakan mesin *blow molding* yang digunakan dalam proses cetak memiliki *uptime* sebesar 86% dan rata-rata *defect* sebesar 3.25% yang melibihi standar *defect* 3% perusahaan. Identifikasi pemborosan pada gambar VSM tidak dapat ditunjukkan secara keseluruhan sehingga diperlukan pengolahan data lainnya untuk menguraikan jenis-jenis *waste* yang ada pada proses produksi *jerrycan* 5 liter.

5.2 Analisis *Process Activity Mapping*

Analisis lebih lanjut dari penggambaran *current state* VSM dilakukan dengan *tool process activity mapping* (PAM). Pada PAM, setiap aktivitas dipaparkan lebih rinci dan dikelompokkan berdasarkan tipe aktivitasnya. Hal ini

dilakukan untuk melihat adanya pemborosan dan ketidakkonsistenan pada proses produksi. Pada Tabel 4.2 dapat diketahui terdapat 14 aktivitas yang terdiri dari 6 aktivitas *operation*, 3 aktivitas *transportation*, 2 aktivitas *inspection*, 1 aktivitas *storage*, dan 0 aktivitas *delay*. Adapun aktivitas yang dikategorikan sebagai aktivitas yang tidak bernilai tambah (NVA) yaitu aktivitas mencari bahan baku. Sedangkan aktivitas yang dikategorikan sebagai aktivitas yang tidak bernilai tambah namun dibutuhkan dalam prosesnya (NNVA) antara lain aktivitas memindahkan bahan baku ke area produksi, aktivitas inspeksi bahan baku, aktivitas transfer bahan baku ke *vacum loader*, aktivitas mengambil produk jadi dari keranjang, aktivitas tes *drop*, aktivitas inspeksi akhir, aktivitas pemasangan label yang berisi jumlah dan jenis produk pada plastik *packaging*, dan aktivitas transfer hasil produksi yang sudah dikemas ke gudang barang jadi. Untuk aktivitas inti yang merupakan aktivitas yang bernilai tambah (VA) yaitu aktivitas proses cetak merubah material biji plastik menjadi *jerrycan* menggunakan mesin *blow molding*, proses *cutting* menggunakan silet untuk mengilangkan bagian yang tidak diinginkan, dan aktivitas *packaging* yang bertujuan untuk melindungi produk serta memudakan dalam pemindahannya.

Dari total waktu 3058 detik terdapat 12% waktu untuk aktivitas *operation*, 43% *transportation*, 39% *inspection*, 6% *storage*, dan 0% *delay*. Waktu transportasi dan inspeksi merupakan sebagian besar waktu yang digunakan dalam proses pembuatan *Jerrycan* 5 liter. Kedua aktivitas tersebut merupakan aktivitas yang tidak bernilai tambah namun dibutuhkan untuk kelancaran proses produksi. Untuk aktivitas operasi sendiri tidak banyak karena proses produksi yang dilakukan sederhana, tidak rumit dan hanyak terdapat satu tahapan permesinan untuk membuat *jerrycan* 5 liter.

5.3 Analisis Identifikasi *Waste*

Selain melalui penggambaran VSM dan pemetaan PAM, identifkasi *waste* dilakukan dengan melakukan diskusi dengan pihak perusahaan serta berdasarkan hasil observasi. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pemborosan lain yang tidak dapat terlihat dari kedua metode tersebut. Pada Tabel 4.3 berisi rekapitulasi pemborosan yang ditemukan pada proses produksi *jerrycan* 5 liter. Adapun jenis

pemborosan yang ditemukan yaitu *overproduction, defects, excess inventory, innapropiate processing, excessive transportation, waiting,* dan *unnecessary motion.*

Pemborosan *overproduction* terjadi ketika produksi melebihi target yang telah ditentukan oleh perusahaan, akan tetapi jenis pemborosan ini jarang terjadi. Dapat dilihat pada Tabel 5.1 di bawah ini yang berisi target dan hasil produksi *jerrycan* 5 liter pada bulan Januari hingga Desember 2019 bahwa *overproduction* hanya terjadi pada bulan Februari dan bulan April.

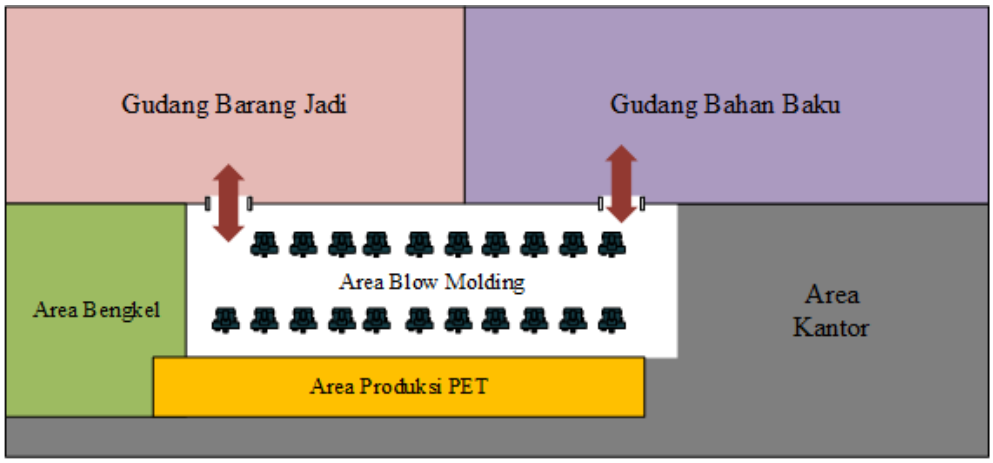
Tabel 5. 1 Ketercapaian Hasil Produksi

Bulan	Target Produksi	Hasil Produksi	% Ketercapaian	Keterangan
Januari	928,400	801968	86%	Tidak tercapai
Februari	1,014,800	1028808	101%	Overproduction
Maret	1,266,800	1061509	84%	Tidak tercapai
April	762,800	789654	104%	Overproduction
Mei	1,058,000	1041476	98%	Tidak tercapai
Juni	705,200	577180	82%	Tidak tercapai
Juli	510,800	390470	76%	Tidak tercapai
Agustus	582,800	523378	90%	Tidak tercapai
September	834,800	806590	97%	Tidak tercapai
Oktober	726,800	572488	79%	Tidak tercapai
November	554,000	426096	77%	Tidak tercapai
Desember	669,200	633108	95%	Tidak tercapai

Jenis pemborosan *defect* yang terjadi berupa ketidaksesuaian hasil produksi dengan spesifikasi yang diinginkan oleh *customer* seperti adanya bintik hitam, kotor, warna tidak sesuai standar, terdapat bagian yang melipat, berat lebih/kiurang dari standar, pegangan jerigen penyok, dan ketebalan tidak sesuai. Pemborosan ini juga diketahui dari hasil penggambaran VSM dimana rata-rata *defect* yaitu sebesar 3.25%. Produk yang mengalami *defect* tidak dapat di *rework* maupun dijual dengan harga murah kepada *customer* sehingga produk tersebut nantinya akan digiling dan digunakan sebagai bahan baku campuran bagi proses produksi produk lainnya. Selain itu, hasil produksi yang tidak sesuai spesifikasi perusahaan dapat terjadi karena kurangnya pengendalian kualitas pada saat proses berjalan. Dampaknya

adalah terdapat produk tidak standar yang lolos inspeksi sehingga dapat masuk ke gudang barang jadi hingga bahkan dapat sampai ke tangan konsumen.

Pemborosan *excess inventory* yang ditemukan yaitu terdapat tumpukan produk pada lorong area produksi yang menunggu untuk dimasukkan kedalam gudang barang jadi. Produk tersebut disimpan sementara pada area produksi yang terbatas luasnya. Kemudian jenis pemborosan *innapropiate processing* tidak ditemukan karena secara keseluruhan proses pembuatan *jerrycan* 5 lliter merupakan proses yang sederhana dan tidak terdapat banyak operasi didalamnya.



Gambar 5. 1 *Layout* Area Produksi

Pemborosan *excessive transportation* yang ditemukan yaitu terjadi pada saat proses keluar masuk barang dari area produksi ke gudang barang jadi. Dimana pada proses tersebut tidak lancar karena hanya terdapat satu jalur akses keluar masuk yang hanya bisa dilewati oleh satu keranjang besar. Gambar *layout* yang menggambarkan akses keluar masuk dari area produksi ke gudang dapat dilihat pada Gambar 5.1.

Jenis pemborosan lainnya yang ditemukan yaitu pemborosan *waiting*. Pemborosan ini terjadi ketika terdapat waktu tunggu karena perbaikan mesin mengalami *breakdown*. Pada Gambar 1.5 dapat dilihat bahwa masih terdapat mesin yang persentase *breakdown* melebihi standar 2.5% perusahaan. Pemborosan *unnecessary motion* juga ditemukan, yaitu pada saat operator melakukan aktivitas mencari bahan baku pada tumpukan material, mencari *packaging* plastik yang dapat memperlama waktu produksi, serta aktivitas menumpuk produk pada keranjang yang akan dikirim ke gudang dapat menyebabkan *injury* berupa kelelahan.

