

**TESIS - BM 185407** 

# PEMODELAN INTEGRASI PROSES HANDLING PUPUK IN-BAG DAN KEBUTUHAN FORKLIFT UNTUK MEREDUKSI WASTE DI GUDANG PENJUALAN PT. PETROKIMIA GRESIK

BACHTIAR ROSIHAN AGHDA 09211850015032

Dosen Pembimbing: Nurhadi Siswanto, S.T., MSIE, Ph.D.

Departemen Manajemen Teknologi Fakultas Desain Kreatif Dan Bisnis Digital Institut Teknologi Sepuluh Nopember 2020



**TESIS - BM185407** 

# PEMODELAN INTEGRASI PROSES HANDLING PUPUK IN-BAG DAN KEBUTUHAN FORKLIFT UNTUK MEREDUKSI WASTE DI GUDANG PENJUALAN PT. PETROKIMIA GRESIK

BACHTIAR ROSIHAN AGHDA 09211850015032

Dosen Pembimbing: Nurhadi Siswanto, S.T., MSIE, Ph.D.

Departemen Manajemen Teknologi Fakultas Desain Kreatif Dan Bisnis Digital Institut Teknologi Sepuluh Nopember 2020

#### LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Magister Manajemen Teknologi (M.MT)

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Bachtiar Rosihan Aghda

NRP: 09211850015032

Tanggal Ujian: 15 Juli 2020

Periode Wisuda: September 2020

Disetujui oleh:

Pembimbing:

1. Nurhadi Siwanto, S.T., MSIE, Ph.D. NIP: 197005231996011001

Penguji:

 Prof. Dr. Ir.Suparno, MSIE. NIP: 19482019131099

2. Dyah Santhi Dewi, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D. NIP:197208251998022001

Kepala Departemen Manajemen Teknologi

Fakultas Desain Kreatif Dan Bisnis Digital

Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng, Ph.D, CSCP

NIP: 196912311994121076

# PEMODELAN INTEGRASI PROSES *HANDLING* PUPUK *IN-BAG* DAN KEBUTUHAN *FORKLIFT* UNTUK MEREDUKSI *WASTE* DI GUDANG PENJUALAN PT. PETROKIMIA GRESIK

Nama : Bachtiar Rosihan Aghda

NRP : 09211850015032

Pembimbing: Nurhadi Siswanto, S.T., MSIE, Ph.D.

#### **ABSTRAK**

Pupuk merupakan komoditi yang harus dijaga ketersediannya dan harus disalurkan tepat waktu agar tidak terjadi kelangkaan pupuk. PT. Petrokimia Gresik merupakan salah satu perusahaan produsen pupuk yang memiliki tugas memproduksi pupuk dan bahan kimia lainnnya serta menjualnya kepada petani sesuai dengan alokasi kebutuhan pupuk yang ditetapkan pemerintah. Proses penyaluran dan distribusi yang baik kepada petani membutuhkan perencanaan terhadap sarana dan prasarana yang baik, salah satunya di Gudang Penjualan PT. Petrokimia Gresik dalam proses *handling* pupuk *in-bag*. Proses *handling* pupuk tersebut terdiri dari kegiatan pengantongan di area pengantongan oleh tenaga borong, kegiatan *handling* dan penataan pupuk oleh *forklift* di area penataan serta kegiatan muat pupuk menggunakan tenaga borong dan truk.

Dalam proses *handling* pupuk *in-bag* diketahui terdapat proses tunggu/*idle* time forklift yang mengakibatkan forklift memiliki workload yang tidak seimbang, proses *idle forklift* tersebut mengindikasikan forklift yang terlalu banyak sehingga mengakibatkan pemborosan biaya karena forklift menggunakan sistem sewa. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi waste yang terjadi di proses handling pupuk *in-bag* menggunakan metode Value Stream Mapping (VSM) dan menganalisa penyebabnya dengan menggunakan metode Root Cause Analysys (RCA) serta melakukan validasi hasil perbaikan menggunakan simulasi arena 14.0.

Hasil kuesioner didapatkan, waste disebabkan karena waiting sebesar 28.2% dan unnecessary motion sebesar 22.7%. Dengan PAM tools menunjukkan waktu siklus pengiriman pupuk sebesar 9030 detik dengan Value Added Activity sebesar 66%. Rekomendasi sesuai VSM yaitu menambahkan tenaga pada proses penataan dan pemuatan sehingga aktifitas value added meningkat 75.8% dengan waktu siklus 7733 detik. Hasil validasi Arena 14.0 menunjukkan forklift-3 bisa dihilangkan dan aktifitasnya dapat digabungkan dengan forklift lain kemudian memindahkan tenaga penjahitan ke pembongkaran serta menggabungkan aktifitas menjahit kepada tenaga pengisian sehingga mengurangi waktu tunggu truk dari 7.9 jam menjadi 2.9 jam. Dengan menghilangkan 1 forklift di masing-masing gudang perusahaan dapat menghemat biaya sewa sebesar Rp. 4.772.376.000,-/tahun.

**Kata kunci**: proses *handling* pupuk, *idle time forklift*, *workload* tidak seimbang, *Value Stream Mapping*, *waste*, simulasi, biaya sewa.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

# INTEGRATED MODELING OF IN-BAG FERTILIZER HANDLING PROCESS AND FORKLIFT NEEDS TO REDUCE WASTE IN SALES WAREHOUSE PT. PETROKIMIA GRESIK

Student Name : Bachtiar Rosihan Aghda

Student Identity Number : 09211850015032

Supervisor : Nurhadi Siswanto, S.T., MSIE, Ph.D.

#### **ABSTRACT**

Fertilizer is a commodity that must be maintained and must be distributed on time to avoid fertilizer scarcity. PT. Petrokimia Gresik is a fertilizer manufacturing company that has the task of producing fertilizers and other chemicals and selling them to farmers in accordance with the allocation of fertilizer requirements set by the government. The process of good distribution and distribution to farmers requires planning of good facilities and infrastructure, one of which is at PT. Petrokimia Gresik in the process of handling in-bag fertilizers. The fertilizer handling process consists of bagging activities in the bagging area by the labor force, handling and fertilizer arrangement activities by the forklift in the arrangement area and fertilizer loading activities using labor force and trucks.

In the process of handling in-bag fertilizer, it is known that there is a waiting / idle time forklift process which results in the forklift having an unbalanced workload, the forklift idle process indicates too many forklifts, resulting in waste of costs because the forklift uses the rental system. This study aims to identify the waste that occurs in the in-bag fertilizer handling process using the Value Stream Mapping (VSM) method and analyze the causes using the Root Cause Analysys (RCA) method and validating the results of improvement using arena simulation 14.0.

Through the questionnaire, waste caused by waiting 28.2% and unnecessary motion 22.7%. With PAM tools, the fertilizer delivery cycle time is 9030 seconds with a value added activity of 66%. Recommendations using VSM are adding the staple and loading labor so that value added activities increase by 75.8% with 7733 seconds cycle time. The results simulation show that forklift-3 can be removed and its activities can be combined, then transferring the sewing labor to the loading process and combining sewing activities in the bagging activities thereby reducing the truck's waiting time from 7.9 hours to 2.9 hours. By removing 1 forklift, the company can save rental costs of Rp. 4,772,376,000 / year.

**Keywords**: fertilizer handling process, forklift idle time, unbalanced workload, Value Stream Mapping, waste, simulation, rental cost.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

#### KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala berkat dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan segenap waktu dan sumber tenaga di tengah pandemic Covid-19.

Tesis yang berjudul "Pemodelan Integrasi Proses Handling pupuk in-bag dan kebutuhan forklift untuk mereduksi waste di Gudang Penjualan PT Petrokimia Gresik" ini ditulis sebagai syarat untuk memperoleh gelar Magister Manajemen Teknik Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Melalui penelitian ini penulis berharap dapat memberikan solusi, buah pemikiran, dan masukan terkait permasalahan yang sedang dialami di Petrokimia Gresik.

Walaupun penulis telah menyelesaikan penelitian ini, penulis merasa bahwa masih terdapat beberapa kekurangan yang ada di dalamnya. Oleh karena itu, penulis berharap kritik dan saran dari siapa saja yang telah membaca penelitian ini untuk hasil yang lebih baik di kemudian hari.

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya saya ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tesis ini baik secara langsung maupun tidak langsung, terutama kepada:

- 1. Bapak Nurhadi Siswanto, ST, MISE., Ph.D., selaku dosen pembimbing tesis yang dengan kesabaran dan meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis untuk menyelesaikan tesis.
- 2. Prof. Suparno dan Bu Dr. Dyah Santhi Dewi selaku dosen penguji yang memberikan masukan, kritik, dan saran terhadap penelitian.
- 3. Orang tua penulis (Bapak Agus Susanto & Ibu Nur Hidayah) beserta Ibu Mertua (Ibu Sukarmiyatun) yang tanpa mengenal lelah selalu memberikan dorongan dan semangat serta selalu mendoakan dengan penuh ketulusan hati sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis.
- 4. Istri saya tercinta Sandra Amelia Atunggal dan si kecil Ibrahim Hamish Amrisachia yang sangat memberikan dukungan dan semangat.

- Penulis juga mendedikasikan penelitian ini untuk almarhumah adik tercinta, Ananda Dyah Ayu Mayuchasari Aghda, yang belum sempat menyelesaikan Tugas Akhirnya tetapi Allah SWT berkehendak lain.
- 6. Terima kasih banyak untuk sahabat terbaik saya Bapak Boy Cahyo Prihanto, Bapak Iwan Febrianto, kak Bagusranu Wahyudi Putra, Bapak Galih Nurhadyan, Bapak Rosyid Ridho yang selalu memberikan keceriaan dan semangat profesionalisme untuk selalu memberikan yang terbaik serta berpikir kritis sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini.
- 7. Teman-teman Departemen Fabrikasi Petrokimia Gresik yang telah memberi support kepada saya dan sangat membantu dalam penyelesaian tesis ini.
- 8. Teman-teman Candal Departemen Fabrikasi Petrokimia Gresik yang telah memberi *support* kepada saya dan sangat membantu dalam penyelesaian tesis ini.
- 9. Teman-Teman yang telah memberikan kuesioner penelitian di Gudang Penjualan serta Pengantongan Produksi.
- 10. Seluruh teman-teman S2 Magister Manajemen Teknologi ITS Kelas Eksekutif Angkatan 2018 untuk kebersamaan dan kekompakannya.
- 11. Dan semuanya yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu, saya ucapkan terima kasih sebesar-besarnya.

Penulis selaku penyusun penelitian ini mengucapkan terima kasih atas perhatian dari para pembaca, dan penulis berharap penelitian tesis ini dapat berguna bagi siapa saja yang membacanya.

Gresik, 27 Juni 2020

Penulis

### **DAFTAR ISI**

BAB 1 PENI	DAHULUAN	1
1.1 Lat	ar Belakang	1
1.2 Per	umusan Masalah	10
1.3 Tuj	uan Penelitian	10
1.4 Ma	nfaat Penelitian	10
1.5 Rua	ang Lingkup Penelitian	11
1.5.1 Ba	ntasan	10
1.5.2 As	sumsi	12
1.6 Sist	tematika Penulisan	12
BAB 2 TINJ	AUAN PUSTAKA	15
2.1 Gu	dang	15
2.2 Pro	ses Operasional Gudang	15
2.3 Are	ea pemuatan dan Sistem Pemuatan	18
2.4 <i>Lea</i>	n Production	18
2.5 <i>Lea</i>	n Tools	21
2.6 Sev	en Wastes	25
2.7 The	Three Types of Activity	26
2.8 <i>Sett</i>	ting The Direction	27
2.9 <i>Val</i>	ue Stream Mapping (VSM)	27
2.10 Sev	en Waste Relationship	28
2.11 Sev	en Tools	33
2.11.1	Diagram Pareto	33
2.11.2	Check Sheet	34
2.11.3	Histogram	34
2.11.4	Scatter Diagram	34
2.11.5	Control Chart	35
2.11.6	Flow Chart	36
2.11.7	Diagram Sebab Akibat (Fishbone Diagram)	36
2.12 Wa	ste Assesment Questionnaire	37
2.13 <i>Roo</i>	ot Cause Analysis	39
2.14 Per	hitungan Harga Perkiraan Sendiri (HPS)	40

	2.15	Workload Analysys	.43
	2.16	Simulasi Arena	.44
	2.17	Posisi Studi	.45
BAI	3 3 M	ETODOLOGI PENELITIAN	.51
	3.1	Tahap pengumpulan dan pengolahan data	.51
	3.2	Tahap analisa hasil dan pembahasan	.53
	3.3	Tahap Kesimpulan dan Saran	.53
BAI	3 4 PF	ENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	.57
	4.1	Pengumpulan Data	.57
	4.2	Gambaran Umum Perusahaan	.58
	4.3	Pengolahan Data	.61
	4.3.1	Aliran Informasi	.62
	4.3.2	2 Aliran Material	.63
	4.3.3	Current Value Stream Mapping	.65
	4.3.4	Identifikasi Waste	.70
	4.3.5	Identifikasi waste yang paling berpengaruh	.74
	4.3.6	Value Stream Anaysis Tools (VALSAT)	.75
	4.3.7	Process Activity Mapping (PAM)	.76
BAI	3 5 Al	NALISA DATA DAN PEMBAHASAN	.81
	5.1	Penyebab terjadinya waste dengan Root Cause Analysys	.81
	5.2	Rekomendasi perbaikan	.82
	5.3	Future Value Stream Mapping	.86
	5.4	Validasi Hasil Perbaikan	101
	5.5	Skenario Perbaikan (1) sesuai Future VSM (Value Stream Mapping)	102
	5.6	Skenario Perbaikan (2), optimalisasi tenaga penjahitan	104
	5.7	Perbandingan Jumlah Keluaran Produk Handling	106
	5.8	Perhitungan Owner Estimate (OE) dengan jumlah Forklift Optimal	106
BAI	3 6 Kl	ESIMPULAN DAN SARAN	111
	6.1	Kesimpulan	111
	6.2	Saran	112
DAI	TAD	DUCTAKA	113

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Anak Perusahaan PT. Pupuk Indonesia sebagai produsen pupuk	. 1
Gambar 1.2 Skema Logistik PT. Petrokimia Gresik	.2
Gambar 1.3 Contoh skema <i>handling</i> di gudang penjualan	.2
Gambar 1.4 Tahapan proses <i>handling</i> pupuk di gudang penjualan	.3
Gambar 1.5 Workload forklift di 5 gudang penjualan	.5
Gambar 1.6 Jumlah kedatangan truk di bulan desember 2019	.5
Gambar 1.7 Forklift activity pada gudang phospat 1/PF1	6
Gambar 1.8 Work Breakdown Structure (WBS) activity forklift	.7
Gambar 2.1 Skema hubungan proses muat antara permintaan dengan pelayanan1	8
Gambar 2.2 Simbol big picture mapping2	28
Gambar 2.3 Waste Relationship2	9
Gambar 2.4 Diagram Pareto3	3
Gambar 2.5 Contoh <i>check sheet</i>	4
Gambar 2.6 Contoh Histogram3	4
Gambar 2.7 Scatter diagram3	4
Gambar 2.8 Control chart3	5
Gambar 2.9 Flowchart3	6
Gambar 2.10 Bentuk umum Diagram sebab akibat3	7
Gambar 3.1 Flowchart Penelitian5	3
Gambar 4.1 Sejarah singkat berdirinya PT. Petrokimia Gresik5	7
Gambar 4.2 Jajaran Direksi PT. Petrokimia Gresik5	9
Gambar 4.3 Struktur integrasi 3 unit kerja di Gudang Penjualan5	9
Gambar 4.4 Skema aliran informasi6	2
Gambar 4.5 Skema Aliran Material6	4
Gambar 4.6 Layout Gudang Phospat 1/PF 16	5
Gambar 4.7 Current Value Stream Mapping6	7
Gambar 4.8 Realisasi Produksi dibandingkan target6	8
Gambar 4.9 Handling pupuk defect oleh forklift6	9
Gambar 4.10 Penataan diluar area gudang7	0'

Gambar 4.11 Diagram Pareto VALSAT Matriks	74
Gambar 5.1 Skema proses pengantongan	81
Gambar 5.2 Perbandingan total waktu sebelum dan sesudah	86
Gambar 5.3 Perbandingan % aktifitas VA, NVA, NNVA	87
Gambar 5.4 Perbandingan aktifitas	88
Gambar 5.5 Future Value Stream Mapping	89
Gambar 5.6 Proses di Mesin Pengantongan, Forklift 1 & 2	92
Gambar 5.7 Model pada forklift 3 dan 4	93
Gambar 5.8 Model pemuatan pada truk	93
Gambar 5.9 Verifikasi model	94
Gambar 5.10 Perbandingan Konsisi existing dengan skenario (1)	101
Gambar 5.11 Pengalihan tenaga penjahitan ke pemuatan	102
Gambar 5.12 Perbandingan Utilisasi Skenario 2	103
Gambar 5.13 Perbandingan output handling pupuk SP-36	104
Gambar 5.14 Perbandingan harga Owner Estimate	105

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data kapasitas, dimensi, jumlah forklift dan tenaga borong	3
Tabel 1. 2 Workload Forklift di Gudang Phospat/PF1 (pupuk SP-36)	4
Tabel 1. 3 Perhitungan Harga Owner Estimate (OE) sewa forklift	9
Tabel 2. 1 Penjelasan waste relationship	30
Tabel 2. 2 Posisi Penelitian	44
Tabel 4. 1 Kinerja Produksi tahun 2019	59
Tabel 4. 2 Cycle Time proses handling pupuk in-bag	67
Tabel 4. 3 Pergerakan Handling oleh Forklift	73
Tabel 4. 4 Pembobotan waste di gudang PF-1	75
Tabel 4. 5 Matriks konversi keterkatian waste	75
Tabel 4. 6 Hasil konversi VALSAT matriks	76
Tabel 4. 7 Process Activity Mapping proses handling	78
Tabel 4. 8 Resume proporsi nilai untuk tiap aktifitas	79
Tabel 5. 1 Root Cause Analysis pada waste waiting	81
Tabel 5. 2 Root Cause Analysis pada waste unnecessary motion	83
Tabel 5. 3 Penambahan tenaga penataan	84
Tabel 5. 4 Penambahan tenaga muat	84
Tabel 5. 5 Kegiatan penggabungan forklift	86
Tabel 5. 6 Process Activity Mapping (PAM) setelah perbaikan	87
Tabel 5. 7 Hasil resume aktifitas dan total waktu setelah perbaikan	88
Tabel 5. 8 Elemen Sistem Simulasi	92
Tabel 5. 9 Distribusi Data	93
Tabel 5. 10 Jumlah Replikasi awal	97
Tabel 5. 11 Penentuan jumlah replikasi	97
Tabel 5. 12 Output handling Forklift 1	98
Tabel 5. 13 Hasil P Value output forklift 1	99
Tabel 5. 14 Output Handling Forklift 4	99
Tabel 5. 15 Hasil P Value output Forklift 4	100
Tabel 5. 16 Output muat truk	100

Tabel 5. 17 Hasil P Value output muat truk	101
Tabel 5. 18 Utilisasi Resources kondisi existing	101
Tabel 5. 19 Waktu tunggu truk	102
Tabel 5. 20 Utilisasi skenario 1	102
Tabel 5. 21 Waktu tunggu truk skenario 1	103
Tabel 5. 22 Utilisasi skenario 2	104
Tabel 5. 23 Waktu tunggu truk skenario 2.	105
Tabel 5. 24 Perbandingan Jumlah Forklift	107
Tabel 5. 25 Hasil perhitungan Owner Estimate (OE) sewa forklift	108

#### **BAB 1**

#### **PENDAHULUAN**

#### 1.1 Latar Belakang

PT. Petrokimia Gresik adalah pabrik produksi pupuk terlengkap dan bahan kimia lainnya yang berada di Kab.Gresik, Jawa Timur. Saat ini PT. Petrokimia Gresik memiliki 27 pabrik diantaranya : 2 pabrik Ammonia Urea, 8 pabrik NPK/Phonska, 3 pabrik ZA, 1 pabrik pupuk phospat, 2 pabrik ZK, 2 pabrik asam sulfat, 2 pabrik asam pospat, 1 pabrik Cement Retarder, 1 pabrik Aluminum Florida, 2 Pabrik Purified Gypsum, 1 pabrik CO<sub>2</sub>, serta 2 pabrik asam klorida (HCL).

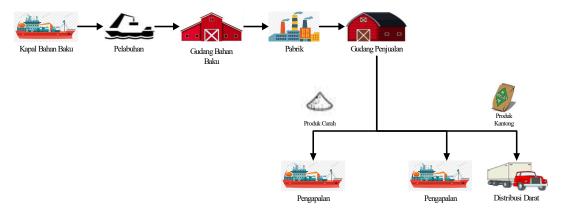
PT. Petrokimia Gresik merupakan salah satu dari anak perusahaan PT. Pupuk Indonesia (*holding company*) yang ditunjuk oleh pemerintah untuk memenuhi kebutuhan pupuk nasional bersama empat perusahaan pupuk lainnya yaitu PT. Pupuk Kaltim, PT. Pupuk Kujang Cikampek, PT. Pupuk Sriwijaya Palembang, dan PT. Pupuk Iskandar Muda, sebagaimana ditunjukkan oleh Gambar 1.1 di bawah ini.



Gambar 1.1 Anak Perusahaan PT. Pupuk Indonesia

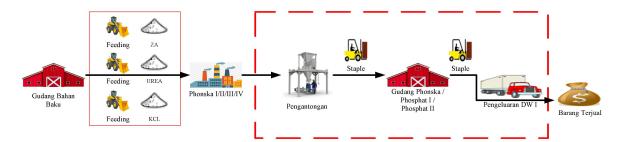
Sumber: (PT Petrokimia Gresik, 2018)

Terdapat bahan baku yang dibutuhkan untuk proses produksi pupuk PT. Petrokimia Gresik, bahan baku tersebut dapat diperoleh baik dengan moda transportasi darat, laut, udara maupun *pipeline system*. Skema logistik pada Gambar 1.2 memperlihatkan proses pengadaan bahan baku sampai menjadi produk pupuk yang dapat berupa kantong (*in-bag*) atau curah (*bulk*).



Gambar 1.2 Skema Logistik PT. Petrokimia Gresik

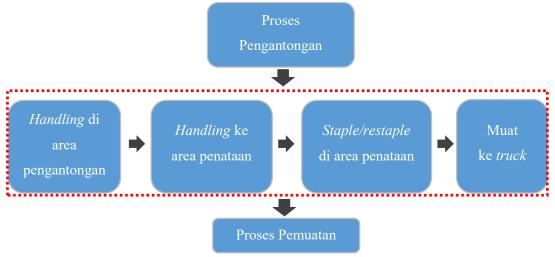
Terlihat pada skema logistik, kedatangan bahan baku oleh moda transportasi kapal melalui Terminal Untuk Kepentingan Sendiri (TUKS) PT. Petrokimia Gresik disimpan dalam Gudang Bahan Baku (GBB) berupa produk curah antara lain: Phospat Rock, ZA, KCL, MOP, dan lain sebagainya yang diperoleh dari berbagai negara untuk kemudian diproduksi di pabrik-pabrik PT. Petrokimia Gresik dengan moda pengiriman berupa transport internal (Truck) maupun conveyor system. Setelah melalui proses produksi, produk tersebut disimpan didalam Gudang Penjualan untuk kemudian dikirim ke Distribution Center melalui jalur darat maupun laut oleh distributor yang ditunjuk perusahaan. Untuk produk kantong (inbag), PT. Petrokimia Gresik memiliki 5 gudang penjualan yang tersebar di area pabrik, didalam gudang tersebut terdapat beberapa proses kegiatan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.3 berikut.



Gambar 1.3 Skema *handling* di gudang penjualan

Kegiatan didalam gudang penjualan berupa proses pengantongan pupuk dari mesin pengantongan oleh tenaga borong (masing-masing gudang memiliki 3 mesin pengantongan), penataan palet dan pupuk di area pengantongan oleh *forklift-1*, *staple*/pemindahan pupuk oleh *forklift-2* dari hasil pengantongan, penataan pupuk didalam gudang oleh *forklift-3*, proses *handling* pupuk oleh *forklift-4* ke area muat

untuk kemudian dilakukan pemuatan ke truk oleh tenaga borong. Skema *handling* pupuk *in-bag* dapat ditunjukkan pada Gambar 1.4 berikut.



Gambar 1.4 Tahapan proses handling pupuk di Gudang Penjualan

Perusahaan menggunakan tenaga borong pengantongan, *forklift*, dan tenaga borong pemuatan dengan sistem kontrak borongan pihak ketiga dengan pembayaran *product based handling* (rupiah/ton), semakin banyak jumlah pupuk yang ter*handling* maka semakin besar pemasukan yang diterima. Adapun data kapasitas, dimensi, jumlah *forklift* dan jumlah tenaga di masing-masing gudang penjualan ditunjukkan pada Tabe1 1.1 berikut :

Tabel 1.1 Data kapasitas, dimensi, jumlah *forklift* sewa dan jumlah tenaga borong di gudang penjualan

No.	Nama Gudang	Produk	Kapasitas Produksi (ton/hari) Dimensi (p x l) meter	Jumlah <i>Forklift</i>		Jumlah tenaga (max. orang)		
	Gudang			meter	operasi	cadangan (standby)	kantong	muat
1	Phospat 1	Phonska 2,3,4	1800	108 x 97	8	4	8	2
	(PF 1)	SP-36	1800				8	2
2	Phospat 2 (PF 2)	NPK	3600	114 x 84	4	1	8	2
3	ZA	ZA	2100	100 X 71	4	3	8	2
4	Urea	Urea	1400	133,5 x 90	4	1	8	2
5	Phonska	Phonska1	2400	95 x 75	4	2	8	2

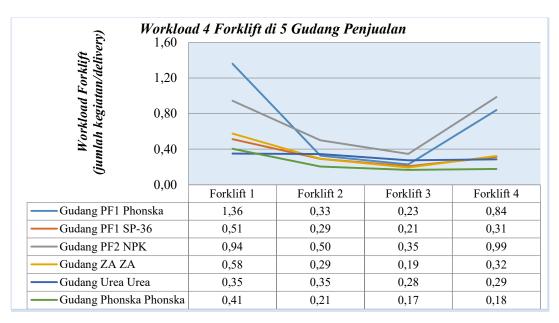
Forklift di Gudang Penjualan memiliki masing-masing aktifitas yang berbeda, secara umum tahapan proses handling pupuk saat ini forklift dibagi menjadi 4 aktifitas sesuai yang ditunjukkan pada gambar 1.4. Forklift 1 bertugas melakukan handling pupuk di area pengantongan, forklift 2 bertugas melakukan pupuk dari area pengantongan ke area penataan, forklift 3 staple/restaple di area penataan dan forklift 4 melakukan pemuatan/pengeluaran pupuk dari area penataan.

Permasalahan yang dihadapi pada proses handling pupuk in-bag adalah adanya ketidakseimbangan beban kerja (workload) pada forklift. Ketidakseimbangan beban kerja dikarenakan terdapat forklift yang diam/idle yang menjadikan perusahaan tidak efisien sehingga diperlukan peninjauan terhadap apa yang mengakibatkan forklift tersebut menganggur/diam/idle serta meninjau kembali jumlah forklift optimal yang dibutuhkan perusahaan. Permasalahan tersebut mengakibatkan pemborosan biaya karena perusahaan menyewa dengan biaya yang tinggi serta tidak dapat meminimasi biaya logistik. Meskipun forklift hanya sebagai alat pendukung proses produksi, tetapi forklift tidak dapat dihilangkan melainkan jumlah forklift tersebut harus dioptimalkan agar dapat mengurangi pemborosan biaya. Perhitungan workload 4 jenis forklift di pengamatan awal dicontohkan pada gudang phospat 1/PF1 (handling pupuk SP36) yang didapatkan pada periode Desember 2019 – Januari 2020 ditunjukkan pada Tabel 1.2 sebagai berikut.

Tabel 1.2. Workload Forklift di Gudang Phospat/PF1 (pupuk SP-36)

No.	Cycle Time (Tc) average		D	WL (working			
Forklift	detik jam		ton/day	ton/jam	delivery(PP)/jam	load)	
	1	2 = 1 /  (3600)	3	4 = 3 / (24)	5 = 4 / (3  ton)	$6 = 2 \times 5$	
(Forklift S1)	74	0.021	1800	75	25	0.51	
(Forklift S2)	42	0.012	1800	75	25	0.29	
(Forklift S3)	30	0.008	1800	75	25	0.21	
(Forklift S4)	45	0.013	1800	75	25	0.31	

Adapun *resume workload forklift* di 5 gudang penjualan dapat ditunjukkan pada Gambar 1.5 sebagai berikut.

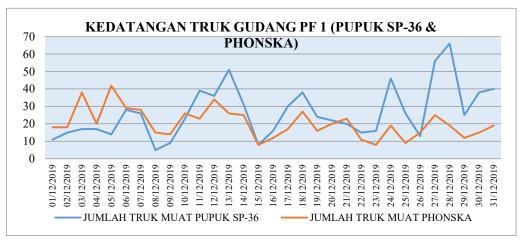


Gambar 1.5 Workload forklift di 5 gudang penjualan

Terlihat dari Gambar 1.5 diatas, workload forklift di 5 gudang penjualan yang memiliki data dengan beban kerja rendah adalah forklift 2, 3 dan sebagian forklift 4. Forklift tersebut dari hasil pengamatan awal banyak terjadi proses diam/idle. Proses diamnya forklift memperlihatkan terdapat permasalahan baik di sisi input (pengantongan), proses maupun di sisi output (pemuatan). Salah satu indikasi yang terlihat dari banyaknya forklift diam adalah adanya kedatangan truk yang tidak terjadwal. Data kedatangan truk di bulan desember 2019 untuk Gudang PF 1 (pupuk SP36 dan Phonska) dilihatkan pada Gambar 1.6 berikut.

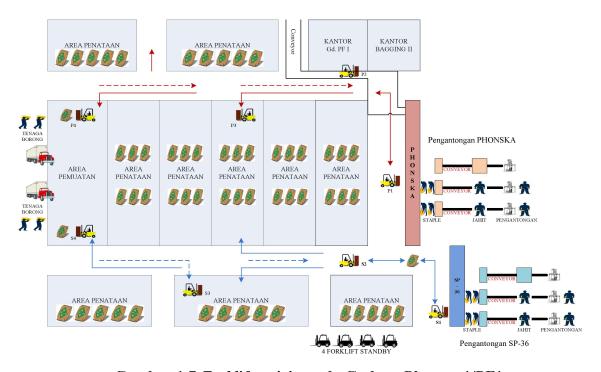
Pada Gudang PF 1 tersebut terdapat 2 tempat pemuatan *dedicated* untuk pupuk SP-36 dan pupuk phonska, pada periode awal pemuatan terlihat bahwa pupuk phonska memiliki jumlah kedatangan truk yang tinggi dibanding pupuk SP-36 dikarenakan permintaan yang fluktuasi baik dari distributor maupun *costumer* lain diluar ketetapan penyaluran pupuk. Pupuk phonska memiliki produk komersial (non subsidi) dengan tingkat kebutuhan yang tinggi, sedangkan pada akhir periode tersebut terlihat pupuk SP-36 memiliki kedatangan truk yang tinggi dibandingkan phonska, hal tersebut dikarenakan proses pemuatan terakumulasi pada akhir bulan. Pada periode bulan desember rata-rata kedatangan truk sebesar 20,35 kali untuk

pupuk phonska dan 26,48 kali untuk pupuk SP-36.



Gambar 1.6 Jumlah kedatangan truk bulan desember 2019

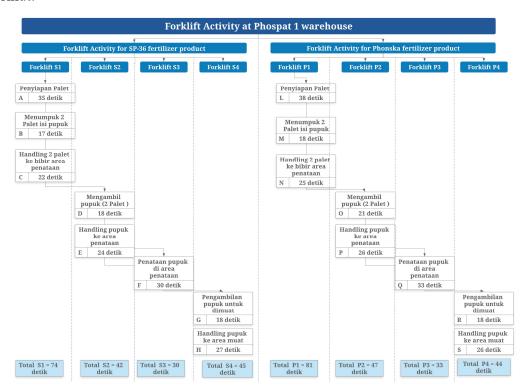
Adapun menurut pengamatan awal, juga terdapat *forklift* yang memiliki sedikit aktifitas yang mengindikasikan jumlah *forklift* yang terlalu banyak di gudang tersebut. Skema aktifitas *forklift* yang dicontohkan pada gudang phospat 1/ PF1 (pupuk SP-36 dan Phonska) dilihatkan pada Gambar 1.7 berikut.



Gambar 1.7 Forklift activity pada Gudang Phospat 1/PF1

Terlihat pada skema aktifitas *forklfift* tersebut, Gudang Phospat 1 /PF1 yang merupakan gudang *crowded* memiliki 2 jenis *handling* pupuk *in-bag* yaitu pupuk SP-36 (biru) dan pupuk Phonska (merah) masing-masing memiliki 4 *forklift* 

handling (forklift P untuk forklift khusus handling phonska dan forklift S untuk handling SP-36). Forklift yang memiliki sedikit aktifitas adalah forklift 3 yang hanya melakukan penataan/penumpukan/staple pupuk di area penataan dengan waktu siklus tiap 3 ton pupuk adalah 30 detik dan hal tersebut dinilai bisa dilakukan penggabungan aktifitas dengan forklift yang lain. Dari 2 permasalahan dari sisi proses handling pupuk dan proses penjadwalan muat diatas maka penelitian ini juga akan mencoba mensimulasikan secara integrasi 3 lini proses handling. Simulasi tersebut bertujuan untuk memvalidasi hasil perbaikan yang dilakukan setelah identifikasi waste dan langkah perbaikan dilakukan. Adapun data work breakdown structure (WBS) activity untuk 4 forklift beserta waktu dapat dilihat pada Gambar 1.8 berikut.



Gambar 1.8 WBS activity forklift pada Gudang Phospat 1/PF1

Penelitian yang dilakukan memiliki 2 tujuan inti, pertama, mengidentifikasi waste yang terjadi di 5 gudang penjualan dan meninjau sistem handling pupuk (inbag) yang terdiri atas 3 lini: pengantongan pupuk oleh tenaga borong (unit produksi), sistem handling pupuk oleh forklift sewa (unit alat berat) hingga sistem muat oleh tenaga borong & truk (unit distribusi) dikarenakan terdapat komponenkomponen biaya pada masing-masing sistem tersebut.

Metode yang digunakan untuk mengidentifikasi waste di sistem handling pupuk (in-bag) adalah dengan analisa Lean. Lean merupakan salah satu pendekatan yang digunakan untuk menganalisa aktivitas yang termasuk dalam tipe waste. Waste yang dimaksud adalah segala aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah dalam transformasi input menjadi output sepanjang value stream. Lean manufacturing atau Lean Production adalah upaya menghilangkan waste secara sistematis dari semua aspek operasi, dimana waste dipandang sebagai segala penggunaan atau kehilangan sumber daya yang tidak mengarah secara langsung pada penciptaan produk atau layanan yang diinginkan oleh customer. Dalam proses produksi, aktivitas non-value added dapat lebih dari 90 persen dari total aktivitas pabrik (Caulkin, 2002). Lean production merupakan ilmu manajemen yang memfokuskan pengorganisasian pada continuously identifying dan removing source of waste sehingga terjadi continous improvement pada proses. Lean production disebut juga dengan just-in-time (JIT) (Nicholas, 2018). Dengan meninjau waste yang terjadi dengan tools Value Stream Mapping (VSM) yaitu dengan melakukan peninjauan model existing (current VSM) dan didapatkan future Value Stream Mapping (VSM) serta menganalisa penyebab serta melakukan perbaikan dengan metode seven tools.

Sedangkan tujuan kedua, ialah untuk meninjau kinerja sistem *handling* pupuk *in-bag* di 3 lini diantaranya proses pengantongan, jumlah *forklift* sewa, dan proses muat dengan cara mensimulasikan proses pemindahan produk pada gudang penjualan setelah proses perbaikan sistem dengan *Value Stream Mapping*. Simulasi mencoba meniru dari sistem nyata dengan tujuan untuk mengamati karakteristik dan melakukan evaluasi serta perbandingan dengan sistem rekomendasi atau usulan. Simulasi menggunakan bantuan *software* Arena 14.0, diharapkan mampu memvalidasi seluruh kegiatan proses *handling* pupuk di gudang penjualan untuk kemudian mendapatkan jumlah *forklift* optimal di masing-masing gudang serta melakukan peninjauan kembali perhitungan harga sewa sehingga dapat menekan biaya sewa sekarang yang tinggi.

Perhitungan biaya sewa *forklift* memperhitungkan 3 parameter biaya, antara lain : jumlah alat, jumlah operator dan konsumsi bahan bakar dan dievaluasi tiap 2 tahun yang berakhir pada tahun 2020. Perhitungan terlihat pada Tabel 1.3 berikut.

Tabel 1.3 Perhitungan harga sewa

No Biaya	Biaya	Parameter Biaya	Nilai	Total Nilai (per bulan)	Jumlah <i>Resource</i>	Pembiayaan kalkulasi	Total Nilai (1 tahun)	Tonase <i>Handling</i> ( <i>avg</i> /tahun)	Harga Sewa (Rp/ton)
				1	2	$3 = 1 \times 2$	$4 = 3 \times (12 \text{ bln})$	5	6 = 4 / 5
1 Alat		Harga Perolehan Alat	240,000,000						
		Maintenance Cost	25%						
	Bunga Pinjaman (fix)	10%	19,600,000	35	686,000,000	8,232,000,000		1,922	
	Biaya Asuransi	3%							
		Margin	10%					4,284,000	
		Inflasi	5%						
		Masa Sewa (tahun)	2						
2 Operato		Upah Pekerja	4,584,583	7,186,553	164	1,178,594,659	14,143,135,914		
	Operator	Max.lembur (Jam/bulan)	20						3,301
		Biaya Pengelola	34.85%						
		Margin	10%						
1 3 1		Harga Solar Industri							
	Bahan Bakar	Pemakaian Efektif (jam/hari)	21	17,955,000	35	628,425,000	7,541,100,000		1,760
	Zunui	Konsumsi BBM (liter/jam)	3.0						
total									

Tabel 1.3 menunjukkan perhitungan *Owner Estimate (OE)* harga sewa *forklift* dengan jumlah alat saat ini di gudang penjualan sebesar Rp.6.983,- dengan kebutuhan alat sebanyak 35 *forklift* dengan jumlah operator pada seluruh gudang sebesar 164 orang (jumlah tenaga *forklift* khusus dipengantongan menerapkan 4 jam penggantian/*shift*). Setelah dilakukan simulasi untuk alternatif perbaikan, maka akan dilakukan perhitungan rekomendasi harga *owner estimate (OE)* sewa sehingga perusahaan menjadi efisien karena perhitungan harga sewa telah memperhatikan jumlah *forklift* yang optimal.

#### 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, perumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

- Aktivitas apa saja yang termasuk *waste* pada keseluruhan proses muat pupuk di 5 gudang penjualan PT Petrokimia Gresik
- 2. Apa saja faktor penyebab waste yang terjadi
- 3. Berapa jumlah *forklift* yang optimal pada proses muat produk di gudang penjualan PT. Petrokimia Gresik
- 4. Berapa rekomendasi harga *owner estimate* (OE) sewa *forklift* (Rp/ton) yang efisien yang harus dibayarkan perusahaan kepada pihak rekanan.

#### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1. Mengidentifikasi aktivitas-aktivitas proses muat pupuk yang menimbulkan waste di 5 gudang penjualan PT Petrokimia Gresik
- 2. Menganalisa faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya *waste* di 5 Gudang penjualan
- 3. Menentukan jumlah *forklift* optimal yang digunakan dalam proses muat produk di 5 gudang penjualan
- 4. Menentukan harga owner estimate (OE) sewa forklift (Rp/ton).

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapatkan dari penelitian ini adalah :

- 1. Perusahaan dapat mengetahui sistem *handling* yang terdapat *waste* sehingga dapat meminimalisasi atau meniadakan aktivitas.
- 2. Perusahaan akan mendapatkan usulan perbaikan dalam meminimalisasi waste dalam memperbaiki sistem handling pupuk di gudang penjualan
- 3. Perusahaan dapat mengetahui *forklift* optimal yang digunakan agar proses muat di gudang penjualan lebih efektif.
- 4. Model proses muat dapat dijadikan referensi untuk pengembangan gudang penjualan di perusahaan.
- 5. Perusahaan dapat mengetahui besaran harga sewa sebagai pembanding perhitungan harga sewa rekanan pada proses pelelangan maupun negosiasi.

#### 1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini terdiri dari batasan dan asumsi selama penelitian.

#### 1.5.1 Batasan

Batasan-batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- 1. Pengamatan yang dilakukan dari proses pengantongan sampai proses muat ke *truck* di 5 Gudang Penjualan PT. Petrokimia Gresik
- 2. Kapasitas *forklift* adalah sebesar produk yang dimuat setiap kali *handling* yaitu sebesar 3 ton atau 2 palet.
- 3. Gudang penjualan yang diteliti memiliki 3 mesin pengantongan.
- 4. Penerapan waktu kerja dimulai pukul 07.00 dengan jumlah *shift* sebanyak 3 *shift* dan 4 grup tenaga.
- 5. Tenaga *forklift* khusus di mesin pengantongan menerapkan jam pergantian setiap 4 jam.
- 6. Analisa biaya *owner estimate (OE)* sewa *forklift* yang digunakan menggunakan 3 parameter biaya tenaga, alat dan bahan bakar.
- 7. Simulasi dilakukan hanya pada *forklift* yang operasional.
- 8. *Waste* yang diteliti menggunakan tujuh tipe *waste* berdasarkan definisi Shiego Shingo (Hines & D., 2000)

#### 1.5.2 Asumsi

Asumsi yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut :

- 1. Pabrik beroperasi secara terus menerus dan tidak memperhitungkan *shutdown*/mati pabrik.
- 2. Proses muat yang diteliti selalu ada *truc*k yang antri mengangkut dengan prinsip kerja *First In First Out* (FIFO)
- 3. Nilai-nilai perhitungan alat, tenaga dan bahan bakar yang dihitung sebagai dasar *owner estimate* (OE) biaya sewa adalah ditetapkan oleh peneliti hanya sebagai contoh perhitungan yang sifatnya bisa berubah sewaktu-waktu tergantung kebijakan *management*.

#### 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

#### BABI PENDAHULUAN

Membahas mengenai latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian yang digunakan dalam menyelesaikan masalah dan sistematika penulisan.

#### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisi uraian teori yang berasal dari beberapa referensi, antara lain buku, jurnal, penelitian sebelumnya yang telah dilakukan. Teori-teori tersebut dijadikan sebagai acuan penulis dalam penyusunan konsep penyelesaian masalah yang akan diterapkan dalam penelitian.

#### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini diuraikan tentang tahapan metode penelitian yang terdiri dari kerangka dan alur tahapan metode yang digunakan hingga menghasilkan solusi perbaikan yang diinginkan.

#### BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Membahas mengenai pengumpulan dan pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian. Data tersebut dilakukan pengolahan dan dilakukan pembuatan model kondisi *existing* pada program simulasi

#### BAB V ANALISA DAN INTERPRETASI HASIL

Berisi mengenai uraian analisis terkait hasil pengolahan data yang telah dilakukan serta rekomendasi perbaikan dan pembahasan

#### BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan terhadap hasil penelitian yang didapat. Kesimpulan yang mengacu pada tujuan yang diharapkan serta saran yang diberikan untuk kesempurnaan penelitian selanjutnya.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

#### BAB 2

#### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Gudang

Menurut Lembaga Manajemen Pergudangan (2008), gudang atau pergudangan adalah suatu tempat penyimpanan yang berfungsi untuk menyimpan persediaan sebelum diproses lebih lanjut. Pengadaan gudang dalam suatu perusahaan menandakan bahwa hasil produksi dari perusahaan tersebut cukup besar sehingga arus keluar masuk dan stok penyimpanan barang harus dikendalikan. Oleh karena itu, gudang merupakan solusi dalam penanganan secara efektif dan efisien dalam perencanaan kesediaan hasil produksi sebuah perusahaan.

Warehouse merupakan tempat penyimpanan barang, baik bahan baku yang akan digunakan dalam proses manufaktur, maupun barang jadi yang siap dikirimkan. Sedangkan kegiatan pergudangan (warehousing) tidak hanya kegiatan penyimpanan barang saja melainkan proses penanganan barang mulai dari penerimaan barang, pencatatan, penyimpanan, pemilihan, penyortiran pemberian label sampai dengan proses pengiriman barang (Meyers and Stephens, 2000).

Menurut Mulcahy (1994), gudang adalah suatu fungsi penyimpanan berbagai macam jenis produk yang memiliki unit penyimpanan dalam jumlah yang besar maupun yang kecil dalam jangka waktu saat produk dihasilkan oleh pabrik (penjual) dan saat produk dibutuhkan oleh pelanggan atau stasiun kerja dalam fasilitas produksi.

#### 2.2 Proses Operasional Gudang

Fungsi utama pada gudang menurut Warman (2004), adalah sebagai tempat penyimpanan bahan baku (*raw material*), barang setengah jadi (*intermediate goods*), maupun tempat penyimpanan produk yang telah jadi (*final goods*). Selain itu, gudang juga menjadi tempat penampungan barang yang akan dikirim atau barang yang baru datang. Menurut Tompkins et al (2003), fungsi gudang adalah sebagai berikut :

#### a. Receiving

Suatu aktivitas yang meliputi kegiatan penerimaan semua material yang telah dipesan untuk disimpan dalam gudang, penjaminan terhadap kualitas maupun kuantitas barang sesuai dengan pesanan, serta pengalokasian atau pembagian barang untuk disimpan atau dikirim lagi.

#### b. Inspection and quality control

Perpanjangan dari proses *receiving* dan dilakukan ketika *suppliers* tidak konsisten terhadap kualitas atau produk yang dibeli sulit diatur dan harus diperiksa tiap langkah dalam proses.

#### c. Repackaging

Kegiatan memecah produk yang diterima dalam jumlah atau ukuran yang besar dari pemasok kemudian dikemas dalam satuan yang lebih kecil atau menggabungkan beberapa produk dalam bentuk kit. Pelabelan ulang dilakukan ketika produk diterima tanpa tanda yang mudah dibaca oleh sistem atau manusia untuk tujuan identifikasi.

#### d. Putaway

Merupakan kegiatan memindahkan dan menempatkan barang pada tempat penyimpanan.

#### e. Storage

Merupakan suatu keadaan dimana barang menunggu untuk diambil sesuai dengan permintaan.

#### f. Order picking

Merupakan proses pemindahan barang dari gudang sesuai dengan permintaan. Hal ini merupakan layanan dasar *warehouse* untuk pelanggan dan merupakan fungsi utama dari dasar desain *warehouse*.

#### g. Postponement

Dapat dilakukan sebagai langkah yang dapat dipilih setelah proses pengambilan barang. Seperti pada proses *repackaging*, barang sejenis atau campuran dikemas untuk memudahkan penggunaan.

#### h. Sortation

Merupakan kegiatan memilah barang sesuai dengan pesanan masingmasing dan akumulasi pendistribusian dari berbagai pesanan.

## i. Packing and shipping

Aktivitas yang meliputi kegiatan pengecekan kelengkapan sesuai dengan pesanan, pengepakan barang sesuai dengan *shipping container* yang tepat, menyiapkan dokumen pengiriman, pengakumulasian pesanan dan penempatan muatan ke dalam truk.

## j. Cross-docking

Pengeluaran tanda terima dari *receiving dock* langsung ke *shipping dock*.

### k. Replenishing

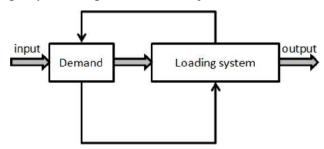
Merupakan kegiatan pengisian kembali lokasi pengambilan utama di gudang.

Menurut Haizer dan Render (2006:376) dalam bukunya *operation management*, tata letak memiliki pengaruh besar dalam menentukan efisiensi dalam operasional jangka panjang. Tata letak mempunyai pengaruh yang strategis untuk meningkatkan daya saing perusahaan dari berbagai aspek, yaitu aspek kapasitas, proses, fleksibilitas perpindahan barang, serta produktifitas sehingga berujung pada efektifitas dan efisiensi waktu dan biaya, dengan tata letak yang optimal jelasakan membantu perusahaan dalam mengembangkan strategy diferensiasi, *cost leadership* dan respon yang cepat terhadap permintaan pasar. desain tata letak harus mempertimbangkan bagaimana untuk dapat mencapai:

- Utilitas ruang, peralatan, dan orang yang lebih tinggi.
- Aliran informasi, barang, atau orang yang lebih baik.
- Moral karyawan yang lebih baik, juga kondisi lingkungan kerja yang lebih aman.
- Interaksi dengan pelanggan yang lebih baik.
- Fleksibilitas (bagaimanapun kondisi tata letak yang ada sekarang, tata letak tersebut akan perlu diubah).

### 2.3 Area Pemuatan dan Sistem Pemuatan

Area pemuatan adalah suatu area di pergudangan yang digunakan untuk aktifitas pemuatan suatu produk kedalam container (truk, kapal atau kereta api) yang akan dikirim ke lokasi yang dituju (pelanggan/end user). Area pemuatan yang baik adalah area yang memiliki prosedur keselamatan (safety procedure) yang baik bagi pekerja di area pemuatan. Sistem pemuatan adalah suatu sistem pada pergudangan yang memiliki peranan dalam memberikan pelayanan jasa pemuatan barang/produk kedalam container/kendaraan ekspedisi hingga sampai ke tangan pelanggan. Menurut Orban dan Varlaki (2009), perusahaan yang memiliki sistem pemuatan yang baik adalah perusahaan yang dapat memberikan pelayanan jasa maksimal kepada pelanggan sehingga tujuan perusahaan tercapai. Sistem pemuatan memiliki hubungan yang erat antara proses permintaan (demand process) dari pelanggan dengan pemuatan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1. Proses pemuatan tidak akan terjadi jika tidak ada permintaan dari pelanggan, sedangkan permintaan tidak akan terkirim secara efektif dan efisien jika tidak terdapat proses permuatan yang baik. Hubungan yang baik antara permintaan dengan sistem pemuatan akan menyebabkan sistem pelayanan di perusahaan menjadi lebih efektif dan efisien.



Gambar 2.1. Skema hubungan proses muat antara permintaan (demand process) dengan pelayanan dari sistem pemuatan (Orban dan Varlaki, 2009)

Dengan proses pemuatan yang baik maka permintaan produk menjadi tepat waktu dan meminimalkan biaya operasional gudang.

#### 2.4 Lean Production

Lean merupakan sebuah konsep yang dikembangkan oleh Toyota, dimulai setelah Perang Dunia II dan berlanjut sampai tahun 1970-an dan 1980-an. Sebelumnya pada tahun 1913 Henry Ford mengembangkan jalur perakitan bergerak dan fokus pada aliran. Toyota meniru konsep Ford, tetapi setelah Jepang Kalah dalam Perang Dunia II dan ekonomi Jepang hancur, konsep ini susah untuk diterapkan. Toyota memadukan konsep Ford dengan fokus pada upaya mengeliminasi semua waste. Toyota kemudian mengembangkan value sendiri dengan berbagai tool untuk mengaktualisasikan konsepnya.(King, 2009)

Lean production atau disebut juga dengan lean manufacturing adalah praktik produksi yang mempertimbangkan segala pengeluaran sumber daya yang ada untuk mendapatkan nilai ekonomis terhadap pelanggan tanpa adanya pemborosan / waste, waste inilah yang menjadi target untuk dikurangi. Lean selalu melihat nilai produk dari sudut pandang pelanggan, dimana nilai sebuah produk didefinisikan sebagai sesuatu yang mau dibayar oleh pelanggan.

Istilah *lean* dicetuskan oleh John Krafcik tahun 1988 dalam artikel berjudul *Triumph of the Lean Production System* yang dipublikasikan dalam *Sloan Management Review. Lean production* disebut dengan *lean* (ramping) karena *lean production* menggunakan segala sesuatu lebih sedikit dibandingkan dengan *mass production*. Sumber daya manusia, *space* ruangan, investasi peralatan, dan waktu pengembangan produk yang dibutuhkan oleh *lean production* setengan dari *mass production*. Dengan lebih sedikit *defect* yang dihasilkan dan variasi produk yang lebih banyak. (Womack, 1990)

Pada dasarnya *lean* berpusat pada "mendapatkan nilai dengan sedikit mungkin pekerjaan". *Lean production* merupakan filosofi yang dikembangkan oleh Toyota dalam *Toyota Production System* (TPS). TPS dikenal karena fokusnya mengurangi 7 *wastes* atau yang dikenal dengan istilah *MUDA* (bahasa jepang) untuk meningkatkan nilai pelanggan secara keseluruhan. Kini *Lean production* telah dikenal luas dan diterima di berbagai lingkungan industri (Mrugalska & Wyrwicka, 2017).

Istilah *lean* juga sering diartikan sebagai kumpulan dari *tool* yang membantu untuk mengidentifikasi dan mengurangi *waste*. Dengan megurangi *waste* maka

kualitas produk akan meningkat dan waktu produksi serta biaya produksi akan dapat dikurangi. Contoh *tool* dari *lean* adalah *Value Stream Mapping* (VSM), Metode 5R, *Kanban*, *Poka-yoke*, dll.

Terdapat tiga *core philosophy* dalam *lean production*, yaitu : *customer first,* respect for humanity, dan elimination of waste. Dari sudut pandang pelanggan yang diinginkan ialah kualitas tertinggi, harga terendah, dan *lead-time* terpendek. Dari sudut pandang pekerja yang diinginkan ialah kenyamanan dan keamanan dalam bekerja serta pendapatan yang konsisten. Dari sisi perusahaan yang diinginkan ialah market flexibility dan keuntungan.

Terdapat lima prinsip utama dalam *lean production* dalam upaya untuk menghilangkan *waste* diantaranya :

- 1. Tentukan *value*: Menentukan apa yang dapat atau tidak dapat memberikan *value* dari suatu produk atau pelayanan, dipandang dari sudut pandang konsumen. Perusahaan harus fokus pada *customer needs*.
- 2. Identifikasi *value stream*: Mengidentifikasi tahapan-tahapan yang diperlukan, mulai dari proses desain, pemesanan dan pembuatan produk berdasarkan keseluruhan *value stream* untuk menetukan *waste* yang tidak memiliki nilai tambah atau *non value adding activity*.
- 3. Buat agar *value* mengalir dengan lancar (*smooth*) ke pelanggan. Melakukan aktivitas yang dapat menciptakan suatu nilai tanpa adanya gangguan, proses rework, aliran balik atau *backflow*, aktivitas menunggu, dan juga sisa produksi.
- 4. Buat mekanisme *Pull*: *value* diberikan hanya jika diminta oleh pelanggan. Mengetahui aktivitas-aktivitas penting yang digunakan untuk membuat apa yang diinginkan oleh customer.
- 5. Lakukan secara terus-menerus langkah-langkah penyempurnaan (*perfection*): Berusaha mencapai kesempurnaan dengan menghilangkan *waste* secara bertahap dan berkelanjutan, sehingga *waste* yang terjadi dapat dihilangkan secara total dari proses yang ada.

#### 2.5 Lean Tools

Kunci kekuatan dari *Lean* seperti TPS tidak hanya dari konsep dan filosopi tetapi juga harus dengan adanya praktik kerja dan *tools* untuk merealisasikan konsep dan filosofi tersebut pada *shop floor*. Peter L. King dalam bukunya yang berjudul *Lean for the Process Industries Dealing with Complexity* menyebutkan ada empat belas *tools* dalam *lean* (King, 2009), yang akan dijelaskan secara singkat dibawah ini.

# 1. Value Stream Mapping (VSM)

VSM adalah metode yang menggambarkan secara visual proses dalam hal aliran fisik material dan bagaimana hal itu menciptakan nilai bagi pelanggan. Langkah-langkah proses utama ditunjukkan, bersama dengan data yang terkait dengan aliran, kualitas, waktu tunggu, dan kemampuan hasil relatif terhadap takt. Termasuk di dalamnya adalah diagram tentang bagaimana informasi mengalir dan diproses untuk mengelola, mengendalikan, atau memengaruhi aliran material fisik. Komponen ketiga adalah *timeline*, untuk menggambarkan semua hal yang mengurangi *lead time* yang singkat. VSM adalah alat *lean* yang paling utama untuk memahami di mana *waste* dibuat dalam proses dan apa yang mungkin diperbaiki untuk mengurangi atau menghilangkannya. Keadaan VSM di masa depan dikembangkan untuk menunjukkan seperti apa aliran nilai setelah peningkatan lean dilakukan. VSM awalnya didasarkan pada diagram aliran material dan informasi Toyota, format yang disajikan oleh Mike Rother dan John Shook dalam *Learning to See* telah menjadi standar untuk VSM.

Value stream mapping (VSM) bisa menjadi alat yang sangat powerfull, mengkombinasikan aliran material dalam proses dengan aliran informasi serta data penting lainnya (Patel, Chauhan, & Trivedi, 2015).

#### 2. Takt Time

Takt Time adalah interval waktu di mana setiap item, setiap bagian, subassembly, atau perakitan selesai harus diproduksi untuk memenuhi permintaan pelanggan. Takt Time menciptakan kecepatan, atau ritme, di mana materi harus mengalir untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. Takt Time sering dinyatakan sebagai rate (pound per menit) dalam industri proses.

#### 3. Kaizen

Kaizen adalah istilah Jepang untuk perbaikan berkelanjutan. Kaizen adalah proses kerja di mana semua karyawan terlibat dalam peningkatan berkelanjutan dari semua proses. Kaizen adalah cara berpikir dan berperilaku, kaizen adalah filosofi total yang memberdayakan karyawan yang benar-benar melakukan pekerjaan untuk menghilangkan limbah dan untuk merancang dan menerapkan proses yang lebih efektif. Kaizen adalah kegiatan yang singkat, sangat fokus, dan tim yang berdedikasi yang bertujuan untuk membuat peningkatan yang spesifik dan terdefinisi dengan baik.

#### 4. 5S

5S, di Indonesia dikenal dengan istilah 5R, adalah nama yang diberikan untuk proses lima langkah untuk workplace organization, housekeeping, kebersihan, dan standardisasi kerja. 5S berasal dari istilah Jepang untuk lima langkah spesifik: seiri, seiton, seiso, seiketsu, dan shitsuke. Dalah bahasa Indonesia diartikan dengan istilah 5R: Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, dan Rajin.

#### 5. Jidoka

*Jidoka*, atau otomatisasi dengan sentuhan manusia, adalah salah satu dari dua pilar rumah TPS, dan dibangun dalam kualitas di sumbernya dengan menyediakan peralatan dengan kecerdasan untuk berhenti secara otomatis ketika dirasakan menghasilkan produk yang cacat atau tidak berkualitas.

### 6. Single Minute Exchange of Dies (SMED)

SMED adalah proses untuk menganalisis secara sistematis semua tugas yang akan dilakukan dalam *product changeover*, sehingga pergantian tersebut dapat disederhanakan dan dilakukan dalam waktu yang jauh lebih singkat. Metodologi ini dikembangkan oleh Shigeo Shingo, seorang konsultan teknik industri yang bekerja dengan Toyota selama periode pengembangan TPS. SMED telah diterapkan dengan sangat sukses di industri proses tidak hanya pada *changeover*, tetapi juga pada *annual shutdown* dan *overhaul* dari beberapa proses tersebut.

#### 7. Poka-Yoke

Poka-yoke adalah serangkaian teknik untuk pembuktian kesalahan, digunakan untuk mencegah produk cacat diproduksi dan untuk mencegah peralatan produksi tidak dipasang dengan benar. Poka-yoke termasuk merancang hal-hal sehingga mereka dapat disatukan hanya satu arah, sensor untuk mendeteksi ketika hal-hal tidak dilakukan dengan benar, dan kode warna untuk mengurangi kemungkinan menghubungkan hal-hal yang salah. Awalnya disebut baka-yoke, istilah ini telah diubah menjadi poka-yoke, pembuktian kesalahan, untuk menghindari kesalahan operator.

### 8. Five Whys

Five Whys adalah nama yang diberikan untuk praktik mengajukan pertanyaan "mengapa" lima kali, untuk sampai ke akar penyebab masalah. Bertanya "mengapa" beberapa kali sangat penting untuk proses ini. Terkadang butuh lebih dari lima pertanyaan untuk sampai ke akar masalah, terkadang kurang. Kuncinya adalah terus bertanya sampai Anda mengerti apa yang harus Anda ubah untuk menyelesaikan masalah. Ohno menggambarkan metode Five Whys sebagai "dasar pendekatan ilmiah Toyota ... dengan mengulangi mengapa lima kali, sifat masalah serta solusinya menjadi jelas." Praktek ini sebagai alat untuk memahami penyebab pemborosan saat menganalisis value stream mapping.

#### 9. Standard Work

Standard Work adalah definisi dari tugas-tugas khusus yang harus dilakukan oleh operator, termasuk urutan operasi dan waktu. Dalam industri proses, ini sering disebut sebagai standar operasi pekerjaan (SOP). Konsep kuncinya adalah bahwa ada cara optimal untuk melakukan setiap pekerjaan, dan jika itu dapat didefinisikan dan jika semua orang melakukannya dengan cara itu, tidak hanya kinerja akan dioptimalkan, tetapi variabilitas akan dikeluarkan dari proses.

## 10. Total Production Maintenance

TPM mengacu pada serangkaian praktik yang bertujuan untuk meningkatkan kinerja manufaktur dengan meningkatkan cara peralatan dioperasikan dan dipelihara. TPM Sangat berbasis pada tim dan melibatkan

semua tingkatan operasi, ini mengarah ke pemeliharaan otonom, di mana sebagian besar tugas pemeliharaan dilakukan oleh orang-orang terdekat dengan peralatan, operator.

### 11. Cellular Manufacturing

Cellular Manufacturing adalah praktik membagi full product line ke dalam kelompok produk yang membutuhkan langkah-langkah dan kondisi pemrosesan yang serupa, dan kemudian mendedikasikan potongan-potongan peralatan khusus untuk setiap family. Cellular Manufacturing dapat menyebabkan perubahan yang lebih singkat, kualitas yang lebih tinggi, variabilitas yang berkurang, peningkatan hasil, dan aliran yang lebih baik. Ada keengganan untuk mengimplementasikan manufaktur seluler di industri proses.

#### 12. Haijunka

Heijunka adalah praktik leveling volume material yang diproduksi dari waktu ke waktu, sehingga produksi selalu ke level takt. Juga disebut leveling produksi atau perataan produksi, heijunka meningkatkan stabilitas operasional dan mengurangi variabilitas dalam pemanfaatan sumber daya dan persyaratan bahan baku. Alat khusus termasuk kotak heijunka dan papan heijunka.

### 13. Just-In-Time (Pull)

JIT, salah satu dari dua pilar Ohno, mengacu pada serangkaian prinsip, alat, dan teknik yang memungkinkan perusahaan untuk membuat apa yang dibutuhkan hanya ketika dibutuhkan dan dalam jumlah yang tepat dibutuhkan. JIT menghindari produksi berlebih, baik memproduksi lebih dari yang dibutuhkan atau memproduksi sebelum diperlukan, sehingga mengurangi persediaan hingga minimum yang diperlukan untuk kelancaran arus. JIT juga disebut *pull*, berdasarkan pada prinsip bahwa produsen hanya akan menghasilkan apa yang telah ditarik oleh pelanggan dari rak inventaris, yang merupakan praktik *restocking* yang biasa digunakan di supermarket grosir. *Pull* adalah kebalikan dari produksi *push*, yang didorong oleh perkiraan daripada permintaan pelanggan saat ini.

#### 14. Kanban

Kanban menggambarkan suatu mekanisme untuk memberi sinyal secara visual apa yang dibutuhkan — yaitu, apa yang harus diproduksi untuk mengisi kembali bahan yang ditarik oleh pelanggan, yang mungkin merupakan pelanggan akhir atau langkah selanjutnya dalam proses. Kata kanban berasal dari istilah Jepang untuk tanda yang terlihat. Kanban secara tradisional telah diimplementasikan dengan sistem kartu, nampan, atau tas yang ditandai dengan jumlah yang akan diproduksi yaitu, ukuran lot, dan jenis produk atau bahan tertentu.

#### 2.6 Seven Wastes

Lean manufacturing atau lean production berusaha untuk menghilangkan tujuh macam waste atau pemborosan yang dalam Toyota Manufacturing System diistilahkan dengan Muda (P N, K P , & V Venugopal , 2019). Tujuh macam pemborosan atau seven waste dalam lean ialah :

- 1. *Overproduction* atau produksi yang berlebihan : memproduksi barang terlalu banyak atau terlalu cepat, menghasilkan arus informasi atau barang yang buruk dan kelebihan persediaan.
- 2. *Defects* atau cacat: Kesalahan yang sering terjadi pada dokumen, masalah kualitas produk, atau kinerja pengiriman yang buruk.
- 3. *Unnecessary Inventory* atau persediaan barang yang tidak perlu : Penyimpanan yang berlebihan dan keterlambatan informasi atau produk, menghasilkan biaya yang berlebihan dan layanan pelanggan yang buruk.
- 4. *Inappropriate processing* atau proses yang tidak tepat : Melakukan proses kerja dengan menggunakan seperangkat alat, prosedur, atau sistem yang salah, sering kali ketika pendekatan yang lebih sederhana mungkin lebih efektif.
- 5. *Excessive Transportation* atau tranportasi berlebihan : Pergerakan orang, informasi, atau barang yang ber lebihan mengakibatkan pemborosan waktu, tenaga dan biaya.
- 6. *Waiting* atau menunggu: Periode tidak aktif yang lama bagi orang, informasi atau barang, menghasilkan aliran yang buruk dan waktu tunggu yang lama.

7. *Unncessary motion* atau gerakan tidak diperlukan: Organisasi tempat kerja yang buruk, mengakibatkan ergonomi yang buruk, misalnya pembengkokan atau peregangan yang berlebihan dan barang yang sering hilang.

# 2.7 The Three Types of Activity

Ketika mengidentifikasikan *waste* atau pemborosan, sangat penting bagi kita untuk mendefinisikan tiga tipe aktivitas dalam sebuah organisasi atau perusahaan, yaitu :

- 1. Value adding activity atau aktivitas yang memberikan nilai tambah : aktivitas ini adalah aktivitas yang ada dalam benak pelanggan, yaitu dalam hal yang langsung berkaitan dengan membuat produk atau jasa menjadi lebih bernilai. Value adding activity adalah apa yang membuat pelanggan senang untuk membayarnya. Sebagai contoh ialah merubah berbagai material menjadi mobil atau jasa servis mobil yang mogok di jalan.
- 2. Non value adding activity atau aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah: aktivitas yang dalam pandangan pelanggan tidak membuat produk atau servis lebih bernilai dan tidak diperlukan. Aktivitas ini merupakan aktivitas yang termasuk waste dan menjadi target untuk dihilangkan. Contoh dari non value adding activity ialah memindahkan produk dari satu wadah ke wadah lain sehingga anda dapat memindahkan disekitar pabrik anda.
- 3. Necessary non value adding activity: aktivitas yang dalam pandangan pelanggan tidak membuat barang atau jasa bernilai lebih tetapi diperlukan. Aktivitas ini merupakan waste yang susah untuk dihilangkan dengan segera dan menjadi target jangka panjang. Contoh dari necessary non value adding activity ialah kegiatan inspeksi semua produk pada akhir proses karena proses produksi menggunakan mesin tua yang sudah tidak handal.

Pada industri manufaktur rasio perbandingan ketiga aktivitas tersebut ialah 5% value adding activity, 60% non value adding, dan 35% necessary but non value adding.

## 2.8 Setting The Direction

Salah satu kesulitan utama yang ketika perusahaan mencoba menerapkan lean thinking adalah kurangnya arah, kurangnya perencanaan dan kurangnya urutan proyek yang memadai. Pengetahuan tentang *tools* dan teknik tertentu seringkali tidak menjadi masalah. Dalam banyak kasus inisiatif lean digagalkan karena kurangnya pengetahuan dari lini manajemen.

Agar *lean production* dapat diterapkan dengan berhasil, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan oleh seorang manajer :

- 1. Menyusun dan mengembangkan critical success factor.
- 2. Meninjau dan menentukan ukuran tingkat keberhasilan bisnisyang sesuai.
- 3. Membuat persyaratan peningkatan target dari waktu ke waktu untuk setiap ukuran bisnis.
- 4. Mendefinisikan proses bisnis utama
- 5. Memutuskan proses mana yang menjadi target area
- 6. Memahami proses mana yang membutuhkan detail *mapping*.

### 2.9 Value Stream Mapping (VSM)

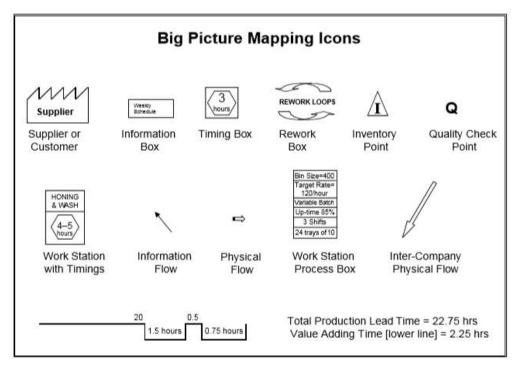
Value stream mapping adalah salah satu tool dan merupaka tool yang paling utama untuk menemukan waste yang berada dalam proses. Value streamadalah semua kegiatan (value added dan non-value added) yang dibutuhkan untuk menghasilkan produk, dimulai dari permintaan dari pelanggan hingga produk jadi. VSM didasarkan pada diagram aliran material dan informasi Toyota, menyajikan kerangka kerja yang efektif untuk menggambarkan proses dengan menyoroti waste dan pengaruh negatif pada seluruh aliran proses.

Value stream mapping (VSM) terdiri dari tiga konsep utama :

- 1. Aliran material: memperlihatkan aliran material dari raw material, melalui setiap proses utama (mesin, tanki, vessel), hingga produk jadi yang dibawa ke pelanggan. Aliran material menampilkan perlatan utama dan juga seluruh inventory sepanjang aliran.
- 2. Aliran informasi : Aliran dari informasi utama tentang apa dan kapan barang harus dibuat. Aliran informasi dimulai dari konsumen, melalui proses

- perencanaan dan penjadwalan dan berakhir dengan penjadwalan dan pengontrolan pada lini produksi.
- 3. Aliran waktu : memperlihatkan *value added* (VA) *time* dan *non-value added* (NVA) *time*. Aliran ini merupakan indikator utama dari *waste* dalam proses. Aliran ini memperlihatkan penygaruh dari *waste*, sedangkan sebabnya harus dilihat dari duan komponen VSM yang lainnya.

Ada beberpa simbol yang biasa digunakan dalam membuat *big picture mapping* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2 di bawah ini.



Gambar 2. 2 Simbol big picture mapping

Sumber: (Rohac & Januska, 2015)

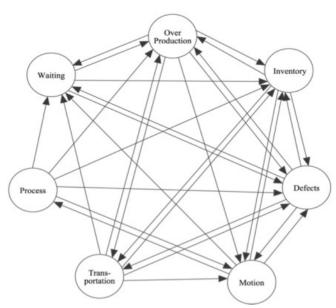
Ada lima fase / tahapa dalam membuat big picture mapping, yaitu :

- 1. Record customer requirement atau mencatat kebutuhan pelanggan
- 2. Add information flow atau menambahkan aliran informasi
- 3. Add physical flow atau menambahkan aliran fisik
- 4. *Linking physical and information flows* atau menghubungkan arus fisik dan informasi
- 5. Complete big picture map atau membuat peta yang lengkap

#### 2.10 Seven Waste Relationship

Semua *waste* saling berhubungan, dan masing-masing jenis memiliki pengaruh terhadap yang lain dan secara simultan dipengaruhi oleh yang lain. Misalnya, *over production* dianggap sebagai *waste* paling serius karena menimbulkan jenis *waste* lainnya (Kobayashi, 1995). Wu (2003) melaporkan bahwa produksi berlebih memaksa pabrik untuk mengubah jumlah tenaga kerja, sehingga membuat standardisasi sangat sulit, yang mengarah pada masalah kualitas dan pemborosan kompetensi.

Mendiskusikan tentang *relationship* antara *waste* sangat rumit karena pengaruh dari masing-masing *waste* dapat muncul secara langsung atau tidak langsung. Oleh karena itu, Rawabdeh mengembangakan suatu kerangka kerja penilaian tingkat pengaruh *waste* berdasarkan pengaruhnya terhadap *waste* lainnya. Masing-masing jenis *waste* disingkat dengan huruf, (O: *Over Production*, I: *Inventory*, D: *Defect*, M: *Motion*, P: *Process*, T: *Transportation*, W: *Waiting*), dan masing-masing hubungan ditandai dengan simbol garis bawah "\_". Petunjuk arah hubungan tujuh *waste* sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.3 di bawah ini, sedangkan penjelasan dari hubungan antar *waste* satu dengan lainnya terdapat pada Tabel 2.1.



Gambar 2. 3 Waste Relationship

Sumber: (Rawabdeh, A model for the assessment of waste in job shop environments, 2005)

Tabel 2. 1 Penjelasan waste relationship

Overproduction						
O_I	Overproduction mengkonsumsi dan membutuhkan sejumlah					
	besar bahan baku yang menyebabkan persediaan bahan baku dan					
	memproduksi lebih banyak work in process yang mengkonsumsi					
	space ruangan, dan dianggap sebagai temporary inventory					
O_D	Ketika operator memproduksi lebih banyak, kekhawatiran					
	mereka tentang kualitas bagian yang diproduksi akan berkurang,					
	karena ada cukup bahan untuk menggantikan cacat.					
O_M	Overproduksi menyebabkan perilaku non-ergonomis, yang					
	mengarah pada metode kerja yang tidak standar dengan jumlah					
	waste motion yang cukup besar.					
O_T	Over-produksi mengarah pada upaya transportasi yang lebih					
	tinggi untuk mengikuti aliran material yang berlebihan					
O_W	Saat memproduksi lebih banyak, sumber daya akan dipesan lebih					
	lama, sehingga pelanggan lain akan menunggu dan antrian yang					
	lebih besar mulai terbentuk					
	Inventory					
I_O	Semakin tinggi <i>level</i> bahan baku dapat mendorong pekerja untuk					
	bekerja lebih banyak, sehingga dapat meningkatkan profitabilitas					
	perusahaan.					
I_D	Meningkatkan inventory (RM, WIP, dan FG) akan meningkatkan					
	kemungkinan defect karena kurangnya perhatian dan kondisi					
	penyimpanan yang tidak sesuai.					
I_M	Peningkatan persediaan akan meningkatkan waktu untuk					
	mencari, memilih, mengambil, moving dan handling					
I_T	Meningkatkan inventory terkadang menghalangi lorong-lorong					
	yang tersedia, membuat kegiatan produksi lebih memakan waktu					
	transportasi.					

Tabel 2. 1 Penjelasan waste relationship (lanjutan)

D_O Perilaku over-produksi muncul untuk mengatasi kekurangan bagian karena cacat.  D_I Memproduksi bagian yang cacat yang perlu dikerjakan ulang berarti peningkatan level WIP yang ada dalam bentuk inventory.  D_M Menghasilkan cacat meningkatkan waktu pencarian, pemilihan, dan inspeksi pada peralatan, belum lagi pengerjaan ulang yang membutuhkan keterampilan pelatihan yang lebih tinggi  D_T Memindahkan bagian yang rusak ke stasiun pengerjaan ulang akan meningkatkan intensitas transportasi yaitu kegiatan transportasi yang sia-sia  D_W Defect membutuhkan pengerjaan ulang sehingga akan membutuhkan waktu menunggu untuk diproses.  Motion  M_I Metode kerja yang tidak terstandarisasi menyebabkan tingginya jumlah pekerjaan dalam proses  M_D Kurangnya pelatihan dan standarisasi berarti persentase cacat akan meningkat  M_P Ketika pekerjaan tidak standar, limbah proses akan meningkat karena kurangnya pemahaman tentang kapasitas teknologi yang tersedia  M_W Ketika standar tidak ditetapkan, waktu akan dihabiskan untuk mencari, menangkap, bergerak, merakit, yang menghasilkan peningkatan waiting parts.  T_O Barang-barang diproduksi lebih dari yang dibutuhkan karena didasarkan pada kapasitas handling system sehingga dapat meminimalkan biaya pengangkutan per unit.  T I Material handling equipment (MHE) yang tidak mencukupi	Defects						
D_I Memproduksi bagian yang cacat yang perlu dikerjakan ulang berarti peningkatan level WIP yang ada dalam bentuk <i>inventory</i> .  D_M Menghasilkan cacat meningkatkan waktu pencarian, pemilihan, dan inspeksi pada peralatan, belum lagi pengerjaan ulang yang membutuhkan keterampilan pelatihan yang lebih tinggi  D_T Memindahkan bagian yang rusak ke stasiun pengerjaan ulang akan meningkatkan intensitas transportasi yaitu kegiatan transportasi yang sia-sia  D_W <i>Defect</i> membutuhkan pengerjaan ulang sehingga akan membutuhkan waktu menunggu untuk diproses.  Motion  M_I Metode kerja yang tidak terstandarisasi menyebabkan tingginya jumlah pekerjaan dalam proses  M_D Kurangnya pelatihan dan standarisasi berarti persentase cacat akan meningkat  M_P Ketika pekerjaan tidak standar, limbah proses akan meningkat karena kurangnya pemahaman tentang kapasitas teknologi yang tersedia  M_W Ketika standar tidak ditetapkan, waktu akan dihabiskan untuk mencari, menangkap, bergerak, merakit, yang menghasilkan peningkatan waiting parts.  Transportation  T_O Barang-barang diproduksi lebih dari yang dibutuhkan karena didasarkan pada kapasitas handling system sehingga dapat meminimalkan biaya pengangkutan per unit.	D_O	Perilaku over-produksi muncul untuk mengatasi kekurangan					
berarti peningkatan level WIP yang ada dalam bentuk <i>inventory</i> .  D_M Menghasilkan cacat meningkatkan waktu pencarian, pemilihan, dan inspeksi pada peralatan, belum lagi pengerjaan ulang yang membutuhkan keterampilan pelatihan yang lebih tinggi  D_T Memindahkan bagian yang rusak ke stasiun pengerjaan ulang akan meningkatkan intensitas transportasi yaitu kegiatan transportasi yang sia-sia  D_W <i>Defect</i> membutuhkan pengerjaan ulang sehingga akan membutuhkan waktu menunggu untuk diproses.  **Motion**  M_I Metode kerja yang tidak terstandarisasi menyebabkan tingginya jumlah pekerjaan dalam proses  M_D Kurangnya pelatihan dan standarisasi berarti persentase cacat akan meningkat  M_P Ketika pekerjaan tidak standar, limbah proses akan meningkat karena kurangnya pemahaman tentang kapasitas teknologi yang tersedia  M_W Ketika standar tidak ditetapkan, waktu akan dihabiskan untuk mencari, menangkap, bergerak, merakit, yang menghasilkan peningkatan waiting parts.  **Transportation**  T_O Barang-barang diproduksi lebih dari yang dibutuhkan karena didasarkan pada kapasitas handling system sehingga dapat meminimalkan biaya pengangkutan per unit.		bagian karena cacat.					
D_M Menghasilkan cacat meningkatkan waktu pencarian, pemilihan, dan inspeksi pada peralatan, belum lagi pengerjaan ulang yang membutuhkan keterampilan pelatihan yang lebih tinggi  D_T Memindahkan bagian yang rusak ke stasiun pengerjaan ulang akan meningkatkan intensitas transportasi yaitu kegiatan transportasi yang sia-sia  D_W Defect membutuhkan pengerjaan ulang sehingga akan membutuhkan waktu menunggu untuk diproses.  Motion  M_I Metode kerja yang tidak terstandarisasi menyebabkan tingginya jumlah pekerjaan dalam proses  M_D Kurangnya pelatihan dan standarisasi berarti persentase cacat akan meningkat  M_P Ketika pekerjaan tidak standar, limbah proses akan meningkat karena kurangnya pemahaman tentang kapasitas teknologi yang tersedia  M_W Ketika standar tidak ditetapkan, waktu akan dihabiskan untuk mencari, menangkap, bergerak, merakit, yang menghasilkan peningkatan waiting parts.  Transportation  T_O Barang-barang diproduksi lebih dari yang dibutuhkan karena didasarkan pada kapasitas handling system sehingga dapat meminimalkan biaya pengangkutan per unit.	D_I	Memproduksi bagian yang cacat yang perlu dikerjakan ulang					
dan inspeksi pada peralatan, belum lagi pengerjaan ulang yang membutuhkan keterampilan pelatihan yang lebih tinggi  D_T Memindahkan bagian yang rusak ke stasiun pengerjaan ulang akan meningkatkan intensitas transportasi yaitu kegiatan transportasi yang sia-sia  D_W Defect membutuhkan pengerjaan ulang sehingga akan membutuhkan waktu menunggu untuk diproses.  Motion  M_I Metode kerja yang tidak terstandarisasi menyebabkan tingginya jumlah pekerjaan dalam proses  M_D Kurangnya pelatihan dan standarisasi berarti persentase cacat akan meningkat  M_P Ketika pekerjaan tidak standar, limbah proses akan meningkat karena kurangnya pemahaman tentang kapasitas teknologi yang tersedia  M_W Ketika standar tidak ditetapkan, waktu akan dihabiskan untuk mencari, menangkap, bergerak, merakit, yang menghasilkan peningkatan waiting parts.  Transportation  T_O Barang-barang diproduksi lebih dari yang dibutuhkan karena didasarkan pada kapasitas handling system sehingga dapat meminimalkan biaya pengangkutan per unit.		berarti peningkatan level WIP yang ada dalam bentuk inventory.					
membutuhkan keterampilan pelatihan yang lebih tinggi  D_T Memindahkan bagian yang rusak ke stasiun pengerjaan ulang akan meningkatkan intensitas transportasi yaitu kegiatan transportasi yang sia-sia  D_W Defect membutuhkan pengerjaan ulang sehingga akan membutuhkan waktu menunggu untuk diproses.  Motion  M_I Metode kerja yang tidak terstandarisasi menyebabkan tingginya jumlah pekerjaan dalam proses  M_D Kurangnya pelatihan dan standarisasi berarti persentase cacat akan meningkat  M_P Ketika pekerjaan tidak standar, limbah proses akan meningkat karena kurangnya pemahaman tentang kapasitas teknologi yang tersedia  M_W Ketika standar tidak ditetapkan, waktu akan dihabiskan untuk mencari, menangkap, bergerak, merakit, yang menghasilkan peningkatan waiting parts.  Transportation  T_O Barang-barang diproduksi lebih dari yang dibutuhkan karena didasarkan pada kapasitas handling system sehingga dapat meminimalkan biaya pengangkutan per unit.	D_M	Menghasilkan cacat meningkatkan waktu pencarian, pemilihan,					
D_T Memindahkan bagian yang rusak ke stasiun pengerjaan ulang akan meningkatkan intensitas transportasi yaitu kegiatan transportasi yang sia-sia  D_W Defect membutuhkan pengerjaan ulang sehingga akan membutuhkan waktu menunggu untuk diproses.  Motion  M_I Metode kerja yang tidak terstandarisasi menyebabkan tingginya jumlah pekerjaan dalam proses  M_D Kurangnya pelatihan dan standarisasi berarti persentase cacat akan meningkat  M_P Ketika pekerjaan tidak standar, limbah proses akan meningkat karena kurangnya pemahaman tentang kapasitas teknologi yang tersedia  M_W Ketika standar tidak ditetapkan, waktu akan dihabiskan untuk mencari, menangkap, bergerak, merakit, yang menghasilkan peningkatan waiting parts.  Transportation  T_O Barang-barang diproduksi lebih dari yang dibutuhkan karena didasarkan pada kapasitas handling system sehingga dapat meminimalkan biaya pengangkutan per unit.		dan inspeksi pada peralatan, belum lagi pengerjaan ulang yang					
akan meningkatkan intensitas transportasi yaitu kegiatan transportasi yang sia-sia  D_W Defect membutuhkan pengerjaan ulang sehingga akan membutuhkan waktu menunggu untuk diproses.  Motion  M_I Metode kerja yang tidak terstandarisasi menyebabkan tingginya jumlah pekerjaan dalam proses  M_D Kurangnya pelatihan dan standarisasi berarti persentase cacat akan meningkat  M_P Ketika pekerjaan tidak standar, limbah proses akan meningkat karena kurangnya pemahaman tentang kapasitas teknologi yang tersedia  M_W Ketika standar tidak ditetapkan, waktu akan dihabiskan untuk mencari, menangkap, bergerak, merakit, yang menghasilkan peningkatan waiting parts.  Transportation  T_O Barang-barang diproduksi lebih dari yang dibutuhkan karena didasarkan pada kapasitas handling system sehingga dapat meminimalkan biaya pengangkutan per unit.		membutuhkan keterampilan pelatihan yang lebih tinggi					
transportasi yang sia-sia  D_W Defect membutuhkan pengerjaan ulang sehingga akan membutuhkan waktu menunggu untuk diproses.  Motion  M_I Metode kerja yang tidak terstandarisasi menyebabkan tingginya jumlah pekerjaan dalam proses  M_D Kurangnya pelatihan dan standarisasi berarti persentase cacat akan meningkat  M_P Ketika pekerjaan tidak standar, limbah proses akan meningkat karena kurangnya pemahaman tentang kapasitas teknologi yang tersedia  M_W Ketika standar tidak ditetapkan, waktu akan dihabiskan untuk mencari, menangkap, bergerak, merakit, yang menghasilkan peningkatan waiting parts.  Transportation  T_O Barang-barang diproduksi lebih dari yang dibutuhkan karena didasarkan pada kapasitas handling system sehingga dapat meminimalkan biaya pengangkutan per unit.	D_T	Memindahkan bagian yang rusak ke stasiun pengerjaan ulang					
D_W Defect membutuhkan pengerjaan ulang sehingga akan membutuhkan waktu menunggu untuk diproses.  Motion  M_I Metode kerja yang tidak terstandarisasi menyebabkan tingginya jumlah pekerjaan dalam proses  M_D Kurangnya pelatihan dan standarisasi berarti persentase cacat akan meningkat  M_P Ketika pekerjaan tidak standar, limbah proses akan meningkat karena kurangnya pemahaman tentang kapasitas teknologi yang tersedia  M_W Ketika standar tidak ditetapkan, waktu akan dihabiskan untuk mencari, menangkap, bergerak, merakit, yang menghasilkan peningkatan waiting parts.  Transportation  T_O Barang-barang diproduksi lebih dari yang dibutuhkan karena didasarkan pada kapasitas handling system sehingga dapat meminimalkan biaya pengangkutan per unit.		akan meningkatkan intensitas transportasi yaitu kegiatan					
M_I Metode kerja yang tidak terstandarisasi menyebabkan tingginya jumlah pekerjaan dalam proses  M_D Kurangnya pelatihan dan standarisasi berarti persentase cacat akan meningkat  M_P Ketika pekerjaan tidak standar, limbah proses akan meningkat karena kurangnya pemahaman tentang kapasitas teknologi yang tersedia  M_W Ketika standar tidak ditetapkan, waktu akan dihabiskan untuk mencari, menangkap, bergerak, merakit, yang menghasilkan peningkatan waiting parts.  Transportation  T_O Barang-barang diproduksi lebih dari yang dibutuhkan karena didasarkan pada kapasitas handling system sehingga dapat meminimalkan biaya pengangkutan per unit.		transportasi yang sia-sia					
M_I Metode kerja yang tidak terstandarisasi menyebabkan tingginya jumlah pekerjaan dalam proses  M_D Kurangnya pelatihan dan standarisasi berarti persentase cacat akan meningkat  M_P Ketika pekerjaan tidak standar, limbah proses akan meningkat karena kurangnya pemahaman tentang kapasitas teknologi yang tersedia  M_W Ketika standar tidak ditetapkan, waktu akan dihabiskan untuk mencari, menangkap, bergerak, merakit, yang menghasilkan peningkatan waiting parts.  Transportation  T_O Barang-barang diproduksi lebih dari yang dibutuhkan karena didasarkan pada kapasitas handling system sehingga dapat meminimalkan biaya pengangkutan per unit.	D_W	Defect membutuhkan pengerjaan ulang sehingga akan					
M_I Metode kerja yang tidak terstandarisasi menyebabkan tingginya jumlah pekerjaan dalam proses  M_D Kurangnya pelatihan dan standarisasi berarti persentase cacat akan meningkat  M_P Ketika pekerjaan tidak standar, limbah proses akan meningkat karena kurangnya pemahaman tentang kapasitas teknologi yang tersedia  M_W Ketika standar tidak ditetapkan, waktu akan dihabiskan untuk mencari, menangkap, bergerak, merakit, yang menghasilkan peningkatan waiting parts.  Transportation  T_O Barang-barang diproduksi lebih dari yang dibutuhkan karena didasarkan pada kapasitas handling system sehingga dapat meminimalkan biaya pengangkutan per unit.		membutuhkan waktu menunggu untuk diproses.					
jumlah pekerjaan dalam proses  M_D Kurangnya pelatihan dan standarisasi berarti persentase cacat akan meningkat  M_P Ketika pekerjaan tidak standar, limbah proses akan meningkat karena kurangnya pemahaman tentang kapasitas teknologi yang tersedia  M_W Ketika standar tidak ditetapkan, waktu akan dihabiskan untuk mencari, menangkap, bergerak, merakit, yang menghasilkan peningkatan waiting parts.  Transportation  T_O Barang-barang diproduksi lebih dari yang dibutuhkan karena didasarkan pada kapasitas handling system sehingga dapat meminimalkan biaya pengangkutan per unit.	Motion						
M_D Kurangnya pelatihan dan standarisasi berarti persentase cacat akan meningkat  M_P Ketika pekerjaan tidak standar, limbah proses akan meningkat karena kurangnya pemahaman tentang kapasitas teknologi yang tersedia  M_W Ketika standar tidak ditetapkan, waktu akan dihabiskan untuk mencari, menangkap, bergerak, merakit, yang menghasilkan peningkatan waiting parts.  Transportation  T_O Barang-barang diproduksi lebih dari yang dibutuhkan karena didasarkan pada kapasitas handling system sehingga dapat meminimalkan biaya pengangkutan per unit.	M_I	Metode kerja yang tidak terstandarisasi menyebabkan tingginya					
akan meningkat  M_P Ketika pekerjaan tidak standar, limbah proses akan meningkat karena kurangnya pemahaman tentang kapasitas teknologi yang tersedia  M_W Ketika standar tidak ditetapkan, waktu akan dihabiskan untuk mencari, menangkap, bergerak, merakit, yang menghasilkan peningkatan waiting parts.  Transportation  T_O Barang-barang diproduksi lebih dari yang dibutuhkan karena didasarkan pada kapasitas handling system sehingga dapat meminimalkan biaya pengangkutan per unit.		jumlah pekerjaan dalam proses					
M_P Ketika pekerjaan tidak standar, limbah proses akan meningkat karena kurangnya pemahaman tentang kapasitas teknologi yang tersedia  M_W Ketika standar tidak ditetapkan, waktu akan dihabiskan untuk mencari, menangkap, bergerak, merakit, yang menghasilkan peningkatan waiting parts.  Transportation  T_O Barang-barang diproduksi lebih dari yang dibutuhkan karena didasarkan pada kapasitas handling system sehingga dapat meminimalkan biaya pengangkutan per unit.	M_D	Kurangnya pelatihan dan standarisasi berarti persentase cacat					
karena kurangnya pemahaman tentang kapasitas teknologi yang tersedia  M_W Ketika standar tidak ditetapkan, waktu akan dihabiskan untuk mencari, menangkap, bergerak, merakit, yang menghasilkan peningkatan waiting parts.  Transportation  T_O Barang-barang diproduksi lebih dari yang dibutuhkan karena didasarkan pada kapasitas handling system sehingga dapat meminimalkan biaya pengangkutan per unit.		akan meningkat					
tersedia  M_W Ketika standar tidak ditetapkan, waktu akan dihabiskan untuk mencari, menangkap, bergerak, merakit, yang menghasilkan peningkatan waiting parts.  Transportation  T_O Barang-barang diproduksi lebih dari yang dibutuhkan karena didasarkan pada kapasitas handling system sehingga dapat meminimalkan biaya pengangkutan per unit.	M_P	Ketika pekerjaan tidak standar, limbah proses akan meningkat					
M_W Ketika standar tidak ditetapkan, waktu akan dihabiskan untuk mencari, menangkap, bergerak, merakit, yang menghasilkan peningkatan waiting parts.  Transportation  T_O Barang-barang diproduksi lebih dari yang dibutuhkan karena didasarkan pada kapasitas handling system sehingga dapat meminimalkan biaya pengangkutan per unit.		karena kurangnya pemahaman tentang kapasitas teknologi yang					
mencari, menangkap, bergerak, merakit, yang menghasilkan peningkatan waiting parts.  Transportation  T_O Barang-barang diproduksi lebih dari yang dibutuhkan karena didasarkan pada kapasitas handling system sehingga dapat meminimalkan biaya pengangkutan per unit.		tersedia					
peningkatan waiting parts.  Transportation  T_O Barang-barang diproduksi lebih dari yang dibutuhkan karena didasarkan pada kapasitas handling system sehingga dapat meminimalkan biaya pengangkutan per unit.	M_W	Ketika standar tidak ditetapkan, waktu akan dihabiskan untuk					
Transportation  T_O Barang-barang diproduksi lebih dari yang dibutuhkan karena didasarkan pada kapasitas handling system sehingga dapat meminimalkan biaya pengangkutan per unit.		mencari, menangkap, bergerak, merakit, yang menghasilkan					
T_O Barang-barang diproduksi lebih dari yang dibutuhkan karena didasarkan pada kapasitas <i>handling system</i> sehingga dapat meminimalkan biaya pengangkutan per unit.		peningkatan waiting parts.					
didasarkan pada kapasitas <i>handling system</i> sehingga dapat meminimalkan biaya pengangkutan per unit.		Transportation					
meminimalkan biaya pengangkutan per unit.	T_O	Barang-barang diproduksi lebih dari yang dibutuhkan karena					
		didasarkan pada kapasitas handling system sehingga dapat					
T I Material handling equipment (MHE) vang tidak mencukuni		meminimalkan biaya pengangkutan per unit.					
	T_I	Material handling equipment (MHE) yang tidak mencukupi					
menyebabkan inventory memengaruhi proses lainnya.		menyebabkan inventory memengaruhi proses lainnya.					

Tabel 2. 1 Penjelasan waste relationship (lanjutan)

T_D	MHE memainkan peran penting dalam waste transportasi. MHE					
	yang tidak cocok kadang-kadang dapat merusak item dan					
	mengakibatkan defect.					
T_M	Ketika barang-barang diangkut tidak pada tempatnya, ini berarti					
	ada motion waste yang lebih tinggi yang dihasilkan oleh double					
	handling atau double searching.					
T_W	Jika MHE tidak mencukupi, ini berarti akan ada idle time					
	menunggu untuk diangkut					
	Process					
P_O	Untuk mengurangi biaya operasi per mesin, mesin didorong					
	untuk beroperasi fulltime, yang akhirnya menghasilkan					
	overproduction					
P_I	Menggabungkan operasi dalam satu sel akan menghasilkan					
	penurunan jumlah WIP secara langsung karena menghilangkan					
	buffer					
P_D	Jika mesin tidak dipelihara dengan baik, akan cenderung					
	menghasilkan defect.					
P_M	Adanya teknologi baru dari proses, tetapi kurang pelatihan akan					
	menimbulkan motion waste.					
P_W	Ketika teknologi yang digunakan tidak sesuai, waktu setup dan					
	downtime berulang akan menyebabkan waiting time yang tinggi.					
	Waiting					
W_O	Sebuah mesin kadang menunggu karena pasokan material belum					
	datang, tetapi kadang-kadang dipaksa untuk menghasilkan lebih					
	banyak, hanya agar tetap berjalan.					
W_I	Menunggu berarti lebih banyak barang daripada yang dibutuhkan					
	pada titik tertentu, apakah itu RM, WIP, atau FG.					
W_D	Waiting items dapat menyebabkan defects karena kondisi yang					
	tidak sesuai.					
<u> </u>	•					

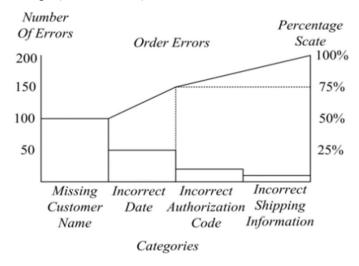
Sumber: (Rawabdeh, A model for the assessment of waste in job shop environments, 2005)

#### 2.11 Seven Tools

Seven tools menurut Gasperz (1998) adalah alat-alat yang dapat digunakan untuk pengendalian kualitas. Seringkali juga sebagai problem solving, sehingga berbagai lini produksi dapat menggunakan metodologi dalam problem solving tersebut untuk melaukan perbaikan. