



TESIS - PM 147501

**IMPLEMENTASI *LEAN MANUFACTURING*
DALAM MEMINIMALKAN *NON VALUE
ADDED* PADA PROSES PRODUKSI
*FINE FLEXIBLE PACKAGING***

ETTIK FEBRI DWI SUSANTI

9115 201 314

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. Moses Laksono Singgih, M.Sc, M.Reg.Sc, Ph.D, IPU

DEPARTEMEN MANAJEMEN TEKNOLOGI
BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN INDUSTRI
FAKULTAS BISNIS DAN MANAJEMEN TEKNOLOGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017

LEMBAR PENGESAHAN

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Manajemen Teknologi (M.MT)
di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

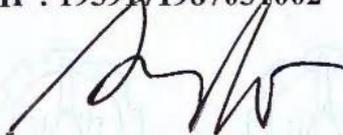
Oleh :

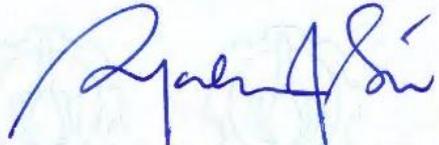
ETTIK FEBRI DWI SUSANTI
NRP. 9115201314

Tanggal Ujian : 8 Juli 2017
Periode Wisuda : September 2017

Disetujui oleh :


1. Prof. Ir. Moses L. Singgih, M.Sc, M.Reg.Sc, Ph.D, IPU (Pembimbing)
NIP : 1959171987031002


2. Prof. Ir. Budi Santosa, MS, Ph.D (Penguji)
NIP : 196905121994021001


3. Dyah Santhi Dewi, ST, M.Eng.Sc, Ph.D (Penguji)
NIP. 197208251998022001

Dekan Fakultas Bisnis dan Manajemen Teknologi




Prof. Dr. Ir. Udisubakti Ciptomulyono, M. Eng.Sc
NIP. 195903181987011001

IMPLEMENTASI *LEAN MANUFACTURING* DALAM MEMINIMALKAN *NON VALUE ADDED* PADA PROSES PRODUKSI *FINE FLEXIBLE PACKAGING*

Nama mahasiswa : Ettik Febri Dwi Susanti

NRP : 9115201314

Dosen pembimbing: Prof.Ir. Moses Laksono Singgih, M.Sc, M.Reg.Sc,
Ph.D, IPU

ABSTRAK

PT KSA merupakan industri manufaktur yang bergerak di bidang *flexible packaging* dengan teknologi *rotogravure*. Dengan penerapan sistem *make to order* dalam memenuhi kebutuhan *customer* dan komitmen menghasilkan produk berkualitas dengan harga kompetitif serta pengiriman yang tepat waktu. Hal tersebut menuntut perusahaan agar mampu mengelola sistem produksinya secara lebih efektif dan efisien melalui identifikasi aktivitas *value added*, mereduksi *waste* dan memperpendek *lead time* dalam meningkatkan produktivitas serta proses perbaikan yang berkesinambungan Implementasi *lean manufacturing* membantu perusahaan menjadi lebih kompetitif, terutama dalam hal mengurangi *waste* yang terjadi pada proses produksi *fine flexible packaging*.

Dalam identifikasi terhadap *waste* menggunakan *waste assessment model* (WAM) yang terdiri dari *waste relationship matrix* (WRM) dan *waste assessment questionnaire* (WAQ). Model ini mampu memberikan kontribusi untuk pencapaian hasil yang akurat dalam identifikasi tentang akar penyebab dari *waste*. Berdasarkan hasil WAQ didapat hasil *waste* prioritas dengan ranking tiga besar yaitu: *motion* sebesar 27,26%, *defect* sebesar 18,63% dan *inventory* sebesar 13,52%. Selanjutnya dilakukan analisa terkait akar penyebab dari *waste* yang diprioritaskan dengan menggunakan diagram *fishbone*. Rekomendasi perbaikan dengan menggunakan *U-shape cell layout* dan *5S* dalam mengeliminasi *waste motion*, metode *poka yoke* dalam mengeliminasi *waste defect* serta metode *economic order quantity* (EOQ) dalam mengeliminasi *waste inventory*.

Kata Kunci: *Lean Manufacturing, Waste Assessment Model (WAM), Waste Relationship Matrix (WRM), Waste Assessment Questionnaire (WAQ), U-Shape Cell Layout, 5S*

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

IMPLEMENTATION OF LEAN MANUFACTURING TO MINIMIZE NON VALUE ADDED IN FINE FLEXIBLE PACKAGING PRODUCTION PROCESS

Student : Ettik Febri Dwi Susanti
Student Identity Number : 9115201314
Supervisor : Prof.Ir. Moses Laksono Singgih, M.Sc,
M.Reg.Sc, Ph.D, IPU

ABSTRACT

PT KSA is manufacturing industry engaged in the field of flexible packaging with rotogravure technology. Using make-to-order system to meet customer needs and committed to produce quality products with competitive prices and on time delivery. It requires the company to be able to manage its production system more effectively and efficiently through the identification of value added activities, waste reduction and shortened lead time in improving productivity and continuous improvement process. Implementation of lean manufacturing helps companies become more competitive, especially in terms of reducing waste that occurs in the production process.

In the identification of waste assessment (WAM) consisting of waste relationship matrix (WRM) and waste assessment questionnaire (WAQ). This model is able to contribute to the achievement of accurate results in the identification of the root cause of waste. Based on the WAQ results obtained by the results of the waste priority ranking of the top three are: motion of 27.26%, defect of 18.63% and inventory of 13.52%. Furthermore, the root cause analysis of the priority waste using fishbone diagram. Recommendation of improvement by using U-shape cell layout and 5S in eliminating waste motion, poka yoke method in eliminating waste defect and economic order quantity (EOQ) method in eliminating waste inventory.

Keywords: Lean Manufacturing, Waste Assessment Model (WAM), Waste Relationship Matrix (WRM), Waste Assessment Questionnaire (WAQ), *U-Shape Cell Layout*, *5S*

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim.

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, tidak lupa shalawat serta salam akan selalu tercurahkan bagi Nabi Muhammad SAW, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian tesis dengan judul:

Implementasi *Lean Manufacturing* Dalam Meminimalkan *Non Value Added* Pada Proses Produksi *Fine Flexible Packaging*

Selesainya penelitian tesis ini tidak terlepas dari peran serta dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Ir. Moses Laksono Singgih, M.Sc, M.Reg.Sc, Ph.D, IPU selaku dosen pembimbing tesis.
2. Bapak Prof. Ir. Budi Santosa, MS, Ph.D dan Ibu Dyah Santhi Dewi, ST, M.Eng.Sc, Ph.D selaku dosen penguji tesis.
3. Bapak Dr. Ir. Mokh Suef, M.Sc (Eng), selaku ketua program studi MMT ITS.
4. Seluruh Dosen MMT ITS yang telah memberikan banyak ilmu, serta segenap karyawan MMT ITS.
5. Ibu, Bapak, Kakak serta Adik yang selalu memberikan dukungan, nasehat dan kasih sayang yang tidak akan pernah bisa digantikan dengan apa pun.
6. Pihak PT KSA, khususnya Bapak Denny, Bapak Mariono dan Ibu Heny yang telah membantu dalam proses penginformasian segala hal terkait proses produksi *fine flexible packaging*.
7. Rekan-rekan Manajemen Industri MMT ITS angkatan semester ganjil 2015.

Penulis berharap semoga penelitian tesis ini bermanfaat dan menambah wawasan keilmuan bagi pembaca. Penulis mengharapkan saran dan kritik untuk perbaikan dimasa yang akan datang.

Surabaya, Juni 2017

Penulis

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Perumusan Masalah.....	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Batasan Penelitian	7
1.6 Asumsi	7
1.7 Sistematika Penulisan	7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 <i>Lean Manufacturing</i>	9
2.2 Identifikasi Aktivitas Nilai.....	11
2.3 <i>Seven Waste</i>	12
2.4 <i>Waste Assessment Model</i>.....	15
2.4.1 <i>Seven Waste Relationship</i>	15
2.4.2 <i>Waste Relationship Matrix (WRM)</i>.....	19
2.4.3 <i>Waste Assessment Questionnaire (WAQ)</i>	21
2.5 <i>Fine Flexible Packaging</i>	24
2.6 <i>Layout</i>	27
2.7 Posisi Penelitian	29

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah.....	32
3.1.1 Studi Literatur	32
3.1.2 Studi Lapangan	32
3.1.3 Identifikasi Masalah	33
3.2 Pengumpulan Data.....	33
3.3 Pengolahan Data.....	33
3.3.1 <i>Waste Relationship Matrix (WRM)</i>	33
3.3.2 <i>Waste Assessment Questionnaire (WAQ)</i>	34
3.3.3 Akar Penyebab Waste	35
3.4 Analisa dan Pembahasan.....	35
3.5 Kesimpulan dan Saran.....	35
BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	37
4.1 Gambaran Umum Perusahaan	37
4.1.1 Sejarah Singkat Perusahaan.....	37
4.1.2 Visi dan Misi.....	39
4.1.3 Struktur Organisasi	39
4.1.4 <i>Layout</i>	41
4.2 Proses Manufaktur dan Produk	42
4.3 Identifikasi dan Pengukuran Waste.....	50
4.3.1 <i>Seven Waste Relathionship</i>	50
4.3.2 <i>Waste Relationship Matrix (WRM)</i>	52
4.3.3 <i>Waste Assessment Questionnaire (WAQ)</i>	53
4.4 Akar Penyebab Waste	59
BAB 5 ANALISA DAN PEMBAHASAN	63
5.1 Analisa Hasil Identifikasi Waste.....	63

5.1.1	<i>Analisa Waste Relationship Matrix (WRM)</i>	63
5.1.2	<i>Analisa Waste Assessment Questionnaire (WAQ)</i>	65
5.1.3	<i>Analisa Waste Prioritas</i>	66
5.2	Evaluasi dan Perbaikan	68
5.3	Implementasi Manajerial	75
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN		77
6.1	Kesimpulan	77
6.2	Saran	78
DAFTAR PUSTAKA		79
LAMPIRAN		81

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Contoh Produk <i>Fine Flexible Packaging</i>	2
Gambar 1.2	Data Perbandingan Kebutuhan Produksi dan <i>Inventory</i>	3
Gambar 1.3	Data Persentase <i>Defect</i>	3
Gambar 1.4	<i>Layout</i> Jarak Antar Proses	4
Gambar 2.1	<i>Seven Waste Relationship</i>	15
Gambar 2.2	Model Dasar Hubungan Antar <i>Waste</i>	16
Gambar 2.3	Diagram Alir Proses Produksi	25
Gambar 2.4	<i>Straight line</i>	27
Gambar 2.5	<i>Serpentine</i> atau <i>zig zag (S-Shaped)</i>	28
Gambar 2.6	<i>U-Shaped</i>	28
Gambar 2.7	<i>Circular</i>	28
Gambar 2.8	<i>Odd angle</i>	29
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian.....	31
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian (lanjutan)	32
Gambar 4.1	Data Produksi tahun 2016	38
Gambar 4.2	Struktur Organisasi Pada Proses Produksi	40
Gambar 4.3	<i>Layout</i> Ruang Produksi	41
Gambar 4.4	Produk <i>Fine Flexible Packaging</i>	42
Gambar 4.5	Produk <i>packaging</i>	42
Gambar 4.6	Proses Manufaktur PT KSA	43
Gambar 4.7	Silinder	44
Gambar 4.8	Mesin <i>Rotogravure Printing</i>	44
Gambar 4.9	Mesin <i>Winding</i>	45
Gambar 4.10	Mesin <i>Dry Laminating</i>	46
Gambar 4.11	<i>Buffer Aging</i>	46
Gambar 4.12	Mesin <i>Dry Extrusion</i>	47
Gambar 4.13	Mesin <i>Slitting</i>	47
Gambar 4.14	Proses <i>Packing</i>	48
Gambar 4.15	Ranking Hasil Perhitungan <i>Waste Assessment</i>	58
Gambar 4.16	<i>Fishbone Diagram Motion</i>	59

Gambar 4.17 <i>Fishbone Diagram Defect</i>	60
Gambar 4.18 <i>Fishbone Diagram Inventory</i>	60
Gambar 5.1 <i>Persentase keterkaitan waste</i>	63
Gambar 5.2 <i>Cell layout awal</i>	70
Gambar 5.3 <i>U-Shape Cell layout</i>	71

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kriteria Untuk Pembobotan Kekuatan Waste Relationship.....	17
Tabel 2.2	Contoh Perhitungan Keterkaitan Antar Waste.....	18
Tabel 2.3	Konversi Rentang Skor Keterkaitan Waste.....	18
Tabel 2.4	Contoh <i>Waste Relationship Matrix</i> (WRM).....	19
Tabel 2.5	Contoh <i>Waste Value Matrix</i>	20
Tabel 2.6	Contoh Bobot Awal yang diperoleh dari WRM.....	21
Tabel 2.7	Contoh Hasil Pembagian Dari Tabel 2.6 Dengan Nilai Ni.....	22
Tabel 2.8	Contoh Hasil Perhitungan <i>Waste Assessment</i>	24
Tabel 2.9	Posisi Penelitian.....	30
Tabel 4.1	Keterkaitan Antar <i>Waste</i>	51
Tabel 4.1	Keterkaitan Antar <i>Waste</i> (Lanjutan).....	52
Tabel 4.2	<i>Waste Relationship Matrix</i>	52
Tabel 4.3	<i>Waste Value Matrix</i>	53
Tabel 4.4	Pengelompokkan Jenis Pertanyaan.....	54
Tabel 4.5	Bobot Awal Berdasarkan WRM.....	55
Tabel 4.6	Bobot Pertanyaan dibagi Ni dan Jumlah Skor (Sj) dan Frekuensi (Fj).....	56
Tabel 4.7	Perkalian antara Bobot dengan hasil penilaian kuesioner dan Jumlah Skor (sj) dan Frekuensi (fj).....	57
Tabel 4.8	Nilai Indikator Awal (Yj).....	57
Tabel 4.9	Hasil Perhitungan <i>Waste Assessment</i>	58
Tabel 5.1	Peringkat Hasil <i>Assessment</i>	66
Tabel 5.2	Rekomendasi Perbaikan.....	69
Tabel 5.2	Rekomendasi Perbaikan (lanjutan).....	70

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Persaingan bisnis yang semakin ketat dalam era globalisasi menuntut industri manufaktur untuk lebih kompetitif sehingga mampu bersaing dengan para kompetitor. Kemampuan dalam memenuhi keinginan *customer* dan ketepatan pemenuhan *order* terhadap produk yang berkualitas dan kompetitif membuat perusahaan manufaktur terus berupaya mengelola sistem produksinya secara lebih efektif dan efisien. Di dalam usaha peningkatan produktivitas, perusahaan harus mengetahui aktivitas yang dapat meningkatkan nilai tambah produk (*value added*), mengurangi berbagai pemborosan (*waste*) dan memperpendek *lead time*.

Dalam konsep *lean production*, aktivitas dibedakan menjadi tiga tipe yaitu aktivitas yang bernilai tambah (*value adding activity*), aktivitas tidak bernilai tambah (*non value adding activity*) dan aktivitas yang penting akan tetapi tidak menambah nilai produk (*necessary non value adding activity*) (Hines & Taylor, 2000). Secara umum dalam proses produksi terdapat tujuh *waste* yang terjadi antara lain: *transportation, waiting, over production, defective parts/defect, inventory, movement/motion, excess processing* (Wilson, 2010).

PT KSA merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak dibidang *flexible packaging* yang berlokasi di By Pass Krian, Sidoarjo. Perusahaan ini menggunakan teknologi *rotogravure* yaitu salah satu teknologi dalam dunia percetakan untuk mencetak media yang terbuat dari bahan yang fleksibel, misalnya berbagai jenis plastik, alumunium, kertas, serta mika PVC. Bahan-bahan tersebut selanjutnya akan dicetak dalam bentuk *roll* atau gulungan sehingga menghasilkan produk yang juga berupa *roll* atau gulungan yang sesuai dengan spesifikasi *customer* baik dari desain maupun ukuran. Proses produksi berjalan *continuous* selama 24 jam dengan 3 kali pergantian *shift* setiap harinya. Perusahaan ini memproduksi dua jenis produk yaitu: *fine flexible packaging* (bentuk kemas) dalam bentuk *roll* atau gulungan dan *packaging* (pengemasan) dalam bentuk kantong (*bag*), yang keduanya banyak digunakan perusahaan manufaktur dalam industri

makanan, minuman, bahan pangan dan lain-lain. Contoh dari produk *fine flexible packaging* dapat dilihat pada Gambar 1.1 berikut ini.

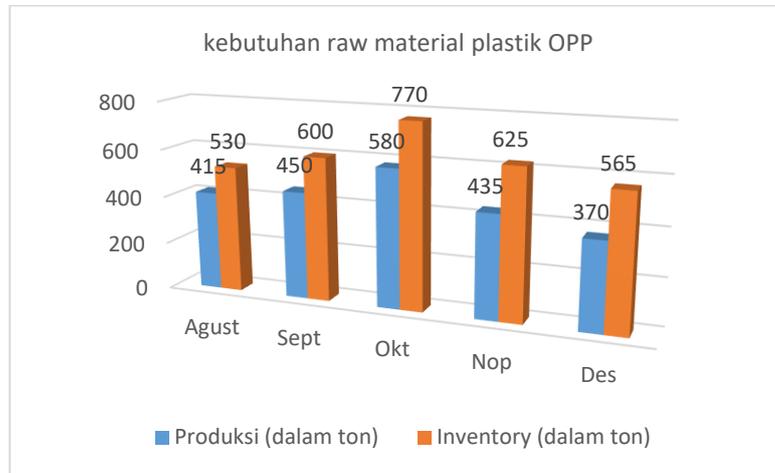


Gambar 1.1 Contoh Produk *Fine Flexible Packaging*

PT. KSA menerapkan sistem *make to order* dalam melayani *customer*, dimana akan terjadi ketidakpastian terhadap jumlah permintaan yang berfluktuasi dalam periode waktu tertentu. Aliran informasi dimulai ketika *customer* melakukan permintaan yang selanjutnya akan ditransformasikan kedalam bentuk spesifikasi sebuah produk dan diteruskan menjadi penjadwalan proses produksi yang akhirnya menjadi produk jadi. Aliran proses produksi dimulai dari *raw material* kemudian diteruskan ke ruang produksi yang terdiri dari proses *printing*, *winding*, *laminating*, *slitting* dan *packing* di gudang produk jadi. Perusahaan ini berkomitmen untuk memberikan produk yang berkualitas dengan harga kompetitif dan pengiriman tepat waktu. Adanya fenomena penentuan *lead time* yang semakin cepat dari pihak *customer* membuat perusahaan berupaya memperpendek *lead time* yang bertujuan agar respon dari *customer* akan lebih cepat, produktivitas akan meningkat dan pemanfaatan sumber-sumber daya menjadi lebih baik.

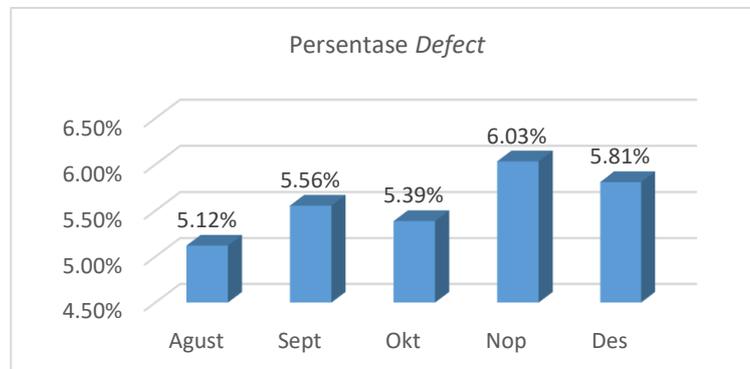
Berdasarkan observasi awal, diketahui proses produksi *fine flexible packaging* masih mengalami hambatan atau aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*non value added*). Hal ini terlihat pada penumpukan *inventory raw material* yang berlebihan di gudang, adanya produk *defect* dengan rata-rata lebih dari 5% setiap bulannya, serta *layout* ruang produksi yang kurang efisien menyebabkan pergerakan pekerja tidak efektif. Pihak perusahaan mulai melakukan *continuous improvement* sebagai penerapan ISO 9001: 2015 pada keseluruhan departemen yang ada dengan penetapan target utama dalam meminimalisasi

berbagai pemborosan (*waste*) dengan pemanfaatan secara maksimal segala sumber daya yang tersedia agar sistem produksi bisa lebih efektif dan efisien.



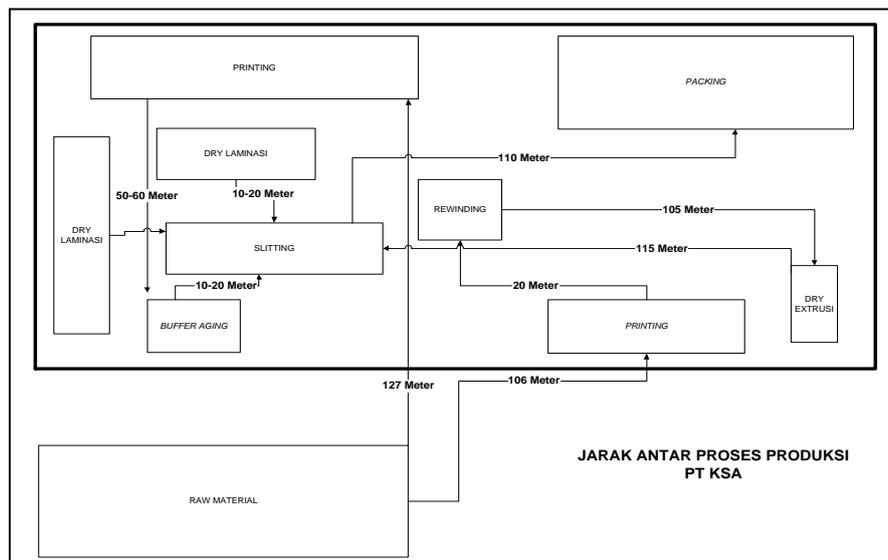
Gambar 1.2 Data Perbandingan Kebutuhan Produksi dan *Inventory* (Sumber: Data Internal Perusahaan)

Berdasarkan data kebutuhan *raw material* plastik OPP pada Gambar 1.2 selama bulan agustus-desember 2016 dapat diketahui bahwa rata-rata kebutuhan *raw material* plastik OPP sebesar 450 ton perbulan dan rata-rata *inventory* yang ada di gudang sebesar 618 ton perbulan (kelebihan rata-rata *inventory* sebesar 27%). Adanya penumpukkan *raw material* di gudang merupakan salah satu bentuk *waste inventory* karena menimbulkan biaya *inventory* yang lebih tinggi. Pihak manajemen perusahaan menargetkan persentase kelebihan *inventory* bisa turun 10%–15% dan pada akhirnya diharapkan bisa mencapai *zero inventory* sehingga perlu upaya meminimalkan maupun eliminasi *waste* yang terjadi.



Gambar 1.3 Data Persentase *Defect* (Sumber: Data Internal Perusahaan)

Berdasarkan Gambar 1.3 dapat diketahui bahwa tingkat *defect* selama bulan agustus–desember 2016 mempunyai rata-rata *defect* sebesar 5,58%. Permasalahan *defect* mengakibatkan perlu dilakukannya proses *rework* atau diproses yang menyebabkan diperlukan tambahan biaya untuk alokasi *manpower* serta waktu penyelesaian produk bisa melebihi jadwal. Produk *defect* ini dapat berupa gulungan yang tidak rata, gulungan yang kendor, potongan tidak simetris, gambar tidak sesuai spesifikasi dan *join unstandard* yang disebabkan oleh setting mesin yang kurang tepat dan terjadinya *break down* mesin pada saat proses produksi. Perusahaan menargetkan penurunan *defect* sebesar 3% - 4% dan diharapkan mampu mencapai *zero defect* sehingga diperlukan usaha perbaikan dalam mengurangi maupun eliminasi *waste*.



Gambar 1.4 *Layout* Jarak Antar Proses
(Sumber: Data Internal Perusahaan)

Berdasarkan Gambar 1.4 dapat dilihat bahwa *layout* jarak antar kurang efisien. Hal ini terlihat pada mesin *printing* dengan lokasi terpisah. Dibutuhkan waktu yang lebih lama dalam mengangkut bahan baku menuju mesin *printing* yang terletak di sebelah *dry laminating*. Peletakkan mesin sudah sesuai berdasarkan jenis mesin tetapi masih belum sesuai dengan urutan proses produksi. Misalkan untuk produk yang menggunakan mesin *dry extrusion* mempunyai jarak cukup jauh dari mesin *winding* dan mesin *slitting* untuk aktivitas prosesnya sehingga mempunyai waktu yang lebih lama dalam hal transportasi. Penataan *layout* yang kurang sesuai

akan menyebabkan terjadi *waste* transportasi dan pergerakan yang tidak efektif dari pekerja sehingga menimbulkan *waste movement* atau *motion*.

Beberapa permasalahan *waste* yang terjadi membuat pihak perusahaan berupaya mengoptimalkan segala sumber daya yang tersedia agar dapat mengelola sistem produksinya secara lebih efektif dan efisien. Melalui analisa aktivitas-aktivitas yang berlangsung selama proses produksi diharapkan dapat mengidentifikasi aktivitas yang memberi nilai tambah produk (*value added*), mengurangi pemborosan (*waste*) dan memperpendek *lead time* dalam usaha meningkatkan produktivitas serta proses perbaikan yang berkesinambungan agar kelangsungan hidup perusahaan terjamin.

Proses efektifitas dan efisiensi yang dilakukan harus sesuai dengan kemampuan dan sumber daya yang ada di perusahaan sehingga perlu dilakukan optimalisasi pada sistem produksi. *Lean manufacturing* merupakan metode ideal dalam usaha pengoptimalan sistem dan proses produksi karena mempunyai kemampuan yang akurat dalam identifikasi, mengukur, menganalisa dan mencari solusi perbaikan atau peningkatan performansi secara komprehensif. Pendekatan *lean* berfokus pada efisiensi tanpa mengurangi efektivitas proses diantaranya peningkatan aktivitas yang *value added*, mereduksi pemborosan (*waste*), dan pemenuhan kebutuhan *customer* (Hines & Taylor, 2000). Penerapan konsep *lean* digunakan dalam mengeliminasi *waste* pada *value stream system*.

Dalam identifikasi terhadap *waste* diperlukan suatu model yang dapat mempermudah dan menyederhanakan proses pencarian permasalahan dari *waste* dengan menggunakan *waste assessment model* (WAM) yang terdiri dari *waste relationship matrix* (WRM) dan *waste assessment questionnaire* (WAQ). Menurut Rawabdeh (2005), model ini mempunyai kelebihan pada kesederhanaan dari matrik dan kuesioner yang mencakup berbagai hal dan mampu memberikan kontribusi untuk pencapaian hasil yang akurat dalam identifikasi tentang akar penyebab dari pemborosan (*waste*).

Waste assessment model (WAM) merupakan langkah terpenting dalam implementasi metode *lean manufacturing* dan berperan penting untuk menentukan *waste* utama yang berpengaruh besar dalam keseluruhan proses yang selanjutnya dilakukan upaya perbaikan (Fahad, 2015). Suatu identifikasi yang sistematis dan

terus menerus dalam eliminasi *waste* dapat meningkatkan efisiensi, produktivitas dan daya saing (Rawabdeh, 2005). Metode *lean manufacturing* dengan *waste assessment model* (WAM) merupakan cara yang efektif dalam penyelesaian permasalahan yang terjadi dan pengoptimalan performansi pada sistem dan proses produksi *fine flexible packaging* di PT KSA.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian yang telah dijelaskan di atas, maka permasalahan yang ingin dibahas dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Menganalisa jenis *waste* yang ada dalam proses produksi *fine flexible packaging*.
2. Meminimalkan *waste* pada proses produksi *fine flexible packaging* dengan penerapan *lean manufacturing*.
3. Perbaiki *waste* yang terjadi pada proses produksi *fine flexible packaging*.

1.3 Tujuan Penelitian

Sesuai permasalahan yang akan dibahas, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui aliran proses produksi *fine flexible packaging*.
2. Mengidentifikasi aktivitas yang menjadi penyebab *waste* dalam proses produksi *fine flexible packaging*.
3. Memberikan rekomendasi perbaikan dari *waste* yang terjadi dalam proses produksi *fine flexible packaging*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dalam penelitian ini adalah:

1. Dengan mengetahui *waste* yang ada, diharapkan proses produksi *fine flexible packaging* bisa lebih efektif dan efisien.
2. Minimalisasi *waste* secara langsung akan berdampak pada penggunaan sumber daya.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Objek penelitian adalah PT KSA.
2. Produk yang diteliti adalah *fine flexible packaging*.
3. Data yang digunakan adalah data produksi tahun 2016.
4. Rekomendasi perbaikan diprioritaskan pada tiga *waste* yang memiliki bobot terbesar.