5.4 Analisis Akar Penyebab *Waste* Kritis

Berdasarkan identifikasi ketujuh jenis *waste* yang ditemukan, kemudian dilakukan penentuan waste paling kritis dengan menggunakan metode Borda *voting*. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.4, dimana urutan *waste* dari peringkat tertinggi hingga terendah yaitu *defect, unnecessary motion, excessive transportation, waiting, innapropiate processing,* dan *overproduction.* Jenis *waste* yang sering terjadi berdasarkan hasil perhitungan tersebut dan yang akan dilakukan perbaikan yaitu *waste defect* yang berada pada peringkat pertama dan *unnecessary motion* yang berada pada peringkat kedua. Untuk jenis *waste* pada peringkat ketiga yaitu *waste transportation* tidak dianggap berpengaruh dikarenakan untuk memperbakinya diperlukan solusi yaitu merubah tata letak produksi. Menurut diskusi dengan pihak perusahaan, merubah tata letak produksi dianggap tidak memungkinkan karena selai membutuhkan investasi biaya yang besar juga dikarenakan keterbatasan area lahan dan terdapat beberapa mesin serta fasilitas produksi yang bersifat menyatu dengan tanah (*built-in*). Oleh karena itu rekomendasi perbaikan dilakukan untuk jenis *waste defect* dan *motion.*

Setelah mengetahui jenis *waste* kritis yang akan dilakukan perbaikan, maka selanjutnya dilakukan identifikasi akar penyebabnya yang telah dipaparkan pada subab 4.2.5. Dari hasil identifikasi akar penyebab *waste defect* dengan *sub waste* terdapat bintik hitam, kotor, warna tidak sesuai standar diketahui akar peyebabnya yaitu petugas tidak melakukan pembersihan *vacum loader* secara teratur. Untuk *sub waste* berat tidak standar akar penyebabnya yaitu kurangnya pengawas teknik dalam mengontrol dan mengecek temperatur, dan kurangnya kontrol operator dalam mengecek sisa bahan pada *vacum loader*. Kemudian akar penyebab *sub waste* cacat bentuk yaitu kurangnya pengawas teknik dalam mengontrol dan mengecek temperatur, kurangnya kontrol operator dalam mengecek sisa bahan pada *vacum loader,* kurangnya perhatian dalam perawatan komponen, operator kurang berkonsentrasi dalam melakukan proses *cutting* dan kurangnya tanggung jawab serta *skill* operator. Sedangkan akar penyebab *sub waste* kurangnya pengendalian kualitas selama proses berjalan yaitu penentuan jumlah sampel inspeksi belum sesuai *military standard* sehingga pengecekan yang dilakukan menjadi kurang intens.

Hasil identifikasi akar penyebab *waste unnecessary motion* dengan *sub waste* mencari material pada tumpukan bahan baku dan mencari *packaging* ditemukan akar permasalahan yaitu perusahaan belum menerapkan 5S. Hal ini terlihat pada saat operator mengambil material pada gudang bahan baku tidak terdapat label ataupun petunjuk yang berisi identitas materil sehigga operator perlu waktu yang lama untuk menemukan material yang dibutuhkan. Selain itu juga pada saat mengambil *packaging* di area penyimpanan *packaging* mengalami kesusahan untuk menemukan *packaging* yang memiliki kondisi baik karena pada area tersebut tercampur dengan banyak contoh produk yang tidak tertata rapi. Kemudian untuk *sub waste* menumpuk produk pada keranjang besar ditemukan akar penyebabnya yaitu tidak terdapat alat bantu untuk menumpuk.

5.5 Analisis *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Pada pengolahan data dilakukan perhitungan *risk priority number* (RPN) untuk setiap potensi kegagalan, perhitungan RPN tersebut merupakan bagian dari metode FMEA. Setiap *sub waste* dari pengolahan 5 *whys* menjadi *potential failure* yang memiliki *potential effect*, kemudian *potential cause* didapat dari item 5 *whys* yang paling akhir, sedangkan *control* merupakan tindakan yang sudah ada di perusahaan. Pada Tabel 4.11 dapat dilihat bahwa *potential failure waste defect* yang diambil dari item *sub waste* 5 *whys* menyebabkan *potential efeect* berupa kerugian finansial dan hilangnya kepercayaan dari konsumen. Pada Tabel 5.2 di bawah dapat dilihat bahwa total kerugian akibat produk *defect jerrycan* 5 liter pada tahun 2019 mencapai Rp 6,124,809,670.95. Meskipun produk *defect* dapat didaur menjadi bahan baku produk lainnya, namun hal ini memerlukan biaya dan sumber daya tambahan berupa peralatan seperti mesin giling dan operator.

Tabel 5. 2 Kerugian Finansial Akibat *Defect*

Bulan	*Defect* (*pcs*)	HPP	Biaya
Januari	146876	Rp 3,877.15	Rp 569,459,655.76
Februari	188258	Rp 3,877.15	Rp 729,903,075.75
Maret	194180	Rp 3,877.15	Rp 752,864,149.21
April	143717	Rp 3,877.15	Rp 557,213,773.69
Mei	190299	Rp 3,877.15	Rp 737,817,856.71
Juni	105538	Rp 3,877.15	Rp 409,188,295.88
Juli	71491	Rp 3,877.15	Rp 277,179,630.76

Tabel 5.2 Kerugian Finansial Akibat *Defect* (lanjutan)

Bulan	*Defect* (*pcs*)	HPP	Biaya
Agustus	95382	Rp 3,877.15	Rp 369,809,993.29
September	146561	Rp 3,877.15	Rp 568,239,765.10
Oktober	104352	Rp 3,877.15	Rp 404,589,066.65
Nopember	77317	Rp 3,877.15	Rp 299,769,800.63
Desember	115749	Rp 3,877.15	Rp 448,774,607.51
Total			Rp 6,124,809,670.95

Berdasarkan Tabel 4.11 diketahui *potential failure waste unnecessary motion* yaitu mencari material dan mencari *packaging* memiliki *potential effect* berupa waktu produksi yang menjadi tidak optimal. Kemudian untuk *potential failure* menumpuk produk pada keranjang besar memiliki *potential effect* yaitu performansi pekerja menjadi tidak optimal karena mengalami kelelahan akibat merentangkan tangan terlalu tinggi dan dapat menyebabkan produk mengalami kerusakan. Pada Tabel 5.3 berikut ini merupakan rekapitulasi perhitungan RPN mulai dari urutan yang palng tinggi beserta *improvement* yang diperlukan.

Tabel 5. 3 Rekapitulasi Urutan Hasil Perhitungan RPN

No	*Potential Failure Mode*	*Cause*	RPN	*Improvement*
1	Hasil produksi tidak memenuhi spesifikasi dan standar perusahaan	Kurangnya perhatian dalam perawatan komponen	378	Membuat *checklist* perawatan komponen
2	Hasil produksi tidak memenuhi spesifikasi dan standar perusahaan	Penentuan jumlah sampel inspeksi belum sesuai *military standard*	300	Membuat standar pengambilan sampel sesuai *military standard*
3	Hasil produksi tidak memenuhi spesifikasi dan standar perusahaan	Kurangnya pengawas teknik dalam mengontrol dan mengecek temperatur	216	Menambah jumlah pengawas dalam satu *shift*
4	Mencari material pada tumpukan bahan baku	Perusahaan belum menerapkan 5S	200	Penerapan 5S pada area gudang bahan baku
5	Mengambil packaging plastik	Perusahaan belum menerapkan 5S	200	Penerapan 5S pada area penyimpanan *packaging*
6	Menumpuk produk pada keranjang besar	Tidak terdapat alat bantu untuk menumpuk	200	Menyediakan tangga pijakan
7	Hasil produksi tidak memenuhi spesifikasi dan standar perusahaan	Petugas tidak melakukan pembersihan *vacum loader* secara teratur	180	Menempelkan SOP di tempat yang terlihat saat operator bekerja

Tabel 5.3 Rekapitulasi Urutan Hasil Perhitungan RPN (lanjutan)

No	*Potential Failure Mode*	*Cause*	RPN	*Improvement*
8	Hasil produksi tidak memenuhi spesifikasi & standar perusahaan	Kurangnya kontrol operator dalam mengecek sisa bahan pada *vacum loader*	180	Menempelkan SOP di tempat yang terlihat saat operator bekerja
9	Hasil produksi tidak memenuhi spesifikasi & standar perusahaan	Kurangnya tanggung jawab dan *skill* operator	160	Mengadakan *training* dan evaluasi kerja operator
10	Hasil produksi tidak memenuhi spesifikasi & standar perusahaan	Operator kurang berkonsentrasi dalam melakukan proses *cutting*	120	Mengadakan *training* sebelum operator resmi bekerja

Hasil perhitungan RPN pada subab 4.2.6 kemudian dikategorikan dengan berdasarkan referensi skala pada Tabel 2.4, sehingga didapatkan tiga kategori yaitu kategori RPN tinggi untuk rentang nilai 250 ≤ RPN < 350, kategori RPN sedang dengan rentang nilai 162.5 ≤ RPN < 250, dan kategori RPN rendah untuk rentang nilai 87.5 ≤ RPN < 162.5. Pada Tabel 5.3 kategori RPN tinggi ditunjukkan dengan *highlight* berwarna merah, kategori RPN sedang berwarna oranye, dan kategori RPN rendah berwarna hijau. Pengkategorian ini dilakukan untuk mempermudah pemberian rekomendasi, sehingga rekomendasi-rekomendasi untuk perbaikan kategori RPN tinggi merupakan alternatif 1, untuk kategori RPN sedang merupakan alternatif 2, dan untuk kategori RPN tinggi merupakan alternatif 3.

5.6 Rekomendasi Perbaikan

Pada subbab ini akan dilakukan penyusunan rekomendasi perbaikan mulai dari penyebab permasalahan dengan nilai RPN kategori tinggi, sedang, dan rendah.

5.6.1 Rekomendasi Perbaikan RPN Tinggi

Pada Tabel 5.3 diketahui penyebab permasalahan paling tinggi yaitu kurangnya perhatian dalam perawatan komponen dan penentuan jumlah sampel inspeksi yang belum sesuai dengan *military standard* memiliki nilai RPN paling tinggi. Berikut ini merupakan rekomendasi perbaikan untuk kedua akar permasalahan tersebut.

5.6.1.1 Membuat *Checklist* Perawatan Komponen

Kurangnya perhatian dalam perawatan komponen dapat menghambat jalannya proses produksi dan menyebabkan hasil produksi tidak baik (*defect*).

Dalam laporan harian produksi diketahui beberapa penyebab tidak tercapainya target produksi yaitu dikarenakan selang angin *blowpin* pecah, *autodeflash* macet, matras bocor, *head kern* rusak, *van belt* rusak, selang air barel pecah, *streak* macet, dan lain-lain. Kerusakan komponen dapat dicegah apabila dilakukan perawatan dan pengecekan komponen secara teratur. Kondisi perusahaan saat ini yaitu belom menerapkan perawatan komponen secara rutin. Oleh karena itu, rekomendasi yang diberikan adalah dengan membuat *checklist* perawatan komponen untuk memudahkan dalam melakukan pengecekan kondisi komponen disetiap mesin. Gambar 5.4 berikut ini merupakan contoh *checklist* perawatan komponen yang dapat digunakan oleh perusahaan dan cara pengisiannya.

FORMULIR
CHECKLIST PERAWATAN KOMPONEN

Nama Mesin : Blowing - 1
Tanggal Pengecekan : 20 Juli 2020
Waktu Pengecekan : 07.00

No	Nama Komponen	Standar	Kondisi		Kebersihan		Keterangan (tindak lanjut)
			Baik	Rusak	Bersih	Kotor	
1	Blowpin	Baut pengikat terpasang tegak lurus	v		v		

Mengetahui,
Kepala Teknik

ttd
(Nama:.....)

Petugas Perawatan

ttd
(Nama:.....)

Gambar 5. 2 *Checklist* Perawatan Komponen

Dengan adanya *checklist* seperti pada Gambar 5.2 diharapkan perusahaan dapat melakukan proses perawatan komponen secara tertib dan dapat membantu perusahaan dalam mengurangi terjadinya *brekdown.*

5.6.1.2 Membuat Standar Pengambilan Sampel sesuai *Military Standard*

Pada kondisi eksisting perusahaan, proses inspeksi selama proses berjalan dilakukan setiap 2 jam sekali dengan jumlah pengambilan sampel setiap inspeksi sebanyak 8 *pcs*. Berdasarkan dokumen laporan komplain PT. KEMASAN diketahui bahwa akar permasalahan yang sering terjadi yaitu kurangnya ketelitian dan

intensitas dalam proses inspeksi. Jumlah pengambilan sampel sebanyak 8 untuk produk *jerrycan* 5 liter dianggap tidak merepresentasikan populasi apabila ditinjau berdasarkan *military standard*. Sehingga ketidakakuratan proses inspeksi dapat membuat produk *defect* lolos inspeksi dan bahkan diterima oleh konsumen. Oleh karena itu, rekomendasi yang diberikan adalah membuat standar pengambilan sampel sesuai *military standard*. Konsep *military standard* atau yang biasa disebut MIL SDT 105E (ANSI/ASQC Z1.4, ISO 2859) merupakan skema pengambilan sampel dengan sistem penerimaan (*acceptance*). Fokus utama MIL STD 105E adalah tingkat kualitas yang diterima atau yang disebut AQL (*Acceptance Quality Level*). Berikut merupakan prosedur dalam melakukan inspeksi dengan konsep *military standard* (Montgomery, 2009).

1) Menetapkan nilai AQL, biasanya nilai AQL ditentukan dalam kontrak atau otoritas yang bertanggung jawab dalam pengambilan sampel. Nilai AQL yang sering digunakan pada umumnya yaitu 1% untuk cacat besar, 2.5% untuk cacat minor, dan 0% untuk cacat kritis. Setelah menyesuaikan dengan kondisi perusahaan yang saat ini menerapkan standar 3% maka pada prosedur ini digunakan nilai AQL sebesar 2.5%.
2) Menentukan level inspeksi, dimana level II digunakan apabila kondisi normal, level I digunakan apabila proses lebih daik dari kondisi normal dan level III digunakan apabila proses lebih buruk dari kondisi normal. Pada prosedur ini level yang digunakan adalah level II dengan asumsi proses berjalan normal.
3) Menetapkan *lot size* dari jumlah produk yang akan diinspeksi yaitu sebesar 2742 unit.
4) Menentukan kode huruf dengan melihat Tabel 5.4 di bawah ini. Dari tabel tersebut diketahaui *lot size* 2742 unit dengan level inspeksi II memiliki kode "K".

Tabel 5. 4 Kode Huruf *Sample Size* MIL STD 105E

Lot or Batch Size	***General Inspection Levels***		
	I	**II**	**III**
2 *to* 8	A	A	B
9 *to* 15	A	B	C
16 *to* 25	B	C	D

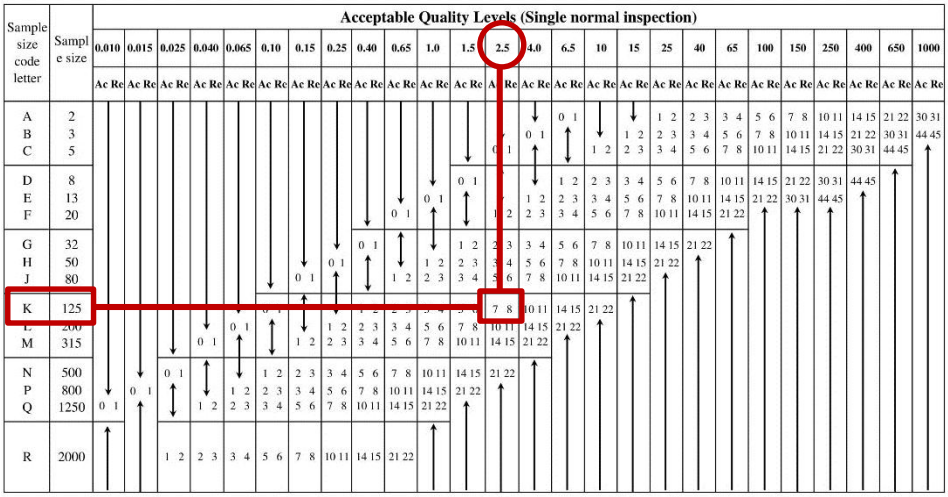
(Sumber: Montgomery, 2009)

Tabel 5.4 Kode Huruf *Sample Size* MIL STD 105E (lanjutan)

Lot or Batch Size	*General Inspection Levels*		
	I	**II**	**III**
26 *to* 50	C	D	E
51 *to* 90	C	E	F
91 *to* 150	D	F	G
151 *to* 280	E	G	H
281 *to* 500	F	H	J
501 *to* 1200	G	J	K
1201 *to* 3200	H	K	L
3201 *to* 10000	J	L	M
10001 *to* 35000	K	M	N
35001 *to* 150000	L	N	P
150001 *to* 500000	M	P	Q
500001 *and over*	N	Q	R

(Sumber: Montgomery, 2009)

5) Pada lampiran bagian tabel *military standard* diketahui bahwa kode "K memiliki nilai sampel yang diambil sebanyak 125 dengan nilai penerimaan maksimum 7 unit dan nilai penolakan minimum sebanyak 8 unit untuk AQL 2.5%. Gambar 5.3 di bawah ini merupakan langkah dalam menentukan jumlah sampel dengan melihat tabel *military standard.*



Gambar 5. 3 Penentuan Jumlah Sampel dengan Tabel *Military Standard*

Berdasarkan prosedur pengambilan sampel dengan konsep *military standard* maka jumlah pengambilan sampel yang sebaiknya dilakukan yaitu sebanyak 125 unit. Dengan demikian proses produksi dapat lebih terkendali karena jumlah produk yang diinspeksi menjadi optimal.

5.6.2 Rekomendasi Perbaikan RPN Sedang

Pada Tabel 5.3 diketahui penyebab permasalahan dengan kategori RPN sedang yaitu kurangnya pengawas teknik dalam mengontrol dan mengecek temperatur, belum diterapkannya 5S, keranjang pengangkut produk terlalu tinggi, petugas tidak melakukan pembersihan *vacum loader* secara teratur, dan kurangnya kontrol operator dalam mengecek sisa bahan. Berikut ini merupakan rekomendasi perbaikan untuk akar permasalahan tersebut.

5.6.2.1 Menambah Jumlah Pengawas Teknik

Perusahaan memberikan tanggung jawab untuk melakukan pengecekan mesin saat proses produksi hanya kepada 1 orang pengawas dalam satu *shift.* Banyak mesin yang beroperasi selama satu *shift* terdiri dari 21 mesin *blowing,* 6 mesin *inject,* dan 7 mesin PET. Total terdapat 34 mesin yang harus diperiksa oleh 1 orang pengawas. Hal ini memberikan beban kerja yang cukup besar dan membuat pengawas tidak dapat fokus mengecek keseluruhan mesin secara intens. Adapun permasalahan yang sering timbul yaitu *chiller* panas, *autodeflash error,* robot pegangan dan penjepit *error, temperature element error,* dan lainnya. Oleh karena itu, perbaikan yang direkomendasikan yaitu dengan menambah orang yang bertugas sebagai pengawas. Sehingga dalam satu *shift* kerja terdapat beberapa pengawas yang dapat melakukan pengecekan secara bersamaan dan pembagian kerja secara *dedicated* setiap mesin agar kontrol pengawasannya dapat dilakukan lebih teliti.

