



**PROSES ELIMINASI WASTE DENGAN
METODE WASTE ASSESSMENT MODEL &
PROCESS ACTIVITY MAPPING PADA
DISPENSING**

TESIS

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**
Andi Turseno
55310120024

PROGRAM MAGISTER TEKNIK INDUSTRI

PROGRAM PASCASARJANA

UNIVERSITAS MERCU BUANA

2013



**PROSES ELIMINASI WASTE DENGAN
METODE WASTE ASSESSMENT MODEL &
PROCESS ACTIVITY MAPPING PADA
DISPENSING**

TESIS

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program
Pascasarjana Program Magister Teknik Industri**

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

Andi Turseno

55310120024

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

2013

PENGESAHAN TESIS

Judul : PROSES ELIMINASI WASTE DENGAN
METODE WASTE ASSESSMENT MODEL DAN
PROCESS ACTIVITY MAPPING PADA
DISPENSING

Nama : ANDI TURSENO

NIM : 55310120024

Program : Pascasarjana – Program Magister Teknik Industri

Tanggal : 25 Agustus 2013

Mengesahkan,

Pembimbing

(Ir. Hardianto Indrastuti, MSIE., Ph.D)

UNIVERSITAS

Ketua Program Studi

Magister Teknik Industri

(Dr. I.ien Herliani Kusumah, MT.)

Direktur

Program Pascasarjana

(Prof. Dr. Didik J. Rachbini)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sebenar – benarnya bahwa seluruh tulisan dan pernyataan dalam tesis ini:

Judul : PROSES ELIMINASI WASTE DENGAN
METODE WASTE ASSESSMENT MODEL DAN
PROCESS ACTIVITY MAPPING PADA
DISPENSING
Nama : ANDI TURSENO
NIM : 55310120024
Program : Pascasarjana – Program Magister Teknik Industri
Tanggal : 25 Agustus 2013

Merupakan hasil studi pustaka, penelitian lapangan dan karya saya sendiri dengan bimbingan pembimbing yang ditetapkan dengan surat keputusan Ketua Program Studi Magister Teknik Industri Universitas Mercu Buana

Tesis ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar magister pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi data dan hasil pengolahannya yang digunakan, telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

Jakarta, 25 Agustus 2013



Andi Turseno

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan kepada Allah SWT., yang selalu memberikan keberkahan dalam kesehatan, rahmat dan petunjuknya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tesis ini.

Dengan keterbatasan dalam hal pengetahuan, pengalaman dan waktu yang penulis alami maka penyelesaian karya akhir ini dirasa cukup berat. Namun dengan semangat, bantuan, dukungan dan doa maka pada akhirnya tesis ini dapat terselesaikan dengan baik. Sebagai rasa ucapan terima kasih atas segala bantuan, dukungan, doa dan semangat maka penulis memberikan apresiasi terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Hardianto Iridiastadi, MSIE., Ph.D, selaku pembimbing utama dalam penyusunan tesis ini yang sudah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan pengarahan dan masukannya terhadap tesis ini.
2. Ibu Dr. Lien Herliani Kusumah, MT., selaku ketua Program Studi Magister Teknik Industri yang telah banyak memberikan masukan dan koreksi dalam kuliah seminar, sehingga dalam penulisan tesis ini menjadi lebih baik.
3. Bapak Prof. Dr. Didik J. Rachbini, selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Mercu Buana.
4. Istriku tercinta (Nina Verdiana, SST.) dan anak anaku tersayang (Joelivia Primary Andina & Pramidita Divya Shanum) atas kesabarannya dan selalu memberikan semangat dalam penyelesaian studi ini.
5. Seluruh rekan mahasiswa Magister Teknik Industri angkatan 8 (MTI08) yang saling memberikan dukungan dan informasi data yang penulis perlukan untuk mendukung penulisan tesis ini.
6. Rekan rekan kerja di PT. IFF yang telah membantu dalam pengumpulan data melalui kuesioner maupun data dan informasi yang terkait dengan tesis ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tesis ini masih jauh dari kesempurnaan. Maka dari itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar pada penulisan berikutnya menjadi lebih baik dan sempurna.

Jakarta, 25 Agustus 2013

Penulis



DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan.....	i
Lembar Pernyataan Keaslian.....	ii
Abstrak.....	iii
Abstract.....	iv
Kata pengantar	v
Daftar Isi	vii
Daftar Tabel.....	x
Daftar Gambar	xii
Daftar Lampiran.....	xiv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan dan manfaat penelitian	5
1.4 Pembatasan Masalah.....	6
1.5 Sistematika penulisan	6
BAB II	8
KAJIAN PUSTAKA.....	8
2.1 <i>Lean Manufacturing</i>	8
2.2 <i>Waste</i>	9
2.3 Konsep <i>waste assessment model</i>	10
2.3.1 Hubungan tujuh pemborosan	10
2.3.2 <i>Waste relation matrix</i>	16
2.3.3 <i>Waste assessment questionnaire</i>	17
2.4 <i>Lean warehousing</i>	18
2.5 <i>Process Activity Mapping</i>	21
2.6 Kajian penelitian terdahulu	22

BAB III.....	24
METODE PENELITIAN	24
3.1 Metodologi penelitian.....	24
3.2 Metode pengumpulan data dan sumber data.....	26
3.3 Pengolahan dan analisis data.....	27
3.3 Lokasi dan waktu penelitian.....	27
3.3 Kerangka penelitian.....	27
 BAB IV	 29
DATA DAN ANALISIS.....	29
4.1 Gambaran Umum Proses Produksi Powder plant	29
4.2 Data Kondisi Saat ini	31
4.3 Identifikasi <i>waste</i>	37
4.4 <i>Proses activity mapping</i>	42
4.5 Akar penyebab pemborosan	44
 BAB V.....	 48
PEMBAHASAN.....	48
5.1 Temuan utama	48
5.2 Kajian temuan utama	51
5.3 Perbandingan dengan kajian terdahulu.....	53
5.4 Implikasi temuan dan pemanfaatannya bagi industry	55
5.4.1 Implikasi temuan	55
5.4.2 Manfaat temuan bagi perusahaan	56
5.5 Usulan rancangan perbaikan	57
5.6 Keterbatasan penelitian	62
 BAB VI.....	 63
KESIMPULAN DAN SARAN.....	63
6.1 Kesimpulan.....	63
6.2 Saran	65

DAFTAR PUSTAKA.....	66
LAMPIRAN	68
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	108



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Data kenaikan produksi di powder plant...	4
Tabel 2.1	Penjelasan keterkaitan antar pemborosan...	12
Tabel 2.2	Kriteria untuk pembobotan kekuatan waste relationship.....	14
Tabel 2.3	Contoh tabulasi perhitungan keterkaitan antar waste.....	15
Tabel 2.4	Konversi rentang skor keterkaitan antar waste.....	15
Tabel 2.5	Sobanski lean implementation assessment tool construct & practice.....	19
Tabel 4.1	Hasil pengukuran waktu untuk release formula.....	32
Tabel 4.2	Hasil waktu pengukuran kedatangan rm dari warehouse.....	33
Tabel 4.3	Tabulasi keterkaitan antar pemborosan di dispensing.....	36
Tabel 4.4	Waste matrix value dispensing.....	37
Tabel 4.5	Pengelompokan jenis pertanyaan.....	38
Tabel 4.6	Bobot awal pertanyaan kuesioner berdasarkan wrm.....	38
Tabel 4.7	Bobot pertanyaan dibagi Ni & jumlah skor (sj) & frekuensi (Fj).....	39
Tabel 4.8	Perkalian antara bobot dengan hasil penilaian kuesioner & jumlah skor (sj) & frekuensi (fj).....	39
Tabel 4.9	Hasil perhitungan waste assessment	40
Tabel 4.10	Process activity mapping di dispensing....	42
Tabel 4.11	Ringkasan perhitungan & prosentase PAM di dispensing.....	42

Tabel 4.12	Tabel analisa akar penyebab pemborosan dengan metode 5 why.....	44
Tabel 5.1	Hasil penelitian Rawabdeh.....	53
Tabel 5.2	Hasil penelitian Goriwondo.....	53
Tabel 5.3	Hasil penelitian Namrouty.....	53



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Aliran proses produksi powder plant.....	3
Gambar 1.2	Performa dispensing (output vs target).....	4
Gambar 2.1	Hubungan tipe pemborosan secara langsung menurut Rawabdeh.....	11
Gambar 2.2	Waste relation matrix.....	16
Gambar 2.3	Waste matrix value.....	16
Gambar 3.1	Kerangka penelitian.....	27
Gambar 4.1	Aliran proses produksi powder plant.....	28
Gambar 4.2	Denah gedung dispensing, powder plant dan warehouse.....	30
Gambar 4.3	Diagram pareto tentang shipping buffer capacity.....	30
Gambar 4.4	Diagram pareto production delay januari 2013.....	31
Gambar 4.5	Uji normalitas pada data waktu release....	32
Gambar 4.6	Uji keseragaman data pada waktu release formula.....	33
Gambar 4.7	Uji normalitas pada waktu kedatangan rm dari warehouse.....	34
Gambar 4.8	Uji keseragaman data kedatangan rm dari warehouse.....	34
Gambar 4.9	Grafik perbandingan hasil preparasi di dispensing.....	35
Gambar 4.10	Waste relation matrix di dispensing.....	37
Gambar 1.2	Grafik peringkat hasil perhitungan waste assessment.....	40
Gambar 1.2	Kondisi kerja pada area penimbangan....	57
Gambar 1.2	Usulan perbaikan tentang alur proses kerja di dispensing.....	58
Gambar 1.2	Lokasi atau rak teridentifikasi dengan	

jelas.....	59
Gambar 1.2 Kondisi ground floor selalu kosong.....	60



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Hubungan keterkaitan antar waste.....	67
Lampiran 2	Lembar hubungan antar pemborosan.....	68
Lampiran 3	Kriteria untuk pembobotan kekuatan hubungan antar pemborosan.....	71
Lampiran 4	Jawaban dan skor keterkaitan antar pemborosan.....	72
Lampiran 5	Tabel konversi rentang skor keterkaitan antar waste.....	73
Lampiran 6	Surat permohonan untuk kuesioner.....	74
Lampiran 7	Rekapan jawaban kuesioner waste assessment questioner.....	79
Lampiran 8	Bobot awal pertanyaan kuesioner berdasarkan wrm.....	83
Lampiran 9	Bobot pertanyaan dibagi Ni & jumlah skor (Sj) & frekuensi (Fj).....	85
Lampiran 10	Perkalian bobot dengan hasil jawaban kuesioner.....	87
Lampiran 11	Uji normalitas & keseragaman process activity mapping.....	91

ABSTRAK

Pertumbuhan order yang semakin meningkat tiap tahun membuat PT. IFF berupaya untuk meningkatkan kapasitas produksinya dengan cara meningkatkan produktivitas departemen produksi dalam hal ini departemen powder plant. Namun peningkatan kapasitas departemen powder plant selalu terhambat dikarenakan salah satu unit penentu keberhasilan peningkatan kapasitas powder plant yaitu dispensing masih mengalami berbagai macam kendala yang berhubungan dengan produktivitas. Sehingga dengan kata lain peningkatan produktivitas di powder plant tergantung pada unit dispensing. Peningkatan produktivitas dapat dilakukan dengan menghilangkan pemborosan yang terjadi di setiap aliran proses. Sehingga pada penulisan ini dilakukan penelitian dengan tujuan untuk mengidentifikasi pemborosan, mengurangi pemborosan dan membuat perbaikan sehingga dapat meningkatkan produktivitas pada dispensing. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi pemborosan diproses aktivitas dispensing, mengurangi pemborosan dan memperbaiki proses sehingga produktivitas di dispensing meningkat. Berdasarkan data yang dikumpulkan dan pengolahan data berdasarkan metode waste assessment model, ada tiga pemborosan yang berhasil diidentifikasi. Pemborosan inventori menempati urutan pertama (19.23%), diikuti oleh pemborosan karena defect (18.16%) dan rangking terakhir adalah overproduction (16.58%). Metode lain yang digunakan pada penelitian ini adalah process activity mapping dari tujuh alat value stream mapping. Dari metode process activity mapping, telah ditemukan bahwa aktivitas menunggu yang disebabkan oleh aktivitas transportasi adalah waktu terlama yang dibutuhkan pada proses di dispensing (89.9%). Aktivitas yang bernilai tambah dari hasil metode ini adalah 4.56%, diikuti oleh aktivitas yang tidak bernilai tambah tapi diperlukan sebesar 6.24% dan terakhir adalah aktivitas yang tidak bernilai tambah sebesar 89.2%. Untuk mengurangi pemborosan di dispensing menurut hasil penelitian maka diusulkan untuk membuat perbaikan proses sebagai berikut:

1. Relokasi aktivitas dispensing
2. Perubahan lay out aktivitas di dispensing.
3. Mengurangi waktu preparasi dengan cara pengelolaan inventori.

Keywords: Lean manufacturing, waste assessment model, process activity mapping, lean warehousing, value added.

ABSTRACT

Order growth increasing each year making PT. IFF seeks to increase its production capacity by increasing the productivity of the production department in this department of plant powder. But the powder plant capacity building department is always hampered because one unit determinant of success in improving the capacity of the plant powder dispensing still experiencing a variety of problems related to productivity. So in other words an increase in productivity in the plant depends on the powder dispensing unit. Increased productivity can be done by eliminating the waste that occurs in each process flow. So that at this writing the research conducted with the aim to identify waste, reduce waste and make improvements so as to increase productivity in dispensing. The paper aims to identify the waste in dispensing process activity, to reduce waste and to improve process activity so the productivity in dispensing process will be increased. Based on data collection and processing data according to waste assessment model, there are three dominant wastes which are identified. The waste of inventory is in the first rank (19.23%), followed by waste of defect (18.16%) and the last rank is overproduction (16.58%). Another method that the paper used in the research is process activity mapping method from the seven value stream mapping tools. From the process activity mapping method, it is found that the delay activity causing from transportation is the longest time needed in dispensing process activity (89.9%). The value added activity obtained from the method is 4.56%, followed by the non value added but necessary (6.24%) and the last; non value added (89.2%). To reduce waste according to result, it is proposed to make improvement of process by:

1. Relocation of dispensing activity
2. Relay out of dispensing process of activity
3. Reducing lead time preparation by inventory management.

Keywords: Lean manufacturing, waste assessment model, process activity mapping, lean warehousing, value added.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Industri pangan Indonesia berpotensi memimpin pasar komoditas makanan dan minuman dunia, bahkan mampu menghadapi kompetitor lainnya dari berbagai negara. Produk makanan dan minuman mempunyai prospek cerah seiring perkembangan ekonomi dan dukungan sumber bahan baku lokal yang melimpah. Berdasarkan catatan *Food Ingredient Asia 2012*, Indonesia merupakan konsumen bahan makanan terbesar Asia Tenggara, karena angka pertumbuhan konsumsi makanan olahan di negara ini mencapai 41% selama 5 tahun terakhir (2008 – 2012). Sebagai negara dengan angka populasi tertinggi di ASEAN, Indonesia menguasai 51% dari total konsumsi bahan makanan di wilayah ini. Tingginya angka pertumbuhan tersebut menarik minat para produsen makanan olahan di seluruh dunia untuk menjadikan Indonesia sebagai target marketnya.

Hal ini juga menjadi tantangan baru bagi industri lokal, yang terus dipacu untuk meningkatkan daya saingnya, untuk bertahan, berkembang, dan tumbuh dalam pasar yang kompetitif ini. Schnabel (2010) menuliskan bahwa, salah satu cara untuk meningkatkan daya saing perusahaan adalah dengan meningkatkan produktivitas. Untuk mendapatkan keunggulan kompetitif atas rival asing, perusahaan lokal harus mencapai peningkatan produktivitas bersih relatif terhadap ekonomi lokal yang melampaui peningkatan produktivitas bersih relative atas ekonomi pesaingnya.

Peningkatan produktivitas terjadi bila adanya perampingan operasi yang dapat mengidentifikasi lebih dini pemborosan dan masalah kualitas yang akan terjadi ke depannya. Dalam usaha peningkatan produktivitas, perusahaan harus mengetahui kegiatan yang dapat meningkatkan nilai tambah (*value added*) produk dan menghilangkan pemborosan yang oleh karena itu diperlukan suatu pendekatan *lean*. *Lean* berfokus pada identifikasi dan eliminasi aktivitas aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non value added activities*) dalam desain, produksi

atau operasi dan supply chain management yang berkaitan langsung dengan pelanggan (*Womack & Jones, 2003*).

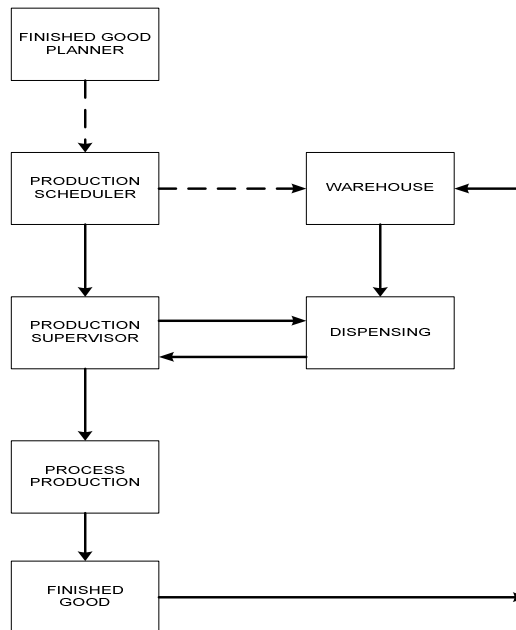
Lean manufacturing merupakan metode ideal untuk mengoptimalkan performansi dari sistem dan proses produksi karena mampu mengidentifikasi, mengukur, menganalisa dan mencari solusi perbaikan atau peningkatan performansi secara komprehensif. Pendekatan *lean* berfokus pada efisiensi tanpa mengurangi efektivitas proses diantaranya peningkatan operasi yang *value added*, mereduksi pemborosan (*waste*), dan memenuhi kebutuhan *customer* (*Hines & Taylor, 2000*).

Upaya sistematis mereduksi pemborosan adalah hal yang mendasar mengurangi buruknya kualitas dan mengeleminasi permasalahan manajemen. Identifikasi secara sistematis dan kontinyu disertai eliminasi pemborosan dapat meningkatkan efisiensi, perbaikan produktivitas dan meningkatkan daya saing (*Rawabdeh, 2005*). Secara umum suatu perusahaan yang berusaha untuk mengeliminasi pemborosan pada proses mereka, menyadari beberapa keuntungannya antara lain: stok material yang rendah dihubungkan dengan *holding cost*, mengurangi *work in process*, inventori barang jadi yang rendah (*Chase et al., 1998; Canel et al., 2000*). Keuntungan lainnya adalah kualitas produk yang tinggi, meningkatkan fleksibilitas dan kemampuan untuk memenuhi permintaan pelanggan (*Chase et al., 1998; Canel et al., 2000*). *Emiliani (2001)* melaporkan bahwa secara fundamental, daya saing yang rendah disebabkan oleh keberadaan pemborosan yang cukup besar.

Sejalan dengan pertumbuhan dan peningkatan kebutuhan pangan di Indonesia maka PT. Essence Indonesia yang merupakan afiliasi dari International Flavor & Fragrance, Inc., harus melakukan suatu pengembangan yang berkesinambungan dalam hal pemenuhan peningkatan produk ini. PT. Essence Indonesia adalah perusahaan yang memproduksi bahan perisa (*flavor*) untuk industri makanan & minuman. Di PT. Essence Indonesia memiliki 2 divisi manufaktur, yaitu:

- a. Divisi flavor liquid production
- b. Divisi flavor powder production

Dimana pada divisi *flavor powder production* memiliki keunikan tersendiri di banding ke dua divisi lainnya, yaitu pada divisi ini memiliki *warehouse* kecil yang disebut dengan dispensing. Dispensing ini mempunyai kegiatan utama yaitu sebagai tempat persiapan material sebelum dilakukan proses *compounding* di powder plant. Proses *compounding* adalah proses pencampuran bahan baku untuk diolah menjadi bahan jadi. Aktivitas utama di area dispensing ini adalah menimbang material untuk dipersiapkan ke proses selanjutnya. Berikut adalah aliran proses produksi departemen powder plant:



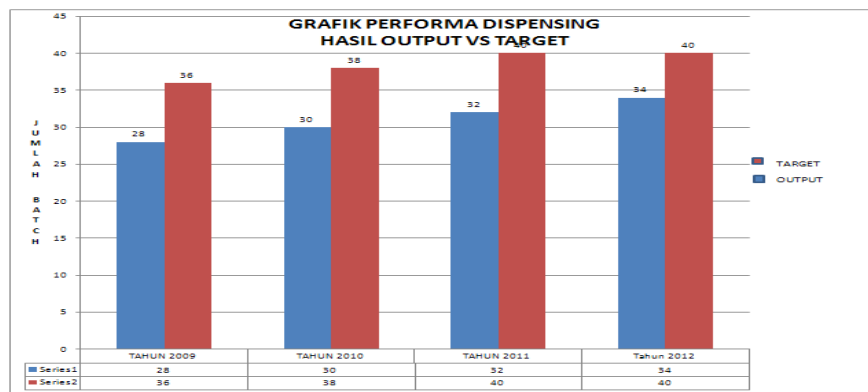
Gambar 1.1 Aliran proses produksi powder plant

Dengan pertumbuhan order yang semakin meningkat tiap tahun pada departemen *powder plant* maka hal ini secara otomatis menuntut peningkatan produktivitas dari dispensing. Peningkatan produksi di *powder plant* dari tahun 2010 sampai dengan 2012 dapat dilihat dari data tabel di bawah ini:

Tabel 1.1 Data kenaikan produksi di Powder plant

TAHUN	JUMLAH BATCH	TOTAL PRODUKSI (Kg)
2010	5345	5 .591. 178, 082
2011	6301	7 .485. 371, 103
2012	7398	7 .601. 235, 629

Saat ini kemampuan unit dispensing dalam hal penyiapan formula adalah sebanyak 30 formula (2 shift) sedangkan target produksi di *powder plant* adalah sebanyak 36 – 40 formula (2 shift). Sehingga masih ada *bottleneck* sekitar 4 – 6 formula bagi dispensing yang tidak terpenuhi seperti terlihat pada grafik di bawah ini.



Gambar 1.2 Performa dispensing (output vs target)

Dengan kondisi demikian maka kapasitas produksi di *powder plant* akan selalu tidak dapat maksimal dan hal ini merupakan masalah yang terjadi pada produktivitas *powder plant* secara keseluruhan. Hasil dari dispensing menentukan berapa banyak formula yang dapat diproduksi oleh *powder plant*.

Kondisi proses yang belum efektif dan efisien menyebabkan *lead time*, keterlambatan, waktu tunggu yang panjang dan kualitas produk tidak sesuai standard. Dalam hal ini, penulis melihat suatu peluang perbaikan pada proses di dispensing dengan cara eliminasi pemborosan berdasarkan kaidah tujuh pemborosan pada sistem produksi Toyota.

Identifikasi pemborosan membutuhkan suatu model yang dapat mempermudah dan menyederhanakan proses pengujian, pencarian permasalahan pemborosan. *O'hEocha (2000)*, meneliti penggunaan teknik 5S untuk pengurangan pemborosan di suatu industri manufaktur. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa 5S cukup efektif dalam meningkatkan lingkungan kerja dan performansi sehubungan dengan pengukuran pengurangan pemborosan pada tingkat produksi. Sedangkan metode lain adalah dengan *Waste Assesment Model (WAM)* yang terdiri dari *Waste Assesment Relationship Matrix (WRM)* dan *Waste Assesment Questionnaire (WAQ)*. Kelebihan dari model ini adalah kesederhanaan dari matrix dan kuesioner yang mencakup banyak hal dan mampu memberikan kontribusi untuk mencapai hasil yang akurat dalam mengidentifikasi akar penyebab dari pemborosan (*Rawabdeh, 2005*).

Dengan melakukan kajian penelitian penerapan eliminasi pemborosan di sepanjang proses di area dispensing maka diharapkan masalah produktivitas di dispensing akan naik dan masalah di *powder plant* akan teratasi.

1.2. Perumusan masalah

Dalam melakukan penelitian ini, rumusan yang menjadi fokus dalam pencarian, pengukuran dan perencanaan sampai dengan pengambilan kesimpulan dari peningkatan produktivitas di dispensing adalah:

- a. Bagaimana konsep eliminasi pemborosan dapat menaikkan produktivitas di dispensing.
- b. Faktor faktor pemborosan apa yang mempengaruhi proses peningkatan produktivitas di dispensing.

1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai oleh penelitian ini adalah

- a. untuk mengidentifikasi pemborosan
- b. mengurangi pemborosan

c. membuat perbaikan
sehingga dapat meningkatkan produktivitas di dispensing.

Manfaat penelitian

Peneliti berharap agar penulisan tesis ini dapat memberikan kontribusi, antara lain: agar penelitian ini dapat diterapkan di dispensing sehingga memberikan dampak positif berupa meningkatnya produktivitas kerja dan bagi dunia keilmuan semoga tesis ini bisa menjadi dasar referensi untuk pengembangan penelitian aplikasi *lean manufacturing* pada industri pangan. Terutama untuk pengkajian lebih lanjut hubungan *lean manufacturing* dengan peningkatan produktivitas *small warehouse*.

1.4. Pembatasan masalah

Dalam melakukan penelitian ini perlu dilakukan pembatasan masalah agar penelitian ini lebih fokus terhadap permasalahan yang dihadapi. Adapun pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Penelitian dilakukan di dispensing department Powder plant, PT. Essence Indonesia.
- b. Metode penelitian adalah dengan menggunakan *Waste Assesment Model* dan *Process Activity Mapping* untuk mendapatkan informasi pemborosan dan dilakukannya perbaikan untuk meningkatkan produktivitas di dispensing.

1.5. Sistematika penulisan

Penelitian disusun dalam sebuah sistematika penulisan sebagai berikut:

Bab I. Pendahuluan

Berisi penjelasan tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, manfaat dan kegunaan penelitian, maksud dan tujuan, pembatasan masalah, dan sistematika penulisan.

Bab II. Kajian Pustaka

Mencakup teori teori yang berkaitan dengan penelitian yang sedang dilaksanakan dan teori teori lain yang mendukung dan mempengaruhi dalam pencapaian masalah yang akan diteliti.

Bab III. Metodologi Penelitian

Meliputi tahapan tahapan dari penelitian yang dilakukan dalam rangka menyusun dan mengolah sebuah sekumpulan data.

Bab IV. Pengumpulan dan Pengolahan Data

Berisi uraian tentang data umum perusahaan dan data departemen yang diteliti, uraian tentang data data yang dibutuhkan untuk memecahkan permasalahan, sumber data dan pengolahan data yang telah dikumpulkan.

Bab V. Analisa Hasil dan Pembahasan

Meliputi analisis pembahasan terhadap masalah yang terjadi selama penelitian dilakukan serta hasil penelitian yang diperoleh.

Bab VI. Kesimpulan dan Saran

Berisi hasil akhir yang dapat disimpulkan dari semua pembahasan yang telah dilakukan selama penelitian, juga disertai dengan saran saran yang ditujukan kepada perusahaan.

Daftar pustaka

Berisi seluruh pustaka yang mendukung penelitian yang dilakukan.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

Kajian pustaka pada tesis ini meliputi konsep *lean manufacturing*, *waste Assessment Model (WAM)*, *lean warehousing*, literature review dari beberapa artikel yang terkait dengan *lean manufacturing*.

2.1. LEAN MANUFACTURING

Toyota Production System adalah pendekatan unik dari Toyota dalam memproduksi. Ini merupakan dasar dari berbagai gerakan “*lean Production*” (Liker, 2005). Dalam bukunya, *Lean Thinking*, James Womack dan Daniel Jones mendefinisikan *lean manufacturing* sebagai suatu proses yang terdiri dari lima langkah:

- a. Mendefinisikan nilai pelanggan.
- b. Menetapkan *value stream*
- c. Membuatnya “mengalir”
- d. Ditarik oleh pelanggan
- e. Berusaha keras untuk mencapai yang terbaik.

Untuk menjadi sebuah perusahaan manufaktur yang *lean* diperlukan suatu pola pikir yang terfokus pada membuat produk mengalir melalui proses penambahan nilai tanpa interupsi (*one-piece-flow*), suatu sistem “tarik” yang berawal dari permintaan pelanggan dengan hanya menggantikan apa yang diambil proses berikutnya dalam interval yang singkat dan suatu budaya di mana semua orang berusaha keras melakukan peningkatan secara terus menerus.

Pada awalnya *Lean* hanya fokus digunakan pada industri manufaktur, namun saat ini konsep *lean* mulai diaplikasikan di banyak area seperti industri jasa, industri pangan, perkantoran & administrasi, rumah sakit dan konstruksi. Tujuan utama dari *Lean* adalah secara berkesinambungan menghilangkan pemborosan dari sistem (Womack & Jones, 1991, 1996).

2.2. WASTE

Prinsip utama dari pendekatan *lean* adalah pengurangan atau penghilangan pemborosan (*waste*). *Waste* bisa diartikan juga sebagai aktivitas aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah bagi perusahaan.

Ada tujuh tipe *waste* (*seven waste*) yang diidentifikasi oleh Shigeo Shingo (*Hines & Taylor, 2000*) yaitu:

1. Over Production

Merupakan kegiatan produksi yang terlalu banyak atau terlalu cepat yang menyebabkan terganggunya aliran informasi atau barang dan inventori yang berlebih (*Hines & Taylor, 2000*).

2. Defect atau Reject

Merupakan *waste* berupa kesalahan yang terjadi pada proses pengerjaan, permasalahan kualitas produk, atau rendahnya performansi dari pengiriman barang atau jasa (*Hines & Taylor, 2000*).

3. Unnecessary Inventory

Merupakan *waste* yang berupa penyimpanan dan penundaan yang berlebihan dari informasi dan produk yang menimbulkan peningkatan biaya dan penurunan customer service (*Hines & Taylor, 2000*).

4. Inappropriate Processing

Merupakan *waste* yang disebabkan oleh proses kerja yang dilaksanakan dengan menggunakan set peralatan, prosedur atau sistem yang tidak sesuai dengan kapasitas dan kemampuan suatu operasi kerja (*Hines & Taylor, 2000*).

5. Excessive Transportation

Merupakan *waste* yang berupa perpindahan yang berlebihan dari manusia, informasi dan barang yang mengakibatkan pemborosan waktu, usaha dan biaya (*Hines & Taylor, 2000*).

6. Waiting / Idle

Merupakan *waste* yang berupa kondisi tidak aktifnya manusia, informasi, atau barang dalam periode yang lama yang menyebabkan aliran yang terganggu dan panjangnya *lead time* (*Hines & Taylor, 2000*).

7. *Unnecessary Motion*

Merupakan *waste* yang berupa kondisi buruknya organisasi tempat kerja yang menyebabkan rendahnya tingkat ergonomis di dalamnya, seperti pergerakan *bending* atau *stretching* yang berlebihan dan sering terjadinya kehilangan item item tertentu (*Hines & Taylor, 2000*).

2.3. Konsep *Waste Assesment Model*

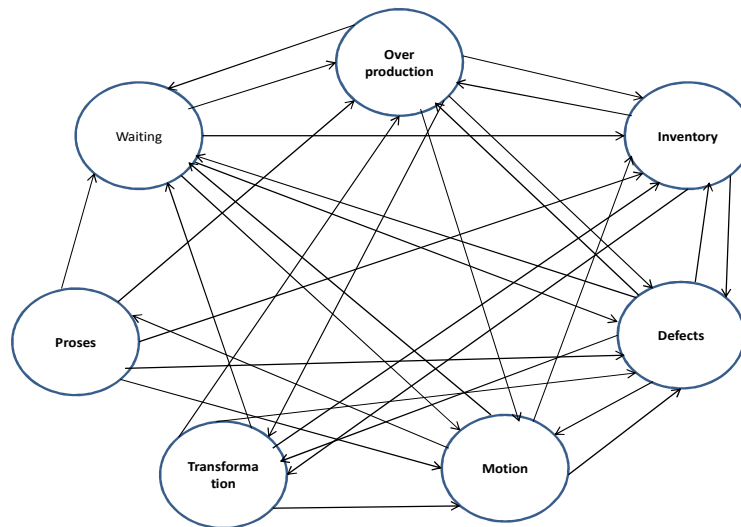
Konsep *waste assessment model (WAM)* diambil dari *international journal of operations & production management*: 2005; ditulis oleh Ibrahim A. Rawabdeh dengan judul, " *A model for the assessment of waste in job shop environments*". Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menginvestigasi *waste* pada suatu lingkungan kerja dan mengajukan suatu metode penilaian atau pengujian yang bertujuan untuk mengidentifikasi *root cause* (akar masalah) dari *waste* pada suatu perusahaan.

Waste assessment Model di mulai dari menterjemahkan definisi dari tiap tipe dari tujuh pemborosan dan area *overlapping*-nya. Suatu kriteria dibuat untuk menjumlah kekuatan hubungan secara langsung, sekaligus mengarahkan kepada pembentukan sebuah *waste matrix* yang mengklasifikasikan kekuatan hubungan menggunakan suatu skala yang mempunyai jangkauan dari yang paling lemah sampai ke yang paling kuat. Yang di kemudian sesi diperkenalkan dengan pembuatan kuesioner untuk melakukan pengujian. Dalam konteks pembagian kerja, dalam hal ini dimungkinkan untuk membuat peringkat pemborosan dengan menggabungkan hubungan matrix dan kuesioner pengujian.

2.3.1. Hubungan Tujuh Pemborosan

Seluruh tipe pemborosan memiliki keadaan yang saling ketergantungan, dan tiap pemborosan mempengaruhi pemborosan lainnya secara simultan, dapat mempengaruhi kembali pemborosan lainnya lagi.

Pembahasan mengenai hubungan antar waste adalah kompleks karena pengaruh tiap tipe pada tipe lainnya dapat muncul secara langsung maupun tidak langsung. Gambar 2.1. adalah menunjukkan satu tipe berpengaruh terhadap tipe lain dan juga dipengaruhi oleh tipe lain juga.



Gambar 2.1. Hubungan tipe pemborosan secara langsung menurut Rawabdeh

Diskusi selanjutnya membahas efek tiap tipe pemborosan pada ke enam tipe pemborosan yang lain. Tiap tipe pemborosan disingkat dengan menggunakan inisial, (O: *Over production*, I: *Inventory*, D: *Defect*, M: *Motion*, P: *Process*, T: *Transportation*, W: *Waiting*), dan tiap hubungan ditandai dengan symbol garis bawah “_”. Sebagai contoh, O_I menunjukkan efek secara langsung antara *Over production* dengan *Inventory*. Tabel 2.1. menjelaskan hubungan antar pemborosan.

Tabel 2.1. Penjelasan keterkaitan antar pemborosan

No.	KODE	PENJELASAN
		KATEGORI OVER PRODUCTION
1.	O_I	Overproduction menghabiskan dan memerlukan sejumlah besar raw material menyebabkan kita harus membuat stock raw material dan memproduksi WIP yang akan menghabiskan tempat dan disebut sebagai bentuk sementara dari inventory yang tidak mempunyai pelanggan.
2	O_D	Ketika operator memproduksi berlebih, mereka menyadari bahwa kualitas produk mereka berkurang, karena mereka berpikir bahwa akan ada cukup material yang akan menggantikan material tersebut bila terjadi defect.
3.	O_M	Over production menyebabkan suatu sikap yang bersifat Non Ergonomic, yang menyebabkan dilakukannyametode kerja yang tdk standar dimana akan ada suatu gerakan yang tdk bernilai tambah.
4.	O_T	Overproduction menyebabkan suatu usaha transportasi yang tinggi untuk mengikuti aliran material yang berlebih.
5.	O_W	Ketika produksi berlebih, sumber daya akan lebih banyak terpakai lebih lama sehingga customer lain akan menunggu dan akan membentuk antrian yang lebih besar.
		KATEGORI INVENTORY
6.	I_O	Semakin tinggi level raw material yang disimpan dapat menyebabkan pekerja bekerja lebih sejal dengan untuk meningkatkan keuntungan perusahaan.
7.	I_D	Peningkatan inventory (RM, WIP, & FG) akan meningkatkan kemungkinan defect disebabkan kurang peduli dan kondisi penyimpanan yang tdk sesuai.
8.	I_M	Peningkatan inventori akan menyebabkan meningkatnya waktu untuk mencari, memilih, membungkus, mengambil, memindahkan dan menangani.
9.	I_T	Peningkatan inventori kadangkala menutupi sudut sudut ruangan, yang membuat aktifitas pekerja dihabiskan lebih banyak untuk memindahkan inventori tersebut.
		KATEGORI DEFECT
10.	D_O	Sikap overproduction muncul untuk memperbaiki kekurangan material yang berhubungan dengan defect.
11.	D_I	Memproduksi barang yang defect yang harus dirework berarti meningkatkan level level WIP yang ada dalam bentuk inventori.

12.	D_M	Memproduksi defect meningkatkan waktu untuk mencari, memilih dan memeriksa material, belum lagi rework memerlukan training skill yang tinggi.
13.	D_T	Memindahkan barang yang defect ke tempat rework akan meningkatkan intensitas transportasi, sebagai contoh aktifitas transportasi yang tidak bernilai tambah.
14.	D_W	Rework akan menempati suatu area sehingga barang yang baru akan menunggu untuk proses selanjutnya.
KATEGORI MOTION		
15.	M_I	Metode kerja yang tidak standar menyebabkan WIP yang lebih banyak.
16.	M_D	Kurang training dan standarisasi menyebabkan persentase defect akan meningkat.
17.	M_P	Bila suatu pekerjaan tidak terstandarisasi, proses pemborosan akan meningkat sehubungan dengan pemahaman kapasitas teknologi yang tersedia.
18.	M_W	Bila standar tidak ditentukan, waktu akan dihabiskan untuk mencari, membolak balik, memindahkan, membuat yang akan menghasilkan peningkatan material dalam daftar material yang menunggu.
KATEGORI TRANSPORTASI		
19.	T_O	Item yang diproduksi lebih dibutuhkan berdasarkan kapasitas mesin handling untuk meminimalkan biaya transportasi per unit.
20.	T_I	Jumlah alat handling material yang tidak cukup menyebabkan meningkatnya inventori yang dapat menyebabkan efek pada proses lain.
21.	T_D	MHE memegang peranan dalam transportasi waste. MHE yang tidak sesuai, kadang kala dapat merusak beberapa item yang pada akhirnya menjadi defect.
22.	T_M	Ketika item item dipindahkan ke tempat lain, ini berarti kemungkinan besar gerakan waste ditimbulkan oleh penanganan ganda dan pencairan.
23.	T_W	Bila MHE tidak mencukupi, ini berarti bahwa item akan tetap menjadi masalah, menunggu untuk dipindahkan.
KATEGORI PROSES		
24.	P_O	Untuk mengurangi biaya operasional per mesin waktu, mesin dipaksa beroperasi secara penuh, yang akhirnya menghasilkan over production.
25.	P_I	Gabungan operasi dalam satu sel akan menghasilkan secara langsung pengurangan jumlah WIP karena menghilangkan buffer.
26.	P_D	Bila mesin tidak dirawat semestinya maka defect akan terproduksi.
27.	P_M	Proses dari teknologi baru yang kurang pelatihan menciptakan pemborosan pada gerakan pekerja.

28.	P_W	Ketika teknologi digunakan tidak sesuai, waktu set up dan pengulangan downtime akan menyebabkan waktu tunggu yang lebih lama.
		KATEGORI WAITING
29.	W_O	Ketika suatu mesin menunggu karena supplier melayani pelanggan lain, mesin ini mungkin kadangkala dipaksa untuk berproduksi berlebih, tetap menjaga beroperasi.
30.	W_I	Waiting berarti lebih dari yang dibutuhkan pada suatu titik tertentu, baik RM, WIP atau FG.
31.	W_D	Waiting dapat menyebabkan defect sehubungan dengan kondisi yang tdk sesuai.

Sumber Rawabdeh, 2005

Perbedaan hubungan tipe dan sifat dari tiap tipe menunjukkan bahwa seluruh hubungan tipe pemborosan tidak mempunyai bobot yang sama. Tujuan memberikan bobot pada hubungan tipe pemborosan dibatasi oleh kebutuhan untuk mengetahui jenis tipe apa yang berkontribusi lebih pada aktifitas yang paling memboroskan pada area kerja.

Kriteria pengukuran didasarkan pada suatu kuesioner yang dikembangkan untuk menghitung hubungan antar pemborosan. Kriteria pengukuran ini terdiri dari enam pertanyaan dan tiap pertanyaan mempunyai bobot yang spesifik di rentang 0 sampai 4.

Tabel 2.2 Kriteria untuk Pembobotan Kekuatan *Waste Relationship*

No.	Pertanyaan	Bobot
1.	Apakah i mengakibatkan j?.	
	Selalu	4
	Kadang kadang	2
	Jarang	1
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.	Mengeleminasi 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
	Lead time	1
	Kualitas dan produktivitas	2
	Produktivitas dan lead time	2
	Kualitas dan lead time	2
	Kualitas, produktivitas dan lead time	4
6.	Pada tingkatan apa dampak i pada j meningkatkan lead time	
	Tingkatan tinggi	4
	Tingkatan menengah	2
	Tingkatan rendah	0

Hasil pembobotan dapat dihitung dalam tabulasi dengan contoh pada tabel 2.3 sebagai berikut:

Tabel 2.3. Contoh tabulasi perhitungan keterkaitan antar *waste*

Question		1		2		3		4		5		6		TOTAL
No.	Relationship	Ans	Wght	Ans	Wght	Ans	Wght	Ans	Wght	Ans	Wght	Ans	Wght	SKOR
1	O_I	a	4	a	2	b	2	a	2	g	4	c	0	14
2	O_D	c	1	a	2	b	2	a	2	d	2	b	2	11
3	O_M	c	1	c	0	a	4	a	2	c	1	a	4	12

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan skor keterkaitan antar *waste* yang kemudian dikonversikan ke dalam symbol pada tabel 2.4.

Tabel 2.4. Konversi rentang skor keterkaitan antar *waste*

RANGE	TYPE OF RELATIONSHIP	SYMBOL
17 to 20	Absolutely Necessary	A
13 to 16	Especially Important	E
9 to 12	Important	I
5 to 8	Ordinary Closeness	O
1 to 4	Unimportant	U

Hasil konversi ini selanjutnya akan digunakan dalam pembuatan *Waste Relationship Matrix*.

2.3.2. Waste Relationship Matrix

Waste Relationship Matrix (WRM) merupakan matrix yang digunakan untuk menganalisa kriteria pengukuran. Tiap baris mengindikasikan efek dari waste tertentu pada enam waste yang lain; sama halnya tiap kolom mengindikasikan efek dari waste tertentu pada enam waste lainnya. Pada diagonal dari matrix ditujukan bagi hubungan dengan nilai tertinggi, dimana tiap tipe akan memiliki hubungan antar mereka. Matrix *waste* ini mempresentasikan hubungan yang sebenarnya diantara *waste* ini.

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

Gambar 2.2. Waste Relationship Matrix

Pembobotan dari tiap baris dan kolom dari WRM ditotal untuk melihat skor yang menggambarkan efek atau pengaruh dari satu *waste* terhadap *waste* lain. Skor ini dikonversikan ke dalam bentuk persentase untuk lebih menyederhanakan matrix. Berikut diilustrasikan pada gambar 2.3.

F/T	O	I	D	M	T	P	W	score	%
O	10	8	6	6	4	0	8	42	16,8
I	6	10	8	6	6	0	0	36	14,4
D	4	6	10	4	6	0	4	34	13,6
M	0	6	6	10	0	8	8	38	15,2
T	6	6	6	6	10	0	6	40	16
P	4	6	6	6	0	10	6	38	15,2
W	4	4	4	0	0	0	10	22	8,8
SCORE	34	46	46	38	26	18	42	250	100
%	13,6	18,4	18,4	15,2	10,4	7,2	16,8	100	

Based on A:10, E:8, I:6, O:4, U:2 and X:0

Gambar 2.3. Waste Matrix Values

2.3.3. *Waste Assessment Questionnaire (WAQ)*

Waste Assessment Questionnaire dibuat untuk mengidentifikasi dan mengalokasikan *waste* yang terjadi pada lini proses (Rawabdeh, 2005). Kuesioner terdiri dari 68 pertanyaan yang berbeda, dimana kuesioner ini ditujukan untuk menentukan *waste*. Tiap pertanyaan kuesioner mempresentasikan suatu aktivitas, kondisi atau sebab akibat yang mungkin menimbulkan suatu jenis *waste* tertentu. Daftar pertanyaan kuesioner dapat dilihat di lampiran 2.

Beberapa pertanyaan ditandai dengan tulisan “*From*”, maksudnya bahwa pertanyaan tersebut menjelaskan jenis *waste* yang ada saat ini yang dapat memicu munculnya jenis *waste* lainnya berdasarkan *Waste Relation Matrix (WRM)*. Pertanyaan lainnya ditandai dengan tulisan “*To*”, maksudnya pertanyaan tersebut menjelaskan tiap jenis *waste* yang ada saat ini bisa terjadi karena dipengaruhi jenis *waste* lainnya. Tiap pertanyaan memiliki tiga pilihan jawaban dan masing masing jawaban diberi bobot 1, 0,5 atau 0 (zero). Pertanyaan pertanyaan kuesioner dikategorikan ke dalam empat kelompok yaitu, *man*, *machine*, *material* dan *method*; dimana tiap pertanyaan berhubungan antara satu kategori dengan kategori lainnya.

Sehubungan dengan pembentukan *Waste assessment Questionnaire*; perlu dicatat bahwa tiap pertanyaan akan menghubungkan pada suatu tipe *waste* tertentu dengan bobot tertentu. Ada delapan tahapan perhitungan skor *waste* untuk mencapai hasil akhir berupa ranking dari *waste*, yaitu:

1. Pembuatan daftar kuesioner yang dibagi menjadi 4 kategori: *Man*, *Material*, *Machine* dan *Method*. Jumlah pertanyaan sebanyak 68 pertanyaan dan tiap pertanyaan ditunjuk catatan berupa “*From*” dan “*To*” untuk tiap jenis *waste*nya.
2. Mengelompokkan jumlah pertanyaan berdasarkan “*From*” dan “*To*”, di atas ke dalam tabel terpisah.
3. Menghitung skor akhir dari *waste* yang ada berdasarkan data jumlah pertanyaan “*From*” dan “*To*”, serta menuliskan kembali hasil dari *WRM*. Semua data di atas digabung menjadi satu tabel.

4. Membagi tiap bobot *waste* dengan jumlah pertanyaan (“*From*” & “*To*”) dalam tiap baris pertanyaan dan dibuatkan tabel terpisah.
5. Memasukkan nilai skor berdasarkan hasil kuesioner (1,1,5,0) ke masing masing *waste* dengan cara mengalikannya dengan tiap bobot *waste* di atas.
6. Tiap bobot *waste* yang didapat (hasil perkalian), dijumlahkan secara vertikal untuk mendapatkan skor S_j untuk tiap *waste*. Juga sekaligus dihitung untuk ferkuensi dari tiap *waste* yang didapat dengan cara menghitung jumlah nilai selain nilai yang bernilai nol.
7. Menghitung indikator awal untuk tiap *waste* (Y_j). Indikator ini hanya berupa angka yang masih belum mempresentasikan bahwa tiap jenis *waste* dipengaruhi oleh jenis *waste* lainnya.

$$Y_j = \frac{s_j}{S_j} \times \frac{f_j}{F_j} \quad ; \text{ untuk tiap jenis waste } j, \dots (1)$$

8. Menghitung nilai final *waste factor* ($Y_{j\text{final}}$) dengan memasukkan factor probabilitas pengaruh antar jenis waste (P_j) berdasarkan total persentase “*From*” dan “*To*” pada WRM. Kemudian mempersentasekan bentuk final waste factor yang diperoleh sehingga bisa diketahui peringkat level dari masing masing waste.

$$Y_{j\text{final}} = Y_j \times P_j = \frac{s_j}{S_j} \times \frac{f_j}{F_j} \times P_j \quad ; \text{ untuk tiap jenis tipe waste } j \dots (2)$$

2.4. *Lean Warehousing*

Lean principle telah sukses diaplikasikan di beberapa lingkungan warehouse, yang berawal dari Distribution Center untuk *parts* di Toyota, namun saat ini sangat sedikit yang membahasnya dalam penelitian (Liker,2004). Trebilcock (2004), mengidentifikasi bahwa perkembangan konsep *lean warehousing*, dimana setelah lima puluh tahun *lean manufacturing*, saat ini menjadi andalan dalam bidang jasa dan operasional warehouse dengan konsep penghilangan *waste*.