1.6 Asumsi

Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Pada waktu penelitian berjalan, kebijakan manajemen perusahaan tidak mengalami perubahan signifikan, dimana proses produksi berjalan sesuai kondisi normal dan stabil.
2. Tidak terkait dengan analisa keuangan.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada penelitian ini terdiri dari:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan tentang latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan penelitian dan asumsi, serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang landasan teori mengenai *lean manufacturing*, serta landasan teori terkait dengan metode analisa data.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi mengenai jenis penelitian yang digunakan, teknis analisa dan metode pengumpulan data, pengolahan data, dan proses analisa data

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini berisi uraian tentang langkah-langkah pengumpulan data, pengolahan data yang telah dikumpulkan serta hasilnya digunakan dalam pembahasan permasalahan yang terjadi dan penerapan metode yang digunakan dalam penelitian ini.

BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi uraian mengenai tahap analisa dari *waste relationship matrix* (WRM) dan *waste assessment questionnaire* (WAQ), analisa akar penyebab *waste* dan rekomendasi perbaikan dari *waste* prioritas berdasarkan bobot WAQ dengan ranking tiga terbesar, penentuan usulan dan rekomendasi perbaikan yang sesuai.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi uraian mengenai hasil akhir dari analisa yang berupa rangkuman analisa dan rekomendasi yang disesuaikan dari hasil analisis.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai dasar teori yang digunakan dalam melakukan penelitian ini, studi literatur dan tinjauan pustaka yang terkait dengan penelitian ini.

2.1 *Lean Manufacturing*

Menurut *APICS Dictionary* (2013) mendefinisikan *lean manufacturing* sebagai sebuah filosofi produksi yang berlandaskan pada minimasi penggunaan sumber-sumber daya yang ada (termasuk waktu) pada seluruh aktivitas dalam perusahaan. Hal ini melibatkan identifikasi dan eliminasi aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non-value adding activities*) dalam bidang *design, manufactur, supply chain management* dan berkaitan langsung dengan *customer*. *Lean* menciptakan *team work* yang terampil (*multi skill*) di keseluruhan level dari perusahaan dan fleksibilitas tinggi, peningkatan automasi mesin dalam menghasilkan sejumlah produk potensial yang bervariasi. *Lean* berisi konsep dan praktik dalam pengurangan biaya melalui eliminasi *waste* secara berkelanjutan dan juga penyederhanaan proses dari keseluruhan aktivitas manufaktur.

Wilson (2010) menyatakan bahwa *lean* merupakan bagian filosofi pertumbuhan jangka panjang dalam menciptakan *value* bagi *customer*, masyarakat, ekonomi dengan tujuan pengurangan biaya, peningkatan waktu pengiriman dan peningkatan kualitas dengan mengeliminasi semua *waste*. Strategi dasar utama yang mendukung filosofi ini adalah investasi pada sumber daya manusia dan stabilitas proses dari sebuah sistem yang menghasilkan produk berkualitas tinggi.

Filosofi *lean production* menekankan tentang pengurangan *waste* yang digunakan dalam keseluruhan aktivitas produksi berkaitan dengan proses mengidentifikasi dan mengeliminasi kegiatan *non value added* dalam perancangan produksi, *supply chain*, dan penanganan *customer*. *Lean manufacturing* adalah teknik yang tepat untuk mendesain dan memperbaiki sistem aktual yang ada untuk

mengeliminasi *waste* dengan memahami perilaku sistem dan mengevaluasi berbagai macam rencana dan strategi perbaikan dalam pengoperasian sistem.

Perusahaan yang berbasis manufaktur *make to order* mempunyai kondisi dengan *high mix-low volume* dimana aktivitas produksi hanya sesuai *order* dari *customer* sehingga perubahan lini produksi yang berupa *lot* dan tidak adanya *demand forecasting* membuatnya sulit dalam menjadwalkan jalur produksi dan menjadikan waktu sebagai *asset* utama bagi perusahaan. Perusahaan dituntut agar mampu memecahkan permasalahan produksinya dengan baik dan tepat, terutama menghilangkan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah yang merupakan tujuan utama *lean*. Dimana *lean* yang berbasis *make to order* lebih berfokus pada proses, *uptime mesin*, *quick changeover*, dan respon yang cepat untuk memenuhi *due date* yang telah ditetapkan sebagai *customer value* (Nuruddin & dkk, 2013).

Lean telah diterapkan pada berbagai bidang mulai dari perusahaan profit maupun lembaga nonprofit. *Lean enterprise* merupakan *lean* yang diterapkan pada keseluruhan perusahaan, *lean manufacturing* merupakan *lean* yang diterapkan pada industri berbasis *manufactur*, *lean service* merupakan *lean* yang diterapkan dalam bidang jasa, *lean banking* merupakan *lean* yang diterapkan pada industri perbankan, *lean retailing* merupakan *lean* dalam bidang *retail*, *lean government* merupakan *lean* dalam bidang pemerintahan dan lain-lain.

Program implementasi *lean manufacturing* didasarkan pada lima prinsip utama (Womack & Jones, 2003) yaitu:

- 1. *Specify value***

Value didefinisikan oleh *end customer*, mengidentifikasi semua kebutuhan *customer* serta mampu menciptakan *value* dari persepsi *customer*. Hal tersebut merupakan salah satu *competitive advantage* yang harus dimiliki oleh perusahaan.

- 2. *Identify the value stream***

Setelah didapatkan semua kebutuhan *customer*, maka dilakukan proses mengidentifikasi *value stream* dari seluruh aktivitas produksi yang merupakan hal terpenting untuk dipahami dan diukur.

3. *Make the value flow without interruption*

Usaha menghilangkan *waste* yang tidak bernilai tambah dari semua aktivitas sepanjang *value stream* tersebut.

4. *Pull system*

Penggunaan sistem tarik (*pull system*) dalam pengorganisasian dari material, informasi, dan produk itu mengalir secara lancar dan efisien sepanjang proses *value stream*.

5. *Strive to perfection*

Eliminasi *waste* secara bertahap dan berkelanjutan dalam usaha yang selalu berorientasi mencapai kesempurnaan.

2.2 Identifikasi Aktivitas Nilai

Identifikasi aktivitas merupakan salah satu proses yang penting dalam pendekatan *lean* sehingga memudahkan dalam memahami aktivitas mana yang memberikan nilai tambah maupun yang tidak memberikan nilai tambah. Menurut Hines & Taylor (2000) aktivitas dibedakan menjadi tiga macam yaitu:

1. *Value Adding Activity*

Value adding activity adalah seluruh aktivitas yang memberikan nilai tambah bagi *customer* dalam menghasilkan produk atau jasa.

Adanya penggunaan *manual labour* dalam aktivitas memproses *raw material* atau *semi finished product*, seperti pada proses *sub assembly*, dan *painting body work* (Hines & Rich, 1997).

2. *Non-Value Adding Activity*

Non-value adding activity adalah seluruh aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah bagi *customer* dalam menghasilkan produk atau jasa dan tidak berguna pada kondisi saat ini. Aktivitas ini merupakan *pure waste* yang menjadi target utama agar segera dihilangkan sepenuhnya seperti aktivitas: *waiting time*, *double handling*, *work in process* (WIP) (Hines & Rich, 1997).

3. *Necessary Non-Value Adding Activity*

Necessary non-value adding activity adalah seluruh aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah bagi *customer* dalam menghasilkan produk

atau jasa, tetapi diperlukan untuk proses yang ada. Dalam waktu singkat, aktivitas ini cenderung sulit dihilangkan dan menjadi target saat melakukan perubahan dalam jangka waktu yang relatif lama. Misalkan aktivitas pemindahan material, pemindahan *tool* dari satu tangan ke tangan yang lain. Sebenarnya aktivitas tersebut tidak memberikan nilai tambah namun sulit menghilangkannya kecuali dengan perubahan prosedur, membuat aktivitas yang baru, perombakan secara keseluruhan pada *layout* produksi, dan lain-lain (Hines & Rich, 1997).

Selain itu terdapat aktivitas yang juga tidak memberikan nilai tambah namun seringkali harus dilakukan yaitu transportasi dan penyimpanan.

2.3 *Seven Waste*

Pemborosan (*waste*) merupakan aktivitas kerja yang tidak memberi nilai tambah (*non value added*) dalam proses transformasi *input* menjadi *output* sepanjang *value stream*. Berdasarkan perspektif *lean*, semua jenis *waste* yang terdapat sepanjang proses *value stream* dalam aktivitas mentransformasi *input* menjadi *output* harus dieliminasi guna meningkatkan nilai produk (barang atau jasa) dan selanjutnya meningkatkan *customer value*.

Waste didefinisikan sebagai segala sesuatu yang diminimalisasi dalam penggunaan sejumlah sumber daya yang mutlak penting dalam meningkatkan nilai produk dan eliminasi berbagai jenis *waste* yang mengancam aspek-aspek dari kinerja perusahaan dalam memberikan *customer value* (Rawabdeh, 2005).

Untuk mengetahui jenis-jenis *waste* yang tidak memberi nilai tambah dalam proses bisnis manufaktur diperlukan identifikasi pemborosan yang terjadi. Menurut Taiichi Ohno dalam Wilson (2010) mengidentifikasi tujuh jenis *waste* sebagai berikut:

1. *Transportation*

Transportasi merupakan *waste* yang timbul karena perpindahan material dari satu bagian ke bagian lainnya. Aktivitas ini terjadi antara bagian proses, antara lini pengolahan, dan saat produk dikirim ke *customer*.

Perbaikan dari *waste* transportasi bisa dilakukan dengan *Cells* yaitu penataan *layout* di ruang produksi. Selain itu perbaikan dari *waste over production* dan *inventory* secara tidak langsung berdampak pada pengurangan aktivitas transportasi.

2. *Waiting*

Menunggu dalam konteks jika pekerja sama sekali tidak melakukan pekerjaan untuk alasan apapun. Ini bisa berarti menunggu dalam jangka pendek seperti kejadian dalam suatu *unbalanced line* maupun menunggu lebih lama seperti kehabisan stok atau kegagalan mesin.

Perbaikan *waiting* dapat dilakukan dengan *line balancing* dan *standart work* dalam konteks keseimbangan waktu proses produksi, *total productive maintenance* (TPM) dalam rangka peningkatan *reability* dan kualitas mesin.

3. *Over Production*

Over production merupakan *waste* yang paling mempengaruhi keenam *waste* lainnya. Sebagai contoh saat terjadi *over production* maka barang tersebut harus diangkut, disimpan, diperiksa dan kemungkinan terdapat beberapa material yang rusak. *Over production* tidak hanya terjadi pada produk yang diproduksi dan belum terjual tetapi juga pada pembuatan produk terlalu awal dari yang dijadwalkan.

Perbaikan *over production* dapat dilakukan dengan *single minutes exchange of die* (SMED) dalam tujuan mengurangi *changeover time* dan menurunkan jumlah *lot size* yang berdampak pada pengurangan *inventory*. Dalam hal memproduksi sesuai dengan *order* dapat menggunakan pendekatan *kanban* maupun konsep *line balancing*.

4. *Defective Parts*

Menurut Onho dalam (Wilson, 2010) menyatakan *waste* ini sering disebut *scrap*. Kebanyakan orang menggunakan istilah *scrap*, terkait untuk produksi barang cacat yang sebagai *waste*. Namun Onho, tidak hanya mengkategorikan produk saja sebagai *scrap*, tetapi usaha dan material dalam pembuatannya. Dalam membuat unit cacat bukan hanya

unit produksi yang hilang, tetapi pada kenyataannya pekerja juga menghabiskan waktu berharga, usaha dan energi.

Perbaikan *defect* dapat menggunakan konsep *poka yoke* yang bertujuan menghindari terjadinya kesalahan akibat kelalaian dari tenaga kerja maupun mesin yang dapat menghasilkan *defect*. Dalam rangka mendapatkan *zero defects* dengan implementasi SOP dan instruksi kerja yang jelas.

5. *Inventory*

Persediaan adalah *waste* yang klasik. Semua persediaan merupakan *waste* kecuali persediaan yang ditujukan untuk penjualan langsung. Tidak ada perbedaan walaupun persediaan itu merupakan *raw material*, *work in process* (WIP), dan *finished product*.

Perbaikan *inventory* bisa menggunakan *single minutes exchange of die* (SMED) dan *minimum lot size* karena *inventory* merupakan akibat dari *over production*. Selain itu, digunakan konsep persediaan *economy order quantity* (EOQ) dalam menentukan kapan dan berapa banyak barang yang harus dibeli dari persepsi ekonomi.

6. *Movement*

Movement atau yang lebih dikenal dengan *motion* merupakan pergerakan yang tidak perlu dari pekerja, seperti operator dan mekanik yang berkeliling mencari peralatan atau material. Hal tersebut terlalu sering terjadi, meskipun sering diabaikan sebagai *waste*. Banyak pekerja yang aktif, berpindah dan terlihat sibuk. Ukuran keefektifan tidak dilihat hanya dari seberapa banyak pergerakan para pekerja. *Work design* dan *workstation design* merupakan kunci utama dalam usaha perbaikan yang berkesinambungan.

Perbaikan *movement* dapat dilakukan dengan penataan *layout* ruang kerja dan penerapan 5S (*seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke*).

7. *Excess Processing*

Merupakan *waste* yang berasal dari pengolahan suatu produk yang tidak sesuai keinginan *customer*. *Engineers* yang membuat spesifikasi diluar kebutuhan *customer* menyebabkan *waste* pada tahap desain. *Waste* ini

juga bisa meningkat karena pemilihan peralatan yang jelek dan proses yang tidak efisien.

Perbaiki *over processing* dengan menerapkan SOP yang jelas tentang instruksi kerja maupun tahapan proses kepada operator.

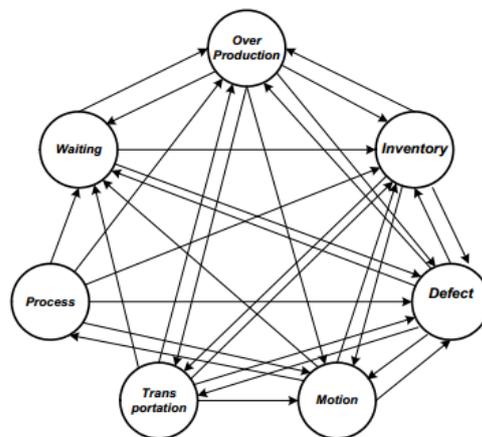
2.4 Waste Assessment Model

Waste assessment model merupakan suatu model yang dikembangkan untuk menyederhanakan pencarian dari permasalahan *waste* dan mengidentifikasi dalam mengeliminasi *waste* (Rawabdeh, 2005). Model ini menggambarkan hubungan antar *seven waste* yang terdiri dari:

1. O: *Overproduction*
2. P: *Processing*
3. I: *Inventory*
4. T: *Transportation*
5. D: *Defects*
6. W: *Waiting*
7. M: *Motion*

2.4.1 Seven Waste Relationship

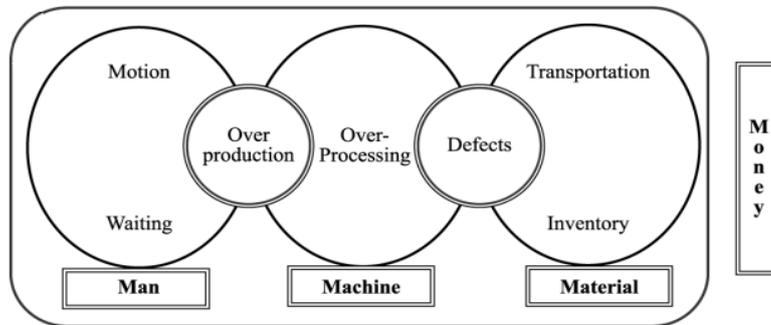
Semua jenis *waste* bersifat *inter dependent* dan berpengaruh terhadap jenis *waste* yang lain dan secara simultan dipengaruhi oleh jenis *waste* lainnya. Gambar 2.1 berikut adalah keterkaitan antara *seven waste* :



(Sumber: Rawabdeh, 2005)

Gambar 2.1 *Seven Waste Relationship*

Dalam pengkategorian *waste* menurut Rawabdeh (2005) membuat model dasar kategorisasi dan keterkaitan antar *waste* berdasarkan hubungannya dengan manusia, mesin dan material.



Sumber: Rawabdeh (2005)

Gambar 2.2 Model Dasar Hubungan Antar *Waste*

Tujuh *waste* dapat dikelompokkan kedalam 3 kategori utama yaitu:

1. Kategori *man* meliputi *motion*, *waiting* dan *over production*.
2. Kategori *machine* meliputi *overprocessing*.
3. Kategori *material* meliputi *transportation*, *inventory* dan *defect*.

Proses identifikasi aktivitas *waste* bukanlah hal yang mudah. Jumlah parameter dan tumpang tindih antara proses yang berbeda dapat menyebabkan aktivitas *waste* tersembunyi di antara aktivitas lainnya. Adanya pertimbangan pengurangan *waste* hanya berfokus penting pada subjek. Permasalahan penting biasanya dianggap remeh, dan tahap awal dari mana dan bagaimana mencari *waste* tidak jelas. Masalah tambahannya yaitu, bila ada intervensi menghilangkan satu jenis *waste*, hal ini dapat mengakibatkan jenis *waste* lainnya terkena dampak negatif. Faktor-faktor tersebut membuat sulit dalam mempertimbangkan untuk menghapus apa yang dapat dianggap sebagai aktivitas *waste* (Rawabdeh, 2005).

Dalam menghitung kekuatan dari *waste relationship* dikembangkan suatu kriteria pengukuran berdasarkan kuesioner yang terdiri dari enam pertanyaan dengan tiap jawaban yang memiliki rentang bobot (0 sampai 4) seperti pada Tabel 2.1 berikut ini:

Tabel 2.1 Kriteria Untuk Pembobotan Kekuatan *Waste Relationship*

No.	Pertanyaan	Bobot
1	Apakah i mengakibatkan j?	
	Selalu	4
	Kadang-kadang	2
	Jarang	0
2	Apakah tipe keterkaitan antara i dan j?	
	Jika i naik, maka j naik	2
	Jika i naik, j pada level konstan	1
	Acak, tidak tergantung kondisi	0
3	Dampak j dikarenakan oleh i?	
	Terlihat langsung dan jelas	4
	Butuh waktu agar terlihat	2
	Tidak terlihat	0
4	Eliminasi akibat i pada j dicapai melalui	
	Metode teknik	2
	Sederhana dan langsung	1
	Solusi instruksi	0
5	Dampak j dikarenakan oleh i, berpengaruh pada :	
	Kualitas produk	1
	Produktivitas sumber daya	1
	<i>Lead Time</i>	1
	Kualitas dan produktivitas	2
	Produktivitas dan <i>lead time</i>	2
	Kualitas dan <i>lead time</i>	2
	Kualitas, produktivitas, dan <i>lead time</i>	4
6	Pada tingkatan apa dampak i pada j dalam meningkatkan <i>lead time</i> manufaktur	
	Tingkat tinggi	4
	Tingkat menengah	2
	Tingkat rendah	0

Keterangan : i sebagai suatu jenis *waste* yang berdampak pada jenis *waste* j lainnya.

Sumber: Rawabdeh (2005)

Penjelasan keterkaitan antar *waste* dapat dilihat pada lampiran 3. Hasil pembobotan dihitung seperti contoh pada Tabel 2.2 sebagai berikut.

Tabel 2.2 Contoh Perhitungan Keterkaitan Antar *Waste*

Pertanyaan Keterkaitan	1		2		3		4		5		6		Skor
	Jwb	Bbt											
O_I	a	4	a	2	a	4	a	2	f	2	a	4	18
O_D	b	2	c	0	b	2	b	1	a	1	c	0	6

Penilaian kuesioner dari pihak perusahaan untuk keterkaitan antar *waste* kemudian dikonversi ke dalam simbol sesuai dengan ketentuan pada Tabel 2.3 berikut:

Tabel 2.3 Konversi Rentang Skor Keterkaitan *Waste*

Range	Tipe Keterkaitan	Simbol
17-20	<i>Absolutely necessary</i>	A
13-16	<i>Especially important</i>	E
9-12	<i>Important</i>	I
5-8	<i>Ordinary Closeness</i>	O
1-4	<i>Unimportant</i>	U

Sumber: Rawabdeh (2005)

Pada Tabel 2.2 didapatkan contoh dari hasil perhitungan keterkaitan antar *waste* dari keterkaitan *waste* yaitu *over production* terhadap *inventory* (O_I) dan *over production* terhadap *defects* (O_D). Berdasarkan pertanyaan-pertanyaan dari kriteria untuk pembobotan kekuatan *waste relationship* dan didapatkan skor (O_I) sebesar 18 dan (O_D) sebesar 6. Dari hasil skor keterkaitan antar *waste*, selanjutnya skor tersebut akan dikonversi sesuai dengan ketentuan pada Tabel 2.3 untuk menentukan tipe keterkaitan. Untuk keterkaitan pertama yaitu: (O_I) mempunyai skor sebesar 18 sehingga berada pada *range* 17-20 dengan tipe keterkaitan *absolutely necessary* dan selanjutnya mempunyai simbol A. Sedangkan keterkaitan kedua yaitu: (O_M) mempunyai skor sebesar 6 sehingga berada pada *range* 5-8 dengan tipe keterkaitan *ordinary closeness* dan selanjutnya mempunyai simbol O. Pembobotan dilakukan terhadap seluruh keterkaitan antar *waste* yang ada pada lampiran 3 yaitu sebanyak 31 jenis keterkaitan *waste* sehingga akan diperoleh seluruh skor dan sesuai ketentuan pada Tabel 2.2 akan dikonversi ke dalam bentuk simbol sesuai dengan rentang. Hasil dari konversi ini selanjutnya digunakan dalam penyusunan *waste relationship matrix* (WRM).

2.4.2 Waste Relationship Matrix (WRM)

Waste relationship matrix (WRM) adalah matriks yang digunakan dalam menganalisa kriteria pengukuran. Baris pada matriks menunjukkan efek suatu *waste* tertentu terhadap enam *waste* lainnya. Sedangkan kolom pada matriks menunjukkan suatu jenis *waste* yang dipengaruhi oleh jenis *waste* lainnya. Diagonal dari matriks ditempatkan dengan nilai *relationship* tertinggi, dan secara *default*, tiap jenis *waste* akan memiliki hubungan pokok dengan *waste* itu sendiri. Contoh *waste relationship matrix* (WRM) dapat dilihat pada Tabel 2.4 berikut:

Tabel 2.4 Contoh *Waste Relationship Matrix* (WRM)

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

Sumber: Rawabdeh (2005)

Waste relationship matrix (WRM) diperoleh dari pembobotan kekuatan keterkaitan antar *waste* seperti pada Tabel 2.2 dan dikonversi sesuai ketentuan Tabel 2.3 untuk seluruh keterkaitan *waste* yang ada sebanyak 31 pada lampiran 3. Misalkan tipe keterkaitan *waste over production* dan *inventory* (O_I) mempunyai hasil konversi dengan simbol A yang kemudian dimasukkan kedalam WRM pada baris *over production* (O) dan kolom *inventory* (I). Tipe keterkaitan *waste over production* dan *motion* (O_I) mempunyai hasil konversi dengan simbol O yang kemudian dimasukkan kedalam WRM pada baris *over production* (O) dan kolom *motion* (M). Cara tersebut dilakukan untuk semua tipe *waste* sehingga didapatkan hasil WRM seperti pada Tabel 2.4 diatas.

Matriks *waste* menggambarkan hubungan nyata diantara jenis-jenis *waste*. Pembobotan dari tiap baris dan kolom WRM ditotal untuk melihat skor yang menggambarkan efek atau pengaruh ke dalam bentuk persentase untuk

menyederhanakan matriks. Hasil matriks WRM dikonversi menjadi angka dengan ketentuan simbol A = 10, E = 8, I = 6, O = 4, U = 2, dan X = 0 (Rawabdeh, 2005). Kemudian dihitung jumlah skor dan persentase dari setiap *waste* untuk membuat *waste matrix value* seperti pada Tabel 2.5 berikut.

Tabel 2.5 Contoh *Waste Value Matrix*

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

Sumber: Rawabdeh (2005)

Pada Tabel 2.5 diatas merupakan contoh *waste value matrix* yang diperoleh dari hasil WRM pada Tabel 2.4 dan kemudian dikonversi ke dalam bentuk angka sesuai dengan ketentuan simbol yang ada. Misalnya pada baris *over production* dan kolom *inventory* merupakan keterkaitan tipe *waste over production_inventory* (O_I) mempunyai simbol A pada WRM dan kemudian dikonversi sehingga didapat nilai 10 pada *waste value matrix*. Hal ini berlaku untuk semua baris dan kolom keterkaitan antar *waste*. Setelah didapatkan semua hasil konversi nilai seperti yang terlihat pada Tabel 2.5 selanjutnya mencari skor dengan menjumlahkan keterkaitan antar *waste* berdasarkan baris dan kolom. Dari skor akan dibuat persentase dari masing-masing baris dan kolom keterkaitan antar *waste*. Hasil persentase dari *waste* yang sama berdasarkan baris dan kolom merupakan probabilitas pengaruh antar jenis *waste* yang disimbolkan dengan P_j dan akan digunakan dalam menghitung bobot akhir dari *waste assessment questionnaire* (WAQ). Misalnya *waste over production* dengan 16,8% pada baris dan 13,6% pada kolom sehingga akan didapat P_j dengan nilai 228,46% dan untuk jenis *waste* yang lain bisa dilakukan dengan cara yang sama.

2.4.3 Waste Assessment Questionnaire (WAQ)

Waste assessment questionnaire (WAQ) digunakan dalam mengidentifikasi dan mengalokasikan *waste* yang terjadi pada lini produksi (Rawabdeh, 2005). Kuesioner *assessment* ini terdiri atas 68 jenis pertanyaan yang berbeda, dimana kuesioner ini diperkenalkan dengan tujuan pengalokasian *waste*. Tiap pertanyaan kuesioner menggambarkan suatu aktivitas, suatu kondisi atau suatu sifat yang mungkin menimbulkan suatu jenis *waste* tertentu.

Beberapa pertanyaan yang dimulai dengan “*from*”, menjelaskan jenis *waste* yang ada saat ini yang dapat memicu munculnya jenis *waste* lainnya berdasarkan *waste relationship matrix*. Pertanyaan lainnya dimulai dengan “*to*”, menjelaskan tiap jenis *waste* yang ada saat ini bisa terjadi karena dipengaruhi jenis *waste* lainnya. Tiap pertanyaan memiliki tiga pilihan jawaban dan masing-masing diberi bobot 1, 0.5 atau 0 (*zero*). Pertanyaan-pertanyaan kuesioner dikategorikan ke dalam empat kelompok yaitu: *man*, *machine*, *material* dan *method* dimana tiap pertanyaan berhubungan antara satu kategori dengan kategori lainnya. Peringkat akhir dari *waste* tergantung pada kombinasi dari jawaban, karena dari hasil kuesioner tersebut nanti akan diproses dengan suatu algoritma yang terdiri dari beberapa langkah yang telah dikembangkan dalam menilai dan meranking *waste* yang ada.

Langkah-langkah yang digunakan dalam menganalisis *waste assessment questionnaire* (WAQ) menurut Rawabdeh (2005) sebagai berikut:

1. Mengelompokkan dan menghitung jumlah pertanyaan kuesioner “*from*” dan “*to*” dari tiap jenis *waste*.
2. Melakukan pembobotan untuk tiap jenis *waste* dari tiap jenis pertanyaan kuesioner WAQ berdasarkan bobot dari WRM.

Pada Tabel 2.6 berikut ini memperlihatkan contoh dari pemberian bobot awal berdasarkan WRM.

Tabel 2.6 Contoh Bobot Awal yang diperoleh dari WRM

Tipe Pertanyaan	Pertanyaan	O	I	D	M	T	P	W
<i>Man</i>								
<i>From Motion</i>	2	0	4	8	10	0	6	10
<i>From Defect</i>	3	6	6	10	6	8	0	6
<i>From Motion</i>	4	9	4	8	10	0	6	10

Pembobotan awal yang diperoleh dari WRM menggunakan data pada Tabel 2.5 sesuai dengan tipe pertanyaan kuesioner WAQ yang terdapat pada lampiran 3. Misalkan pertanyaan nomor 2 mempunyai tipe *from motion* dengan melihat Tabel 2.5 pada baris *waste motion* maka akan didapatkan bobot awal WRM seperti pada Tabel 2.6 dan untuk jenis *waste* lainnya bisa dilakukan dengan cara yang sama.

- Menghilangkan efek variasi jumlah pertanyaan untuk setiap jenis pertanyaan dengan membagi bobot tiap baris dengan jumlah pertanyaan yang dikelompokkan (N_i) untuk setiap pertanyaan dengan persamaan berikut:

$$S_j = \sum_{K=1}^K \frac{W_{j,k}}{N_i}$$

untuk tiap jenis *waste* j (2.1)

dimana:

S_j = skor *waste*

W_j = bobot hubungan dari tiap jenis *waste*

K = nomor pertanyaan (berkisar antara 1 sampai 68)

N_i = jumlah pertanyaan yang dikelompokkan

Pada Tabel 2.7 berikut ini memperlihatkan contoh dari hasil pembagian bobot awal berdasarkan WRM dengan nilai N_i .

Tabel 2.7 Contoh Hasil Pembagian Dari Tabel 2.6 Dengan Nilai N_i

Type Pertanyaan	N_i	Pertanyaan	O	I	D	M	T	P	W
Man									
<i>From Motion</i>	11	2	0	0,36	0,73	0,91	0	0,55	0,91
<i>From Defect</i>	9	3	0,67	0,67	1,11	0,67	0,89	0	0,67
<i>From Motion</i>	11	4	0,82	0,36	0,73	0,91	0	0,55	0,91

- Menghitung jumlah skor (S_j) dari setiap kolom jenis *waste* pada persamaan (2.1) dan frekuensi (F_j) dari munculnya nilai pada setiap kolom *waste* dengan mengabaikan nilai 0 (nol).

5. Memasukkan nilai dari hasil kuesioner (1, 0.5, dan 0) kedalam tiap bobot nilai *waste* dengan persamaan berikut:

$$s_j = \sum_{k=1}^K X_k \times \frac{W_{j,k}}{N_i}$$

untuk tiap jenis *waste* j (2.2)

dimana:

s_j = total nilai bobot *waste*

X_k = nilai dari jawaban tiap pertanyaan kuesioner (1, 0.5, atau 0)

6. Menghitung jumlah skor (s_j) untuk setiap nilai bobot pada tiap kolom *waste* dan frekuensi (f_j) untuk tiap nilai bobot pada kolom *waste* dengan mengabaikan nilai 0 (nol).
7. Menghitung indikator awal untuk setiap *waste* (Y_j) dengan persamaan berikut:

$$Y_j = \frac{s_j}{S_j} \times \frac{f_j}{F_j}$$

untuk tiap jenis *waste* j (2.3)

dimana:

Y_j = faktor indikasi awal dari setiap jenis *waste*

f_j = frekuensi dari munculnya nilai pada tiap kolom *waste* dengan mengabaikan nilai 0 (nol) (frekuensi untuk s_j)

F_j = frekuensi dari munculnya nilai pada tiap kolom *waste* dengan mengabaikan nilai 0 (nol) (frekuensi untuk S_j)

Indikator ini hanya berupa angka yang masih belum mempresentasikan bahwa tiap jenis *waste* dipengaruhi jenis *waste* lainnya.

8. Menghitung nilai *final waste factor* (Y_j final) dengan memasukkan faktor probabilitas pengaruh antar *waste* P_j berdasarkan total “*from* dan *to*” pada WRM. Selanjutnya untuk mengetahui peringkat level dari masing-masing *waste* dengan mempresentasikan bentuk *final waste factor* yang diperoleh dengan persamaan berikut:

$$Y_j \text{ final} = Y_j \times P_j = \frac{s_j}{s_j} \times \frac{f_j}{F_j} \times P_j$$

untuk tiap jenis *waste* j (2.4)

dimana:

$Y_j \text{ final}$ = faktor akhir dari setiap jenis *waste*

P_j = probabilitas pengaruh antar jenis *waste*

Pada Tabel 2.8 berikut ini memperlihatkan contoh dari hasil perhitungan akhir *waste assessment*, didapatkan presentasi dari masing-masing *waste* dan peringkat akhir.

Tabel 2.8 Contoh Hasil Perhitungan *Waste Assessment*

	O	I	D	M	T	P	W
Skor (Yj)	0,28	0,27	0,30	0,26	0,26	0,32	0,33
Pj Faktor	165,24	259,87	355,91	228,80	148,29	96,04	187,84
Hasil Akhir (Yj Final)	46,33	69,09	106,85	60,10	38,30	31,05	61,19
Hasil Akhir (%)	11,22	16,73	25,88	14,55	9,28	7,52	14,82
Ranking	5	2	1	4	6	7	3

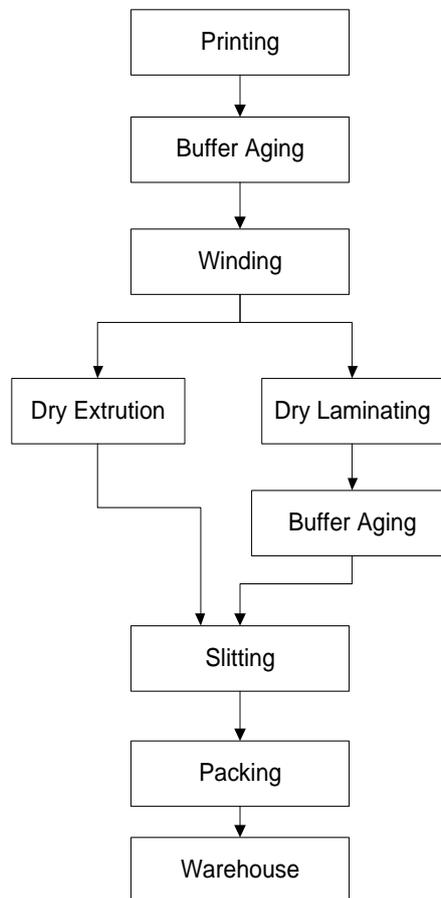
Sumber: Rawabdeh (2005)

Pada Tabel 2.8 diatas menunjukkan contoh hasil akhir *waste assessment*. Setelah didapatkan skor (Yj) pada tiap jenis *waste* dan mengalikannya dengan probabilitas (Pj) untuk tiap jenis *waste*. Nilai Probabilitas diperoleh dari perhitungan pada Tabel 2.5 yaitu dengan mengalikan hasil persentase pada baris dan kolom untuk tiap jenis *waste*. Selanjutnya hasil akhir tersebut akan dipersentase pada tiap jenis *waste* dan memberikan peringkat akhir pada tiap jenis *waste*. Pada Tabel 2.8 didapatkan hasil *waste* tertinggi adalah *defect* dengan persentase 25,88%.

2.5 *Fine Flexible Packaging*

Fine flexible packaging (kemas bentuk) adalah kemasan jadi yang berupa gulungan atau *roll* untuk diproses lebih lanjut oleh *customer* yang bersangkutan. Produk *fine flexible packaging* dari PT KSA digunakan dalam industri makanan ringan (*snack*), minuman, tepung, deterjen, sabun dan lain-lain. *Packaging* yang dihasilkan merupakan *packaging* primer yang berbahan dasar plastik yang berhubungan langsung dengan produk. Proses produksi berdasarkan pesanan dengan spesifikasi desain produk yang ditentukan *customer*.

Proses produksi *fine flexible packaging* digambarkan dalam diagram alir yang dapat dilihat pada Gambar 2.3 berikut ini:



Gambar 2.3 Diagram Alir Proses Produksi

Secara umum tahapan proses produksi sebagai berikut:

1. *Printing* (pencetakan)

Printing merupakan proses mencetak gambar dan tulisan dari *roll* plastik polos besar sesuai dengan pesanan *customer*. Pada tahap ini terdapat proses inspeksi ini dilakukan untuk mengecek hasil dari *printing* terkait desain gambar dan tulisan yang harus sesuai dengan pesanan *customer*

2. *Buffer aging*

Merupakan proses pengeringan WIP dengan cara ditempatkan diruang panas atau ada juga yang hanya butuh temperatur suhu kamar biasa.

3. *Winding*

Winding merupakan proses merapikan gulungan atau *roll* plastik besar bergambar setelah dari proses *buffer aging* dengan cara menggulung ulang.

4. *Laminating* (pelapisan)

Proses laminasi ini berfungsi untuk melapisi suatu kemasan yang sudah dicetak pada mesin *printing*. Pada PT KSA, proses laminasi dibagi menjadi dua jenis:

1. *Dry extrusion*

Dry extrusion merupakan proses melapisi *roll* plastik besar bergambar setelah dari mesin *winding* dengan lelehan biji plastik sehingga *roll* plastik lebih tebal.

2. *Dry laminating*

Dry laminating merupakan proses melekatkan *roll* plastik besar bergambar setelah dari mesin *winding* dengan lapisan plastik *metalize* dan sejenisnya sehingga *roll* plastik lebih tebal. Setelah *dry laminating* WIP melalui proses *buffer aging* lagi sebelum masuk ke mesin *slitting*.

5. *Slitting* (pemotongan)

Slitting merupakan proses pemotongan gulungan atau *roll* plastik besar setelah dari mesin *dry extrusion* dan mesin *dry laminating* yang dilanjutkan dengan proses *buffer aging* menjadi *roll-roll* kecil dengan menggunakan mesin *slitting*. Selain pemotongan, pada mesin *slitting* dilakukan pemeriksaan atau pengecekan kualitas produk hasil proses pencetakan dan laminasi dengan cara mencari bagian-bagian yang rusak untuk kemudian diberi tanda untuk dibuang.

6. *Packing*

Packing merupakan proses merapikan *roll* plastik kecil dengan cara dibungkus plastik dan atau kardus.

7. *Warehouse*

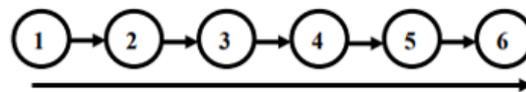
Setelah *packing*, produk yang sudah siap jual disimpan di gudang sebagai tempat penyimpanan sementara sebelum didistribusikan.

2.6 *Layout*

Tata letak (*layout*) merupakan satu keputusan penting yang menentukan efisiensi sebuah operasi dalam jangka panjang. Tata letak (*layout*) memiliki banyak dampak strategis karena tata letak (*layout*) menentukan daya saing perusahaan dalam hal kapasitas, proses fleksibilitas, dan biaya, serta kualitas lingkungan kerja, kontak pelanggan, dan citra perusahaan. Tata letak (*layout*) yang efektif dapat membantu organisasi mencapai sebuah strategi yang menunjang diferensiasi, biaya rendah, atau respon cepat.

Menurut Wignjosoebroto (2009), perencanaan tata letak fasilitas sama dengan perancangan tata letak pabrik yang dapat didefinisikan sebagai tata cara pengaturan fasilitas–fasilitas pabrik guna menunjang kelancaran proses produksi. Tujuan utama dari tata letak fasilitas adalah mengatur area kerja dan segala fasilitas produksi yang paling ekonomis untuk operasi produksi, aman dan nyaman sehingga dapat menaikkan moral kerja dan performance dari operator. Secara umum tata letak (*layout*) berdasarkan aliran produk (*product layout*) di bedakan menjadi lima tipe yaitu:

1. *Straight line.*

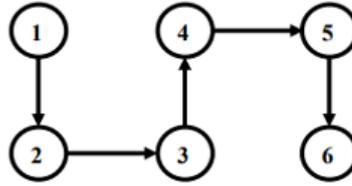


Gambar 2.4 *Straight line*

Pola aliran berdasarkan garis lurus atau *straight line* umum dipakai bilamana proses produksi berlangsung singkat, relatif sederhana dan umum terdiri dari beberapa komponen–komponen atau beberapa macam *production equipment*. Pola aliran bahan berdasarkan garis lurus ini akan memberikan:

- Jarak yang terpendek antara dua titik.
- Proses atau aktivitas produksi berlangsung sepanjang garis lurus yaitu dari mesin nomor satu sampai ke mesin yang terakhir.
- Jarak perpindahan bahan (*handling distance*) secara total akan kecil karena jarak antara masing–masing mesin adalah sependek–pendeknya.

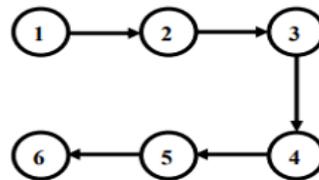
2. *Serpentine atau zig zag (S-Shaped)*



Gambar 2.5 *Serpentine atau zig zag (S-Shaped)*

Pola aliran berdasarkan garis-garis patah ini sangat baik diterapkan bilamana aliran proses produksi lebih panjang dibandingkan dengan luasan area yang tersedia. Untuk itu aliran bahan akan dibelokkan untuk menambah panjangnya garis aliran yang ada dan secara ekonomis hal ini akan dapat mengatasi segala keterbatasan dari area, dan ukuran dari bangunan pabrik yang ada.

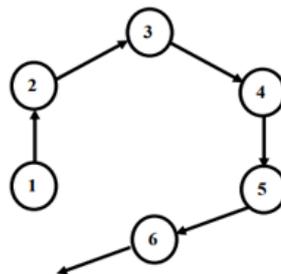
3. *U-Shaped*



Gambar 2.6 *U-Shaped*

Pola aliran menurut *U-shaped* ini akan dipakai bilamana dikehendaki bahwa akhir dari proses produksi akan berada pada lokasi yang sama dengan awal proses produksinya. Hal ini akan mempermudah pemanfaatan fasilitas transportasi dan juga sangat mempermudah pengawasan untuk keluar masuknya material dari dan menuju pabrik.

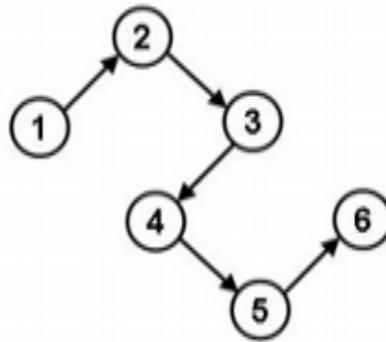
4. *Circular*



Gambar 2.7 *Circular*

Pola aliran berdasarkan bentuk lingkaran (*circular*) sangat baik dipergunakan bilamana dikehendaki untuk mengembalikan material atau produk pada titik awal aliran produksi berlangsung. Hal ini juga baik apabila departemen penerimaan dan pengiriman material atau produk jadi direncanakan untuk berada pada lokasi yang sama dalam pabrik yang bersangkutan.

5. *Odd angle*



Gambar 2.8 *Odd angle*

Pola aliran berdasarkan *odd-angle* ini tidaklah begitu dikenal dibandingkan dengan pola-pola aliran yang lain. Pada dasarnya pola ini sangat umum dan baik digunakan untuk kondisi-kondisi seperti:

- a. Bilamana tujuan utamanya adalah untuk memperoleh garis aliran yang produk diantara suatu kelompok kerja dari area yang saling berkaitan.
- b. Bilamana proses *handling* dilaksanakan secara mekanis.
- c. Bilamana keterbatasan ruangan menyebabkan pola aliran yang lain terpaksa tidak dapat diterapkan.

2.7 Posisi Penelitian

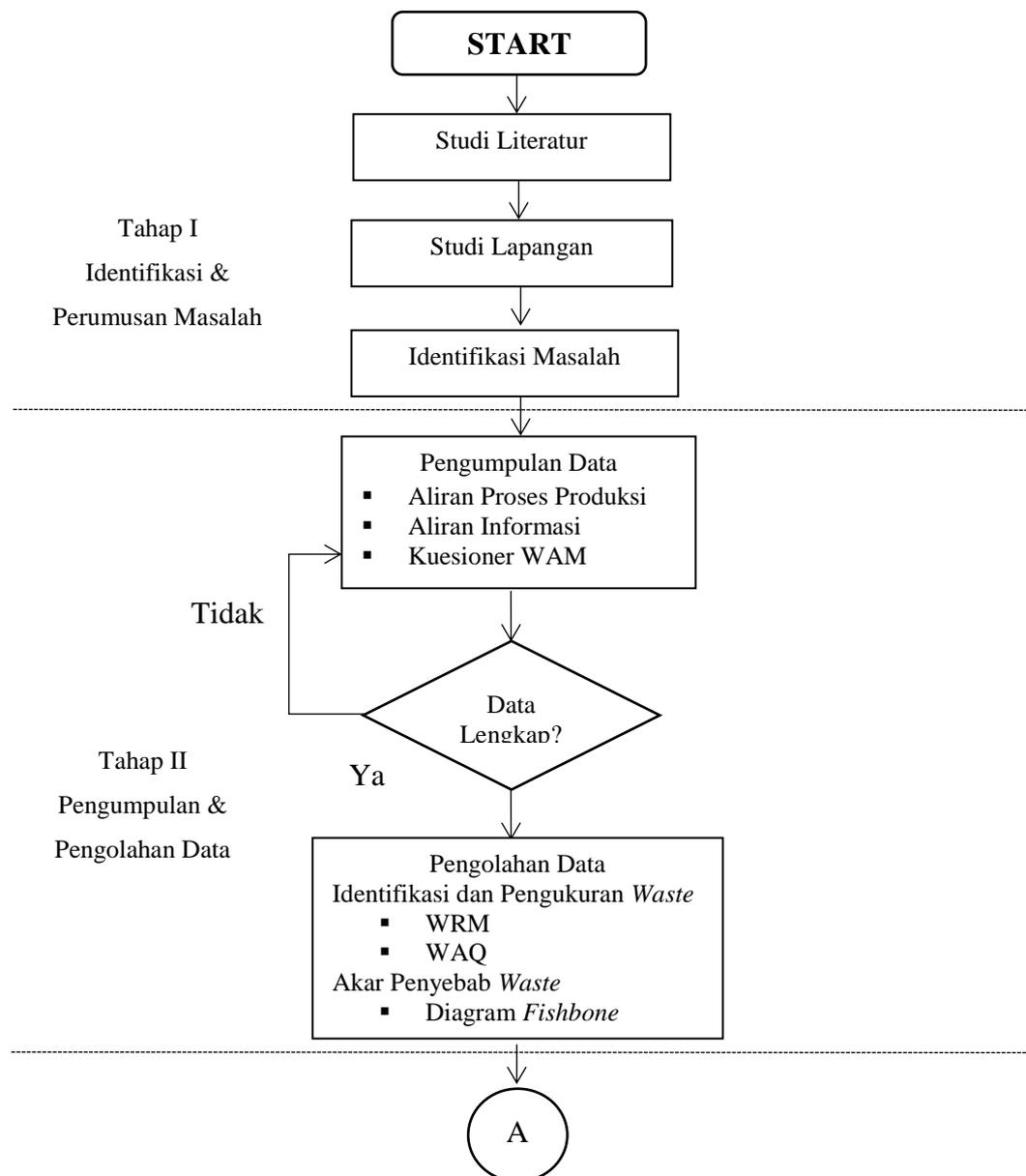
Penelitian yang relevan dengan metode penelitian penulis dibahas pada sub bab ini.

Tabel 2.9 Posisi Penelitian

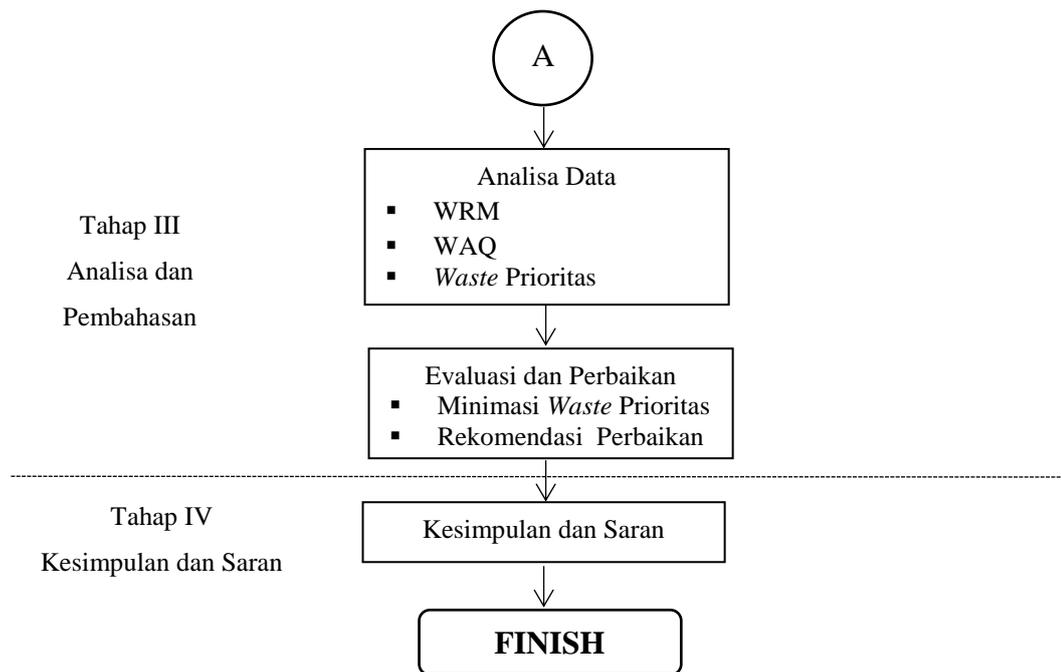
Penulis (tahun)	Judul	Metode Penelitian	Perumusan
Tjong& Singgih (2011)	Perbaikan sistem produksi divisi <i>injection</i> dan <i>blow</i> plastik di CV. Asia dengan <i>metode Lean Manufacturing</i>	VALSAT	Jenis pemborosan yang berdampak kerugian terbesar terhadap keluaran produksi. Bagaimana <i>metode lean manufacturing</i> dapat meningkatkan proses produksi.
Setiyawan (2013)	Minimasi <i>Waste</i> Untuk Perbaikan proses produksi kantong kemasan dengan pendekatan <i>Lean Manufacturing</i>	VALSAT FMEA	Peningkatan produktivitas dengan identifikasi <i>waste</i> pada proses produksi kantong plastik, penyebab terjadinya <i>waste</i> serta <i>improve</i> dalam mengurangi <i>waste</i> .
Rizky & Rochman (2013)	Penerapan <i>Lean Manufacturing</i> menggunakan WRM, WAQ dan VALSAT untuk mengurangi <i>waste</i> pada proses <i>finishing</i>	WRM WAQ VALSAT	Identifikasi akar permasalahan <i>waste</i> , meminimalkan <i>waste</i> dan perbaikan pada proses <i>finishing</i> .
Rawabdeh (2005)	<i>A Model for the assessment of the waste in job shop environments</i>	WRM WAQ	Investigasi <i>waste</i> yang berada di lingkungan <i>job shop</i> dan mengusulkan metode penilaian dalam mengidentifikasi akar penyebab dari <i>waste</i> .
Fahad (2015)	<i>Implementation of Waste Assessment Matrix and Line Balancing for Productivity Improvement in A High Variety/High Volume Manufacturing Plant</i>	WRM <i>Line Balancing</i> 5S	Bagaimana penggunaan <i>waste assessment matrix</i> dalam identifikasi berbagai jenis <i>waste</i> yang berbeda pada divisi <i>packing</i> di manufaktur dengan variasi/ <i>volume</i> yang tinggi.
Penelitian Ini (2017)	Implementasi <i>Lean Manufacturing</i> Dalam Meminimalkan <i>Non Value Added</i> pada Proses Produksi <i>Fine Flexible Packaging</i> .	WRM WAQ	Menganalisa jenis <i>waste</i> , meminimalkan <i>waste</i> , dan perbaikan <i>waste</i> yang terjadi pada proses produksi <i>fine flexible packaging</i> .

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan langkah dan metode penelitian yang dilakukan. Langkah-langkah dalam penelitian ini secara umum terdiri dari identifikasi dan perumusan masalah, pengumpulan dan pengolahan data, analisis dan interpretasi data, kesimpulan dan saran. Langkah-langkah dalam penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut ini:



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian (lanjutan)

3.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah

3.1.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan cara menentukan teori-teori maupun referensi yang relevan dengan tujuan mendapatkan informasi dan sebuah alat analisa terkait dalam penyelesaian permasalahan yang sedang dihadapi perusahaan. Hasilnya diperoleh metode *lean manufacturing* dengan *waste assessment model* (WAM) dalam identifikasi dan pengukuran *waste* yang terjadi dalam upaya mereduksi maupun eliminasi aktivitas *non value added* dalam proses produksi *fine flexible packaging*.

3.1.2 Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan dengan observasi secara langsung kondisi dan informasi perusahaan secara nyata terutama terkait proses produksi *fine flexible packaging*. Pemahaman deskripsi tentang proses produksi yang berlangsung terutama pengamatan aktivitas-aktivitas *non value added* sehingga dapat mereduksi maupun mengeliminasi segala bentuk pemborosan (*waste*).

3.1.3 Identifikasi Masalah

Proses identifikasi masalah dilakukan dengan *brainstorming* bersama pihak terkait yaitu: *plant manager*, produksi, PPIC, QC, *warehouse*, dan *engineering* untuk mengetahui permasalahan yang ada pada proses produksi *fine flexible packaging* terkait aktivitas *non value added*. Dari proses *brainstorming* dan hasil studi lapangan dapat diketahui bahwa tingkat produktivitas harus terus ditingkatkan dalam upaya pengoptimalan sumber daya agar proses produksi dapat berlangsung secara lebih efektif dan efisien dengan cara mereduksi maupun mengeliminasi berbagai *waste* yang ada, sehingga diperlukan analisa yang lebih mendalam untuk penyelesaian permasalahan tersebut.

3.2 Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan jenis data primer dan data sekunder dalam proses pengumpulan datanya. Data primer diperoleh dari observasi langsung, wawancara, studi data langsung seperti dokumentasi proses produksi dan penyebaran kuesioner kepada pihak yang terkait dengan proses produksi *fine flexible packaging*. Kuesioner *waste assessment model* (WAM) terdiri dari dua macam yaitu: *waste relationship matrix* (WRM) dan *waste assessment questionnaire* (WAQ). Penyebaran kuesioner WAM ditujukan kepada pihak yang kompeten dibidangnya seperti: *plant manager*, produksi, PPIC, QC, *warehouse* dan *Engineering*. Sedangkan data sekunder diperoleh dari data historis perusahaan yang meliputi data umum perusahaan, aliran proses produksi, aliran proses informasi, *layout* ruang produksi, aktivitas operator dan data produksi lainnya

3.3 Pengolahan Data

Dalam penelitian ini metode *lean manufacturing* menggunakan pengolahan data dengan *waste assessment model* (WAM) dalam identifikasi dan pengukuran *waste* yang didalamnya mencakup:

3.3.1 Waste Relationship Matrix (WRM)

Waste relationship matrix (WRM) merupakan matriks yang digunakan dalam menganalisa kriteria pengukuran yang menggambarkan hubungan yang nyata diantara jenis-jenis *waste*. Tahapan awal dari WRM adalah memberikan kuesioner kepada pihak-pihak terkait (responden)

karena kuesioner ini bersifat *assessment* yang terdiri dari pertanyaan yang tidak semua orang bisa memahaminya proses yang ada. Jenis pertanyaan keterkaitan antar *waste* dan pertanyaan dari pembobotan dapat dilihat pada lampiran 3 dan lampiran 4. Pihak PPIC dan *warehouse* akan mengisi kuesioner dengan jenis pertanyaan: O_I, O_D, O_M, O_T, O_W, I_O, I_D dan I_M. Bagian QC akan mengisi kuesioner: D_O, D_I, D_M, D_T dan D_W. Sedangkan untuk bagian produksi dan lainnya akan mengisi kuesioner: M_I, M_D, M_W, M_P, T_O, T_I, T_D, T_M, T_W, P_O, P_I, P_D, P_M, P_W, W_O, W_I dan W_D. Dari WRM diperoleh hasil konversi dari pembobotan *waste matrix value*.

3.3.2 Waste Assessment Questionnaire (WAQ)

Waste assessment quisionnaire (WAQ) merupakan penilaian yang terdiri dari dua jenis pertanyaan yaitu *from* dan *to*, serta digunakan dalam mengidentifikasi dan mengalokasikan *waste* yang terjadi pada lini produksi (Rawabdeh, 2005). Kuesioner *assessment* ini berisi 68 pertanyaan yang berbeda, tiap pertanyaan kuesioner menggambarkan suatu aktivitas, suatu kondisi atau suatu sifat yang mungkin menimbulkan *waste* tertentu. Responden dari kuesioner adalah pihak perusahaan yang terkait dengan proses produksi *fine flexible packaging* yaitu: *plant manager*, produksi, PPIC, QC, *warehouse* dan *Engineering*. Pertanyaan dikategorikan kedalam empat kelompok yaitu: *man*, *machine*, *material*, dan *method*. Setiap pertanyaan dari WAQ memiliki tiga pilihan jawaban dan masing-masing jawaban diberi bobot (1, 0.5, dan 0). Ada 3 jenis pilihan jawaban untuk tiap pertanyaan kuesioner, yaitu “Ya”, “Sedang”, dan “Tidak”. Sedangkan skor untuk ketiga jenis pilihan jawaban kuesioner dibagi menjadi 2 kategori, yaitu:

- a. Kategori pertama, atau kategori A adalah jika jawaban “Ya” berarti diindikasikan adanya pemborosan. Skor jawaban untuk kategori A adalah: 1 jika “Ya”, 0,5 jika “Sedang”, dan 0 jika “Tidak”.
- b. Kategori kedua, atau kategori B adalah jika jawaban “Ya” berarti diindikasikan tidak ada pemborosan yang terjadi. Skor jawaban untuk kategori B adalah: 0 jika “Ya”, 0,5 jika “Sedang”, dan 1 jika “Tidak”.

Dari hasil pembobotan WAQ akan diperoleh persentase dari masing-masing *waste* yang terjadi dan peringkat akhir *waste* tergantung pada kombinasi jawaban.

3.3.3 Akar Penyebab Waste

Setelah mendapatkan hasil dari pengolahan *waste assessment quisionnaire* (WAQ), selanjutnya akan dilakukan identifikasi secara detail mengenai akar penyebab dari *waste* dengan menggunakan diagram *fishbone*. Dalam aplikasinya diagram *fishbone* digunakan dengan tujuan mengelompokkan dan menghasilkan hipotesa tentang kemungkinan-kemungkinan penyebab masalah dalam suatu proses dengan mendaftarkan seluruh penyebab dan efek yang ditimbulkan dari problem yang ditemukan. Identifikasi akar penyebab *waste* diprioritaskan pada jenis *waste* yang memiliki bobot dengan peringkat 3 terbesar.

3.4 Analisa dan Pembahasan

Setelah proses pengolahan data selesai, selanjutnya akan dilakukan analisa dan pembahasan. Pada tahap ini akan dilakukan interpretasi hasil dari pengolahan data yang meliputi analisa *waste relationship matrix* (WRM) dan *waste assessment quisionnaire* (WAQ) yang telah diketahui besar masing-masing maupun peringkat *waste* yang terjadi. Analisa diagram *fishbone* akan didapatkan desain perancangan perbaikan terhadap variabel faktor (Manusia, Mesin, Metode, Material). *Waste* yang menjadi prioritas dalam usaha mereduksi maupun mengeliminasi adalah *waste* yang dianggap dominan dengan peringkat 3 terbesar berdasarkan bobot hasil WAQ. Pembahasan dilakukan setelah mendapat hasil dari analisa penilaian *waste* sehingga dapat dirumuskan usulan perbaikan atau rekomendasi dalam meminimalkan *non value added* dengan evaluasi terhadap proses produksi *fine flexible packaging*.

3.5 Kesimpulan dan Saran

Setelah melakukan analisa diharapkan bisa membuat kesimpulan dari beberapa metode yang digunakan dalam menjawab permasalahan yang telah dirumuskan. Hasil rekomendasi diharapkan dapat memberikan saran kepada pihak perusahaan agar dapat menerapkan sistem *lean manufacturing* dengan tepat untuk kemajuan perusahaan di masa yang akan datang.

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

BAB 4

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

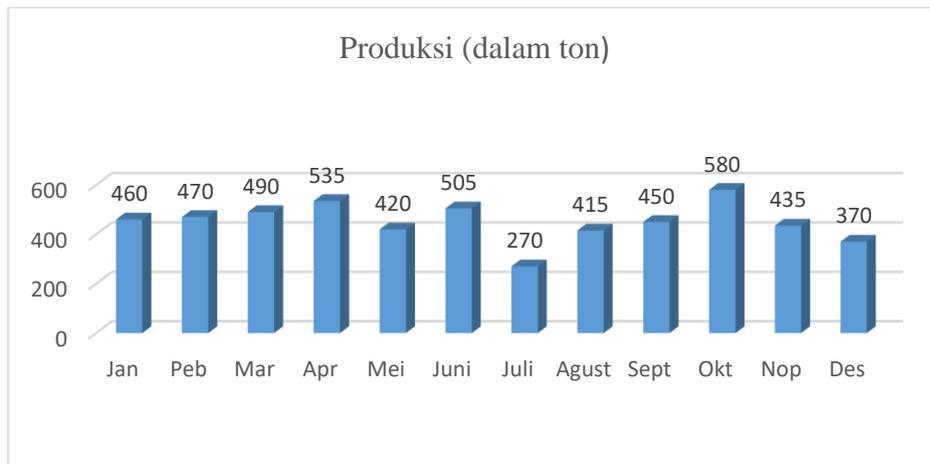
4.1 Gambaran Umum Perusahaan

Industri *flexible packaging* merupakan salah satu proses produksi paling kompleks dan harus ditangani dengan sistem yang memiliki fitur lebih fleksibel. Karena memiliki banyak variabel yang perlu dipertimbangkan sebelum suatu *order* dapat dieksekusi, misalkan: tipe material, jumlah warna, jumlah lapisan, lebar, panjang, silinder yang dipakai, dan lain-lain.

Perkembangan industri *flexible packaging* di Indonesia pada kurun waktu 10 tahun terakhir berkembang sangat pesat seiring berkembangnya *food industry* dan industri *flexible packaging* yang sangat tinggi menuntut perusahaan untuk terus mengikuti perkembangan teknologi *packaging* dan mampu memenuhi permintaan *customer* terhadap produk berkualitas dengan harga kompetitif. Bertahan dan berkembangnya PT KSA selama 15 tahun merupakan salah satu indikator kepuasan dan loyalitas *customer*.

4.1.1 Sejarah Singkat Perusahaan

PT KSA merupakan perusahaan *converting packaging* yang berdiri pada tahun 2000 dan berlokasi di By Pass Krian, Sidoarjo. Pada awalnya perusahaan ini hanya mempunyai 10 karyawan dan seiring berkembangnya waktu, perusahaan saat ini mempunyai jumlah karyawan mencapai 160 orang. Perusahaan ini berdiri di lahan seluas 2 hektar yang terdiri dari dua gedung utama sebagai ruang produksi, gudang dan kantor. PT KSA merupakan perusahaan *converting* yang bergerak di bidang *flexible packaging* dengan penggunaan teknologi *rotogravure*. Saat ini cakupan wilayah pemasaran mengalami perkembangan yang cukup pesat yang awalnya hanya wilayah Jawa Timur, kini telah mencapai skala nasional seperti: Jakarta, Jawa Tengah, Jawa Barat, Aceh dan Sulawesi Selatan. Pada tahun 2016 total produksi telah mencapai 5.400 ton.



Gambar 4.1 Data Produksi tahun 2016

Pada Gambar 4.1 menunjukkan bahwa produksi tahun 2016 ini bervariasi setiap bulannya, hal ini karena PT KSA menerapkan sistem *make to order* dalam melayani *customer* dimana aktivitas produksi berdasarkan order. Setiap item produk memiliki spesifikasi yang berbeda-beda mulai dari desain, warna, ukuran dan lapisan sehingga diperlukan perencanaan yang spesifik dalam memenuhi permintaan *customer*.

Untuk menghasilkan kualitas produk terbaik dan aman bagi *customer*, perusahaan menggunakan pedoman mutu dan keamanan produksi *flexible packaging* mengacu pada ISO 9001: 2015 dengan ruang lingkup penerapan departemen yang terkait seperti: *marketing*, *purchasing*, PPIC, QC, *Engineering*, produksi dan HRD.

PT KSA berkomitmen menjadi perusahaan *flexible packaging* terbaik dan berkualitas serta fokus kepada kepuasan konsumen melalui prinsip “ABADI” yaitu:

- A : Aktif dan tanggap terhadap permintaan dan keluhan pelanggan.
- B : Berorientasi pada peningkatan kualitas produk dan layanan secara terus menerus sesuai standar dan peraturan yang berlaku.
- A : Aktif dalam peningkatan komunikasi yang efektif.
- D : Disiplin dalam pekerjaan.
- I : Internal perusahaan selalu menjadi fokus pengembangan

4.1.2 Visi dan Misi

Visi manajemen bertekad menjadikan PT KSA sebagai perusahaan *flexible packaging* yang berkualitas dan solusi terhadap kebutuhan pelanggan.

Misi dari PT KSA mencakup tiga hal utama yaitu:

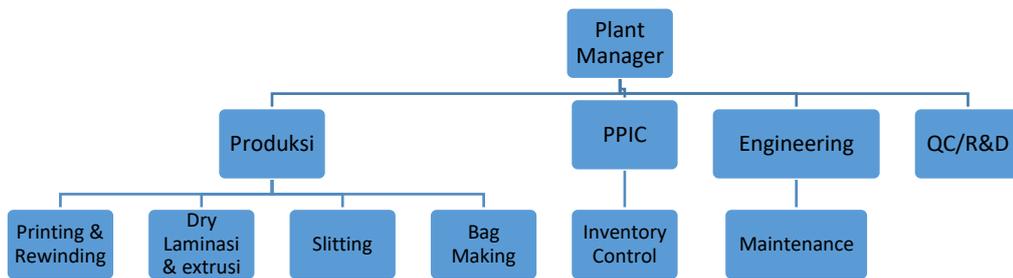
1. Menjalankan proses produksi yang efektif dan efisien dengan mengedepankan disiplin kerja yang tinggi
2. Menjalin komunikasi yang baik dengan *customer* dan *supplier*.
3. Menjalankan *continuous improvement* di segala bagian.

4.1.3 Struktur Organisasi

Struktur organisasi merupakan hal mutlak yang harus dimiliki oleh suatu perusahaan dan perlu dikelola dengan baik. Struktur organisasi mencerminkan hirarki yang menggambarkan secara jelas tugas dan tanggung jawab maupun wewenang dari masing-masing bagian yang ada dalam suatu organisasi tersebut dalam pencapaian visi dan misi serta pencapaian tujuan perusahaan.

Penerapan struktur organisasi menunjukkan adanya hubungan kerja yang terkoordinir dengan baik antar bagian maupun divisi yang ada dibawahnya. Sebaliknya divisi yang ada dibawahnya bertanggungjawab terhadap divisi yang ada diatasnya. Setiap divisi mempunyai fungsi tersendiri dan saling berkaitan untuk menunjang sistem produksi.

Struktur organisasi dan sistem manajemen PT KSA dijalankan secara sentralisasi. Seluruh operasional pabrik menjadi tanggung jawab *plant manager* membawahi produksi, *engineering*, PPIC, *warehouse* dan QC/R&D dalam melaksanakan proses produksi. Secara detail struktur organisasi dapat dilihat pada lampiran 1. Pada Gambar 4.2 berikut ini akan dibahas mengenai struktur organisasi yang terkait langsung dengan proses produksi.

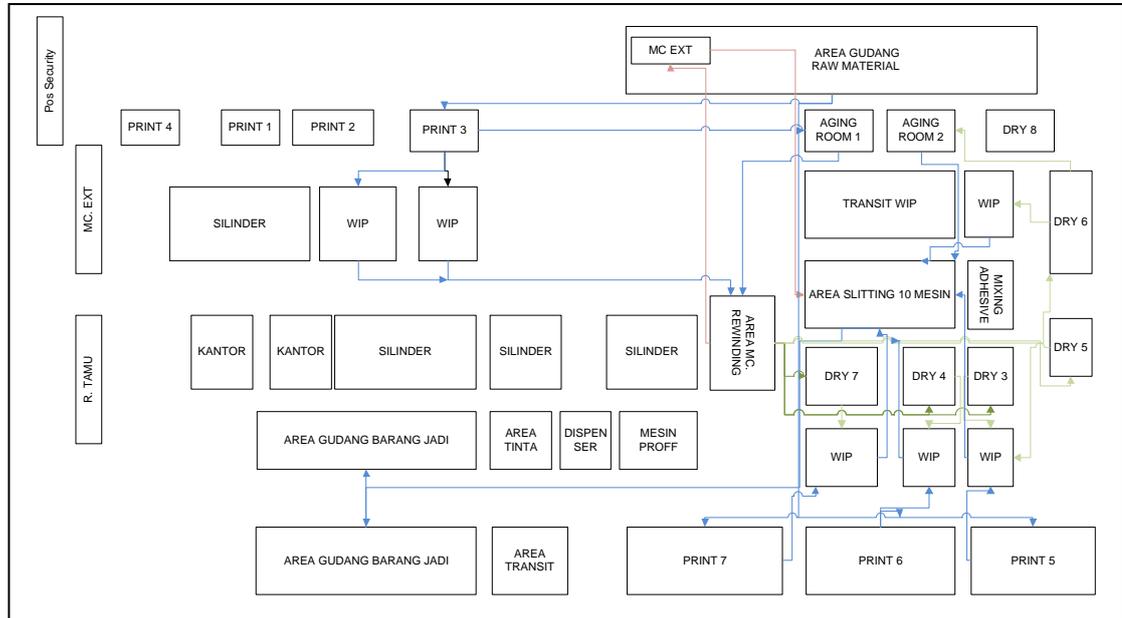


Gambar 4.2 Struktur Organisasi Pada Proses Produksi

Adapun fungsi masing-masing dalam pengelolaan operasional pabrik adalah sebagai berikut:

1. *Plant Manager*
Befungsi sebagai penanggungjawab atas segala aktivitas operasional pabrik dan berkoordinator dengan pihak-pihak terkait untuk memastikan proses produksi dapat berjalan secara lancar agar target bisa tercapai.
2. *Produksi*
Befungsi menjalankan operasional proses produksi sesuai dengan standar kualitas dan proses yang telah ditetapkan dalam mencapai target produksi yang direncanakan.
3. *PPIC*
Befungsi membuat perencanaan dan jadwal produksi, melakukan proses pengadaan material, pengelolaan material dan produk akhir dari setiap proses produksi.
4. *Engineering*
Befungsi mendesain aliran proses dan melakukan *maintenance* seluruh peralatan agar proses produksi berjalan dengan lancar.
5. *QC/R&D*
Befungsi dalam menentukan kualitas suatu produk yang dimulai dari spesifikasi desain, inspeksi saat proses produksi maupun produk akhir serta berupaya dalam inovasi pengembangan produk yang berkesinambungan.

4.1.4 Layout



Gambar 4.3 Layout Ruang Produksi

Berdasarkan Gambar 4.3 menunjukkan bahwa *layout* masih kurang efektif dan efisien yang disebabkan oleh beberapa hal sebagai berikut:

1. Peletakkan mesin belum sesuai urutan proses.
2. Ada beberapa mesin yang mempunyai fungsi sama tapi diletakkan terpisah dan berjauhan misalnya pada mesin *printing*.
3. Adanya area WIP diantara proses.
4. Potensi terjadinya *backtracking*.
5. Adanya peralatan yang tidak digunakan tetapi masih diletakkan di ruang produksi yaitu pada mesin *printing* 1, *printing* 2, *printing* 4, dan *dry extrusion*.

Penataan mesin yang tidak sesuai urutan proses produksi akan mengakibatkan lalu lintas di area ruang produksi menjadi lebih sibuk karena banyaknya pergerakan yang seharusnya tidak perlu dilakukan menjadi harus dilakukan untuk melakukan proses selanjutnya. Untuk *layout* keseluruhan pabrik dapat dilihat pada lampiran 2.

4.2 Proses Manufaktur dan Produk

Ada dua jenis produk yang dihasilkan oleh PT KSA berdasarkan bentuk akhir produknya yaitu:

1. Kemas bentuk (*fine flexible packaging*) merupakan kemasan jadi yang berupa gulungan atau *roll* untuk diproses lebih lanjut oleh *customer* yang bersangkutan.
2. Pengemasan (*packaging*) merupakan kemasan jadi berupa kantong (*bag*).



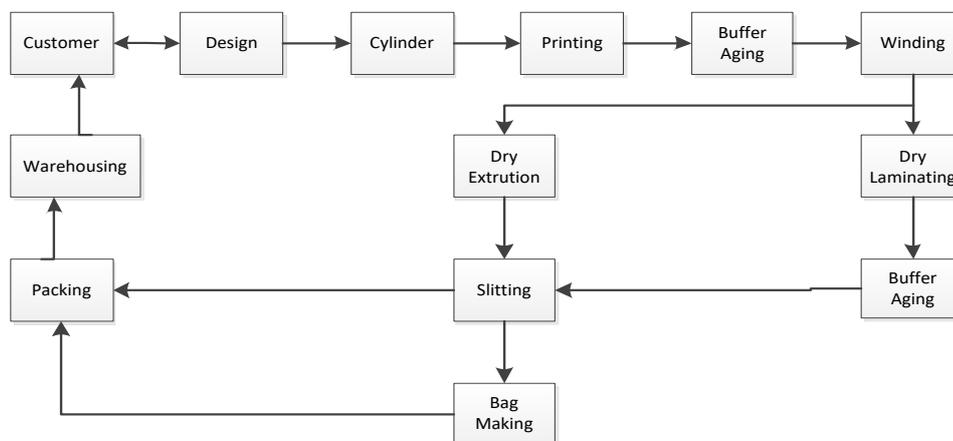
Gambar 4.4 Produk *Fine Flexible Packaging*



Gambar 4.5 Produk *packaging*

Secara umum proses produksi dari kedua jenis produk tersebut hampir sama, perbedaan utamanya terletak pada proses *bag making* untuk produk *bag packaging*. Selain itu adanya spesifikasi yang berbeda pada penggunaan *packaging* mengharuskan adanya proses tambahan seperti *buffer aging* setelah proses *dry laminating* sehingga hal tersebut menyebabkan waktu proses yang berbeda antara item produk yang satu dengan lainnya.

Secara umum proses manufaktur yang terjadi di PT KSA seperti pada Gambar 4.6 berikut.



Gambar 4.6 Proses Manufaktur PT KSA

Secara umum aliran proses produksi *fine flexible packaging* terbagi atas empat divisi yaitu:

1. Divisi *Printing* dan *Winding*

Didalam proses ini merupakan tahap awal menstransfer *raw material* dari gudang yaitu plastik OPP *roll* besar dengan panjang masing-masing 8.000 meter dan berat 150 kg. Proses transfer *raw material* ini menggunakan *material handling* berupa *forklip*. Selain itu dilakukan *set up raw material* yang meliputi transfer silinder dengan *material handling* berupa *handpallet* dan persiapan tinta. Pada tahap *set up* silinder dan tinta biasanya berlangsung selama 2 sampai 2,5 jam untuk *set up* satu item produk. Untuk *raw material* 8.000 meter proses *set up* silinder dan tinta bisa berlangsung selama 1 jam. Silinder ini

digunakan sebagai acuan cetak dalam proses *printing*. Pada Gambar 4.7 dapat dilihat contoh silinder.



Gambar 4.7 Silinder

Setelah selesai *set up raw material* dilanjutkan dengan proses *printing*. Aktivitas transfer *raw material* menggunakan *handlift* untuk menaikkan ke mesin *rotogravure printing*. *Printing* merupakan proses mencetak gambar dan tulisan dari *roll* plastik polos besar dengan menggunakan silinder sebagai acuan cetak yang sesuai dengan pesanan *customer*. Proses *printing* ini berlangsung selama 40 menit untuk setiap 1 *roll* plastik besar (8.000 meter). Pada tahap ini dilakukan inspeksi terkait spesifikasi dari gambar, warna dan lainnya yang berlangsung selama 5 menit.



Gambar 4.8 Mesin *Rotogravure Printing*

Setelah proses *printing* selesai, dilanjutkan dengan proses *buffer aging* yaitu pengeringan dengan cara ditempatkan diruang panas atau ada juga yang hanya butuh temperatur suhu kamar biasa. Transfer WIP dari mesin *printing* ke *buffer aging* menggunakan *handlift*. Proses *buffer*

aging berlangsung selama 8 sampai 12 jam. Transfer material dari *buffer aging* ke mesin *winding* dilakukan dengan menggunakan *handlift*. *Winding* merupakan proses merapikan gulungan atau *roll* plastik besar bergambar setelah dari mesin *printing* dengan cara menggulung ulang. Proses ini berlangsung selama 60 menit untuk setiap 1 *roll* plastik besar (8.000 meter).



Gambar 4.9 Mesin *Winding*

2. Divisi *Laminating*

Proses *laminating* ini berfungsi untuk melapisi suatu kemasan yang sudah dicetak pada mesin *printing*. Proses *laminating* di PT KSA terbagi menjadi dua yaitu: *dry laminating* dan *dry extrusion*. *Dry laminating* merupakan proses melekatkan *roll* plastik besar bergambar setelah dari mesin *winding* dengan lapisan plastik *metalize* dan sejenisnya sehingga *roll* plastik lebih tebal. Proses ini berlangsung selama 67 menit untuk setiap satu *roll* plastik besar (8.000 meter). *Material handling* yang digunakan dalam proses transfer material dari mesin *winding* ke mesin *dry laminating* adalah *handpallet* dan *handlift* yang berlangsung selama 5 menit.



Gambar 4.10 Mesin *Dry Laminating*

Hasil dari *roll* plastik besar bergambar yang telah dilaminasi kemudian dikeringkan dengan cara ditempatkan diruang panas atau ada juga yang hanya butuh temperatur suhu kamar biasa. Proses ini dinamakan *buffer aging* dan berlangsung selama 8 sampai 12 jam. *Material handling* yang digunakan dalam proses transfer material dari mesin *dry laminating* ke area *buffer aging* adalah *handlift* dan berlangsung selama 5 sampai 10 menit.



Gambar 4.11 *Buffer Aging*

Proses dari mesin *winding* bisa dilanjutkan dengan proses pada mesin *dry extrusion* yang merupakan proses melapisi *roll* plastik besar bergambar setelah dari mesin *winding* dengan lelehan biji plastik sehingga *roll* plastik lebih tebal. Proses ini berlangsung selama 67 menit untuk setiap satu *roll* plastik besar (8.000 meter). *Material handling* yang digunakan dalam proses transfer material dari mesin *winding* ke mesin *dry extrusion* adalah *forklift* selama 15 menit.



Gambar 4.12 Mesin *Dry Extrusion*

3. Divisi *Slitting*

Slitting merupakan proses pemotongan gulungan atau *roll* plastik besar setelah dari mesin *dry extrusion* atau mesin *dry laminating* dilanjutkan dengan *buffer aging* menjadi *roll-roll* kecil yang sesuai spesifikasi ukuran dengan menggunakan mesin *slitting*. Proses ini berlangsung selama 70 menit untuk setiap satu *roll* plastik besar (8.000 meter). *Material handling* yang digunakan dalam transfer material dari mesin *dry extrusion* ke mesin *slitting* adalah *forklip* dan *handpallet* berlangsung selama 15 menit, sedangkan dari proses *buffer aging* ke mesin *slitting* menggunakan *handpallet* yang berlangsung selama 5 – 10 menit.



Gambar 4.13 Mesin *Slitting*

4. Divisi *Packing*

Setelah proses *slitting* dilanjutkan dengan proses *packing* yang dilakukan di gudang produk jadi. *Packing* merupakan proses merapikan *roll* plastik kecil dengan cara dibungkus plastik dan atau kardus. Proses *packing* ini masih dilakukan secara manual yang menghasilkan 1000 *roll* setiap harinya. Jumlah operator yang mengerjakan *packing* total ada 10 orang dengan rincian 5 orang pada shift 1, 3 orang pada shif 2 dan 2 orang pada shift 3. *Material handling* yang digunakan dalam transfer material dari mesin *slitting* ke gudang adalah *handpallet* dalam waktu 5 menit.



Gambar 4.14 Proses *Packing*

PT KSA merupakan perusahaan yang menerapkan sistem *make to order* dalam melayani *customer*. Penjadwalan produksi berdasarkan *order* dari *customer* sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan sehingga produksi cenderung berfluktuasi karena jumlah *order* yang berbeda dalam periode waktu tertentu. diperlukan suatu sistem yang fleksibel agar dapat memenuhi permintaan *customer* akan produk berkualitas dan kompetitif. Penggunaan mesin berteknologi tinggi menjadi salah satu aset untuk dapat mempertahankan keunggulan kompetitif. Disamping itu harus ditunjang oleh sumberdaya manusia yang kompeten dalam implementasi teknologi yang ada.

Berikut ini tahapan aliran informasi yang ada di PT KSA.

1. Aliran informasi diawali saat ada *order* masuk yang diterima oleh bagian *marketing*. Desain produk biasanya sudah berasal dari *customer* itu sendiri dan pihak desain dari PT KSA akan memberikan masukan atau usulan mengenai perbaikan desain agar hasil desain produk bisa maksimal. Selanjutnya *marketing* akan melakukan perhitungan harga dan spesifikasi produk yang kemudian diinformasikan kembali kepada pihak *customer*. Setelah penawaran tersebut disepakati oleh *customer*, selanjutnya dibuat surat perjanjian penjualan baik berupa PO maupun kontrak perjanjian dari *customer*. Untuk PO biasanya *order* untuk sekali pengiriman, sedangkan sistem kontrak biasanya merupakan order dalam jumlah besar dan pengirimannya dilakukan secara bertahap.
2. *Marketing* akan mengeluarkan surat permintaan produksi setelah melakukan koordinasi dengan bagian PPIC dan produksi mengenai *order customer* dalam hal spesifikasi produk mulai pemilihan *raw material*, desain dan lama waktu pengerjaan produk.
3. Bagian PPIC dan Produksi berkoordinasi dengan bagian distribusi dan gudang terkait ketersediaan *raw material* dan penunjang lainnya. PPIC akan menerbitkan PO kepada pihak *purchasing* dalam pembelian *raw material* dan penunjang lainnya untuk kebutuhan produksi. *Lead time raw material* ini antara 10 – 14 hari dari *purchasing* mememesannya
4. Setelah *raw material* tersedia, selanjutnya bagian PPIC akan berkoordinasi dengan pihak produksi dengan menerbitkan SPK untuk memulai proses produksi.
5. Bagian produksi dan QC berkoordinasi untuk membuat produk yang sesuai dengan permintaan *customer* dengan standarisasi yang ada seperti produk dalam kondisi baik, sesuai spesifikasi dan tidak cacat.
6. Bagian QC dan produksi selalu melakukan inspeksi secara *up to date* untuk mengetahui hasil produk, informasi terkait produk jadi maupun produk cacat.

7. Setelah itu dilakukan proses *packaging* untuk merapikan *roll* plastik kecil dengan cara dibungkus plastik atau kardus di gudang barang jadi.
8. Hasil produk selanjutnya didistribusikan kepada pihak *customer* baik secara keseluruhan maupun bertahap sesuai dengan permintaan *customer*

4.3 Identifikasi dan Pengukuran Waste

Proses identifikasi waste dilakukan dengan menggunakan *waste assessment model* (WAM). Pengumpulan data dilakukan dengan cara diskusi/wawancara dan menyebarkan kuisisioner pembobotan dengan pihak yang terkait dalam proses produksi *fine flexible packaging*. Diskusi dilakukan untuk menyatukan persepsi tentang pemahaman terhadap *waste* dan keterkaitan antar *waste*. Sedangkan penyebaran kuisisioner dilakukan untuk mendapatkan bobot dari *waste*. Proses diskusi dan pengisian kuisisioner melibatkan pihak terkait yaitu: *plant manager*, *engineering*, PPIC, QC, produksi dan *warehouse*.

4.3.1 Seven Waste Relationship

Perhitungan keterkaitan antar *waste* dilakukan secara diskusi dengan menggunakan kriteria pembobotan yang dikembangkan Rawabdeh (2005). Pertanyaan keterkaitan antar *waste* terdiri dari 6 pertanyaan dengan pembobotan yang telah ditentukan. Sedangkan tipe pertanyaan keterkaitan antar *waste* terdiri dari 31 penjelasan keterkaitan antar *waste* pada lampiran 3. Hasil dari pengolahan kuisisioner ini akan didapatkan skor total dari masing-masing tipe keterkaitan *waste* dan selanjutnya akan dikonversikan ke dalam tingkat keterkaitan yang telah ditentukan berdasarkan range skor yang ada. Hasil detail jawaban penilaian keterkaitan antar *waste* dapat dilihat pada lampiran 7. Berikut Tabel 4.1 adalah ringkasan hasil dari skor dan tingkat keterkaitan antar *waste* pada proses produksi *fine flexible packaging*.

Tabel 4.1 Keterkaitan Antar Waste

No	Tipe Pertanyaan	Simbol	Total Skor	Tingkat Keterkaitan
1	<i>Over production_Inventory</i>	O_I	1	U
2	<i>Over production_Defect</i>	O_D	1	U
3	<i>Over production_Motion</i>	O_M	1	U
4	<i>Over production_Transportation</i>	O_T	1	U
5	<i>Over production_Waiting</i>	O_W	1	U
6	<i>Inventory _Over production</i>	I_O	1	U
7	<i>Inventory _Defect</i>	I_D	1	U
8	<i>Inventory _Motion</i>	I_M	13	E
9	<i>Inventory _Transportation</i>	I_T	7	O
10	<i>Defect _Over production</i>	D_O	1	U
11	<i>Defect _Inventory</i>	D_I	1	U
12	<i>Defect _Motion</i>	D_M	16	E
13	<i>Defect _Transportation</i>	D_T	1	U
14	<i>Defect _Waiting</i>	D_W	1	U
15	<i>Motion_Inventory</i>	M_I	1	U
16	<i>Motion_Defect</i>	M_D	18	A
17	<i>Motion_Waiting</i>	M_W	15	E
18	<i>Motion_Process</i>	M_P	18	A
19	<i>Transportation_Over production</i>	T_O	1	U
20	<i>Transportation_Inventory</i>	T_I	6	I
21	<i>Transportation_Defect</i>	T_D	1	U
22	<i>Transportation_Motion</i>	T_M	6	O
23	<i>Transportation_Waiting</i>	T_W	11	I
24	<i>Process_Over production</i>	P_O	1	U
25	<i>Process_Inventory</i>	P_I	1	U
26	<i>Process_Defect</i>	P_D	18	A
27	<i>Process_Motion</i>	P_M	1	U
28	<i>Process_Waiting</i>	P_W	9	I

Tabel 4.1 Keterkaitan Antar *Waste* (Lanjutan)

No	Tipe Pertanyaan	Simbol	Total Skor	Tingkat Keterkaitan
29	<i>Waiting_ Over production</i>	W_O	1	U
30	<i>Waiting_ Inventory</i>	W_I	3	U
31	<i>Waiting_ Defect</i>	W_D	1	U

Keterangan:

A = *Absolutely Necessary* (range 17-20)

E = *Especially Important* (range 13-16)

I = *Important* (range 9-12)

O = *Ordinary Closeness* (range 5-8)

U = *Unimportant* (range 1-4)

4.3.2 *Waste Relationship Matrix* (WRM)

Berdasarkan hasil perhitungan seluruh keterkaitan antar *waste* pada Tabel 4.1 diatas, maka selanjutnya dapat dibuat *waste relationship matrix* (WRM) proses produksi *fine flexible packaging* sebagai berikut.

Tabel 4.2 *Waste Relationship Matrix*

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

Untuk penyederhanaan matrix maka dikonversikan kedalam bentuk persentase. *Waste relationship* dikonversikan ke dalam bentuk angka dengan acuan A = 10, E = 8, I = 6, O = 4, U = 2, dan X = 0. Pada Tabel 4.3 adalah *waste matrix value* untuk proses produksi *fine flexible packaging*.

Tabel 4.3 *Waste Value Matrix*

F/T	O	I	D	M	T	P	W	Skor	%
O	10	2	2	2	2	0	2	20	10,42
I	2	10	2	8	4	0	0	26	13,54
D	2	2	10	8	2	0	2	26	13,54
M	0	6	10	10	0	10	8	44	22,92
T	2	4	2	4	10	0	6	28	14,58
P	2	2	10	2	0	10	6	32	16,67
W	2	2	2	0	0	0	10	16	8,33
Skor	20	28	38	34	18	20	34	192	100
%	10,42	14,58	19,79	17,71	9,38	10,42	17,71	100	

Hasil dari *waste value matrix* akan digunakan sebagai nilai pembobotan awal dari WAQ yang terdiri dari 68 pertanyaan *assessment*.

4.3.3 *Waste Assessment Questionnaire (WAQ)*

Nilai *waste* yang didapat dari WRM selanjutnya digunakan untuk penilaian awal WAQ berdasarkan jenis pertanyaan. Kuesioner *assessment* ini terdiri dari 68 pertanyaan berbeda. Beberapa pertanyaan diawali dengan “*from*”, maksudnya bahwa pertanyaan tersebut menjelaskan jenis *waste* yang ada saat ini dapat memicu munculnya jenis *waste* lainnya berdasarkan WRM. Pertanyaan lainnya diawali dengan “*to*”, maksudnya bahwa pertanyaan tersebut menjelaskan tiap jenis *waste* yang ada saat ini bisa dipengaruhi jenis *waste* lainnya. Pertanyaan dikategorikan kedalam empat kelompok yaitu: *man*, *machine*, *material*, dan *method*. Setiap pertanyaan dari WAQ memiliki tiga pilihan jawaban dan masing-masing jawaban diberi bobot (1, 0.5, dan 0). Ada 3 jenis pilihan jawaban untuk tiap pertanyaan kuesioner, yaitu “Ya”, “Sedang”, dan “Tidak”. Sedangkan skor untuk ketiga jenis pilihan jawaban kuesioner dibagi menjadi 2 kategori, yaitu:

- a. Kategori pertama, atau kategori A adalah jika jawaban “Ya” berarti diindikasikan adanya pemborosan (*waste*). Skor jawaban untuk kategori A adalah: 1 jika “Ya”, 0,5 jika “Sedang”, dan 0 jika “Tidak”.

- b. Kategori kedua, atau kategori B adalah jika jawaban “Ya” berarti diindikasikan tidak ada pemborosan (*waste*) yang terjadi. Skor jawaban untuk kategori B adalah: 0 jika “Ya”, 0,5 jika “Sedang”, dan 1 jika “Tidak”.

Ranking akhir *waste* tergantung pada kombinasi jawaban, karena dari hasil kuesioner nanti akan diproses dengan suatu algoritma yang terdiri dari 8 langkah yang telah dikembangkan untuk menilai dan meranking *waste* yang ada. Pengukuran peringkat *waste* mengikuti 8 langkah sebagai berikut.

1. Mengelompokkan dan menghitung jumlah pertanyaan kuesioner berdasarkan jenis pertanyaan. Pada Tabel 4.4 berikut ini merupakan hasil pengelompokan dan perhitungan jenis pertanyaan.

Tabel 4.4 Pengelompokan Jenis Pertanyaan

No	Jenis Pertanyaan (i)	Total (Ni)
1	<i>From Overproduction</i>	3
2	<i>From Inventory</i>	6
3	<i>From Defects</i>	8
4	<i>From Motion</i>	11
5	<i>From Transportation</i>	4
6	<i>From Process</i>	7
7	<i>From Waiting</i>	8
8	<i>To Defects</i>	4
9	<i>To Motion</i>	9
10	<i>To Transportation</i>	3
11	<i>To Waiting</i>	5
Jumlah Pertanyaan		68

2. Memberikan bobot untuk tiap pertanyaan kuesioner berdasarkan *waste relationship matrix* (WRM). Hasil detail dapat dilihat pada lampiran 8. Pada Tabel 4.5 berikut adalah ringkasan dari bobot awal kuesioner.

Tabel 4.5 Bobot Awal Berdasarkan WRM

No	Aspek Pertanyaan	Jenis Pertanyaan (i)	Bobot Awal untuk Tiap Jenis Waste						
			O	I	D	M	T	P	W
1	<i>Man</i>	<i>To Motion</i>	2	8	8	10	4	2	0
2		<i>From Motion</i>	0	6	10	10	0	10	8
3		<i>From Defects</i>	2	2	10	8	2	0	2
4		<i>From Motion</i>	0	6	10	10	0	10	8
5		<i>From Motion</i>	0	6	10	10	0	10	8
6		<i>From Defects</i>	2	2	10	8	2	0	2
7		<i>From Process</i>	2	2	10	2	0	10	6
....									
63	<i>Method</i>	<i>From Motion</i>	0	6	10	10	0	10	8
64		<i>From Motion</i>	0	6	10	10	0	10	8
65		<i>From Motion</i>	0	6	10	10	0	10	8
66		<i>From Over production</i>	10	2	2	2	2	0	2
67		<i>From Process</i>	2	2	10	2	0	10	6
68		<i>From Defects</i>	2	2	10	8	2	0	2
Total Skor			138	286	430	428	190	268	314

- Menghilangkan efek dari variasi jumlah pertanyaan untuk tiap jenis pertanyaan. Hal ini dilakukan membagi tiap jenis pertanyaan dengan pengelompokan jenis pertanyaan (N_i) sesuai pada Tabel 4.4
- Menghitung jumlah skor (S_j) dan frekuensi (F_j) dari tiap kolom jenis waste.

Hasil bobot setelah dibagi N_i beserta hasil jumlah skor (S_j) dan frekuensi (F_j) selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 9. Pada Tabel 4.6 berikut ini merupakan ringkasan bobot pertanyaan setelah dibagi N_i selanjutnya akan dilakukan perhitungan jumlah skor (S_j) dan frekuensi (F_j) dengan mengabaikan nilai 0.

Tabel 4.6 Bobot Pertanyaan dibagi Ni dan Jumlah Skor (Sj) dan Frekuensi (Fj)

No	Aspek Pertanyaan	Jenis Pertanyaan (i)	Ni	Bobot untuk Tiap Jenis Waste (W _{j,k})						
				Wo,k	Wi,k	Wd,k	Wm,k	Wt,k	Wp,k	Ww,k
1	Man	To Motion	9	0,22	0,89	0,89	1,11	0,44	0,22	0,00
2		From Motion	11	0,00	0,55	0,91	0,91	0,00	0,91	0,73
3		From Defects	8	0,25	0,25	1,25	1,00	0,25	0,00	0,25
4		From Motion	11	0,00	0,55	0,91	0,91	0,00	0,91	0,73
5		From Motion	11	0,00	0,55	0,91	0,92	0,00	0,91	0,73
6		From Defects	8	0,25	0,25	1,25	1,00	0,25	0,00	0,25
7		From Process	7	0,29	0,29	1,43	0,29	0,00	1,43	0,86
....										
63	Method	From Motion	11	0,00	0,55	0,91	0,91	0,00	0,91	0,73
64		From Motion	11	0,00	0,55	0,91	0,91	0,00	0,91	0,73
65		From Motion	11	0,00	0,55	0,91	0,91	0,00	0,91	0,73
66		From Over production	3	3,33	0,67	0,67	0,67	0,67	0,00	0,67
67		From Process	7	0,29	0,29	1,43	0,29	0,00	1,43	0,86
68		From Defects	8	0,25	0,25	1,25	1,00	0,25	0,00	0,25
Skor (Sj)				28,00	42,00	60,00	62,00	40,00	38,00	46,00
Frekuensi (Fj)				57	63	68	57	42	36	50

- Memasukkan nilai dari hasil kuesioner (1, 0.5 atau 0) kedalam tiap bobot nilai di Tabel 4.6 dengan cara mengalikannya.
- Menghitung total skor (sj) dan frekuensi (fj) untuk tiap nilai bobot pada kolom waste.

Hasil penilaian kuesioner selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 11. Rata-rata hasil penilaian kuesioner dapat dilihat pada lampiran 10, selanjutnya hasil tersebut akan dikalikan dengan bobot nilai pada tiap jenis waste. Rekapitan hasil perhitungan bobot dikali dengan hasil penilaian kuesioner beserta perhitungan jumlah skor (sj) dan frekuensi (fj) dapat dilihat pada Tabel 4.7 berikut ini.

Tabel 4.7 Perkalian antara Bobot dengan hasil penilaian kuesioner dan Jumlah Skor (sj) dan Frekuensi (fj)

No	Aspek Pertanyaan	Jenis Pertanyaan (i)	Rata-rata Jawaban	Bobot untuk Tiap Jenis Waste (W _{j,k})						
				W _{o,k}	W _{i,k}	W _{d,k}	W _{m,k}	W _{t,k}	W _{p,k}	W _{w,k}
1	Man	To Motion	0,30	0,07	0,27	0,27	0,33	0,13	0,07	0,00
2		From Motion	0,10	0,00	0,05	0,09	0,09	0,00	0,09	0,07
3		From Defects	0,40	0,10	0,10	0,50	0,40	0,10	0,00	0,10
4		From Motion	0,20	0,00	0,11	0,18	0,18	0,00	0,18	0,15
5		From Motion	0,80	0,00	0,44	0,73	0,73	0,00	0,73	0,58
6		From Defects	0,40	0,10	0,10	0,50	0,40	0,10	0,00	0,10
7		From Process	0,50	0,14	0,14	0,71	0,14	0,00	0,71	0,43
....										
63	Method	From Motion	0,30	0,00	0,16	0,27	0,27	0,00	0,27	0,22
64		From Motion	0,20	0,00	0,11	0,18	0,18	0,00	0,18	0,15
65		From Motion	0,10	0,00	0,05	0,09	0,09	0,00	0,09	0,07
66		From Over production	0,10	0,33	0,07	0,07	0,07	0,07	0,00	0,07
67		From Process	0,20	0,06	0,06	0,29	0,06	0,00	0,29	0,17
68		From Defects	0,30	0,08	0,08	0,38	0,30	0,08	0,00	0,08
Skor (sj)				6,92	10,85	15,71	15,73	9,93	10,38	13,63
Frekuensi (fj)				56	62	67	56	41	36	50

7. Menghitung indikator awal untuk tiap waste (Y_j)

Indikator dapat dihitung dengan rumus berikut ini:

$$Y_j = \frac{s_j}{S_j} \times \frac{f_j}{F_j}$$

Tabel 4.8 Nilai Indikator Awal (Y_j)

	O	I	D	M	T	P	W
S _j	28	42	60	62	40	38	46
F _j	57	63	58	57	42	36	50
s _j	6,92	10,85	15,71	15,73	9,93	10,38	13,63
f _j	56	62	67	56	41	36	50
Skor (Y_j)	0,24	0,25	0,26	0,25	0,24	0,27	0,30

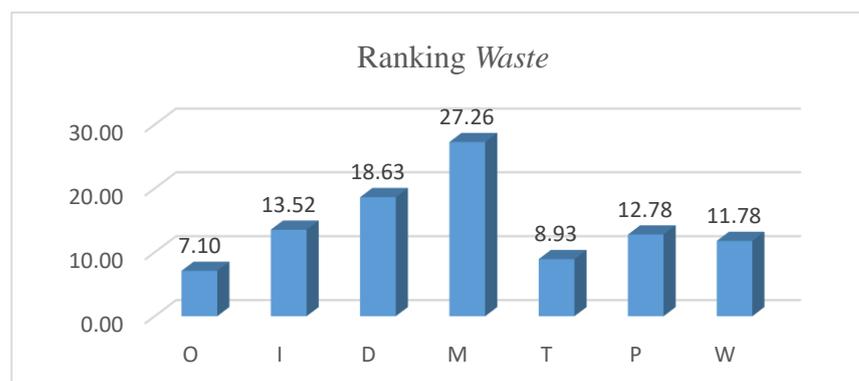
8. Menghitung nilai *final waste factor* (Y_j *final*)

Hasil perhitungan akhir *waste assessment* dapat dilihat pada Tabel 4.9 berikut ini.

Tabel 4.9 Hasil Perhitungan *Waste Assessment*

	O	I	D	M	T	P	W
Skor (Y_j)	0,24	0,25	0,26	0,25	0,24	0,27	0,30
Pj Faktor	108,51	197,48	268,01	405,82	136,72	173,61	147,57
Hasil Akhir (Y_j <i>Final</i>)	26,33	50,19	69,12	101,17	33,15	47,41	43,72
Hasi Akhir (%)	7,10	13,52	18,63	27,26	8,93	12,78	11,78
Ranking	7	3	2	1	6	4	5

Y_j merupakan faktor indikator awal untuk tiap *waste* yang telah dihitung hasilnya sesuai dengan Tabel 4.8. diatas. Sedangkan Pj merupakan probabilitas pengaruh antar *waste* yang didapatkan dengan mengalikan hasil persentase dari *waste value matrix* pada Tabel 4.3 dengan baris dan kolom untuk tiap jenis *waste*. Hasil dari Y_j *final* selanjutnya akan dipresentasikan sehingga didapatkan ranking *waste*.

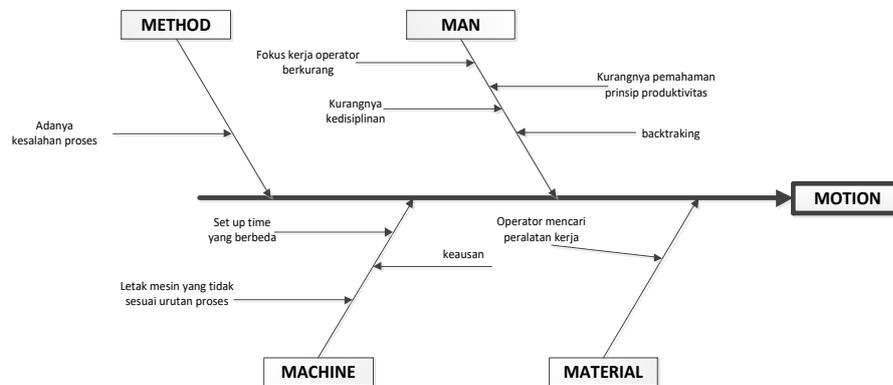


Gambar 4.15 Ranking Hasil Perhitungan *Waste Assessment*

Pada Gambar 4.15 menunjukkan bahwa *waste* terbesar adalah *motion* sebesar 27,26%, kedua adalah *defect* sebesar 18,63%, ketiga adalah *inventory* sebesar 13,52%. Selanjutnya *waste* yang minor adalah *overproduction* sebesar 7,10% dan *transportation* sebesar 8,93%. *Waste processing* dan *waiting* berkontribusi masing-masing sebesar 12,78% dan 11,78%. *Waste motion*, *defect* dan *inventory* akan menjadi prioritas dalam eliminasi.

4.4 Akar Penyebab Waste

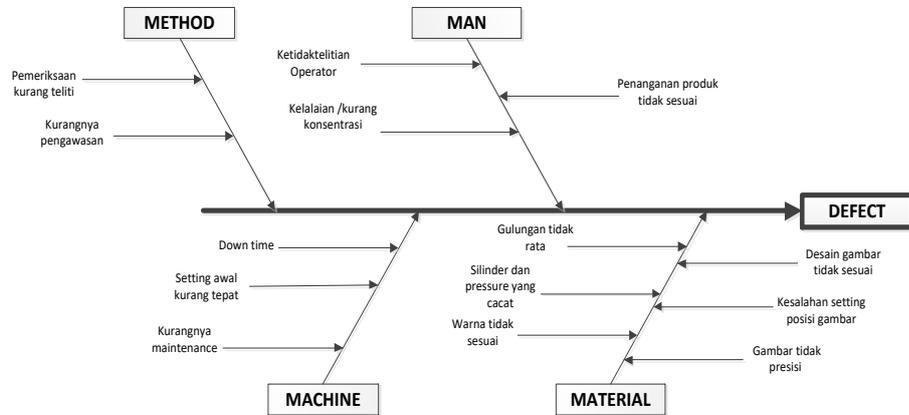
Salah satu *tool* yang digunakan dalam mencari akar penyebab dari permasalahan adalah *fishbone diagram*. Dalam aplikasinya diagram *fishbone* digunakan dengan tujuan mengelompokkan dan menghasilkan hipotesa tentang kemungkinan-kemungkinan penyebab masalah dalam suatu proses dengan mendaftarkan seluruh penyebab dan efek yang ditimbulkan dari problem yang ditemukan. Identifikasi akar penyebab *waste* menggunakan *fishbone diagram* diprioritaskan pada jenis *waste* yang memiliki bobot dengan peringkat 3 terbesar yaitu *motion*, *defect*, dan *inventory*.



Gambar 4.16 Fishbone Diagram Motion

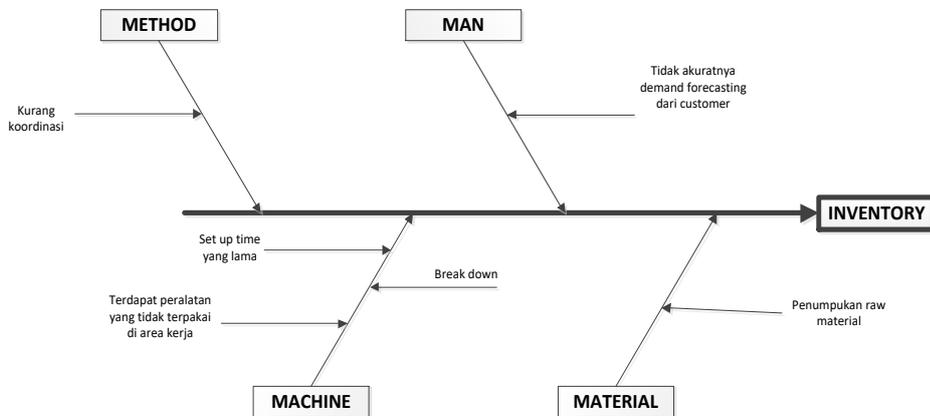
Motion merupakan salah satu *waste* yang sering terjadi, meskipun sering diabaikan sebagai *waste* dan seolah dianggap merupakan bagian dari proses. *Waste motion* ini biasanya terkait dengan waktu dan energi sehingga idealnya semua gerakan yang tidak perlu harus dieliminasi dari proses. Seperti operator dan mekanik yang berkeliling mencari peralatan dan material. Proses kerja perlu dirancang dengan baik, antara item yang satu dengan item yang lain diposisikan sedekat mungkin sehingga mudah terjangkau. Akar penyebab dari permasalahan *waste motion* yang berasal dari faktor mesin antara lain: *layout* mesin yang tidak sesuai urutan proses, *set up time* yang berbeda dan keausan. Pada faktor metode penyebabnya adalah adanya kesalahan proses. Pada faktor manusia penyebabnya terjadi karena kurangnya pemahaman prinsip produktivitas, *backtracking*, fokus kerja operator berkurang dan kurangnya kedisiplinan. Sedangkan dari faktor

material adanya operator yang berjalan mencari peralatan kerja sehingga terjadi *movement* yang seharusnya tidak diperlukan.



Gambar 4.17 *Fishbone Diagram Defect*

Akar penyebab dari permasalahan dari *waste* yang berupa *defect* ini terjadi pada area *work in process* (WIP). Banyak faktor yang menjadi penyebab *waste* ini, pertama pada mesin terjadi jika setting awal kurang tepat, adanya *down time* dan kurangnya *maintenance*. Pada faktor metode *waste* ini terjadi karena kurangnya supervisi dan pemeriksaan yang kurang teliti. Pada faktor material mulai dari silinder dan pressure yang cacat, desain gambar tidak sesuai spesifikasi, gambar tidak presisi, kesalahan setting posisi gambar, warna tidak sesuai dan gulungan yang tidak rata. Sedangkan pada faktor manusia lebih dominan karena *human error* seperti kurangnya ketelitian dari operator, kelalaian/kurang konsentrasi, serta penanganan produk yang kurang tepat, dimana hal tersebut akan menyebabkan kinerja yang tidak optimal.



Gambar 4.18 *Fishbone Diagram Inventory*

Akar permasalahan dari *waste inventory* adalah banyaknya *raw material* yang menumpuk digudang yang salah satunya disebabkan oleh tidak akuratnya *demand forecasting* dari *customer* yang berdampak pada penjadwalan pengadaan *raw material*. Kurangnya koordinasi antar lini dan adanya peralatan yang tidak terpakai di area kerja serta *set up* mesin yang lama akan memicu menumpuknya *inventory raw material* dan *WIP* di area kerja. Adanya penumpukan produk jadi disebabkan jadwal pengiriman yang dilakukan secara bertahap sedangkan proses produksi satu item produk dilakukan sekaligus dikarenakan waktu *set up raw material* yang relatif lama.

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

BAB 5

ANALISA DAN PEMBAHASAN

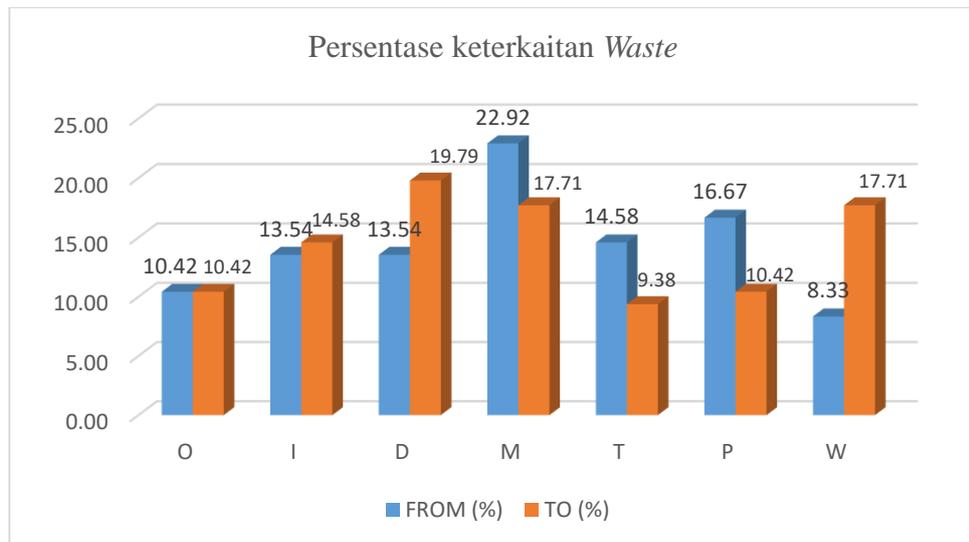
Pada bab ini akan dijabarkan hasil analisa dari pengolahan data yang telah dilakukan untuk selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam pengembangan rekomendasi perbaikan pada sistem dan proses produksi. Langkah terakhir pada bab ini adalah melakukan evaluasi dari rekomendasi perbaikan tersebut.

5.1 Analisa Hasil Identifikasi Waste

Proses identifikasi *waste* dilakukan dengan metode *waste assessment model* (WAM) yang telah dikembangkan oleh Rawabdeh (2005). Metode WAM dipilih karena dapat mengidentifikasi *waste* yang mengaitkan dengan *waste* yang lain.

5.1.1 Analisa Waste Relationship Matrix (WRM)

WRM digunakan sebagai analisa kriteria pengukuran dari *waste* yang menunjukkan efek maupun tingkat pengaruh dari masing-masing *waste*.



Gambar 5.1 Persentase keterkaitan *waste*

Pada Gambar 5.1 menggambarkan hasil skor *waste relationship matrix* (WRM) berdasarkan total skor masing-masing *waste* pada setiap baris dan kolom pada matriks. Pada baris matriks dengan klasifikasi “*from*” menunjukkan efek suatu *waste* yang terhadap enam jenis *waste* lainnya. Pada kolom matriks dengan klasifikasi “*to*” menunjukkan suatu jenis *waste* yang dipengaruhi oleh jenis *waste* lainnya.

Berdasarkan Gambar 5.1 dapat diketahui bahwa *from motion* mempunyai persentase tertinggi yaitu sebesar 22,92% dari keseluruhan total *waste* pada baris matriks. Hal ini mengindikasikan bahwa *waste motion* yang terjadi saat ini memberikan pengaruh besar dalam memicu terjadinya *waste* terhadap enam jenis *waste* lainnya. Sedangkan *to defect* mempunyai persentasi tertinggi yaitu sebesar 19,76% dari keseluruhan total *waste* pada kolom matriks. Hal ini mengindikasikan bahwa *waste defect* yang terjadi saat ini paling banyak karena dipengaruhi oleh jenis *waste* lainnya. Selain itu *waste waiting* juga berpotensi besar terjadi karena pengaruh *waste* lainnya.

Defect dan *inventory* mempunyai presentase yang sama sebesar 13,56% sehingga kedua *waste* mempunyai pengaruh yang sama dalam memicu terjadinya jenis *waste* lainnya. *Motion* dan *waiting* merupakan *waste yang terjadi* karena dipengaruhi oleh jenis *waste* lainnya dengan persentase kedua *waste* adalah sama sebesar 17,71%. Begitu pula dengan *waste processing* dan *over production* juga dipengaruhi oleh jenis *waste* lainnya dengan presentase sebesar 10,42%. Khusus *waste over production* mempunyai kontribusi yang sama dalam memberikan pengaruh terjadinya *waste* terhadap enam jenis *waste* lainnya sekaligus dipengaruhi jenis *waste* lainnya dengan persentase sebesar 10,42%.

Waste motion mempunyai pengaruh tertinggi sebagai penyebab terjadinya jenis *waste* lainnya dengan persentase sebesar 22,92%. Penyebab utama dari *waste* ini adalah pergerakan-pergerakan yang tidak diperlukan oleh tenaga kerja. Dari observasi awal menunjukkan kondisi perusahaan masih kurang efisien terkait *layout* mesin yang masih belum sesuai dengan urutan proses dan jarak *raw material* yang cukup jauh. Masih terlihat mekanik yang mencari peralatan dan operator yang mencari material WIP untuk melanjutkan proses. Selain itu adanya mesin yang berada diluar area produksi padahal mesin itu masih digunakan untuk proses yang ada, sehingga hal tersebut akan berdampak pada pergerakan yang lebih lama untuk menuju mesin maupun kembali ke area produksi untuk proses selanjutnya. Pergerakan-pergerakan tidak perlu tersebut harus segera dihilangkan dari proses berjalan lebih efisien. Perlu dilakukan perubahan desain dari penataan mesin-mesin yang disesuaikan dengan urutan proses sehingga diharapkan dapat mereduksi

maupun mengeliminasi *waste motion* yang pada akhirnya akan berdampak pada efisiensi proses dari segi waktu maupun *lead time* serta proses produksi akan lancar.

Waste defect yang terjadi saat ini paling banyak dipengaruhi oleh jenis *waste* lainnya dengan persentase sebesar 19,79%. Penyebab utama dari *waste* ini adalah *human error* dan *setting* maupun *downtime* mesin. *Defect* merupakan *waste* yang paling mudah diidentifikasi, seperti produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi *customer*. Produk *defect* dapat langsung teridentifikasi di area produksi, distribusi atau saat produksi sudah berada ditangan *customer*. Kondisi di PT KSA menunjukkan bahwa produk *defect* sering kali sudah terdeteksi di area produksi terutama pada proses *printing* seperti pada desain gambar yang tidak sesuai, kesalahan setting gambar, warna tidak sesuai dan gambar tidak presisi dimana hal tersebut disebabkan oleh faktor kelalaian dan kurangnya fokus/konsentrasi dari operator. Adanya *waste* tersebut menimbulkan *rework* yang berdampak pada biaya untuk alokasi biaya *manpower* serta proses tidak efisien. Dalam mengatasi hal tersebut peran dari operator sangat penting karena berhubungan langsung dengan proses produksi dan harus ditunjang oleh sistem maintenance yang baik. Peningkatan kinerja dari operator dan QC diharapkan dapat mengurangi *waste defect* yang terjadi sehingga sistem produksi akan lebih efektif dan efisien.

5.1.2 Analisa Waste Assessment Questionnaire (WAQ)

Waste assessment questionnaire (WAQ) digunakan dalam identifikasi dan alokasi *waste* pada lini produksi dan terdiri dari 68 jenis pertanyaan *assessment* yang menggambarkan suatu aktivitas, suatu kondisi atau sifat yang mungkin akan menimbulkan suatu jenis *waste* tertentu. *Assessment* ini terdiri dari dua jenis pertanyaan yaitu *from* dan *to* serta dikategorikan ke dalam empat kelompok utama yaitu: *man*, *machine*, *material* dan *method*.

Hasil *assessment* berupa peringkat *waste* secara berurutan dari terbesar sampai terkecil dapat dilihat pada Tabel 5.1 berikut ini.

Tabel 5.1 Peringkat Hasil *Assessment*

Peringkat	Jenis Waste	Persentase	Akumulasi Persentase
1	<i>Motion (M)</i>	27,26%	27,26%
2	<i>Defect (D)</i>	18,63%	45,89%
3	<i>Inventory (I)</i>	13,52%	59,41%
4	<i>Processing (P)</i>	12,78%	72,19%
5	<i>Waiting (W)</i>	11,78%	83,97%
6	<i>Transportation (T)</i>	8,93%	92,9%
7	<i>Over production (O)</i>	7,10%	100%

Hasil *assessment* diatas menunjukkan peringkat *waste* yang dominan dan sangat berpengaruh terhadap *waste* lainnya. Persentase (bobot) dari hasil *assessment* digunakan pada tahapan selanjutnya dalam penentuan *waste* yang diprioritaskan. Pada Tabel 5.1 dapat diketahui bahwa *waste* yang paling dominan adalah *motion* dengan persentase 27,26%. Selanjutnya *defect* dan *inventory* dengan persentase masing-masing adalah 18,63% dan 13,52%. Sedangkan yang termasuk dalam *minor waste* adalah *transportation* dengan persentase 8,93% dan *over production* dengan persentase sebesar 7,10%. Dapat dilihat bahwa *waste over production* merupakan *waste* yang paling minor diantara *waste* lainnya, hal ini karena PT KSA menerapkan sistem *make to order* sehingga produksi hanya sesuai order dari *customer* sehingga tidak terjadi produksi yang berlebihan.

5.1.3 Analisa Waste Prioritas

Hasil dari *waste assessment* merupakan pengukuran dan penilaian terhadap jenis-jenis *waste* yang terjadi. Dari urutan peringkat *waste* tersebut selanjutnya akan dibandingkan dengan data yang diperoleh dari hasil *brainstorming* bersama pihak *management* PT KSA. Berdasarkan hasil *waste assessment questionnaire* (WAQ) sudah cukup dalam mempresentasikan kondisi *waste* yang ada di perusahaan. Berdasarkan hasil WAQ didapatkan *waste* prioritas dengan peringkat 3 besar sebagai berikut:

1. *Waste Motion*

Jenis *waste* ini menempati urutan pertama berdasarkan hasil *waste assessment questionnaire* (WAQ) dengan persentase sebesar 27,26%. Dalam hal ini pihak manajemen membenarkan bahwasannya dalam proses produksi sering melakukan gerakan yang tidak perlu terutama dalam mencari peralatan kerja dan seringkali terlalu lama dalam mencari WIP untuk proses selanjutnya yang disebabkan karena penempatan WIP yang masih kurang teratur dan belum dikelompokkan berdasarkan item produk. Sebagai contoh seorang operator *dry extrusion* yang harus berjalan menuju area gudang *raw material* plastik roll OPP hanya untuk meminjam *material handling* yang berupa *forklift*. Begitu juga operator *slitting* yang harus berjalan menuju area mesin *dry extrusion* hanya untuk meminjam *material handling* yang berupa *handpallet*. Terkait *movement* akibat letak *raw material* dari plastik roll OPP pihak perusahaan menyatakan hal tersebut bukanlah pergerakan yang berlebihan akan tetapi dalam konsep *lean movement* tersebut merupakan *waste*. Adanya pergerakan yang berlebihan akan berdampak pada aktivitas-aktivitas lainnya terutama dalam efisiensi waktu dan energi.

2. *Waste Defect*

Jenis *waste* ini menempati urutan kedua berdasarkan hasil *waste assessment questionnaire* (WAQ) dengan persentase sebesar 18,63%. *Defect* yang terjadi kebanyakan terjadi pada proses internal diperusahaan sehingga masih memungkinkan dalam meminimasi permasalahan tersebut. Namun hal tersebut tentunya akan menimbulkan bertambahnya biaya produksi untuk alokasi *man power* dan butuh waktu tambahan dalam melakukan *rework*. Dari pihak manajemen menyatakan *defect* yang masih diatas 5% tiap bulannya untuk produk yang telah dikirim ke *customer* dan produk harus diretur. Penanganan untuk produk yang diretur tergantung pada tingkat *defect*. Ada kalanya masih bisa di *rework* namun tidak sedikit merupakan *defect* yang tidak bisa di *rework* sehingga harus dibuang. Pihak manajemen beranggapan hal tersebut terjadi karena proses yang cenderung tidak stabil. Selain itu belum adanya penjadwalan *preventive maintenance* secara berkala dan juga *human error* terkait kinerja yang dirasa belum optimal dari operator maupun QC. Hal

tersebut merupakan beberapa faktor yang memberikan kontribusi terhadap tingkat kecacatan. Dalam hal ini *waste assessment questionnaire* (WAQ) secara tidak langsung telah berhasil menangkap fenomena yang ada dalam sebuah sistem perusahaan mengenai permasalahan yang terjadi.

3. *Waste Inventory*

Jenis *waste* ini menempati urutan ketiga berdasarkan hasil *waste assessment questionnaire* (WAQ) dengan persentase sebesar 13,52%. Pada intinya perusahaan tidak merencanakan adanya *inventory* baik berupa *raw material*, *WIP* maupun produk jadi. Alasan adanya *inventory raw material* dikarenakan *lead time* yang lama dari pihak *supplier* antara 10 – 14 hari sehingga pihak manajemen mengantisipasi dengan *buffer stock* yang lebih. Selain itu adanya kebijakan yang langsung memesan *raw material* sebanyak 50% dari kebutuhan produksi untuk order sistem kontrak dengan pengiriman secara bertahap. *Inventory* pada *WIP* terjadi karena waktu proses yang cukup lama dan bervariasi. Sedangkan *inventory* produk jadi biasanya karena sistem pengiriman bertahap, dimana proses produksi suatu item produk dilakukan secara keseluruhan order dikarenakan jika dilakukan berulang maka *set up raw material* akan dibutuhkan waktu double jika dilakukan terpisah, sehingga pihak manajemen mengambil kebijakan *set up raw material* secara bersamaan untuk menghemat waktu *set up*. Masih adanya peralatan yang tidak dipergunakan di area kerja merupakan salah satu penyebab *waste inventory*.

5.2 Evaluasi dan Perbaikan

Setelah didapatkan akar permasalahan dari setiap *waste* yang terjadi dengan menggunakan diagram *fishbone*, selanjutnya akan dilakukan usulan rekomendasi perbaikan yang diharapkan dapat mereduksi maupun mengeliminasi *waste* yang terjadi. Pada Tabel 5.2 berikut ini usulan rekomendasi yang diusulkan terkait permasalahan *waste*.

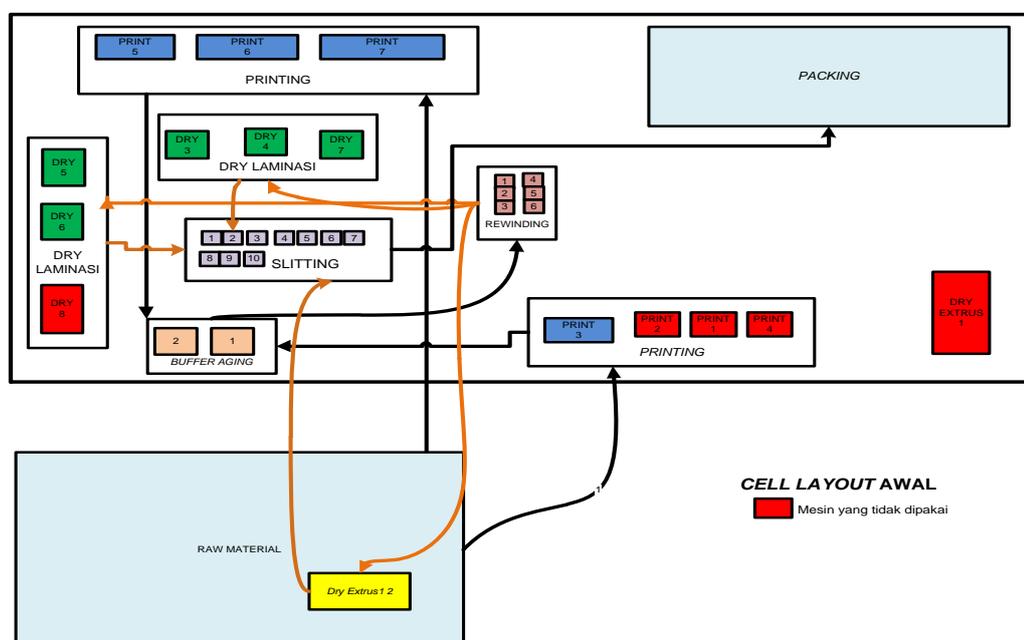
Tabel 5.2 Rekomendasi Perbaikan

Waste	Kategori	Penyebab	Rekomendasi Perbaikan
<i>Motion</i>	<i>Material</i>	Operator mencari peralatan kerja / material	Meletakkan peralatan kerja dalam suatu rak
	<i>Machine</i>	Letak mesin yang tidak sesuai urutan proses	Menerapkan <i>U-shape cell layout</i> untuk peralatan dan proses
		Setup time yang berbeda keausan	Perlunya SOP dalam <i>set up</i>
			<i>Maintenance</i> rutin/berkala
	<i>Man</i>	Kurangnya pemahaman prinsip produktivitas	Adanya pembekalan produktivitas
		<i>Backtraking</i>	Penataan area kerja yang ergonomi dan penerapan 5S
		Fokus kerja operator berkurang	Menciptakan kondisi area kerja yang nyaman dan penerapan 5S
		Kurangnya kedisiplinan	Meningkatkan motivasi operator
	<i>Method</i>	Adanya kesalahan proses	Standarisasi semua proses
	<i>Defect</i>	<i>Material</i>	Desain gambar tidak sesuai
Gambar tidak presisi			
Gulungan tidak rata			
Warna tidak sesuai			
Silinder dan pressure cacat			
Kesalahan setting dan posisi gambar			
<i>Machine</i>		Setting awal kurang tepat	Perlunya SOP dalam <i>set up</i>
		Kurangnya <i>maintenance</i> Downtime	Pelaksanaan <i>maintenance</i> yang teratur
<i>Man</i>		Penanganan produk tidak sesuai	Standarisasi proses dan penerapan <i>poka yoke</i>
<i>Method</i>		Ketidaktelitian operator	Meningkatkan motivasi kerja
		Kelalaian /kurang konsentrasi	Peningkatan supervisi dan penerapan <i>poka yoke</i>
			Pemeriksaan kurang teliti
	Kurangnya pengawasan	Meningkatkan supervisi	

Tabel 5.2 Rekomendasi Perbaikan (lanjutan)

Waste	Kategori	Penyebab	Rekomendasi Perbaikan
Inventory	Material	Penumpukan <i>raw material</i>	Penerapan <i>economic order quantity</i> (EOQ) atau <i>vendor managed Inventory</i> (VMI)
	Machine	Set up time yang lama	<i>Preventive maintenance</i>
		<i>Breakdown</i>	
		Terdapat peralatan yang tidak terpakai di area kerja	Memindahkan peralatan yang tidak terpakai dari area kerja
	Man	Tidak akuratnya <i>demand forecasting</i> dari <i>customer</i>	Meningkatkan keakuratan <i>demand forecasting</i>
Method	Kurang koordinasi	Meningkatkan koordinasi antar lini	

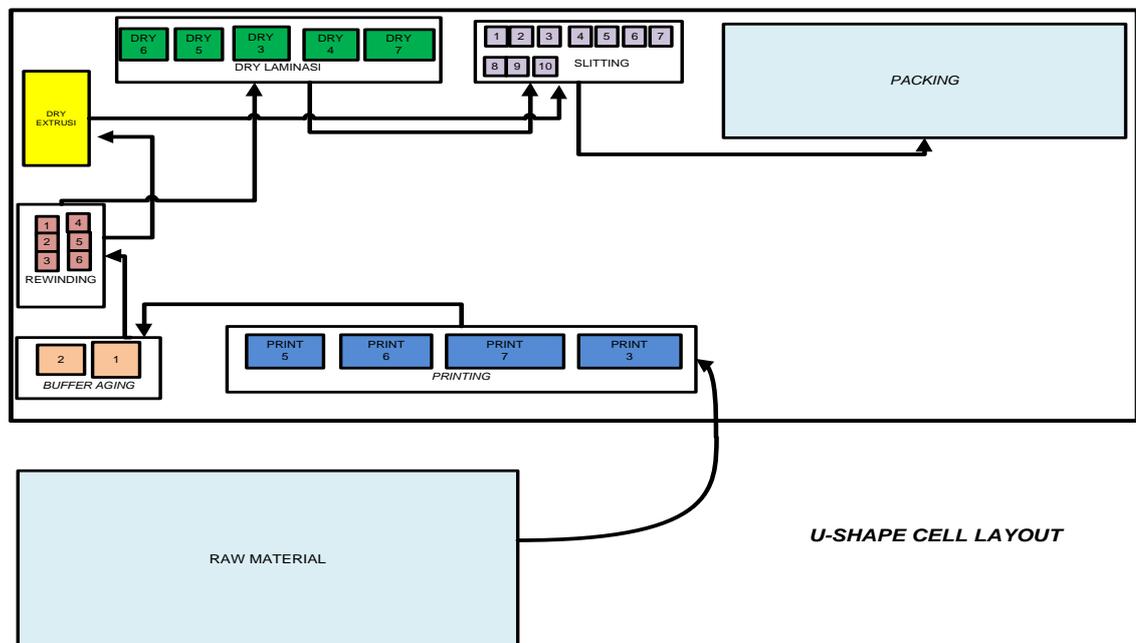
Usulan rekomendasi yang diberikan diharapkan dapat membantu perusahaan dalam mengatasi *waste* yang terjadi dan menjadi acuan bagi perusahaan dalam mengembangkan *continuos improvement*.



Gambar 5.2 Cell layout awal

Pada gambar *cell layout* awal terlihat bahwa proses produksi masih belum efektif dan efisien. Secara umum mesin sudah dikelompokkan sesuai jenisnya,

tetapi masih ada yang diletakkan pada tempat yang berbeda, seperti mesin *printing* yang terletak terpisah dan mesin *dry extrusion* yang berada di gudang *raw material*. Dengan mengamati arah aliran proses yang ada terlihat masih ada gerakan-gerakan yang terlalu jauh untuk pemindahan *raw material* menuju mesin *printing* yang terletak berdekatan dengan gudang produk jadi. Masih terdapat dua atau lebih perpindahan diantara operasi-operasi kerja seperti perpindahan material dari mesin *rewinding* menuju mesin *dry extrusion* dan *dry laminating*. Selain itu masih terdapat gerakan bolak-balik (*backtracking*) seperti yang terlihat jelas pada pergerakan material dari mesin *rewinding* yang harus menuju gudang *raw material* untuk proses di mesin *dry extrusion* dan harus kembali ke area produksi untuk proses pada mesin *slitting* sehingga berdampak pada waktu proses yang lebih lama dan energi yang disebabkan pergerakan yang berlebihan. Hal tersebut terjadi dikarenakan *cell layout machine* yang masih belum sesuai dengan urutan proses dan mesin yang tidak dipergunakan dalam proses produksi harusnya dipindahkan dari area produksi. Sistem produksi yang efektif dan efisien harus ditunjang dengan penataan *layout* beserta segala fasilitas pendukungnya yang fleksibel terutama pada manufaktur yang berbasis *job order*.



Gambar 5.3 *U-Shape Cell layout*

U-shape cell layout merupakan tata letak (*layout*) yang paling umum untuk implementasi *lean*. Konfigurasi *U-shape layout* memungkinkan sel kerja diletakkan dengan menggunakan area produksi yang tidak terlalu luas. Dalam implementasi *U-shape layout* tidak hanya berfokus pada tata letak (*layout*) mesin atau peralatan saat mengupayakan solusi manufaktur akan tetapi juga berfokus pada aliran proses, material dan manusia. Dalam penerapannya *U-shape cell layout* dapat mengurangi jumlah stasiun kerja, memperbaiki *line balancing*, visibilitas, komunikasi, kualitas, fleksibilitas, dan penanganan material. Ketika ketidakpastian *demand* terjadi, tata letak *U-line* memberikan fleksibilitas yang lebih besar untuk meningkatkan atau mengurangi jumlah pekerja yang diperlukan. Kinerja *U-Line* dievaluasi dengan jumlah minimum *workstation*, hubungan kerja minimum, dan kelancaran pekerjaan minimum. Dalam penggambarannya, pintu masuk dan pintu keluar jalur U, ditempatkan pada posisi yang sama.

Berdasarkan kondisi PT KSA dengan area produksi yang tidak terlalu luas penerapan *U-shape cell layout* untuk memperbaiki sistem produksi menjadi pilihan yang tepat. Hal ini karena sebagian jenis mesin yang ada harus diletakkan dekat dinding. Dengan penataan mesin yang sesuai dengan aliran proses dapat dilihat bahwa aliran material relatif lebih lancar. Pergerakan aliran material lebih efisien karena tidak terjadi pergerakan bolak-balik (*backtracking*) maupun gerakan perpindahan material yang berlebihan serta lalu lintas proses lebih stabil. Selain itu koordinasi antar stasiun kerja menjadi lebih mudah dalam hal komunikasi terkait penanganan material dan proses inspeksi. Proses produksi yang diawali dengan perpindahan *raw material* menuju mesin *printing* lebih tersentralisasi dan waktu perpindahan relatif sama. Selanjutnya perpindahan material dari mesin *printing* sampai mesin *slitting* relatif lebih mudah dan terstruktur tanpa adanya hambatan *backtracking* sehingga aliran proses produksi akan relatif lancar dan memperpendek *lead time*. Selain itu ketersediaan *material handling* yang cukup dengan peletakkan yang terstruktur dari jangkauan operator akan menunjang kelancaran proses produksi.

Keberhasilan banyak perusahaan di dunia dalam menerapkan metode 5S telah menjadi bagian yang fundamental dalam mencanangkan penerapan strategi

perbaikan terus menerus (*continuous improvement*) sehingga menempatkan metode 5S sebagai salah satu elemen yang penting dalam melakukan penerapan *Lean Management* yang saat ini sedang populer. 5S adalah suatu sistem untuk mengurangi pemborosan dan mengoptimalkan produktivitas melalui terciptanya tempat kerja yang teratur, rapi, sistematis dengan menggunakan isyarat visual untuk mencapai hasil operasional yang efektif jika jalankan dengan konsisten. Istilah 5S berasal dari bahasa Jepang yang dikenal sebagai singkatan dari:

1. *Seiri* (Pemilahan)

Mengidentifikasi dan menyisahkan yang tidak diperlukan dari area kerja dengan hanya menyisahkan item yang diperlukan saja. Kondisi di PT KSA masih menunjukkan adanya mesin yang tidak digunakan tetapi masih berada di area kerja seperti 3 mesin *printing*, 1 mesin *dry extrusion*, dan 2 mesin *dry laminating*. Sebenarnya ketiga jenis mesin tidak dalam kondisi rusak tetapi kurang memenuhi spesifikasi dari *speed* sehingga akan menyebabkan biaya energi yang lebih besar. Dalam waktu dekat pihak manajemen akan menjual mesin-mesin tersebut.

2. *Seiton* (Penataan)

Merupakan kegiatan penataan yang berarti material dan peralatan di area kerja harus ditata secara sistematis untuk memudahkan ketika akan digunakan sehingga kerja menjadi lebih efisien serta memungkinkan barang yang hilang dan kurang dapat teridentifikasi dengan cepat. Hal ini bisa dilakukan dengan menempatkan material maupun peralatan pendukung pada rak yang mudah dijangkau. Kondisi area kerja masih menunjukkan bahwa material maupun peralatan secara penataan masih belum teratur.

3. *Seiso* (Pembersihan)

Melakukan pembersihan secara sistematis dan konsisten di sekitar area kerja agar membuat pekerjaan sehari-hari menjadi lebih mudah, rapi, bersih dan efisien. Tujuan dari kebersihan adalah untuk menghilangkan semua debu dan kotoran dan menjaga tempat kerja selalu bersih. Dalam menjalankan program ini, semua pekerja di dalam perusahaan wajib melaksanakannya. Untuk memperlancar program ini hendaknya dibuat suatu jadwal pembersihan area produksi keseluruhan secara berkala, minimal 1 bulan sekali. Sedangkan untuk

pembersihan di stasiun kerja masing-masing hendaknya pekerja membersihkan area kerjanya segera setelah jam kerja berakhir. Kondisi perusahaan menunjukkan bahwa aktivitas ini masih belum dilakukan karena masih terlihat produk *defect* yang masih berserakan di area kerja.

4. *Seiketsu* (Standarisasi)

Merupakan kegiatan standarisasi yang mengikuti standar atau aturan yang telah ditetapkan. Perusahaan membuat standar atau prosedur pada setiap area kerja. Standar yang sudah dibuat dikomunikasikan secara aktif kepada seluruh pekerja supaya dapat dipahami dan dimengerti dengan baik. Dengan diterapkannya standar yang sudah dibuat diharapkan pekerja bekerja sesuai dengan prosedur, pekerja lebih terampil dalam bekerja sehingga waktu dalam bekerja menjadi lebih efisien. Kondisi perusahaan menunjukkan belum adanya standar yang spesifik terkait waktu proses sehingga kinerja belum bisa optimal.

5. *Shitsuke* (Pembiasaan)

Membuat suatu budaya dengan seperangkat nilai-nilai bersama dengan mempertahankan semua dari ke empat hal di atas. Dalam hal ini perusahaan harus membuat program 5S yang sudah dibuat sebagai suatu budaya perusahaan yang harus dilakukan secara terus menerus. Hal ini bisa dilakukan dengan memasang slogan maupun foto lingkungan kerja yang berkaitan dengan program 5S. Perlu dilakukan audit untuk program 5S sebulan sekali sebagai evaluasi implementasi program agar dapat berjalan dengan baik dan mengalami peningkatan.

Terkait permasalahan eliminasi *waste defect* dengan menggunakan metode *poka-yoke* telah banyak dikembangkan saat ini. *Poka-yoke* adalah kata dalam bahasa Jepang yang berarti “*fail-safing*” atau “*mistake-proofing*”. Istilah *poka-yoke* digunakan untuk mekanisme dalam konsep *lean manufacturing* yang dilakukan operator mesin dan peralatan untuk meminimalisir atau bahkan menghindari kesalahan (*poka*). Tujuan dari *poka-yoke* adalah untuk menghindari adanya produk yang cacat dengan cara mencegah, memperbaiki, dan memperbaiki kesalahan manusia (*human error*). *Poka-yoke* sebenarnya lebih berfungsi untuk mencegah terjadinya kesalahan, bukan untuk menemukan kesalahan-kesalahan yang sudah terjadi, misalnya kelalaian operator karena kelelahan atau

kejenuhan. *Poka-yoke* sangat berguna karena dapat menyediakan solusi pencegahan kesalahan, bahkan jika operator kehilangan konsentrasi atau kelelahan..

Economic order quantity (EOQ) adalah suatu model yang meyangkut tentang pengadaan atau *inventory raw material* pada suatu perusahaan. Setiap perusahaan industri pasti memerlukan *raw material* demi kelancaran proses bisnisnya, *raw material* tersebut di peroleh dari supplier dengan suatu perhitungan tertentu. Dengan menggunakan perhitungan yang ekonomis tentunya suatu perusahaan dapat menentukan secara teratur bagaimana dan berapa jumlah material yang disediakan. Ketidakteraturan penjadwalan akan memberikan dampak pada biaya *inventory* karena menumpuknya *inventory* di gudang. Dengan demikian pengelolaan atau pengaturan *inventory* merupakan salah satu hal penting dan dapat memberikan keuntungan pada perusahaan.

Vendor managed inventory (VMI) merupakan salah satu dari bentuk *partnering* yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi *inventory* dalam *supply chain*. Dalam VMI, supplier dapat mengetahui jumlah konsumsi pemakaian barang yang diproduksi oleh suatu perusahaan untuk suatu jangka waktu periode tertentu. Jumlah kebutuhan suatu perusahaan dapat diketahui melalui suatu sistem terintegrasi antara perusahaan dan supplier yang bersangkutan. Perusahaan harus memiliki perkiraan kebutuhan pasokan barang untuk suatu jangka waktu tertentu. Perkiraan pasokan barang dibutuhkan oleh supplier agar mereka dapat mengelola *inventory* barang tersebut. Supplier juga dapat memperkirakan kapan suatu barang harus diproduksi serta kapan barang tersebut dikirim ke perusahaan.

5.3 Implementasi Manajerial

Dalam kaitan identifikasi permasalahan *waste* di lini produksi *fine flexible packaging* pihak *top management* berwenang untuk memberikan keputusan-keputusan yang dianggap perlu dalam upaya efektivitas dan efisiensi proses produksi. Pada penelitian ini solusi *feedback* didapat dari manajerial yang meliputi: *plant manager* (sebagai penanggungjawab operasional pabrik), kepala produksi dan PPIC. Berdasarkan hasil *assessment* didapatkan tiga rangking bobot terbesar yaitu: *motion*, *defect*, dan *inventory* dapat teridentifikasi untuk analisa dan rekomendasi

perbaikan sebagai acuan bagi *management* dalam mengantisipasi potensi adanya *waste*.

1. Penataan tata *layout* ruang produksi dengan menerapkan *U-Shape Cell layout* pada mesin agar sesuai dengan urutan proses yang ada. Selain itu penerapan 5S juga sangat penting dalam mengeliminasi *waste motion*.
2. Penanganan produk *defect* harus lebih intensif lagi karena produk dalam bentuk *roll* atau gulungan, jika ada satu bagian yang *defect* sedikit saja maka satu *roll* produk tersebut akan dianggap *defect*. Peningkatan kinerja QC dan standarisasi inspeksi serta pengawasan yang lebih intensif akan sangat membantu dalam meminimalisir *defect*. Operator berperan penting dalam menghasilkan produk yang baik atau tidak cacat sehingga diperlukan operator yang mempunyai skill yang baik dan bisa bekerja sesuai standarisasi proses maupun produk yang dihasilkan. Selain itu diperlukan peningkatan *maintenance* dalam mengatasi masalah *set up*, *downtime* maupun *breakdown*. Akibat dari *defect* membuat harus melakukan *rework* sehingga waktu akan terbuang dan harus menambah biaya untuk *manpower*. Penerapan *poka yoke* diharapkan mampu meminimalisir *defect* akibat kesalahan operator ataupun mesin.
3. *Inventory* merupakan *waste* yang klasik. Semua bentuk *inventory* adalah *waste* walaupun kadangkala perlu menyimpan *inventory* karena berbagai alasan. Dalam mengatasi *waste inventory* tentunya akan melibatkan pihak luar seperti *supplier* dan *customer* sehingga diperlukan koordinasi yang baik diantara pihak-pihak terkait. Penerapan *economic order quantity* (EOQ) dianggap mampu mewakili solusi dari permasalahan *waste inventory* saat ini. Sedangkan penerapan *vendor management inventory* (VMI) masih belum bisa dilakukan terkait sistem informasi yang belum sepenuhnya terintegrasi sehingga dibutuhkan waktu untuk perbaikan sistem integrasi yang ada. Selain itu diperlukan keakuratan *demand forecasting* dari *customer* agar perencanaan pengadaan *raw material* bisa tepat.

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil analisa dan pembahasan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil identifikasi *waste* menggunakan WRM didapatkan bahwa *waste motion* mempunyai persentase tertinggi sebesar 22,92% sebagai penyebab terjadinya jenis *waste* lainnya, sedangkan *waste defect* yang terjadi saat ini paling banyak dipengaruhi oleh jenis *waste* lainnya dengan persentase sebesar 19,79%.
2. Berdasarkan hasil WAQ didapatkan *waste* prioritas dengan tiga ranking tertinggi yaitu *motion* sebesar 27,26%, *defect* sebesar 18,63%, dan *inventory* sebesar 13,52%.
3. *Waste motion* yang terjadi disebabkan oleh area kerja yang tidak ergonomis, kurangnya pemahaman prinsip produktivitas dari operator dan *layout* mesin yang tidak sesuai urutan proses.
4. *Waste defect* terjadi di area WIP yang disebabkan oleh skill/pengalaman dan kelalaian dari operator, kurangnya supervisi dan standarisasi proses dan *set up* mesin.
5. *Waste inventory* yang terjadi disebabkan oleh penumpukan *inventory* yang berupa *raw material*, WIP serta peralatan yang tidak terpakai. Selain itu dapat terjadi karena prediksi pemesanan maupun *forecasting demand* yang kurang akurat.
6. Rekomendasi perbaikan yang diusulkan untuk permasalahan *waste* yang terjadi pada proses produksi *fine flexible packaging* adalah:
 - *Motion*
Penerapan *U-Shape Cell Layout*.
Penerapan 5S (*seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke*).
 - *Defect*
Peningkatan kinerja QC, standarisasi inspeksi, dan pengawasan yang lebih intensif,

Operator mempunyai skill baik dan standarisasi proses.

Penerapan *poka yoke*.

- *Inventory*

Penerapan *economic order quantity* (EOQ).

6.2 Saran

Dari penelitian yang dilakukan, maka saran untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Untuk objek penelitian tidak hanya pada produk *fine flexible packaging*, tetapi produk lain yaitu *packaging* yang dalam bentuk kantong (*bag*).
2. Pemberian bekal tentang produktivitas kepada tenaga kerja akan mendukung tercapainya sistem produksi yang efektif dan efisien.
3. Melakukan analisa pemborosan (*waste*) yang lebih luas dan general yang tidak terbatas pada area produksi saja, seperti *supply chain management* (SCM) yang mencakup kinerja dari supplier sampai barang didistribusikan kepada *customer*.
4. Penataan *layout* area produksi hendaknya diperbaiki kembali sebab dengan kondisi yang sekarang membuat operator melakukan pekerjaan yang tidak sesuai, seperti mengambil material yang terlalu jauh dari area produksi sehingga menyebabkan aliran *flow material* terhambat. Selain itu terjadi *backtracking* yang disebabkan tata letak mesin yang tidak sesuai urutan proses produksi.
5. Terkait permasalahan *waste defect* harus mendapatkan penanganan yang serius, dimana perlu dilakukan pengukuran performansi kinerja proses yang melibatkan kerjasama antara QC dan produksi.

DAFTAR PUSTAKA

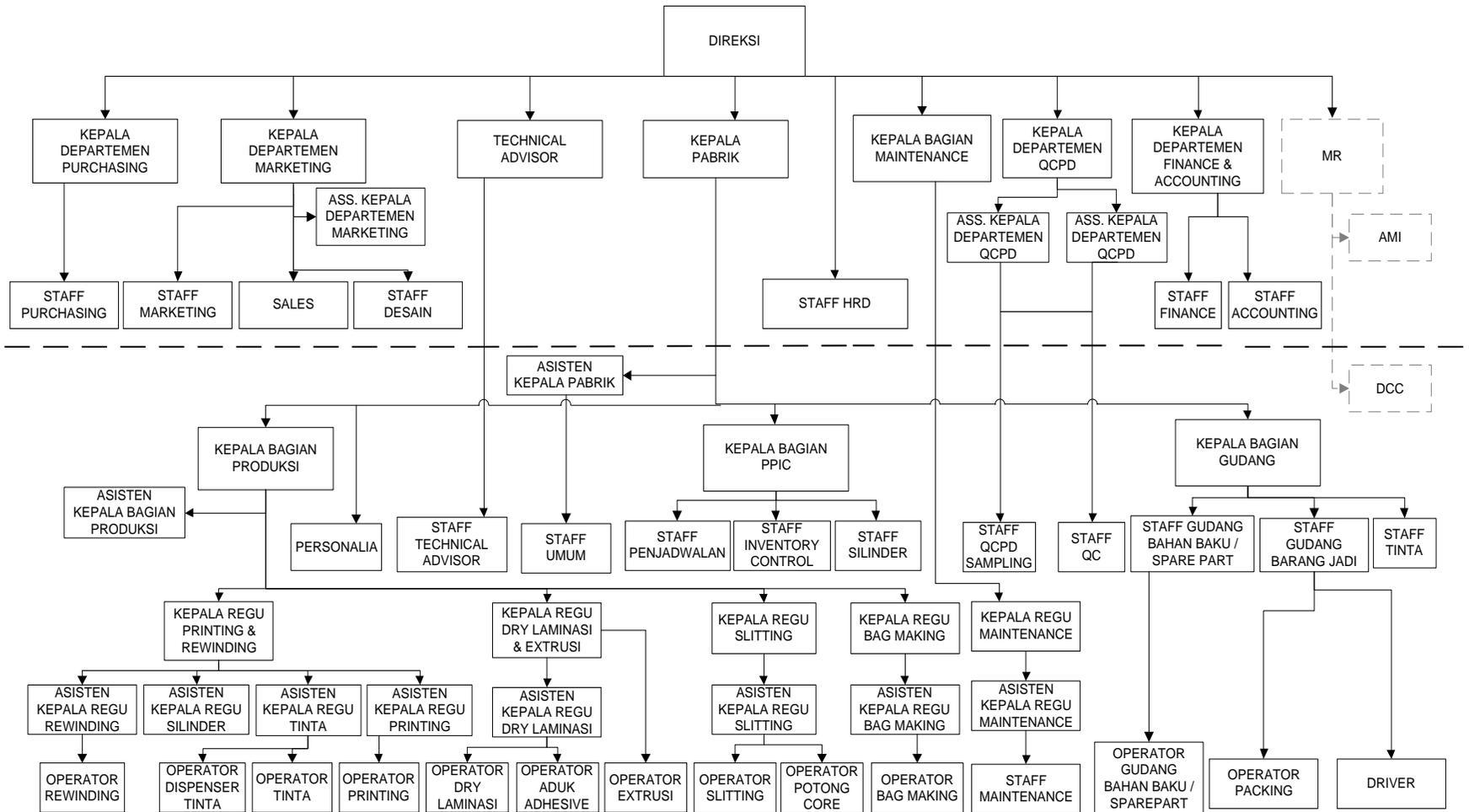
- Anonymous. (2017). APICS Dictionary 14ed 2013, The Essential Supply Chain Reference (<https://www.scribd.com/document/340447593/Apics-Dictionary-14ed-2013-pdf> diakses pada 15 April 2017).
- Fahad, M. (2015). Implementation of Waste Assessment Matrix and Line Balancing for Productivity Improvement in a High Variety/High Volume Manufacturing Plant. *Proceedings of ESMD* , pp 68-75.
- Hines, P., & Rich, N. (1997). The seven value stream mapping tools. *International Journal of Operation & Production Management* ,Vol.17 No. 1, pp 46-64.
- Hines, P., & Taylor, D. (2000). *Going Lean*. UK: Lean Enterprise Research Centre Cardiff Business School.
- Nuruddin, A. W., & dkk. (2013). Implementasi Konsep Lean Manufacturing Untuk Meminimalkan Waktu Keterlambatan Penyelesaian Produk “A” sebagai Value Pelanggan (Studi Kasus PT. TSW). *Jurnal Rekayasa Mesin*,Vol. 4 No.2 (ISSN 0216-468X), pp 147-156.
- Rawabdeh, I. A. (2005). A model for the assessment of waste in job environments. *International Journal of Operations & Production Managements*, Vol.25 No. 8, 800-822.
- Rochman, M., Sogiono, & Efranto, R. (2014). Penerapan Lean Manufacturing menggunakan WRM, WAQ dan VALSAT untuk mengurangi waste pada proses finishing (Studi Kasus di PT. Temprina Media Grafika Nganjuk). *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*, Vol.02, pp 907-918.
- Setiyawan, D. (2013). Minimasi Waste Untuk Perbaikan Proses Produksi Kantong Kemasan Dengan Pendekatan Lean Manufacturing. *JEMIS*,Vol. 1 No. 1, pp 8-13.
- Tjong, W dan Singgih, M.L., (2011). Perbaikan Sistem Produksi Divisi Injection dan Blow Plastik di CV. Asia. *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XIII* .
- Wignjosoebroto, Sritomo. (2009). *Tata Letak Pabrik dan Pемindahan Bahan*. Surabaya: Guna Widya.

Wilson, L. (2010). *How to Implement Lean Manufacturing*. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc.

Womack, J., & Jones, D. (2003). *Lean Thinking banish waste and create wealth in your corporation*. revised and update, Free Press.

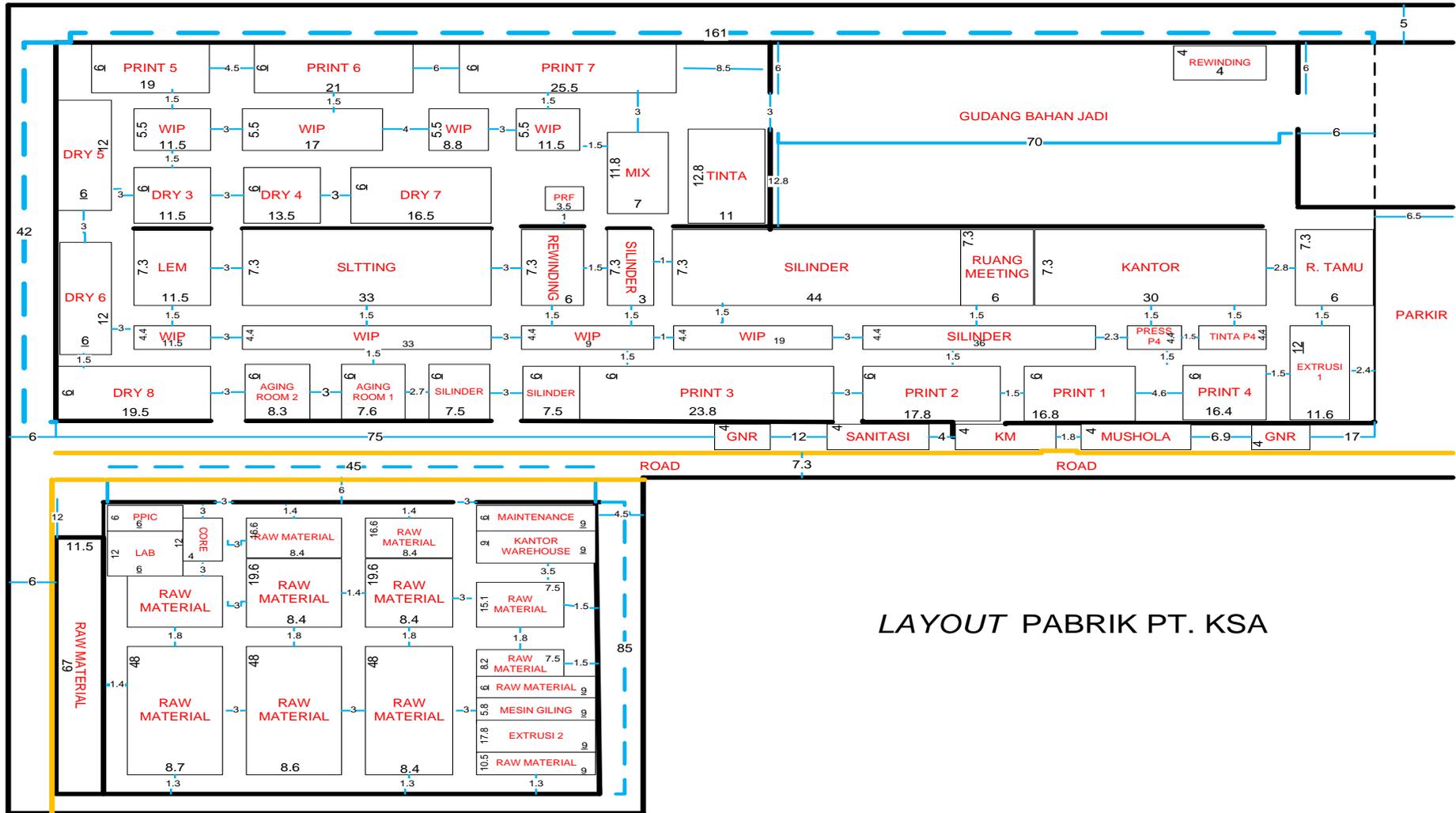
LAMPIRAN

Lampiran 1. Struktur Organisasi PT KSA



Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

Lampiran 2. *Layout* Pabrik PT KSA



LAYOUT PABRIK PT. KSA

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

Lampiran 3. Penjelasan Keterkaitan Antar Waste

Overproduction

- O_I *Over production* menghabiskan dan membutuhkan sejumlah bahan baku lebih besar yang menyebabkan stok bahan baku dan memproduksi dengan lebih banyak proses kerja yang memakan ruang lantai dan ada juga yang dianggap sebagai bentuk sementara *inventory* yang tidak memiliki pembeli.
- O_D Bila operator memproduksi lebih banyak, kecemasan mereka terhadap kualitas suku cadang yang diproduksi akan menurun, karena memiliki *material* yang cukup untuk menggantikan cacat.
- O_M *Over production* menyebabkan perilaku non ergonomis, yang menyebabkan metode kerja yang tidak terstandarisasi dengan sejumlah pergerakan yang berlebihan.
- O_T *Over production* menyebabkan peningkatan pada lebih tinggi mengikuti *material* yang berlimpah.
- O_W Saat memproduksi lebih banyak, sumber daya yang digunakan akan memproses dalam waktu yang lebih lama, sehingga meningkatkan waktu tunggu pelanggan dan meningkatkan *inventory*.

Inventory

- I_O Tingkat bahan baku yang lebih tinggi di toko dapat mendorong pekerja untuk bekerja lebih banyak, sehingga dapat meningkatkan profitabilitas perusahaan.
- I_D Peningkatan persediaan (RM, WIP dan FG) akan meningkatkan probabilitas cacat dikarenakan kurangnya perhatian dan kondisi penyimpanan yang tidak sesuai.
- I_M Meningkatnya persediaan akan meningkatkan waktu untuk proses pencarian, pemilihan, menggenggam, mencapai, pemindahan dan penanganan.
- I_T Persediaan yang meningkat terkadang menghalangi lorong ruang produksi yang ada, sehingga aktivitas produksi lebih banyak memakan waktu transportasi.

Defects

- D_O Perilaku *over production* muncul untuk mengatasi kekurangan akibat cacat.
- D_I Memproduksi komponen yang rusak yang perlu dikerjakan ulang berarti bahwa tingkat WIP yang meningkat ada dalam bentuk persediaan.
- D_M Memproduksi cacat meningkatkan waktu pencarian, seleksi, dan pemeriksaan bagian, belum lagi pembuatan ulang yang membutuhkan keterampilan pelatihan yang lebih tinggi.
- D_T Memindahkan bagian yang rusak ke stasiun pengerjaan ulang akan meningkatkan intensitas transportasi (arus balik) yaitu aktivitas transportasi yang boros.
- D_W Pengerjaan ulang akan menambah waktu proses stasiun kerja sehingga komponen baru yang masuk akan menunggu untuk diproses.

Motion

- M_I Metode kerja yang belum terstandarisasi akan menghasilkan jumlah pekerjaan yang banyak.
- M_D Kurangnya pelatihan dan standarisasi menyebabkan peningkatan pada prosentase cacat.
- M_P Bila pekerjaan tidak distandarisasi, *waste* dari proses akan meningkat karena kurangnya pemahaman akan kapasitas teknologi yang ada.
- M_W Bila standar tidak diatur, waktu yang akan dikonsumsi dalam proses mencari, menggenggam, bergerak, merakit, yang berakibat pada peningkatan waktu tunggu komponen yang diproses.

Transportation

- T_O Item diproduksi lebih dari yang dibutuhkan berdasarkan kapasitas sistem penanganan sehingga meminimalkan biaya pengangkutan per unit.
- T_I Kurangnya jumlah peralatan penanganan material (*Material Handling Equipment*) menyebabkan lebih banyak persediaan yang dapat mempengaruhi proses lainnya.
- T_D MHE memainkan peran penting dalam waste transportasi. MHE yang tidak sesuai kadang-kadang dapat merusak barang yang pada akhirnya cacat.
- T_M Bila barang diangkut ke mana-mana, ini berarti probabilitas yang lebih tinggi dari *waste* pergerakan yang dipresentasikan dengan penanganan dan penelusuran ganda.
- T_W Jika MHE tidak mencukupi, ini berarti barang akan tetap menganggur, menunggu untuk diangkut.

Process

- P_O Untuk mengurangi biaya operasi per mesin, mesin didorong untuk beroperasi satu shift penuh, yang akhirnya menghasilkan kelebihan produksi.
- P_I Menggabungkan operasi dalam satu sel akan menurunkan jumlah WIP karena menghilangkan *buffer*.
- P_D Jika mesin tidak terpelihara dengan baik akan menghasilkan barang cacat.
- P_M Teknologi baru yang kurang pelatihan akan menciptakan *waste* pada pergerakan manusia.
- P_W Bila teknologi yang digunakan tidak sesuai, waktu pemasangan dan *downtime* yang terjadi akan menyebabkan waktu tunggu yang lebih lama.

Waiting

- W_O Saat mesin menunggu karena pemasoknya melayani pelanggan lain, mesin ini terkadang terpaksa menghasilkan lebih banyak, hanya untuk membuatnya tetap beroperasi.
- W_I Menunggu berarti lebih banyak item dari pada yang dibutuhkan pada titik tertentu, baik itu RM, WIP, atau FG.
- W_D *Waiting items* dapat menyebabkan kerusakan karena kondisi yang tidak sesuai.

Sumber: Rawabdeh (2005)

Lampiran 4. Kuisioner Keterkaitan Antar Waste

Pilihlah jawaban a,b, atau c pada pertanyaan no. 1-4 dan 6

Pilihlah jawaban a,b,c,d,e,f atau g pada pertanyaan no. 5

No.	Pertanyaan	Bobot
1	Apakah i mengakibatkan j? a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	4 2 0
2	Apakah tipe keterkaitan antara i dan j? a. Jika i naik, maka j naik b. Jika i naik, j pada level konstan c. Acak, tidak tergantung kondisi	2 1 0
3	Dampak j dikarenakan oleh i? a. Terlihat langsung dan jelas b. Butuh waktu agar terlihat c. Tidak terlihat	4 2 0
4	Eliminasi akibat i pada j dicapai melalui a. Metode teknik b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksi	2 1 0
5	Dampak j dikarenakan oleh i, berpengaruh pada : a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead Time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Produktivitas dan <i>lead time</i> f. Kualitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas, dan <i>lead time</i>	1 1 1 2 2 2 4
6	Pada tingkatan apa dampak i pada j dalam meningkatkan <i>lead time</i> manufaktur? a. Tingkat tinggi b. Tingkat menengah c. Tingkat rendah	4 2 0

Keterangan :

i sebagai suatu jenis *waste* yang berdampak pada jenis *waste* j lainnya.

i merupakan *waste* 1

j merupakan *waste* 2

contoh :

Over production_Inventory

i = *Over production*

j = *Inventory*

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

Lampiran 5. Kuesioner *Waste Assessment Questionnaire*

PETUNJUK PENGISIAN KUISIONER:

1. Silakan membaca dan memahami definisi dari setiap pemborosan (*waste*)
2. Kuisisioner *assessment* ini berisi 68 pertanyaan yang berbeda, tiap pertanyaan kuisisioner menggambarkan suatu aktivitas, suatu kondisi atau suatu sifat yang mungkin menimbulkan *waste* tertentu.
3. Pertanyaan dikategorikan kedalam empat kelompok yaitu: *man*, *machine*, *material*, dan *method*.
4. Pengisian skor sesuai kondisi nyata yang terdapat pada area kerja Bapak/Ibu.
5. Setiap pertanyaan memiliki tiga pilihan jawaban dan masing-masing jawaban diberi bobot (1, 0.5, dan 0).
6. Skor untuk ketiga jenis pilihan jawaban kuisisioner dibagi menjadi 2 kategori, yaitu:
 - a. Kategori pertama, atau kategori A adalah jika jawaban “Ya” berarti diindikasikan adanya pemborosan.
Skor jawaban untuk kategori A adalah:
 - 1 jika “Ya”
 - 0,5 jika “Sedang”
 - 0 jika “Tidak”
 - b. Kategori kedua, atau kategori B adalah jika jawaban “Ya” berarti diindikasikan tidak ada pemborosan yang terjadi.
Skor jawaban untuk kategori B adalah:
 - 0 jika “Ya”
 - 0,5 jika “Sedang”
 - 1 jika “Tidak”.
7. Jawablah semua pertanyaan secara objektif sesuai dengan keadaan sebenarnya.
8. Pengisian kolom penilaian dengan mencentang (\surd) pada kolom jawaban yang sesuai.

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

Lampiran 6. (Lanjutan) Kuesioner Waste Assessment Questionnaire

No	Aspek dan Daftar Pertanyaan	Jenis Pertanyaan	Kategori Jawaban	Penilaian		
				1	0,5	0
Kategori I : Man						
1	Apakah pihak manajemen sering melakukan pemindahan operator untuk semua pekerjaan (mesin) sehingga suatu jenis pekerjaan bisa dilakukan oleh semua operator?	<i>To Motion</i>	B			
2	Apakah supervisor menetapkan standar untuk jumlah waktu dan kualitas produk yang ditargetkan dalam produksi?	<i>From Motion</i>	B			
3	Apakah pengawasan untuk pekerjaan shhif malam sudah cukup?	<i>From Defect</i>	B			
4	Apakah ada langkah positif dari manajemen perusahaan untuk meningkatkan semangat kerja serta motivasi dalam bekerja?	<i>From Motion</i>	B			
5	Apakah ada program training/pelatihan untuk karyawan baru?	<i>From Motion</i>	B			
6	Apakah pekerja memiliki rasa tanggung jawab terhadap pekerjaannya?	<i>From Defect</i>	B			
7	Apakah perlindungan keselamatan kerja sudah dimanfaatkan di area kerja?	<i>From Process</i>	B			
Kategori II : Material						
8	Apakah sudah dialokasikan <i>lead time</i> dari <i>vendor</i> tersedia untuk mengatur jadwal produksi?	<i>To Waiting</i>	B			
9	Apakah sudah terdapat jadwal pengecekan untuk ketersediaan <i>raw material</i> sebelum memulai proses produksi?	<i>From Waiting</i>	B			
10	Apakah <i>material</i> diterima dalam satu muatan pengiriman?	<i>From Transportation</i>	B			
11	Apakah PPIC memberikan informasi yang cukup jelas kepada bagian gudang mengenai aktivitas penyimpanan <i>material</i> /barang datang?	<i>From Inventory</i>	B			
12	Apakah bagian gudang sudah mendapatkan informasi yang cukup jelas mengenai perubahan <i>inventory</i> yang telah direncanakan sebelumnya?	<i>From Inventory</i>	B			
13	Apakah terdapat akumulasi penumpukan <i>material</i> berlebih yang menunggu diperbaiki, dikerjakan ulang, atau diretur kepada <i>supplier</i> ?	<i>From Defect</i>	A			

Lampiran 6. (Lanjutan) Kuesioner *Waste Assessment Questionnaire*

No	Aspek dan Daftar Pertanyaan	Jenis Pertanyaan	Kategori Jawaban	Penilaian		
				1	0,5	0
Kategori II : Material						
14	Apakah terdapat <i>material</i> yang tidak penting disekitar area tumpukan <i>material</i> ?	<i>From Inventory</i>	A			
15	Apakah tenaga kerja produksi berdiri disekitar area produksi menunggu kedatangan <i>material</i> ?	<i>From Waiting</i>	A			
16	Apakah perpindahan <i>material</i> lebih sering dari yang dibutuhkan?	<i>To Defect</i>	A			
17	Apakah <i>material</i> yang lunak sering rusak saat aktivitas transportasi?	<i>From Defect</i>	A			
18	Apakah <i>work in process</i> (WIP) seringkali dikacaukan dengan part dan <i>material</i> yang digunakan atau dipindah untuk proses berikutnya?	<i>From Transportation</i>	A			
19	Apakah <i>material</i> yang dibongkar muat secara mekanis harus ditangani secara manual?	<i>To Motion</i>	A			
20	Apakah ada penggunaan kotak/box sebelum pengemasan untuk mempermudah perhitungan kuantitas dan penanganan bahan (<i>material handling</i>)?	<i>From Waiting</i>	B			
21	Apakah <i>material</i> yang identik disimpan pada suatu lokasi untuk meminimasi waktu pencarian dalam penanganan persediaan?	<i>From Motion</i>	B			
22	Apakah tersedia wadah besar yang mudah dibawa untuk menghindari perulangan penanganan (<i>handling</i>) dengan wadah yang lebih kecil?	<i>From Transportation</i>	B			
23	Apakah <i>material</i> diuji untuk mengetahui kesesuaian terhadap spesifikasi ketika <i>material</i> diterima?	<i>From Defect</i>	B			
24	Apakah jenis <i>material</i> dengan tepat teridentifikasi melalui nomor identitas <i>material</i> ?	<i>From Motion</i>	B			
25	Apakah terdapat penyimpanan barang yang masih dalam proses” <i>work in process</i> (WIP) untuk diproses kemudian?	<i>From Inventory</i>	A			
26	Apakah dilakukan pemesanan <i>raw material</i> dan menyimpannya untuk persediaan, meskipun tidak dibutuhkan dengan segera?	<i>From Inventory</i>	A			
27	Apakah ada kelonggaran dalam rute aliran barang <i>work in process</i> (WIP)?	<i>To Waiting</i>	B			

Lampiran 6. (Lanjutan) Kuesioner *Waste Assessment Questionnaire*

No	Aspek dan Daftar Pertanyaan	Jenis Pertanyaan	Kategori Jawaban	Penilaian		
				1	0,5	0
Kategori II : Material						
28	Apakah dilakukan proses <i>rework</i> (pengerjaan ulang) untuk desain produk yang tidak sesuai?	<i>From Defect</i>	A			
29	Apakah <i>raw material</i> bisa tiba tepat waktu ketika dibutuhkan dengan segera?	<i>From Waiting</i>	B			
30	Apakah terdapat tumpukan produk jadi di gudang yang tidak memiliki <i>customer</i> yang dijadwalkan?	<i>From Over Production</i>	A			
31	Apakah <i>spare part</i> / onderdil yang dibutuhkan tersimpan dengan baik?	<i>To Motion</i>	B			
Kategori III : Machine						
32	Apakah pengujian terhadap efisiensi mesin dan pengujian standar spesifikasi manufaktur sudah dilakukan secara periodik?	<i>From Process</i>	B			
33	Apakah beban kerja untuk tiap mesin dapat diprediksi dengan jelas?	<i>To Waiting</i>	B			
34	Apakah dilakukan pemeriksaan terhadap mesin yang telah dipasang dengan melihat kesesuaian kinerja dengan spesifikasinya?	<i>From Process</i>	B			
35	Apakah kapasitas peralatan penanganan bahan (<i>material handling</i>) cukup untuk mengangkat peralatan kerja yang mempunyai beban paling berat?	<i>From Transportation</i>	B			
36	Jika peralatan <i>material handling</i> digunakan, apakah jumlah <i>material</i> yang dibawa sudah cukup?	<i>To Motion</i>	B			
37	Apakah terdapat kebijakan produksi untuk memproduksi produk yang berlebih dalam rangka mencapai pemanfaatan mesin yang terbaik?	<i>From Over Production</i>	A			
38	Apakah mesin sering berhenti karena gangguan mekanis?	<i>From Waiting</i>	A			
39	Apakah peralatan yang dibutuhkan sudah tersedia dan cukup untuk setiap proses?	<i>From Waiting</i>	B			
40	Apakah peralatan penanganan bahan (<i>material handling</i>) membahayakan terhadap <i>part</i> atau item yang dibawa?	<i>To Defect</i>	A			

Lampiran 6. (Lanjutan) Kuesioner Waste Assessment Questionnaire

No	Aspek dan Daftar Pertanyaan	Jenis Pertanyaan	Kategori Jawaban	Penilaian		
				1	0,5	0
Kategori III : Machine						
41	Apakah pada proses produksi berlangsung waktu <i>setup</i> yang lama dan menyebabkan penundaan terhadap aliran proses?	<i>From Waiting</i>	A			
42	Apakah terdapat perkakas yang tidak terpakai/rusak namun masih tersedia ditempat kerja?	<i>To Motion</i>	A			
43	Apakah dilakukan pertimbangan untuk meminimasi frekuensi dari <i>setup</i> dengan penyesuaian penjadwalan dan desain?	<i>From Process</i>	B			
Kategori IV : Method						
44	Apakah luas gudang tersedia untuk menghindari kemacetan dari jalur gudang?	<i>To Transportation</i>	B			
45	Apakah ada sistem penomoran pada pengambilan <i>material</i> yang baik sehingga memudahkan dalam pencarian dan penyimpanan <i>material</i> ?	<i>From Motion</i>	B			
46	Apakah ruang penyimpanan gudang digunakan secara efektif untuk penyimpanan dengan bantuan <i>handpallet</i> dan <i>forklift</i> ?	<i>From Waiting</i>	B			
47	Apakah gudang dibagi menjadi dua area, area aktif untuk <i>order</i> yang paling sering dan <i>stock</i> cadangan untuk <i>order</i> lainnya?	<i>To Motion</i>	B			
48	Apakah waktu produksi disesuaikan dengan kebutuhan <i>customer</i> ?	<i>To Waiting</i>	B			
49	Apakah jadwal produksi dikomunikasikan antar departemen, sehingga isi jadwal dipahami secara luas?	<i>To Defect</i>	B			
50	Sudahkah standar produksi untuk memudahkan loading mesin dengan benar?	<i>From Motion</i>	B			
51	Apakah sudah ada suatu sistem <i>quality control</i> di dalam perusahaan yang selalu diterapkan?	<i>From Defect</i>	B			
52	Apakah pekerjaan dan operasi memiliki waktu standar yang dibentuk sesuai metode ilmu teknik industri?	<i>From Motion</i>	B			
53	Jika suatu penundaan (<i>delay</i>) ditemukan, apakah penundaan (<i>delay</i>) tersebut dikomunikasikan ke semua departemen?	<i>To Waiting</i>	B			

Lampiran 6. (Lanjutan) Kuesioner Waste Assessment Questionnaire

No	Aspek dan Daftar Pertanyaan	Jenis Pertanyaan	Kategori Jawaban	Penilaian		
				1	0,5	0
Kategori IV : Method						
54	Apakah kebutuhan untuk <i>part</i> yang umum dijadwalkan sehingga tidak ada pengulangan <i>setup</i> yang tidak semestinya untuk produksi item yang sama?	<i>From Process</i>	B			
55	Apakah ada suatu kemungkinan mengkombinasikan langkah-langkah tertentu untuk membentuk suatu langkah tunggal?	<i>From Process</i>	B			
56	Apakah ada prosedur untuk inspeksi produk yang diretur?	<i>To Defect</i>	B			
57	Apakah arsip <i>inventory</i> digunakan untuk tujuan lain seperti pembelian <i>material</i> dan menjadwalkan produksi?	<i>From Inventory</i>	B			
58	Apakah area kerja selalu dibersihkan dan dirapikan dengan baik?	<i>To Transportation</i>	B			
59	Apakah area penyimpanan diberi tanda pada bagian-bagian tertentu?	<i>To Motion</i>	B			
60	Apakah luas area kerja cukup untuk pergerakan bebas peralatan kerja?	<i>To Transportation</i>	B			
61	Apakah area gudang digunakan untuk menyimpan <i>material</i> yang tidak seharusnya disimpan? (contoh: adanya <i>material</i> sisa/tidak terpakai yang disimpan digudang)	<i>To Motion</i>	A			
62	Apakah ada jadwal tetap untuk membersihkan areal pabrik?	<i>To Motion</i>	B			
63	Apakah kebanyakan aliran produksi mengalir satu arah?	<i>From Motion</i>	B			
64	Apakah ada suatu kelompok yang berhubungan dengan desain, komponen, konstruksi, <i>drafting</i> , dan bentuk lain dari standarisasi?	<i>From Motion</i>	B			
65	Apakah standar kerja mempunyai tujuan yang jelas dan spesifik? (seperti pengurangan biaya, penyederhanaan sistem kerja dan pengendalian sistem <i>inventory</i>)	<i>From Motion</i>	B			
66	Apakah adanya ketidakseimbangan kerja dapat diprediksi sebelumnya?	<i>From Over Production</i>	B			
67	Apakah prosedur kerja yang sudah ada mampu menghilangkan pekerjaan yang tidak perlu atau berlebihan?	<i>From Process</i>	B			
68	Apakah hasil <i>quality control</i> , uji produk, dan evaluasi dilakukan dengan ilmu keteknikan (terutama teknik industri)?	<i>From Defect</i>	B			

Lampiran 7. Rekap Jawaban dan Skor Keterkaitan Antar Waste

NO.	Pertanyaan Keterkaitan Antar Waste	1		2		3		4		5		6		Total Skor
		Jawaban	Bobot											
1	<i>Over production_Inventory</i>	c	0	c	0	c	0	c	0	c	1	c	0	1
2	<i>Over production_Defect</i>	c	0	c	0	c	0	c	0	c	1	c	0	1
3	<i>Over production_Motion</i>	c	0	c	0	c	0	c	0	c	1	c	0	1
4	<i>Over production_Transportation</i>	c	0	c	0	c	0	c	0	c	1	c	0	1
5	<i>Over production_Waiting</i>	c	0	c	0	c	0	c	0	c	1	c	0	1
6	<i>Inventory_Over production</i>	c	0	c	0	c	0	c	0	c	1	c	0	1
7	<i>Inventory_Defect</i>	c	0	c	0	c	0	c	0	c	1	c	0	1
8	<i>Inventory_Motion</i>	a	4	b	1	a	4	b	1	e	2	b	2	13
9	<i>Inventory_Transportation</i>	b	2	b	1	b	2	b	1	e	2	c	0	7
10	<i>Defect_Over production</i>	c	0	c	0	c	0	c	0	c	1	c	0	1
11	<i>Defect_Inventory</i>	c	0	c	0	c	0	c	0	c	1	c	0	1
12	<i>Defect_Motion</i>	a	4	a	2	a	4	a	2	e	2	a	4	16
13	<i>Defect_Transportation</i>	c	0	c	0	c	0	c	0	c	1	c	0	1
14	<i>Defect_Waiting</i>	c	0	c	0	c	0	c	0	c	1	c	0	1
15	<i>Motion_Inventory</i>	b	2	c	0	b	2	b	1	c	1	c	0	6
16	<i>Motion_Defect</i>	a	4	a	2	a	4	a	2	g	4	a	4	18
17	<i>Motion_Waiting</i>	a	4	a	2	a	4	a	2	c	1	a	4	15
18	<i>Motion_Process</i>	a	4	a	2	a	4	a	2	g	4	a	4	18
19	<i>Transportation_Over production</i>	c	0	c	0	c	0	c	0	c	1	c	0	1
20	<i>Transportation_Inventory</i>	b	2	c	0	b	2	b	1	c	1	c	0	6
21	<i>Transportation_Defect</i>	c	0	c	0	c	0	c	0	c	1	c	0	1
22	<i>Transportation_Motion</i>	b	2	c	0	b	2	b	1	c	1	c	0	6
23	<i>Transportation_Waiting</i>	a	4	a	2	b	2	b	1	e	2	b	2	11
24	<i>Process_Over production</i>	c	0	c	0	c	0	c	0	c	1	c	0	1
25	<i>Process_Inventory</i>	c	0	c	0	c	0	c	0	c	1	c	0	1

Lampiran 7. (Lanjutan) Rekap Jawaban dan Skor Keterkaitan Antar Waste

NO.	Pertanyaan Keterkaitan Antar Waste	1		2		3		4		5		6		Total Skor
		Jawaban	Bobot											
26	<i>Process_Defect</i>	a	4	a	2	a	4	a	2	g	4	a	4	18
27	<i>Process_Motion</i>	c	0	c	0	c	0	c	0	c	1	c	0	1
28	<i>Process_Waiting</i>	a	4	a	2	a	4	c	0	c	1	c	0	9
29	<i>Waiting_Over production</i>	c	0	c	0	c	0	c	0	c	1	c	0	1
30	<i>Waiting_Inventory</i>	b	2	c	0	c	0	c	0	c	1	c	0	3
31	<i>Waiting_Defect</i>	c	0	c	0	c	0	c	0	c	1	c	0	1

Lampiran 8. Tabel Bobot Awal Pertanyaan Kuesioner Berdasarkan WRM

No.	Aspek Pertanyaan	Jenis Pertanyaan (i)	Bobot Awal untuk tiap jenis waste						
			O	I	D	M	T	P	W
1	Man	<i>To Motion</i>	2	8	8	10	4	2	0
2		<i>From Motion</i>	0	6	10	10	0	10	8
3		<i>From Defect</i>	2	2	10	8	2	0	2
4		<i>From Motion</i>	0	6	10	10	0	10	8
5		<i>From Motion</i>	0	6	10	10	0	10	8
6		<i>From Defect</i>	2	2	10	8	2	0	2
7		<i>From Process</i>	2	2	10	2	0	10	6
8	Material	<i>To Waiting</i>	2	0	2	8	6	6	10
9		<i>From Waiting</i>	2	2	2	0	0	0	10
10		<i>From Transportation</i>	2	4	2	4	10	0	6
11		<i>From Inventory</i>	2	10	2	8	4	0	0
12		<i>From Inventory</i>	2	10	2	8	4	0	0
13		<i>From Defect</i>	2	2	10	8	2	0	2
14		<i>From Inventory</i>	2	10	2	8	4	0	0
15		<i>From Waiting</i>	2	2	2	0	0	0	10
16		<i>To Defect</i>	2	2	10	10	2	10	2
17		<i>From Defect</i>	2	2	10	8	2	0	2
18		<i>From Transportation</i>	2	4	2	4	10	0	6
19		<i>To Motion</i>	2	8	8	10	4	2	0
20		<i>From Waiting</i>	2	2	2	0	0	0	10
21		<i>From Motion</i>	0	6	10	10	0	10	8
22		<i>From Transportation</i>	2	4	2	4	10	0	6
23		<i>From Defect</i>	2	2	10	8	2	0	2
24		<i>From Motion</i>	0	6	10	10	0	10	8
25		<i>From Inventory</i>	2	10	2	8	4	0	0
26		<i>From Inventory</i>	2	10	2	8	4	0	0
27		<i>To Waiting</i>	2	0	2	8	6	6	10
28		<i>From Defect</i>	2	2	10	8	2	0	2
29		<i>From Waiting</i>	2	2	2	0	0	0	10
30		<i>From Overproduction</i>	10	2	2	2	2	0	2

Lampiran 8. (Lanjutan) Tabel Bobot Awal Pertanyaan Kuesioner Berdasarkan WRM

No.	Aspek Pertanyaan	Jenis Pertanyaan (i)	Bobot Awal untuk tiap jenis waste						
			O	I	D	M	T	P	W
31	Machine	To Motion	2	8	8	10	4	2	0
32		From Process	2	2	10	2	0	10	6
33		To Waiting	2	0	2	8	6	6	10
34		From Process	2	2	10	2	0	10	6
35		From Transportation	2	4	2	4	10	0	6
36		To Motion	2	8	8	10	4	2	0
37		From Overproduction	10	2	2	2	2	0	2
38		From Waiting	2	2	2	0	0	0	10
39		From Waiting	2	2	2	0	0	0	10
40		To Defect	2	2	10	10	2	10	2
41		From Waiting	2	2	2	0	0	0	10
42		To Motion	2	8	8	10	4	2	0
43		From Process	2	2	10	2	0	10	6
44		Method	To Transportation	2	4	2	0	10	0
45	From Motion		0	6	10	10	0	10	8
46	From Waiting		2	2	2	0	0	0	10
47	To Motion		2	8	8	10	4	2	0
48	To Waiting		2	0	2	8	6	6	10
49	To Defect		2	2	10	10	2	10	2
50	From Motion		0	6	10	10	0	10	8
51	From Defect		2	2	10	8	2	0	2
52	From Motion		0	6	10	10	0	10	8
53	To Waiting		2	0	2	8	6	6	10
54	From Process		2	2	10	2	0	10	6
55	From Process		2	2	10	2	0	10	6
56	To Defect		2	2	10	10	2	10	2
57	From Inventory		2	10	2	8	4	0	0
58	To Transportation		2	4	2	0	10	0	0
59	To Motion		2	8	8	10	4	2	0
60	To Transportation		2	4	2	0	10	0	0
61	To Motion		2	8	8	10	4	2	0
62	To Motion		2	8	8	10	4	2	0
63	From Motion		0	6	10	10	0	10	8
64	From Motion		0	6	10	10	0	10	8
65	From Motion		0	6	10	10	0	10	8
66	From Overproduction		10	2	2	2	2	0	2
67	From Process		2	2	10	2	0	10	6
68	From Defect		2	2	10	8	2	0	2

Total Skor	138	286	430	428	190	268	314
-------------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------

Lampiran 9. Tabel Bobot Pertanyaan dibagi Ni dan Jumlah Skor (Sj) & Frekuensi (Fj)

No.	Aspek Pertanyaan	Jenis Pertanyaan (i)	Ni	Bobot Awal untuk tiap jenis waste (Wj,k)						
				Wo,k	Wi,k	Wd,k	Wm,k	Wt,k	Wp,k	Ww,k
1	Man	To Motion	9	0,22	0,89	0,89	1,11	0,44	0,22	0,00
2		From Motion	11	0,00	0,55	0,91	0,91	0,00	0,91	0,73
3		From Defect	8	0,25	0,25	1,25	1,00	0,25	0,00	0,25
4		From Motion	11	0,00	0,55	0,91	0,91	0,00	0,91	0,73
5		From Motion	11	0,00	0,55	0,91	0,91	0,00	0,91	0,73
6		From Defect	8	0,25	0,25	1,25	1,00	0,25	0,00	0,25
7		From Process	7	0,29	0,29	1,43	0,29	0,00	1,43	0,86
8	Material	To Waiting	5	0,40	0,00	0,40	1,60	1,20	1,20	2,00
9		From Waiting	8	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	1,25
10		From Transportation	4	0,50	1,00	0,50	1,00	2,50	0,00	1,50
11		From Inventory	6	0,33	1,67	0,33	1,33	0,67	0,00	0,00
12		From Inventory	6	0,33	1,67	0,33	1,33	0,67	0,00	0,00
13		From Defect	8	0,25	0,25	1,25	1,00	0,25	0,00	0,25
14		From Inventory	6	0,33	1,67	0,33	1,33	0,67	0,00	0,00
15		From Waiting	8	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	1,25
16		To Defect	4	0,50	0,50	2,50	2,50	0,50	2,50	0,50
17		From Defect	8	0,25	0,25	1,25	1,00	0,25	0,00	0,25
18		From Transportation	4	0,50	1,00	0,50	1,00	2,50	0,00	1,50
19		To Motion	9	0,22	0,89	0,89	1,11	0,44	0,22	0,00
20		From Waiting	8	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	1,25
21		From Motion	11	0,00	0,55	0,91	0,91	0,00	0,91	0,73
22		From Transportation	4	0,50	1,00	0,50	1,00	2,50	0,00	1,50
23		From Defect	8	0,25	0,25	1,25	1,00	0,25	0,00	0,25
24		From Motion	11	0,00	0,55	0,91	0,91	0,00	0,91	0,73
25		From Inventory	6	0,33	1,67	0,33	1,33	0,67	0,00	0,00
26		From Inventory	6	0,33	1,67	0,33	1,33	0,67	0,00	0,00
27		To Waiting	5	0,40	0,00	0,40	1,60	1,20	1,20	2,00
28		From Defect	8	0,25	0,25	1,25	1,00	0,25	0,00	0,25
29		From Waiting	8	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	1,25
30		From Overproduction	3	3,33	0,67	0,67	0,67	0,67	0,00	0,67

Lampiran 9. (Lanjutan) Tabel Bobot Pertanyaan dibagi Ni dan Jumlah Skor (Sj) & Frekuensi (Fj)

No.	Aspek Pertanyaan	Jenis Pertanyaan (i)	Ni	Bobot Awal untuk tiap jenis waste (Wj,k)						
				Wo,k	Wi,k	Wd,k	Wm,k	Wt,k	Wp,k	Ww,k
37	Machine	<i>From Overproduction</i>	3	3,33	0,67	0,67	0,67	0,67	0,00	0,67
38		<i>From Waiting</i>	8	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	1,25
39		<i>From Waiting</i>	8	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	1,25
40		<i>To Defect</i>	4	0,50	0,50	2,50	2,50	0,50	2,50	0,50
41		<i>From Waiting</i>	8	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	1,25
42		<i>To Motion</i>	9	0,22	0,89	0,89	1,11	0,44	0,22	0,00
43		<i>From Process</i>	7	0,29	0,29	1,43	0,29	0,00	1,43	0,86
44	Method	<i>To Transportation</i>	3	0,67	1,33	0,67	0,00	3,33	0,00	0,00
45		<i>From Motion</i>	11	0,00	0,55	0,91	0,91	0,00	0,91	0,73
46		<i>From Waiting</i>	8	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	1,25
47		<i>To Motion</i>	9	0,22	0,89	0,89	1,11	0,44	0,22	0,00
48		<i>To Waiting</i>	5	0,40	0,00	0,40	1,60	1,20	1,20	2,00
49		<i>To Defect</i>	4	0,50	0,50	2,50	2,50	0,50	2,50	0,50
50		<i>From Motion</i>	11	0,00	0,55	0,91	0,91	0,00	0,91	0,73
51		<i>From Defect</i>	8	0,25	0,25	1,25	1,00	0,25	0,00	0,25
52		<i>From Motion</i>	11	0,00	0,55	0,91	0,91	0,00	0,91	0,73
53		<i>To Waiting</i>	5	0,40	0,00	0,40	1,60	1,20	1,20	2,00
54		<i>From Process</i>	7	0,29	0,29	1,43	0,29	0,00	1,43	0,86
55		<i>From Process</i>	7	0,29	0,29	1,43	0,29	0,00	1,43	0,86
56		<i>To Defect</i>	4	0,50	0,50	2,50	2,50	0,50	2,50	0,50
57		<i>From Inventory</i>	6	0,33	1,67	0,33	1,33	0,67	0,00	0,00
58		<i>To Transportation</i>	3	0,67	1,33	0,67	0,00	3,33	0,00	0,00
59		<i>To Motion</i>	9	0,22	0,89	0,89	1,11	0,44	0,22	0,00
60		<i>To Transportation</i>	3	0,67	1,33	0,67	0,00	3,33	0,00	0,00
61		<i>To Motion</i>	9	0,22	0,89	0,89	1,11	0,44	0,22	0,00
62		<i>To Motion</i>	9	0,22	0,89	0,89	1,11	0,44	0,22	0,00
63		<i>From Motion</i>	11	0,00	0,55	0,91	0,91	0,00	0,91	0,73
64		<i>From Motion</i>	11	0,00	0,55	0,91	0,91	0,00	0,91	0,73
65		<i>From Motion</i>	11	0,00	0,55	0,91	0,91	0,00	0,91	0,73
66		<i>From Overproduction</i>	3	3,33	0,67	0,67	0,67	0,67	0,00	0,67
67		<i>From Process</i>	7	0,29	0,29	1,43	0,29	0,00	1,43	0,86
68		<i>From Defect</i>	8	0,25	0,25	1,25	1,00	0,25	0,00	0,25
Skor (Sj)				28,00	42,00	60,00	62,00	40,00	38,00	46,00
Frekuensi (Fj)				57	63	68	57	42	36	50

Lampiran 10. Rekap Jawaban Responden Untuk Kuesioner WAQ

No.	Aspek Pertanyaan	Jenis Pertanyaan (i)	Responden					Rata- rata Jawaban
			1	2	3	4	5	
1	Man	<i>To Motion</i>	0,50	0,00	0,50	0,50	0,00	0,30
2		<i>From Motion</i>	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,10
3		<i>From Defect</i>	0,50	0,50	0,00	0,50	0,50	0,40
4		<i>From Motion</i>	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,20
5		<i>From Motion</i>	1,00	1,00	0,50	0,50	1,00	0,80
6		<i>From Defect</i>	0,50	0,50	0,00	0,50	0,50	0,40
7		<i>From Process</i>	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
8	Material	<i>To Waiting</i>	0,50	0,50	0,00	1,00	0,00	0,40
9		<i>From Waiting</i>	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,20
10		<i>From Transportation</i>	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,10
11		<i>From Inventory</i>	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,10
12		<i>From Inventory</i>	0,00	0,50	0,00	0,50	0,00	0,20
13		<i>From Defect</i>	0,00	0,50	0,00	0,50	0,00	0,20
14		<i>From Inventory</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15		<i>From Waiting</i>	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,10
16		<i>To Defect</i>	1,00	0,50	0,50	0,50	0,00	0,50
17		<i>From Defect</i>	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,10
18		<i>From Transportation</i>	0,50	0,00	0,50	0,00	0,50	0,30
19		<i>To Motion</i>	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,10
20		<i>From Waiting</i>	1,00	0,50	0,00	0,50	0,00	0,40
21		<i>From Motion</i>	0,00	0,50	0,00	1,00	0,00	0,30
22		<i>From Transportation</i>	0,50	0,50	0,00	0,50	0,00	0,30
23		<i>From Defect</i>	0,00	1,00	0,00	0,50	0,00	0,30
24		<i>From Motion</i>	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,20
25		<i>From Inventory</i>	0,00	1,00	0,50	1,00	0,00	0,50
26		<i>From Inventory</i>	1,00	1,00	0,00	0,50	0,00	0,50
27		<i>To Waiting</i>	0,50	0,50	0,00	0,50	0,50	0,40
28		<i>From Defect</i>	0,00	0,50	0,50	0,50	0,00	0,30
29		<i>From Waiting</i>	0,50	0,50	0,50	1,00	1,00	0,70
30		<i>From Overproduction</i>	1,00	0,50	0,00	0,50	0,00	0,40

Lampiran 10. (Lanjutan) Rekap Jawaban Responden Untuk Kuesioner WAQ

No.	Aspek Pertanyaan	Jenis Pertanyaan (i)	Responden					Rata-rata Jawaban	
			1	2	3	4	5		
31	Machine	To Motion	0,50	0,00	0,00	0,50	0,00	0,20	
32		From Process	0,50	0,50	0,00	0,50	0,00	0,30	
33		To Waiting	0,50	0,00	0,00	1,00	0,00	0,30	
34		From Process	0,50	0,00	0,00	1,00	0,00	0,30	
35		From Transportation	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,10	
36		To Motion	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,10	
37		From Overproduction	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	
38		From Waiting	1,00	0,50	1,00	0,00	0,50	0,60	
39		From Waiting	0,50	0,50	0,00	0,50	0,00	0,30	
40		To Defect	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,10	
41		From Waiting	0,50	0,50	0,00	0,50	1,00	0,50	
42		To Motion	0,50	0,00	0,00	0,00	0,50	0,20	
43		From Process	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,20	
44		Method	To Transportation	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,20
45			From Motion	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,20
46	From Waiting		0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,20	
47	To Motion		1,00	1,00	0,00	0,50	0,00	0,50	
48	To Waiting		0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,20	
49	To Defect		0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,10	
50	From Motion		0,00	1,00	0,00	0,50	0,00	0,30	
51	From Defect		0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,10	
52	From Motion		0,50	0,50	0,00	0,50	0,00	0,30	
53	To Waiting		0,50	0,00	0,00	1,00	0,00	0,30	
54	From Process		1,00	0,50	0,50	0,50	0,00	0,50	
55	From Process		0,50	0,50	0,00	0,50	0,00	0,30	
56	To Defect		0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,10	
57	From Inventory		1,00	0,50	0,00	0,50	0,00	0,40	
58	To Transportation		0,50	0,00	0,00	1,00	0,00	0,30	
59	To Motion		0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,20	
60	To Transportation		0,00	0,50	0,00	1,00	0,00	0,30	
61	To Motion		0,00	0,00	0,00	0,50	0,50	0,20	
62	To Motion		0,00	0,50	0,00	0,50	0,00	0,20	
63	From Motion		1,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,30	
64	From Motion	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00	0,20		
65	From Motion	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,10		
66	From Overproduction	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,10		
67	From Process	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00	0,20		
68	From Defect	0,50	0,50	0,00	0,50	0,00	0,30		

Lampiran 11. Tabel Penilaian Bobot Dengan Penilaian Kuesioner dan Jumlah Skor (sj) & Frekuensi (fj)

No.	Aspek Pertanyaan	Jenis Pertanyaan (i)	Rata- rata Jawaban	Nilai Bobot untuk tiap jenis waste (Wj,k)						
				Wo,k	Wi,k	Wd,k	Wm,k	Wt,k	Wp,k	Ww,k
1	Man	To Motion	0,30	0,07	0,27	0,27	0,33	0,13	0,07	0,00
2		From Motion	0,10	0,00	0,05	0,09	0,09	0,00	0,09	0,07
3		From Defect	0,40	0,10	0,10	0,50	0,40	0,10	0,00	0,10
4		From Motion	0,20	0,00	0,11	0,18	0,18	0,00	0,18	0,15
5		From Motion	0,80	0,00	0,44	0,73	0,73	0,00	0,73	0,58
6		From Defect	0,40	0,10	0,10	0,50	0,40	0,10	0,00	0,10
7		From Process	0,50	0,14	0,14	0,71	0,14	0,00	0,71	0,43
8	Material	To Waiting	0,40	0,16	0,00	0,16	0,64	0,48	0,48	0,80
9		From Waiting	0,20	0,05	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	0,25
10		From Transportation	0,10	0,05	0,10	0,05	0,10	0,25	0,00	0,15
11		From Inventory	0,10	0,03	0,17	0,03	0,13	0,07	0,00	0,00
12		From Inventory	0,20	0,07	0,33	0,07	0,27	0,13	0,00	0,00
13		From Defect	0,20	0,05	0,05	0,25	0,20	0,05	0,00	0,05
14		From Inventory	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15		From Waiting	0,10	0,03	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,13
16		To Defect	0,50	0,25	0,25	1,25	1,25	0,25	1,25	0,25
17		From Defect	0,10	0,03	0,03	0,13	0,10	0,03	0,00	0,03
18		From Transportation	0,30	0,15	0,30	0,15	0,30	0,75	0,00	0,45
19		To Motion	0,10	0,02	0,09	0,09	0,11	0,04	0,02	0,00
20		From Waiting	0,40	0,10	0,10	0,10	0,00	0,00	0,00	0,50
21		From Motion	0,30	0,00	0,16	0,27	0,27	0,00	0,27	0,22
22		From Transportation	0,30	0,15	0,30	0,15	0,30	0,75	0,00	0,45
23		From Defect	0,30	0,08	0,08	0,38	0,30	0,08	0,00	0,08
24		From Motion	0,20	0,00	0,11	0,18	0,18	0,00	0,18	0,15
25		From Inventory	0,50	0,17	0,83	0,17	0,67	0,33	0,00	0,00
26		From Inventory	0,50	0,17	0,83	0,17	0,67	0,33	0,00	0,00
27		To Waiting	0,40	0,16	0,00	0,16	0,64	0,48	0,48	0,80
28		From Defect	0,30	0,08	0,08	0,38	0,30	0,08	0,00	0,08
29		From Waiting	0,70	0,18	0,18	0,18	0,00	0,00	0,00	0,88
30		From Overproduction	0,40	1,33	0,27	0,27	0,27	0,27	0,00	0,27
31	Machine	To Motion	0,20	0,04	0,18	0,18	0,22	0,09	0,04	0,00
32		From Process	0,30	0,09	0,09	0,43	0,09	0,00	0,43	0,26
33		To Waiting	0,30	0,12	0,00	0,12	0,48	0,36	0,36	0,60
34		From Process	0,30	0,09	0,09	0,43	0,09	0,00	0,43	0,26
35		From Transportation	0,10	0,05	0,10	0,05	0,10	0,25	0,00	0,15

Lampiran 11. (Lanjutan) Tabel Penilaian Bobot Dengan Penilaian Kuesioner dan Jumlah Skor (sj) & Frekuensi (fj)

No.	Aspek Pertanyaan	Jenis Pertanyaan (i)	Rata- rata Jawaban	Nilai Bobot untuk tiap jenis waste (Wj,k)						
				Wo,k	Wi,k	Wd,k	Wm,k	Wt,k	Wp,k	Ww,k
36	Machine	To Motion	0,10	0,02	0,09	0,09	0,11	0,04	0,02	0,00
37		From Overproduction	0,10	0,33	0,07	0,07	0,07	0,07	0,00	0,07
38		From Waiting	0,60	0,15	0,15	0,15	0,00	0,00	0,00	0,75
39		From Waiting	0,30	0,08	0,08	0,08	0,00	0,00	0,00	0,38
40		To Defect	0,10	0,05	0,05	0,25	0,25	0,05	0,25	0,05
41		From Waiting	0,50	0,13	0,13	0,13	0,00	0,00	0,00	0,63
42		To Motion	0,20	0,04	0,18	0,18	0,22	0,09	0,04	0,00
43		From Process	0,20	0,06	0,06	0,29	0,06	0,00	0,29	0,17
44	Method	To Transportation	0,20	0,13	0,27	0,13	0,00	0,67	0,00	0,00
45		From Motion	0,20	0,00	0,11	0,18	0,18	0,00	0,18	0,15
46		From Waiting	0,20	0,05	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	0,25
47		To Motion	0,50	0,11	0,44	0,44	0,56	0,22	0,11	0,00
48		To Waiting	0,20	0,08	0,00	0,08	0,32	0,24	0,24	0,40
49		To Defect	0,10	0,05	0,05	0,25	0,25	0,05	0,25	0,05
50		From Motion	0,30	0,00	0,16	0,27	0,27	0,00	0,27	0,22
51		From Defect	0,10	0,03	0,03	0,13	0,10	0,03	0,00	0,03
52		From Motion	0,30	0,00	0,16	0,27	0,27	0,00	0,27	0,22
53		To Waiting	0,30	0,12	0,00	0,12	0,48	0,36	0,36	0,60
54		From Process	0,50	0,14	0,14	0,71	0,14	0,00	0,71	0,43
55		From Process	0,30	0,09	0,09	0,43	0,09	0,00	0,43	0,26
56		To Defect	0,10	0,05	0,05	0,25	0,25	0,05	0,25	0,05
57		From Inventory	0,40	0,13	0,67	0,13	0,53	0,27	0,00	0,00
58		To Transportation	0,30	0,20	0,40	0,20	0,00	1,00	0,00	0,00
59		To Motion	0,20	0,04	0,18	0,18	0,22	0,09	0,04	0,00
60		To Transportation	0,30	0,20	0,40	0,20	0,00	1,00	0,00	0,00
61		To Motion	0,20	0,04	0,18	0,18	0,22	0,09	0,04	0,00
62		To Motion	0,20	0,04	0,18	0,18	0,22	0,09	0,04	0,00
63		From Motion	0,30	0,00	0,16	0,27	0,27	0,00	0,27	0,22
64		From Motion	0,20	0,00	0,11	0,18	0,18	0,00	0,18	0,15
65		From Motion	0,10	0,00	0,05	0,09	0,09	0,00	0,09	0,07
66		From Overproduction	0,10	0,33	0,07	0,07	0,07	0,07	0,00	0,07
67		From Process	0,20	0,06	0,06	0,29	0,06	0,00	0,29	0,17
68	From Defect	0,30	0,08	0,08	0,38	0,30	0,08	0,00	0,08	
Skor (sj)				6,92	10,85	15,71	15,73	9,93	10,38	13,63
Frekuensi (sj)				56	62	67	56	41	36	50

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

BIOGRAFI PENULIS



Nama : Ettik Febri Dwi Susanti

Tempat Tanggal Lahir : Lamongan, 4 Pebruari 1984

Email : ettik.math03@gmail.com

Penulis merupakan mahasiswa yang berasal dari kota Lamongan, Jawa Timur. Penulis merupakan anak kedua dari empat bersaudara. Penulis menamatkan pendidikan dasar di Sekolah Dasar Negeri (SDN) Tambakrigadung II, Tikung, Lamongan pada tahun 1996, menamatkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMPN 1 Lamongan pada tahun 1999 dan menamatkan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMAN 2 Lamongan pada tahun 2002. Setelah itu penulis melanjutkan studi ke jenjang S1 di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember masuk pada tahun 2003 dan tamat pada tahun 2007.

Penulis pernah bekerja sebagai Analis Data Statistik, Administrasi, Accounting dan terakhir bekerja sebagai *Purchasing* di PT. Panji Mas Textile.

Penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang S2 pada tahun 2015 di Magister Manajemen Teknologi Institut Teknologi Sepuluh Nopember (MMT-ITS) dengan mengambil bidang keahlian Manajemen Industri. Penulis memiliki ketertarikan pada bidang *Supply Chain Management (SCM)* terutama *purchasing/procurement*. dan bidang *finance* terutama *cost control*.