



UNIVERSITAS INDONESIA

**PERANCANGAN SISTEM PRODUKSI UNTUK MENCAPAI
KONDISI *LEAN MANUFACTURING* MENGGUNAKAN
VALUE STREAM MAPPING
PADA SEKTOR INDUSTRI SUSU BALITA**

SKRIPSI

**M.MISBAHUL MUZAKKI
0806337762**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
DEPOK
JUNI 2012**



UNIVERSITAS INDONESIA

**PERANCANGAN SISTEM PRODUKSI UNTUK MENCAPAI
KONDISI *LEAN MANUFACTURING* MENGGUNAKAN
VALUE STREAM MAPPING
PADA SEKTOR INDUSTRI SUSU BALITA**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik**

**M.MISBAHUL MUZAKKI
0806337762**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
DEPOK
JUNI 2012**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : M.Misbahul Muzakki

NPM : 0806337762

Tanda tangan : 

Tanggal : Juni 2012

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : M.Misbahul Muzakki
NPM : 0806337762
Program Studi : Teknik Industri

Judul Skripsi : Perancangan Sistem Produksi untuk
Mencapai Kondisi *Lean Manufacturing*
Menggunakan *Value Stream Mapping*
pada Sektor Industri Susu Balita

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing 1 : Prof. Dr. Ir. Teuku Yuri M. Z, M.Eng. Sc. (.....)

Pembimbing 2 : Romadhani Ardi, ST., MT. (.....)

Penguji : Ir. Sri Bintang Pamungkas, MSISE, PhD (.....)

Penguji : Ir. Hj. Erlinda Muslim, M.EE. (.....)

Penguji : Armand Omar Moeis, ST., M.Sc. (.....)

Ditetapkan di : Depok
Tanggal : 21 Juni 2012

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas berkat, rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Perancangan Sistem Produksi untuk Mencapai Kondisi *Lean Manufacturing* Menggunakan *Value Stream Mapping* pada Sektor Industri Susu Balita”**. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Industri pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dengan adanya dukungan, bantuan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. T. Yuri M. Zagloel, M.Eng.Sc. selaku dosen pembimbing pertama yang senantiasa menyediakan waktu, pemikiran, dan dukungan untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini.
2. Kak Romadhani Ardi S.T., M.T. selaku dosen pembimbing kedua yang selalu memberikan waktu dan ide untuk mengarahkan dan memberi dukungan semangat kepada penulis dalam penyusunan skripsi maupun dalam persiapan menghadapi seminar-seminar dan sidang skripsi.
3. Ibu Arian Dhini ST, MT. selaku Pembimbing Akademis yang selalu membimbing setiap semester dalam pemilihan mata kuliah.
4. Ibu Nur Endah Wahyuningsih, selaku *Operation Performance Manager* PT. XYZ yang telah mengizinkan penulis untuk mengambil data di perusahaan tersebut dan atas bimbingan serta arahan selama pengambilan data di perusahaan tersebut.
5. Seluruh dosen TIUI, atas segala ilmu dan pembelajaran yang diberikan selama empat tahun terakhir.
6. Seluruh staff TIUI, yang telah membantu dalam hal teknis dan administratif selama proses penyusunan skripsi.
7. Keluarga tercinta: Ibuku tersayang, Mbak Apip, Mbak Anik, Mas Ali serta seluruh anggota keluarga yang selalu memberikan doa, dukungan, semangat, pengertian, serta kasih sayang selama ini.

8. Tim Asisten Lab Sistem Manufaktur: Lusi, Ilham, Jodi, Lukat, Rusydi, dan Hadi yang telah menjadi teman seperjuangan dalam suka duka mengerjakan skripsi ini.
9. Farid, Darus, Rizal, Syarif, Danil, Indrawan, dan teman-teman terdekat lainnya yang selalu setia dalam memberikan doa dan semangat.
10. Teman-teman Teknik Industri angkatan 2008 yang telah berjuang bersama, berbagi suka, duka, dan mimpi serta pengalaman berharga.
11. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam penelitian dan penyusunan skripsi yang tidak mungkin disebutkan satu per satu.

Penulis berharap semoga Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Akhir kata, penulis sadar tentunya skripsi ini masih memiliki kekurangan, namun penulis berharap skripsi ini dapat membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan di masa depan.

Depok, Juni 2012

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M.Misbahul Muzakki
NPM : 0806337762
Departemen : Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**Perancangan Sistem Produksi untuk Mencapai Kondisi *Lean Manufacturing*
Menggunakan *Value Stream Mapping* pada Sektor Industri Susu Balita**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : Juni 2012
Yang Menyatakan


(M.Misbahul Muzakki)

ABSTRAK

Nama : M.Misbahul Muzakki
Program Studi : Teknik Industri
Judul Skripsi : Perancangan Sistem Produksi untuk Mencapai Kondisi *Lean Manufacturing* Menggunakan *Value Stream Mapping* pada Sektor Industri Susu Balita

Pencapaian produktivitas perusahaan PT. XYZ kurang optimal disebabkan terdapat berbagai hambatan, salah satu hambatan yang sering terjadi di area produksi yaitu *waste*. Sehingga untuk mengurangi *waste* tersebut diperkenalkanlah metode *Value Stream Mapping* yang merupakan salah satu metode *lean manufacturing*. Keunggulan VSM yaitu dapat mengvisualisasikan aliran proses *value added, necessary but non value added* dan *non value added*. Serta dilakukan *improvement* pada beberapa *workstation* agar sistem produksi menjadi lebih baik, selanjutnya dilakukan simulasi pada *current VSM* dan *propose VSM*. *Output* dari penelitian ini adalah identifikasi *waste* dimana *waste* terbesar pada perusahaan ini adalah *waiting*, penurunan *lead time* material menjadi lebih cepat 19%, penurunan aktivitas transportasi sebesar 11%, pengurangan inventory sebanyak 16% dan peningkatan *throughput produksi* sebesar 24%.

Kata kunci:

lean manufacturing, value stream mapping, simulasi, waste, lead time, dan throughput

ABSTRACT

Name : M.Misbahul Muzakki
Study Program : Industrial Engineering
Title : Production System Design to Achieve Lean Manufacturing
Conditions Using Value Stream Mapping in Sector of
Industry Dairy Toddlers

Productivity gains of PT. XYZ is less optimal because there are many obstacles, one of the obstacles that often occur in the production area is waste. Reducing this waste can use Value Stream Mapping Method, which is one of the methods of lean manufacturing. Advantage that it can be visualization process flow of value added, necessary but non value added and non-value added. Besides that doing some improvement on multiple workstations to be a better system of production system, then performed simulations based on current VSM and Propose VSM. Output of this research; to identify the biggest waste where this the biggest waste of company is waiting, decrease lead time material to be faster 19%, reduction of transport activity by 11%, reduction in inventory by 16% and increase production throughput by 24%.

Keywords:

lean manufacturing, value stream mapping, simulation, waste, lead time, and throughput

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Diagram Keterkaitan Masalah	5
1.3. Rumusan Permasalahan	6
1.4. Tujuan Penelitian	6
1.5. Pembatasan Masalah.....	6
1.6. Metodologi Penelitian.....	7
1.7. Sistematika Penulisan	10
2. DASAR TEORI.....	11
2.1. <i>Lean Manufacturing</i>	11
2.2. <i>Value Stream Mapping</i>	15
2.2.1. Kelebihan dan Kekurangan <i>Value Stream Mapping</i>	20
2.3. Simulasi pada <i>Value Stream Mapping</i>	20
2.3.1. Kelebihan dari Simulasi	21
2.3.2. Kekurangan dari Simulasi	22
2.3.3. Tipe-tipe Simulasi	22
2.3.3.1. Simulasi Statis dan Simulasi Dinamis	22
2.3.3.2. Simulasi Stokastik dan Deterministik	22
2.3.3.3. Simulasi Peristiwa Diskrit dan Simulasi Kontinyu	23
2.3.4. Simulasi <i>Flow Based Oriented</i>	23
2.3.5. Simulasi Berbasis Objek	23
2.3.6. Verifikasi dan Validasi Model	24
2.3.6.1. Verifikasi	24
2.3.6.2. Validasi	24
2.4. Waktu Baku (<i>Standard Time</i>)	25
2.4.1. Metode Pengukuran Kerja (<i>Time Study</i>).....	25
2.4.2. Langkah Pelaksanaan <i>Time Study</i>	26
2.4.3. Perhitungan Waktu Baku dengan Metode <i>Time Study</i>	27
3. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....	30
3.1. Pengumpulan Data.....	30

3.1.1. Gambaran Umum Proses Produksi PT.XYZ	30
3.1.2. Data <i>Workstation</i>	30
3.1.2.1. Area Batching.....	30
3.1.2.2. <i>Workstation Premix</i>	32
3.1.2.3. <i>Workstation Prior</i>	33
3.1.2.4. <i>Workstation Tumbler</i>	34
3.1.2.5. <i>Workstation Filling Spafil</i>	34
3.1.2.6. <i>Workstation Packaging Spafil</i>	35
3.1.2.7. <i>Warehouse Finish Goods</i>	35
3.1.3. Data <i>Cycle Time</i>	35
3.1.4. Data Waktu Kerja Efektif.....	37
3.1.5. Data <i>Changeover Time</i>	37
3.2. Pengolahan Data	38
3.2.1. Uji Keseragaman Data	38
3.2.2. Uji Kecukupan Data.....	42
3.2.3. Perhitungan Waktu Baku dan Waktu Baku	42
3.3. Pembuatan <i>Current Value Stream Mapping</i>	43
3.3.1. Pemilihan Keluarga Produk (<i>Product Family</i>)	43
3.3.2. Menentukan Takt Time.....	44
3.3.3. Jumlah <i>Inventory</i> dan <i>WIP</i>	46
3.3.4. Pengecekan Keadaan Kapasitas Produksi	46
3.3.5. Gambar <i>Current Value Stream Mapping</i>	47
3.4. Identifikasi <i>Waste</i>	48
3.4.1. Area Batching	48
3.4.2 <i>Workstation Premix</i>	49
3.4.3 <i>Workstation Prior</i>	50
3.4.4 <i>Workstation Tumbler</i>	51
3.4.5 <i>Workstation Bin Tipper/ Filling</i>	51
3.4.6 <i>Workstation Packaging</i>	52
3.5. Usulan <i>Improvement</i>	53
3.6. Pembuatan <i>Propose Value Stream Mapping</i>	54
3.7. Pembuatan Formulasi Model.....	55
3.7.1. <i>Entity</i> atau <i>MUs</i>	56
3.7.2. <i>Single Proc</i>	57
3.7.3. <i>Assembly Station</i>	57
3.7.4. <i>Dismantle Station</i>	57
3.7.5. <i>Conveyor</i>	57
3.7.6. <i>Buffer</i>	58
3.7.7. <i>Shift Calender</i>	58
3.7.8. <i>Event Controller</i>	59
3.7.9. <i>Model Simulasi pada Current Value Stream Mapping</i>	59
3.7.10 <i>Verifikasi</i>	60
3.7.11. <i>Validasi</i>	61
3.7.12. <i>Model Simulasi pada Propose Value Stream Mapping</i>	62
4. ANALISIS	63
4.1. Analisis <i>Current Value Stream Mapping</i>	63

4.2. Analisis <i>Propose Value Stream Mapping</i>	65
4.2.1. Penataan Ulang <i>Raw Material</i> pada Area <i>Batching</i>	65
4.2.2. Perbaikan <i>Layout</i> pada <i>Workstation Premix</i>	66
4.2.3. Area <i>Inside Dumper</i>	67
4.2.4. Pengurangan WIP pada <i>Tumbler</i> dan <i>Bin Tipper./Filling</i>	68
4.2.5. Penerapan Supermarket pada Area Warehouse Finish Goods.....	68
4.3. Perbandingan Current dan <i>Propose VSM</i>	69
4.3.1. Perbandingan Lead Time	69
4.3.2. Perbandingan Throughput Produksi	69
4.3.3. Perbandingan Waste Transportasi.....	70
4.3.3. Perbandingan <i>Inventory</i>	71
4.4. Analisis Model Simulasi <i>Current</i> dan <i>Propose VSM</i>	72
4.4.1. <i>Throughput</i> pada <i>Workstation Premix</i>	72
4.4.2. Total <i>Throughput</i> pada Sistem Produksi.....	73
5. KESIMPULAN DAN SARAN	76
5.1. Kesimpulan	76
5.2. Saran.....	77
DAFTAR REFERENSI	78

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Data Peningkatan Kebutuhan <i>Consumer Goods</i>	1
Tabel 2.1	<i>Lean tool usage matrix</i> Kedatangan.....	14
Tabel 3.1.	Data <i>Cycle Time</i>	35
Tabel 3.2.	Data <i>Changeover Time</i>	37
Tabel 3.3.	Kecukupan Data.....	41
Tabel 3.4.	Nilai Rattng.....	42
Tabel 3.5.	Nilai <i>Allowance</i>	42
Tabel 3.6.	Ringkasan Perhitungan Waktu Baku pada Setiap Stasiun Kerja	43
Tabel 3.7	Aliran Keluarga Produk	43
Tabel 3.8	Jumlah <i>Inventory</i> Aktual.....	46
Tabel 3.9	<i>Problem Identification & Corrective Action</i>	54
Tabel 4.1	Jumlah <i>Inventory</i> Tahun 2012	63
Tabel 4.2	<i>Statistics Collection Period Current VSM</i>	74
Table 4.3	<i>Statistics Collection Period Propose VSM</i>	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Efisiensi Produksi PT. XYZ.....	3
Gambar 1.2 Diagram Keterkaitan Masalah	5
Gambar 1.3 Diagram Alir Metodologi Penelitian	9
Gambar 2.1 <i>Value Stream Mapping Icon</i>	16
Gambar 2.2 Contoh Tampilan <i>Current Value Stream Mapping</i>	17
Gambar 2.3 Contoh Tampilan <i>Propose Value Stream Mapping</i>	19
Gambar 2.4 Perbandingan Perbedaan VSM dan Simulasi	21
Gambar 3.1 <i>Layout Workstation Batching</i>	31
Gambar 3.2 <i>Layout Workstation Premix</i>	32
Gambar 3.3. <i>Layout Workstation Prior dan Tumbler</i>	33
Gambar 3.4. <i>Layout Workstation Filling dan Packaging</i>	34
Gambar 3.5. Grafik Uji Keseragaman Data Waktu <i>Workstation Premix</i>	38
Gambar 3.6. Grafik Uji Keseragaman Data Waktu <i>Workstation Prior</i>	39
Gambar 3.7 Grafik Uji Keseragaman Data Waktu <i>Workstation Tumbler</i>	39
Gambar 3.8. Grafik Uji Keseragaman Data Waktu <i>Workstation Filling</i>	40
Gambar 3.9 Grafik Uji Keseragaman Data Waktu <i>Workstation Packaging</i> ...	40
Gambar 3.10. <i>Current Value Stream Mapping</i> Produk B-1 400 gram	50
Gambar 3.11. <i>Area Improvement pada Current Value Stream Mapping</i>	54
Gambar 3.12. <i>Propose Value Stream Mapping</i> Produk B-1 400 gram	55
Gambar 3.13. <i>Shift Calender</i>	58
Gambar 3.14. Tampilan Model <i>Simulasi Current Value Stream Mapping</i>	59
Gambar 3.15. <i>Event Debugger</i>	60
Gambar 3.16. <i>Throughput</i> produksi pada <i>current condition</i>	61
Gambar 3.17. Tampilan Model <i>Simulasi Propose Value Stream Mapping</i>	62
Gambar 4.1. <i>Layout Batching</i> sebelum <i>Improve</i>	65
Gambar 4.2. <i>Layout Batching</i> setelah <i>Improve</i>	66
Gambar 4.3. <i>Layout Workstation Premix</i> sebelum <i>Improvement</i>	67
Gambar 4.4. <i>Layout Workstation Premix</i> setelah <i>Improvement</i>	67
Gambar 4.5. Perbandingan <i>Lead Time Current dan Propose VSM</i>	69
Gambar 4.6. Perbandingan <i>Throughput</i> Produksi <i>Current dan Propose VSM</i> ..	70

Gambar 4.7. Perbandingan <i>Waste Transportasi Current dan Propose VSM</i>	70
Gambar 4.8. Perbandingan <i>Inventory Current dan Propose VSM</i>	72
Gambar 4.9. <i>Throughput 2 shift WS Premix</i> sebelum <i>Improvement</i>	72
Gambar 4.10. <i>Throughput 2 shift WS Premix</i> setelah <i>Improvement</i>	72
Gambar 4.11. <i>Throughput Produksi 2 shift WS Premix</i> sebelum <i>Improvement</i>	73
Gambar 4.12. <i>Throughput Produksi 2 shift WS Premix</i> setelah <i>Improvement</i> ..	73



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Process Activity Mapping	79
Lampiran 2. Problems Identification and Corrective Action	81



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pada satu dekade terakhir, industri *consumer goods* memiliki pertumbuhan yang sangat signifikan. Pertumbuhan industri ini menjadikan jenis produk yang dihasilkannya sangat banyak dan beragam. Menurut Ketua Umum Gabungan Pengusaha Makanan dan Minuman Indonesia (Gapmmi) Adhi Lukman, pertumbuhan industri makanan dan minuman didorong oleh konsumsi yang tinggi, hal ini seiring dengan pertumbuhan ekonomi nasional yang terus meningkat. Pada sektor konsumsi tersebut, menyumbang sekitar 54% terhadap *Product Domestic Bruto* (PDB) nasional. Selain itu, menurut Kepala Ekonomi Bank Dunia, Mansoor Dailami, peningkatan jumlah kelas menengah di negara-negara berkembang telah membuat tren peningkatan konsumsi di negara tersebut. Berikut data peningkatan konsumsi terhadap produk *consumer goods* di Indonesia.

Tabel 1.1 Data Peningkatan Kebutuhan *Consumer Goods*

	2006 ^a	2007 ^a	2008 ^a	2009 ^b	2010 ^b	2011 ^c	2012 ^c	2013 ^c	2014 ^c	2015 ^c
Food, beverages & tobacco (consumer expenditure; US\$ bn)	121.1	143.3	158.7	158.9	193.9	219.1	232.1	243.4	254.6	265.9
Food, beverages & tobacco (% of household spending)	53.0	52.2	51.3	50.2	48.4	46.6	44.5	42.2	39.9	37.8
Food, beverages & tobacco (market demand; US\$ bn) ^d	121.3 ^b	138.5 ^b	149.4 ^b	146.9	184.9	216.6	240.2	265.8	294.2	325.5
Food, beverages & tobacco (market demand; % real growth) ^d	0.8 ^b	-0.3 ^b	0.9 ^b	0.7	4.2	4.7	5.3	5.5	5.7	5.8
Meat consumption (kg per head)	12.0	12.4	12.7	13.0	13.4	13.8	14.2	14.7	15.2	15.7
Fish consumption (kg per head)	20.9	21.2	21.6	22.0	22.3	22.7	23.1	23.6	24.1	24.6
Fruit consumption (kg per head)	55.4	56.4	57.5	58.5	59.5	60.6	61.8	63.0	64.3	65.6
Vegetable consumption (kg per head)	31.2	31.6	32.1	32.4	32.8	33.3	33.8	34.4	34.9	35.4
Milk consumption (litres per head)	8.2	8.4	8.6	8.9	9.1	9.4	9.6	9.9	10.2	10.5
Coffee consumption (kg per head)	1.9	2.1	2.2	2.3	2.5	2.6	2.8	3.0	3.1	3.3
Tea consumption (kg per head)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3

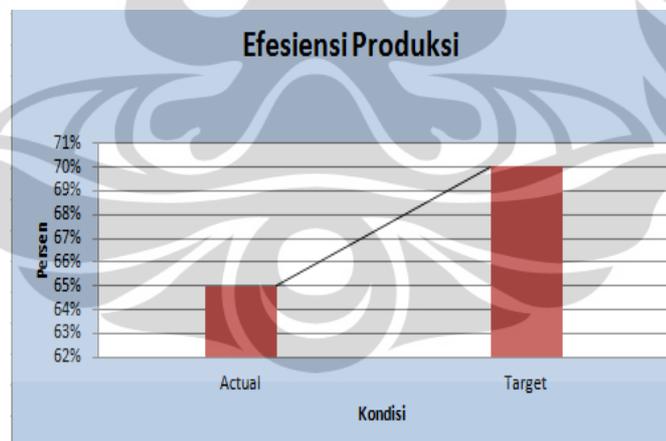
^a Actual. ^b Economist Intelligence Unit estimates. ^c Economist Intelligence Unit forecasts. ^d Excludes retail and wholesale mark-up.

Source: Economist Intelligence Unit.

Peningkatan permintaan terhadap barang-barang *consumer good* ini menjadi peluang bagi para pebisnis untuk menjalankan usaha di sektor ini. Banyak dari para pebisnis berkompetisi dan berusaha menang dalam bisnis

consumer goods. Kompetisi bisnis tersebut, menuntut para manajemen untuk selalu bekerja lebih keras dalam meningkatkan produktivitas dan efisiensi produksi untuk mendapatkan laba yang optimal. Selain itu manajemen juga dituntut untuk mengoptimalkan kepuasan konsumen terhadap produk yang telah dibuatnya dengan membuat produk yang berkualitas dengan harga kompetitif, produk yang tepat bagi konsumen, pengiriman produk yang tepat dan jumlah produk yang tepat (*Just In Time*). Melalui peningkatan produktivitas, efisiensi dan penerapan konsep *JIT*, perusahaan diharapkan tetap bisa bertahan dan kompetitif dalam pertarungan bisnis di kancah persaingan global.

Perusahaan PT. XYZ merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di sektor *consumer goods* dimana tempat aktivitas produksinya berada di Jalan Raya Bogor, Jakarta Timur. Produk yang dihasilkan perusahaan ini adalah produk susu bayi dan balita yang mana produk ini sangat ketat tingkat persaingannya. Persaingan yang ketat ini menjadikan perusahaan harus bisa menemukan strategi yang cukup bagus untuk menang dalam persaingan global. Persaingan PT. XYZ tidak hanya di tingkat dalam negeri namun juga luar negeri karena beberapa produk yang dihasilkan diekspor ke luar negeri.



Gambar 1.1 Efisiensi Produksi PT.XYZ

(Sumber PT.XYZ)

Dilain pihak, PT.XYZ masih mengalami permasalahan yaitu pada produktivitas perusahaan yang masih rendah dan output produksi masih sering di bawah target yang diharapkan. Pada 6 bulan terakhir produktivitas pada perusahaan

hanya 65%. Sedangkan untuk tahun 2012 target produktivitas perusahaan yaitu 70%. Pencapaian produktivitas perusahaan ini kurang optimal disebabkan terdapat berbagai hambatan, salah satu hambatan yang sering terjadi di area produksi yaitu pemborosan (*waste*). Pemborosan (*waste*) adalah semua aktivitas yang tidak meningkatkan nilai tambah (*non value added*) pada proses produksi suatu produk yang dilihat dari sudut pandang konsumen (Womack & Jones, 1996). *Waste* tersebut antara lain: *overproduction, inventory, inefficient transportation, unnecessary motion, waiting, defect, dan inappropriate process*. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode untuk mengurangi ketidakefisienan pada sistem produksi dengan mengurangi pemborosan (*waste*) agar perusahaan tetap bisa kompetitif di persaingan global.

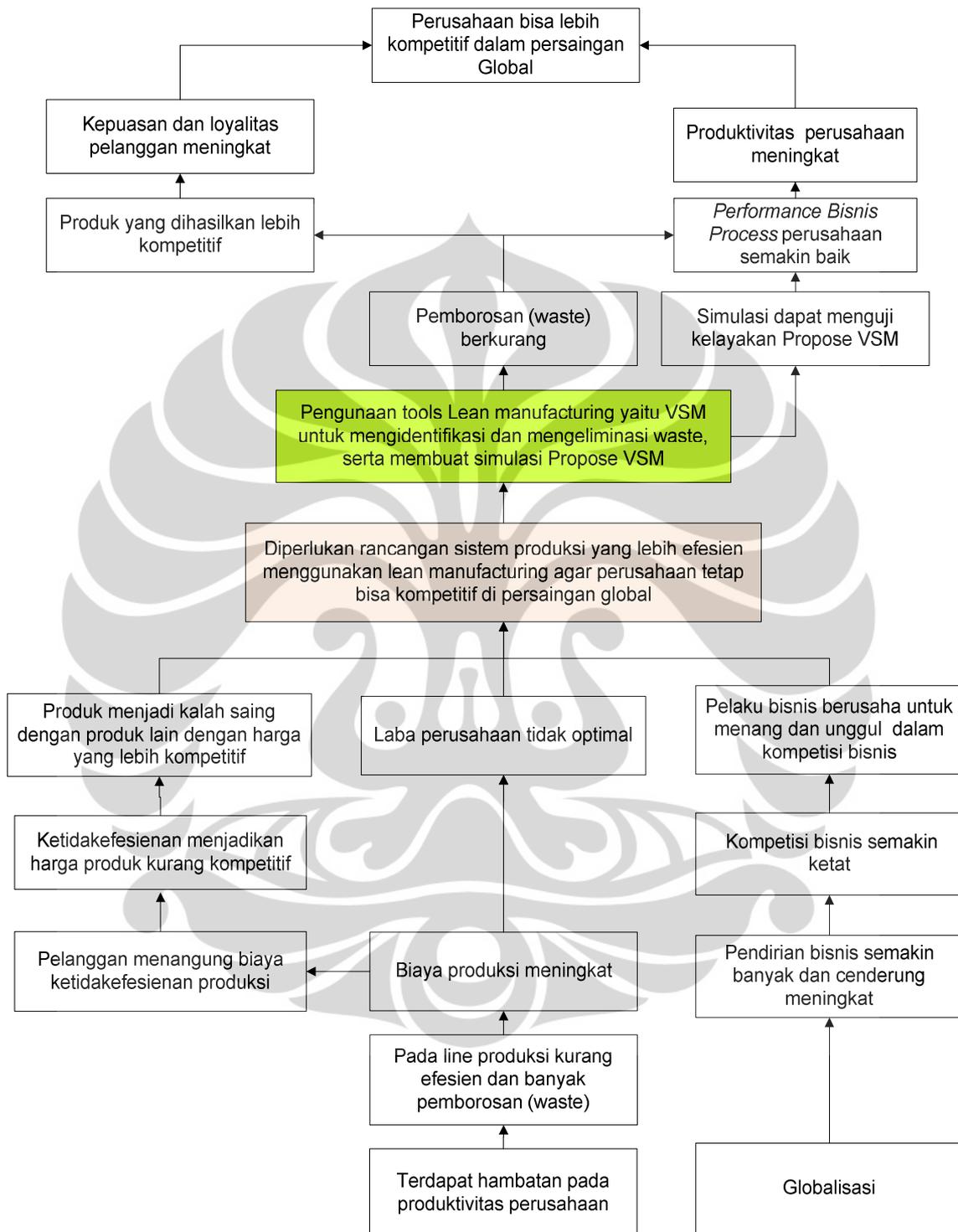
Metode yang terbukti ampuh dalam mengurangi *waste* adalah *lean manufacturing*. *Lean manufacturing* merupakan suatu pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi dan mengeliminasi pemborosan (*waste*) melalui aktivitas perbaikan secara terus menerus (*continuous improvement*). Selain itu dengan pengurangan *waste*, maka *lead time* produksi akan menjadi lebih cepat, dengan aktivitas *value added* yang sama, waktu pengerjaan proses produksi menjadi lebih cepat. Hal ini disebabkan karena terdapat pengurangan waktu terhadap aktivitas-aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah. Melalui pengurangan *waste* tersebut diharapkan tepat waktu dalam pengiriman produk, mengurangi biaya produksi, mengurangi jumlah *work in process* (WIP) dan meningkatkan utilisasi sumber daya sehingga produktivitas perusahaan bisa meningkat (Stephen L. Woehrle, Louay Abou-Shady, 2010).

Salah satu metode sekaligus *tools* dari *lean manufacturing* untuk mengurangi pemborosan (*waste*) adalah *Value Stream Mapping* atau bisa dikenal dengan nama VSM (Liker 2004, Bicheno 2004). Keunggulan VSM yaitu dapat mengvisualisasikan aliran proses *value added* (VA), *necessary but non value* (NNVA) dan *non value added* (NVA) pada aliran material dari bahan baku sampai barang jadi, dengan VSM ini akan dapat diketahui aliran informasi maupun aliran material yang tidak rapi, sehingga akan dengan mudah diketahui dan didesain ulang untuk diperbaiki (Romero 2011, Chávez 2011). *Value added* adalah seluruh aktivitas yang memberikan suatu fungsi, menambah bentuk, atau aktivitas yang

memberikan nilai tambah pada suatu material, dimana yang sebelumnya kurang bernilai menjadi lebih bernilai dan pelanggan bersedia membayar untuk aktivitas ini (Liker 2004, Bicheno 2004). *Necessary but non value* adalah proses yang tidak memberikan nilai tambah terhadap produk namun proses ini penting dilakukan. Sedangkan aktivitas *non value added* adalah aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah ke dalam suatu produk, dan memberikan dampak pada penggunaan biaya yang kurang optimal (Womack & Jones, 1996). Semua aktivitas *value added (VA)*, *necessary but non value (NNVA)* dan *non value added (NVA)* akan ditransformasikan ke dalam satuan waktu (*cycle time*), dimana waktu-waktu yang tidak memberikan nilai tambah pada produk akan berusaha dikurangi (*time reduction*), dengan hal ini diharapkan perusahaan bisa menjadi lebih efektif dan efisien dalam aktivitas produksinya.

Pada perkembangan selanjutnya penggunaan metode simulasi untuk *lean manufacturing* khususnya pada VSM dikembangkan oleh Standridge and Marvel (2006). Simulasi didefinisikan sebagai “proses mendesain suatu model pada sistem yang nyata dan dihubungkan secara eksperimen” (Pegden, Shannon, and Sadowski 1995). “Simulasi mencoba untuk mendekati atau meniru pada keadaan yang sesungguhnya (Robinson 1994). Penggunaan simulasi pada VSM menjadi hal yang menarik karena dengan simulasi tersebut akan diketahui miniatur pergerakan material dan informasi pada sistem produksi yang sebenarnya, tanpa mengganggu keberlangsungan kondisi manufaktur yang ada sekarang ini (Solding dan Gullander Per, 2009).

1.2 Diagram Keterkaitan Masalah



Gambar 1.2 Diagram Keterkaitan Masalah

1.3 Rumusan Permasalahan

Pencapaian produktivitas pada PT. XYZ tidak tercapai karena terdapat berbagai hambatan, hambatan ini menjadikan *lead time* produksi menjadi lebih lama, salah satu hambatan yang sering terjadi di area produksi yaitu pemborosan (*waste*). *Waste* tersebut antara lain *overproduction, inventory, inefficient transportation, unnecessary motion, waiting, defect, dan inappropriate process*. Oleh karena itu, diperlukan identifikasi dan pengurangan waktu (*time reduction*) pada aktivitas *waste (non value added)* menggunakan *Value Stream Mapping (VSM)* agar tercapai kondisi *Lean Manufacturing*.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengidentifikasi dan mengurangi *waste* (pemborosan) yang menghambat produktivitas perusahaan PT.XYZ.
2. Mendapatkan peta aliran produksi atau *Value Stream Mapping* pada PT. XYZ untuk mencapai *Lean Manufacturing*.
3. Mendapatkan rancangan sistem produksi yang lebih baik (*throughput* sesudah *improvement* menjadi lebih tinggi daripada sebelumnya) melalui simulasi berbasis objek.

1.5 Pembatasan Masalah

Dalama penelitian ini, dilakukan pembatasan masalah agar pelaksanaan dapat dilakukan dengan efisien dan hasil yang diperoleh efektif sesuai tujuan. Berikut ini adalah batasan masalah yang ditetapkan:

1. Penelitian dilakukan pada perusahaan yang memiliki proses produksi yang sesuai dengan kegiatan input, proses dan output.
2. Rancangan yang akan dibuat adalah mengenai sistem produksi sehingga hal-hal di luar sistem produksi tidak diperhitungkan, misalnya analisa keuangan dan teknologi informasi.
3. Ruang lingkup penelitian hanya pada *line* spafil 3, produk B-1 400 gram.

1.6 Metodologi Penelitian

1. Perumusan masalah

Pada tahap ini penulis mengidentifikasi masalah sesuai topik yang akan dibahas. Topik permasalahan tersebut didapatkan dari membaca beberapa jurnal yang mengangkat masalah akan *lean manufacturing*. Selanjutnya penulis mencoba memformulasikan permasalahan tersebut pada diagram keterkaitan masalah.

2. Pemahaman dasar teori

Pada tahap ini, penulis memahami dasar teori melalui membaca jurnal dan membaca buku tentang *lean manufacturing*. Selanjutnya penulis menyusun dasar teori tersebut untuk menjadi panduan dan pendukung dalam penelitian ini. Teori yang dibahas dalam penelitian ini mencakup pengertian *lean manufacturing*, alat-alat dalam *lean manufacturing*, pemahaman tentang *value stream mapping* dan pemahaman tentang simulasi.

3. Pengumpulan data

Pada tahap ini, pengumpulan data didapat melalui observasi ke area lantai produksi langsung. Data terdiri dari:

- data primer: *cycle time* masing-masing proses, jumlah *inventory* pada setiap stasiun kerja, aliran material dari bahan baku sampai barang jadi.
- data sekunder: *demand* per periode, *layout* pabrik.

4. Pada pengolahan data terdiri dari 3 tahap yaitu

- Tahap penggambaran *Current Value Stream Mapping*

Menggambarkan dan memetakan kondisi real aliran material dan informasi dari bahan baku sampai barang jadi, selain itu juga dituliskan data-data seperti *cycle time*, *uptime*, *changeover time*, dll.

- Melakukan *improvement*

Setelah kondisi sistem produksi aktual didapatkan, dilakukan beberapa perbaikan agar sistem produksi menjadi *smooth flow* dan tidak terjadi *stagnasi* pada *workstation*.

- Tahap *Propose Value Stream Mapping*

Memberikan usulan *value stream mapping* yang terbaik (optimal) melalui pendekatan kuantitatif dan kualitatif pada area produksi. Diharapkan bisnis proses dari area produksi tersebut bisa mencapai kondisi *lean manufacturing*.

- Simulasi pada *Plant Simulation*

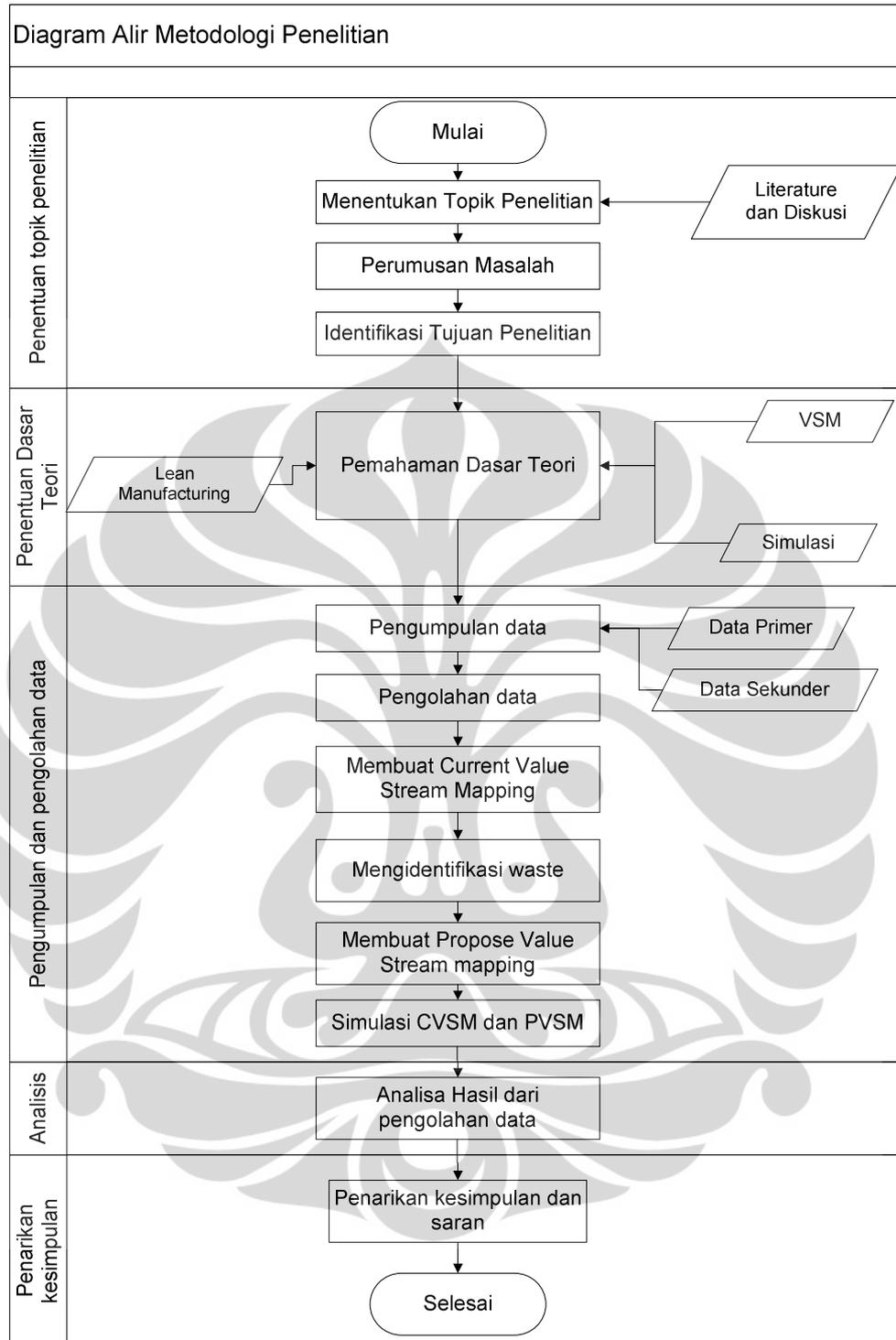
Penulis menggunakan bantuan *software plant simulation*, dimana *software* tersebut akan mengvalidasi usulan *Value Stream Mapping* yang sudah di improve (*Propose Value Stream Mapping*) tanpa harus mengganggu keberlangsungan kondisi manufaktur yang ada sekarang ini.

5. Analisa hasil

Menganalisa hasil dari pengolahan data dari langkah sebelumnya. Pengolahan ini terdiri dari perbandingan *current value stream mapping* dan *propose value stream mapping*. Serta menganalisa simulasi yang sudah dibuat untuk mengetahui hasil dari *current value stream mapping* dan *propose value stream mapping* sudahkah sesuai dengan keadaan di pabrik.

6. Penarikan kesimpulan

Kesimpulan berdasarkan hasil dari pengolahan data dan analisa yang telah dilakukan serta memberikan saran untuk penelitian selanjutnya.



Gambar 1.3 Diagram Alir Metodologi Penelitian

1.7 Sistematika Penulisan

Bab 1 berisi berupa pendahuluan yang menjelaskan mengenai latar belakang, rumusan permasalahan, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

Bab 2 menyajikan landasan teori yang mendukung penelitian ini. Landasan teori yang akan dijelaskan meliputi *lean manufacturing*, *value stream mapping*, dan simulasi.

Bab 3 meliputi pengumpulan data, pada bab ini terdapat berbagai data yang sekunder maupun data primer yang siap untuk diolah. Pengolahan data digunakan sebagai input pada bagian pembuatan model *current value stream mapping*.

Bab 4 berisi analisa terkait pengolahan data yang sudah dilakukan pada Bab 3. Analisa ini meliputi *current value stream mapping*, *propose value stream mapping* dan simulasi pada kedua *value stream mapping* tersebut.

Bab 5 kesimpulan dan saran, merangkum keseluruhan dari proses penelitian menjadi kesimpulan dan saran yang dapat digunakan sebagai pertimbangan kebijakan di kemudian hari.

BAB 2 DASAR TEORI

2.1 *Lean Manufacturing*

Lean manufacturing adalah suatu pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi dan mengeliminasi *waste (non-value added activities)* melalui perbaikan secara terus menerus (*continuous improvement*) dengan mengizinkan aliran produk dengan sistem tarik (*pull system*) dari sudut pandang pelanggan dengan tujuan kesempurnaan kepuasan pelanggan (Mohammad A. Shararah, Khaled S. El-Kilany). Konsep *lean manufacturing* ini pada mulanya dikenalkan oleh Taiichi Ohno (*Toyota Motor Corp.*) yang biasa disebut dengan *Toyota Production Sistem (TPS)*. Selanjutnya konsep *lean manufacturing* ini diadopsi oleh beberapa perusahaan besar di Amerika dan Eropa untuk diterapkan dalam industri mereka, karena konsep *lean manufacturing* terbukti ampuh untuk meningkatkan produktivitas perusahaan melalui eliminasi *waste* (pemborosan).

Womack dan Jones (2003) mengenalkan 5 prinsip yang harus diikuti untuk menerapkan konsep *lean manufacturing*:

a) *Specifying Value*

Spesifik dalam menentukan nilai produk dan pelayanan dilihat dari sudut pandang konsumen, bukan dari sudut pandang perusahaan. Hal ini diperlukan karena yang membeli produk adalah konsumen, sehingga harus jeli dan cermat dalam membuat produk sesuai dengan keinginan konsumen.

b) *Identify Whole Value Stream*

Mengidentifikasi tahapan-tahapan aliran yang bernilai dari seluruh proses desain, pemesanan, dan pembuatan produk. Serta mengidentifikasi dan mengeliminasi pemborosan (*waste*) yang ada pada seluruh aktivitas produksi agar efektifitas produksi meningkat.

c) *Flow*

Menciptakan suatu aliran produksi yang *smooth flow* dari bahan baku sampai barang jadi, serta berusaha mengeliminasi beberapa gangguan seperti *bottleneck*, stagnasi mesin, proses *rework* dan proses *waiting*.

d) *Pulled*

Membuat produk sesuai dengan apa yang diinginkan konsumen dan memberikan produk tersebut kepada konsumen sesuai pada waktunya.

e) *Perfection*

Berusaha untuk kesempurnaan pada produk yang dihasilkan maupun pada aktivitas produksi.

Lean manufacturing sangat memperhatikan bagaimana cara mengeliminasi pemborosan (*waste*) pada sistem produksi. Konsep *lean* berusaha untuk mereduksi *waste* tersebut (Narasimhan et al., 2007; MCS Media, 2006; El-Haik & Al-Aomar, 2006). Dengan mereduksi *waste* ini diharapkan akan mengurangi *operation cost*, meningkatkan produktivitas, meningkatkan kualitas dan *on-time* dalam pengiriman produk. (Narasimhan et al., 2007). Tujuh Pemborosan (*waste*) tersebut adalah:

a) *Over production* (kelebihan produksi)

Pemborosan yang disebabkan produksi yang berlebih, maksudnya adalah memproduksi produk yang melebihi dari yang dibutuhkan sedangkan produk tidak segera terjual, atau memproduksi lebih awal dari jadwal yang telah dibuat.

b) *Unnecessary Stock / Inventory* (persediaan yang tidak perlu)

Pemborosan yang disebabkan ada penyimpanan (*inventory*) yang melebihi volume gudang yang ditentukan, material yang rusak karena terlalu lama disimpan dan material yang kadaluarsa.

c) *Inefficient Transportation* (transportasi)

Kegiatan yang penting akan tetapi tidak menambah nilai pada suatu produk. *Transport* merupakan proses memindahkan material atau *Work In Process* dari satu stasiun kerja ke stasiun kerja yang lainnya baik menggunakan operator, *handlift*, *forklift* maupun konveyor sehingga menambah waktu penanganan material. Konsep *lean* menginginkan bahan baku dikirim langsung ke tempat pengerjaan tanpa disimpan didalam gudang.

d) *Unnecessary Motion* (pergerakan yang berlebihan)

Pemborosan berupa aktivitas/pergerakan yang kurang perlu yang dilakukan operator, dimana aktivitas ini tidak menambah nilai dan bahkan bisa memperlambat proses sehingga *lead time* menjadi lama. Sebagai contoh adalah proses mencari komponen karena tidak terdeteksi tempat penyimpanannya, gerakan tambahan untuk mengoperasikan suatu mesin. Hal ini juga dapat terjadi dikarenakan *layout* produksi kurang baik sehingga sering terjadi pergerakan yang kurang perlu dilakukan oleh operator.

e) *Waiting* (menunggu)

Pemborosan berupa menunggu untuk proses berikutnya. *Waiting* merupakan selang waktu ketika operator tidak menggunakan waktu untuk melakukan *value adding activity* dikarenakan menunggu aliran produk dari proses sebelumnya (*upstream*). *Waiting* ini juga mencakup operator maupun mesin, seperti kecepatan produksi mesin dalam stasiun kerja lebih cepat atau lebih lambat dari pada stasiun yang lainnya.

f) *Defect* (produk cacat)

Pemborosan berupa ada produk yang rusak atau tidak sesuai dengan spesifikasi. Hal ini akan menyebabkan proses *rework* yang kurang efektif, tingginya komplain dari konsumen dan serta inspeksi level yang sangat tinggi.

g) *Inappropriate process* (proses yang tidak perlu)

Pemborosan berupa proses-proses tambahan atau aktivitas kerja yang tidak perlu atau tidak efisien. Hal ini dapat terjadi ketika proses yang ada belum mempunyai standarisasi yang cukup baik. Sehingga terdapat variasi metode/urutan kerja yang dikerjakan operator.

Menurut Taiichi Ohno (*Toyota Motor Corp.*), pemborosan yang paling mendasar adalah produksi berlebih, karena hal tersebut menyebabkan pemborosan yang lain. Memproduksi lebih awal atau lebih banyak daripada yang diinginkan pelanggan dalam operasi manapun pada proses manufaktur akhirnya akan

menyebabkan bertumpuknya persediaan di salah satu proses hilir. Material hanya diam menunggu untuk diproses oleh operasi selanjutnya.

Dalam meminimalisir pemborosan (*waste*) pada area produksi, terdapat beberapa *tools* yang sering digunakan untuk mencapai kondisi *lean manufacturing*. MCS Media Inc. mengenalkan sebuah *Lean Tool Usage Matrix* pada *Lean Pocket Guide* untuk membantu mengaplikasikan dan mengimplementasikan *Lean Manufacturing*, dimana *Lean Tool Usage Matrix* bisa dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.1 *Lean tool usage matrix*

Lean Tool Usage Matrix						
LEAN TOOL	PLAN/ ENABLE	DEMAND	FLOW	LEVELING	VISUAL CONTROL	GENERAL
5S	X					
Buffer and Safety Stock		X				
Cellular Layout			X			
Continuous Flow			X			
Cycle Time		X				
Heijunka (Leveling)				X	X	
Jidoka					X	
Just-In-Time			X			
Kaizen	X				X	
Lean Metrics	X					
Lean Office	X	X	X	X	X	
Lean Reporting	X					
Line Balancing			X			
Mistake-Proofing					X	
Origins of Lean						X
Paced Withdrawal				X		
Perishable Tool Management						X
Pitch		X				
PQ Analysis		X				
Problem Solving	X					X
Quick Changeover			X			
Runner				X		
Sequence to Lean Implementation	X					
Six Sigma	X	X	X	X	X	X
Standard Work		X			X	
Storyboard	X				X	
Takt Time		X				
Total Productive Maintenance			X			
Value Stream Management	X					
Value Stream Mapping	X					
Visual Factory					X	
Waste						X

Source: MCS Media, *The Lean Pocket Guide XL*, 2006, pg xii

Beberapa literatur menyebutkan bahwa keuntungan dari *lean manufacturing* adalah kemampuan dalam mengeliminasi *waste* dan mengurangi

biaya yang ada di rantai produksi. Selain itu, keuntungan dari *lean manufacturing* juga bisa mengurangi *lead time* produksi, meningkatkan produktivitas, memenuhi standar kualitas yang tinggi, pengiriman produk ke konsumen secara *on-time*, mengurangi *work-in-process (inventory)*, dan meningkatkan utilisasi *resource*. Keuntungan-keuntungan tersebut yang ingin didapatkan oleh banyak perusahaan. Oleh karena itu, pada tiga dekade terakhir banyak perusahaan yang sebelumnya mengadopsi konsep *mass production* berganti ke *lean manufacturing* agar tetap bisa bersaing di persaingan global.

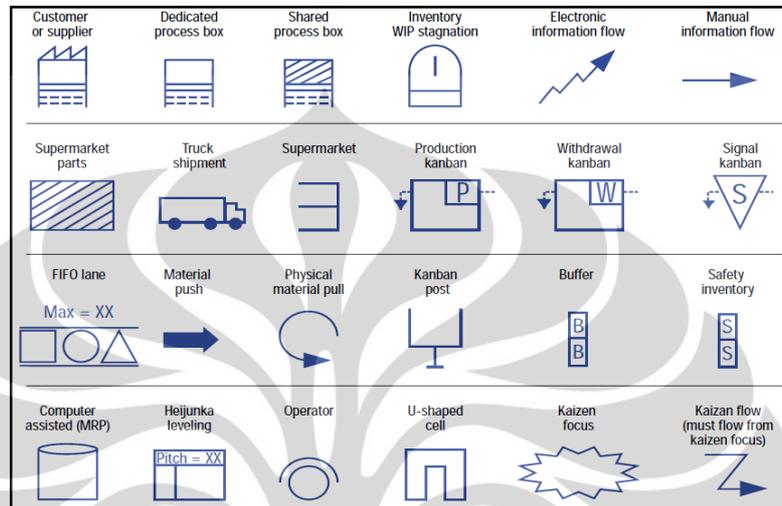
2.2 Value Stream Mapping

Value Stream Mapping (VSM) merupakan salah satu dari *lean tools* yang terbukti ampuh untuk menghilangkan *waste (non-added value)*, memetaan aliran material dan informasi dalam sistem produksi. *Value Stream Mapping* diperkenalkan pertama kali oleh *Moki Rother dan John Shook* dalam bukunya "*Learning To See*" yang menjelaskan cara menggunakan pemetaan aliran proses *value added* dan *non value added* di rantai produksi untuk mencapai kondisi *lean manufacturing*. *Value Stream Mapping* lahir dari konsep *Toyota Production System (TPS)*, dimana pada TPS dikenal dengan "*Material and Information Flow Mapping (MIFC)*".

Value Stream Mapping didefinisikan sebagai pemetaan semua aktivitas baik bernilai tambah (*value added*) maupun tidak bernilai tambah (*non value added*) yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu produk dari *raw material* sampai produk jadi (Rother and Shook, 1999). *Value stream mapping* tidak hanya memvisualisasikan aliran material dalam sistem produksi, namun juga memvisualisasikan aliran informasi perintah produksi pada *supply chain* secara keseluruhan. Aliran informasi ini dapat digunakan untuk melihat apakah terjadi stagnasi informasi atau tidak pada sebuah sistem produksi.

Pokok tujuan dari *Value Stream Mapping* adalah mengidentifikasi semua *waste* pada aliran produksi dan berusaha untuk mengeliminasi *waste* tersebut (Rother and Shook, 1999). Sudut pandang dari *value stream* tidak hanya melihat dari satu sisi proses produksi, namun melihat sebagai keseluruhan sistem produksi secara utuh. Penggunaan *value stream mapping* sangatlah berguna dalam

improvement sistem yang sedang berjalan (McDonald et al, 2002). Dimana sistem yang sudah berjalan akan dievaluasi dan diidentifikasi *waste* yang ada pada sistem tersebut serta berusaha untuk mengeliminasi *waste* tersebut agar produktivitas perusahaan bisa meningkat.



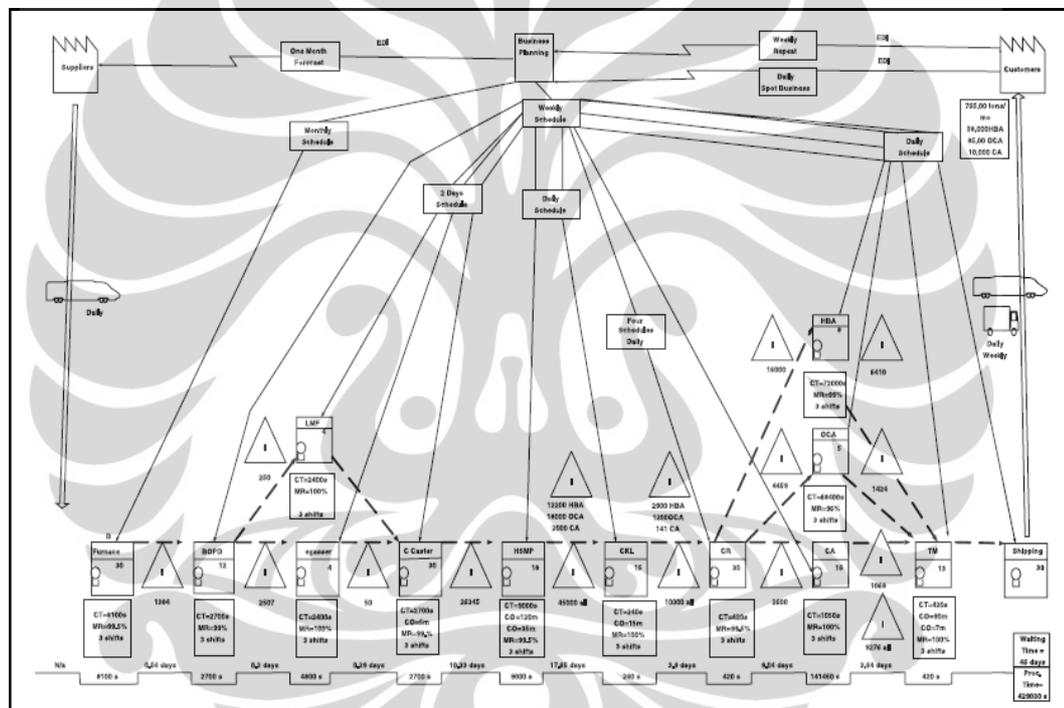
Gambar 2.1 Value Stream Mapping Icon

(Sumber : Don Tapping, Tom Luyster and Tom Shuker, Value Stream Management)

Dalam membuat *Value Stream Mapping*, terdapat beberapa tahapan yang harus dilakukan, tahapan tersebut adalah:

- a) Memilih *produk family* (tipe produk yang sama) sebagai target yang akan dilakukan *improvement*. Pemilihan *produk family* ini sangat penting agar dalam proses *improvement* bisa fokus di salah satu produk dan batasan *improvement* bisa jelas dan tidak bias.
- b) Menggambarkan *Current Value Stream Mapping* sebagai bagian yang penting untuk menangkap bagaimana kondisi sistem produksi yang berjalan saat ini serta mengetahui kekurangan pada kondisi saat ini. Dengan mengetahui *current value stream mapping* maka akan dengan mudah untuk memahami sistem produksi secara aktual, sehingga mudah mengenali jurang pemisah antara keadaan sekarang dengan keadaan yang diinginkan. Melalui hal tersebut, proses *improvement* pada sistem produksi dapat dicapai dengan lebih mudah dan lebih terstruktur. Beberapa hal yang diperlukan dalam membuat *current value stream mapping* adalah:

- i. Data mengenai pelanggan, permintaan berbentuk perhari/perminggu/perbulan, setiap pengiriman ke pelanggan berapa kuantitasnya, dan dalam sehari pelanggan datang untuk mengambil *finish goods* berapa kali.
- ii. Data mengenai supplier, memesan ke supplier dalam bentuk perhari/perminggu/perbulan, dalam sehari supplier datang setiap berapa jam, setiap kedatangan supplier membawa material apa saja dan berapa jumlahnya, dan *lead time* pemesanan berapa lama.



Gambar 2.2 Contoh tampilan *current value stream mapping*

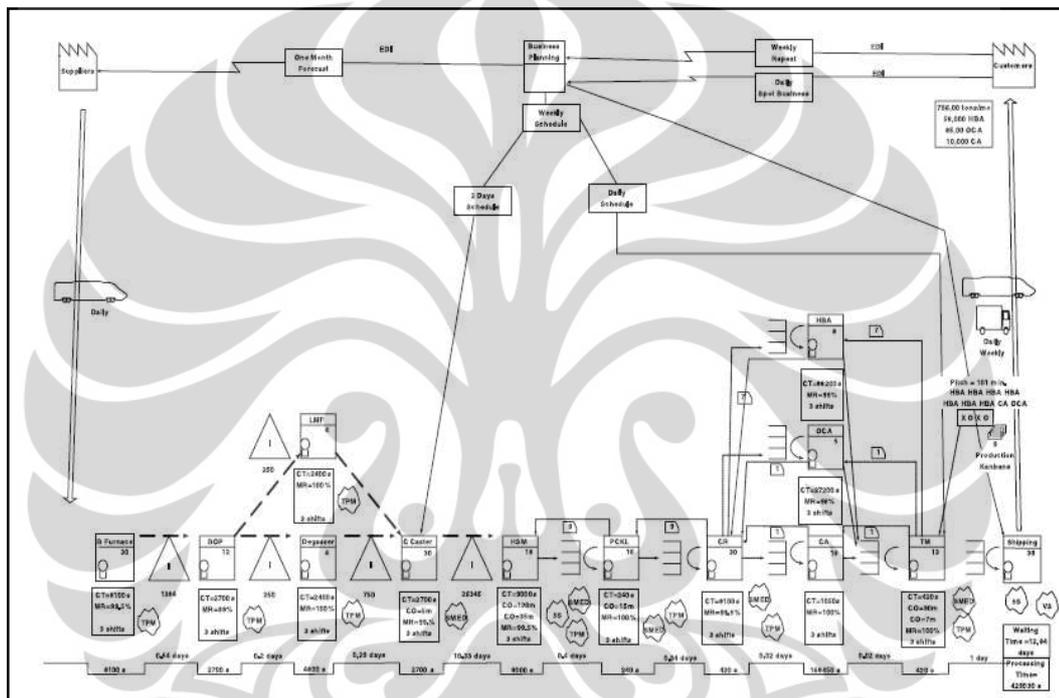
(Sumber: Fawaz A. Abdulmalek, Jayant Rajgopal, (2007). Int. J. Production Economics 107)

- iii. Data Jam kerja, *shift*, *overtime*, waktu istirahat dan waktu *meeting*.
- iv. Sistem pengendalian dan perintah produksi berbentuk seperti apa, manual atau sudah menggunakan *software ERP*.

- v. Data mengenai produksi seperti *cycle time*, *changeover time*, jumlah operator, *workstation* dan *set up time*.
 - vi. Jumlah *raw material*, jumlah *inventory* pada proses (WIP), dan jumlah *safety stock* yang terdapat pada setiap *workstation*.
 - vii. *Takt time* produksi dimana berasal dari rumus *net available time* dibagi dengan permintaan produk. Hal ini untuk mengukur seberapa besar kecepatan produksi yang seharusnya.
 - viii. Data waktu proses *value added* dan *non value added*.
- c) Melakukan identifikasi terhadap *waste* yang ada di *current value stream mapping* serta melakukan perbaikan pada beberapa area agar tercapai *lean manufacturing*.
- d) Menggambarkan *Propose Value Stream Mapping*, dimana gambar ini menjelaskan bagaimana tampilan dari sistem produksi setelah *waste* dan ketidakefisienan dihilangkan. *Propose Value Stream Mapping* ini akan menjadi dasar usulan perubahan pada sistem produksi yang sudah berjalan sebelumnya. Menurut *Don Tapping*, *Tom Lyster* dan *Tom Shuker* ada 3 tahapan yang bisa digunakan untuk membuat *Propose Value Stream Mapping*, tahapan itu adalah:
- *Customer demand stage*: memahami permintaan produk yang dilakukan oleh pelanggan. Kecepatan produksi sebisa mungkin sesuai dengan *takt time* yang sudah ditentukan sebelumnya,
 - *Flow stage*: mengimplementasikan *continuous flow* pada aliran material yang ada di rantai produksi sehingga bisa mencapai kondisi *Just In Time* yaitu membuat barang yang benar, mengirimkan barang di waktu yang benar dan membuat barang sesuai jumlah yang diminta pelanggan. Sedangkan, untuk menunjang *continuous flow* pada sistem produksi diperlukan adanya supermarket atau *safety inventory* diantara stasiun. Hal ini untuk menghindari *stock out* yang diakibatkan oleh waktu

proses *workstation* yang berjalan lebih cepat atau lebih lama. Supermarket atau *buffer inventory* akan menjaga sistem produksi untuk berjalan dengan *continuous flow*.

- *Leveling Stage*: mendistribusikan produksi secara merata pada volum, jenis, pengurangan *inventory* dan WIP. Hal ini bisa ditempuh dengan menggunakan *heijunka (leveling)* sesuai *pitch* (instruksi penarikan *finish goods*)



Gambar 2.4 Contoh tampilan *propose value stream mapping*

(Sumber: Fawaz A. Abdulmalek, Jayant Rajgopal, 2007. Int. J. Production Economics 107)

Beberapa pertanyaan sebagai petunjuk dalam pembuatan *Propose Value Stream Mapping* menurut Fawaz A. Abdulmalek, Jayant Rajgopal (2007) yang diambil dari konsep *Toyota Production System*, dimana konsep ini sudah banyak diadopsi oleh perusahaan yang ada di Amerika maupun Eropa, adalah:

- Berapa *takt time* pada rantai produksi?
- Apakah *finish goods* langsung dikirim ke area *shipping* atau menggunakan supermarket?

- iii) Di area mana kemungkinan menggunakan *pull system* yang ditunjang dengan adanya supermarket?
- iv) Dimana *continuous flow* diterapkan?
- v) Proses mana yang menjadi *pacemaker process*?
- vi) Bagaimana cara menyeimbangkan atau *leveling* produksi pada *pacemaker process*?
- vii) Proses perbaikan apa yang diperlukan agar *value stream* dapat berjalan sesuai dengan *Propose Value Stream Mapping* yang telah direncanakan.

2.2.1 Kelebihan dan Kekurangan *Value Stream Mapping*

Kelebihan *Value Stream Mapping* menurut *Solding and Gullander (2009)* adalah:

- a) Cepat dan mudah dalam pembuatan.
- b) Dalam pembuatannya tidak harus menggunakan *software* computer khusus.
- c) Mudah dipahami.
- d) Bisa digambarkan menggunakan pensil dan bullpen.
- e) Memberikan dasar awal untuk ruang diskusi dan memutuskan sebuah keputusan.
- f) Meningkatkan pemahaman terhadap sistem produksi yang sedang berjalan dan memberikan gambaran aliran perintah informasi produksi.

Setiap tools maupun metode ada beberapa kekurangan dalam penggunaan tools atau metode tersebut, kekurangan dari *Value Stream Mapping* menurut *Solding and Gullander (2009)* adalah:

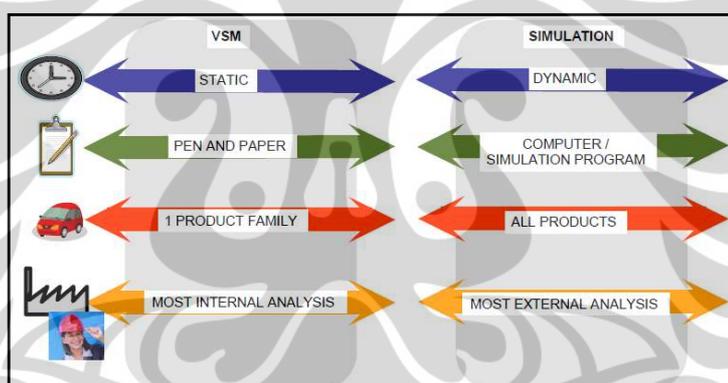
- a) Aliran material hanya bisa untuk satu produk atau satu type produk yang sama pada satu VSM untuk dianalisa.
- b) VSM berbentuk statis dan terlalu menyederhanakan masalah yang ada di rantai produksi.

2.3 Simulasi pada *Value Stream Mapping*

Penggunaan simulasi pada computer pada saat ini sangat banyak untuk berbagai studi kasus dan berbagai macam aplikasi. Simulasi ini digunakan untuk

mendukung perencanaan di bagian militer, logistik, manufaktur, dll. Menurut Pegden, Shannon, and Sadowski 1995 simulasi didefinisikan sebagai “*the process of designing a model of a real system and conducting experiments*” dan menurut Robinssoon 1994 “*A simulation is a model that mimics real-ity*”. Dari definisi tersebut, simulasi bisa diartikan sebagai sebuah perilaku sistem yang meniru kondisi nyata untuk menghasilkan pemahaman yang lebih baik dan mempunyai pendekatan dalam menjawab beberapa pertanyaan yang ada di kondisi kenyataan (Solding and Gullander (2009)).

Sebagai perbandingan antara *Value Stream mapping* dengan Simulasi bisa dilihat pada gambar 2.5 di bawah. Dimana penggunaan simulasi pada *value stream mapping* akan mencoba melakukan pendekatan yang lebih dinamis serta lebih memperhatikan perilaku pada sistem ketika simulasi sedang dijalankan. Sehingga kekurangan dari VSM bisa diisi oleh sebuah simulasi.



Gambar 2.4 Perbandingan Perbedaan VSM dan Simulasi

(Sumber: Petter Solding, Per Gullander, .2009. *CONCEPTS FOR SIMULATION BASED VALUE STREAM MAPPING*, Proceedings of the Winter Simulation Conference

2.3.1 Kelebihan dari Simulasi

Simulasi merupakan *tools* yang sangat berguna untuk menganalisa sebuah sistem yang kompleks, berikut beberapa kelebihan dari simulasi menurut Solding dan Gullander (2009):

- a) Dapat mensimulasikan semua aliran produk dalam bentuk model.
- b) Dapat mensimulasikan sesuatu yang kompleks maupun yang sederhana.

- c) Dapat menganalisa waktu yang dihabiskan dalam rentang waktu tertentu sehingga bisa melihat perilaku sistem yang lebih dinamis.
- d) Dapat menganalisa beberapa keadaan seperti *breakdown* mesin, *bottleneck* pada sistem dan *waiting* pada operator.
- e) Dapat mensimulasikan beberapa skenario, sehingga dapat diketahui pada skenario mana yang mencapai titik optimal.

2.3.2 Kekurangan dari Simulasi

Kekurangan pada simulasi menurut Solding and Gullander (2009) adalah

- a) Pada *software* tertentu membutuhkan investasi yang cukup besar.
- b) Pada kondisi tertentu sulit untuk mendapatkan validasi dari model yang sudah dibuat, padahal semua variabel sudah dimasukkan ke perintah yang ada.
- c) Pada kondisi tertentu ketika simulasi sudah dijalankan, hasil yang didapatkan tidak bisa melakukan pendekatan ke dalam kondisi seperti nyata.

2.3.3 Tipe-tipe Simulasi

2.3.3.1 Simulasi Statis dan Simulasi Dinamis

Simulasi statis merupakan salah satu simulasi yang tidak berdasarkan waktu sehingga perilaku model yang berdasarkan waktu tidak bisa dilihat melalui simulasi statis. Simulasi ini juga biasa disebut sebagai simulasi *Monte Carlo* karena biasa dilakukan dengan pengambilan sampel-sampel secara *random* (acak). Kebalikan dari simulasi statis adalah simulasi dinamis, dimana pada simulasi dinamis terdapat faktor waktu yang diperhatikan. Sehingga perilaku dari model simulasi dinamis bisa dilihat dengan jelas karena adanya perubahan waktu yang diperhatikan. Sejalan dengan sistem manufaktur yang memperhatikan faktor waktu dalam melihat perilaku model, maka simulasi dinamis sangat cocok digunakan dalam menganalisa sistem manufaktur.

2.3.3.2 Simulasi Stokastik dan Deterministik

Simulasi stokastik merupakan simulasi yang variabel-variabel inputnya berbentuk acak atau random secara alami, Simulasi stokastik ini biasa disebut juga

sebagai simulasi probabilistik. *Output* yang dihasilkan pada simulasi stokastik akan bersifat acak. Sedangkan kebalikan dari simulasi stokastik adalah simulasi deterministik, dimana input awalnya dari simulasi ini sudah ditentukan sebelumnya, sehingga *output* yang dihasilkan pada simulasi deterministik akan berbentuk konstan (tidak acak).

2.3.3.3 Simulasi Peristiwa Diskrit dan Simulasi Kontinyu

Simulasi peristiwa diskrit merupakan simulasi dimana perubahan keadaan terjadi pada titik-titik waktu tertentu yang berbentuk diskret yang dipicu oleh suatu kejadian tertentu. Sebagaimana simulasi dinamis, simulasi diskrit ini sering digunakan untuk menganalisa perilaku dari sistem manufaktur. Sedangkan simulasi kontinyu adalah keadaan berubah secara terus menerus (*continuous*) sejalan dengan perubahan waktu.

2.3.4 Simulasi *Flow Based Oriented*

Simulasi flow based oriented adalah simulasi dimana langkah-langkahnya berjalan satu demi satu proses, serta keseluruhan objeknya cenderung pasif. Simulasi ini tidak memberikan ruang komunikasi antara satu objek dengan objek lainnya. Selain itu simulasi ini juga cocok digunakan untuk simulasi produksi massal dan hanya fokus pada satu macam objek yang mengalir pada satu aliran proses.

2.3.5 Simulasi Berbasis Objek

Simulasi yang terdiri dari sekumpulan objek yang berinteraksi satu dengan yang lainnya dalam interval waktu tertentu. Objek ini pada sistem manufaktur bisa berupa konveyor, *forklift*, mesin, operator, material, dll. Simulasi ini memungkinkan pemetaan satu per satu antara objek dalam sistem manufaktur yang dimodelkan dan abstraksi dalam model simulasi (Narayanan dkk,1998). Simulasi berbasis objek ini bisa digunakan untuk memodelkan situasi yang kompleks, sehingga para pemegang keputusan bisa mengambil kebijakan lebih tepat melalui pendekatan simulasi ini.

Terdapat empat perangkat yang digunakan dalam membangun simulasi berbasis objek ini, yaitu bahan atau material, lokasi, *controller*, dan rencana proses. Empat perangkat tersebut saling berinteraksi satu dengan yang lainnya. Lokasi sebagai tempat memproses material atau bahan, *controller* sebagai pemberi perintah atau keputusan dalam menjalankan simulasi, rencana proses sebagai pembuatan bagian-bagian proses tertentu yang akan disimulasikan menurut perintah dari *controller*. Keuntungan dalam menggunakan simulasi berbasis objek adalah:

- a) Kemampuan menerapkan perubahan dalam program yang lebih efisien dan lebih cepat.
- b) Kemampuan menciptakan sistem yang lebih efektif dalam menggunakan sekelompok proses.
- c) Dapat mengintegrasikan sistem komputasi yang lebih fleksibel.
- d) Kemampuan untuk membuat interface atau penampilan model yang lebih intuitif bagi pengguna grafis.

2.3.6 Verifikasi dan Validasi Model

2.3.6.1 Verifikasi

Verifikasi adalah proses untuk menentukan apakah model hasil simulasi telah beroperasi dengan benar, kesesuaian aliran proses dan sesuai yang diinginkan. Hal-hal yang dapat digunakan untuk verifikasi model adalah:

- a) Melakukan pengecekan pada kode model.
- b) Memeriksa masuk akal nya output.
- c) Mengamati perilaku entitas pada model.
- d) Menggunakan fungsi *trace* dan *debug* pada *software* untuk mendapatkan keadaan model yang tidak dapat terlihat melalui animasi.

2.3.6.2 Validasi

Validasi adalah Proses untuk menentukan apakah model telah tercermin keadaan nyata secara akurat (Hoover dan Perry, 1990). Beberapa cara yang bisa digunakan untuk validasi model adalah:

- a) Membandingkan pada sistem actual

- b) Melakukan pengamatan pada animasi untuk dibandingkan dengan pengetahuan seseorang mengenai keadaan sebenarnya.
- c) Membandingkan dengan model lain yang sudah tervalidasi
- d) Melakukan uji degerasi untuk melihat apakah sifat *output* dari model akan berubah ketika salah satu variabelnya mencapai titik tertentu
- e) Mengadakan pengujian terhadap data historis
- f) Melakukan analisa sensitivitas.

2.4 Waktu Baku (*Standard Time*)

2.4.1 Metode Pengukuran Kerja (*Time study*)

Metode ini digunakan untuk menentukan waktu baku dari sebuah pekerjaan dengan hasil studi yang lebih baik. Selain karena didasari oleh waktu aktual pekerjaan, metode ini juga mempertimbangkan berbagai kelonggaran bagi pekerja. Menurut Niebel & Freivalds (2003), *time study* merupakan sebuah metode untuk menentukan “*fair day’s work*”. Jika diterjemahkan, *fair day’s work* adalah sejumlah pekerjaan yang dilakukan oleh pekerja yang handal saat bekerja dengan kecepatan baku dan secara efektif menggunakan waktu yang tidak dibatasi oleh sebuah proses. Pekerja yang handal diartikan sebagai perwakilan rata-rata dari para pekerja yang terlatih dan bisa memberikan kinerja yang memuaskan dalam menyelesaikan seluruh bagian pekerjaan. Kecepatan baku diartikan sebagai kecepatan efektif atas suatu kinerja pekerja yang handal saat bekerja dalam keadaan cepat maupun lambat serta mempertimbangkan kebutuhan fisik, mental, atau visual dari pekerjaan itu sendiri. Penggunaan waktu secara efektif memiliki pengertian kondisi dimana sebuah kecepatan baku dapat terus dijaga pada seluruh elemen kerja yang dilakukan. Sehingga berdasarkan teori, kondisi *fair day’s work* adalah kondisi yang harus dipenuhi saat *time study* dilakukan terhadap objek pengamatan.

Secara teori terdapat dua jenis metode *time study* menggunakan *stopwatch* yaitu metode *snapback* dan metode *continuous*. Pada metode *snapback* pengambil data mengembalikan nilai yang terbaca di *stopwatch* kembali ke 0 saat elemen kerja baru dimulai. Keunggulan dari metode ini adalah data yang diperoleh langsung berbentuk *observed time* bukan *watch time*, sehingga pengambil data

tidak perlu melakukan pengurangan waktu saat pengolahan data. Kelemahannya adalah hasil pengamatan menjadi kurang presisi karena terdapat waktu yang terbuang akibat penundaan saat pengambil data berusaha mengatur *stopwatch* menjadi 0 dan menjalankannya kembali. Pada metode *continuous*, *stopwatch* terus dijalankan hingga seluruh elemen kerja selesai. Pengambil data hanya mencatat waktu di saat pergantian elemen kerja, waktu yang didapat adalah *watch time*. *Observed time* diperoleh dengan mengurangi 2 *watch time* elemen kerja yang berdampingan. Saat ini, dengan semakin berkembangnya teknologi *stopwatch* digunakan metode gabungan yang memungkinkan pengamat mendapatkan *observed time* saat waktu di *stopwatch* terus berjalan dengan mode *split* yang tersedia pada *stopwatch*.

2.4.2 Langkah Pelaksanaan *Time study*

Berikut ini adalah langkah pelaksanaan sebelum *time study* dilakukan.

a). Menetapkan tujuan pengukuran

Dalam melakukan pengukuran waktu kerja, tujuan pengukuran harus ditetapkan terlebih dahulu dan untuk apa hasil pengukuran digunakan. Dalam penentuan tujuan tersebut dibutuhkan tingkat kepercayaan dan tingkat ketelitian yang akan digunakan.

b). Melakukan penelitian pendahuluan

Dalam penelitian pendahuluan yang harus dilakukan adalah mengamati dan mengidentifikasi kondisi kerja dan metode kerja. Dalam penelitian ini perlu dianalisis hasil pengukuran waktu kerja, apakah masih ada kondisi yang tidak optimal, jika perlu dilakukan perbaikan kondisi kerja dan cara kerja yang lebih baik.

c). Memilih operator

Operator yang akan melakukan pekerjaan harus dipilih yang memenuhi beberapa persyaratan agar pengukuran dapat berjalan baik dan hasilnya dapat diandalkan. Syarat yang dibutuhkan adalah operator berkemampuan normal dan dapat bekerja sama menjalankan prosedur kerja yang baik.

d). Melatih operator

Melatih operator agar terbiasa dengan sistem kerja yang dilakukan. Hal ini juga dilakukan agar operator dapat menyelesaikan pekerjaan sesuai kondisi yang telah dibakukan secara wajar.

e). Melakukan pemisahan kegiatan atau elemen pekerjaan.

Pekerjaan dibagi menjadi beberapa elemen pekerjaan yang merupakan gerakan bagian dari pekerjaan yang bersangkutan. Pengukuran waktu dilakukan atas elemen pekerjaan. Ada beberapa pedoman yang harus diperhatikan dalam melakukan pemisahan menjadi beberapa elemen pekerjaan, yaitu:

- Uraikan pekerjaan tersebut, tetapi harus dapat diamati oleh alat ukur dan dapat dicatat menggunakan jam henti.
- Jangan sampai ada elemen yang tertinggal karena jumlah waktu elemen kerja tersebut merupakan siklus penyelesaian suatu pekerjaan.
- Antara elemen satu dengan elemen yang lain pemisahannya harus jelas. Hal ini dilakukan agar tidak timbul keraguan dalam menentukan kapan berakhirnya atau mulainya suatu pekerjaan.

f). Menyiapkan peralatan yang diperlukan

Alat yang digunakan untuk melakukan pengukuran waktu baku tersebut yaitu *stopwatch*, lembar pengamatan, pena atau pensil, dan papan jalan.

2.4.3 Perhitungan Waktu Baku dengan Metode *Time study*

Hasil utama dari *time study* adalah waktu baku (*standard time*) dari sebuah aktivitas. Pengambilan data yang telah dilakukan baru menghasilkan *watch time* atau *observed time* yang menjadi waktu siklus (*cycle time*). Berikut ini adalah langkah yang harus dilakukan untuk mendapatkan waktu baku.

- a) Konversikan seluruh data waktu yang telah diambil menjadi *observed time* terlebih dahulu. *Watch time* yang diperoleh dari metode *continuous* dapat diubah menjadi *observed time* dengan rumus berikut ini, (*watch time* selesainya elemen kerja x) – (*watch time* selesainya elemen kerja elemen kerja $x-1$).

- b) Tentukan *rating* (faktor penyesuaian) pekerja dengan metode *rating* yang telah dipilih untuk mengubah *observed time* menjadi *normal time* (waktu normal) atau *basic time* menggunakan rumus berikut:

$$\text{Waktu Normal} = \text{Observed Time} \times \text{Rating} \dots \dots \dots (2.1)$$

Metode ini membagi penilaian *rating* menjadi empat faktor yaitu keterampilan (*skill*), usaha (*effort*), lingkungan (*conditions*), dan konsistensi (*consistency*). Keterampilan didefinisikan sebagai kemampuan pekerja untuk mengikuti suatu metode kerja yang telah dirancang. Keterampilah berkaitan dengan keahlian yang berhubungan dengan koordinasi gerak dan pikiran. Usaha didefinisikan sebagai suatu perwujudan dari keinginan dan hasrat untuk bekerja secara efektif. Usaha yang diamati adalah usaha efektif yang memberikan nilai tambah untuk pekerjaan. Usaha juga memiliki keterkaitan dengan kecepatan kerja yang membutuhkan keterampilan. Kondisi lingkungan menggambarkan bagaimana keadaan dari area kerja pekerja dilihat dari suhu, ventilasi udara, cahaya, dan suara. Kondisi ini memiliki standar yang berbeda antar industri sehingga tidak bisa disamaratakan. Terakhir, konsistensi dilihat dari kecilnya simpangan dari data yang diambil. Jika, waktu yang diambil memiliki waktu yang hampir serupa maka bisa dikatakan pekerja ini sangat konsisten

- c) Tentukan kelonggaran (*allowance*) yang diberikan kepada tiap elemen kerja kemudian hitung waktu baku (*standard time*) dengan rumus:

$$\text{Waktu baku} = \text{Waktu siklus} \times (1 + \text{kelonggaran}) \dots \dots \dots (2.2)$$

Kelonggaran diberikan agar waktu baku yang diperoleh merupakan waktu kerja dengan kecepatan normal dan bisa dikerjakan oleh manusia tanpa mengabaikan kebutuhan pribadi pekerja yang bisa menimbulkan penundaan (*delay*) di tengah pekerjaan. Pada dasarnya terdapat tiga jenis kelonggaran (*allowances*) yaitu *constant allowance*, *variable fatigue allowances*, dan *special allowances*. *Constant allowances* meliputi kebutuhan pribadi dan

kelelahan dasar. Kebutuhan pribadi adalah penundaan kerja yang terjadi untuk menjaga keadaan tubuh pekerja agar tetap baik seperti kelonggaran untuk minum hingga pergi ke kamar kecil. Persentase sebesar 5% biasa digunakan sebagai kelonggaran untuk kebutuhan pribadi. Kelelahan dasar (*basic fatigue*) adalah sebuah konstanta yang berfungsi untuk mengatasi kelelahan akibat penggunaan energi dalam melakukan pekerjaan termasuk mengatasi kelelahan akibat pekerjaan yang monoton.



BAB 3

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini berisi tentang pengumpulan data yang terdiri dari data primer dan data sekunder. Dimana data primer diperoleh secara langsung melalui pengamatan sedangkan data sekunder diperoleh melalui wawancara kepada pihak-pihak yang terkait. Selain itu dalam bab ini juga terdapat pengolahan data agar data yang sudah diperoleh sebelumnya mempunyai makna untuk dianalisa pada bab selanjutnya.

3.1 Pengumpulan Data

3.1.1 Gambaran Umum Proses Produksi PT.XYZ

Data diambil di salah satu perusahaan *consumer goods* susu di Indonesia, dimana segmentasi produk yang dihasilkan ditujukan kepada bayi dan balita. Perusahaan ini mempunyai 3 area utama yaitu area *low care*, *medium care* dan *high care*. Hal ini dikarenakan perusahaan memproduksi produk susu dimana konsumen utama mereka bayi dan balita yang masih rentan terhadap penyakit. Pembagian area tersebut sebagai berikut:

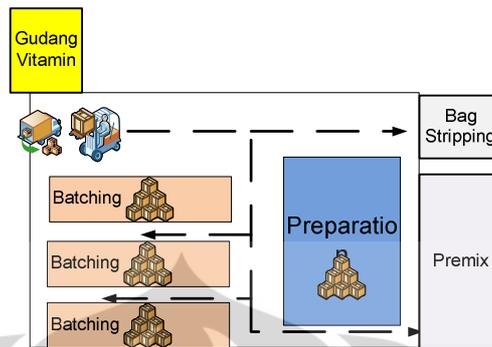
- a) *Area low care: workstation packaging dan warehouse finish goods*
- b) *Area medium care: area batching dan bag stripping*
- c) *Area high care: workstation premix, prior, tumbler, bin tipper dan filling.*

3.1.2. Data Workstation

3.1.2.1. Area batching

Batching merupakan tempat gudang bahan baku dimana semua *raw material base powder* maupun vitamin dari supplier masuk ke dalam area *batching* setiap 3 jam. Pada *Batching* ini terdapat 6 operator, dengan rincian sebagai berikut; 1 operator bertugas untuk mengecek status material; 2 operator bertugas untuk membawa dan mentransfer material *base powder* maupun vitamin menggunakan forklift; 3 operator bertugas untuk mengangkat material vitamin ke *workstation transfer box premix*, mengangkat material *base powder* dan vitamin

ke *area preparation*. Untuk alur perjalanan material dalam *area batching* ini sebagai berikut:

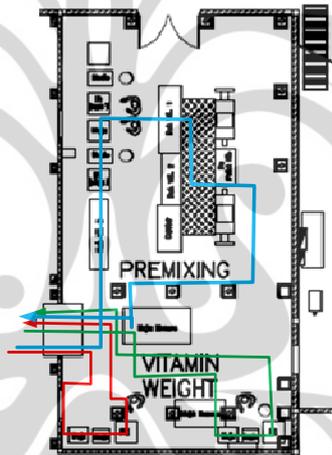


Gambar 3.1. *Layout Area batching*

- i. Supplier datang setiap 3 jam
- ii. Barang yang diletakan di atas unit diambil menggunakan forklift, dimana satu unit pada umumnya berisi 1000 kg *raw material*.
- iii. *Raw material base powder* dibawa ke tempat *batching* dimana di area ini *raw material* menunggu sekitar 11 jam untuk diproses selanjutnya. Sedangkan *raw material* vitamin dibawa ke gudang vitamin. Dalam area gudang vitamin ini suhu ruangan diatur pada suhu tertentu agar kualitas vitamin tetap terjaga.
- iv. Pada selang waktu tertentu *raw material* vitamin diambil dari gudang vitamin ke *workstation premix* untuk ditimbang dan diribbon (pencampuran beberapa vitamin)
- v. Setelah 11 jam kemudian *raw material* diambil dan ditaruh dalam *preparation*, di area *preparation* ini ada penggabungan beberapa *raw material* dan beberapa vitamin dalam bentuk satuan plastik-plastik yang ditaruh di atas pallet. Sedangkan berat dari *raw material* dan vitamin di atas unit sekitar 700 kg.
- vi. Setelah menunggu kurang lebih 5 jam dalam area *preparation*, *raw material* ini diambil menggunakan forklift ke Bag Stripping untuk dimasukkan kedalam stasiun prior.

3.1.2.2. Workstation Premix

Dalam *workstation premix* ada 2 sub-stasiun kerja yang penting, yaitu *ribbon (premixing)* dan *recean*. Sub-stasiun kerja *ribbon* ini bertugas untuk melakukan pencampuran beberapa *raw material* vitamin dijadikan kedalam 1 plastik berukuran kurang lebih antara 34 kg – 38 kg. Sedangkan sub-stasiun kerja *recean* bertugas untuk membuat *recean* material sesuai perintah dari *Production Plan*. Jumlah operator di *workstation premix* ini ada 8 operator. Dimana 3 orang fokus di pekerjaan pencampuran vitamin (*premixing*), 4 orang fokus di pekerjaan penimbangan dan persiapan material *recean*, dan 1 orang bertugas untuk mengirimkan material dari tempat *transfer box* ke sub-stasiun *premixing* maupun ke sub-stasiun *recean* dan sebaliknya.



Gambar 3.2. *Layout Workstation Premix*

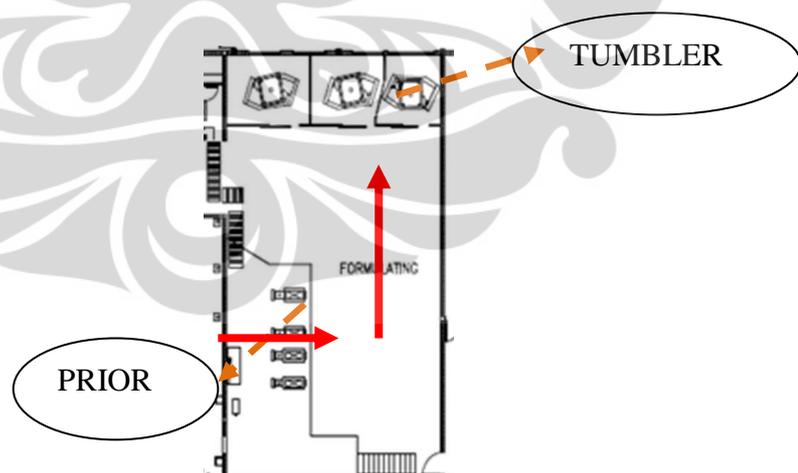
Untuk alur perjalanan material dalam *workstation premix* sebagai berikut:

- i. Material datang dari area *batching* dan dimasukkan ke *transfer box*.
- ii. Di pintu *transfer box* material dibagi menjadi 2, apakah masuk ke sub-stasiun *recean* atau sub-stasiun *ribbon*.
 - o Sub-stasiun kerja *recean*
 - Material ditimbang sesuai PO dari *production plan*
 - Material diikat dan diberi barcode
 - Material dikirimkan ke *transfer box* untuk dikirim ke area *preparation (batching)*

- Sub-stasiun kerja *Ribbon (premix)*
 - Material ditimbang sesuai PO dari *production plan*
 - Material diikat dan diberi barcode
 - Material ditaruh di rak *buffer ribbon*
 - Material di *ribbon* (pencampuran berbagai macam vitamin dijadikan satu kesatuan secara homogen)
 - Material dikirimkan ke *transfer box* untuk dikirim ke area *preparation (batching)*.

3.1.2.3. *Workstation Prior*

Material yang dari area *preparation* masih berbentuk satuan plastik-plastik yang belum disatukan. Selanjutnya material ini dimasukkan ke dalam *workstation prior*, dimana *workstation prior* ini semua material *base powder* dan vitamin dicampur ke dalam satu BIN (tabung besar yang cukup memuat 700 kg). Namun dalam BIN ini *base powder* dan vitamin belum tercampur secara homogen. Operator di *workstation prior* berjumlah 1 orang, dimana dia bertugas mengoperasikan mesin *prior* untuk siap menampung material *base powder* maupun vitamin dari stasiun sebelumnya.



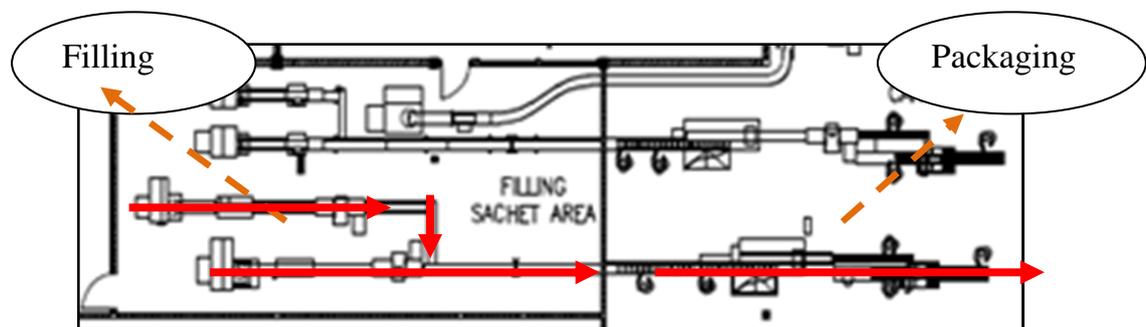
Gambar 3.4. *Layout Workstation Prior dan Tumbler*

3.1.2.4. Workstation Tumbler

Material yang sudah dimasukkan di dalam BIN pada *workstation prior* selanjutnya diangkat menggunakan forklift dan dimasukkan ke dalam *workstation tumbler*. Pada stasiun *tumbler* ini, BIN yang terisi material *base powder* dan vitamin diputar-putar sampai material tersebut menjadi satu kesatuan secara homogen sekitar 12 menit. Operator pada stasiun *tumbler* ini berjumlah 1 operator yang bertugas mengoperasikan mesin *tumbler*, mengunci mesin *tumbler* agar ketika berputar tidak lepas dan mengoperasikan komputer untuk memerintahkan mesin *tumbler* berputar sekitar 12 menit. Setelah berputar sekitar 12 menit pada mesin *tumbler*, BIN tersebut diambil menggunakan forklift dan selanjutnya di taruh di area *stock buffer* sebelum proses *bin tipper/filling*. *Workstation tumbler* bisa dilihat seperti gambar 3.4.

3.1.2.5. Workstation Filling Spafil

Pada *workstation* ini material *base powder* dan vitamin yang sudah homogen dalam satu BIN dimasukkan ke dalam sachet. Berat material dalam 1 BIN yaitu 700.000 gram, selanjutnya dimasukkan ke dalam sachet yang beratnya 400 gram. *Workstation Filling Spafil* mempunyai 2 *workstation* utama yaitu *workstation BIN Tipper* (lantai 2) dan *workstation filling* pemasukan material (lantai 1) menjadi 1750 sachet. Pada *workstation BIN Tipper* operator berjumlah 2 orang yang bertugas mengoperasikan *mesin tipper* agar material yang ada di dalam BIN masuk ke mesin *filling* yang ada di lantai 1. Sedangkan pada *workstation filling* jumlah operator ada 3 orang yang bertugas mengatur kecepatan konveyor dan kecepatan proses pengisian susu bubuk dari BIN ke sachet.



Gambar 3.4 Layout Workstation Filling dan Packagin

3.1.2.6. *Workstation Packaging Spafil*

Setelah material masuk di *workstation filling* dalam bentuk *sachet* 400 gram, selanjutnya material itu berjalan melalui konveyor dan menuju ke *workstation packaging spafil*. Area *Packaging* merupakan proses akhir dari seluruh proses pembuatan susu. Di *workstation packaging* ini *sachet* 400 gram dimasukkan ke dalam *folding box* agar terlihat rapi dan mudah dalam penyusunan di box besar. Dimana pada *folding box* sendiri tertera berat, bahan penyusun susu dan keterangan kadar luarsa.

Jumlah operator yang ada di *workstation packaging spafil* ini berjumlah 5 orang. Dimana untuk rinciannya sebagai berikut; 2 orang bertugas untuk merapikan susu *sachet* dalam konveyor dan memasukkan sendok di samping susu *sachet*, 3 orang bertugas memasukkan susu yang sudah dalam *folding box* dimasukkan ke dalam box besar (1 box besar terdapat 24 susu *sachet folding box*).

3.1.2.7. *Warehouse Finish Goods*

Dalam 1 pallet terdapat 54 box besar, jika pallet tersebut sudah terisi penuh 54 box maka pallet siap dikirim ke area *warehouse finish goods*. Terdapat 7 operator yang bertugas di area *warehouse finish goods*. Kegiatan operator ini pada umumnya transfer *finish goods* dari *workstation packaging* ke area *warehouse* dan dari area *warehouse* ke area *shipping*.

3.1.3. *Data Cycle Time*

Data *cycle time* didapatkan dari pengamatan langsung di lapangan dengan melakukan replikasi sebanyak 30 kali. Proses utama dalam pembuatan susu ini adalah *premix*, *prior*, *tumbler*, *filling* dan *packaging*. Data *cycle time* produksi seperti pada tabel di bawah ini:

Tabel 3.1. Data *Cycle Time* Satuan Detik

Replikasi	Premix	Prior	Tumbler	Filling	Packaging
1	1078	698	750	1139	964
2	1080	658	757	1474	905
3	1020	784	756	1246	961

Tabel 3.1. Data *Cycle Time* Satuan Detik (Lanjutan)

Replikasi	Premix	Prior	Tumbler	Filling	Packaging
4	1082	696	750	1226	961
5	1103	656	751	1385	971
6	1094	759	758	1179	969
7	1020	606	756	1132	969
8	1058	713	744	1393	973
9	1088	512	751	1324	992
10	1071	622	757	1179	968
11	1060	737	756	1156	968
12	1088	606	762	1485	957
13	1097	735	755	1120	999
14	1079	795	748	1369	973
15	1040	693	754	1055	961
16	1075	704	741	1012	968
17	1111	695	760	1425	967
18	1078	703	747	1076	968
19	1066	705	755	1500	963
20	1076	613	748	1178	940
21	1109	656	753	1130	965
22	1078	650	762	1197	967
23	1084	634	751	1065	964
24	1074	678	744	1384	959
25	1048	699	750	1448	968
26	1077	671	758	1388	961
27	1075	663	756	1199	968
28	1082	608	753	1100	969
29	1050	625	764	1256	965
30	1066	697	756	1188	963
rata-rata	1073.6	675.7	753.4	1246.9	964.9

3.1.4. Data Waktu Kerja Efektif

Jumlah Hari kerja (Bulan Mei) = 31 hari

Hari kerja = Senin-Minggu

Jam Kerja

- *Shift 1* = 06.30 – 14.30
Istirahat minum : 09.30-09.45
Istirahat, sholat, makan = 11.45 – 12.30
- *Shift 2* = 14.30 – 22.30
Istirahat minum : 21.00-21.15
Istirahat, sholat, makan = 18.00 – 18.45
- *Shift 3* = 22.30 – 06.30
Istirahat minum : 02.00-02.15
Istirahat, sholat, makan = 04.45 – 05.30

3.1.5. Data *Changeover Time*

Berikut data *changeover time* pada masing-masing *workstation*.

Tabel 3.2 *Data Changeover Time*

No	<i>Workstation</i>	Menit
1	<i>Ribbon/Premix</i>	90
2	<i>Prior</i>	45
3	<i>Tumbler</i>	0
4	<i>Filling</i>	45
5	<i>Packaging</i>	30

(Sumber PT.XYZ)

Changeover time terjadi ketika ada pergantian suatu jenis produk, pergantian produk ini mengharuskan mesin harus dibersihkan terlebih dahulu dulu

(dry cleaning) agar material susu sebelumnya tidak tercampur dengan material setelahnya. Pada keluarga spafil 3, rata-rata *changeover time* sebagai berikut:

3.2 Pengolahan Data

3.2.1 Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data diperlukan untuk menguji persebaran data yang sudah diambil ketika observasi di lapangan. Data yang sudah diambil tidak boleh berada melampui batas yang sudah ditentukan. Dimana terdapat batas atas maupun batas bawah, ketentuan tersebut dengan cara menghitung terlebih dahulu *standard deviasi* pada persebaran data. Rumus standard deviasi adalah:

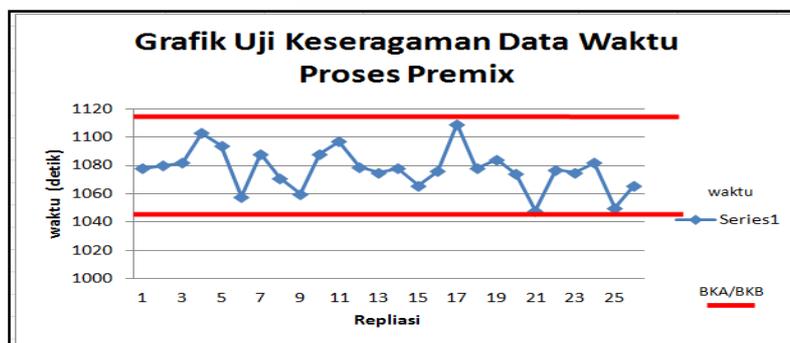
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(3.1)$$

Ketika nilai standard deviasi sudah didapatkan, selanjutnya menentukan nilai Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB). Nilai ini dihitung dengan rumusan sebagai berikut:

$$BKA = \bar{x} + 2\sigma \dots\dots\dots(3.2)$$

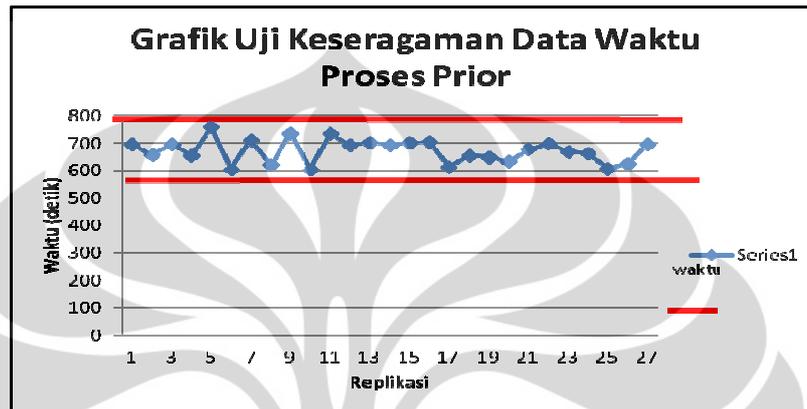
$$BKB = \bar{x} - 2\sigma \dots\dots\dots(3.3)$$

Jika persebaran data berada melampui Batas Kontrol Atas (BKA) maupun Batas Kontrol Bawah (BKB), maka data tersebut harus dibuang. Sedangkan data yang diolah adalah data yang berada pada daerah BKA dan BKB. Berikut grafik uji keseragaman data di *workstation Premix, Prior, Tumbler, Filling* dan *Packaging* pada PT. XYZ.



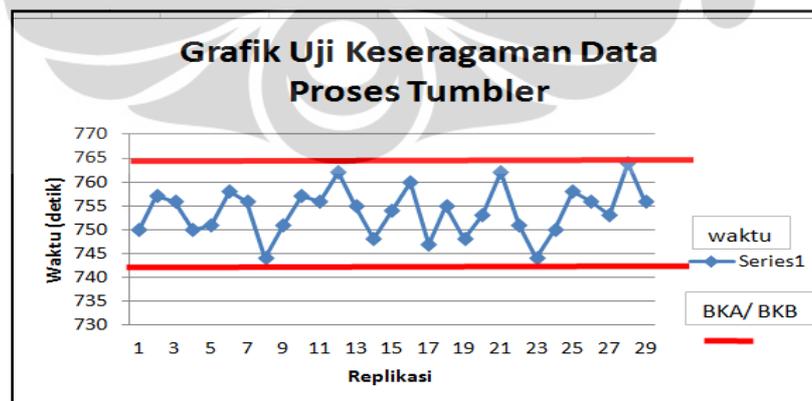
Gambar 3.5. Grafik Uji Keseragaman Data Waktu *Workstation Premix*

Pada gambar 3.5, grafik uji keseragaman data waktu *workstation premix* di atas menunjukkan bahwa pengambilan data awal dilakukan replikasi sejumlah 30 kali. Namun karena ada empat data yang berada di luar Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB), maka data yang bisa diolah pada *workstation premix* berjumlah 26 replikasi.



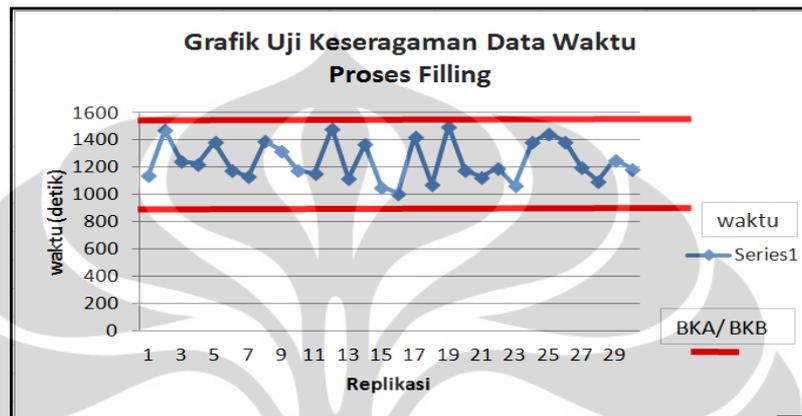
Gambar 3.6. Grafik Uji Keseragaman Data Waktu *Workstation Prior*

Pada gambar 3.6, grafik uji keseragaman data *workstation prior* di atas menunjukkan bahwa pengambilan data awal dilakukan replikasi sejumlah 30 kali. Namun karena ada tiga data yang berada di luar Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB), maka data yang bisa diolah dan digunakan pada *workstation prior* berjumlah 27 data replikasi.



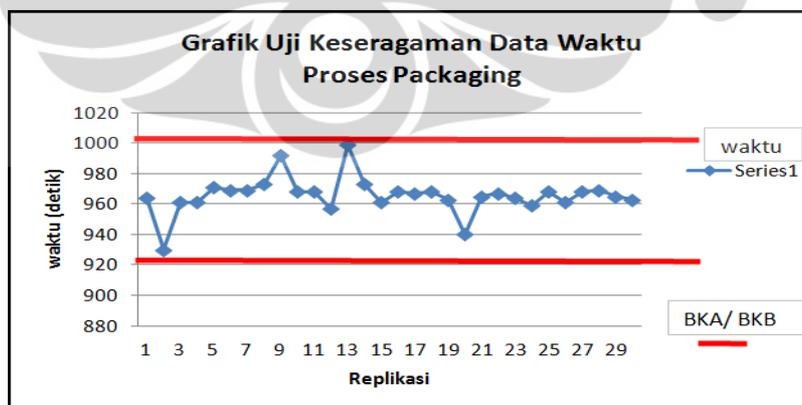
Gambar 3.7. Grafik Uji Keseragaman Data Waktu *Workstation Tumbler*

Pada gambar 3.7, grafik uji keseragaman data *cycle time workstation tumbler* di atas menunjukkan bahwa pengambilan data awal dilakukan replikasi sejumlah 30 kali. Namun karena satu data yang berada di luar Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB), maka data yang bisa diolah pada *workstation tumbler* berjumlah 29 data replikasi.



Gambar 3.8. Grafik Uji Keseragaman Data Waktu *Workstation Filling*

Pada gambar 3.8, grafik uji keseragaman data waktu *workstation filling* di atas menunjukkan bahwa pengambilan data awal dilakukan replikasi sejumlah 30 kali. Dari 30 data replikasi tidak ada data *cycle time* yang berada di Batas Kontrol Atas (BKA) maupun Batas Kontrol Bawah (BKB), sehingga data yang diambil pada *workstation filling* berjumlah 30 data replikasi.



Gambar 3.9. Grafik Uji Keseragaman Data Waktu *Workstation Packaging*

Pada gambar 3.9, grafik uji keseragaman data waktu *workstation packaging* di atas menunjukkan bahwa pengambilan data awal dilakukan replikasi sejumlah 30 kali. Dari 30 data replikasi tidak ada data *cycle time* yang berada di Batas Kontrol Atas (BKA) maupun Batas Kontrol Bawah (BKB), sehingga data yang diambil pada *workstation filling* berjumlah 30 data replikasi.

3.2.2. Uji Kecukupan Data

Data yang berada pada Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB) selanjutnya dimasukkan ke dalam rumus di bawah ini, untuk melihat kecukupan data pada penelitian.

$$N' = \frac{k}{s} \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{\sum Xi}} \dots\dots\dots(3.4)$$

Keterangan :

N' = jumlah observasi yang diperlukan

N = jumlah observasi aktual yang dilakukan

K = tingkat keyakinan (95% $\rightarrow K = 2$)

S = derajat ketelitian (5%)

Setelah semua data dimasukkan ke dalam rumusan diatas, didapatkan nilai kecukupan data (N') seperti tabel di bawah ini. Tabel 3.3. ini menunjukkan bahwa semua telah teruji kecukupan datanya sehingga tidak perlu menambah data *cycle time* lagi.

Tabel 3.3. Kecukupan Data

No	Proses	N	N'	Cukup
1	Premix	30	2	cukup
2	Prior	30	11	cukup
3	Tumbler	30	2	cukup
4	Filling	30	23	cukup
5	Packaging	30	9	cukup

3.2.3 Perhitungan Waktu Normal dan Waktu Baku

Dalam menentukan waktu normal diperlukan nilai rating, dimana nilai rating digunakan untuk menyesuaikan ketidakwajaran operator yang sedang

diukur dalam menyelesaikan pekerjaannya. Hal ini terjadi karena kurangnya kesungguhan pekerja, bekerja terlalu cepat, terlalu lambat, keterampilan buruh yang bervariasi, kondisi area *workstation*, dan pengaruh lainnya yang berimbas pada hasil kerja operator. Untuk nilai rating operator pada setiap stasiun kerja, bisa dilihat pada tabel 3.4. Nilai rating ini berdasarkan observasi di lapangan secara langsung.

Tabel 3.4. Nilai *Rating*

No	<i>Workstation</i>	<i>Skill</i>	<i>Efford</i>	<i>Condition</i>	<i>Consistens i</i>	Jumlah
1	<i>Premix</i>	0.03	0.02	0.02	0.01	0.08
2	<i>Prior</i>	0.06	0	0.02	0.03	0.11
3	<i>Tumbler</i>	0.03	0	0.02	0.01	0.06
4	<i>Filling</i>	0.03	0.02	0.02	0.03	0.1
5	<i>Packaging</i>	0.01	0.03	0.02	0.03	0.09

Kelonggaran (*allowance*) diberikan agar waktu baku yang diperoleh merupakan waktu kerja dengan kecepatan normal dan bisa dikerjakan oleh manusia tanpa mengabaikan kebutuhan pribadi pekerja yang bisa menimbulkan penundaan (*delay*) di tengah pekerjaan.

Tabel 3.5. Nilai *Allowance*

No	<i>Workstation</i>	<i>Allowance</i>
1	<i>Premix</i>	12
2	<i>Prior</i>	14
3	<i>Tumbler</i>	14
4	<i>Filling</i>	14
5	<i>Packaging</i>	10

Nilai *allowance* ini menjadi *input* pada rumusan waktu baku (*standard time*) yang akan dihitung pada tabel berikutnya.

Pada tabel 3.6 di bawah ini merupakan ringkasan hasil perhitungan waktu normal dan waktu baku. Dimana waktu baku terbesar terjadi pada *workstation filling* dan waktu baku terkecil pada *workstation prior*.

Tabel 3.6. Ringkasan Perhitungan Waktu Baku pada Setiap Stasiun Kerja

Stasiun	Premix	Prior	Tumbler	Filling	Packaging
rata-rata	1078	676	753	1247	965
Rating	1.08	1.11	1.06	1.1	1.09
Allowance	12%	14%	14%	14%	10%
Jumlah Observasi	26	27	29	30	30
Waktu Normal	1163.7	750.0	798.6	1371.6	1051.7
Waktu Baku	1224.4	785.7	876.1	1449.9	1072.1

3.3 Pembuatan Current Value Stream Mapping

3.3.1 Pemilihan Keluarga Produk (*Product Family*)

Tabel 3.7. Aliran Keluarga Produk Tahun 2012

No	Produk	Stasiun Kerja													
		Batching	Premix	Prior	Tumbler	filling				Packaging					
						Spafil 3	Rovema 1+2	Rovema 3	Canning 5	softpack 3	softpack 4	softpack 1	canning 5		
1	NH-4 (400 gram)	x	x	x	x	x					x				
2	RH-4 (400 gram)	x	x	x	x	x					x				
3	NH-3 (400 gram)	x	x	x	x	x					x				
4	B-1 (400 gram)	x	x	x	x	x					x				
5	BCV (400 gram)	x	x	x	x	x					x				
6	B4V (400 gram)	x	x	x	x		x								
7	B3V (400 gram)	x	x	x	x		x								
8	NLL (200 gram)	x	x	x	x		x								
9	STCL (200 gram)	x	x	x	x		x								
10	AGV (250 gram)	x	x	x	x		x								
11	AAV (250 gram)	x	x	x	x		x								
12	B3H (900 gram)	x	x	x	x			x				x			
13	B4V (900 gram)	x	x	x	x			x				x			
14	B2 (900 gram)	x	x	x	x			x				x			
15	AGV (600 gram)	x	x	x	x			x				x			
16	ATC (600 gram)	x	x	x	x			x				x			
17	AMC (400 gram)	x	x	x	x			x				x			
18	BCV (800 gram)	x	x	x	x				x						x
19	RV3 (800 gram)	x	x	x	x				x						x
20	ALM (400 gram)	x	x	x	x				x						x
21	NTS (400 gram)	x	x	x	x				x						x
22	BFL (400 gram)	x	x	x	x				x						x

(Sumber PT.XYZ)

Pada PT. XYZ terdapat 4 keluarga produk, dimana keluarga produk tersebut adalah spafil 3, rovema 1+2, rovema 3 dan canning 5. Pada penelitian ini akan fokus di keluarga produk spafil 3, dimana pada keluarga produk spafil 3 terdapat 5 item produk yang diproduksi yaitu NH-4 (400 gram), RH-4 (400

gram), NH-3 (400 gram), B-1 (400 gram), dan BCV (400 gram). Keluarga produk spafil khusus melayani produk *sachet* yang beratnya 400 gram/sachet. Sedangkan pada penelitian ini akan fokus di satu produk yaitu B-1 (400 gram). Pemilihan produk ini sudah berdasarkan hasil diskusi dengan pihak manajemen PT. XYZ.

Sedangkan demand produk B-1 (400 gram) adalah 31.584 *sachet/shift*. Dimana sachet susu tersebut selanjutnya dimasukkan ke dalam box besar, dalam 1 box besar berisi 24 *sachet folding box*. Selanjutnya dalam setiap box besar akan ditaruh dalam 1 unit, dimana dalam 1 unit terdiri dari 54 box besar. Sehingga target unit yang dibutuhkan dalam keluarga produk spafil berjumlah 24 unit pallet dalam satu *shift*.

3.3.2 Menentukan *Takt Time*

Takt time berfungsi sebagai acuan seberapa lama proses produksi pada sebuah *workstation* yang seharusnya dilakukan atau biasa disebut waktu ideal proses produksi untuk menyelesaikan tugas satu produk (Rother and Shook, 1999). Penggunaan *takt time* sangat berguna untuk mengetahui bagaimana kondisi aktual kecepatan proses produksi yang sedang berjalan. Pada umumnya *takt time* akan dibandingkan dengan *cycle time*, dimana jika *cycle time* dibawah *takt time* maka dapat disimpulkan bahwa banyak waktu menganggur pada proses tersebut atau kecepatan proses terlalu cepat, sedangkan jika *cycle time* diatas *takt time* maka dapat disimpulkan proses tersebut *overload* atau beban kerja pada proses tersebut melebihi yang seharusnya. Rumus *Takt time* berasal dari:

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Net Available Time}}{\text{demand produksi}} \dots\dots\dots(3.5)$$

Net Available Time didapatkan dengan mengurangi waktu dalam 1 *shift* dengan waktu istirahat. Pada PT. XYZ waktu yang tersedia dalam 1 *shift* adalah 8 jam (480 menit), sedangkan total waktu istirahat adalah 60 menit. Sehingga dalam 1 *shift Net Available Time* sebesar 420 menit = 25.200 detik.

Takt Time pada PT. XYZ ini terdiri dari 2 macam yaitu berbentuk Box dan berbentuk BIN. Karena satuan pada proses produksinya tidak sama, sehingga

diperlukan pemisahan takt time. Pada stasiun *premix*, *prior*, *tumbler* dan *bin tipper/filling* satuan yang sering digunakan adalah BIN, sehingga bentuk *takt time* pada area ini berbentuk *takt time BIN*. Sedangkan pada area *packaging* dan *warehouse* satuan barangnya berbentuk Box. Sehingga *takt time* pada *packaging* berbentuk *takt time box*.

$$\text{Takt Time BIN} = \frac{25.200 \text{ detik}}{18 \text{ BIN}} = 22,5 \text{ menit/BIN}$$

$$\text{Takt Time Box} = \frac{25.200 \text{ detik}}{1316 \text{ Box}} = 19,14 \text{ detik/box}$$

Maksud dari *takt time BIN* sebesar 22,5 menit/BIN menunjukkan bahwa waktu ideal pada *workstation premix*, *prior*, *tumbler* dan *bin tipper/filling* menyelesaikan pekerjaannya setiap 22.5 menit/BIN. Sedangkan takt time box sebesar 19,14 detik/box maksudnya waktu ideal yang seharusnya untuk melakukan proses *packaging* susu dalam 1 box kardus adalah setiap 19.14 detik.

Dalam melakukan instruksi penarikan *finish goods* biasa menggunakan istilah *pitch*. *Pitch* adalah selang waktu yang dibutuhkan untuk mengambil *finish goods* dalam bentuk 1 unit pallet (*Don Tapping, Tom Lyster dan Tom Shuker, 2002*). Sedangkan untuk rumus *pitch* sendiri sebagai berikut:

$$\text{Pitch} = \text{takt time} \times \text{pack out quantity} \dots \dots \dots (3.6)$$

$$\text{Pitch} = 19,14 \times 54 \text{ box} = 1034 \text{ detik} = 17 \text{ menit } 13 \text{ detik}$$

Maksud dari nilai *pitch* tersebut adalah setiap waktu 17 menit 13 detik terdapat penarikan 1 pallet (berisi 54 box besar) dari stasiun *packaging* ke area *warehouse finish goods*. *Pitch* ini akan menjadi dasar perhitungan waktu tunggu *finish goods* pada *warehouse finish goods* setelah *improvement*.

3.3.3 Jumlah *Inventory* dan WIP

Inventory dan WIP berfungsi sebagai *buffer* (penyangga) pada sistem produksi, dengan adanya *inventory* dan WIP maka diharapkan kegiatan produksi bisa berjalan secara *smooth flow*, tidak ada *idle* pada proses selanjutnya. Titik-titik *inventory* dan WIP yang ada di PT. XYZ adalah sebagai berikut:

Tabel 3.8 Jumlah *Inventory* Aktual Tahun 2012

Jenis	Tempat	Jumlah
<i>Raw material</i>	<i>Batching</i>	60 unit
WIP	<i>Preparation Batching</i>	7 unit
WIP	<i>Tumbler-Bin tipper/filling</i>	3 BIN
<i>Finish Goods</i>	<i>Warehouse Finish goods</i>	20 unit

(Sumber PT.XYZ)

3.3.4 Pengecekan Keadaan Kapasitas Produksi

Pengecekan kapasitas produksi pada setiap *workstation* diperlukan ketika pembuatan rancangan sistem produksi. Hal ini untuk melihat apakah kapasitas produksi berada di overproduction, meeting demand atau underproduction (*Don Tapping, Tom Lyster dan Tom Shuker, 2002*). Berikut rumus untuk melihat kapasitas produksi pada suatu *workstation* :

$$\text{Kapasitas} = \frac{\text{waktu yang tersedia}}{\text{cycle time operation}} \dots\dots\dots(3.6)$$

- **Kapasitas *Workstation Premix***

$$\text{Kapasitas} = \frac{\text{waktu yang tersedia}}{\text{cycle time WS premix}} = \frac{25200 \text{ detik}}{753 \text{ detik}} = 33 \text{ unit BIN}$$

Karena uptime pada filling sebesar 78%, sehingga kapasitas produksi *workstation* premix maksimal 26 unit BIN (*overproduction*)

- **Kapasitas *Workstation Prior***

$$\text{Kapasitas} = \frac{\text{waktu yang tersedia}}{\text{cycle time WS Prior}} = \frac{25200 \text{ detik}}{676 \text{ detik}} = 37 \text{ unit BIN}$$

Karena uptime pada prior sebesar 89%, sehingga kapasitas produksi *workstation* prior maksimal 33 unit BIN (*overproduction*)

- **Kapasitas Workstation Tumber**

$$\text{Kapasitas} = \frac{\text{waktu yang tersedia}}{\text{cycle time WS tumbler}} = \frac{25200 \text{ detik}}{753 \text{ detik}} = 33 \text{ unit BIN}$$

Karena *uptime* pada tumbler sebesar 100%, sehingga kapasitas produksi *workstation* tumbler maksimal 33 unit BIN (*overproduction*)

- **Kapasitas Workstation Bin Tipper/Filling**

$$\text{Kapasitas} = \frac{\text{waktu yang tersedia}}{\text{cycle time untuk proses filling}} = \frac{25200 \text{ detik}}{1247 \text{ detik}} = 20 \text{ unit BIN}$$

Karena *uptime* pada *workstation* filling sebesar 90%, sehingga kapasitas produksi *workstation* filling maksimal adalah 18 unit BIN (*meeting demand*).

- **Kapasitas Workstation Packaging**

$$\text{Kapasitas} = \frac{\text{waktu yang tersedia}}{\text{cycle time WS packaging}} = \frac{25200 \text{ detik}}{965 \text{ detik}} = 26 \text{ unit pallet}$$

Karena *uptime* di *workstation* packaging sebesar 93%, sehingga kapasitas produksi *workstation* packaging maksimal adalah 24 unit unit (*meeting demand*)

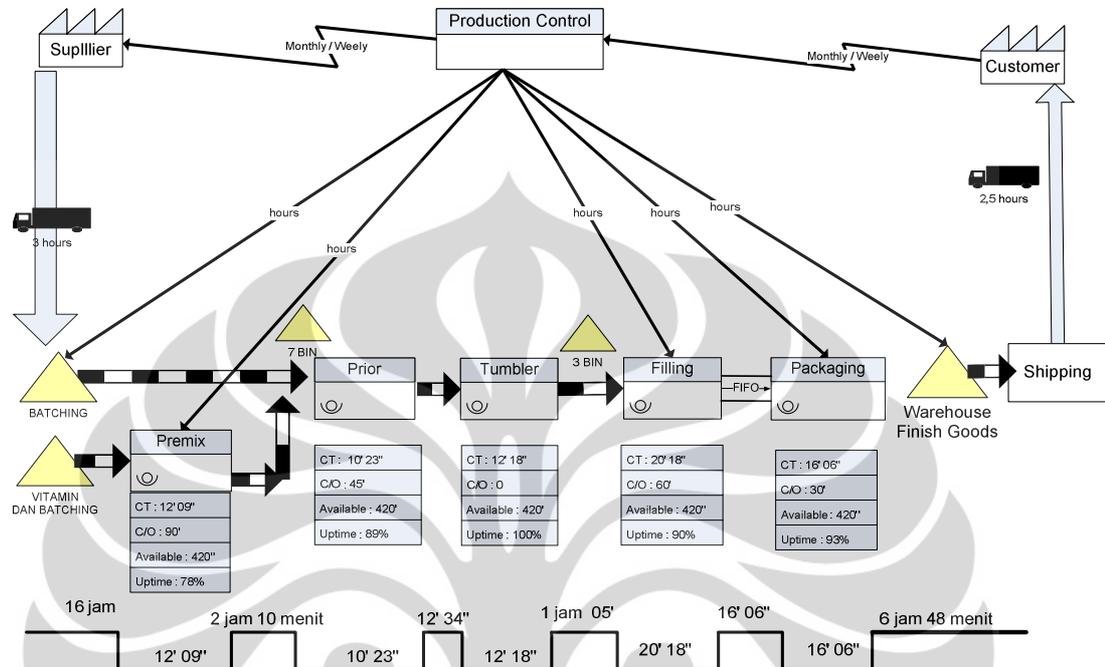
Dari hasil perhitungan kapasitas produksi setiap *workstation*, rata-rata *workstation* berada di posisi *overproduction* dan *meeting demand*. Hal ini seharusnya PT. XYZ sudah bisa mencapai target permintaan. Namun pada kondisi aktual masih sering tidak bisa mencapai target produksi yang diharapkan. Hal ini dikarenakan masih banyak beberapa pekerjaan yang belum diatur standarisasi kerjanya sehingga diperlukan adanya *improvement* pada perusahaan ini.

3.3.5 Gambar Current Value Stream Mapping

Setelah semua data didapatkan dan diolah sesuai metode *lean manufacturing*, langkah selanjutnya yaitu penggambaran *current value stream mapping*. Pada *current value stream mapping* ini ada 3 komponen utama yaitu:

- a) komponen *time line* waktu *value added* dan *non value added*.
- b) komponen aliran material dari bahan baku sampai barang jadi

- c) komponen informasi perintah produksi dan informasi *supply chain* pada *supplier* atau *customer*.



Gambar 3.10 *Current Value Stream Mapping* Produk B-1 400 gram

Pada gambar 3.10 menunjukkan bahwa tampilan *current value stream mapping* yang ada di perusahaan PT. XYZ. Terlihat bahwa *supplier* datang setiap 3 jam sekali, sedangkan *finish goods* diambil di area *shipping* setiap 2,5 jam sekali. *Lead time* material dari barang masuk ke area *batching* sampai pengiriman pada *current value stream mapping* di perusahaan ini selama 22 jam 36 menit.

3.4 Identifikasi Waste

3.4.1 Area *Batching*

Material yang ada di area *batching* menunggu untuk diproses di stasiun selanjutnya cukup lama, selain itu pada area ini penataan dari *raw material* kurang beraturan dan tidak ada pengelompokan *raw material*. Ketika *raw material* datang di pintu masuk *batching*, langsung dibawa menggunakan forklift dan ditaruh pada tempat yang sekiranya kosong. Tidak ada pengaturan

pengelompokan material pada area *batching* ini. Sehingga jika *raw material* tersebut mengendap di area *batching* cukup lama karena tidak segera diangkut oleh operator, maka terdapat potensi material tersebut menjadi kadar luarsa dan menimbulkan kerugian bagi perusahaan. Terlebih industri ini bergerak pada industri susu balita, dimana industri susu harus memperhatikan kadar luarsa suatu produk. Sehingga diperlukan penataan secara kelompok material pada area *batching* agar terhindar dari produk yang mengalami kadaluarsa.

Selain material yang menunggu, operator juga menunggu ketika material yang dari *workstation premix* belum dikirimkan ke area *preparation batching*. Sedangkan *workstation prior* sudah meminta material dari *batching*, namun karena pasokan material dari area *workstation premix* belum ada, menjadikan *workstation prior* menjadi *line stop*.

Pada area *batching* ini belum terlihat adanya *smooth flow* yang cukup baik, sehingga diperlukan *improvement* pada area *batching* agar aliran material bisa berjalan *smooth flow* dan operator bisa terus melakukan aktivitasnya tanpa menunggu material.

3.4.2 Workstation Premix

- Menunggu (*Waiting*)

Pada *sub-workstation premixing*, material vitamin yang sudah ditimbang menunggu proses untuk di *ribbon*. *Ribbon* adalah proses pencampuran berbagai vitamin untuk dijadikan satu kesatuan secara homogen. Disini tidak terlihat aliran *one piece flow*, namun terlihat banyak *stok* di rak-rak yang sudah disediakan. Dari hasil observasi lama material menunggu di area ini kurang lebih sekitar 5 jam.

Pada *sub-workstation* recehan, operator pada waktu-waktu tertentu juga banyak menunggu pasokan material dari *batching*. Hal ini dikarenakan sistem penjadwalan pasokan barang ke *sub-workstation* recehan yang kurang bagus, sehingga ada saat-saat tertentu operator menunggu dan ada saat-saat tertentu operator melakukan aktivitas kerja keras karena material yang datang secara gerombolan.

- *Unnecessary Motion:*

Pada *sub-workstation premixing*, terdapat pergerakan yang tidak perlu ketika pengambilan material yang ada di rak *ribbon*. Operator harus mencari-cari material yang dibutuhkan dan ada peluang bahwa material yang diperlukan tidak ada atau salah material. Sehingga di rak ini diperlukan adanya label pada rak, dengan hal tersebut diharapkan operator dari *ribbon* bisa langsung mengambil material tanpa mencari-cari material yang ada di rak. Maka *lead time* dari pengambilan material di rak bisa menjadi berkurang.

- *Inapropriate process:*

Pada *sub-workstation* recehan, terdapat pemborosan proses kerja berupa kerja operator yang berlebihan dan jumlah operator yang berlebihan. Pada *sub-workstation* recehan ini *cycle time* untuk menyelesaikan tugasnya sebesar 2 menit 13 detik, sedangkan *takt time* pada *sub-workstation* ini adalah 1 menit 45 detik. Jumlah aktual operator yang berkerja di *sub-workstation* ini berjumlah 3 orang. Jika dilihat secara perhitungan kebutuhan jumlah pekerja, maka terjadi pemborosan operator pada *sub-workstation* ini. Seharusnya operator pada line ini cukup 2 orang, sesuai perhitungan dari:

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Pekerja} &= \frac{\sum \text{Cycle time}}{\text{Takt Time}} \dots\dots\dots(3.7) \\ &= \frac{2 \text{ menit } 13 \text{ detik}}{1 \text{ menit } 45 \text{ detik}} = 1,2 \text{ operator} = 2 \text{ operator} \end{aligned}$$

Sehingga kebutuhan operator pada *sub-workstation* recehan adalah 2 operator

3.4.3 Workstation Prior

- Menunggu (*Waiting*)

Pada *workstation prior* ini waste yang paling sering yaitu menunggu *material base powder* dan vitamin untuk dimasukkan ke *workstation prior*.

Penyebab menunggu disebabkan karena material dari line bag stripping belum siap atau barcode material yang masih mengalami masalah.

- *Unnecessary Motion*

Hal ini dilakukan oleh operator ketika tumpuan dari BIN yang ada di lantai bergeser, sehingga operator harus memperbaiki posisi tumpuan BIN. Sehingga diperlukan perbaikan tumpuan pada BIN agar tidak bergeser dari tempat asalnya. Karena hal ini dapat menghambat proses pengisian BIN di mesin *prior*.

3.4.4 *Workstation Tumbler*

Pada *Workstation Tumbler* ini, waste yang dilakukan oleh operator cenderung sedikit, karena pekerjaan sudah otomatis dilakukan oleh mesin. Namun ada waste sesudah memasuki *workstation tumbler* yaitu material *work in process* (WIP) menunggu untuk dimasukkan ke dalam *workstation bin tipper/filling*. Di area antara *workstation tumbler* dan *workstation bin tipper/filling* terdapat WIP yang berjumlah 3 BIN. Sedangkan harusnya jumlah WIP ini bisa dikurangi menjadi 2 BIN. Agar aliran material bisa menjadi lebih cepat dan *lead time* material tidak terlalu lama.

3.4.5 *Workstation Bin Tipper/Filling*

Workstation Filling merupakan tempat memasukkan material susu yang sebelumnya dalam bentuk 1 BIN 700.000 gram dimasukkan ke dalam *sachet* 400 gram. Waste yang ada di area adalah menunggu di *workstation* ini ada 2 penyebab:

- a) menunggu BIN dari tumbler yang belum masuk area *filling*. Hal ini bisa disebabkan karena penjadwalan dari area sebelumnya (*prior dan tumbler*) kurang bagus sehingga terjadi ketidakteraturan yang mengakibatkan pasokan material ke *filling* terhambat.
- b) menunggu karena terjadi *bottleneck* pada area selanjutnya. *Bottleneck* ini bisa disebabkan area *warehouse finish goods* penuh

dan area *warehouse* sudah tidak muat menampung *finish goods* lagi. Selain itu *bottleneck* juga bisa disebabkan karena material *folding box* (kardus susu 400 gram) kehabisan pasokan. Jadi proses produksi tidak bisa berjalan sesuai target yang diharapkan.

Pada area ini tidak terlalu terjadi masalah karena mesin *filling* sudah berjalan memakai konveyor dengan kecepatan bisa diatur sesuai permintaan dari area *packaging*. *Waste* yang ada di area ini lebih disebabkan karena stasiun sebelum dan stasiun sesudahnya yang terjadi masalah.

3.4.6 Workstation Packaging

Workstation Packaging merupakan stasiun terakhir dari semua proses pembuatan susu bubuk pada PT. XYZ. *Waste* yang ada di area ini yaitu

a) *Waiting*, operator menunggu disebabkan oleh 2 hal:

- Menunggu karena material dari stasiun sebelumnya (*bin tipper/filling*) yang tidak mengalir ke stasiun *packaging*. Hal ini disebabkan pasokan material di stasiun *bin tipper/filling* sedang mengalami masalah, sehingga pada *workstation packaging* mengalami *idle*. Penyebab masalah pasokan material bisa disebabkan karena material dari supplier belum datang atau masalah di *workstation premixing* yang belum menyelesaikan pekerjaannya, sehingga masalah pasokan material akan menjalar sampai ke *workstation packaging*.
- Menunggu karena pada mesin *packaging* mengalami masalah. Setelah ditelusuri secara mendalam, ternyata mesin *packaging* pada spafil 3 ini sudah cukup tua, sehingga perlu adanya *maintenance* yang cukup sering.

b) *Defect*

Defect disebabkan kemasan *folding box* di *packaging* tidak tersusun rapi, sehingga oleh mesin *inspeksi* disingkirkan ke tempat *defect box*. Ketidakrapian pada *folding box* disebabkan mesin *packaging* yang tidak menyelesaikan tugasnya sesuai *setting* yang sudah dilakukan operator.

Sebagaimana yang sudah dijelaskan pada sebelumnya, mesin spafil 3 pada packaging ini sudah cukup tua, sehingga perlu adanya *maintenance*.

c) *Inaproproate Process*

Proses yang tidak perlu pada aktivitas perapian susu *sachet* yang ada di konveyor yang dilakukan operator, seharusnya aktivitas ini bisa dilakukan secara otomatis oleh mesin, sehingga operator tersebut bisa melakukan hal lain yang lebih produktif.

d) *Transportasi*

Menurut hasil observasi operator melakukan *waste* transportasi sejauh 25,5 meter. Selain itu penempatan material yang ada di *warehouse finish goods* tidak rapi. Sehingga barang *finish goods* yang seharusnya segera dibutuhkan oleh konsumen masih tersembunyi dan tertutupi dengan *finish goods* lainnya.

3.5 Usulan *Improvement*

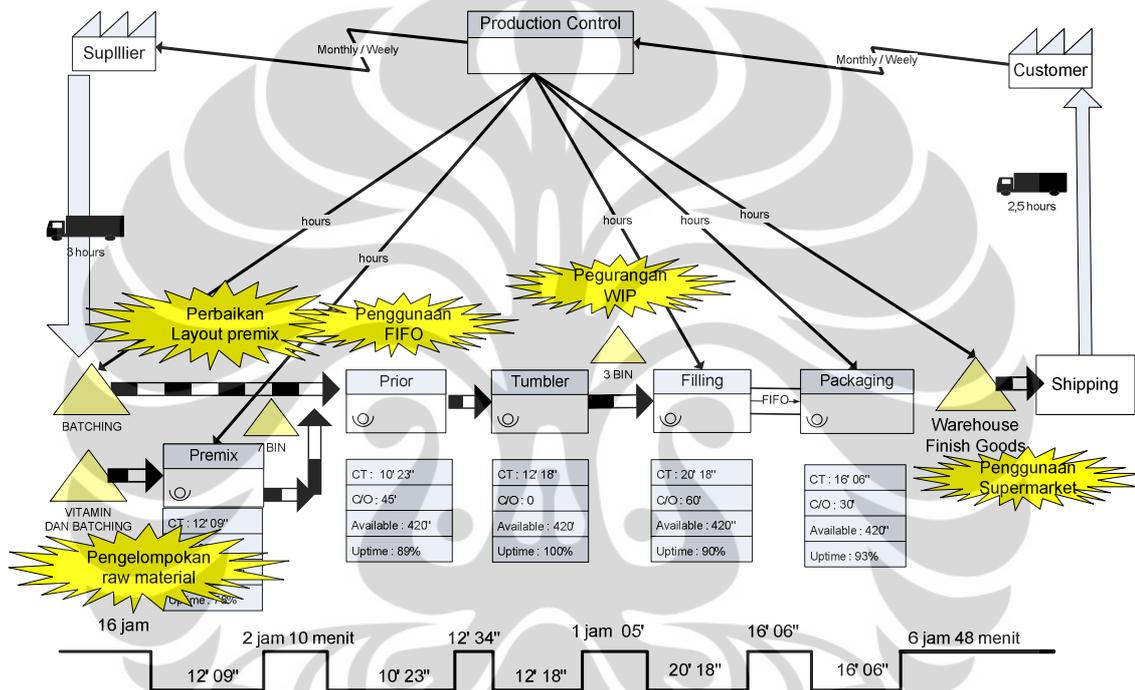
Penggambaran *current value stream mapping* dan identifikasi *waste* pada setiap stasiun kerja sudah dilakukan pada tahap sebelumnya, dari tahap tersebut maka akan diketahui titik-titik yang perlu *improvement* agar kondisi sistem produksi pada PT. XYZ mendekati konsep *lean manufacturing*. Alasan penggunaan *improvement* pada titik-titik *workstation* berikut karena pada titik-titik berikut yang memiliki porsi aktivitas *non value added* yang paling banyak, sehingga diperlukan perbaikan agar waktu *non value added* bisa ditekan.

Di bawah ini merupakan beberapa hal yang dilakukan agar proses produksi pada *propose value stream mapping* bisa berjalan secara *smooth flow*. Sehingga *lead time* material pada proses produksi menjadi lebih cepat dan bisa segera memasok *finish goods* ke konsumen. Usulan rencana *improvement* yang dilakukan penulis berada pada lampiran 2.

Rencana *improvement* pada lampiran 2 terlihat adanya item-item yang dilakukan perubahan, *Improvement* ini akan memberikan dampak terhadap

production rate, lead time material, jumlah inventory dan jarak transportasi yang dilakukan oleh operator.

Berikut beberapa titik yang dilakukan *improvement* jika dilihat pada *current value stream mapping*. *Improvement* dilakukan pada area gudang bahan baku (*area batching*), *workstation premix*, pengurangan jumlah WIP pada area antara *workstation tumbler* dan *bin tipper/filling*, penggunaan supermarket pada area *warehouse finish goods*.

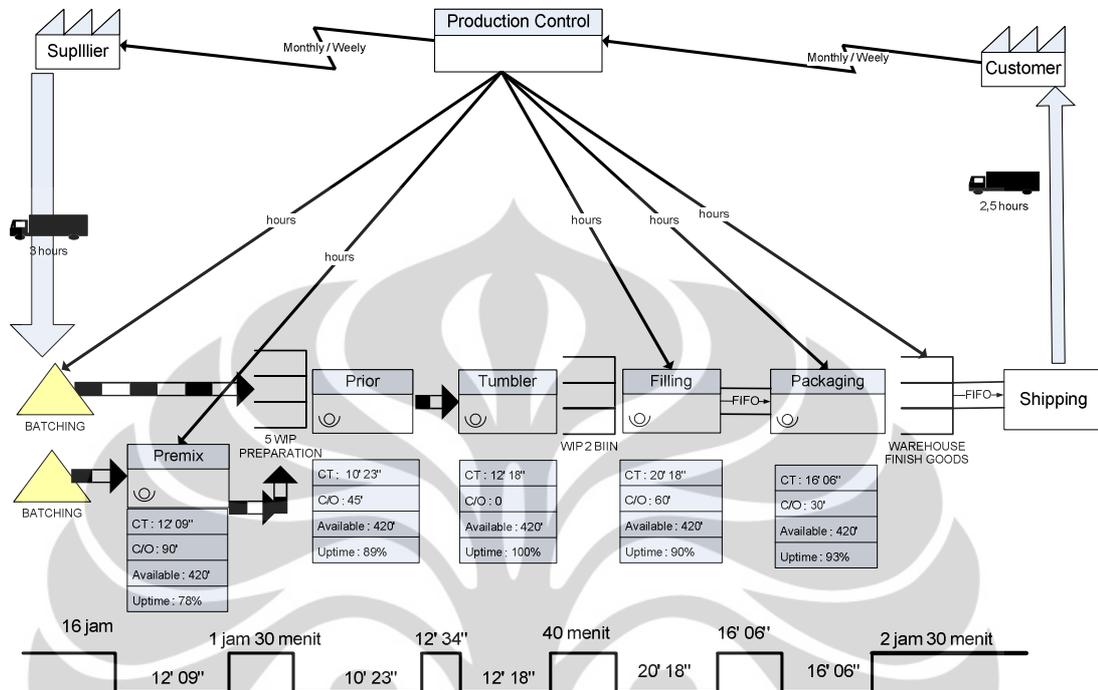


Gambar 3.11 Area *Improvement* pada *Current Value Stream Mapping* Produk B-1 400 gram

3.6 Pembuatan *Propose Value Stream Mapping*

Gambar ini menjelaskan tampilan dari sistem produksi setelah *waste* dan ketidakefisienan dihilangkan. *Propose Value Stream Mapping* ini akan menjadi usulan perubahan pada sistem produksi yang sudah berjalan sebelumnya. Sedangkan *lead time material* dari *raw material* masuk ke area *batching* sampai *finish goods* keluar dari *warehouse finish goods* selama 22 jam 24 menit. Hal ini karena dilakukan beberapa *improvement* yang ada di pabrik, sehingga *continuous*

flow bisa berjalan lebih baik dan beberapa proses yang mengalami waiting bisa berkurang.



Gambar 3.12 *Propose Value Stream Mapping* Produk B-1 400 gram

Pada *propose value stream mapping* terlihat bahwa ada beberapa titik yang menggunakan supermarket, dimana supermarket ini berfungsi sebagai tempat menaruh *inventory* yang berbentuk FIFO dan terdapat standard maksimal dan minimalnya. Sehingga menjadi jelas batas *inventory* pada tempat tersebut. karena sebelumnya belum ada kejelasan batas maksimal dan minimal *inventory* yang diterapkan antar stasiun.

3.7. Pembuatan Formulasi Model

Model yang akan disimulasikan pada penelitian ini yaitu model *current value stream mapping* dan model *propose value stream mapping*. Dengan adanya model ini maka akan diketahui apakah model *propose value stream mapping* bisa diterapkan atau tidak, sebagaimana *improvement* yang sudah dilakukan pada tahap sebelumnya, dimana ada beberapa titik *improvement* seperti perbaikan *layout* pintu *transfer box* premix, pengaturan jumlah pekerja, perbaikan penumpukan

material pada batching, dll. Selanjutnya *improvement* tersebut akan disimulasikan ke sebuah model *propose value stream mapping*. Namun sebelum membuat model simulasi *propose value stream mapping* pada *software plant simulation*, penulis membuat model *current value stream mapping* terlebih dahulu untuk menguji verifikasi dan validasi pada model *current value stream mapping*. Sedangkan input data *cycle time* pada model ini berdasarkan observasi *cycle time* yang sudah dilakukan pada tahap sebelumnya.

Di bawah ini terdapat beberapa objek yang akan dimasukkan ke dalam model di *software plant simulation*:

3.7.1. *Entity* atau *MUs*

Entity atau *MUs* sebagai material yang akan diproses pada proses-proses selanjutnya. Dalam simulasi ini *entity* terdiri dari beberapa macam. Namun sebenarnya produk yang dihasilkan hanya satu yaitu B-1 400 gram. Penggunaan *entity* yang beberapa macam untuk memudahkan dalam menganalisa seberapa besar *throughput* yang dihasilkan pada setiap stasiun tersebut, berikut *entity* yang digunakan dalam model yang terdapat pada model penelitian ini:

- *Base powder*
- Base vitamin
- Susu *sachet*
- *Sachet*
- Karton
- Box
- Box unit
- Bulk

Sedangkan untuk mengantarkan *entity* dari stasiun satu ke stasiun lainnya, pada *software plant simulation* memberikan beberapa pilihan alat transportasi. Pada model yang ada di penelitian ini menggunakan:

- *Container*
- *Forklift*
- *Handlift*

- *Connector*

3.7.2. *Single Proc*

Single proc merupakan tempat terjadinya sebuah proses material menjadi lebih bernilai atau aktivitas produksi dimana *input* yang dimasukkan akan sama dengan *throughput*. *Single proc* pada model ini terdiri dari :

- Penimbangan recehan
- Penimbangan vitamin
- *Ribbon*
- *Prior*
- *Tumbler*

3.7.3. *Assembly Station*

Assembly merupakan tempat penggabungan atau penyatuan beberapa *entity* menjadi suatu *entity* baru. Berikut beberapa stasiun yang menggunakan *assembly*:

- Blend
- Filling sachet
- Folding Box (Karton)
- Box Besar
- Box Besar di atas unit

3.7.4. *Dismantle Station*

Dismantle station merupakan tempat atau objek yang memecah *entity* dari satu *entity* menjadi lebih dari satu. Pada model ini penggunaan *dismantle station* memecah material dari 1 BIN menjadi 1750 sachet terjadi pada objek *bin tipper*. Setelah diproses di *bin tipper* langsung disalurkan langsung ke *area filling*.

3.7.5. *Conveyor*

Conveyor merupakan objek yang berfungsi sebagai penghubung bagi objek satu dengan objek lainnya. Conveyor ini bisa diatur kecepatan, panjang,

kapasitas sesuai kondisi real yang ada di lapangan. Beberapa titik yang menggunakan konveyor adalah

- Pintu masuk *entity (source)*
- *Bag stripping*
- *Filling*
- *Packaging*
- *Warehouse finish good*

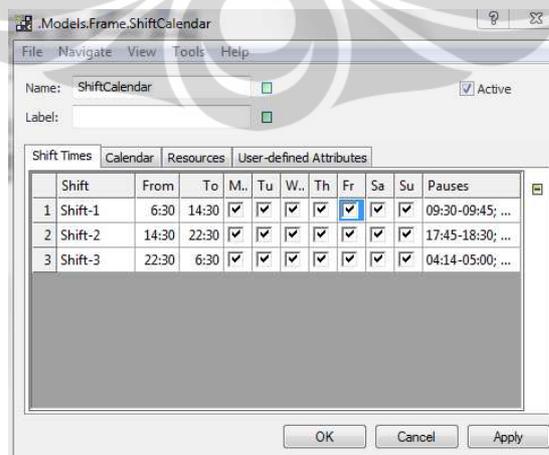
3.7.6. Buffer

Buffer merupakan objek yang berfungsi untuk menyimpan material sementara waktu dan pada kapasitas tertentu. Penggunaan *buffer* pada model ini antara lain

- Rak *buffer* pada stasiun *premix*
- *Buffer* setelah stasiun *ribbon*
- *Buffer* setelah stasiun *rechan*
- *Buffer* setelah stasiun *tumbler*

3.7.7. Shift Calendar

Shift calendar berfungsi sebagai pengatur waktu kerja, dimana ada waktu istirahat, sholat, makan (*ishoma*) selama 45 menit dan waktu *coffea break* selama 15 menit. Pada *shift* kalender pada model ini bisa dilihat seperti gambar 3.13



Gambar 3.13 Shift Calende

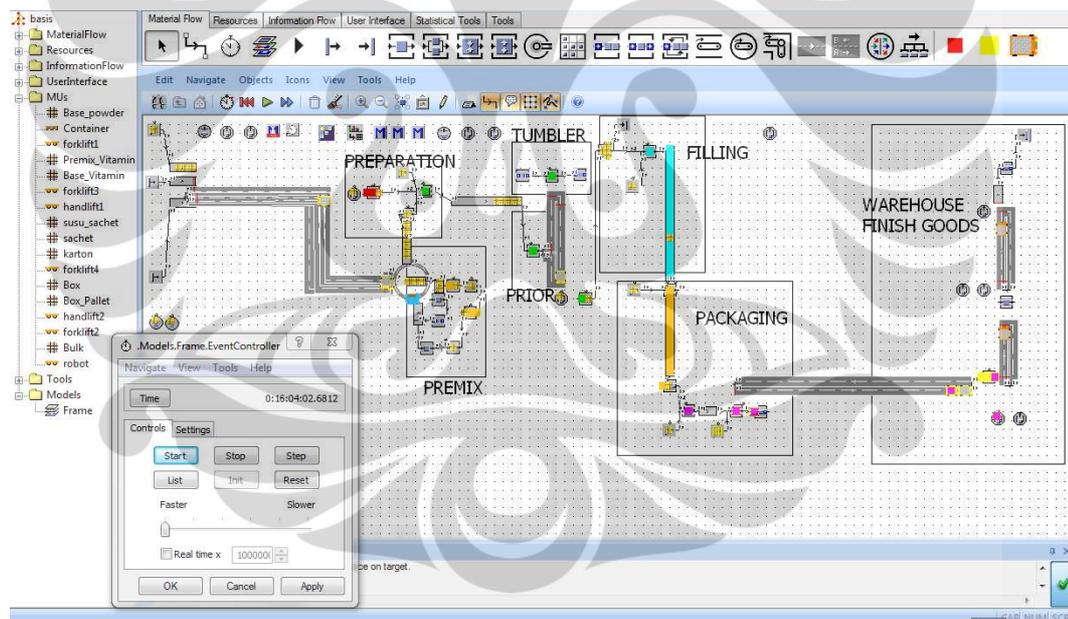
Pengaturan pada *shift calendar* dengan cara mengatur jumlah *shift* setiap harinya, dan mengatur waktu kapan saja terjadi istirahat dan *coffee break*. Pada gambar 3.14. di atas, menunjukkan bahwa setiap hari dari dari senin sampai hari minggu terus melakukan produksi dan terdapat 3 *shift* dalam seharinya.

3.7.8 Event Controller

Event controller berfungsi sebagai pengendali lamanya proses simulasi sesuai yang diinginkan oleh *user*. Pada simulasi ini akan diuji cobakan selama 1 *shift* dimana dalam 1 *shift* terdapat waktu istirahat dan *coffee break*.

3.7.9 Model Simulasi pada *Current Value Stream Mapping*

Berikut tampilan dari simulasi *current value stream mapping* menggunakan software *plant simulation*.



Gambar 3.14 Tampilan Model Simulasi *Current Value Stream Mapping*

Pada model ini terlihat pada pintu *transfer box workstation premix* ada satu buah pintu, sehingga pada saat-saat tertentu area ini mengalami *bottleneck*. Pada tampilan gambar 3.14 pintu *transfer box* sedang mengalami *bottleneck*. Sedangkan pada area *packaging* ke area *warehouse* finish goods pengantaran

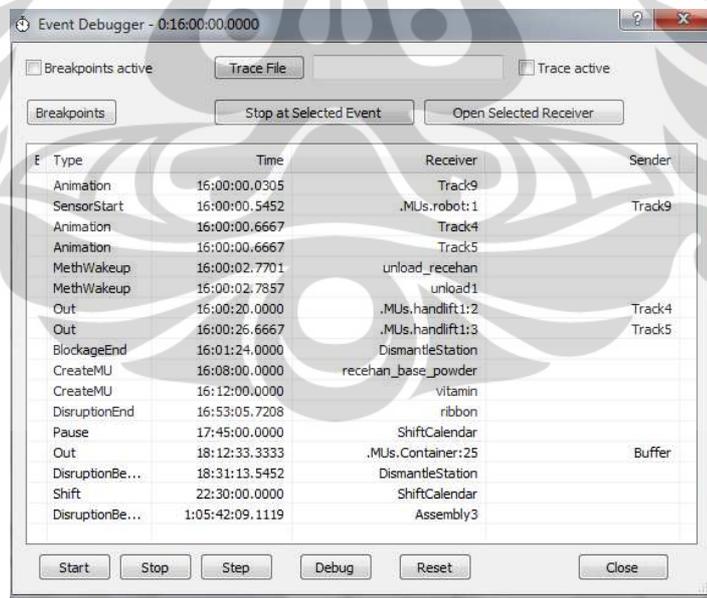
masih cukup jauh, pada model ini pengantaran material ke area *warehouse finish goods* menggunakan *container*.

3.7.10 Verifikasi

Verifikasi bertujuan untuk melihat apakah logika dan *simtalk* pada *method* yang telah dibuat pada *software plant simulation* sudah dimasukkan dengan benar atau belum. Beberapa hal yang harus dilakukan dalam verifikasi ini antara lain:

- memeriksa semua kode yang ada di model, entities, variabel yang diharapkan
- mengamati jalannya simulasi secara umum apakah *flow material* maupun jalannya model sudah sesuai dengan kenyataan.

Pada saat model dijalankan ternyata ada tampilan dialog *debug*, maka model tersebut masih belum bisa berjalan sesuai dengan yang diharapkan oleh pengguna atau masih perlu adanya verifikasi lanjutan sampai model tersebut benar dan tidak ada tampilan dialog *debug*.



Gambar 3.15 Event Debugger

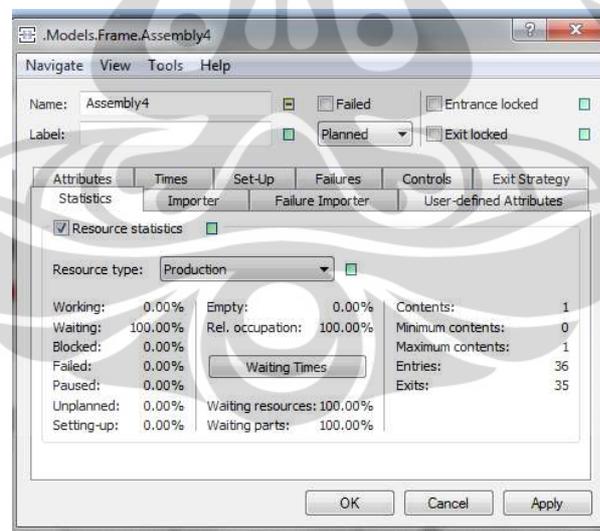
Setelah dilakukan beberapa verifikasi pada model dan sampai benar model yang dibuat dan berjalan tanpa muncul dialog debug maka model tersebut sudah

terverifikasi. Sedangkan untuk *debug* yang tidak terdeteksi langsung oleh *software plant simulation*, bisa dilihat pada *Event Debugger* yang ada pada *Event Controller Windows*.

3.7.11 Validasi

Setelah verifikasi pada model *current value stream mapping*, langkah selanjutnya yaitu validasi model dimana pada validasi ini bertujuan untuk mengetahui apakah model berjalan sesuai pada kondisi real di lapangan. Validasi pada penelitian ini dengan cara membandingkan *throughput* proses pada keadaan nyata dengan *throughput* yang ada disimulasi.

Pada simulasi model *current value stream mapping* dijalankan dalam 1 *shift* atau 8 jam dimana dalam satu *shift* tersebut ada waktu-waktu istirahat bagi operator. *Throughput* pada simulasi ini setelah dijalankan selama 8 jam yaitu 19 unit sedangkan *throughput* rata-rata dalam kondisi nyata atau kondisi di lapangan adalah 18 unit. *Throughput* antara simulasi dan kondisi secara nyata beda 1 unit atau 6%. Sehingga hal ini bisa dikatakan bahwa model *current condition* sudah tervalidasi.



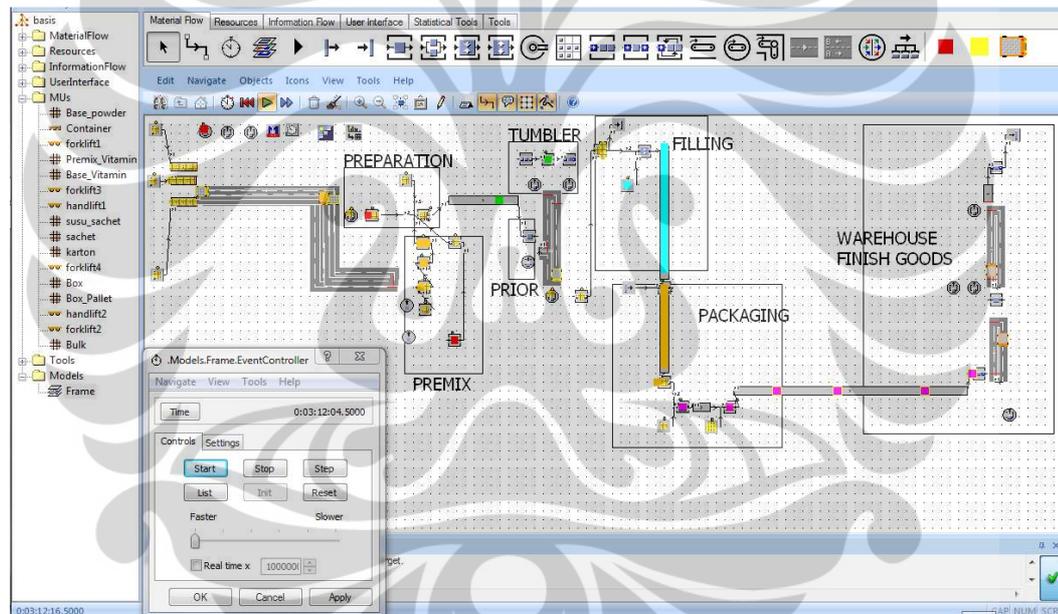
Gambar 3.16 *Throughput* produksi pada *current condition*

Pada tampilan *throughput* pada gambar diatas, terlihat *throughput* yang dihasilkan oleh simulasi yaitu 35 unit. Hal tersebut dikarenakan simulasi ini dilakukan pada *shift* kedua. Dimana *throughput* pada *shift* kedua ini berasal dari

akumulasi *shift* pertama dan *shift* kedua, pada *shift* pertama (8 jam pertama) *throughput* yang dihasilkan yaitu 16 unit. Sehingga simulasi pada *shift* kedua (8 jam berikutnya) *throughput* produksi adalah 19 unit.

3.7.12 Model Simulasi pada *Propose Value Stream Mapping*

Di bawah ini merupakan tampilan model *propose value stream mapping*, pada *throughput* produksi model *propose value stream mapping* berjumlah 25 unit pallet. Hal ini dikarenakan beberapa titik sudah dilakukan *improvement*. Area *transfer box premix* sudah dibuat menjadi dua pintu (pintu masuk dan pintu keluar), sehingga material pada area ini akan berjalan lebih *smooth flow* daripada sebelumnya.



Gambar 3.17 Tampilan Model Simulasi *Propose Value Stream Mapping*

Dengan adanya model *propose value stream mapping* ini, maka akan lebih mudah mengetahui dan menganalisa *improvement* yang dilakukan apakah *improvement* memberikan dampak yang signifikan atau tidak, perilaku apa saja yang terjadi pada model setelah dilakukan beberapa *improvement* pada area tertentu,dll.

BAB 4

ANALISIS

4.1. Analisis *Current Value Stream Mapping*

Current Value Stream Mapping menggambarkan bahwa sistem produksi yang dilakukan oleh PT. XYZ berbentuk *push system*. Dimana material didorong dari stasiun awal (*batching*) sampai stasiun akhir (*packaging*). Terdapat beberapa titik *inventory* yang ada di perusahaan ini, diantaranya adalah *batching*, area *preparation*, area antara *tumbler* dengan *filling*, dan area *finish goods* Pada dasarnya penempatan *inventory* berguna sebagai *buffer* atau penyangga jika ada hal-hal yang berada di luar dugaan seperti lonjakan permintaan atau ada mesin yang mengalami *breakdown*. Namun menurut konsep *lean manufacturing* penggunaan *inventory* yang terlalu banyak juga kurang bagus jika dilihat dari sisi produktivitas penggunaan *resource*, karena *inventory* yang terlalu banyak termasuk kategori *seven waste*. Berikut analisa jumlah *inventory* yang ada di PT. XYZ pada beberapa stasiun kerja.

Tabel 4.1 Jumlah *Inventory* Tahun 2012

NO	Tempat	Unit
1	<i>Batching</i>	60
2	<i>Preparation</i>	7
3	<i>wip tumbler dan filling</i>	3
4	<i>Warehouse finish goods</i>	20
TOTAL		90

(Sumber PT. XYZ)

Pada penggambaran *current value stream mapping* terlihat bahwa *total lead time* produksi dari barang masuk sampai barang jadi selama 22 jam 36 menit, untuk waktu *non value added* dan *necessary but non value added* sepanjang aliran produksi adalah 21 jam 26 menit 24 detik, sedangkan aktivitas *value added* sepanjang aliran produksi adalah 1 jam 10 menit 48 detik. Terlihat bahwa sekitar 94% waktu *non value added* dan *necessary but non value added* pada aktivitas produksi perusahaan ini. Sehingga diperlukan *improvement* agar *lead time* produksi bisa semakin cepat.

Pada area *batching inventory* berjumlah 60 unit dimana terdiri dari bahan-bahan *base powder* susu bubuk yang dibungkus dalam karung kertas dan karung plastik. Jumlah 60 unit ini akan memasok material ke 4 keluarga produk dan salah satunya yaitu keluarga produk spafil 3 yang menjadi bahasan pada penelitian ini. Sedangkan *raw material* datang dari supplier setiap 3 jam dan langsung dimasukkan ke dalam area *batching* untuk menunggu diproses 11 jam kemudian atau hampir 1 *shift* lebih 3 jam. Hal tersebut mengindikasikan bahwa *safety stock raw material* yang ada di *batching* ini akan digunakan ketika 11 jam kemudian. Masalah yang ada di area *batching* ini adalah penempatan *raw material* yang tidak rapi. Belum ada aturan penempatan *raw material* pada area ini sehingga operator langsung menaruh *raw material* secara random. Hal ini lah yang menjadikan potensi material mengalami kadar luarsa. Hasil temuan melalui observasi langsung di lantai produksi, terdapat sekitar 6 unit *raw material* yang mengalami kadarluarsa. Ternyata setelah diselidiki operator lupa mengambil material tersebut karena tempatnya yang tersembunyi dan tertutup oleh material lainnya.

Selanjutnya yaitu WIP yang ada di area *preparation batching* yang berjumlah 7 unit dimana waktu menunggu material ini untuk diproses pada stasiun selanjutnya sekitar 2 jam 10 menit. Waktu aktual tersebut didapatkan dari melihat barcode yang tertera dalam plastik sampai material tersebut masuk ke area *bag stripping* (persiapan masuk *workstation prior*).

Selanjutnya yaitu WIP yang ada di antara *workstation tumbler* dengan *Bin tipper/filling*, dimana secara aktual WIP ini berjumlah 3 buah dan waktu tunggu yang dihabiskan oleh WIP ini selama 1 jam 5 detik (menurut barcode yang melekat pada BIN). Keberadaan WIP ini disebabkan karena tidak seimbang nya *cycle time* antara *tumbler* dan *filling*. *Cycle time workstation tumbler* terlalu cepat daripada *workstation filling*, sehingga mengakibatkan terjadinya penumpukan WIP pada area ini.

Selanjutnya yaitu *inventory finish goods* yang ada di *warehouse finish goods* Dimana pada area ini *finish goods* menunggu untuk diangkut di atas truk sekitar 6 jam 45 menit kemudian. Selain itu penempatan *finish goods* yang tidak rapi menjadikan *finish goods* tidak segera diangkut ke truk. Sehingga *finish goods*

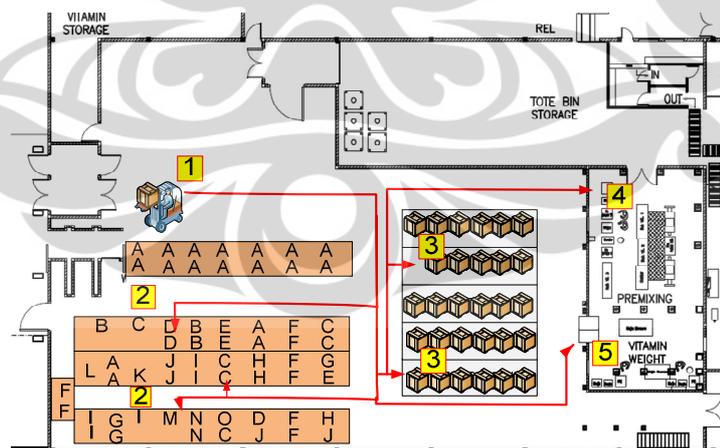
yang segera dibutuhkan konsumen tidak segera didapatkan karena masih mengendap di area *warehouse finish goods*

4.2. Analisa Propose Value Stream Mapping

Lead time material pada *Propose Value Stream Mapping* dari *raw material* masuk ke area *batching* sampai *finish goods* keluar dari *warehouse finish goods* selama 17 jam 24 menit. Hal ini karena dilakukan beberapa *improvement* yang ada di beberapa area, sehingga *smooth flow* bisa berjalan lebih baik dan beberapa proses yang mengalami *waiting* bisa berkurang. Beberapa *improvement* yang dilakukan pada *propose value stream mapping* adalah:

4.2.1. Penataan Ulang Raw Material pada Area Batching

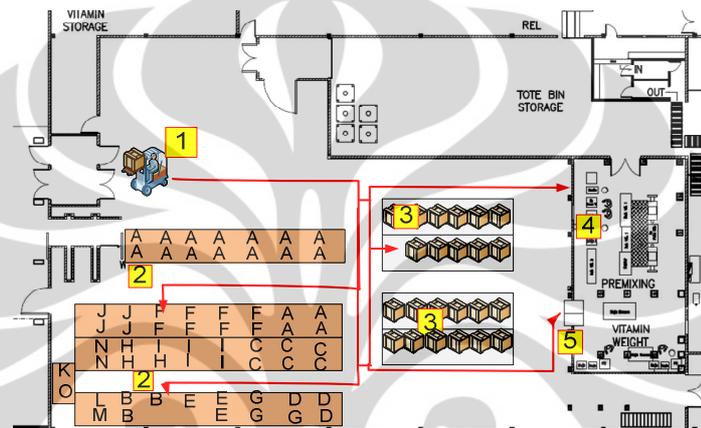
Penempatan *raw material* pada area *batching* terlihat lebih rapi setelah dilakukan proses pengelompokan material. Adanya suatu pengelompokan material yang sama akan memudahkan operator dalam mencari material. Selain itu juga menghindari material yang kadaluarsa karena sebelumnya penempatan material yang sangat acak, sehingga terdapat potensi operator lupa dalam mengambil material yang seharusnya diambil untuk segera diproses. Dari hasil pengamatan material yang kadaluarsa ada 6 unit.



Gambar 4.1 *Layout Batching* sebelum *Improvement*

Pada gambar 4.1 di atas menggambarkan penataan raw material yang masih acak-acakan, karena belum ada *improvement* pada area batching ini.

Pada area *preparation batching*, waktu tunggu pada *current condition* selama 2 jam 10 menit. Hal ini disebabkan material recean dan vitamin dari *workstation premix* belum datang ke area *batching*, sehingga material harus menunggu selama 2 jam 10 menit. Melalui *improvement layout* pada *workstation premix* menjadikan material akan berjalan secara *smooth flow*, sehingga waktu tunggu material di area *preparation* akan menjadi berkurang, dimana sebelumnya 2 jam 10 menit menjadi 1 jam 30 menit.



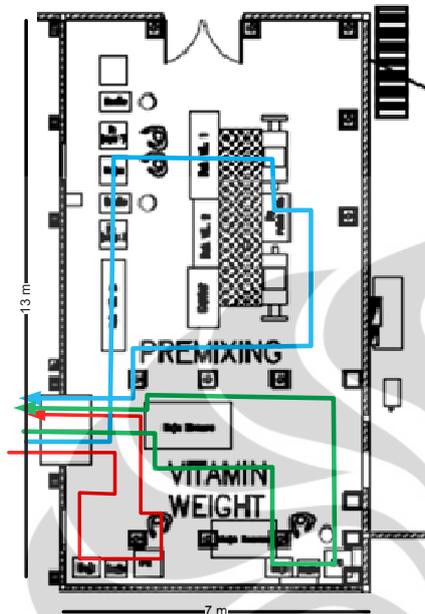
Gambar 4.2 *Layout Batching* setelah *Improvement*

Selain itu dengan pengaturan ulang jumlah operator yang ada di *workstation premix*, dimana operator pada *workstation premix* ditarik satu orang ke area *preparation*, maka keterlambatan pasokan material di area *batching* maupun *workstation premix* bisa ditekan sekecil mungkin, karena sudah ada tambahan tenaga kerja di area *batching*

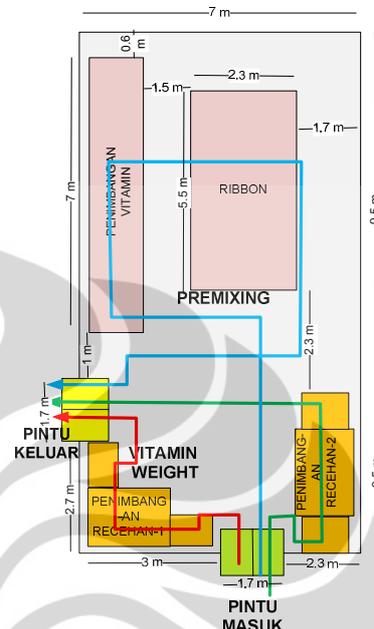
4.2.2. Perbaikan *Layout* pada *Workstation Premix*

Improvement di area *premix* dengan mengatur pintu masuk dan keluar material di *transfer box*. Sebelum *improvement* pintu *transfer box* hanya ada satu. Hal ini menjadikan suatu masalah yaitu penumpukan material pada sekitar area *transfer box*. Sehingga aliran material sering terjadi stagnasi atau tidak mencapai *smooth flow*. Dengan pemisahan pintu masuk dan pintu keluar maka aliran material yang ada di *workstation premix* akan berjalan *smooth flow* dan

operator juga akan bekerja secara teratur. Gambar *layout* dari *workstation premix* setelah *improvement* bisa dilihat seperti gambar di bawah ini:



Gambar 4.3 *Layout Workstation Premix sebelum Improvement*



Gambar 4.4 *Layout Workstation Premix setelah Improvement*

Selain penambahan satu pintu, operator pada line recehan pada *workstation premix* dikurangkan satu, seperti yang sudah dihitung pada bab 3 bahwa kebutuhan operator *premix* seharusnya hanya 2 orang, dimana sebelumnya ada 3 orang. Namun operator yang ada di *sub-workstation* recehan ini tidak akan di PHK, operator ini akan ditempatkan di area *batching*. Dimana di area *batching* operator yang memasok material ke *workstation premix* biasanya *overload* pekerjaannya. Dengan pengaturan ulang penempatan operator maka diharapkan pasokan material dari area *batching* ke *workstation premix* atau sebaliknya akan berjalan dengan *smooth flow*.

4.2.3. Area Inside Dumper

Improvement yang dilakukan di area *inside dumper* (penyambung material dari area *batching* ke *workstation prior*) adalah pemberian batas pada sisi kiri konveyor setinggi 25 cm. Masalah yang sering muncul adalah material sering jatuh ke lantai, karena posisi konveyor tersebut agak miring ke kanan sebesar

sudut 25° . Sehingga material sering jatuh ke lantai karena posisi konveyor yang miring ke kanan. Dengan pemberian batas pada sisi kiri konveyor setinggi 25 cm maka material tersebut tidak akan jatuh lagi. Selain itu juga mengurangi *waste over processing* yang dilakukan operator jika material tersebut jatuh ke lantai.

4.2.4. Pengurangan WIP pada *Tumbler* dan *Bin Tipper/Filling*

Antara *workstation tumbler* dan *bin tipper/filling* ada WIP berjumlah 3 BIN. Jumlah WIP ini terlalu banyak karena menurut perhitungan di Bab 3, perhitungan waktu *cycle time* diantara dua stasiun ini, seharusnya WIP pada area ini cukup 2 BIN. Dengan 2 BIN sebagai WIP diantara *tumbler* dan *bin tipper/filling* maka akan mengurangi waktu tunggu material dari 1 jam 5 detik menjadi 40 menit.

4.2.5. Penerapan Supermarket pada Area *Warehouse Finish Goods*

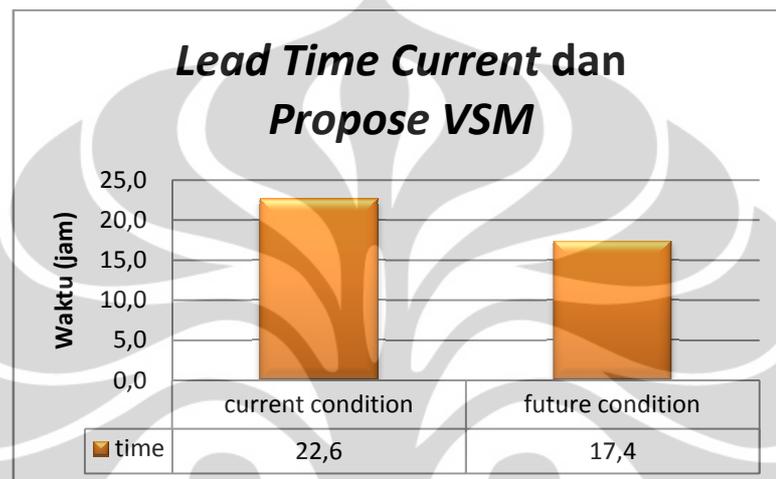
Sebelumnya penempatan *finish goods* di area *warehouse finish goods* tidak rapi dan bercampur dengan produk-produk lainnya, sehingga ada potensi *finish goods* yang seharusnya segera diantar ke konsumen masih mengendap di *warehouse finish goods*. Oleh karena itu diperlukan rel konveyor untuk menempatkan *finish goods* yang siap dikirim, dengan adanya rel konveyor ini maka akan berbentuk antrian FIFO (*first in first out*) dimana barang yang awal masuk ke konveyor akan keluar terlebih dahulu. Hal ini sesuai dengan prinsip supermarket dimana barang yang berada di ujung depan akan diambil terlebih dahulu daripada barang yang di belakang. Selain itu, pengaturan ini juga akan mengurangi potensi kadaluarsa pada produk, karena produk yang diproduksi merupakan produk makanan yang rentan dengan kadaluarsa,

Selain itu penempatan secara FIFO akan mengurangi waktu tunggu material untuk diangkut ke truck *shipping*, sebelum *improvement* material menunggu di area *warehouse finish goods* 6 jam 48 menit. Namun setelah ada *improvement* material menunggu hanya 2 jam 30 menit.

4.3. Perbandingan Current dan Propose VSM

4.3.1. Perbandingan *Lead time*

Lead time raw material pada *current value stream mapping* dari waktu masuk pintu area *batching* sampai barang tersebut keluar dari pintu *warehouse finish goods* adalah 22 jam 36 menit. Sedangkan *lead time* pada *propose value stream mapping* adalah 17 jam 24 menit.



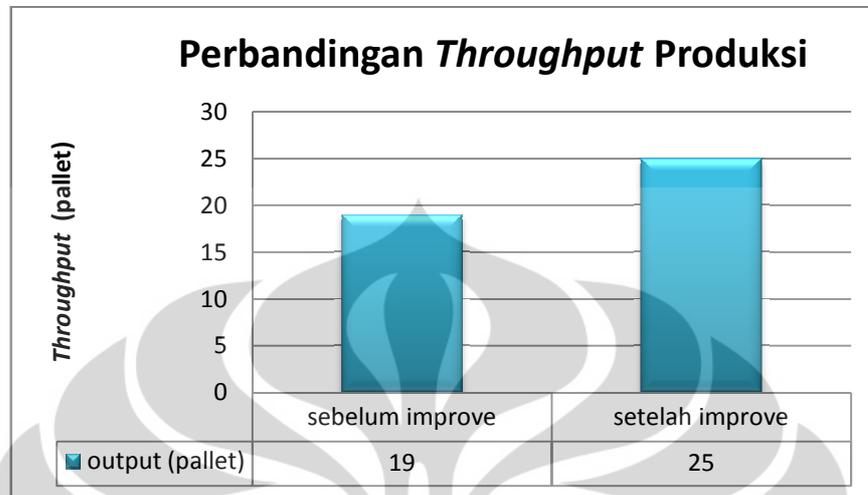
Gambar 4.5. Perbandingan *Lead Time Current* dan *Propose VSM*

Pada *future condition* terdapat pengurangan waktu sekitar 19%, pengurangan waktu ini disebabkan karena ada perbaikan *layout* pada *workstation premix*, pengaturan operator pada area *premix* dan *batching*, perbaikan jumlah *inventory* yang ada di beberapa titik, dan pengurangan *waste transportasi* yang ada di area *warehouse finish goods*

4.3.2. Perbandingan *Throughput Produksi*

Throughput produksi dapat dilihat melalui simulasi di *software plant simulation*. Pada model yang sudah dibuat, simulasi dijalankan selama 1 *shift* yaitu 8 jam dan terdapat pengurangan waktu dengan waktu istirahat, solat dan makan selama 1 jam sehingga didapatkan *net available time* selama 420 menit atau 7 jam. Pada *current value stream mapping* jika dimodelkan di *plant simulation* dihasilkan *throughput* sebesar 19 unit. Sedangkan *throughput* yang dihasilkan pada *propose value stream mapping* adalah 25 unit, terdapat peningkatan *throughput*

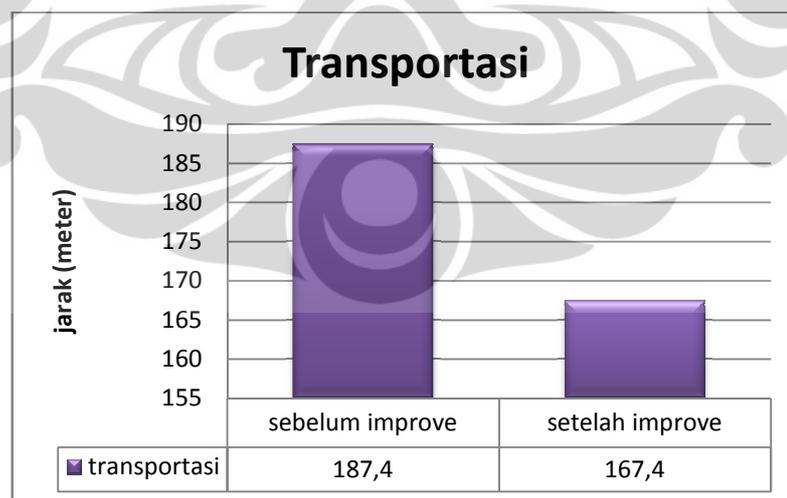
sebesar 24%. Hal ini disebabkan karena beberapa *workstation* diperbaiki dan dilakukan *improvement*.



Gambar 4.6. Perbandingan *Throughput* Produksi *Current* dan *Propose VSM*

4.3.3. Perbandingan *Waste Transportasi*

Pada *current value stream mapping* jarak transportasi sejauh 187.4 meter. Transportasi ini terdapat pada area *batching, preparation, premix, prior, tumbler, filling, packaging* dan *warehouse finish goods*



Gambar 4.7. Perbandingan *Waste Transportasi Current* dan *Propose VSM*

Sedangkan pada penelitian ini akan memperbaiki area *warehouse finish goods*, dimana ditambahkan konveyor yang berbentuk rel. Sehingga material *finish goods*

langsung dimasukkan ke konveyor tersebut dan langsung terdorong ke depan. Hal ini mengurangi aktivitas perjalanan oleh operator. Hasil perhitungan terdapat penghematan transportasi yang ada di *Propose Value Stream Mapping* sebesar 20 meter atau penghematan 11%. Setelah *improvement* jarak transportasi menjadi 167.4 meter.

4.3.4. Perbandingan *Inventory*

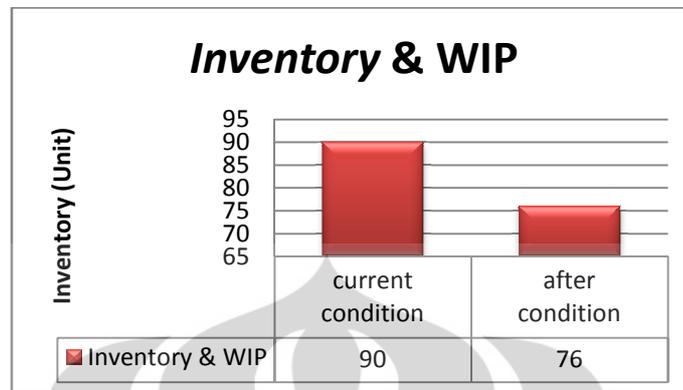
Pada *current value stream mapping* jumlah *inventory* 90 unit. Sedangkan pada *propose value stream mapping* jumlah *inventory* 76 unit, terdapat pengurangan *inventory* 16% pada *improvement* yang sudah dilakukan. Pada paragraf selanjutnya akan dijelaskan tentang pengurangan inventori tersebut.

Pada area *batching* tidak ada pengurangan *inventory*, karena di area ini kebutuhan akan material cukup banyak untuk persiapan diproses di 11 jam kemudian. Sedangkan yang akan diperbaiki adalah pada area *preparation* dimana pada area ini seharusnya WIP ini berjumlah 5 unit. Sehingga waktu menunggu yang dibutuhkan WIP setelah diimprove pada area ini yaitu (5 unit x 1114 detik = 5571 detik) atau 1 jam 32 menit.

Pada area antara *workstation tumbler* dan *bin tipper/filling* jumlah WIP sebelumnya yaitu 3 buah. Namun setelah dihitung dan menggunakan *improvement* WIP yang ada di area ini cukup 2 buah, karena melihat kondisi dari proses *filling* yang lebih lama daripada proses *tumbler*. Target WIP yang berjumlah 2 buah berguna untuk menjaga jika ada permintaan yang melonjak tinggi atau ada mesin yang bermasalah pada workstasiun sebelumnya. Melalui pengurangan WIP ini, maka waktu tunggu WIP tersebut diproses adalah 40 menit.

Pada area *warehouse finish goods* perbaikan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu menggunakan rel konveyor pada *warehouse finish goods*. Sedangkan untuk mekanismenya *finish goods* ditaruh di rel konveyor sehingga antrian barang menjadi FIFO (*first in first out*). Dengan pengaturan hal ini maka setiap 2 jam 30 menit akan terangkut sebanyak 8 unit sampai 9 unit dan tidak ada material yang mengendap lagi di area *warehouse finish goods*. Sedangkan untuk keseluruhan sistem produksi terjadi pengurangan *inventory* sebanyak 11 unit atau 16%.

Berikut perbandingan *inventory* pada *current condition* dan *after condition*.



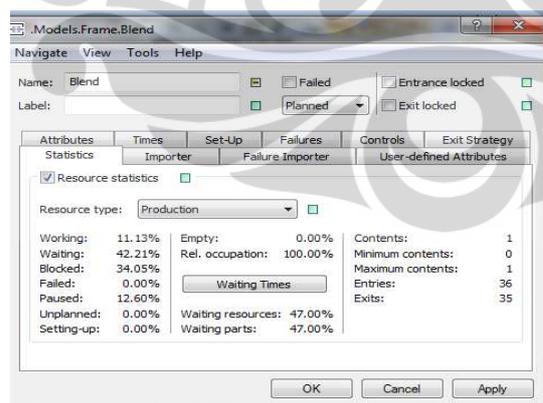
Gambar 4.8 Perbandingan *Inventory Current* dan *Propose VSM*

4.4 Analisa Model Simulasi *Current* dan *Propose VSM*

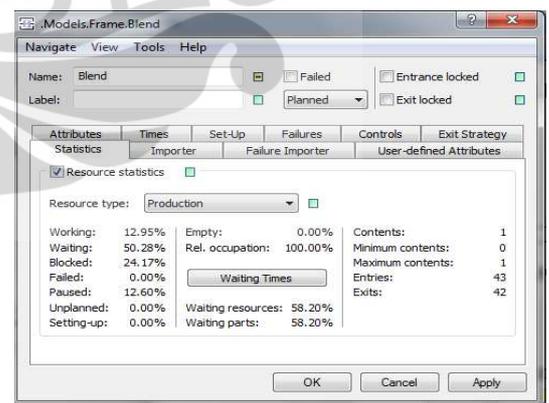
Throughput produksi pada model *current value stream mapping* adalah 19 unit dalam 1 *shift*. Sedangkan *throughput* pada *propose value stream mapping* sebesar 25 unit dalam 1 *shift*.

4.4.1 *Throughput* pada *Workstation Premix*

Berikut *throughput* produksi pada *workstation premix* sebelum dan sesudah *improvement*.



Gambar 4.9 *Throughput 2 Shift WS Premix* sebelum *improvement*



Gambar 4.10 *Throughput 2 Shift WS Premix* setelah *improvement*

Pada *throughput premix* tersebut bisa dilihat pada *objek assembly station blend*. Dimana *throughput premix* pada model *current VSM* yaitu sebesar 35 unit

selama 2 *shift*. Sedangkan jika dilihat untuk 1 *shift* pertama *throughput* stasiun ini adalah 16 unit, sehingga *throughput shift* kedua yaitu 20 unit. Hal ini bisa terjadi karena pada *shift* pertama masih belum terjadi *bottleneck* pada area pintu *premixing*, namun setelah masuk *shift* kedua, area ini menjadi *bottleneck* karena material yang masuk dan keluar semakin banyak dan terjadi menumpuk pada pintu *transfer box*.

Throughput premix pada model *propose VSM* yaitu sebesar 42 unit selama 2 *shift*, sedangkan jika dilihat pada 1 *shift* pertama *throughput* pada area ini 21 unit, sehingga *throughput shift* kedua yaitu 21 unit juga. Terlihat pada model *propose VSM* aliran material lebih *smooth flow* karena sudah adanya perbaikan pada area *transfer box premix*, sehingga sudah tidak terjadi lagi *bottleneck*.

4.4.2 Total *Throughput* pada Sistem Produksi

Berikut total *throughput* pada sistem produksi sebelum dan sesudah *improvement*:

Detailed Statistics Table			
Working:	0.00%	Average lifespan:	54:15.9978
Delayed:	100.00%	Average exit interval:	25:17.2059
Setup:	0.00%	Total throughput:	35
Failed:	0.00%	Throughput per hour:	2.23
Paused:	0.00%	Throughput per day:	0.00

Gambar 4.11 *Throughput* Produksi 2 *Shift* sebelum *Improvement*

Detailed Statistics Table			
Working:	0.00%	Average lifespan:	41:40.5760
Delayed:	100.00%	Average exit interval:	18:51.0682
Setup:	0.00%	Total throughput:	45
Failed:	0.00%	Throughput per hour:	3.08
Paused:	0.00%	Throughput per day:	0.00

Gambar 4.12 *Throughput* Produksi 2 *Shift* setelah *Improvement*

Throughput pada model *current value stream mapping* yang dihasilkan selama 2 *shift* adalah 35 unit. Sedangkan pada *shift* pertama yaitu 16 unit, sehingga pada *shift* kedua setelah semua material berada di *buffer stock* masing-masing *workstation*. *Throughput* produksi menjadi 19 unit, namun setelah dilakukan *improvement* pada beberapa *workstation*, *throughput* produksi pada *propose value stream mapping* menjadi 45 unit selama 2 *shift*, dimana *throughput*

pada *shift* pertama *propose VSM* produksi yaitu 20 unit, sehingga *throughput* produksi pada *shift* kedua adalah 25 unit, pada *propose VSM* terjadi peningkatan *throughput* sebesar 24%.

Dibawah ini terdapat *statistics collection period* dari model *current VSM* dan *Propose VSM*. Dimana terdapat ringkasan *prosentase* mengenai *working*, *waiting*, *blocked*, *failed*, *paused*, dan *empty* pada objek yang ada di *plant simulation*.

Tabel 4.2 *Statistics Collection Period Current VSM*

Object	Working	Waiting	Blocked	Failed	Paused	Unplanned	Set-up	Empty	Start of Statistics Collection	Portion
tumbler	35.37%	64.63%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	64.63%	0.0000	
DismantleStation	0.02%	27.21%	46.16%	14.00%	12.60%	0.00%	0.00%	27.21%	0.0000	
konveyor_filling	39.13%	48.54%	12.33%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	48.48%	0.0000	
ribbon	72.29%	0.48%	7.92%	6.71%	12.60%	0.00%	0.00%	0.48%	0.0000	
Blend	11.13%	42.21%	34.05%	0.00%	12.60%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0000	
prior	36.84%	11.19%	39.36%	0.00%	12.60%	0.00%	0.00%	11.19%	0.0000	
konveyor_packaging	40.15%	59.12%	0.73%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	59.10%	0.0000	
packaging_karton	39.50%	39.67%	0.70%	7.53%	12.60%	0.00%	0.00%	0.39%	0.0000	
Palletisasi	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0000	
recean	17.08%	70.31%	0.00%	0.00%	12.60%	0.00%	0.00%	70.31%	0.0000	

Pada Tabel 4.2. menunjukkan bahwa model *current VSM* mempunyai beberapa objek, antara lain *tumbler*, *dismantleStation*, *konveyor_filling*, *ribbon*, *blend*, *prior*, *konveyor_packaging*, *packaging_karton*, *palletisasi* dan *recean*. Sedangkan nilai tiga besar prosentase *working* objek di simulasi ini yaitu *ribbon* (72,29%), *konveyor_packaging* (40,15%), dan *konveyor_filling* (39.50%). Prosentase *working* pada ketiga objek tersebut secara simulasi maupun secara dunia nyata memang merupakan *workstation* yang paling sibuk.

Tabel 4.3 *Statistics Collection Period Propose VSM*

Object	Working	Waiting	Blocked	Failed	Paused	Unplanned	Set-up	Empty	Start of Statistics Collection	Portion
tumbler	44.06%	55.94%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	55.94%	0.0000	
DismantleStation	0.03%	32.08%	53.20%	2.28%	12.60%	0.00%	0.00%	31.89%	0.0000	
konveyor_filling	51.04%	39.89%	9.07%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	39.81%	0.0000	
ribbon	76.21%	0.59%	4.03%	6.56%	12.60%	0.00%	0.00%	0.59%	0.0000	
Blend	12.95%	50.28%	24.17%	0.00%	12.60%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0000	
prior	44.23%	8.89%	34.28%	0.00%	12.60%	0.00%	0.00%	8.89%	0.0000	
konveyor_packaging	52.51%	46.38%	1.11%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	46.36%	0.0000	
packaging_karton	51.65%	34.69%	1.06%	0.00%	12.60%	0.00%	0.00%	0.59%	0.0000	
Palletisasi	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0000	
recean	18.75%	1.76%	66.89%	0.00%	12.60%	0.00%	0.00%	1.76%	0.0000	

Pada Tabel 4.3 menunjukkan bahwa model *propose VSM* mempunyai tiga besar prosentase *working* yaitu pada *ribbon* (76,21%), *konveyor_packaging*

(52,51%) dan *konveyor filling* (51,04%). Dari perbandingan *Statistics Collection Period Current VSM* dan *Propose VSM* untuk semua kategori menunjukkan bahwa rata-rata hasil kinerja yang ditunjukkan oleh model simulasi *propose VSM* lebih baik daripada *current VSM*.



BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Penerapan *Lean Manufacturing* merupakan upaya untuk meningkatkan produktivitas perusahaan, karena terbukti ampuh dalam mengurangi *waste* yang ada di sistem produksi. Melalui identifikasi semua *waste* yang ada di lantai produksi maka akan lebih mudah menyelesaikan masalah dan memperbaiki sistem produksi untuk menjadi yang lebih baik. Hasil dari analisa *waste* dan *improvement* pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

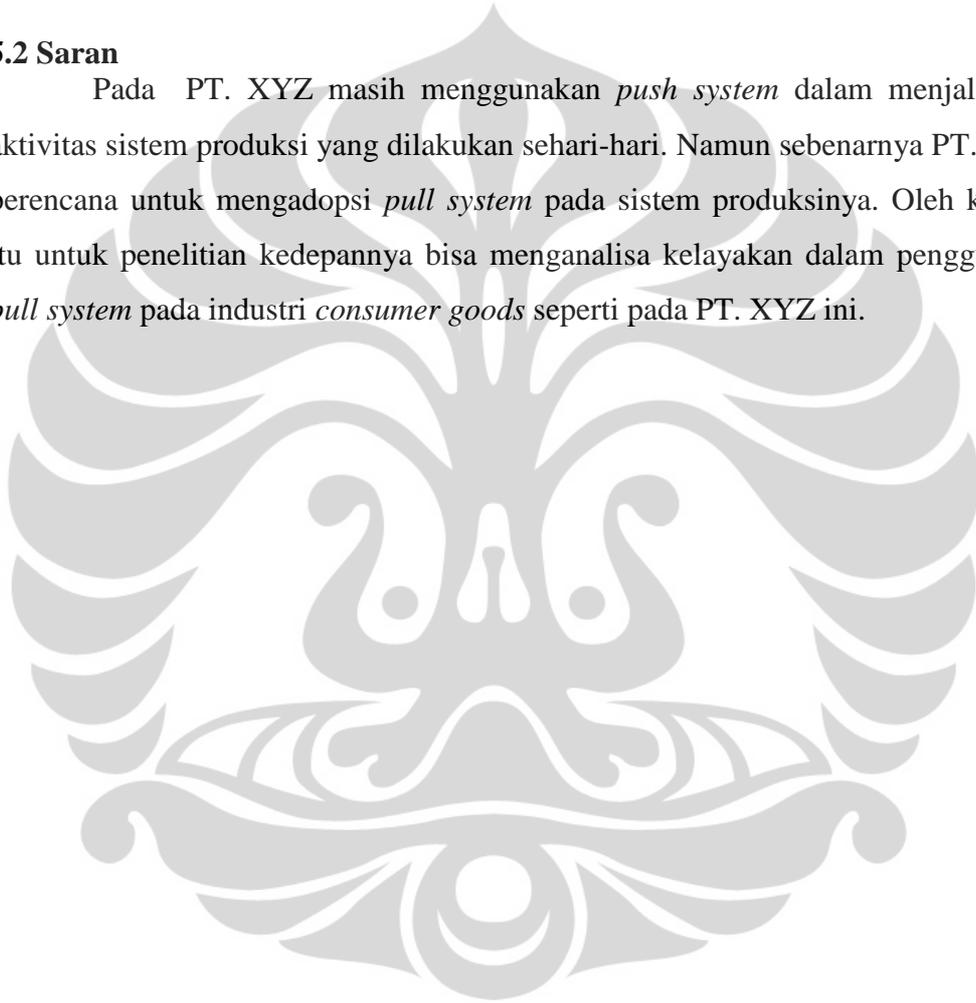
- Waste yang paling sering terjadi di area produksi pada PT. XYZ adalah menunggu (*waiting*).
- Material yang ada di area *batching* menjadi lebih teratur sehingga operator mudah dalam pengambilan material, selain itu juga mengurangi potensi kadar luarsa material.
- Penerapan *continuous flow* pada *workstation premix* bisa tercapai dengan perbaikan *layout* di *area premix*. Sebelumnya pintu *transfer box* hanya satu sehingga menyebabkan *bottleneck* pada area ini. Setelah *improvement* pintu *transfer box* menjadi dua dimana ada pintu masuk dan pintu keluar yang terpisah, sehingga aliran material bisa berjalan dengan lancar.
- *Lead time* material di lantai produksi menjadi lebih cepat, pada *current VSM* selama 22 jam 36 menit. Sedangkan *lead time propose VSM* adalah 17 jam 24 menit, terdapat pengurangan waktu sekitar 19%.
- Terjadi peningkatan *throughput produksi* pada *propose VSM* melalui simulasi *plant simulation*. Pada *current VSM* sebesar 19 unit, ketika beberapa *workstation* dilakukan *improvement*, sehingga aliran produksi menjadi lebih *smooth flow*. *Throughput* yang dihasilkan pada *propose VSM* adalah 25 unit, terdapat peningkatan *throughput* produksi sebesar 24%.
- Pada *current VSM* jarak transportasi sejauh 187.4 meter. Sedangkan pada *Propose VSM* menjadi 167.4 meter atau terjadi pengurangan aktivitas

transportasi sejauh 20 meter, penghematan *waste* transportasi sebesar 11%.

- *Inventory* sebelum *improvement* yaitu sejumlah 90 unit, setelah terjadi perhitungan ulang dan *improvement* pada beberapa area, maka *inventory* yang ada di keseluruhan sistem produksi sejumlah 76 unit, terjadi pengurangan *inventory* sebanyak 14 unit atau 16%.

5.2 Saran

Pada PT. XYZ masih menggunakan *push system* dalam menjalankan aktivitas sistem produksi yang dilakukan sehari-hari. Namun sebenarnya PT. XYZ berencana untuk mengadopsi *pull system* pada sistem produksinya. Oleh karena itu untuk penelitian kedepannya bisa menganalisa kelayakan dalam penggunaan *pull system* pada industri *consumer goods* seperti pada PT. XYZ ini.



DAFTAR REFERENSI

- Abdulmalek, F. A., & Rajgopal, J. 2006. *Analyzing The Benefits Of Lean Manufacturing and Value Stream Via Simulation. International Journal of Production Economics*
- Bangsow, Steffen. 2010. *Manufacturing Simulation with Plant Simulation and SimTalk*. Springer-Verlag Berlin
- Freivalds, A. & Benjamin N. 2003. *Methods, Standard, and Work Design 11th Edition*. Mc. Graw-Hill. New York
- Liker, J. 2004. *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw Hill.
- Raph, M. Barnes. 1980. *Motion and Time Study: Design and Measurements of Work, 7th edition*. New York
- Rother, M., & Shook, J. 1999. *Learning to See: Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*. Lean Enterprise Institute. Cambridge. MA.
- Singh, Bhim., Garg, Suresh K. & Sharma, Surrender K. 2011. *Value Stream Mapping: Literature Review and Implications For Indian Industry*. Int J Adv Manuf Technol
- Solding, Petter & Gullander ,Per. 2009. *Concepts for Simulation Based Value Stream Mapping*. Jönköping, Mölndal. SWEDEN
- Stephen L. Woehrle, Louay Abou-Shady . 2010. *Using Dynamic Value Stream Mapping and Lean Accounting Box Scores to Support Lean Implementation*, Minnesota State University. Mankato
- Tapping, D., Luyster, T., & Shuker. T. 2002. *Value Stream Management: Eight Steps To Planning, Mapping, And Sustaining Lean Improvements*. Productivity Press. New York
- Womack, J., & Jones, D. 1994. *From Lean Production to the Lean Enterprise*. *Harvard Business Review*. 72 (2), 93-103

Lampiran 1

Process Activity Mapping

Proses	Langkah	Mesin / Peralatan	Satuan	Jarak (meter)	Waktu (detik)	Aktivitas					Keterangan
Batching	membawa raw material dari pintu masuk ke area batching	Forklift	1 pallet	30	20.77	○	D	→	□	▽	NNVA
	material menunggu di area batching		1 pallet		39600.00	○	D	→	□	▽	NVA
	mengambil raw material dari area batching ke area preparation	Forklift	1 pallet	15	20.97	○	D	→	□	▽	NNVA
	mengambil RM dan minor ingredient untuk penimbangan dan vitamin dari batching ke area	Forklift	1 pallet	23.7	96.83	○	D	→	□	▽	NNVA
	mengangkat vitamin dan rechan ke pintu transfer box premix		1 pallet		81.53	○	D	→	□	▽	NNVA
rechan	mengambil material dari area transfer Box ke area penimbangan		1 plastik	2	5.27	○	D	→	□	▽	NNVA
	menyobek plastik dan menuangkan sebagian raw material		1 plastik		23.47	○	D	→	□	▽	NVA
	menimbang material dalam bentuk plastik	neraca	1 plastik		23.40	○	D	→	□	▽	NNVA
	mengikat plastik bagian dalam		1 plastik		22.07	○	D	→	□	▽	NNVA
	mengikat plastik luar + menempelkan barcode		1 plastik		21.53	○	D	→	□	▽	NVA
	memindahkan material yang telah ditimbang menuju area transfer Box		1 plastik	2	2.9	○	D	→	□	▽	NNVA

Proses	Langkah	Mesin / Peralatan	Satuan	Jarak (meter)	Waktu (detik)	Aktivitas					Keterangan
Premix (Vitamin)	mengambil material dari area transfer Box ke area penimbangan		1 plastik	4	8.00	○	D	→	□	▽	NNVA
	menimbang material dalam bentuk plastik	neraca	1 plastik		42.70	○	D	→	□	▽	NNVA
	mengikat dan menempelkan barcode		1 plastik		12.83	○	D	→	□	▽	NNVA
	memindahkan material yang telah ditimbang menuju area transfer Box		1 plastik	1	1.97	○	D	→	□	▽	NNVA
	material menunggu sampai diribbon		1 plastik		18000.00	○	D	→	□	▽	NVA
	mengambil material di rak ribbon (untuk 3 BIN)		10 plastik	1	74.60	○	D	→	□	▽	NNVA
	memasukkan RM ke ribbon blender (untuk 3 BIN)		10 plastik		105.03	○	D	→	□	▽	NNVA
	melakukan proses ribbon blender (untuk 3 BIN)	ribbon	3 BIN		718.17	○	D	→	□	▽	VA
	memasukkan hasil ribbon ke plastik (untuk 3 BIN)		3 BIN		75.07	○	D	→	□	▽	NNVA
	memindahkan material hasil ribbon menuju area transfer (untuk 3 BIN)		3 BIN	6	42.53	○	D	→	□	▽	NNVA
Batching	membawa vitamin dan rechan dari premix ke area preparation	handlift		8.7	249.80	○	D	→	□	▽	NNVA
	mengangkat material & ditaruh di atas pallet blend (23 sak dan 7 plastik)		1 pallet		96.83	○	D	→	□	▽	NNVA
	memasang barcode (1 pallet)		1 pallet		81.53	○	D	→	□	▽	NNVA
	material menunggu sampai diangkat ke Bag_stripping		1 pallet		7200.00	○	D	→	□	▽	NVA
	membawa 1 pallet raw material dari preparation ke bag_stripping	Forklift	1 pallet	19.2	29.70	○	D	→	□	▽	NNVA
Bag stripping	scan material, sobek plastik dan angkat ke konveyor	konveyor	1 pallet	3	542.13	○	D	→	□	▽	NNVA
Inside Dumper	mengambil material dari konveyor dan menyobek plastik untuk 1 BIN	konveyor	1 BIN	3	523.57	○	D	→	□	▽	NNVA

Lampiran 1 (lanjutan)

Proses	Langkah	Mesin / Peralatan	Satuan	Jarak (meter)	Waktu (detik)	Aktivitas					Keterangan
						○	D	⇒	□	▽	
Transfer BIN	menempatkan BIN pada corong pengisian	Forklift	1BIN		13.26	○	D	⇒	□	▽	NNVA
Prior	mengunci corong BIN sampai menyala tombol on		1BIN		44.4	○	D	⇒	□	▽	NNVA
	proses pengisian material ke BIN	prior	1BIN		607.8	○	D	⇒	□	▽	VA
	mematikan mesin pengisian, mengasih barcode, corong terbuka		1BIN		26.2	○	D	⇒	□	▽	NNVA
Transfer BIN	mengambil BIN dari corong terus membawa BIN ke mesin tumbler	Forklift	1BIN	5	3.49	○	D	⇒	□	▽	NNVA
TUMBLER	mengunci Bin, mengunci pintu dan menekan tombol On mesin tumbler		1BIN		23.00	○	D	⇒	□	▽	NNVA
	mesin tumbler berputar (melakukan proses mixing)	tumbler	1BIN		715.14	○	D	⇒	□	▽	VA
	menekan tombol off tumbler, buka pintu, buka kunci tumbler		1BIN		15.86	○	D	⇒	□	▽	NNVA
Transfer BIN	mengambil BIN &menaruh di area persiapan BIN tipper	Forklift	1BIN	8	35.16	○	D	⇒	□	▽	NNVA
	BIN menunggu sebelum ditaruh di BIN Tipper		3BIN		3763.29	○	D	⇒	□	▽	NVA
	mengambil BIN dan mengangkat ke tempat di BIN_Tipper	Forklift	1BIN		37.40	○	D	⇒	□	▽	NNVA
BIN Tipper / Filling	mengelap Pintu BIN		1BIN		16.57	○	D	⇒	□	▽	NVA
	memiringkan BIN dan mengunci BIN	tipper	1BIN		22.43	○	D	⇒	□	▽	NNVA
	Proses Filling Sachet	tipper	1BIN		1193.14	○	D	⇒	□	▽	VA
	melepas kunci BIN dan menegakan seperti semula		1BIN		16.29	○	D	⇒	□	▽	NNVA

Proses	Langkah	Mesin / Peralatan	Satuan	Jarak (meter)	Waktu (detik)	Aktivitas					Keterangan
						○	D	⇒	□	▽	
	sachet berjalan di atas konveyor	konveyor	24 sachet		16.59	○	D	⇒	□	▽	NNVA
Packaging	mengambil & merapikan produk pada konveyor	konveyor	24 sachet		13.17	○	D	⇒	□	▽	NVA
	memasukkan sendok di samping produk	konveyor	24 sachet		13.33	○	D	⇒	□	▽	VA
	memasukkan produk ke dalam dus			12.9		○	D	⇒	□	▽	
	merakit 1 box	konveyor	1 Box		5.37	○	D	⇒	□	▽	NNVA
	mengambil dan menyusun setiap 6 sachet (sampai 24 sachet)	konveyor	6 sachet		16.59	○	D	⇒	□	▽	NNVA
	memasukkan setiap 6 produk ke dalam dus sampai proses solasi selesai	konveyor	1 Box		17.85	○	D	⇒	□	▽	VA
Transfer Box ke Shipping area	menyusun produk ke atas pallet sampai 54 box		1 Box		3.00	○	D	⇒	□	▽	NNVA
	mengantarkan produk pada pallet menuju Gudang Finish Good	handlift	1 pallet (54 box)	25.5	71.47	○	D	⇒	□	▽	NNVA
	finish goods menunggu di warehouse sementara sebelum dicover plastik		1 pallet (54 box)		28000.00	○	D	⇒	□	▽	NVA
Cover Plastik	ambil pallet (54 box) ditaruh di area cover plastik	Forklift	1 pallet (54 box)	8.4	16.00	○	D	⇒	□	▽	NNVA
	cover plastik berputar (mengcover 54 box dalam 1 pallet)		1 pallet (54 box)		48.00	○	D	⇒	□	▽	NNVA
	mengambil pallet ditaruh di area pengiriman	Forklift	1 pallet (54 box)	9	20.43	○	D	⇒	□	▽	NNVA
Shipping	Finish goods siap dikirim		1 pallet (54 box)		2700	○	D	⇒	□	▽	NVA

PICA (Problems Identification and Corrective Action)

	PHENOMENA / MASALAH	Mengapa - 1	Mengapa - 2	Mengapa - 3	Mengapa - 4	Improvement	Hasil yang diharapkan
BATCHING	pada area batching ada material yang kadarluarsa	operator lupa tidak mengambil material tersebut	material tersebut sembunyi di material lainnya	material satu dengan material lainnya bercampur letaknya	belum ada pengaturan pengelompokan material berdasarkan jenisnya	Perbaiki penempatan raw material di batching. Ada pengelompokan material di batching sehingga operator mudah dalam pengambilan material dan tidak harus mencari-	operator mudah dalam pencarian raw material dan mengurangi potensi material kadarluarsa
PREMIX	pada area sub-workstation recehan premix ada operator yang mengganggu	tugas kerja yang dilakukan operator tidak terlalu banyak	pasokan material dari batching terlambat	operator yang ada di batching kurang namun beban kerja banyak		perbaiki ulang penempatan operator antara batching dan premix	tidak ada operator yang mengganggu, beban kerja operator menjadi seimbang, material menjadi smooth flow
	pasokan material dari batching ke premix atau sebaliknya terlambat	area pintu transfer box WS premix mengalami bottleneck	material yg masuk dan material yg keluar sering bersamaan sehingga transfer box penuh	pintu transfer box hanya satu		Perbaiki pintu transfer box pada workstation premix, perlu disediakan pintu khusus untuk masuk material dan ada pintu khusus keluar material	Material yang keluar masuk di area pintu premix bisa lebih smooth flow serta mengurangi waiting pada material yang akan diproses

Lampiran 2 (Lanjutan)

PICA (Problems Identification and Corrective Action)

	PHENOMENA / MASALAH	Mengapa - 1	Mengapa - 2	Mengapa - 3	Mengapa - 4	Improvement	Hasil yang diharapkan
PRIOR	operator sering melakukan pekerjaan tambahan (irreguler job), operator sering mengambil material yg jatuh	Material yang berjalan pada konveyor sebelum masuk WS Prior sering jatuh	desaign konveyor pada area ini agak menurun			Pemberian batas pada sisi kiri konveyor setinggi 25 cm	Material tidak akan jatuh lagi dan proses perjalanan material ke prior tidak terhambat
			design dari konveyor miring ke kanan sejauh sudut 25 derajat	letak mesin prior dan konveyor yang tidak lurus			
TUMBLER & FILLING	material menunggu pada area tumbler dan filling terlalu lama	ada waste inventory	WIP antara workstation tumbler dan filling terlalu banyak	perbedaan cycle time proses tumbler dan filling		Penggunaan WIP maksimal 2 BIN dan minimal 1 BIN pada area setelah <i>workstation tumbler</i> dan sebelum <i>workstation filling</i> ,	Terjadi penghematan waktu 1200 detik
WAREHOUSE FINISH GOODS	operator kesusahan dalam mengambil finish goods yang segera dibutuhkan konsumen	finish goods yang segera dibutuhkan masih tersembunyi dan tertutupi oleh finish goods lainnya	penempatan finish goods yang acak dan tidak rapi	penempatan finish goods tidak berbentuk FIFO	belum ada pengaturan penempatan finish goods	Penggunaan supermarket pada <i>warehouse finish goods</i> serta menempatkan <i>finish goods</i> secara FIFO di <i>warehouse finish goods</i>	operator mudah mengambil finish goods, dan tidak ada keterlambatan pengiriman <i>finish goods</i> ke konsumen, ada pengurangan waste transportasi 20 meter