Hubungan spesifik antara prinsip dan praktek *lean manufacturing* dengan *lean warehousing* diuji untuk menentukan bila ada aspek tambahan yang tidak teridentifikasi pada literatur sebelumnya yang telah teruji (Sobanski,2009).

Jones et al. (1997), menyatakan bahwa kegiatan spesifik distribusi adalah frekuensi pengiriman, lot sizing, frekuensi permintaan, tingkat pelayanan, value stream mapping, five whys, dan analisa kualitas. Sedangkan kegiatan spesifik pergudangan adalah *bin size reduction, commodity storage, velocity stocking, standardized routing, standardized work, facility/department/function synchronization, manpower planning, staggered routing dan root cause problem – solving procedure*. Hampir sama dengan pernyataan di atas, Bradley (2006) menggambarkan dasar konsep lean manufacturing yang berhubungan dengan pergudangan dan distribusi serta kisah sukses yang berhubungan dengan lean warehousing.

Sobanski (2009) memberikan sebuah kesimpulan yang diambil dari beberapa penelitian sebelumnya yang menyatakan hubungan prinsip lean dan praktiknya untuk penerapan lean warehousing ke dalam tabel di bawah ini.

Tabel 2.5 Sobanski lean implementation assessment tool construct & practices

Construct	Lean practices								
Standardized process	SOP'S	Standardized Work/planning	Commodity grouping	Common Processes & best practices	Trailer loading & unloading	Routing & Travel paths	-	-	-
People	Safety & ergonomics	Leadership direction/ roles	Management style	Cross training	Teamwork & Empowerment	Power distance & daily involvement	Recognition & compensation	Communication & strategy	Absenteeism & turnover
Quality assurance	5 Whys, root cause & pareto	Inspection & autonomation	Error proofing methodology	Inventory integrity	Product & process quality	Quality metrics	-	-	-
Visual management	Value stream mapping	Process control	Metrics & KPI boards	Lean tracking	Visual control	Andon system	One page report	-	-
Workplace organization	5S	Signage of shadows boards	cleanliness	Supply & material MGMT	Point of use storage	ID problem parts areas	-	-	-
Lot sizing	Batch size	wip	Kanban system	Quick change over	Lead time tracking	Inventory turns	Order frequency	-	-
Material flow	Pull system	Leveled flow & work	FIFO	Layout & zones	Velocity & slotting	Travel distance	Cellular structure	Demand stabilization	Cross docking
Continuous improvement	PDCA	Kaizen event	Employee suggestions	Understand system view	Preventive maintenance	Supplier integration	SPC	Technology & equipment	-

Perbaikan *warehouse* merujuk pada perbaikan aliran material, urutan pengambilan, *replenishment* dan *dock operations*. Teknik perbaikan seperti analisa aliran material, perbaikan kualitas dan aplikasi 5S dapat diterapkan (Iva gergova, 2010).

Aplikasi teknik *lean* yang sukses dapat mengurangi *lead time* (waktu yang tidak diperlukan pada bagian proses permintaan – pengiriman), waktu urutan pengambilan, dan waktu penanganan material. Hal ini dapat dicapai dengan pengurangan aktivitas yang tidak bernilai tambah dan perbaikan kecepatan dan aliran di *warehouse*. Aplikasi *lean* pada aktivitas *warehouse* dapat memberikan perbaikan yang signifikan seperti eliminasi pemborosan, perbaikan *lead time* dan penciptaan nilai yang lebih baik (Iva gergova, 2010).

Beberapa tipe pemborosan yang dikenal pada manufaktur juga dapat terjadi pada lingkungan *warehouse* (Ackerman, 2007):

1. Pemborosan dalam *overproduction*, bagi *warehouse* berarti juga kelebihan inventori yang disimpan.
2. Pemborosan dalam *waiting*, bagi *warehouse* juga memiliki arti yang sama dengan di manufaktur yaitu pemborosan waktu menunggu dalam hal operasi.
3. Pemborosan dalam transportasi, bagi *warehouse* yaitu pergerakan yang tidak bernilai tambah dalam hal penanganan material.
4. Pemborosan dalam inventori, bagi *warehouse* yaitu kontrol inventori yang lemah dapat menyebabkan pemborosan, misalnya bila material yang disimpan kehabisan atau malah terlalu banyak.
5. Pemborosan dalam hal *extra processing*; dalam konteks pengertian *warehouse* adalah pemborosan dapat timbul bila ada aktifitas penanganan material yang berulang ulang seperti *sampling* atau pengecekan.
6. Pemborosan dalam hal *movement* bagi *warehouse* adalah bila pemborosan timbul dikarenakan suatu gerakan yang tidak diperlukan seperti memindahkan sementara material untuk mengambil material lain, mencari suatu material atau alat yang disimpan tapi tidak ditemukan dan yang paling sering adalah karena penempatan material yang tidak sesuai dengan lokasi seharusnya.
7. Pemborosan dalam hal *defect* adalah suatu kegiatan apapun di *warehouse* yang menyebabkan *errors*.

2.5. *Process Activity Mapping*

Process Mapping adalah peta secara detail dari suatu proses yang sebenarnya (Pude & Naik, 2012). *Tool* ini dipergunakan untuk mengidentifikasi *lead time* dan produktivitas baik aliran produk fisik maupun aliran informasi, tidak hanya dalam ruang lingkup perusahaan maupun juga pada area lain dalam *supply chain*. Konsep dasar dari tool ini adalah memetakan setiap tahap aktifitas yang terjadi mulai dari operasi, transportasi, inspeksi, *delay* dan *storage*, kemudian mengelompokkannya ke dalam tipe tipe aktivitas yang ada mulai dari *value adding activity* (VA), *necessary but non value adding activity* (NNVA) dan *non value adding activity* (NVA) (Hines & Rich, 1997).

Manfaat menggunakan *Process Activity Mapping* adalah: (a) membuat suatu proses terlihat jelas. (b) dapat menunjukkan penambahan aktivitas yang tidak bernilai tambah. (c) dapat digunakan sebagai dimulainya proses perbaikan (Pude & Naik, 2012). Ada lima tahapan pada *process activity mapping* (Hines & Rich, 1997):

1. Mempelajari aliran proses.
2. Mengidentifikasi *waste*.
3. Membuat suatu pertimbangan dimana proses dapat diatur ke dalam suatu urutan yang efisien.
4. Membuat suatu pola aliran yang lebih baik, melibatkan aliran yang berbeda atau rute transportasi.
5. Membuat sesuatu yang dilakukan di setiap tahapan proses adalah benar benar diperlukan.

Alat ini sering digunakan oleh ahli teknik industry untuk memetakan keseluruhan aktivitas secara detail guna mengeliminasi pemborosan, ketidak konsistenan dan ke irasionalan di tempat kerja sehingga tujuan meningkatkan kualitas produk dan memudahkan layanan, mempercepat proses dan mereduksi biaya diharapkan dapat terwujud.

Process activity mapping akan memberikan gambaran aliran fisik dan informasi, waktu yang diperlukan untuk setiap aktivitas, jarak yang ditempuh dan tingkat persediaan produk dalam setiap tahap produksi. Kemudahan identifikasi aktivitas terjadi karena adanya penggolongan aktivitas menjadi lima jenis, yaitu operasi, transportasi, inspeksi, delay dan penyimpanan. Operasi dan inspeksi adalah aktivitas yang bernilai tambah. Sedangkan transportasi dan penyimpanan berjenis penting tetapi tidak bernilai tambah. Adapun delay adalah aktivitas yang dihindari untuk terjadi sehingga merupakan aktivitas berjenis tidak bernilai tambah.

2.6. Kajian Penelitian Terdahulu

- a. Rawabdeh – 2005: “model assessment yang dikembangkan dapat dijadikan panduan untuk mencari akar masalah waste & mengidentifikasi peluang untuk menghilangkan waste.”
- b. Hines & Nick – 1997: “Hasil kajian baru tentang Tools dan proses pembuatan keputusan hasil dari memetakan value stream atau supply chain dapat digunakan oleh peneliti untuk memilih metode yang sesuai bagi industri tertentu dan tipe masalah yang timbul.”
- c. Lasa – 2008: “VSM adalah tool yang berharga untuk mendesain ulang sistem yang produktif sesuai dengan sistem *lean*. Namun ada beberapa poin kunci untuk pembentukan tim yang harus dipertimbangkan seperti waktu dan pelatihan yang dihabiskan, penggunaan sistem informasi yang sesuai dan manajemen fase aplikasi yang sesuai”.
- d. Mariagrazia et al. – 2012:” Paper ini mempresentasikan tentang pendekatan lean warehousing pada desain, analisa dan optimasi produksi *warehouse*. Hasil analisa menunjukkan bahwa masalah yang mempengaruhi efisiensi

operasional pengambilan (*picking*) disebabkan oleh ketiadaan dari pengendalian otomatis dari *fase composing*".

- e. Dharmapriya & Kulatunga – 2011:" Efisiensi operasional warehouse tergantung pada pengaturan layout, teknik penanganan material dan media transportasi. Untuk mengoptimalkan layout warehouse dengan pengalokasian secara ekonomis.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Tujuan Penelitian pada penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi pemborosan, mengurangi pemborosan dengan menggunakan metode *waste assessment model* dan membuat perbaikan dengan melakukan pemilahan jenis aktivitas yang bersifat *value added*, *non value added* dan *necessary non value added* sehingga dapat meningkatkan produktivitas di dispensing.

3.1. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian merupakan tahapan tahapan penelitian yang peneliti tempuh sehingga pelaksanaan penelitian berjalan secara sistematis. Berikut adalah tahapan tahapan penelitian yang dilakukan:

Tahap 1: identifikasi disertai perumusan masalah dan menentukan tujuan penelitian. Pada tahap ini penulis menemukan fenomena yang menyatakan bahwa adanya peningkatan order pelanggan yang terus meningkat setiap tahun sehingga menuntut departemen *powder plant* untuk meningkatkan kapasitas produksinya. Namun di sisi lain produktivitas dari dispensing tidak mampu mengimbangi kebutuhan di *powder plant*. Sehingga penulis menetapkan tujuan penelitian untuk menganalisa proses kerja di dispensing dan mencari solusi untuk meningkatkan produktivitas dengan cara eliminasi pemborosan.

Tahap 2: yang dilakukan adalah melakukan studi *literatur* mengenai teori teori yang dipakai dalam penelitian ini. Selain itu pada tahap ini, penulis berusaha mendapatkan gambaran umum berkaitan dengan topik yang diangkat pada penelitian ini.

Tahap 3: pengumpulan data yang diambil dari *literatur* ataupun jurnal bertujuan untuk mendapatkan data data teori. Sedangkan data profil area penelitian disertai proses yang terjadi di dalamnya didapatkan dengan cara observasi secara langsung dengan catatan bahwa kondisi pada saat data diambil adalah kondisi ideal. Dan

data kuesioner dilakukan dengan cara menentukan terlebih dulu sampel dari populasi yang ada lalu diikuti dengan pemberian daftar pertanyaan yang berkaitan dengan aktivitas yang dianggap pemborosan pada area penelitian.

Tahap 4: pembuatan kondisi saat ini dengan cara mengidentifikasi aliran material & informasi, menjabarkan aktifitas proses di area penelitian, menghitung waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu aktifitas di seluruh proses area penelitian dan menghitung jumlah hasil yang dihasilkan oleh dispensing area.

Tahap 5: identifikasi & pengukuran waste dengan cara *metode waste assessment model*. Hasil dari kuesioner diolah berdasarkan tahapan pengolahan data menurut metode *waste assessment model*. Hasil yang didapat pada tahap ini adalah pernyataan tentang jenis pemborosan yang dominan terjadi di dispensing.

Tahap 6: identifikasi *Process Activity Mapping* untuk menentukan *value added*, *Non Value Added* dan *Necessary non value added*. Dalam tahap ini data diambil dengan terlebih dahulu membuat daftar aktifitas yang ada di dispensing. Lalu dengan menggunakan stopwatch diambil data waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu aktivitas. Pengambilan data ini berlanjut sampai dengan seluruh aktivitas yang terjadi di dispensing. Sebagai catatan bahwa data yang diambil adalah dalam kondisi ideal.

Tahap 7: analisa hasil dan mencari *root cause* hasil dengan five why's. Pada tahap ini, hasil yang berupa jenis pemborosan dan beberapa aktivitas yang tidak bernilai tambah dianalisa dengan metode five why's sehingga didapat sumber masalah yang kemudian dapat dilakukan perbaikan pada sumber masalah ini.

Tahap 8: rekomendasi & rancangan perbaikan. Pada tahap ini, diberikan suatu rekomendasi dan rancangan perbaikan berdasarkan atas temuan masalah.

Tahap 9: kesimpulan dan saran. Pada tahap ini, seluruh hasil sudah didapatkan sehingga dapat ditarik kesimpulan atas penelitian yang telah dilakukan serta diberikan saran demi perbaikan atas penelitian selanjutnya.

3.2. Metode Pengumpulan Data & Sumber Data

Data data yang dikumpulkan dan diolah dalam penelitian ini didapat dengan cara:

- a. **Observasi:** data yang diambil dengan cara observasi ini berupa analisa dari aliran proses, faktor faktor yang mempengaruhi kelancaran proses dan waktu proses. Data diambil dengan cara mengukur waktu setiap aktivitas di proses dengan menggunakan stopwatch. Data tersebut lalu diuji dengan metode statistik, yaitu uji normalitas (metode Darling - Anderson) dan uji keseragaman data dengan menggunakan software minitab 16. Data diambil sebanyak 30 data per aktivitas sesuai dengan asumsi bahwa data minimal 30 akan cenderung untuk mendekati distribusi normal. Sehingga pada penelitian ini tdk dilakukan uji kecukupan data.
- b. **Wawancara:** data diambil dengan cara mencari keterangan langsung dari responden berupa data data yang berhubungan dengan proses di dispensing. Wawancara dilakukan pada karyawan yang mempunyai level supervisor dan Manager dimana karyawan tersebut bekerja pada departemen *powder plant*, dispensing dan *warehouse*.
- c. **Kuesioner:** kuesioner ini dilakukan sesuai dengan metode yang penulis ambil yaitu *waste assessment model* dimana di dalamnya terdapat *waste assessment quetionaire* dari jurnal,” *a model for the assessment of waste in job shop environments*”. Kuesioner ini juga sama diberikan kepada karyawan selevel supervisor dan manager yang bekerja di *powder plant*, dispensing dan warehouse.

Semua jenis data di atas disebut data primer, sedangkan data sekunder diperoleh dengan cara studi literatur lewat jurnal atau hasil penelitian sebelumnya.

Sumber data pada penelitian ini adalah populasi jenuh dimana seluruh populasi yang ada dijadikan sampel.

3.3. Pengolahan dan Analisis Data

Data yang telah dikumpulkan diolah sesuai dengan tahapan penelitian di atas. Adapun data yang akan diolah diuji dahulu dengan metode metode statistik antara lain:

- a. Uji kenormalan Data
- b. Uji keseragaman data

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan software minitab 16 dan metode uji kenormalan data memakai metode Darling – Anderson.

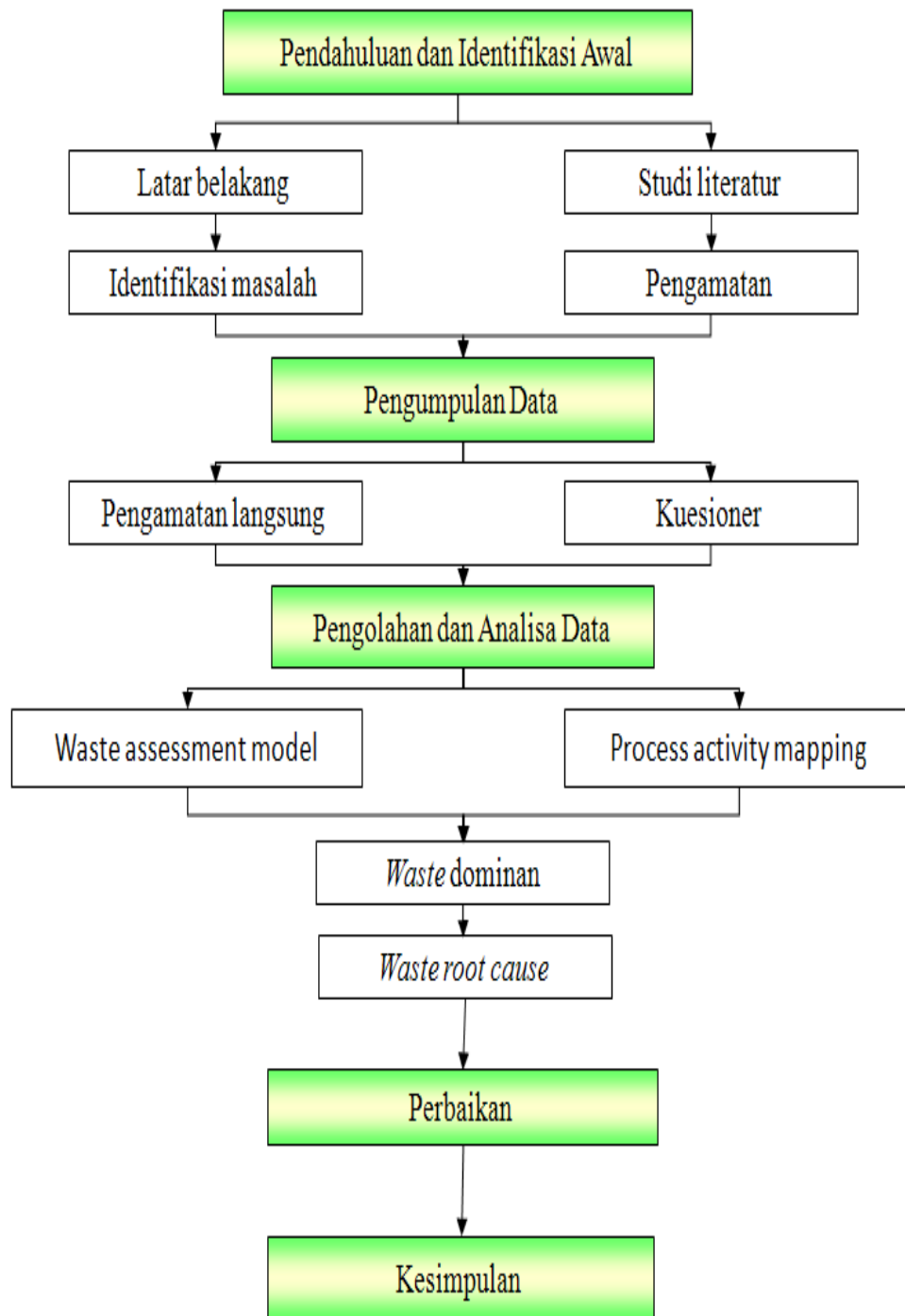
3.4. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di bagian dispensing, departemen *powder plant*, PT. Essence Indonesia-IFF yang berlokasi di jalan OTISTA raya No. 74, Jakarta Timur. Perusahaan ini bergerak di bidang *flavor* untuk industri pangan dan *fragrance* untuk industri yang memerlukan bahan wewangian sebagai dasar material produknya.

Subjek observasi adalah seluruh kegiatan proses di bagian dispensing departemen *flavor, powder plant*. Pengumpulan data yang berkaitan dengan topik penelitian dilakukan dengan pengumpulan data masa lampau selama 4 bulan, mulai september 2012 sampai dengan desember 2012. Sementara data selama perbaikan proses mulai januari 2013 sampai dengan februari 2013. Dan data setelah perbaikan proses di bulan maret 2013.

3.5. Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian ini adalah tahapan tahapan penelitian yang akan dilakukan. Kerangka penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar. 3. Metode penelitian

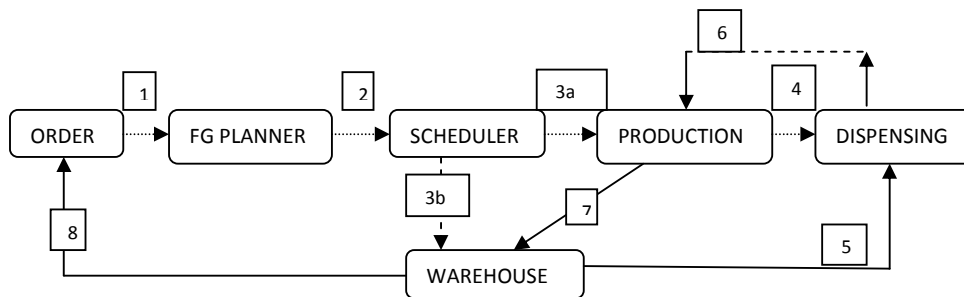
BAB IV

DATA DAN ANALISIS

Pada bab ini akan diuraikan mengenai proses serta hasil dari pengumpulan dan pengolahan data sesuai dengan metodologi penelitian. Data yang dikumpulkan berasal dari proses wawancara, kuesioner, dokumentasi perusahaan dan pengukuran secara langsung.

4.1. Gambaran Umum Proses Produksi Powder plant

Secara ringkas proses produksi di Powder plant adalah sebagai berikut:



Gambar 4.1. Aliran Proses Produksi Powder Plant

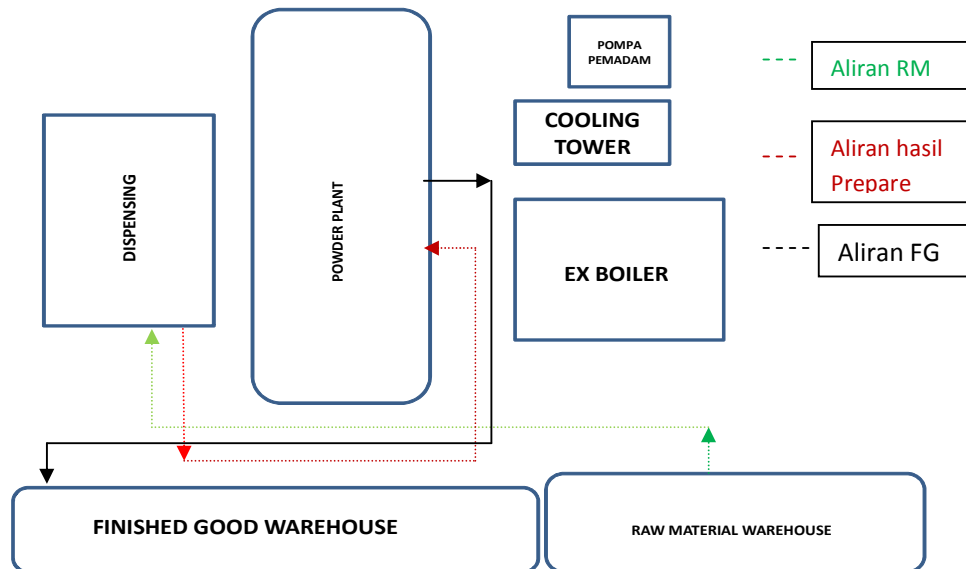
Keterangan gambar:

1. Order diinput oleh *customer service* via SAP dalam bentuk *sales order*
2. Order yang masuk diverifikasi oleh *finished goods planner* tentang *raw material*, *delivery date* dan kesanggupan produksi. Setelah semuanya memenuhi, *fg planner* mengkonfirmasi ke *customer service* bahwa order dapat dipenuhi sesuai jadwal. Selanjutnya *fg planner* memasukan *sales order* ke dalam *process order* di sistem via SAP.
3. Oleh *scheduler*, *process order* tersebut direlease dan dicetak sebagai *shopfloor paper* dan diberikan kepada *Production* untuk diproduksi. Bersamaan dengan itu *scheduler* juga mengeluarkan *transfer order* untuk meminta *raw material* sesuai dengan yang dibutuhkan oleh *shopfloor paper*.

4. *Shopfloor paper* diterima oleh *production* yang selanjutnya membuat jadwal urutan produksi. *Shopfloor paper* diberikan ke Personil di *dispensing* untuk ditimbang, disusun dan disiapkan materialnya sesuai kuantitas yang tertera di *shopfloor*.
5. *Warehouse*; setelah menerima *transfer order* dari *scheduler*, mengirimkan *raw material* ke *dispensing* sesuai dengan jumlah dan urutan *transfer order*.
6. Apabila sudah siap maka *shopfloor paper* tersebut diserahkan kembali ke *production* bersamaan dengan pengiriman *raw material* yang telah disiapkan.
7. *Production* selesai memproduksi selanjutnya mengirimkan *finish good* ke *warehouse*.
8. Pada saatnya, ketika waktu *delivery date* tiba maka *warehouse* akan mengirimkan produk tersebut ke *customer* sesuai *sales order* yang diterima.

Lay Out Bangunan Powder plant, Warehouse & Dispensing

Lokasi bangunan *powder plant*, *warehouse* dan *dispensing* adalah saling berdekatan. Transportasi *raw material* antar bangunan menggunakan alat kendaraan *forklift*. Berikut adalah lay out lokasi ketiga bangunan tersebut.

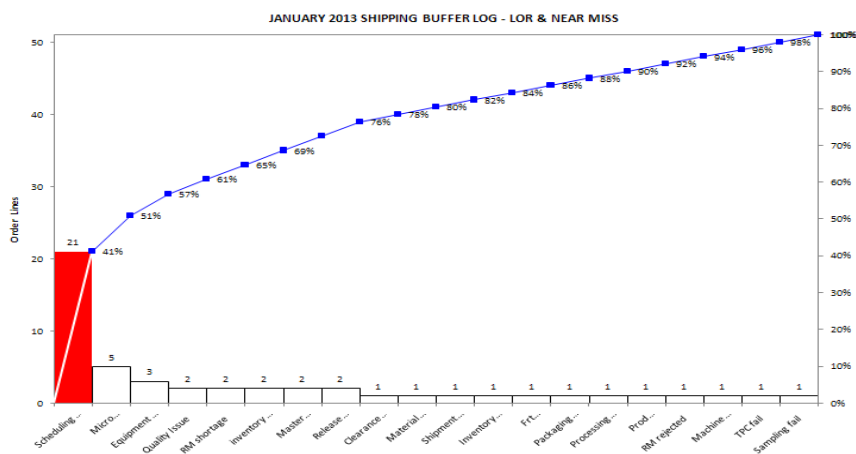


Gambar 4.2 Denah gedung dispensing, *powder plant* dan *warehouse*

4.2. Data Kondisi Saat ini

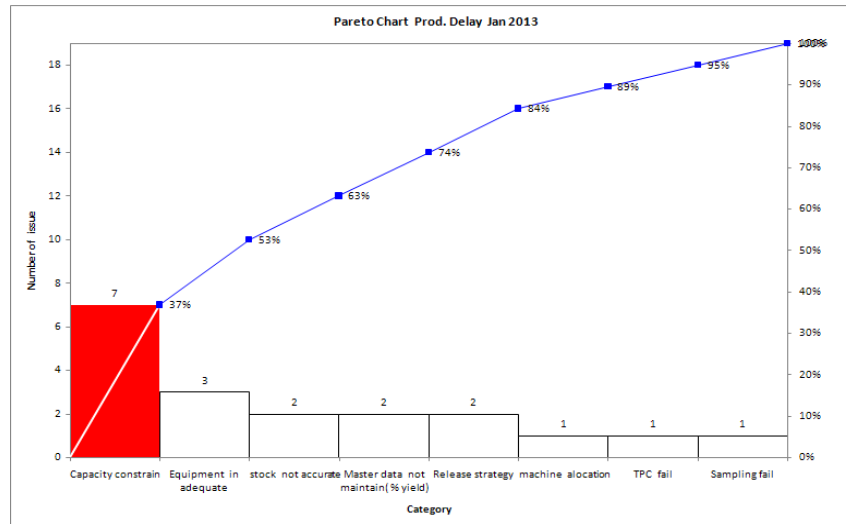
Data Pareto pada bulan Januari 2013

Di bawah ini merupakan gambar diagram pareto analisis yang diambil dari hasil *meeting capacity buffer* pada bulan januari 2013. Diagram ini dibuat oleh customer service manager.



Gambar 4.3 Diagram pareto tentang shipping buffer capacity

Lalu dari diagram pareto yang berasal dari *customer service manager* diterjemahkan lagi oleh *production manager* berdasarkan apa yang menjadi akar permasalahan di area produksi. Dari hasil pencarian akar permasalahan didapat data dan dibuat diagram paretonya adalah sebagai berikut:



Gambar 4.4 Diagram pareto production delay januari 2013

Dari diagram pareto analisis tersebut menunjukkan bahwa *capacity constrain* merupakan faktor penyebab yang paling dominan pada departemen produksi *powder plant*. Maka selanjutnya adalah mencari tahu apakah penyebab dari *capacity constrain* di atas.

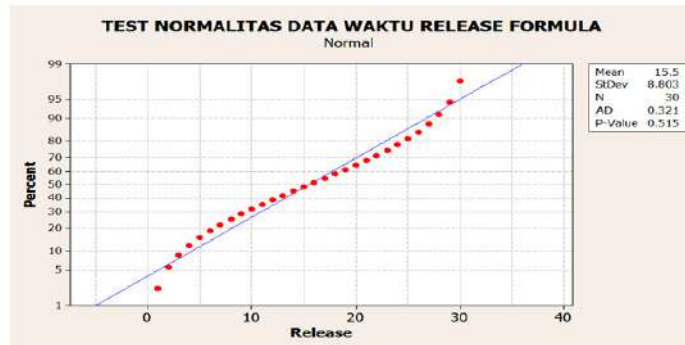
Data Analisa Aliran Informasi & Aliran Fisik di Dispensing

- a. **Data Hasil Pengukuran waktu yang diperlukan untuk merelease Formula**

Tabel 4.1. Hasil pengukuran waktu untuk release Formula

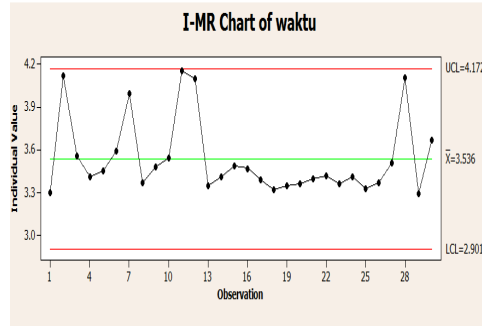
RELEASE	TIME (menit)	RELEASE	TIME (menit)	RELEASE	TIME (menit)
1	3.30	11	4.16	21	3.40
2	4.12	12	4.10	22	3.42
3	3.56	13	3.35	23	3.36
4	3.41	14	3.41	24	3.41
5	3.45	15	3.49	25	3.33
6	3.59	16	3.47	26	3.37
7	4.00	17	3.39	27	3.51
8	3.37	18	3.32	28	3.41
9	3.48	19	3.35	29	3.29
10	3.54	20	3.36	30	3.67

Dari uji normalitas pada data di atas adalah:



Gambar 4.5 Uji normalitas pada data waktu Release.

Dengan tingkat kepercayaan 95% maka di dapat Pvalue > 0.05 , sehingga data dikatakan terdistribusi normal. Sedangkan untuk uji keseragaman data waktu release formula adalah sebagai berikut:



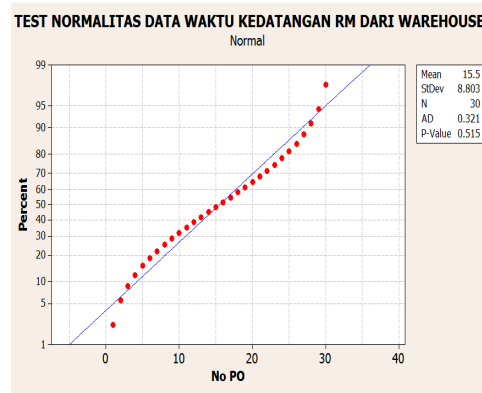
Gambar 4.6 Uji keseragaman data pada waktu release formula

b. Data waktu kedatangan raw material dari warehouse

Tabel 4.2 Hasil waktu pengukuran kedatangan RM dari warehouse

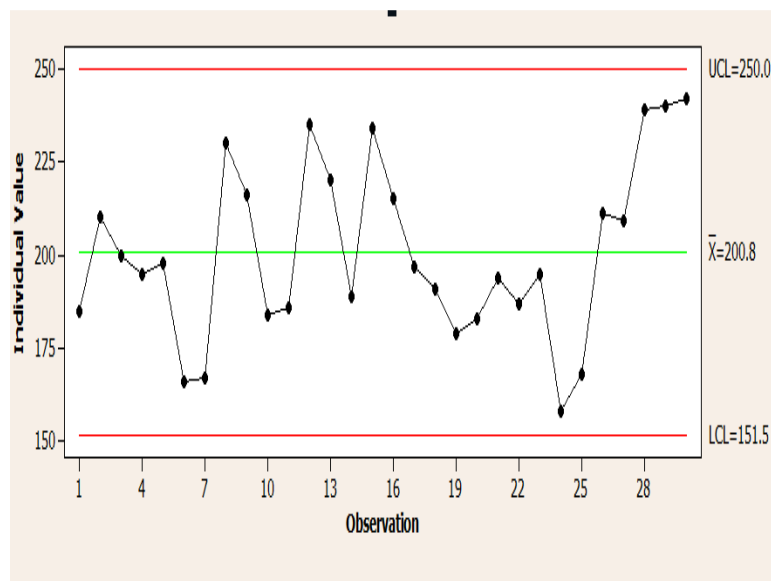
No. PO	Waktu (menit)	No. PO	Waktu (menit)
1	145	16	215
2	210	17	197
3	200	18	191
4	195	19	179
5	198	20	183
6	166	21	194
7	167	22	187
8	230	23	195
9	216	24	158
10	184	25	168
11	186	26	211
12	235	27	209
13	220	28	239
14	189	29	240
15	234	30	242

Sementara hasil uji normalitas data adalah sebagai berikut:



Gambar 4.7. Uji normalitas waktu kedatangan RM dari *warehouse*

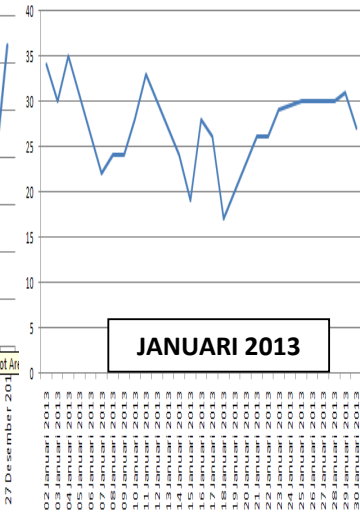
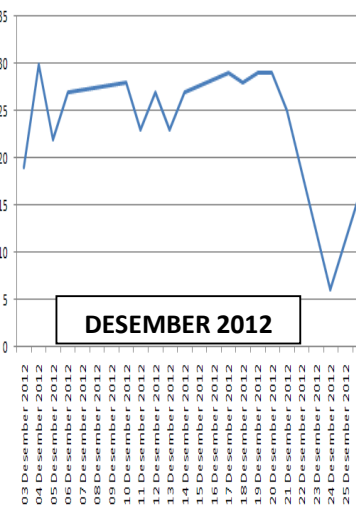
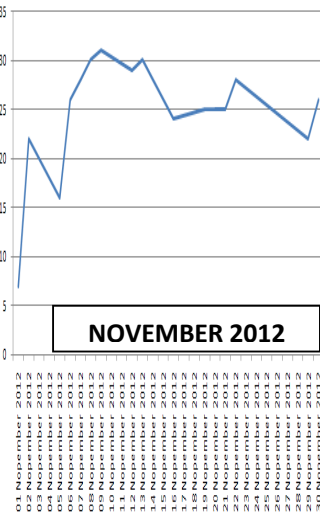
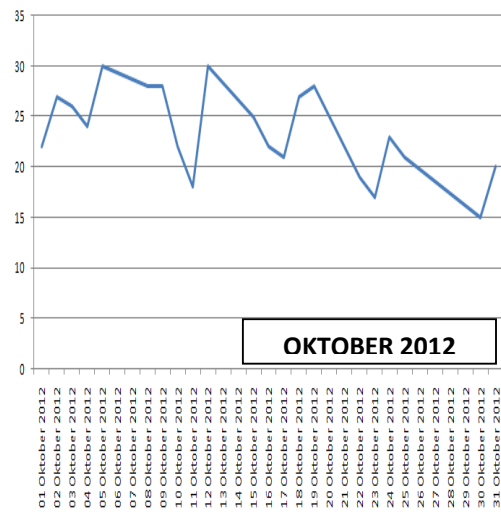
Sementara uji keragamannya adalah sebagai berikut:



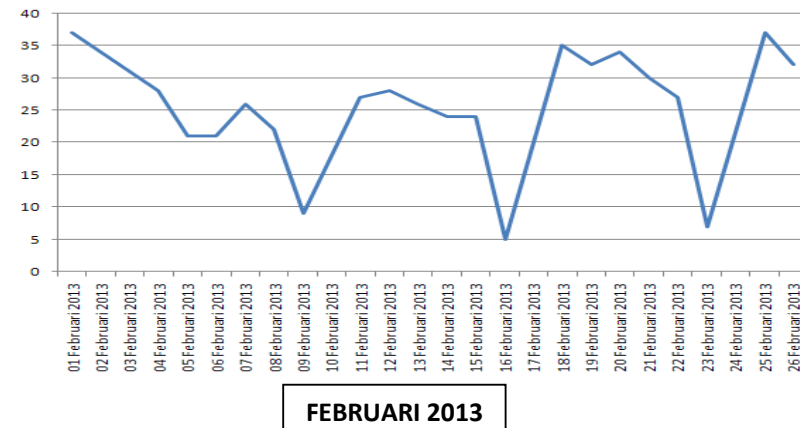
Gambar 4.8 Uji keseragaman data kedatangan RM dari *warehouse*

Grafik perbandingan hasil prepare di Dispensing

JUMLAH BATCH



JUMLAH BATCH



4.3. Identifikasi Waste

Proses identifikasi *waste* dilakukan dengan menggunakan *waste assessment model*. Pengumpulan data dilakukan dengan cara penyebaran kuesioner dengan bagian terkait dalam proses di dispensing. Pengambilan data dengan cara penyebaran kuesioner bertujuan untuk mendapatkan bobot *waste* yang terkait dengan proses yang terkait dengan dispensing. Pengisian kuesioner melibatkan 5 karyawan setara supervisor yang sudah memahami proses di masing masing departemen yang mempunyai hubungan proses dengan dispensing yaitu 2 orang dari produksi, 2 orang dari warehouse dan 1 orang dari Dispensing.

Seven Waste Relationship

Tabel berikut adalah ringkasan hasil dari skor dan tingkat keterkaitan antar waste pada proses di Dispensing.

Tabel 4.3 Tabulasi Keterkaitan antar Waste Dispensing

No.	Tipe Pertanyaan	Skor	Tingkat keterkaitan
1.	O_I	14	E
2.	O_D	11	I
3.	O_M	12	I
4.	O_T	8	O
5.	O_W	16	E
6.	I_O	12	I
7.	I_D	13	E
8.	I_M	12	I
9.	I_T	11	I
10.	D_O	8	O
11.	D_I	11	I
12.	D_M	8	O
13.	D_T	10	I
14.	D_W	6	O
15.	M_I	12	I
16.	M_D	10	I
17.	M_P	14	E
18.	M_W	13	E
19.	T_O	10	I
20.	T_I	12	I
21.	T_D	11	I
22.	T_M	12	I
23.	T_W	12	I
24.	P_O	8	O

No.	Tipe Pertanyaan	Skor	Tingkat keterkaitan
25.	P_I	11	I
26.	P_D	10	I
27.	P_M	10	I
28.	P_W	10	I
29.	W_O	6	O
30.	W_I	8	O
31.	W_D	8	O

Waste Relation Matrix (WRM)

Berdasarkan hasil perhitungan keterkaitan waste pada tabel 4.1 di atas, maka dapat dibuat *Waste Relation Matrix (WRM)* proses di dispensing sebagai berikut:

WASTE RELATION MATRIX

FT	O	I	D	M	T	P	W
O	A	E	I	I	O	X	E
I	I	A	E	I	I	X	X
D	O	I	A	O	I	X	O
M	X	I	I	A	X	E	E
T	I	I	I	I	A	X	I
P	O	I	I	I	X	A	I
W	O	O	O	X	X	X	A

Sumber data diolah

Gambar 4.10 *Waste Relationship Matrix (WRM)* dispensing

Untuk penyederhanaan matrix maka dikonversikan ke dalam bentuk prosentase. WRM dikonversikan ke dalam angka dengan acuan A= 10; E= 8; I= 6; O= 4; U= 2; X= 0. Berikut adalah *waste matrix value* untuk proses di dispensing.

Tabel 4.4 *Waste Matrix Value* dispensing

FT	O	I	D	M	T	P	W	Skor	%
O	10	8	6	6	4	0	8	42	16.8
I	6	10	8	6	6	0	0	36	14.4
D	4	6	10	4	6	0	4	34	13.6
M	0	6	6	10	0	8	8	38	15.2
T	6	6	6	6	10	0	6	40	16
P	4	6	6	6	0	10	6	38	15.2
W	4	4	4	0	0	0	10	22	8.8
Skor	34	46	46	38	26	18	42	250	100
%	13.6	18.4	18.4	15.2	10.4	7.2	16.8	100	

*Keterangan A: 10, E: 8, I: 6, O: 4, U: 2 dan X: 0

Waste Assesment Questionnaire (WAQ)

Pengukuran peringkat waste mengikuti 8 langkah berikut.

1. Mengelompokan dan menghitung jumlah pertanyaan kuesioner berdasarkan jenis pertanyaan. Berikut tabel 4.5 merupakan hasil pengelompokan dan perhitungan jenis pertanyaan.

Tabel 4.5 Pengelompokan Jenis Pertanyaan

No.	Jenis pertanyaan (i)	Total (Ni)
1.	From Overproduction	5
2.	From Inventory	6
3.	From Defects	7
4.	From Motion	9
5.	From Transportation	3
6.	From Process	12
7.	From waiting	4
8.	To Defects	5
9.	To Motions	8
10.	To Transportation	4
11.	To Waiting	5
	Jumlah Pertanyaan	68

Sumber diolah

2. Memberikan bobot untuk tiap pertanyaan kuisisioner berdasarkan WRM. Detail tabulasi dapat dilihat pada lampiran 8. Berikut tabel 4.6 adalah ringkasan dari bobot awal kuesioner.

Tabel 4.6 Bobot awal Pertanyaan kuesioner berdasarkan WRM

No.	Aspek Pertanyaan	Jenis Pertanyaan (i)							
			O	I	D	M	T	P	W
1.	Man	To motion	6	6	4	10	6	6	0
2.		From motion	0	6	6	10	0	8	8
3.		From defects	4	6	10	4	6	0	4
4.		From motion	0	6	6	10	0	8	8
5.		From motion	0	6	6	10	0	8	8
6.		From defects	4	6	10	4	6	0	4
....									
65.	Method	From defects	4	6	10	4	6	0	4
66.		From process	4	6	6	6	0	10	6
67.		To defects	6	8	10	6	6	6	4
68.		From process	4	6	6	6	0	10	6
Total Skor			330	414	434	424	276	300	340

Sumber diolah

3. Menghilangkan efek dari variasi jumlah pertanyaan untuk tiap jenis pertanyaan.
4. Menghitung jumlah skor dan frekuensi dari tiap kolom jenis waste. Hasil bobot pertanyaan setelah dibagi Ni beserta hasil jumlah skor dan frekuensi

selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 9. Berikut tabel 4.7 adalah ringkasan bobot pertanyaan setelah dibagi Ni (jumlah skor & frekuensi).

Tabel 4.7 Bobot Pertanyaan dibagi Ni & jumlah Skor (Sj) & Frekuensi (Fj)

No	Aspek pertanyaan	Jenis Pertanyaan (i)	Ni	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	8	0.75	0.75	0.5	1.25	0.75	0.75	0
2.		From motion	9	0	0.67	0.67	1.11	0	0.89	0.89
3.		From defects	7	0.57	0.86	1.43	0.57	0.86	0	0.57
4.		From motion	9	0	0.67	0.67	1.11	0	0.89	0.89
5.		From motion	9	0	0.67	0.67	1.11	0	0.89	0.89
6.		From defects	7	0.57	0.86	1.43	0.57	0.86	0	0.57
...										
65.	Method	From defect	7	0.57	0.86	1.43	0.57	0.86	0	0.57
66.		From process	12	0.33	0.5	0.5	0.5	0	0.83	0.5
67.		To defect	5	1.2	1.6	2	1.2	1.2	1.2	0.8
68.		From process	12	0.33	0.5	0.5	0.5	0	0.83	0.5
Skor (Sj)				57.95	66.07	68.52	61.98	51.76	33.72	52.25
Frekuensi (Fj)				59	63	68	60	43	39	50

Sumber data diolah

- Memasukkan nilai dari hasil kuisioner (1,0,5 atau 0) ke dalam tiap bobot nilai di tabel dengan cara mengalikannya.
- Menghitung total skor dan frekuensi untuk tiap nilai bobot pada kolom *waste*.

Hasil penilaian kuesioner selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 7. Rata rata hasil penilaian kuesioner dikalikan dengan bobot nilai. Rekap hasil ini dapat dilihat pada lampiran 10. Berikut tabel 4.8 ringkasan perhitungan bobot dikali dengan hasil penilaian kuesioner beserta perhitungan jumlah skor dan frekuensi

Tabel 4.8 Perkalian antara bobot dengan hasil penilaian kuesioner dan jumlah skor (sj) & frekuensi (fj)

No.	Aspek pertanyaan	Jenis Pertanyaan	Rata rata	Nilai bobot untuk tiap waste (Wj,k)						
				Wo,k	Wi,k	Wd,k	Wm,k	Wt,k	Wp,k	Ww,k
1	Man	To motion	0.4	0.3	0.3	0.2	0.5	0.3	0.3	0
2		From motion	0	0	0	0	0	0	0	0
3		From defects	0.5	0.28	0.43	0.71	0.28	0.43	0	0.28
4		From motion	0.4	0	0.27	0.27	0.44	0	0.36	0.36
5		From motion	0.2	0	0.13	0.13	0.22	0	0.18	0.18
....										
65	Method	From defects	0.1	0.06	0.09	0.14	0.06	0.09	0	0.06
66		From process	0.2	0.07	0.1	0.1	0.1	0	0.17	0.1
67		To Defects	0.3	0.36	0.48	0.6	0.36	0.36	0.36	0.24
68		From process	0.5	0.16	0.25	0.25	0.25	0	0.41	0.25
Skor (Sj)				20.63	23.92	24.23	20.7	20.09	10.28	17.79
Frekuensi (Fj)				54	57	62	55	39	34	45

7. Menghitung indikator awal untuk tiap waste (Yj).
8. Menghitung nilai final waste factor (Yj_{final})

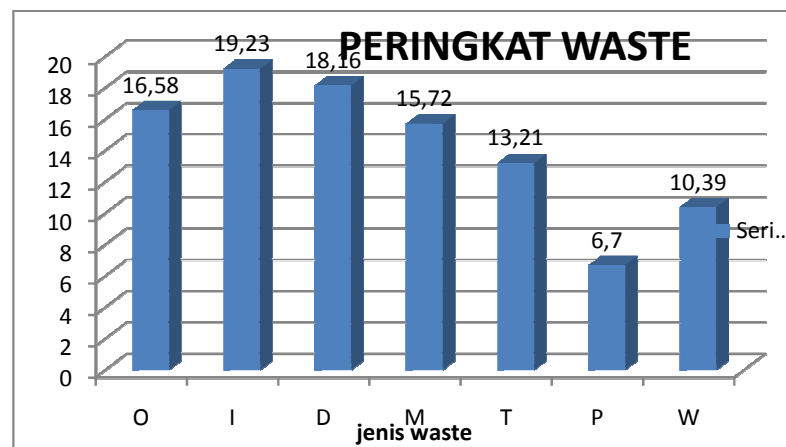
Hasil perhitungan akhir *waste assessment* dapat dilihat pada tabel 4.9 berikut ini.

Tabel 4.9 Hasil perhitungan *waste assessment*

	O	I	D	M	T	P	W
Skor (Yj)	0.32	0.32	0.32	0.3	0.35	0.27	0.31
Pj faktor	228.48	264.96	250.24	231.04	166.4	109.4	147.84
Hasil akhir (Yj final)	73.11	84.79	80.08	69.31	58.24	29.55	45.83
Hasil akhir (%)	16.58	19.23	18.16	15.72	13.21	6.70	10.39
Rangking	3	1	2	4	5	7	6

Sumber data diolah

Berdasarkan tabel perhitungan di atas maka pada gambar 4.11 dapat dilihat peringkat *waste* dalam bentuk grafik sebagai berikut:



Gambar 4.11 Grafik peringkat hasil perhitungan *Waste Assesment*

Hasil di atas merupakan indikasi awal dari *waste* yang akan dieliminasi.

4.4. *Process Activity Mapping* (PAM)

Untuk pembuatan *Process Activity Mapping* ini tahapannya adalah sebagai berikut:

1. Mencatat semua aktivitas yang dilakukan dalam proses di dispensing.
2. Mengklasifikasikan aktivitas tersebut ke dalam aktivitas Operation (O), Transport (T), Inspection (I), Storage (S), Delay (D) dengan pendefinisian sebagai berikut:
 - a. Operation adalah aktivitas yang memberi nilai tambah dan memiliki biaya.
 - b. Transport adalah aktivitas perpindahan atau pergerakan RM pada saat prepare.
 - c. Inspection adalah aktivitas pengecekan kuantitas atau kualitas dari RM.
 - d. Delay & Storage adalah aktivitas menunggu atau tanpa aktivitas.
3. Menambahkan informasi untuk proses analisa selanjutnya.
4. Menganalisa proporsi aktivitas yang tergolong value added, non value added, Non value added but necessary.

Pengumpulan dan Pengukuran Data PAM

Pengumpulan dan pengukuran data dilakukan dengan wawancara, observasi dan pengukuran langsung dengan menggunakan *stopwatch time study*. Sedangkan waktu proses dihitung dengan satuan detik. Berikut adalah activity process mapping di dispensing.

Tabel 4.10 *Process Activity Mapping* di dispensing

No	Kode	Aktivitas	Alat bantu	Jarak (m)	Waktu (detik)	Jumlah manpower	Aktivitas					VA/NVA/NNVA
							O	T	I	S	D	
1.	A1	Release SFP	PC	-	198	1a	O					VA
2.	A2	Ambil SFP dari Powder plant	-	75	147	1b		T				NNVA
3.	A3	Menunggu RM dari warehouse		101	11974	1c					D	NVA
4.	A4	Memeriksa RM dari Warehouse		-	76.2	1c			I			NVA
5.	A5	Memindahkan RM dari penerimaan ke lokasi bin	lorry	16	59.4	1c				S		NNVA
6.	A6	Mempersiapkan aktivitas penimbangan	Timbangan	-	58.8	1b					D	NNVA
7.	A7	Mempersiapkan pallet utk material	lorry	-	177.6	1c					D	NNVA
8.	A8	Memberi identitas pada pallet	spidol	-	29.4	1c	O					NNVA
9.	A9	Memberi identitas pada packaging	spidol		29.4	1b	O					VA
10.	A10	Mengambil material dari lokasi	lorry	8.4	216.6	1c		T				VA
11.	A11	Membuka Raw material	pisau	-	10.8	1b	O					VA
12.	A12	Menimbang Raw material sesuai SFP	Timbangan - pisau	-	23.4	1b	O					VA
13.	A13	Mengembalikan RM kembali ke lokasi	lorry	8.4	227	1c				S		NNVA
14.	A14	Menempatkan RM yg ditimbang ke pallet	-	3.5	8	1b		T				VA
15.	A15	Menyusun RM yg tdk ditimbang ke pallet	-	2	67.8	1c		T				NVA
16.	A16	Antar SFP yg sdh selesai ke Powder Plant	-	75	148.2	1b		T				NNVA
17.	A17	Suplai RM yg telah ditimbang ke Powder plant	Forklift	75	133.2	1d		T				VA

Berdasarkan PAM di dispensing maka dapat dibuatkan tabulasi ringkasan perhitungan dan prosentase PAM pada tabel 4.11 sebagai berikut:

Tabel 4.11 Ringkasan Perhitungan dan Prosentase PAM di dispensing

DISPENSING		
AKTIVITAS	JUMLAH	WAKTU (DETIK)
OPERATION	5	291
TRANSPORT	6	720.8
INSPECTION	1	76.2
STORAGE	2	286.4
DELAY	3	12210.4
TOTAL	17	13584.8

Klasifikasi	Jumlah	Waktu (detik)
VA	7	619.4
NVA	3	12118
NNVA	7	847.4
TOTAL	17	13584.8
VALUE RATIO	0.046	

Value Ratio adalah nilai perbandingan antara aktivitas yang memberikan nilai tambah dengan keseluruhan aktivitas. Berdasarkan hasil di atas maka *value ratio* untuk proses aktivitas di dispensing sebesar 0.046 atau 4.6%.

4.5. Akar penyebab pemborosan

Berdasarkan pengamatan dan hasil perhitungan dari *waste assessment model* menunjukkan bahwa pada proses di dispensing terdapat tiga pemborosan dominan yang berhasil teridentifikasi, yaitu: inventori, *defect* dan *over production*. Kemudian berdasarkan hasil perhitungan *process activity mapping* didapatkan hasil yang menyatakan bahwa waktu yang berkaitan dengan proses di dispensing sebagian besar (89.2%) terjadi karena adanya aktivitas transport dan aktivitas *delay* (menunggu) dari lima aktivitas yang dikelompokkan.

Atas dasar temuan di atas, maka apabila dihubungkan hasil temuan perhitungan *waste assessment model* dengan *process activity mapping* serta dilakukannya *waste root cause* (akar penyebab pemborosan) dengan metode 5 why didapat sebagai berikut:

Tabel 4.12 Tabel analisa akar penyebab pemborosan dengan metode 5 why

No.	Metode waste assessmet model	Metode process activity mapping	Why - 1	Jawaban
1.	Inventory	Delay - Transport	Mengapa terjadi inventori yang tinggi ?.	Karena pekerja sering meminta rm tambahan dari gudang walaupun ada stock rm di dispensing
2.	Defect	Delay - Transport	Mengapa terjadi defect yang tinggi?.	Karena RM mengalami over shelf life
3.	Over production	Delay -Transport	Mengapa terjadi over production yang tinggi?.	Karena terjadi aktivitas prepare yang berulang pada suatu rm di suatu formula
No.	Metode waste assessmet model	Metode process activity mapping	Why - 2	Jawaban
1.	Inventory	Delay-Transport	Mengapa pekerja meminta rm tambahan dari gudang?.	Karena sering tidak menemukan rm yg dibutuhkan di lokasi seharusnya.
2.	Defect	Delay-Transport	Mengapa rm sering mengalami over shelf life?.	Karena rm tersebut sulit ditemukan pada saat dibutuhkan.
3.	Over production	Delay-Transport	Mengapa terjadi aktivitas prepare berulang di dispensing?.	Karena penempatan hasil prepare yang belum selesai, tidak tersedia. Sehingga pada saat dibutuhkan sering tidak ditemukan.
No.	Metode waste assessmet model	Metode process activity mapping	Why - 3	jawaban
1.	Inventory	Delay-Transport	Mengapa rm yg dibutuhkan tidak ditemukan di lokasi seharusnya?.	Karena pekerja sering menempatkan rm di lokasi sementara dan kadang lupa untuk menempatkan kembali ke lokasi seharusnya.
2.	Defect	Delay-Transport	Mengapa rm tersebut sulit ditemukan pada saat dibutuhkan?.	Karena lokasinya tdk sesuai antara aktual dengan yang di sistem.
3.	Over production	Delay-Transport	Mengapa penempatan hasil prepare yang belum siap, tidak tersedia?.	Karena selain lokasinya terbatas, juga terlalu banyak inventori yang menutupi akses penyimpanan. (selesai)

No.	Metode waste assessmet model	Metode process activity mapping	Why - 4	jawaban
1.	Inventory	Delay-Transport	Mengapa pekerja sering menempatkan rm di lokasi sementara?.	Karena selain rak yang penuh juga pekerja kesulitan mendapatkan akses untuk menempatkan ke lokasi yang sesuai di sistem.
2.	Defect	Delay-Transport	Mengapa penempatan rm tersebut tidak sesuai dengan yang di sistem?.	Karena selain rak yang penuh, juga pekerja kesulitan mendapatkan akses untuk menempatkan ke lokasi yang sesuai di sistem.
3.	Over production	Delay-Transport	Selesai	Selesai
No.	Metode waste assessmet model	Metode process activity mapping	Why - 5	jawaban
1.	Inventory	Delay-Transport	Selesai	Selesai
2.	Defect	Delay-Transport	Selesai	Selesai
3.	Over production	Delay-Transport	selesai	Selesai

Analisa 5 *why* di atas diambil dari hubungan keterkaitan antar pemborosan, yaitu: hubungan antara inventori dengan transportasi (I_T), hubungan antara defect dengan transportasi (D_T) dan hubungan antara over production dengan transportasi (O_T). Dari hasil analisa 5 *why* tersebut semua jawaban secara tak langsung merujuk pada masalah keterbatasan lokasi dan kesulitan akses untuk melakukan penempatan material secara benar.

BAB V

PEMBAHASAN

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi pemborosan, mengurangi pemborosan dan membuat perbaikan sehingga dapat meningkatkan produktivitas di dispensing.

5.1. Temuan utama

a. Aliran informasi dan material pada proses produksi powder plant (gambar 4.1)

Pengeluaran transfer order dilakukan di departemen powder plant bersamaan dengan pencetakan shopfloor paper. Pada saat transfer order tercetak di warehouse, *shopfloor paper* secara manual diberikan ke bagian dispensing yang berjarak 75 meter. Sementara itu di warehouse, *transfer order* yang tercetak tidak memiliki nomer urutan keluar berdasarkan urutan *process order* yang tercantum di *shopfloor paper*. Sehingga pelayanan dari warehouse tidak melihat dari urutan process order melainkan kemudahan mereka mengambil *raw material* untuk kemudian dikirim ke dispensing.

b. Lay out gedung powder plant, warehouse dan dispensing

Berdasarkan gambar 4.2, *raw material* dikirim dari warehouse ke dispensing. Sementara itu dari dispensing, hasil preparasi dikirim via *forklift* menuju powder plant. Dan hasil produksi dari powder plant dikirim ke warehouse. Alat transportasi yang digunakan untuk mengirim *raw material* dari warehouse ke dispensing adalah *forklift* sejumlah 1 unit. Sedangkan dari dispensing ke powder plant atau dari powder plant ke warehouse juga

menggunakan *forklift* sejumlah 1 unit. Jadi departemen *powder plant* hanya mempunyai *forklift* sebanyak 1 unit untuk melayani transportasi dari dispensing ke *powder plant* dan dari *powder plant* ke *warehouse*. Tidak hanya itu, *forklift* ini juga dipakai oleh dispensing untuk menaikkan atau menurunkan *raw material* dari rak penyimpanan. Juga *forklift* ini digunakan untuk memindahkan *raw material* di area dispensing.

c. Data pareto pada bulan januari 2013

Berdasarkan data pareto pada gambar 4.3, diperoleh penjelasan bahwa hambatan dalam bidang produksi termasuk dalam salah satu penyebab *delay* pengiriman pada bulan januari 2013 walaupun secara keseluruhan tidak signifikan. Kemudian bila dilihat data pareto pada gambar 4.4, terlihat bahwa *capacity constrain* merupakan salah satu penyebab utama dari *production delay* januari 2013. *Capacity constrain* ini dapat diartikan bahwa pada saat itu, *production delay* lebih disebabkan oleh tidak terpenuhinya kapasitas maksimal dari *powder plant* yang berdasarkan aliran proses; kemampuan terpenuhinya ditentukan oleh kinerja dari dispensing.

d. Data perbandingan output hasil dispensing

Data hasil output dispensing dibagi tiga tahap yaitu: data selama identifikasi masalah, data selama masa ujicoba perbaikan dan data masa setelah penerapan ujicoba perbaikan. Pada masa selama identifikasi masalah, output dari dispensing cenderung di kisaran 15 – 30 formula. Dan selama ujicoba perbaikan output dari dispensing bervariasi di kisaran 18 – 37 formula. Hasil selama ujicoba perbaikan sudah menunjukkan kenaikan namun cenderung tidak stabil dikarenakan memang sedang dalam tahap ujicoba implementasi perbaikan.

e. *Waste assessment model*

Untuk mencari solusi atas masalah yang dihadapi di dispensing maka dilakukan identifikasi pemborosan terlebih dahulu dengan *waste assessment model*. Tahap ini didahului oleh pengisian kuesioner oleh penulis tentang hal keterkaitan antar pemborosan di dispensing. Dengan tipe pertanyaan sebanyak 31 pertanyaan, hasil dari kuesioner ini digunakan untuk pembuatan *waste relationship matrix*. Dari hasil *waste relationship matrix* didapat hasil yaitu: untuk kategori pertanyaan yang diawali oleh “To” diperoleh hasil kategori inventori dan defect yang mempunyai nilai pemborosan tertinggi yakni sebesar 18.4%. Sedangkan untuk kategori “From” diperoleh hasil kategori *over production* yang mempunyai nilai tertinggi yakni sebesar 16.8%.

Selesai tahap *waste relationship matrix*, pengujian pemborosan di dispensing dilanjutkan ke tahap *waste assessment questioner*, dimana dibutuhkan pertanyaan kuesioner sebanyak 68 pertanyaan. Hasil dari rekapitulasi perhitungan *waste assessment model* didapatkan bahwa telah terjadi pemborosan di dispensing dengan urutan pemborosan tertinggi adalah kategori inventori sebesar 19.23%, disusul pemborosan kedua adalah defect sebesar 18.16% dan terakhir adalah pemborosan pada kategori *over production* sebesar 16.58%.

f. *Process activity mapping*

Pada proses di dispensing telah dihitung bahwa jumlah aktivitas yang berkaitan dengan proses di dispensing sebanyak 17 aktivitas utama. Lalu aktivitas aktivitas ini dihitung lama prosesnya dengan menggunakan stopwatch time study. Masing masing aktivitas diambil sebanyak 30 kali penghitungan dan selanjutnya di uji dengan uji normalitas dan keseragaman data. Dari hasil ringkasan perhitungan dan prosentasi *process activity mapping* didapatkan bahwa aktivitas yang paling banyak membutuhkan waktu adalah aktivitas *delay* selama 12210.4 detik. Sedangkan untuk *value ratio* didapatkan hasil sebesar 0.046 atau 4.6 %.

5.2. Kajian temuan utama

a. Aliran informasi dan material pada proses produksi powder plant (gambar 4.1)

Pada saat karyawan *warehouse* melayani pengiriman *raw material* sesuai *transfer order*; mereka tidak dapat melihat urutan *transfer order* berdasarkan *process order* mana yang seharusnya lebih dulu dilayani (*First in, first served*). Sehingga pada saat *raw material* datang ke dispensing, *raw material* tersebut tidak sesuai dengan apa yang dibutuhkan pada saat itu. Hal tersebut adalah merupakan salah satu penyebab tingginya inventori di dispensing dikarenakan *raw material* yang belum saatnya dibutuhkan sudah datang terlebih dahulu dibandingkan dengan yang saat itu benar benar dibutuhkan. Dan itu merupakan pemborosan inventori yang tentunya akan berakibat terhadap timbulnya pemborosan lain seperti pemborosan transportasi, waktu menunggu dan defect atau reject material.

b. Lay out gedung powder plant, warehouse dan dispensing

Terlihat bahwa letak gedung *powder plant*, *warehouse* dan dispensing memiliki aliran yang tidak searah sehingga akan banyak menghabiskan waktu dalam hal transportasi. Selain itu, alat transportasi yang digunakan yakni *forklift* hanya mempunyai 1 unit. Sehingga waktu untuk aktivitas transportasi membutuhkan waktu cukup lama. Semua itu tentu dapat menimbulkan pemborosan dalam hal transportasi yang juga dapat menimbulkan pemborosan lain seperti pemborosan inventori, pemborosan waktu menunggu dan pemborosan gerakan yang tidak diperlukan.

c. Data delay pengiriman dalam bentuk pareto pada bulan januari 2013

Data delay pengiriman dalam bentuk pareto pada bulan januari 2013, merupakan data pada hasil laporan *meeting shipping buffer* selama bulan januari

2013. Data ini, menguatkan alasan bahwa kapasitas produksi yang tidak maksimal adalah merupakan salah satu penyebab delay pengiriman. Di sisi lain, pada masa bulan januari ini diadakan ujicoba perbaikan di bagian dispensing, dimana output dari dispensing ini menentukan kapasitas produksi dari powder plant.

d. Data perbandingan output hasil dispensing

Pada bulan oktober 2012, november 2012 dan desember 2012 merupakan bulan dimana peneliti memulai identifikasi masalah yang terjadi di dispensing. Pada bulan bulan ini, output dari dispensing sangat jauh di bawah target. Pada bulan januari 2013 dan pebruari 2013, hasil output dari dispensing menunjukkan adanya perbaikan walaupun belum stabil dan cenderung di bawah target. Pada masa ini, mulai diimplementasikan atau diujicoba tahapan tahapan usulan perbaikan.

e. *Waste assessment model*

Hasil dari *waste relation matrix* menjelaskan bahwa ada hubungan pemborosan antara *over production* dengan inventori dan *defect*. Dimana dengan adanya *over production* dapat mengakibatkan pemborosan lain, yaitu inventori dan *defect*. Hal ini dimungkinkan karena *over production* dapat menyebabkan aliran material menjadi tidak lancar dan cenderung menghambat kualitas dan produktivitas (*Hines and Rich, 1997*). Memproduksi lebih banyak barang sedangkan barang tersebut belum dibutuhkan dalam waktu dekat akan menciptakan kelebihan inventori sementara. Pada saat material hasil *over production* tersimpan agak lama dan mengalami berbagai pemindahan (karena memang tidak memiliki tempat) maka ada kemungkinan barang tersebut mengalami *defect* (rusak akibat seringnya pemindahan) (*Imai, 1997*). Pada kasus di dispensing yang dimaksud dengan *over production* adalah membuat preparasi berlebih. Preparasi berlebih ini disebabkan kondisi preparasi yang belum lengkap karena ada *raw material* yang masih menunggu. Sehingga dengan adanya

preparasi yang berlebih tapi belum bisa diproduksi akan mengakibatkan tumpukan inventori yang berlebih. Kemudian dikarenakan tempat dispensing yang terbatas maka tumpukan preparasi ini sering mengalami pemindahan. Dan pada akhirnya, karena terlalu sering mengalami pemindahan maka ada beberapa material yang mengalami kerusakan.

Hasil *waste assessment model* menunjukkan bahwa terjadi pemborosan cukup dominan di kategori inventori, disusul oleh *defect* dan yang terakhir adalah *over production*. Hasil ini masih sama dengan *waste relation matrix*, sehingga masalahnya adalah sama.

f. *Process activity mapping*

Hasil dari analisa *process activity mapping* menunjukkan faktor *delay* yang disebabkan oleh transportasi *raw material* dari *warehouse* merupakan faktor yang paling banyak menghabiskan waktu. Penanganan material secara berulang ulang dan pergerakan material yang berlebihan adalah penyebab utama terjadinya kerusakan material. Sehingga hal ini merupakan bukti bahwa transportasi merupakan penyebab utama timbulnya pemborosan lain seperti *defect* dan menunggu (*Hines & Rich, 1997*).

Delay karena Transportasi, di dispensing telah menimbulkan efek pemborosan lain seperti pemborosan *defect*, inventori dan *over production*. Sehingga transportasi ini perlu dipilah pilah untuk dicari yang mana yang termasuk aktivitas *non value added*. Penyebab timbulnya delay transportasi yang berlebih adalah aliran material dari powder plant ke dispensing dan powder plant ke *warehouse*.

5.3. Perbandingan dengan kajian terdahulu

Beberapa penelitian sebelumnya yang hampir sama dengan penelitian ini sudah banyak dilakukan. Untuk melihat persamaan dan perbedaan, maka pada pembahasan ini akan dibandingkan.

1. Penelitian Rawabdeh (2005)

Tabel 5.1 hasil penelitian Rawabdeh

No.	Item	Penelitian Rawabdeh	Penelitian ini
1.	Industri	Furniture	Food flavor
	Tujuan	Eliminasi waste	Eliminasi waste
	Rank waste	1. Motion 20.9%	1. Inventori 19.23%
		2. Defect 20.5%	2. Defect 18.16%
		3. Process 14.2%	3. Over production 16.58%

Pada penelitian Rawabdeh, metode yang digunakan adalah metode waste assessment model pada industri furniture. Hasil yang didapatkan dapat dilihat pada tabel di atas.

2. Penelitian Goriwondo (2011)

Tabel 5.2 hasil penelitian Goriwondo

No.	Item	Penelitian Goriwondo	Penelitian ini
1.	Industri	Food Manufacturing	Food flavor
	Tujuan	Eliminasi waste	Eliminasi waste
	Rank waste	1. Defect 25.1%	1. Inventori 19.23%
		2. Inventori 19.7%	2. Defect 18.16%
		3. Motion 15.1%	3. Over production 16.58%

Pada penelitian Goriwondo, metode yang digunakan adalah process activity mapping pada industri pangan. Hasil yang didapatkan dapat dilihat pada tabel di atas.

3. Penelitian Namrouty et al (2013)

Tabel 5.3 hasil penelitian Namrouty

No.	Item	Penelitian Goriwondo	Penelitian ini
1.	Industri	Manufacturing firms	Food flavor
	Tujuan	Eliminasi waste	Eliminasi waste
	Rank waste	1. Defect 20.4%	1. Inventori 19.23%
		2. Motion 17.3%	2. Defect 18.16%
		3. Waiting 14.3%	3. Over production 16.58%

Pada penelitian Namrouty, metode yang digunakan adalah waste assessment model pada industri manufacturing. Hasil yang didapatkan dapat dilihat pada tabel di atas.

5.4. Implikasi temuan dan pemanfaatannya bagi industry

5.4.1. Implikasi temuan

Pada penelitian ini yaitu konsep eliminasi pemborosan dengan analisa pemborosan ditemukan banyak hal. Dari pengamatan terhadap aliran informasi dan aliran fisik, proses aktivitas *release shopfloor paper* dan aktivitas proses di dispensing, dapat dilihat bahwa ternyata berdasarkan konsep *waste assessment model* didapatkan pemborosan terhadap inventori menempati urutan pertama. Sedangkan berdasarkan konsep *process activity mapping* didapatkan bahwa faktor *delay* karena transportasi merupakan faktor yang paling banyak menghabiskan waktu proses.

Jadi implikasi dari temuan ini adalah dalam upaya mengeliminasi pemborosan pada proses di dispensing, agar lebih fokus untuk mengurangi pada faktor inventori dan transportasi. Karena dalam *lean manufacturing*, kedua proses tersebut apabila berlebihan maka akan menyebabkan bertambahnya kegiatan yang tidak bernilai tambah bagi pelanggan.

Saran dan masukan yang perlu disampaikan kepada perusahaan terkait dengan temuan di atas:

- a. Perlunya diadakan training tentang pemahaman konsep pemborosan dan identifikasi mengenai segala kegiatan yang tidak bernilai tambah bagi pelanggan.
- b. Perusahaan harus mulai memberikan pendidikan tentang bagaimana bekerja sekaligus menganalisa suatu kegiatan yang tidak bernilai tambah di area kerjanya masing masing departemen dan sekaligus melakukan suatu perbaikan proses di masing masing departemen.
- c. Perlu dilakukannya pemotongan dan perbaikan tahapan proses dalam proses di dispensing sehingga proses menjadi lebih ringkas.

5.4.2. Manfaat temuan bagi perusahaan

Proses produksi PT. IFF sangat kompleks dan panjang, sehingga tidak menutup kemungkinan terdapat pemborosan pada setiap prosesnya. Penelitian yang dilakukan pada salah satu bagian kecil proses yang ada dalam perusahaan berhasil menemukan 3 pemborosan yang dominan, serta ditambah 1 kegiatan yang tidak bernilai tambah yang dominan. Manfaat dari temuan ini adalah perusahaan dapat melakukan perbaikan dengan melihat prioritas utama terhadap pemborosan yang dominan sehingga akan mendapatkan dampak manfaat yang cepat dan maksimal dalam jangka pendek. Dengan fokus pada perbaikan temuan utama pada pemborosan maka sejalan dengan proses, terjadi perubahan pada proses yang sebelumnya memerlukan waktu proses yang panjang menjadi lebih pendek. Sehingga dengan proses yang lebih pendek mengakibatkan proses berikutnya lebih berjalan cepat. Dengan proses berjalan cepat memungkinkan output proses bertambah jumlahnya dengan waktu proses yang sama. Dengan demikian proses secara keseluruhan dikatakan meningkat dan efisien. Peningkatan ini dapat disebut sebagai produktivitas yang naik dan pada akhirnya dapat menekan biaya produksi sehingga keuntungan akan meningkat.

5.5. Usulan rancangan perbaikan

Pendekatan konsep eliminasi pemborosan dapat meningkatkan kegiatan yang bernilai tambah. Sehingga untuk meningkatkan kegiatan bernilai tambah, usulan perbaikan yang berdasarkan pengurangan tahapan proses yang tidak bernilai tambah berdasarkan masalah, data, dan analisa data yang terkait dengan proses di dispensing. Disamping itu berdasarkan hasil dari analisa akar masalah (tabel 4.12) maka rancangan perbaikan yang diusulkan adalah sebagai berikut:

1. Re-lokasi Dispensing

Ada 3 masalah yang menjadi penyebab pemborosan di dispensing, yaitu inventori, defect dan over production yang berkaitan dengan *delay* - transportasi. Bila dilihat pada analisa penyebab akar masalah, pada jawaban terakhir dikatakan bahwa faktor lokasi yang terbatas dan sudah tidak sesuai dengan jumlah inventori yang diterima (lihat pada bab 4, tabel 4.10). maka dapat dijelaskan bahwa inventori yang semakin meningkat dikarenakan perubahan pola formula baru yang menggunakan banyak raw material sehingga mengakibatkan bertambahnya rak yang dibutuhkan untuk menampung inventori tersebut. Dengan semakin menumpuknya raw material sehingga banyak raw material yang mengalami kerusakan dikarenakan perpindahan yang terlalu sering, tidak terkontrolnya umur raw material dan raw material menempati lokasi yang tidak sesuai di sistem sehingga sulit ditemukan pada saat dibutuhkan. Akibat lebih lanjut adalah banyak hasil preparasi mengalami kondisi menunggu untuk suatu raw material yang pada saat itu mengalami masalah di atas.

Atas dasar kondisi di atas, maka penulis mengusulkan untuk pemindahan unit dispensing menjadi di bawah departemen gudang. Hal ini didasari alasan sebagai berikut:

- a. Dengan di bawah manajemen gudang, diharapkan inventori tidak perlu mengalami perpindahan yang berulang ulang. Inventori yang dibutuhkan saja yang mengalami perpindahan dan penimbangan. Sementara untuk raw material yang dibutuhkan secara *full pack* dapat langsung dikirim ke powder plant untuk langsung diproses.

- b. Dapat menghilangkan transportasi yang tidak diperlukan dari warehouse ke dispensing lalu ke powder plant. Sehingga proses preparasi dan produksi lebih cepat.
- c. Dengan pengetahuan manajemen inventori yang lebih baik maka departemen gudang dapat mengelola inventori sehingga tidak lagi ditemukan kondisi inventori yang sudah rusak baik fisik maupun kualitasnya.

Keuntungan nyata dari perbaikan re-lokasi perpindahan lokasi dispensing ke departemen gudang adalah:

1. Hilangnya transportasi suplai raw material dengan jarak 104 meter (1 hari maksimal suplai 10 kali) sehingga transportasi forklift pulang – pergi menempuh jarak = $20 \times 104 \text{ meter} = \mathbf{2080 \text{ meter}}$. Sedangkan bila dispensing berada di departemen gudang, raw material yang akan ditimbang cukup di simpan di rak dispensing dengan maksimal kuantiti sebesar 25 kg. dan untuk material yang memerlukan *full packed* bisa langsung dikirim ke *powder plant*.
2. Kualitas material tetap terjaga karena transportasi yang pendek dan terhindar dari pencahayaan langsung matahari atau kehujanan.

2. Re lay out alur proses kerja di dispensing

Pada tahap ini dilakukan perbaikan pada alur dan metode kerja pada proses di dispensing. Perbaikan ini bertujuan untuk menyederhanakan proses guna menaikkan output hasil preparasi. Perbaikan perbaikan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

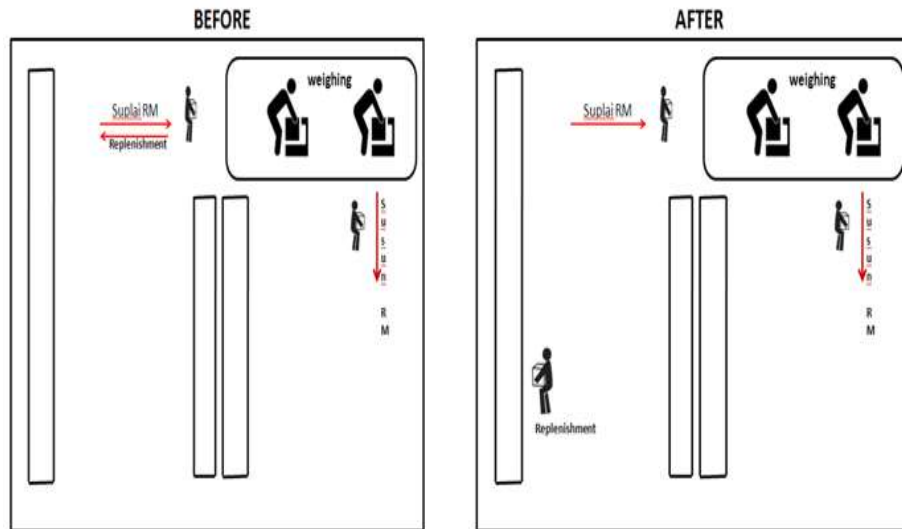
- a. Membuat lokasi penimbangan terbebas dari material atau alat yang tidak bergerak, tidak sedang dipakai atau sengaja disimpan sementara di lokasi penimbangan. Dengan kondisi ini, para karyawan diharapkan dapat fokus dan leluasa dalam melakukan penimbangan sehingga proses penimbangan

berjalan cepat. Gambar 5.1 merupakan perbedaan kondisi tempat penimbangan sebelum dan sesudah perbaikan.



Gambar 5.1 Kondisi kerja pada area penimbangan

- b. Pembagian tugas karyawan per shift diisi oleh 2 orang karyawan tetap dibantu dengan 3 orang karyawan kontrak. Khusus di pagi hari, ada tambahan 1 karyawan yang bertugas sebagai replenishment dan control material yang datang dari warehouse. Secara detail kerja sekaligus alur proses dapat dilihat pada penjelasan sebagai berikut: 2 orang karyawan tetap bertindak sebagai penimbang, 1 orang karyawan kontrak bertindak sebagai penyuplai material dari lokasi pengambilan material ke tempat penimbangan, 1 orang karyawan kontrak kedua sebagai pembawa sekaligus penyusun material yang sudah ditimbang dan 1 orang karyawan kontrak ketiga bertugas menyiapkan pallet, peralatan untuk keperluan menimbang sekaligus memindahkan hasil preparasi berdasarkan nomor urut formula sesuai jadwal produksi. Target yang diberikan kepada kedua orang karyawan tetap sebagai penimbang adalah minimal 8 formula per orang. Sehingga bila ada 2 shift maka minimal hasil preparasi adalah 32 formula. Berikut adalah gambar lay out usulan perbaikan:



Gambar 5.2 Usulan perbaikan tentang alur proses kerja di dispensing

3. Menurunkan lead time dengan pengelolaan inventori

Usulan perbaikan ke 3 adalah menurunkan lead time dengan menurunkan inventori. Pemborosan inventori terjadi bila ada kelebihan (*excess*) atau kekurangan inventori. Pemborosan inventori juga termasuk masalah kesalahan penyimpanan inventori tersebut (Yavuz, 2012). Berkaitan dengan referensi di atas maka beberapa usulan perbaikan untuk menurunkan pemborosan inventori di dispensing adalah:

- a. Menyesuaikan kembali kuantiti material di sistem SAP untuk masalah *replenishment* material pada kategori *fix bin* dan *non fix bin*. Dengan penyesuaian ini diharapkan apabila terjadi *replenishment* suatu material di *SAP* maka *replenishment* tersebut dibuat seminimal mungkin.
- b. Pengaturan rak dan identifikasi rak secara jelas berdasarkan lokasi di sistem *SAP* dimana sudah diperhitungkan berdasarkan data, mana yang bersifat *fast moving item* dan *slow moving item*.



Gambar 5.3 Lokasi atau rak teridentifikasi dengan jelas

- c. Pengkondisian *ground floor* di bawah rak agar selalu kosong sehingga bila ada karyawan mencari atau mengembalikan material ke lokasi asalnya tidak menemui hambatan, juga bila ada forklift yang akan menaikkan maupun menurunkan barang tidak menemui kesulitan.



Gambar 5.4 Kondisi ground floor selalu kosong

5.6. Keterbatasan penelitian

Beberapa keterbatasan dalam melakukan penelitian dan penyusunan tesis ini di antaranya:

1. Definisi dispensing pada teori warehousing secara umum sulit untuk mencari padanannya sehingga pada saat melakukan justifikasi, kemungkinan ada variabel yang terlewatkan sehingga mengurangi ketajaman analisis.
2. Adanya keterbatasan pengetahuan responden tentang pemahaman lean manufacturing, khususnya di lean warehousing, menyebabkan pengisian kuesioner harus didampingi oleh peneliti. Seiring dengan itu, terbatasnya jumlah responden yang memiliki kriteria untuk dijadikan responden, mengakibatkan jumlah responden yang memenuhi syarat hanya sedikit.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan identifikasi pemborosan, pengurangan pemborosan dan perbaikan kerja sehingga dapat menaikkan produktivitas di dispensing. Metode yang digunakan untuk identifikasi pemborosan adalah dengan metode *waste assessment model*, sedangkan untuk mengidentifikasi suatu aktivitas yang bernilai tambah adalah dengan metode *process activity mapping*.

6.1. Kesimpulan

Pada penelitian ini berhasil mengidentifikasi tiga pemborosan yang dominan terkait proses di dispensing, yaitu: inventori (19.23%), *defect* (18.16%) dan *over production* (16.58%). Kemudian dari analisa *process activity mapping*, didapatkan aktivitas yang memerlukan waktu proses terlama adalah *delay-transportasi* sebesar 12210.4 detik atau 89.9% dari total waktu aktivitas di dispensing. Kemudian pengelompokkan aktivitas berdasarkan nilai tambah, didapatkan bahwa aktivitas yang termasuk *value added* sebesar 4.56%, *necessary but non value added* sebesar 6.24% dan *non value added* sebesar 89.2%. Rekomendasi untuk mengurangi pemborosan yang ada pada proses di dispensing adalah: re-lokasi dispensing ke department gudang, re-layout alur proses kerja dispensing dan penurunan lead time preparasi dengan pengelolaan inventori.

Beberapa kesimpulan yang dapat disampaikan adalah:

1. Pada proses di dispensing banyak terjadi pemborosan, yaitu 3 pemborosan utama adalah inventori, *defect* dan *over production*.

2. Penyebab pemborosan pemborosan tersebut adalah:
- a. Inventori; dikarenakan suplai material dari gudang yang tidak sesuai dengan apa yang dibutuhkan oleh dispensing pada saat itu. Disamping juga adanya ketidak sesuaian *replenishment* pada beberapa material di dispensing sehingga permintaan inventori berlebih.
 - b. *Defect*; disebabkan oleh transportasi yang berlebihan. Juga disebabkan oleh inventori berlebih di dispensing sehingga pengawasan material menjadi berkurang dan pada akhirnya material menjadi lebih pendek *shelf life*-nya.
 - c. *Over production*; dengan adanya kendala material yang sering tidak lengkap pada saat dibutuhkan menyebabkan dispensing mempunyai hasil preparasi yang berlebih tapi tidak bisa dipakai karena adanya material yang tidak lengkap.
3. Rekomendasi perbaikan atas pemborosan tersebut adalah:
- a. Re-lokasi dispensing ke tempat departemen gudang sehingga suplai material lebih dekat, pengelolaan inventori lebih baik dan dapat menghemat biaya transportasi dengan menghilangkan transportasi dari gudang ke dispensing atau dari gudang ke powder plant.
 - b. Re-lay out proses di dispensing dengan memperbaiki area bagian penimbangan agar lebih leluasa dalam hal penimbangan dan menambah karyawan kontrak untuk melakukan kegiatan *replenishment* agar material selalu terkontrol baik dari segi kualitas maupun kuantitas bila dibandingkan dengan sistem di SAP.
 - c. Menurunkan *lead time* preparasi dengan cara pengelolaan inventori; dimana untuk mengelola inventori diperlukan perubahan dalam sistem SAP mengenai jumlah *replenishment* material sehingga apabila terjadi *replenishment* maka jumlah material yang direplenish sesuai dengan kebutuhan atau tidak berlebih. Cara selanjutnya adalah membuat rak yang mudah dijangkau atau ditemukan sehingga bila ada karyawan yang bertugas mengambil atau mengembalikan material tidak mengalami kesulitan sehingga selalu mengembalikan ke tempat yang sesuai dengan lokasinya di sistem SAP.

Ketiga rekomendasi perbaikan di atas ada sebagian telah diaplikasikan pada bulan februari 2013 tapi ada juga yang sedang dalam tahap perencanaan oleh manajemen perusahaan seperti pemindahan lokasi dispensing ke bagian departemen gudang.

6.2. Saran

Dengan banyaknya keterbatasan penulis dalam penelitian ini, dalam melakukan identifikasi pemborosan, penulis menggunakan cara yang sudah diteliti sebelumnya. Bagi peneliti selanjutnya yang ingin meneliti tentang pemborosan di area gudang sebaiknya dapat melakukan identifikasi jenis gudangnya terlebih dahulu dan untuk mendapatkan informasi yang detail mengenai laju alir material dan fisik sebaiknya menggunakan konsep *value stream mapping* yang digambarkan dalam *big picture mapping*. Dalam hal, responden untuk kuesioner disarankan memperhatikan latar belakang responden; minimal responden yang digunakan dalam penelitian yang berhubungan dengan *lean* konsep adalah responden yang sudah pernah mempelajari tentang *lean manufacturing*. Hal ini sangat mempengaruhi tentang cara pandang responden ini tentang konsep *lean*.

DAFTAR PUSTAKA

1. Abdul Talib Bon, A. g. (2011). Just in time approach in inventory management. *2nd International Conference on Business and Economic research*. Johor: 2nd ICBER 2011.
2. Amr Mahfouz, J. C. (2011). Integrating current state and future state value stream mapping with discrete event simulation : A lean distribution case study. *The Third International Conference on Advances in System Simulation* (pp. 169 - 176). Dublin: Dublin institute of Technology.
3. Ariani, D. W. (2004). Yogyakarta: Penerbit Andi.
4. Fred J. R. *Motion & time study for lean manufacturing*. Prentice Hall.
5. Gergova, I. (2012). *Warehouse improvement with lean 5S - A case study of Ulstein Verft AS*. Molde.
6. Girish C. Pude, P. G. (2012). Application of process activity mapping for waste reduction : a case study in foundry industri. *International Journal of Modern Engineering Research (IJMER)* , 3482 - 3496.
7. Goriwondo, W. M. (2011). Use of the value stream mapping tools for waste reduction in manufacturing . *International Conference on Industrial Engineering and Operation Management*. Zimbabwe.
8. Ibon S. (2008). An evaluation of the value stream mapping tool. *Business process management* , 39-52.
9. Iftikar Z., Sitalaksana, R. A. (1979). *Teknik tata cara kerja*. Bandung: Jurusan Teknik Industri, ITB.
10. Kulatunga, D. & Dharmaputra (2011). New strategy for warehouse optimization - lean warehousing. *International Conference on Industrial Engineering & Operation Management*. Kuala lumpur.
11. Mariagrazia Dotoli, G. P. (2012). A lean warehousing approach using unified modelling language and value stream mapping: a case study. *9th International conference of modelling, optimization and simulation - MOSIM'12*. Bordeaux.
12. Mpwanya, M. F. (2005). *Inventory management as a determinant for improvement of customer service*. University of Pretoria.

13. Prakash D., C. T. (2011). Research Results on the Japanese Approach to Supply Chain. *European Journal of Business and Management* , 12.
14. Rawabdeh, I. A. (2005). A model for the assessment of waste in job shop environment. *International journal of operation & production management* , 25.
15. Rich, P. h. (1997). The seven value stream mapping tools. *International journal of operations & Production Management* , 46 - 64.
16. Schnabel, J. A. (2010). Productivity, exchange rates and competitive advantage. *International journal of commerce and management* , 41 - 48.
17. Sobanski, E. b. (2009). *Assessing lean warehousing development and validation of a lean assessment tool*. Stillwater: The Oklahoma State University.
18. Ulla lehtinen, M. T. (2002). The lean concept in the food industry: a case study of contract a manufacturer. *The fifth international conference on chain management in agribisnis and the food indusrty*. Noordwijk.
19. V. Ramesh, K. S. (2008). Implementation of a lean model for caryying out value stream mapping in a manufacturing industry. *Journal of industrial and system engineering* , 180 - 196.
20. Yu, M. (2008). *Enhancing Warehouse Performance by Efficient*. Rotterdam: Erasmus Research Institute of Management (ERIM) RSM Erasmus University / Erasmus School of Economics, Erasmus University Rotterdam.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

I. Data Pribadi

Nama : Andi Turseno
Nim : 55310120024
Tempat & Tgl. Lahir : Jakarta, 21 Mei 1976
Jenis Kelamin : Laki laki
Agama : Islam
Alamat Rumah : Griya Metro 2 blok E5 / 9 Pekayon Jaya, Bekasi Selatan, Bekasi - Jawa Barat
Telp./HP/Faks. : (021) 82423715 / 081318964335
Alamat e-mail : Andi.turseno@yahoo.co.id

II. Riwayat Pendidikan

a. Pendidikan Formal

1994 - 2001 : Program Sarjana (S-1), Institut Teknologi Indonesia
1992 - 1994 : SMAN 50, Jakarta Timur
1992 - 1990 : SMPN 149, Jakarta Timur
1990 - 1985 : SDN 28 pagi, Jakarta Timur

b. Pendidikan informal

Juli 2013 : Internal Auditor SMK3, Neville & Clark, Jakarta
Desember 2012 : Lean manufacturing & Value stream mapping (VSM), Indonesian Production & Operation Management Society (IPOMS) - Bogor
Maret 2012 : Six Sigma Greenbelt Certification, UMB, Jakarta
Juli 2012 : Six Sigma Basic, UMB, Jakarta
Mei 2010 : Pembinaan petugas K3 kimia, Disnakertrans DKI, Bogor
Maret 2010 : Chemical Material Handling, HIPERKES DKI,

	Jakarta
Maret 2010	: Leading & Driving Management skill, IFF Global, Jakarta
Januari 2009	: Internal auditor for Integrated Management System, Neville & Clark, Jakarta
November 2008	: Understanding ISO 22000 – 2005, SAI Global, Jakarta
Maret 2008	: Food Safety Management System, SAI Global, Jakarta
Maret 2008	: Halal Assurance System Management, LPPOM MUI, Jakarta
Desember 2007	: Sistem Manajemen K3, Disnakertrans DKI, Jakarta
Juni 2007	: Understanding GMP & HACCP, Neville & Clark, Jakarta
Agustus 2006	: Safety in laboratory, PT. Merck, Jakarta
Maret 2006	: ISO 22000 – 2005 & HACCP, Neville & Clark, Jakarta
Desember 2006	: Internal auditor Halal, LP POM MUI, Jakarta
November 2005	: First Aid & OHSAS, PMI DKI, Jakarta

III. Pengalaman kerja

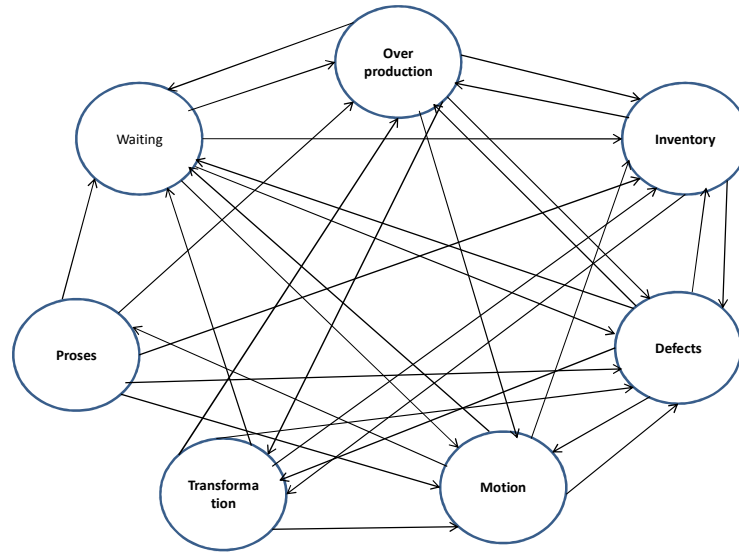
Juni 2002 - Juli 2004	: Production Supervisor di PT. Indosentra Pelangi
Juli 2004 - sekarang	: Production Supervisor di PT. Essence Indonesia

IV. Pengalaman Organisasi

2004 - sekarang	: Sebagai anggota DKM di masjid Baitul Hikmah PT. Essence Indonesia
-----------------	---

Lampiran 1

Hubungan keterkaitan antar waste



Gambar 1. Keterkaitan antar pemborosan

Lampiran 2

Tabel 1. Lembar hubungan antar pemborosan

KATEGORI OVERPRODUCTION

No.	KODE	PENJELASAN
1	O_I	Overproduction menghabiskan & memerlukan sejumlah besar raw material menyebabkan kita harus membuat stock raw material dan memproduksi WIP yg akan menghabiskan tempat dan disebut sebagai bentuk sementara dari inventory yg tidak mempunyai pelanggan.
2.	O_D	Ketika operator memproduksi berlebih, mereka menyadari bahwa kualitas produk mereka akan berkurang, karena mereka berpikir bahwa akan ada cukup material yg akan menggantikan material tersebut bila terjadi defect.
3.	O_M	Overproduction menyebabkan suatu sikap yg bersifat non ergonomic, yg menyebabkan dilakukannya metode kerja yg tidak standar dimana akan ada suatu gerakan yg tidak bernilai tambah.
4.	O_T	Overproduction menyebabkan suatu usaha transportasi yg tinggi untuk mengikuti aliran material yg berlebih.
5.	O_W	Ketika produksi berlebih, sumber daya akan lebih banyak terpakai lebih lama sehingga customer lain akan menunggu dan akan membentuk antrian yg lebih besar.

KATEGORI INVENTORY

No.	KODE	PENJELASAN
6.	I_O	Semakin tinggi level raw material yg disimpan dapat menyebabkan pekerja bekerja lebih sejalan dengan peningkatan keuntungan perusahaan.
7.	I_D	Peningkatan inventory (RM,WIP & FG) akan meningkatkan kemungkinan defect disebabkan kurang peduli dan kondisi penyimpanan yg tidak sesuai.
8.	I_M	Peningkatan inventory akan menyebabkan meningkatnya waktu untuk mencari, memilih, membungkus, mengambil, memindahkan, dan menangani.
9.	I_T	Peningkatan inventory kadangkala menutupi sudut sudut ruangan yg membuat aktifitas pekerja dihabiskan lebih banyak untuk memindahkan inventory tersebut.

KATEGORI DEFECTS

No.	KODE	PENJELASAN
10.	D_O	Sikap overproduction muncul untuk memperbaiki kekurangan material yang berhubungan dengan defect.
11.	D_I	Memproduksi barang yang defect yang harus dirework berarti meningkatkan level level wip yang ada dalam bentuk inventory.
12.	D_M	Memproduksi defect meningkatkan waktu untuk mencari, memilih dan memeriksa material, belum lagi rework memerlukan training skill yang tinggi.
13.	D_T	Memindahkan barang yang defect ke tempat rework akan meningkatkan intensitas transportasi sebagai contoh aktifitas transportasi yang tidak bernilai tambah.
14.	D_W	Rework akan menempati suatu area sehingga barang yang baru akan menunggu untuk diproses selanjutnya.

KATEGORI MOTION

No.	KODE	PENJELASAN
15.	M_I	Metode kerja yang tidak standar menyebabkan WIP yang lebih banyak.
16.	M_D	Kurang training dan standarisasi menyebabkan persentase defect akan meningkat.
17.	M_P	Bila suatu pekerjaan tidak terstandarisasi, proses pemborosan akan meningkat sehubungan dengan pemahaman kapasitas teknologi yang tersedia.
18.	M_W	Bila standar tidak ditentukan waktu akan dihabiskan untuk mencari, membolak balik, memindahkan, membuat yang akan menghasilkan peningkatan material dalam daftar material yang menunggu.

KATEGORI TRANSPORTASI

No.	KODE	PENJELASAN
19.	T_O	Item yang diproduksi lebih dibutuhkan berdasarkan kapasitas sistem handling untuk meminimalkan biaya transportasi per unit.
20.	T_I	Jumlah alat handling material yang tidak cukup menyebabkan meningkatnya inventory yang dapat menyebabkan efek pada proses lain.
21.	T_D	MHE memegang peranan dalam transportasi waste. MHE yang tidak sesuai, kadang kala dapat merusak beberapa item yang pada akhirnya menjadi defect.
22.	T_M	Ketika item item dipindahkan ke tempat lain, ini berarti kemungkinan besar gerakan waste ditimbulkan oleh penanganan ganda dan pencarian.
23.	T_W	Bila MHE tidak mencukupi, ini berarti bahwa item akan tetap menjadi masalah menunggu untuk dipindahkan.

KATEGORI PROSES

No.	KODE	PENJELASAN
24.	P_O	Untuk mengurangi biaya operasional per mesin waktu, mesin dipaksa beroperasi secara penuh, yang akhirnya menghasilkan overproduction.
25.	P_I	Gabungan operasi dalam satu sel akan menghasilkan secara langsung pengurangan jumlah WIP karena menghilangkan buffer.
26.	P_D	Bila mesin tidak dirawat semestinya maka defect akan terproduksi.
27.	P_M	Proses dari teknologi baru yang kurang pelatihan menciptakan pemborosan pada gerakan pekerja.
28.	P_W	Ketika teknologi digunakan tidak sesuai, waktu set up dan pengulangan downtime akan menyebabkan waktu tunggu yang lebih lama.

KATEGORI WAITING

No.	KODE	PENJELASAN
29.	W_O	Ketika suatu mesin menunggu karena supplier melayani pelanggan lain, mesin ini mungkin kadangkala dipaksa untuk berproduksi berlebih, tetap menjaga beroperasi
30.	W_I	Menunggu berarti lebih dari yang dibutuhkan pada suatu titik tertentu, baik RM, WIP atau FG.
31.	W_O	Menunggu dapat menyebabkan defects sehubungan dengan kondisi yang tidak sesuai.

Lampiran 3

Tabel 2. Kriteria untuk pembobotan kekuatan hubungan antar pemborosan

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

Lampiran 4

Jawaban & skor keterkaitan antar waste

PERTANYAAN		1		2		3		4		5		6		TOTAL
NO.	HUBUNGAN	JAWABAN	BOBOT	JAWABAN	BOBOT	JAWABAN	BOBOT	JAWABAN	BOBOT	JAWABAN	BOBOT	JAWABAN	BOBOT	SKOR
1	O_I	a	4	a	2	b	2	a	2	g	4	c	0	14
2	O_D	c	1	a	2	b	2	a	2	d	2	b	2	11
3	O_M	c	1	c	0	a	4	a	2	c	1	a	4	12
4	O_T	c	1	c	0	a	4	c	0	c	1	b	2	8
5	O_W	b	2	a	2	a	4	a	2	e	2	a	4	16
6	I_O	b	2	c	0	a	4	a	2	g	4	c	0	12
7	I_D	b	2	a	2	a	4	b	1	d	2	b	2	13
8	I_M	a	4	a	2	b	2	a	2	e	2	c	0	12
9	I_T	a	4	a	2	c	0	c	0	c	1	a	4	11
10	D_O	b	2	c	0	b	2	a	2	d	2	c	0	8
11	D_I	a	4	a	2	c	0	b	1	d	2	b	2	11
12	D_M	b	2	a	2	c	0	c	0	g	4	c	0	8
13	D_T	a	4	a	2	b	2	c	0	f	2	c	0	10
14	D_W	b	2	a	2	c	0	c	0	e	2	c	0	6
15	M_I	a	4	c	0	a	4	b	1	b	1	b	2	12
16	M_D	a	4	c	0	b	2	a	2	d	2	c	0	10
17	M_P	a	4	a	2	b	2	a	2	e	2	b	2	14
18	M_W	a	4	a	2	c	0	b	1	e	2	a	4	13
19	T_O	b	2	b	1	a	4	c	0	c	1	b	2	10
20	T_I	b	2	a	2	a	4	b	1	b	1	b	2	12
21	T_D	a	4	c	0	a	4	b	1	e	2	c	0	11
22	T_M	a	4	a	2	c	0	b	1	c	1	a	4	12
23	T_W	b	2	a	2	b	2	c	0	e	2	a	4	12
24	P_O	c	1	a	2	b	2	a	2	b	1	c	0	8
25	P_I	a	4	a	2	b	2	a	2	b	1	c	0	11
26	P_D	c	1	a	2	b	2	a	2	a	1	b	2	10
27	P_M	c	1	a	2	b	2	c	0	c	1	a	4	10
28	P_W	c	1	a	2	b	2	c	0	b	1	a	4	10
29	W_O	b	2	a	2	c	0	b	1	b	1	c	0	6
30	W_I	b	2	a	2	c	0	b	1	b	1	b	2	8
31	W_D	c	1	a	2	b	2	b	1	d	2	c	0	8

Lampiran 5

**TABEL KONVERSI RENTANG SKOR KETERKAITAN
ANTAR WASTE**

RANGE	TYPE OF RELATIONSHIP	SYMBOL
17 to 20	Absolutely Necessary	A
13 to 16	Especially Important	E
9 to 12	Important	I
5 to 8	Ordinary Closeness	O
1 to 4	Unimportant	U

TABEL WASTE RELATIONSHIP MATRIX

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

WASTE RELATION MATRIX

F/T	O	I	D	M	T	P	W	SCORE	%
O	10	8	6	6	4	0	8	42	16,8
I	6	10	8	6	6	0	0	36	14,4
D	4	6	10	4	6	0	4	34	13,6
M	0	6	6	10	0	8	8	38	15,2
T	6	6	6	6	10	0	6	40	16
P	4	6	6	6	0	10	6	38	15,2
W	4	4	4	0	0	0	10	22	8,8
SCORE	34	46	46	38	26	18	42	250	100
%	13,6	18,4	18,4	15,2	10,4	7,2	16,8	100	

Based on A:10, E:8, I:6, O:4, U:2, X:0

Lampiran 6



SURAT PERMOHONAN

Hal : Permohonan pengisian kuesioner

Lampiran :

Yth

Kepala departemen.....

Di tempat

Dengan hormat,

Sehubungan dengan tugas tesis yang saat ini sedang saya kerjakan. Maka dengan ini saya memohon bantuan kepada bapak bapak sebagai kepala departemen untuk mengisi form kuesioner berikut ini.

Kuesioner ini berisi pertanyaan sebanyak 68 pertanyaan yang berhubungan dengan aliran fisik maupun informasi tentang proses yang berkaitan di dispensing.

Besar harapan saya, agar bapak bapak dapat mengisi kuesioner ini sesuai kondisi riil di tempat kerja bapak bapak. Sehingga data data yang didapat merupakan data data yang dapat dipertanggung jawabkan. Dan pada akhirnya dari data data tersebut kita dapat melakukan perbaikan proses.

Terima kasih atas perhatian dan bantuan bapak bapak sekalian. Semoga tesis ini dapat membantu perbaikan kondisi kerja di tempat kita.

Hormat Saya,

Andi Turseno, ST.

KUESIONER MENGUKUR KEMAMPUAN PROSES

PERTANYAAN	JAWABAN		
Kategori 1: Man	YA	kadang	TIDAK
1. Apakah pihak manajemen sering melakukan pemindahan pekerja untuk			
semua pekerjaan (dalam satu departemen) sehingga satu jenis pekerjaan bisa dilakukan oleh semua operator?			
2. Apakah Supervisor / Manager menetapkan standar untuk jumlah waktu dan kualitas produk yang ditargetkan dalam			
produksi?			
3. Apakah pengawasan untuk setiap titik proses sudah cukup?.			
4. Apakah ada langkah positif untuk meningkatkan semangat kerja?.			
5. Apakah ada program pelatihan karyawan baru dan refresh training bagi karyawan lama?.			
6. Apakah pekerja memahami setiap proses dalam pekerjaannya?.			
7. Apakah faktor keselamatan kerja sdh mulai diterapkan dan bermanfaat di tempat kerja?.			
Kategori 2: Material			
8. Apakah lead time proses release shopfloor sampai material datang tersedia untuk mengatur jadwal produksi?.			
Apakah lead time proses keluar TO sampai pengiriman material tersedia untuk mengatur jadwal			
9. produksi?.			
Apakah lead time proses penyiapan material dari shopfloor diterima sampai selesai disiapkan tersedia			
10. untuk			
mengatur jadwal produksi?.			
11. Apakah sudah terdapat prosedur pengecekan akan ketersediaan material sebelum memulai proses Dispensing?.			
12. Apakah sudah ada prosedur pengecekan quality terhadap raw material sebelum memulai proses Dispensing?.			
13. Apakah material dikirim disesuaikan dengan urutan Transfer Order yang diminta?.			
Apakah susunan material yang dikirim, sudah memudahkan bagi karyawan Dispensing untuk			
14. menemukan			

	material yang diinginkan?.			
15.	Apakah seringkali ditemukan jumlah material atau quality tidak sesuai dengan transfer order yang diterima?.			
16.	Apakah lokasi material di dispensing sudah sesuai dan memudahkan untuk ditemukan?.			
17.	Apakah terdapat material yang tidak penting di sekitar tempat penyiapan material?.			
18.	Apakah Compounder sering menunggu kedatangan material untuk disiapkan / disusun ?.			
19.	Apakah material lebih sering dipindahkan daripada yang dibutuhkan?.			
20.	Apakah urutan lokasi material yg siap diproduksi sering dikacaukan dengan material lain?.			
21.	Apakah material dibongkar, dipindahkan dan disusun sering dengan cara manual?.			
22.	Apakah sering melakukan pemindahan wadah untuk proses penyiapan material?.			
23.	Apakah material yang identik disimpan di satu lokasi untuk meminimasi waktu yang dihabiskan dalam proses pencarian?.			
24.	Apakah material dengan cepat dan tepat dapat diidentifikasi melalui bentuk wadah atau label?.			
25.	Apakah anda menyimpan barang yang masih dalam proses untuk diproses kemudian?.			
26.	Apakah anda memesan material dan menyimpannya dalam persediaan, meskipun anda tidak memerlukannya dengan segera?.			
27.	Apakah seringkali quantity dan lokasi material sdh sesuai dengan sistem di SAP ?.			
28.	Apakah anda memiliki tumpukan barang jadi di dalam gudang yang tdk memiliki customer yang dijadwalkan?.			
Kategori 3: Machine				
29.	Apakah alat sdh dikalibrasi secara periodik?.			
30.	Apakah beban kerja alat dapat diprediksi dengan jelas?.			
31.	Apakah kapasitas peralatan material handling cukup untuk mengangkat pekerjaan yang paling berat?.			
32.	Apakah perkakas yang diperlukan sudah tersedia dan cukup untuk tiap proses?.			
33.	Apakah peralatan material handling seringkali menjadi kendala dalam proses?.			

34. Apakah jumlah peralatan handling sudah sesuai dengan tuntutan proses berdasarkan rute, kapasitas dan frekuensi?
35. Apakah jadwal pengecekan alat handling sudah ditetapkan?
36. Apakah Anda memiliki alat handling yang tidak sesuai standard tapi masih digunakan?
37. Jika peralatan material handling digunakan, apakah peralatan tersebut sudah mencukupi tugas yang diperlukan sesuai permintaan & waktu yang telah ditentukan?
38. Apakah peralatan handling sering mengalami kendala mekanis?

39. Apakah luas area kerja tersedia untuk menghindari kemacetan lalu lintas?.
40. Apakah ada sistem prosedur pengambilan material yang baik yang memudahkan kita untuk mencari atau menyimpan material?.
41. Apakah ruang penyimpanan digunakan secara efektif utk penyimpanan dengan bantuan rak dan forklift?.
42. Apakah rak disusun berdasarkan aktifitas dari pergerakan material yg bersifat fast moving atau slow moving?.
43. Apakah jadwal produksi disesuaikan dengan kebutuhan pelanggan (quantity & delivery date)?.
44. Apakah jadwal produksi dikomunikasikan antar departemen sehingga isi jadwal dipahami secara luas?.
45. Sudahkah standar proses dibuat untuk memudahkan loading material ?.
46. Apakah sudah ada sistem Quality Control di dalam perusahaan yang selalu diterapkan?.
47. Apakah pekerjaan dan proses mempunyai waktu standar yang dibentuk menurut kaidah ilmu pengetahuan yang sesuai?.
48. Jika suatu delay ditemukan, apakah delay tersebut dikomunikasikan ke semua departemen?.
49. Apakah untuk produk yang sama di jadwal yang berdekatan diproses bersamaan untuk menghindari pengulangan penyiapan material?.
50. Apakah ada suatu kemungkinan mengkombinasikan langkah tertentu untuk membentuk suatu langkah tunggal?.

51. Apakah ada prosedur inspeksi produk yang dikembalikan?.
52. Apakah data inventory selalu di update dan dijadikan rujukan setiap kali melakukan proses produksi?.
53. Apakah area penyimpanan diberi tanda tanda khusus untuk memudahkan pencarian?.
54. Apakah area gudang digunakan untuk menyimpan material yang seharusnya tidak disimpan?.
55. Apakah ada jadwal tetap untuk membersihkan area proses?.
56. Apakah aliran proses kebanyakan mengalir satu arah?.
57. Apakah prosedur kerja tertulis dan mempunyai tujuan yang jelas dan spesifik?.
58. Apakah ketidakseimbangan kerja dapat diprediksi?.
59. Apakah prosedur kerja yang ada mampu menghilangkan aktivitas yang tidak perlu?.
60. Apakah luas sudut area mencukupi untuk manuver alat handling?.
61. Apakah Anda mempertimbangkan utk meminimasi frekuensi pelayanan dengan menyesuaikan penjadwalan?.
62. Apakah kondisi jadwal yang sering berubah menjadi kendala untuk memberikan pelayanan yang terbaik?.
63. Apakah ada material yang mengalami perlakuan khusus sebelum pengiriman?.
64. Apakah anda harus melakukan suatu tindakan khusus untuk produk yang tidak sesuai dengan yang akan dikirim?.
65. Apakah setiap kali ada masalah pelayanan, selalu dicatat dan dilakukan perbaikan?.
66. Apakah perbaikan proses yang ada bersifat tetap?.
67. Apakah perbaikan proses tersebut sudah memperhitungkan efek terhadap proses selanjutnya?.
68. Apakah perbaikan proses sudah menjadi budaya di lingkungan kerja?.

NAMA RESPONDEN: _____

DEPARTEMEN : _____

Lampiran 7

Rekapan jawaban kuesioner waste assessment question

No.	Aspek dan Daftar Pertanyaan	Jenis Pertanyaan	Kategori	Wh.1	Wh.2	Prod1	Prod2	Disp.2	Rata-rata
			Pertanyaan						
Kategori 1: Man									
1.	Apakah pihak manajemen sering melakukan pemindahan pekerja untuk semua pekerjaan (dalam satu departemen) sehingga satu jenis pekerjaan bisa dilakukan oleh semua operator?	To Motion	A	0,5	0	0,5	1	0	0,4
2.	Apakah Supervisor / Manager menetapkan standar untuk jumlah waktu dan kualitas produk yang ditargetkan dalam produksi?	From Motion	B	0	0	0	0	0	0
3.	Apakah pengawasan untuk setiap titik proses sudah cukup?	From Defects	B	0,5	0	0,5	0,5	1	0,5
4.	Apakah ada langkah positif untuk meningkatkan semangat kerja?	From Motion	B	0	0	0,5	0,5	1	0,4
5.	Apakah ada program pelatihan karyawan baru dan refresh training bagi karyawan lama?	From Motion	B	0	0	1	0	0	0,2
6.	Apakah pekerja memahami setiap proses dalam pekerjaannya?	From Defects	B	0	0	0,5	0	0	0,1
7.	Apakah faktor keselamatan kerja sdh mulai diterapkan dan bermanfaat di tempat kerja?	From Proses	B	0	0	0,5	0,5	0	0,2
Kategori 2: Material									
8.	Apakah lead time proses release shopfloor sampai material datang tersedia untuk mengatur jadwal produksi?	To Waiting	B	0	0	0	0,5	0,5	0,2
9.	Apakah lead time proses keluar TO sampai pengiriman material tersedia untuk mengatur jadwal produksi?	From Waiting	B	0	0	0	0,5	0,5	0,2
10.	Apakah lead time proses penyiapan material dari shopfloor diterima sampai selesai disiapkan tersedia untuk mengatur jadwal produksi?	To Waiting	B	0,5	0	0	0	0,5	0,2
11.	Apakah sudah terdapat prosedur pengecekan akan ketersediaan material sebelum memulai proses Dispensing?	From Inventory	B	0	0	0,5	0	0,5	0,2
12.	Apakah sudah ada prosedur pengecekan quality terhadap raw material sebelum memulai proses Dispensing?	From Defects	B	0	0	0	0,5	0	0,1
13.	Apakah material dikirim disesuaikan dengan urutan Transfer Order yang diminta?	From Transportation	B	1	0	1	0,5	1	0,7
14.	Apakah susunan material yang dikirim, sudah memudahkan bagi karyawan Dispensing untuk menemukan material yang diinginkan?	From Defects	B	0,5	0,5	0,5	1	1	0,7
15.	Apakah seringkali ditemukan jumlah material atau quality tidak sesuai dengan transfer order yang diterima?	To defect	A	0,5	0	0,5	0,5	1	0,5
16.	Apakah lokasi material di dispensing sudah sesuai dan memudahkan untuk ditemukan?	From Inventory	B	0,5	0	0,5	0,5	0,5	0,4
17.	Apakah terdapat material yang tidak penting di sekitar tempat penyiapan material?	From Inventory	A	0,5	0	0	0,5	0	0,2
18.	Apakah Compounder sering menunggu kedatangan material untuk disiapkan / disusun ?.	To Waiting	A	0,5	0	0,5	0,5	0,5	0,4

19.	Apakah material lebih sering dipindahkan daripada yang dibutuhkan?.	To Transportation	A	0,5	0	0,5	0	0	0,2
20.	Apakah urutan lokasi material yg siap diproduksi sering dikacaukan dengan material lain?.	To Motion	A	1	0	1	0,5	1	0,7
21.	Apakah material dibongkar, dipindahkan dan disusun sering dengan cara manual?.	From Motion	A	0	0	1	1	1	0,6
22.	Apakah sering melakukan pemindahan wadah untuk proses penyiapan material?.	To Motion	A	1	0	0,5	1	1	0,7
23.	Apakah material yang identik disimpan di satu lokasi untuk meminimasi waktu yang dihabiskan dalam proses pencarian?.	From Process	B	1	0	0,5	0,5	0	0,4
24.	Apakah material dengan cepat dan tepat dapat diidentifikasi melalui bentuk wadah atau label?.	From Process	B	1	0	1	0	0	0,4
25.	Apakah anda menyimpan barang yang masih dalam proses untuk diproses kemudian?.	From Overproduction	A	0	1	0,5	1	0	0,5
26.	Apakah anda memesan material dan menyimpannya dalam persediaan, meskipun anda tidak memerlukannya dengan segera?.	From Inventory	A	0	0,5	0,5	1	1	0,6
27.	Apakah seringkali quantity dan lokasi material sdh sesuai dengan sistem di SAP ?.	From Inventory	B	0,5	0	0,5	0,5	1	0,5
28.	Apakah anda memiliki tumpukan barang jadi di dalam gudang yang tdk memiliki customer yang dijadwalkan?.	From Overproduction	A	1	0,5	0,5	0,5	0	0,5

Kategori 3: Machine									
29.	Apakah alat sdh dikalibrasi secara periodik?.	From Process	B	0	0	0	0	0	0
30.	Apakah beban kerja alat dapat diprediksi dengan jelas?.	To Waiting	B	0,5	0	0,5	0	0	0,2
31.	Apakah kapasitas peralatan material handling cukup untuk mengangkat pekerjaan yang paling berat?.	From Transportation	B	0	0	0,5	0	0	0,1
32.	Apakah perkakas yang diperlukan sudah tersedia dan cukup untuk tiap proses?.	From Process	B	0,5	0	0,5	0,5	0,5	0,4
33.	Apakah peralatan material handling seringkali menjadi kendala dalam proses?.	From Waiting	A	0	0	0,5	0,5	0,5	0,3
34.	Apakah jumlah peralatan handling sudah sesuai dengan tuntutan proses berdasarkan rute, kapasitas dan frekuensi?.	To Transportation	B	0,5	0	0,5	0,5	0,5	0,4
35.	Apakah jadwal pengecekan alat handling sudah ditetapkan?.	From Transportation	B	0	1	1	1	1	0,8
36.	Apakah Anda memiliki alat handling yang tidak sesuai standard tapi masih digunakan?.	From Defect	A	0,5	1	1	0,5	1	0,8
37.	Jika peralatan material handling digunakan, apakah peralatan tersebut sudah mencukupi tugas yang diperlukan sesuai permintaan & waktu yang telah ditentukan?.	To Motion	B	1	0,5	0,5	0	0,5	0,5

38.	Apakah peralatan handling sering mengalami kendala mekanis?	From Waiting	A	0,5	0,5	0,5	1	1	0,7
Kategori 4: Method									
39.	Apakah luas area kerja tersedia untuk menghindari kemacetan lalu lintas?.	To Transportation	B	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0,4
40.	Apakah ada sistem prosedur pengambilan material yang baik yang memudahkan kita untuk mencari atau menyimpan material?.	From Motion	B	0	0	0,5	0	0	0,1
41.	Apakah ruang penyimpanan digunakan secara efektif utk penyimpanan dengan bantuan rak dan forklift?.	From Waiting	B	0,5	0	0,5	0,5	0	0,3
42.	Apakah rak disusun berdasarkan aktifitas dari pergerakan material yg bersifat fast moving atau slow moving?.	To Motion	B	1	0	1	0	0,5	0,5
43.	Apakah jadwal produksi disesuaikan dengan kebutuhan pelanggan (quantity & delivery date)?.	From Overproduction	B	0,5	0	0,5	0	0	0,2
44.	Apakah jadwal produksi dikomunikasikan antar departemen sehingga isi jadwal dipahami secara luas?.	To Defect	B	0	0	0	0	0	0
45.	Sudahkah standar proses dibuat untuk memudahkan loading material ?.	From Motion	B	0,5	0	0,5	0	0,5	0,3
46.	Apakah sudah ada sistem Quality Control di dalam perusahaan yang selalu diterapkan?.	From Defect	B	0	0	0	0	0	0
47.	Apakah pekerjaan dan proses mempunyai waktu standar yang dibentuk menurut kaidah ilmu pengetahuan yang sesuai?.	From Motion	B	0,5	0	0	0	0	0,1
48.	Jika suatu delay ditemukan, apakah delay tersebut dikomunikasikan ke semua departemen?.	To Waiting	B	0	0	0,5	0	0	0,1
49.	Apakah untuk produk yang sama di jadwal yang berdekatan diproses bersamaan untuk menghindari pengulangan penyiapan material?.	From Process	B	0	0	0,5	0	0	0,1
50.	Apakah ada suatu kemungkinan mengkombinasikan langkah tertentu untuk membentuk suatu langkah tunggal?.	From Process	B	0,5	0	0,5	1	0	0,4
51.	Apakah ada prosedur inspeksi produk yang dikembalikan?.	To Defect	B	0	0	0	0	0	0
52.	Apakah data inventory selalu di update dan dijadikan rujukan setiap kali melakukan proses produksi?.	From Overproduction	B	0,5	0	0,5	0,5	0	0,3
53.	Apakah area penyimpanan diberi tanda tanda khusus untuk memudahkan pencarian?.	To Motion	B	0	0	0,5	0	0	0,1
54.	Apakah area gudang digunakan untuk menyimpan material yang seharusnya tidak disimpan?.	From Inventory	A	0,5	0	0	0,5	0	0,2
55.	Apakah ada jadwal tetap untuk membersihkan area proses?.	To Motion	B	0	0	0,5	0	0	0,1
56.	Apakah aliran proses kebanyakan mengalir satu arah?.	From Motion	B	0,5	0,5	0	0,5	1	0,5
57.	Apakah prosedur kerja tertulis dan mempunyai tujuan yang jelas dan spesifik?.	From Motion	B	0	0	0	0,5	0	0,1
58.	Apakah ketidakseimbangan kerja dapat diprediksi?.	From Overproduction	B	0	0,5	0,5	0,5	0	0,3

59.	Apakah prosedur kerja yang ada mampu menghilangkan aktivitas yang tidak perlu?.	From Process	B	0,5	0	0,5	0,5	0	0,3
60.	Apakah luas sudut area mencukupi untuk manuver alat handling?.	To Transportation	B	1	0,5	0,5	0,5	1	0,7
61.	Apakah Anda mempertimbangkan utk meminimasi frekuensi pelayanan dengan menyesuaikan penjadwalan?.	From Process	B	0	0,5	0,5	0	0	0,2
62.	Apakah kondisi jadwal yang sering berubah menjadi kendala untuk memberikan pelayanan yang terbaik?.	From Process	A	1	0	1	1	1	0,8
63.	Apakah ada material yang mengalami perlakuan khusus sebelum pengiriman?.	To Motion	B	0	0	0	0	0	0
64.	Apakah anda harus melakukan suatu tindakan khusus untuk produk yang tidak sesuai dengan yang akan dikirim?.	To Defect	A	0,5	1	1	0,5	1	0,8
65.	Apakah setiap kali ada masalah pelayanan, selalu dicatat dan dilakukan perbaikan?.	From Defect	B	0,5	0	0	0	0	0,1
66.	Apakah perbaikan proses yang ada bersifat tetap?.	From Process	B	0,5	0	0,5	0	0	0,2
67.	Apakah perbaikan proses tersebut sudah memperhitungkan efek terhadap proses selanjutnya?.	To Defect	B	0,5	0	0,5	0,5	0	0,3
68.	Apakah perbaikan proses sudah menjadi budaya di lingkungan kerja?.	From Process	B	0	1	0,5	0,5	0,5	0,5

Lampiran 8

BOBOT AWAL PERTANYAAN KUISIONER BERDASARKAN WRM

No.	ASPEK PERTANYAAN	JENIS PERTANYAAN (i)	BOBOT AWAL UNTUK TIAP JENIS WASTE						
			O	I	D	M	T	P	W
1.	MAN	To Motion	6	6	4	10	6	6	0
2.		From Motion	0	6	6	10	0	8	8
3.		From Defects	4	6	10	4	6	0	4
4.		From Motion	0	6	6	10	0	8	8
5.		From Motion	0	6	6	10	0	8	8
6.		From Defects	4	6	10	4	6	0	4
7.		From Process	4	6	6	6	0	10	6
8.	MATERIAL	To Waiting	8	0	4	8	6	6	10
9.		From Waiting	4	4	4	0	0	0	10
10.		To Waiting	8	0	4	8	6	6	10
11.		From Inventory	6	10	8	6	6	0	0
12.		From Defects	4	6	10	4	6	0	4
13.		From Transportation	6	6	6	6	10	0	6
14.		From Defects	4	6	10	4	6	0	4
15.		To Defects	6	8	10	6	6	6	4
16.		From Inventory	6	10	8	6	6	0	0
17.		From Inventory	6	10	8	6	6	0	0
18.		To Waiting	8	0	4	8	6	6	10
19.		To Transportation	4	6	6	0	10	0	0
20.		To Motion	6	6	4	10	6	6	0
21.		From Motion	0	6	6	10	0	8	8
22.		To Motion	6	6	4	10	6	6	0
23.		From Process	4	6	6	6	0	10	6
24.		From Process	4	6	6	6	0	10	6
25.		From Overproduction	10	8	6	6	4	0	8
26.		From Inventory	6	10	8	6	6	0	0
27.		From Inventory	6	10	8	6	6	0	0
28.		From Overproduction	10	8	6	6	4	0	8
29.	MACHINE	From Process	4	6	6	6	0	10	6
30.		To Waiting	8	0	4	8	6	6	10
31.		From Transportation	6	6	6	6	10	0	6
32.		From Process	4	6	6	6	0	10	6
33.		From Waiting	4	4	4	0	0	0	10
34.		To Transportation	4	6	6	0	10	0	0
35.		From Transportation	6	6	6	6	10	0	6
36.		From Defects	4	6	10	4	6	0	4
37.		To Motion	6	6	4	10	6	6	0
38.		From Waiting	4	4	4	0	0	0	10

39.	METHOD	To Transportation	4	6	6	0	10	0	0
40.		From Motion	0	6	6	10	0	8	8
41.		From Waiting	4	4	4	0	0	0	10
42.		To Motion	6	6	4	10	6	6	0
43.		From Overproduction	10	8	6	6	4	0	8
44.		To Defects	6	8	10	6	6	6	4
45.		From Motion	0	6	6	10	0	8	8
46.		From Defects	4	6	10	4	6	0	4
47.		From Motion	0	6	6	10	0	8	8
48.		To Waiting	8	0	4	8	6	6	10
49.		From Process	4	6	6	6	0	10	6
50.		From Process	4	6	6	6	0	10	6
51.		To Defects	6	8	10	6	6	6	4
52.		From Overproduction	10	8	6	6	4	0	8
53.		To Motion	6	6	4	10	6	6	0
54.		From Inventory	6	10	8	6	6	0	0
55.		To Motion	6	6	4	10	6	6	0
56.		From Motion	0	6	6	10	0	8	8
57.		From Motion	0	6	6	10	0	8	8
58.		From Overproduction	10	8	6	6	4	0	8
59.		From Process	4	6	6	6	0	10	6
60.		To Transportation	4	6	6	0	10	0	0
61.		From Process	4	6	6	6	0	10	6
62.		From Process	4	6	6	6	0	10	6
63.		To Motion	6	6	4	10	6	6	0
64.		To Defects	6	8	10	6	6	6	4
65.		From Defects	4	6	10	4	6	0	4
66.		From Process	4	6	6	6	0	10	6
67.		To Defects	6	8	10	6	6	6	4
68.		From Process	4	6	6	6	0	10	6
	TOTAL SKOR		330	414	434	424	276	300	340

**Lampiran 9 Bobot pertanyaan dibagi Ni
dan jumlah skor (Sj) dan 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	8	0,75	0,75	0,5	1,25	0,75	0,75	0
2.		From Motion	9	0	0,67	0,67	1,11	0	0,89	0,89
3.		From Defects	7	0,57	0,86	1,43	0,57	0,86	0	0,57
4.		From Motion	9	0	0,67	0,67	1,11	0	0,89	0,89
5.		From Motion	9	0	0,67	0,67	1,11	0	0,89	0,89
6.		From Defects	7	0,57	0,86	1,43	0,57	0,86	0	0,57
7.		From Process	12	0,33	0,5	0,5	0,5	0	0,83	0,5
8.	MATERIAL	To Waiting	5	1,6	0	0,5	1,6	0,75	0,75	1,25
9.		From Waiting	4	1	1	1	0	0	0	2,5
10.		To Waiting	5	1,6	0	0,5	1,6	0,75	0,75	1,25
11.		From Inventory	6	1	1,67	1,33	1	1	0	0
12.		From Defects	7	0,57	0,86	1,43	0,57	0,86	0	0,57
13.		From Transportation	3	2	2	2	2	3,33	0	2
14.		From Defects	7	0,57	0,86	1,43	0,57	0,86	0	0,57
15.		To Defects	5	1,2	1,6	2	1,2	1,2	1,2	0,8
16.		From Inventory	6	1	1,67	1,33	1	1	0	0
17.		From Inventory	6	1	1,67	1,33	1	1	0	0
18.		To Waiting	5	1,6	0	0,5	1,6	0,75	0,75	1,25
19.		To Transportation	4	1	1,5	1,5	0	2,5	0	0
20.		To Motion	8	0,75	0,75	0,5	1,25	0,75	0,75	0
21.		From Motion	9	0	0,67	0,67	1,11	0	0,89	0,89
22.		To Motion	8	0,75	0,75	0,5	1,25	0,75	0,75	0
23.		From Process	12	0,33	0,5	0,5	0,5	0	0,83	0,5
24.		From Process	12	0,33	0,5	0,5	0,5	0	0,83	0,5
25.		From Overproduction	5	2	1,6	1,2	1,2	0,8	0	1,6
26.		From Inventory	6	1	1,67	1,33	1	1	0	0
27.		From Inventory	6	1	1,67	1,33	1	1	0	0
28.		From Overproduction	5	2	1,6	1,2	1,2	0,8	0	1,6
29.	MACHINE	From Process	12	0,33	0,5	0,5	0,5	0	0,83	0,5
30.		To Waiting	5	1,6	0	0,5	1,6	0,75	0,75	1,25
31.		From Transportation	3	2	2	2	2	3,33	0	2
32.		From Process	12	0,33	0,5	0,5	0,5	0	0,83	0,5
33.		From Waiting	4	1	1	1	0	0	0	2,5
34.		To Transportation	4	1	1,5	1,5	0	2,5	0	0
35.		From Transportation	3	2	2	2	2	3,33	0	2
36.		From Defects	7	0,57	0,86	1,43	0,57	0,86	0	0,57
37.		To Motion	8	0,75	0,75	0,5	1,25	0,75	0,75	0
38.		From Waiting	4	1	1	1	0	0	0	2,5

39.	METHOD	To Transportation	4	1	1,5	1,5	0	2,5	0	0
40.		From Motion	9	0	0,67	0,67	1,11	0	0,89	0,89
41.		From Waiting	4	1	1	1	0	0	0	2,5
42.		To Motion	8	0,75	0,75	0,5	1,25	0,75	0,75	0
43.		From Overproduction	5	2	1,6	1,2	1,2	0,8	0	1,6
44.		To Defects	5	1,2	1,6	2	1,2	1,2	1,2	0,8
45.		From Motion	9	0	0,67	0,67	1,11	0	0,89	0,89
46.		From Defects	7	0,57	0,86	1,43	0,57	0,86	0	0,57
47.		From Motion	9	0	0,67	0,67	1,11	0	0,89	0,89
48.		To Waiting	5	1,6	0	0,5	1,6	0,75	0,75	1,25
49.		From Process	12	0,33	0,5	0,5	0,5	0	0,83	0,5
50.		From Process	12	0,33	0,5	0,5	0,5	0	0,83	0,5
51.		To Defects	5	1,2	1,6	2	1,2	1,2	1,2	0,8
52.		From Overproduction	5	2	1,6	1,2	1,2	0,8	0	1,6
53.		To Motion	8	0,75	0,75	0,5	1,25	0,75	0,75	0
54.		From Inventory	6	1	1,67	1,33	1	1	0	0
55.		To Motion	8	0,75	0,75	0,5	1,25	0,75	0,75	0
56.		From Motion	9	0	0,67	0,67	1,11	0	0,89	0,89
57.		From Motion	9	0	0,67	0,67	1,11	0	0,89	0,89
58.		From Overproduction	5	2	1,6	1,2	1,2	0,8	0	1,6
59.		From Process	12	0,33	0,5	0,5	0,5	0	0,83	0,5
60.		To Transportation	4	1	1,5	1,5	0	2,5	0	0
61.		From Process	12	0,33	0,5	0,5	0,5	0	0,83	0,5
62.		From Process	12	0,33	0,5	0,5	0,5	0	0,83	0,5
63.		To Motion	8	0,75	0,75	0,5	1,25	0,75	0,75	0
64.		To Defects	5	1,2	1,6	2	1,2	1,2	1,2	0,8
65.		From Defects	7	0,57	0,86	1,43	0,57	0,86	0	0,57
66.		From Process	12	0,33	0,5	0,5	0,5	0	0,83	0,5
67.		To Defects	5	1,2	1,6	2	1,2	1,2	1,2	0,8
68.		From Process	12	0,33	0,5	0,5	0,5	0	0,83	0,5
		SKOR (Sj)		58	66,1	68,5	62	51,8	33,7	52,3
		FREKUENSI (Fj)		59	63	68	60	43	39	50

Lampiran 10

Perkalian bobot dengan hasil jawaban kuesioner

No.	ASPEK PERTANYAAN	JENIS PERTANYAAN (j)	Rata-rata	BOBOT AWAL UNTUK TIAP JENIS WASTE (W _{j,k})							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}	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	0,4	0,75	0,75	0,5	1,25	0,75	0,75	0	0,3	0,3	0,2	0,5	0,3	0,3	0
2.		From Motion	0	0	0,67	0,67	1,11	0	0,89	0,89	0	0	0	0	0	0	0
3.		From Defects	0,5	0,57	0,86	1,43	0,57	0,86	0	0,57	0,29	0,43	0,72	0,29	0,43	0	0,29
4.		From Motion	0,4	0	0,67	0,67	1,11	0	0,89	0,89	0	0,27	0,27	0,44	0	0,36	0,36
5.		From Motion	0,2	0	0,67	0,67	1,11	0	0,89	0,89	0	0,13	0,13	0,22	0	0,18	0,18
6.		From Defects	0,1	0,57	0,86	1,43	0,57	0,86	0	0,57	0,06	0,09	0,14	0,06	0,09	0	0,06
7.		From Process	0,2	0,33	0,5	0,5	0,5	0	0,83	0,5	0,07	0,1	0,1	0,1	0	0,17	0,1
8.	MATERIAL	To Waiting	0,2	1,6	0	0,5	1,6	0,75	0,75	1,25	0,32	0	0,1	0,32	0,15	0,15	0,25
9.		From Waiting	0,2	1	1	1	0	0	0	2,5	0,2	0,2	0,2	0	0	0	0,5
10.		To Waiting	0,2	1,6	0	0,5	1,6	0,75	0,75	1,25	0,32	0	0,1	0,32	0,15	0,15	0,25
11.		From Inventory	0,2	1	1,67	1,33	1	1	0	0	0,2	0,33	0,27	0,2	0,2	0	0
12.		From Defects	0,1	0,57	0,86	1,43	0,57	0,86	0	0,57	0,06	0,09	0,14	0,06	0,09	0	0,06
13.		From Transportation	0,7	2	2	2	2	3,33	0	2	1,4	1,4	1,4	1,4	2,33	0	1,4
14.		From Defects	0,7	0,57	0,86	1,43	0,57	0,86	0	0,57	0,4	0,6	1	0,4	0,6	0	0,4
15.		To Defects	0,5	1,2	1,6	2	1,2	1,2	1,2	0,8	0,6	0,8	1	0,6	0,6	0,6	0,4
16.		From Inventory	0,4	1	1,67	1,33	1	1	0	0	0,4	0,67	0,53	0,4	0,4	0	0
17.		From Inventory	0,2	1	1,67	1,33	1	1	0	0	0,2	0,33	0,27	0,2	0,2	0	0
18.		To Waiting	0,4	1,6	0	0,5	1,6	0,75	0,75	1,25	0,64	0	0,2	0,64	0,3	0,3	0,5
19.		To Transportation	0,2	1	1,5	1,5	0	2,5	0	0	0,2	0,3	0,3	0	0,5	0	0
20.		To Motion	0,7	0,75	0,75	0,5	1,25	0,75	0,75	0	0,53	0,53	0,35	0,88	0,53	0,53	0

21.		From Motion	0,6	0	0,67	0,67	1,11	0	0,89	0,89	0	0,4	0,4	0,67	0	0,53	0,53
22.		To Motion	0,7	0,75	0,75	0,5	1,25	0,75	0,75	0	0,53	0,53	0,35	0,88	0,53	0,53	0
23.		From Process	0,4	0,33	0,5	0,5	0,5	0	0,83	0,5	0,13	0,2	0,2	0,2	0	0,33	0,2
24.		From Process	0,4	0,33	0,5	0,5	0,5	0	0,83	0,5	0,13	0,2	0,2	0,2	0	0,33	0,2
25.		From Overproduction	0,5	2	1,6	1,2	1,2	0,8	0	1,6	1	0,8	0,6	0,6	0,4	0	0,8
26.		From Inventory	0,6	1	1,67	1,33	1	1	0	0	0,6	1	0,8	0,6	0,6	0	0
27.		From Inventory	0,5	1	1,67	1,33	1	1	0	0	0,5	0,84	0,67	0,5	0,5	0	0
28.		From Overproduction	0,5	2	1,6	1,2	1,2	0,8	0	1,6	1	0,8	0,6	0,6	0,4	0	0,8
29.	MACHINE	From Process	0	0,33	0,5	0,5	0,5	0	0,83	0,5	0	0	0	0	0	0	0
30.		To Waiting	0,2	1,6	0	0,5	1,6	0,75	0,75	1,25	0,32	0	0,1	0,32	0,15	0,15	0,25
31.		From Transportation	0,1	2	2	2	2	3,33	0	2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,33	0	0,2
32.		From Process	0,4	0,33	0,5	0,5	0,5	0	0,83	0,5	0,13	0,2	0,2	0,2	0	0,33	0,2
33.		From Waiting	0,3	1	1	1	0	0	0	2,5	0,3	0,3	0,3	0	0	0	0,75
34.		To Transportation	0,4	1	1,5	1,5	0	2,5	0	0	0,4	0,6	0,6	0	1	0	0
35.		From Transportation	0,8	2	2	2	2	3,33	0	2	1,6	1,6	1,6	1,6	2,66	0	1,6
36.		From Defects	0,8	0,57	0,86	1,43	0,57	0,86	0	0,57	0,46	0,69	1,14	0,46	0,69	0	0,46
37.		To Motion	0,5	0,75	0,75	0,5	1,25	0,75	0,75	0	0,38	0,38	0,25	0,63	0,38	0,38	0
38.		From Waiting	0,7	1	1	1	0	0	0	2,5	0,7	0,7	0,7	0	0	0	1,75
39.	METHOD	To Transportation	0,4	1	1,5	1,5	0	2,5	0	0	0,4	0,6	0,6	0	1	0	0
40.		From Motion	0,1	0	0,67	0,67	1,11	0	0,89	0,89	0	0,07	0,07	0,11	0	0,09	0,09
41.		From Waiting	0,3	1	1	1	0	0	0	2,5	0,3	0,3	0,3	0	0	0	0,75
42.		To Motion	0,5	0,75	0,75	0,5	1,25	0,75	0,75	0	0,38	0,38	0,25	0,63	0,38	0,38	0
43.		From Overproduction	0,2	2	1,6	1,2	1,2	0,8	0	1,6	0,4	0,32	0,24	0,24	0,16	0	0,32
44.		To Defects	0	1,2	1,6	2	1,2	1,2	1,2	0,8	0	0	0	0	0	0	0

45.	From Motion	0,3	0	0,67	0,67	1,11	0	0,89	0,89	0	0,2	0,2	0,33	0	0,27	0,27
46.	From Defects	0	0,57	0,86	1,43	0,57	0,86	0	0,57	0	0	0	0	0	0	0
47.	From Motion	0,1	0	0,67	0,67	1,11	0	0,89	0,89	0	0,07	0,07	0,11	0	0,09	0,09
48.	To Waiting	0,1	1,6	0	0,5	1,6	0,75	0,75	1,25	0,16	0	0,05	0,16	0,08	0,08	0,13
49.	From Process	0,1	0,33	0,5	0,5	0,5	0	0,83	0,5	0,03	0,05	0,05	0,05	0	0,08	0,05
50.	From Process	0,4	0,33	0,5	0,5	0,5	0	0,83	0,5	0,13	0,2	0,2	0,2	0	0,33	0,2
51.	To Defects	0	1,2	1,6	2	1,2	1,2	1,2	0,8	0	0	0	0	0	0	0
52.	From Overproduction	0,3	2	1,6	1,2	1,2	0,8	0	1,6	0,6	0,48	0,36	0,36	0,24	0	0,48
53.	To Motion	0,1	0,75	0,75	0,5	1,25	0,75	0,75	0	0,08	0,08	0,05	0,13	0,08	0,08	0
54.	From Inventory	0,2	1	1,67	1,33	1	1	0	0	0,2	0,33	0,27	0,2	0,2	0	0
55.	To Motion	0,1	0,75	0,75	0,5	1,25	0,75	0,75	0	0,08	0,08	0,05	0,13	0,08	0,08	0
56.	From Motion	0,5	0	0,67	0,67	1,11	0	0,89	0,89	0	0,34	0,34	0,56	0	0,45	0,45
57.	From Motion	0,1	0	0,67	0,67	1,11	0	0,89	0,89	0	0,07	0,07	0,11	0	0,09	0,09
58.	From Overproduction	0,3	2	1,6	1,2	1,2	0,8	0	1,6	0,6	0,48	0,36	0,36	0,24	0	0,48
59.	From Process	0,3	0,33	0,5	0,5	0,5	0	0,83	0,5	0,1	0,15	0,15	0,15	0	0,25	0,15
60.	To Transportation	0,7	1	1,5	1,5	0	2,5	0	0	0,7	1,05	1,05	0	1,75	0	0
61.	From Process	0,2	0,33	0,5	0,5	0,5	0	0,83	0,5	0,07	0,1	0,1	0,1	0	0,17	0,1
62.	From Process	0,8	0,33	0,5	0,5	0,5	0	0,83	0,5	0,26	0,4	0,4	0,4	0	0,66	0,4
63.	To Motion	0	0,75	0,75	0,5	1,25	0,75	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0
64.	To Defects	0,8	1,2	1,6	2	1,2	1,2	1,2	0,8	0,96	1,28	1,6	0,96	0,96	0,96	0,64
65.	From Defects	0,1	0,57	0,86	1,43	0,57	0,86	0	0,57	0,06	0,09	0,14	0,06	0,09	0	0,06
66.	From Process	0,2	0,33	0,5	0,5	0,5	0	0,83	0,5	0,07	0,1	0,1	0,1	0	0,17	0,1
67.	To Defects	0,3	1,2	1,6	2	1,2	1,2	1,2	0,8	0,36	0,48	0,6	0,36	0,36	0,36	0,24
68.	From Process	0,5	0,33	0,5	0,5	0,5	0	0,83	0,5	0,17	0,25	0,25	0,25	0	0,42	0,25

Skor (Sj)	59	63	68	60	43	39	50	20,6	23,9	24,2	20,7	20,1	10,3	17,8
Frekuensi (Fj)								54	57	62	55	39	34	45