5.6.2.2 Penerapan 5S pada Gudang Bahan Baku dan Area Penyimpanan *Packaging*

Program kerja 5S (*Sort, Set in order, Shine, Standardize* dan *Sustain*) belum diterapkan oleh perusahaan. Konsep 5S digunakan untuk mengorganisir area kerja agar dapat meningkatkan efisiensi dalam bekerja. Rekomendasi penerapan 5S diberikan dengan tujuan agar mengurangi waktu mencari material dan memudahkan ruang gerak pekerja saat berada di area penyimpanan *packaging.*

a. *Sort* merupakan konsep untuk mengeliminasi hal-hal yang tidak dibutuhkan. Pada kondisi eksisting di area penyimpanan *packaging* terdapat barang-barang lain yang disimpan seperti contoh sampel produk, kertas label dan kertas pemeriksaan yang sudah tidak terpakai. Contoh produk

yang ada di area penyimpanan *packaging* diletakkan dan bersebaran dilantai sehingga menggu ruang gerak pekerja saat akan mengambil *packaging*. Penerapan *sort* pada area penyimpanan *packaging* ini dapat dilakukan dengan menyediakan rak untuk meletakkan dan menata contoh produk. Dengan adanya rak tersebut maka ruang gerak pekerja menjadi lebih luas, selain itu contoh produk juga dapat dengan mudah dicari dan diambil dari rak pada saat dibutuhkan. Kertas-kertas yang tidak terpakai dapat dibuang karena tidak akan digunakan lagi.

b. *Set in order* merupakan konsep untuk menata peralatan sesuai dengan tempat semestinya sehingga peralatan tersebut siap untuk diguanakan. Dengan penerapan *set in order* dapat mengeliminasi kebutuhan mencari peralatan. Penerapan *set in order* ini dapat dilakukan pada gudang bahan baku yaitu dengan memberikan label pada dinding gudang dan menata bahan baku dikelompokkan sesuai jenisnya untuk memudahkan pekerja menemukan lokasi bahan yang dicari. Dengan rekomenadai perbaikan ini diharapkan dapat mengurangi waktu pencarian material yang semula 180 detik menjadi 20 detik. Penetapan waktu menjadi 20 detik merupakan target yang ingin dicapai oleh perusahaan, hal ini dapat tercapai dengan penerapan *set in order*.

c. *Shine* merupakan konsep untuk menjaga area kerja tetap bersih. Penerapan *shine* dapat dilakukan pada gudang bahan baku maupun pada area penyimpanan *packaging*. Penerapan dapat dilakukan dengan menjaga segala sesuatu dalam kondisi baik dan tidak menunggu sampai benda menjadi kotor untuk dilakukan pembersihan.

d. *Standardize* dilakukan untuk menjaga agar 3S sebelumnya dilakukan secara rutin. Penerapan *standardize* yang bisa dilakukan yaitu dengan membuat peraturan tertulis dan petunjuk untuk melakukan *sort, set in order, shine* yang tidak hanya dapat dilakukan pada gudang bahan baku dan area penyimpanan *packaging* saja namun dapat dilakukan pada seluruh area kerja.

e. *Sustain* yaitu menjaga agar lingkungan kerja memiliki kebiasaan dan kedisiplinan yang baik. Contoh penerapannya adalah dengan membuat slogan 5S agar pekerja senantiasa ingat untuk melakukan 5S.

5.6.2.3 Menyediakan Pijakan Tangga

Material handling yang digunakan untuk membawa produk jadi dari area produksi ke area gudang yaitu menggunakan keranjang besar. Keranjang besar memiliki bentuk yang terlihat seperti Gambar 5.4 namun dengan tinggi 3 meter.

Gambar 5. 4 Keranjang Besar

Gambar 5. 5 Pijakan Tangga

Dalam kondisi eksisting, pekerja seringkali merentangkan tangan terlalu tinggi dan bahkan melemparkan produk untuk menumpuk produk sampai yang paling tinggi. Akibatnya pekerja mengalami kelelahan dan produk beresiko mengalami kecacatan. Rekomendasi perbaikan yang diberikan yaitu dengan menyediakan pijakan tangga yang terlihat seperti Gambar 5.5. Pijakan tangga tersebut bersifat portabel dan tidak membutuhkan area penyimpanan yang besar karena dapat dilipat. Dengan adanya pijakan tangga maka pekerja lebih mudah dalam menumpuk produk hingga ketinggian 3 meter.

5.6.2.4 Menempelkan SOP pada Area Kerja

Kelalaian pekerja dalam melakukan pembersihan *vacum loader* dan mengecek bahan pada *vacum loader* dapat menghambat proses kerja dan menyebabkan produk tidak sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Kelalaian sering terjadi karena lupa dan kurangnya disiplin kerja. Rekomendasi perbaikan

yang diberikan yaitu dengan menempelkan SOP pada area kerja. Dengan menempelkan SOP pada area kerja yang terlihat oleh operator dapat membantu operator untuk melakukan tugas dan tanggung jawabnya dengan benar.

5.6.3 Rekomendasi Perbaikan RPN Rendah

Kurangnya tanggung jawab dan *skill* operator dapat mempengaruhi proses kerja dan dapat berdampak pada produk yang dihasilkan. Maka dari itu diperlukan program *training* untuk memperbaiki *skill* operator dan memberikan *awareness* terhadap pentingnya kualitas. Pengawas juga dapat membantu menekankan tanggung jawab kualitas kepada operator saat bekerja. Selain itu, perlu adanya evaluasi kerja agar operator dapat lebih bertanggung jawab terhadap hasil kerjanya.

5.7 *Value Analysis*

Analisis *value* dilakukan untuk mengetahui rekomendasi perbaikan mana yang memberikan *value* terbesar. Rekomendasi perbaikan yang telah dipaparkan pada subab 5.6 akan dibagi menjadi tiga alternatif dan dikombinasikan antara alternatif satu dengan alternatif lainnya. Pada Tabel 5.5 berikut ini adalah kombinasi alternatif perbaikan.

Tabel 5. 5 Kombinasi Alternatif Perbaikan

No	Alternatif	Keterangan
1	0	Kondisi eksisting
2	1	Membuat *checklist* perawatan komponen, membuat standar pengambilan sampel
3	2	Menambah jumlah pengawas teknik, penerapan 5S, menyediakan tangga pijakan, menempelkan SOP di area kerja
4	3	*Training* operator
5	1,2	Membuat *checklist* perawatan komponen, membuat standar pengambilan sampel, menambah jumlah pengawas teknik, penerapan 5S, menyediakan tangga pijakan, menempelkan SOP di area kerja
6	1,3	Membuat *checklist* perawatan komponen, membuat standar pengambilan sampel, *training* operator
7	2,3	Menambah jumlah pengawas teknik, penerapan 5S, menyediakan tangga pijakan, menempelkan SOP di area kerja, *training* operator
8	1,2,3	Membuat *checklist* perawatan komponen, membuat standar pengambilan sampel, menambah jumlah pengawas teknik, penerapan 5S, menyediakan tangga pijakan, menempelkan SOP di area kerja, *training* operator

5.8.1 Kriteria Pemilihan Alternatif

Kriteria performansi yang digunakan dalam melakukan penilaian *value* pada setiap alternatif ada 2 yaitu persentase *defect* dan waktu produktif pekerja. Dari kedua kriteria tersebut, satu kriteria dianggap lebih penting dari kriteria yang lain. Oleh karena itu perlu dilakukan penentuan bobot untuk menentukan tingkat kepentingan kriteria performansi oleh pihak manajemen perusahaan. Sehingga berdasarkan hasil diskusi dengan manajer pabrik didapatkan bobot untuk kedua kriteria adalah sebagai berikut:

a. Persentase *defect* = 0.7
b. Waktu produktif pekerja = 0.3

5.8.2 Biaya Alternatif Perbaikan

Pada bagian ini akan dibahas mengenai estimasi pengeluaran biaya yang dilakukan untuk melakukan penerapan masing-masing alternatif perbaikan. Estimasi biaya dilakukan dengan cara mencari referensi dari literatur dan kemudian didiskusikan bersama pihak perusahaan yaitu manajer pabrik untuk mengetahui apakah biaya perbaikan yang akan dikeluarkan sesuai dengan kemampuan finansial perusahaan.

a. Biaya Alternatif 0

   Alternatif 0 merupakan kondisi eksisting tanpa melakukan perbaikan apapun. Tabel 5.6 berikut ini merupakan total biaya alternatif 0.

Tabel 5. 6 Total Biaya Alternatif 0

HPP	Target per Bulan	Total Biaya Alternatif 0
Rp 3,877.15/*pcs*	801,200 *pcs*	**Rp 3,106,372,580**

b. Biaya Alternatif 1

   Alternatif 1 merupakan alternatif perbaikan dengan rekomendasi membuat *checklist* perawatan komponen dan membuat standar pengambilan sampel dengan pendekatan *military standard*. Biaya yang dikeluarkan berupa biaya pencetakan *checklist*, biaya pembuatan SOP pengambilan sampel yang baru dan sosialisasi terkait jumlah pengambilan sampel. Tabel 5.7 berikut ini merupakan rincian total biaya pengeluaran untuk penerapan alternatif 1.

Tabel 5. 7 Total Biaya Penerapan Alternatif 1

No	Komponen biaya	Biaya
1	Alternatif 0	Rp 3,106,372,580
2	Print *checklist* perawatan komponen	Rp 30,000
3	Pembuatan SOP pengambilan sampel yang baru dan sosialisasi	Rp 300,000
TOTAL		**Rp 3,106,702,580**

c. Biaya Alternatif 2

Alternatif 2 merupakan alternatif perbaikan dengan rekomendasi menambah jumlah pengawas teknik, penerapan 5S, menyediakan tangga pijakan, dan menempelkan SOP di area kerja. Penambahan jumlah pengawas teknik sebanyak 1 orang dalam satu *shift* untuk mengecek 34 mesin dengan pembagian kerja masing-masing pengawas mengecek 17 mesin, sehingga dalam satu hari dibutuhkan tambahan 3 orang pengawas teknik. Gaji pengawas teknik per bulan sebesar Rp 4,200,479.19. Kemudian untuk penerapan 5S dibutuhkan tim yang terdiri dari 1 orang ketua dan 3 orang anggota dengan pembagian tugas yaitu ketua bertugas mengkoordinasi anggota timnya, satu orang anggota tim untuk penerapan 5S di area produksi, satu orang anggota lainnya untuk penerapan di area kantor, dan satu orang lainnya untuk penerapan di area gudang dan bengkel. Ketua tim diberikan tunjangan sebesar Rp 750,000 dan anggota tim diberikan tunjangan sebesar Rp 500,000. Rincian pengeluaran lain untuk perbaikan dengan alternatif 2 dapat dilihat pada Tabel 5.8 berikut ini.

Tabel 5. 8 Total Biaya Penerapan Alternatif 2

No	Komponen biaya	Biaya
1	Alternatif 0	Rp 3,106,372,580
2	Menambah 3 orang pengawas teknik	Rp 12,601,473.57
3	Tunjangan ketua tim 5S	Rp 750,000
4	Tunjangan 3 anggota tim 5S	Rp 1,500,000
5	Pencetakan label gudang bahan baku	Rp 50,000
6	Pembelian rak untuk area penyimpanan *packaging*	Rp 600,000
7	Pembelian pijakan tangga sebanyak 2 buah	Rp 1,000,000
8	Pencetakan SOP untuk area kerja	Rp 20,000
TOTAL		**Rp 3,122,894,053.57**

d. Biaya Alternatif 3

Alternatif 3 merupakan alternatif perbaikan dengan rekomendasi mengadakan *training* untuk operator. Adapun operator yang melakukan training sebanyak 15 orang dengan paket *training* per orang sebesar Rp 2,000,000. Tabel 5.9 berikut ini merupakan total biaya pengeluaran untuk perbaikan dengan alternatif 3.

Tabel 5. 9 Total Biaya Penerapan Alternatif 3

No	Komponen biaya	Biaya
1	Alternatif 0	Rp 3,106,372, 580
2	Biaya *training* 15 orang	Rp 30,000,000
TOTAL		**Rp 3,136,372,580**

e. Biaya Alternatif 1 dan 2

Biaya kombinasi alternatif 1 dan 2 terdiri dari jumlah biaya alternatif 0, 1, dan 2. Tabel 5.10 berikut ini merupakan total biaya pengeluaran untuk perbaikan dengan alternatif 1 dan 2.

Tabel 5. 10 Total Biaya Penerapan Alternatif 1 dan 2

No	Komponen biaya	Biaya
1	Alternatif 0	Rp 3,106,372, 580
2	Biaya alternatif 1	Rp 330,000
3	Biaya alternatif 2	Rp 16,521,473.57
TOTAL		**Rp 3,123,224,053.57**

f. Biaya Alternatif 1 dan 3

Biaya kombinasi alternatif 1 dan 3 terdiri dari jumlah biaya alternatif 0, 1, dan 3. Tabel 5.11 berikut ini merupakan total biaya pengeluaran untuk perbaikan dengan kombinasi alternatif 1 dan 3.

Tabel 5. 11 Total Biaya Penerapan Alternatif 1 dan 3

No	Komponen biaya	Biaya
1	Alternatif 0	Rp 3,106,372, 580
2	Biaya alternatif 1	Rp 330,000
3	Biaya alternatif 3	Rp 30,000,000
TOTAL		**Rp 3,136,702,580.00**

g. Biaya Alternatif 2 dan 3

Biaya kombinasi alternatif 2 dan 3 terdiri dari jumlah biaya alternatif 0, 2, dan 3. Tabel 5.12 berikut ini merupakan total biaya pengeluaran untuk perbaikan dengan alternatif 2 dan 3.

Tabel 5. 12 Total Biaya Penerapan Alternatif 2 dan 3

No	Komponen biaya	Biaya
1	Alternatif 0	Rp 3,106,372, 580
2	Biaya alternatif 2	Rp 16,521,473.57
3	Biaya alternatif 3	Rp 30,000,000
TOTAL		**Rp 3,152,894,053.57**

h. Biaya Alternatif 1, 2, dan 3

Biaya kombinasi alternatif 1, 2 dan 3 terdiri dari jumlah biaya alternatif 0, 1, 2, dan 3. Tabel 5.13 berikut ini merupakan total biaya pengeluaran untuk perbaikan dengan alternatif 1, 2 dan 3.

Tabel 5. 13 Total Biaya Penerapan Alternatif 1, 2 dan 3

No	Komponen biaya	Biaya
1	Alternatif 0	Rp 3,106,372, 580
2	Biaya alternatif 1	Rp 330,000
3	Biaya alternatif 2	Rp 16,521,473.57
4	Biaya alternatif 3	Rp 30,000,000
TOTAL		**Rp 3,153,224,043.57**

5.8.3 Pemilihan Alternatif Perbaikan

Pemilihan alternatif perbaikan dilakukan dengan menggunakan *value analysis.* Nilai performansi didapat dengan diskusi bersama manajer pabrik dimana setiap alternatif diberikan nilai dalam rentang 1-10, kemudian nilai performansi dibandingkan dengan biaya untuk mendapatkan *value* pada setiap alternatif. Perhitungan *value* dilakukan dengan menggunakan persamaan (2.4), (2.5), dan (2.6). Tabel 5.14 berikut ini merupakan skala yang digunakan dalam penialian *value analysis.*

Tabel 5. 14 Skala *Value Analysis*

Skala Penilaian	Persentase *Defect*	Persentase Waktu Produktif
1	>5%	0% - 30%
2	4.5% - 5%	30% - 35%

Tabel 5.14 Skala *Value Analysis* (lanjutan)

Skala Penilaian	Persentase *Defect*	Persentase Waktu Produktif
3	4% - 4.5%	35% - 40%
4	3.5% - 4%	40% - 45%
5	3% - 3.5%	45% - 50%
6	2.5% - 3%	50% - 60%
7	2% - 2.5%	60% - 70%
8	1.5% - 2%	75% - 80%
9	1% - 1.5%	80% - 90%
10	0 - 1%	90% - 100%

Skala penilaian pada Tabel 5.14 menjadi pedoman dalam melakukan pengisian nilai performansi yang akan dicapai melalui alternatif perbaikan yang direkomendasikan. Skala penilaian presentase *defect* menunjukkan seberapa banyak *defect* yang akan terjadi dari total hasil produksi apabila alternatif perbaikan diimplemntasikan. Sedangkangkan skala penilaian persentase waktu produktif menunjukkan berapa persen waktu produktif yang digunakan oleh pekerja apabila alternatif perbaikan diimplementasikan. Hasil pengisian skala kemudian dihitung menggunakan rumus pada persamaan (2.3), (2.4), dan (2.5). Berikut adalah contoh langkah-langkah dalam melakukan peritungan nilai *value* untuk kombinasi alternatif 1.

- Mengitung performansi alternatif 1

$$P_1 = (0.7\ x\ 7) + (0.3\ x\ 7)$$

$$P_1 = 7$$

- Mengitung biaya performansi alternatif 1

$$PC_1 = \frac{P_1}{P_o} x PC_o$$

$$PC_1 = \frac{7}{5.6} x Rp\ 3{,}106{,}372{,}580$$

$$PC_1 = Rp\ 3{,}882{,}965{,}725$$

- Mengitung biaya perbaikan alternatif 1

$$C_1 = C_o + Biaya\ perbaikan\ alternatif\ 1$$

$$C_1 = Rp\ 3{,}106{,}702{,}580$$

- Mengitung *value* alternatif 1

$$V_n = \frac{PC_1}{C_1}$$

$$V_n = \frac{Rp\ 3{,}882{,}965{,}725}{Rp\ 3{,}106{,}702{,}580}$$

$$V_n = 1.250$$

Pada Tabel 5.15 berikut merupakan rekapitulasi perhitungan *value* pada setiap kombinasi alternatif.

Tabel 5. 15 Rekapitulasi Perhitungan *Value*

Kombinasi Alternatif	Bobot Kriteria		Pn	PCn	*Cost* (Cn)	*Value*
	Persentase *defect*	Waktu produktif pekerja				
	0.7	0.3				
Eksisting	5	7	5.6	Rp 3,106,372,580.00	Rp 3,106,372,580.00	1.000
1	7	7	7	Rp 3,882,965,725.00	Rp 3,106,702,580.00	1.250
2	6	9	6.9	Rp 3,827,494,786.07	Rp 3,122,894,053.57	1.226
3	6	8	6.6	Rp 3,661,081,969.29	Rp 3,136,372,580.00	1.167
1,2	7	9	7.6	Rp 4,215,791,358.57	Rp 3,123,224,053.57	1.350
1,3	7	8	7.3	Rp 4,049,378,541.79	Rp 3,136,702,580.00	1.291
2,3	6	9	6.9	Rp 3,827,494,786.07	Rp 3,152,894,053.57	1.214
1,2,3	7	8	7.3	Rp 4,049,378,541.79	Rp 3,153,224,053.57	1.284

Berdasarkan Tabel 5.15 diketahui bahwa kombinasi alternatif 1 dan 2 memberikan *value* terbesar dengan total biaya pengeluaran per bulan sebesar Rp 3,123,224,053.57. Kombinasi kedua alternatif tersebut dapat meningkatkan *performance* dari 5.6 menjadi 7.6 dan meningkatkan *value* yang didapat menjadi 1.350.

5.8 *Future State Value Stream Mapping*

Alternatif perbaikan yang memberikan *value* terbesar merupakan kombinasi alternatif 1 dan 2. Kombinasi tersebut diantaranya Membuat *checklist* perawatan komponen, membuat standar pengambilan sampel, menambah jumlah pengawas

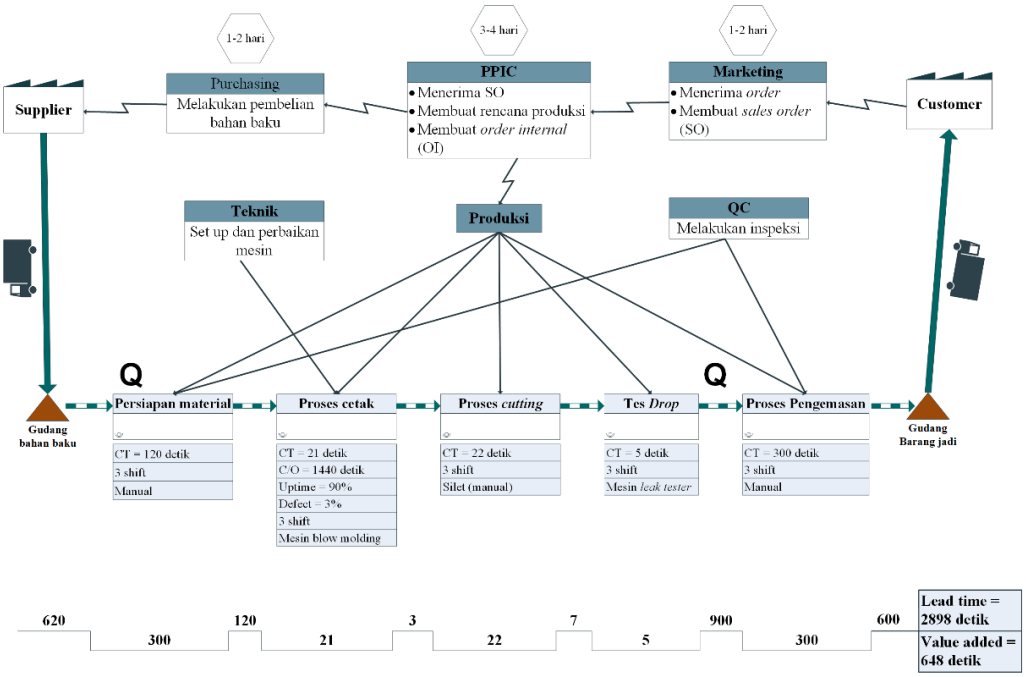
teknik, penerapan 5S, menyediakan tangga pijakan, dan menempelkan SOP di area kerja. Berdasarkan rekomendasi perbaikan terpilih dapat mengurangi pemborosan diantaranya yaitu mengontrol persentase *defect* agar di bawah standar 3% dengan melakukan pengecekan konponen secara rutin dan intens melalui *checklist* perawatan komponen, penambahan jumlah pengawas teknik dalam satu *shift*, dan memperbanyak jumlah pengambilan sampel sesuai *military standar* yaitu sebanyak 125 unit. Kemudian untuk mengurangi pemborosan *motion* dilakukan dengan 5S dan diharapkan perusahaan dapat mengurangi waktu pencarian material yang semula 180 detik menjadi 20 detik. Tabel 5.16 berikut ini merupakan *pocess activity mapping future.*

Tabel 5. 16 *Process Activity Mapping Future*

No	Aktivitas	Peralatan	Operator	Jarak (m)	Waktu (detik)	Jenis aktivitas					Ket
						O	T	I	S	D	
1	Mencari bahan baku	-	1	-	20						NVA
2	Memindahkan bahan baku ke area produksi	*Hand pallet*		45	600						NNVA
3	Inspeksi bahan baku	-	1	-	300						NNVA
4	Transfer bahan baku ke *vacum loader*	-	1	-	120						NNVA
5	Proses cetak	Mesin *blow molding*	-	-	21						VA
6	Mengambil produk jadi dari keranjang	-	1	-	3						NNVA
7	Proses *cutting*	-		-	22						VA
8	Tes *drop*	*Leak tester*	-	-	12						NNVA
9	Inspeksi akhir	-	1	-	900						NNVA
10	Proses *packaging*	-	1	-	240						VA
11	Pemasangan label *packaging*	-	1	-	60						NNVA
12	Transfer ke gudang barang jadi	Keranjang besar	2	40	600						NNVA

Dari Tabel 5.16 dapat dilihat bahwa tidak terjadi pengurangan aktivitas yang sudah ada karena keseluruhan aktivitas dibutuhkan dan apabila dihilangkan salah satunya maka proses produksi tidak dapat berjalan dengan baik. Perubahan waktu dapat dilihat pada ktivitas mencari bahan baku, yaitu terjadi pengurangan waktu yang semula 180 detik menjadi 20 detik, sehingga diharapkan dengan penerapan 5S dapat memudahkan operator dalam mencari material. Selanjutnya dilakukan

penggabaran *future state value stram mapping*. Penggambaran *future state value stream mapping* dapat dilihat pada Gambar 5.6 di bawah ini.



Gambar 5. 6 *Future Value Stream Mapping*

Dengan melakukan perbandingan *curent state* VSM dan *future* VSM maka dapat diketahui dengan adanya rekomendasi alternatif 2 maka *lead time* berkurang dari 3058 detik menjadi 2898 detik. Sedangkan nilai *value added* bertambah sebanyak 1.2% yaitu yang semula 21.2% menjadi 22.4%. Selain itu, melalui alternatif yang diberikan diharapkan *uptime* mesin dapat terkontrol hingga 90% dan persentase *defect* tidak melebihi 3%.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 6
KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dipaparkan kesimpulan dari penelitian tugas akhir dan saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya.

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil identifikasi *waste* ditemukan sejumlah pemborosan diantaranya yaitu produk tidak sesuai spesifikasi, kurangnya pengendalian kualitas, terdapat tumpukan produk pada lorong area produksi, proses keluar masuk barang dari area produksi ke gudang tidak lancar, waktu tunggu akibat perbaikan mesin yang mengalami *breakdown,* aktivitas mencari bahan baku, terhambatnya proses pengambilan *packaging,* dan kesulitan dalam menumpuk produk pada keranjang besar.
2. Hasil penentuan *waste* kritis dengan metode Borda yaitu *waste defect* dan *waste unnecessary motion.*
3. Akar penyebab terjadinya *waste* kritis didapatkan melalui metode 5 *whys* dan perhitungan RPN pada FMEA. Diketahui akar penyebab yang memiliki nilai RPN tinggi adalah kurangnya perhatian dalam perawatan komponen dan penentuan jumlah sampel belum sesuai *military standard.* Sedangkan akar penyebab dengan niali RPN sedang diantaranya yaitu kurangnya pengawas teknik dalam mengecek dan mengontrol temperatur, perusahaan belum menerapkan 5S, keranjang pengangkut terlalu tinggi, petugas tidak membersihkan dan tidak mengecek sisa bahan pada *vacum loader* secara teratur. Kemudian akar penyebab dengan niali RPN rendah yaitu kurangnya tanggung jawab, *skill,* dan konsentrasi operator.
4. Terdapat 3 alternatif perbaikan yang diusulkan berdasarkan kategori nilai RPN. Alternatif 1 merupakan perbaikan akar permasalahan dengan nilai RPN tinggi yaitu membuat *checklist* perawatan komponen dan membuat standar pengambilan sampel 125 unit (sesuai *military standard*). Alternatif 2 merupakan rekomendasi perbaikan untuk nilai RPN sedang yaitu

menambah jumlah pengawas teknik dalam satu *shift*, menerapkan 5S, menyediakan pijakan tangga, dan menempelkan SOP pada area kerja yang terlihat oleh operator. Alternatif 3 yaitu rekomendasi untuk nilai RPN rendah berupa dengan mengadakan *training* dan evaluasi kerja operator. Dari ketiga alternatif tersebut, terpilih kombinasi alternatif 1 dan 2 sebagai alternatif terbaik untuk diimplementasikan berdasarkan *value analysis.* Dengan penerapan kedua alternatif tersebut dapat dihasilkan *future state value stream mapping* dengan pengurangan *lead time* dari 3058 detik menjadi 2898 detik dan nilai *value added* bertambah sebanyak 1.2%.

6.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian tugas akir ini antara lain sebagai berikut.

1. Saran yang dapat diberikan untuk perusahaan adalah menerapkan alternatif perbaikan secara konsisten.
2. Saran untuk penelitian selanjutnya adalah melakukan penelitian hingga tahap implementasi untuk mengetahui dampak dari alternatif yang telah diusulkan. Dari hasil implementasi kemudian dapat dilanjutkan dengan penelitian mengenai *lean assessment s*ehingga dapat diketahui apakah rekomendasi yang diberikan telah sesuai dengan harapan perusahaan atau masih terdapat kekurangan, apabila terdapat kerkurangan maka penelitian selanjutnya dapat mengusulkan rekomendasi perbaikan yang baru.

DAFTAR PUSTAKA

Abdelgawad, M. and Fayek, A. R. (2010) 'Risk management in the construction industry using combined fuzzy FMEA and fuzzy AHP', *Journal of Construction Engineering and Management*, 136(9), pp. 1028–1036.

Babu, R., Jayachitra, R. and Abinanth, M. (2016) 'Implementation of Lean in Automotive Component Manufacturing Process', pp. 49–60.

Bennett, M. A., McDermott, R. and Beauregard, M. (2017) *The Basics of FMEA, The Basics of FMEA*.

Chougule, M. A. (2012) 'Use of Value Analysis Technique for Cost Reduction in Production Industry – A Case Study', *International Journal of Engineering Science and Technology (IJEST)*, 4(05), pp. 2101–2114.

Dale, B. G. (2003) *Managing Quality (Fourth Edition)*. Fourth. Blackwell.

Emerson, P. (2013) 'The original Borda count and partial voting', pp. 353–358.

George, M. L. (2010) *The Lean Six Sigma Guide to Doing More with Less, The Lean Six Sigma Guide to Doing More with Less*. New Jersey: John Wiley & Sons.

Glockling, J. (2012) 'Root cause', *Fire Risk Management*, (DECEMBER-JANUARY), pp. 21–23.

Hines, P. and Rich, N. (1997) 'The seven value stream mapping tools', 17(1), pp. 46–64.

Hines, P. and Taylor, D. (2000) *Going lean*. Cardiff, UK: Lean Enterprise Research centre, Cardiff Business School.

Khalil, R. a. *et al.* (2013) 'Implenetaion of Lean in Coutinuous Process-based Industries', *Journal of Scientific & Engineering Research*, 4(10), pp. 723–735.

Kumar, R., Dhermendra and Naveen (2012) 'An Exploratory Study on Implementation of Lean Manufacturing Practices (With Special Reference to Automobile Sector Industry).', *Yönetim ve Ekonomi*, 19(2), pp. 289–299. =true&AuthType=url,ip,uid&db=bth&AN=84631657&site=ehost-live.

Lansdowne, Z. F. and Woodward, B. S. (1996) 'Applying Borda Ranking Method', *Air Force Journal of Logistics*, 20, pp. 27–29.

Liker, J. K. and Meier, D. (2006) *THE TOYOTA WAY*. McGraw.

Meilani, D., Siska, M. and Elysa, F. (2014) 'Accelerate Out Patient Health Services with Lean Service', *The International Conference on Science and Technology for Sustainability (ICosTechs 2014)*, (October), pp. 165–174.

Montgomery, D. C. (2009) *Introduction to Statistical Quality Control*. 7th edn. United State: John Wiley and Sons, Inc.

Pessôa, M. V. P. and Trabasso, L. G. (2017) *The Lean Product Design and Development Journey*, *The Lean Product Design and Development Journey*.

Rich, N. and Holweg, M. (2000) 'Rich, BSc MBA Matthias Holweg, Dipl.-Wirtschaftsing.(FH) MSc', p. 32. Available at: https://www.urenio.org/tools/en/value_analysis.pdf.

Richard, J. P. (1999) *Value Engineering: A Plan for Invention*. London St: Lucie Press.

Rother, M. and Shook, J. (2003) 'What is Value-Stream Mapping', *Learning to see: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda*, (1), p. 3.

Sarkar, S. A., Mukhopadhyay, A. R. and Ghosh, S. K. (2013) 'Root cause analysis, Lean Six Sigma and test of hypothesis', *TQM Journal*, 25(2), pp. 170–185.

Serrat, O. (2017) 'The Five Whys Technique', *Knowledge Solutions*, (February 2009), pp. 307–310.

Womack, J. P. and Jones, D. T. (1997) 'Lean Thinking—Banish Waste and Create Wealth in your Corporation', *Journal of the Operational Research Society*, 48(11), pp. 1148–1148.

LAMPIRAN

Hasil Produksi *Jerrycan* 5 Liter Tahun 2019.

Bulan	GOOD		REJECT		RN	SETTING		%G (*Pcs*)	%RJ		%RN (Kg)	%S (*pcs*)
	pcs	kg	*pcs*	kg	kg	*pcs*	kg		(*pcs*)	(Kg)		
Januari	801968	146876	26890	4849	67640	19153	3511	96.76	3.24	3.20	30.35	2.26
Februari	1028808	188258	32010	5777	81012	13292	2398	96.98	3.02	2.98	29.20	1.24
Maret	1061509	194180	33249	5993	94343	27541	4966	96.96	3.04	2.99	31.50	2.45
April	789654	143717	21654	3974	63945	11369	2050	97.33	2.67	2.69	29.92	1.38
Mei	1041476	190299	31920	5774	86279	13401	2422	97.03	2.97	2.95	30.30	1.23
Juni	577180	105538	18493	3340	49906	15279	2754	96.90	3.10	3.07	30.89	2.50
Juli	390470	71491	12353	2238	34467	10673	1933	96.93	3.07	3.04	31.30	2.58
Agustus	523378	95382	16113	2899	45060	12801	2307	97.01	2.99	2.95	30.94	2.32
September	806590	146561	24370	4499	66061	15022	2711	97.07	2.93	2.98	30.05	1.78
Oktober	572488	104352	19208	3470	48011	12142	2167	96.75	3.25	3.22	30.39	2.01
Nopember	426096	77317	13319	2409	37464	17360	3132	96.97	3.03	3.02	31.14	3.80
Desember	633108	115749	20312	3593	57975	19966	3613	96.89	3.11	3.01	32.04	2.97

Uptime Mesin *Blow Molding*

Mesin *Blow Moldong*	
C/O	238.1233 menit
Planned Production Time	1440 ment
Setup + Breakdown	43.49795 menit
Operation Time	1158.378 menit
Availability	96%
Uptime	86%

KUISIONER PENENTUAN *WASTE* KRITIS

Pengisian kuisioner ini digunakan sebagai data pendukung dalam penelitian tugas akhir yang dilakukan penulis dengan judul PERBAIKAN PROSES PRODUKSI JERRYCAN 5 LITER DI PT. KEMASAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN LEAN MANUFACTURING". Topik *lean manufacturing* yang diambil pada penelitian merupakan pendekatan sistematis yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengeliminasi pemborosan (*waste*) melalui perbaikan berkelanjutan. Jenis-jenis *waste* yang dianalisis dalam penelitian ini beserta penjelasannya adalah sebagai berikut:

1. ***Overproduction***

   Waste overproduction merupakan pemborosan yang terjadi ketika memproduksi produk dalam jumlah terlalu banyak atau dalam waktu yang terlalu cepat. Pemborosan ini dapat menyebabkan terganggunya aliran informasi dan kelebihan. Produksi yang berlebihan juga cenderung menghambat produktivitas dan kualitas karena adanya kemungkinan kecacatan tidak terdeteksi lebih awal.

2. ***Defects***

   Defect atau cacat merupakan kesalahan yang terjadi pada proses pengerjaan, permasalahan pada kualitas produk, maupun hasil dari kinerja pengiriman yang buruk. *Waste* ini berpengaruh terhadap biaya langsung sehingga pada filosofi *lean manufacturing* menerapkan bahwa cacat harus dianggap sebagai peluang untuk terus melakukan perbaikan.

3. ***Excess Inventory***

   Adanya penyimpanan yang berlebihan (*excess inventory*) dan keterlambatan informasi maupun keterlambatan produk dapat menimbulkan biaya yang berlebihan dan menurunnya kepuasan pelanggan. *Waste excess inventory* cenderung akan meningkatkan *lead time*, menghambat identifikasi

permasalahan secara cepat dan memerlukan kebutuhan ruang yang besar sehingga dapat mengurangi lancarnya proses komunikasi didalamnya.

4. ***Innapropiate Processing***

   Waste ini terjadi ketika suatu proses kerja dilakukan dengan menggunakan seperangkat alat, prosedur, ataupun sistem yang tidak sesuai dengan pendekatan yang lebih simpel dan lebih efektif. Kondisi yang ideal adalah memiliki mesin sekecil mungkin sesuai kapasitasnya yang mampu menghasilkan kualitas yang dibutuhkan dan terletak sesuai urutan operasinya.

5. ***Excessive Transportation***

   Excessive transportation merupakan *waste* yang terjadi akbibat adanya pergerakan ataupun perpindahan yang berlebihan terhadap orang, informasi, maupun material sehingga dapat mengakibatkan pemborosan waktu, tenaga dan biaya.

6. ***Waiting***

   Waste waiting adalah periode tidak aktif dalam waktu lama bagi pekerja, informasi, maupun material sehingga menyebabkan aliran buruk dan waktu tunggu yang lama. *Waste* ini terjadi setiap kali material tidak bergerak atau tidak sedang dikerjakan karena menunggu proses selanjutnya.

7. ***Unnecessary Motion***

   Lingkungan dan tempat kerja yang buruk mengakibatkan ergonomi yang buruk seperti membungkung atau melakukan peregangan yang berlebihan. Selain itu barang yang tidak diatur dengan baik memiliki risiko kehilangan ataupun susah dicari. *Waste* semacam ini juga melelahkan bagi pekerja dan cenderung mengakibatkan produktivitas menurun dan kualitas yang buruk.

Adapun hasil dari identifikasi *waste* adalah sebagai berikut:

Jenis *Waste*	**Kondisi Perusahaan**
Overproduction	Produksi melebihi target yang telah ditentukan, pemborosan ini sangat jarang terjadi.
Defects	Produk yang tidak sesuai spesifikasi seperti adanya bintik hitam, kotor, warna tidak sesuai standar, terdapat bagian yang melipat, berat lebih/kiurang dari standar, pegangan jerigen penyok, dan ketebalan tidak sesuai. Selain itu juga pengendalian kualitas saat proses berjalan masih kurang.

Jenis *Waste*	Kondisi Perusahaan
Excess Inventory	Terdapat tumpukan produk pada lorong area produksi yang menunggu untuk dimasukkan dalam gudang barang jadi.
Innapropiate processing	Tidak ditemukan adanya *innapropiate processing.*
Excessive Transportation	Proses keluar masuk barang dari area produksi ke gudang barang jadi tidak lancar karena hanya terdapat satu jalur akses yang hanya bisa dilewati oleh satu keranjang besar
Waiting	Waktu tunggu karena perbaikan mesin yang mengalami *breakdown.*
Unnecessary Motion	Mencari bahan baku pada tumpukan material, tempat penyimpanan packaging yang tidak teratur menghambat proses pengambilan packaging, operator menggapai terlalu tinggi pada saat menumpuk produk di keranjang besar.

BIODATA RESPONDEN

Nama / Jabatan : …….

Petunjuk Pengisian Kuisioner

1. Urutkan dari 1-7 untuk memberikan peringkat pada jenis pemborosan yang pernah terjadi pada proses produksi *jeerycan* 5 liter.
2. Semakin besar peringkat yang diberikan maka semakin sering jenis pemborosan terjadi.

   Peringkat 1: tidak penah tejadi s/d Peringkat 7: sangat sering terjadi
3. Isikan peringkat pada tabel yang telah disediakan di bawah ini.

Kuisioner Penentuan *Waste* Kritis	
Jenis *Waste*	**Peringkat**
Overproduction	
Defects	
Excess Inventory	
Innapropiate Processing	
Excessive Transportation	
Waiting	
Unnecessary Motion	

KUISIONER FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)

Pengisian kuisioner ini digunakan sebagai data pendukung dalam penelitian tugas akhir yang dilakukan penulis dengan judul PERBAIKAN PROSES PRODUKSI JERRYCAN 5 LITER DI PT. KEMASAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN LEAN MANUFACTURING". Kuisioner ini merupakan alat yang digunakan untuk melakukan penilaian tingkat keparahan (*severity*), tingkat frekuensi kejadian (*occurence*), dan tingkat kemampuan untuk dideteksi (*detection*) pada masing-masing potensi kegagalan. Hasil pengisian kuisioner akan diolah lebih lanjut dan digunkana untuk kepentingan tugas akhir.

Penjelasan:

1. ***Severity***

   Severity merupakan tingkat keparahan dari potensi kegagalan pada setiap pemborosan kritis. Pedoman penilaian *severity* dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Effect	***Severity***	***Rating***
Tidak ada	Tidak berpengaruh pada proses produksi dan tidak menyebabkan kerugian biaya	1
Sangat minor	Sedikit berpengaruh terhadap proses produksi namun dapat diabaikan dan menyebabkan kerugian biaya yang rendah	2
Minor	Berpengaruh pada proses produksi namun tidak memperpanjang *lead time* dan menyebabkan kerugian biaya yang rendah	3
Sangat rendah	Berpengaruh pada proses produksi, menyebabkan kerugian biaya dan waktu yang agak rendah	4
Rendah	Memperpanjang *lead time* sebentar, mengurangi performansi,dan menyebabkan kerugian biaya cukup tinggi	5
Sedang	Memperpanjang *lead time* <1 jam, mengurangi performasi, menyebabkan kerugian biaya dan waktu yang tinggi	6

Effect	*Severity*	*Rating*
Tinggi	Memperpanjang *lead time* >1 jam, mengurangi performasi, menyebabkan kerugian biaya dan waktu yang tinggi	7
Sangat tinggi	Menghentikan proses produksi selama satu *shift*, menyebabkan kerugian biaya dan waktu yang tinggi	8
Berbahaya	Menghentikan proses produksi selama satu hari, menyebabkan kerugian biaya dan waktu yang tinggi	9
Sangat berbahaya	Menghentikan proses produksi selama >1 hari, menyebabkan kerugian biaya dan waktu yang tinggi	10

2. *Occurence*

Occurrence merupakan tingkat frekuensi kejadian dari potensi kegagalan pada setiap pemborosan kritis. Pedoman penilaian *occurence* dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Effect	*Occurrence*	*Rating*
Tidak pernah	Lebih dari satu tahun sekali	1
Jarang	Satu tahun sekali	2
	Enam bulan sekali	3
Kadang-kadang	Tiga bulan sekali	4
	Dua bulan sekali	5
Cukup sering	Satu bulan sekali	6
	Dua minggu sekali	7
Sering	Satu minggu sekali	8
	Tiga hari sekali	9
Sangat sering	Setiap hari	10

3. *Detection*

Detection merupakan tingkat kemampuan mendeteksi potensi kegagalan pada setiap pemborosan kritis. Pedoman penilaian *detection* dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Effect	*Detection*	*Rating*
Pasti	Sumber masalah dapat langsung terdeteksi, tidak membutuhkan alat bantu deteksi, hasil deteksi akurat.	1
Sangat mudah	Sumber masalah dapat dideteksi melalui inspeksi visual dan hasil deteksi akurat, kesalahan dalam mendeteksi dapat segera diketahui, tidak membutuhkan alat bantu deteksi.	2

Effect	*Detection*	*Rating*
Mudah	Membutuhkan alat bantu tertentu yang mudah digunakan untuk mendeteksi, pemborosan dapat diketahui langsung dan hasil deteksi akurat.	3
Cukup mudah	Dibutuhkan metode/alat bantu tertentu yang mudah digunakan untuk mengetahui sumber masalah yang terjadi namun sumber masalah tidak mudah diketahui dan dapat segera diketahui saat proses berakhir.	4
Sedang	Dibutuhkan metode/alat bantu tertentu untuk mengetahui sumber masalah yang terjadi, sumber masalah dapat diketahui setelah proses berakhir namun hasil deteksi kurang akurat.	5
Cukup sulit	Sumber masalah dapat terdeteksi apabila dilakukan analisa lebih lanjut dan membutuhkan alat bantu yang penggunaannya rumit.	6
Sulit	Membutuhkan alat bantu tertentu yang rumit untuk mendeteksi sumber masalah karena pemborosan sulit dideteksi dan kesalahan mendeteksi muncul setelah diadakan evaluasi.	7
Sangat sulit	Membutuhkan alat bantu yang penggunaannya rumit dan sukar didapat untuk mendeteksi, hasil deteksi diragukan.	8
Ekstrim	Alat bantu tidak dapat digunakan untuk mendeteksi, kesalahan mendeteksi muncul setelah diadakan evaluasi dan hasil deteksi tidak akurat	9
Tidak terdeteksi	Sumber masalah sama sekali tidak dapat terdeteksi	10

BIODATA RESPONDEN

Nama / Jabatan : ……..

Petunjuk pengisian:

Berilah penilaian *severity*, *occurrence*, dan *detection* untuk masing-masing potensi kegagalan dengan mengacu pada tabel-tabel yang telah dipaparkan.

Penilaian FMEA *Waste Defect*

Potential failure	*Potential effect*	S	*Potential cause*	O	*Control*	D
Terdapat bintik hitam, kotor, warna tidak standar	Kerugian finansial dan hilangnya kepercayaan konsumen		Petugas tidak melakukan pembersihan *vacum loader* secara teratur		Pengawasan di lapangan	
Berat tidak standar	Kerugian finansial dan hilangnya kepercayaan konsumen		Kurangnya pengawas teknik dalam mengontrol dan mengecek temperatur		Himbauan kepala teknik kepada pengawas	

Potential failure	*Potential effect*	S	*Potential cause*	O	*Control*	D
Berat tidak standar	Kerugian finansial dan hilangnya kepercayaan konsumen		Kurangnya kontrol operator dalam mengecek sisa bahan pada *vacum loader*		Pengawasan di lapangan	
Cacat bentuk	Kerugian finansial dan hilangnya kepercayaan konsumen		Kurangnya pengawas teknik dalam mengontrol dan mengecek temperatur		Himbauan kepala teknik kepada pengawas	
Cacat bentuk	Kerugian finansial dan hilangnya kepercayaan konsumen		Kurangnya kontrol operator dalam mengecek sisa bahan pada *vacum loader*		Pengawasan di lapangan	
Cacat bentuk	Kerugian finansial dan hilangnya kepercayaan konsumen		Kurangnya perhatian dalam perawatan komponen		Mengecek kondisi komponen secara berkala	
Cacat bentuk	Kerugian finansial dan hilangnya kepercayaan konsumen		Operator kurang berkonsentrasi dalam melakukan proses *cutting*		Pengawasan di lapangan	
Cacat bentuk	Kerugian finansial dan hilangnya kepercayaan konsumen		Kurangnya tanggung jawab dan *skill* operator		Pengawasan di lapangan	
Kurangnya pengendalian kualitas selama proses berjalan	Kerugian finansial dan hilangnya kepercayaan konsumen		Kurangnya pengendalian kualitas selama proses berjalan		Inspeksi dilakukan 2 jam sekali dengan jumlah pengambilan sampel 8 *pcs*	

Penilaian FMEA *Waste Motion*

Potential failure	*Potential Effect*	*Severity*	*Potential cause*	*Occurence*	*Control*	*Detection*
Mencari material pada tumpukan bahan baku	Waktu produksi tidak optimal		Perusahaan belum menerapkan 5S		Tidak ada	
Mencari *packaging* plastik	Waktu produksi tidak optimal		Perusahaan belum menerapkan 5S		Merapikan area penyimpanan packakging	

Potential failure	*Potential Effect*	*Severity*	*Potential cause*	*Occurence*	*Control*	*Detection*
Menumpuk produk pada keranjang besar	Performansi pekerja tidak optimal karena mudah kelelahan dan produk dapat mengalami kerusakan		Tidak terdapat alat bantu untuk menumpuk		Tidak ada alat bantu dalam meletatakkan produk pada tumpukan yang atas	

Sample size code letter	Sample size	Acceptable Quality Levels (Single normal inspection)																									
		0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000
		Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
A	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	44 45
C	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↑	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	44 45	↑
D	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	44 45	↑	↑
E	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	44 45	↑	↑	↑
F	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↑	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑
G	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
H	50	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
J	80	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↑	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
K	125	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
L	200	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
M	315	↓	↓	↓	0 1	↑	↑	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
N	500	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
P	800	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Q	1250	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
R	2000	↑	↑	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑

↓ = Use first sampling plan below arrow. If sample size equals, or exceeds, lot or batch size, do 100 percent inspection.

↑ = Use first sampling plan above arrow.

Ac = Acceptance number.

Re = Rejection number.

BIOGRAFI PENULIS

Penulis bernama lengkap Aisyah Pontiana, lahir di Jember pada tanggal 20 September 1998. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara, putri dari pasangan Edy Suprayitno dan Novia. Penulis pernah menempuh pendidikan di TK Kartika IX-35 Jember (2002-2004), SDN Jember Lor 1 (2004-2010), SMPN 3 Jember (2010-2013), SMAN 1 jember (2013-2016) dan Departemen Teknik Sistem dan Industri Institit Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (2016-2020). Selama kuliah, penulis aktif dalam kegiatan pelatihan dan kepanitiaan di kampus. Pada tahun pertama, penulis aktif mengukiti pelatihan seperi LKMM Pra-TD, LKMM TD, LKMW TD, *Basic Media Schooling*, dan lain-lain. Pada tahun kedua, penulis menjadi staf departemen kesejahteraan mahasiswa HMTI ITS dan mengikuti kepanitian seperti Inchall, IE-Games, seminar bidikmisi, K-FEST, dan lain-lain. Pada tahun ketiga, penulis berpartisipasi dalam *worksop facing industrial revolution* 4.0 *engineers* (FIRE) ITS IO dan berpartisipasi dalam *study excursion* ITS *goes beyond at* Singapore. Dalam rangka pengaplikasian keilmuan teknik industri, pada tahun ketiga penulis juga pernah melaksanakan kerja praktik di PT SMART Tbk dan ditempatkan di departemen gudang barang jadi. Pada tahun keempat, penulis diamanahi menjadi asisten untuk mata kuliah PTSI (Pengantar Teknik dan sistem industri). Apabila ada pertanyaan dan membutuhkan informasi lebih lanjut mengenai penelitian ini dapat menghubungi penulis melalui *email* aisyahpontiana@gmail.com.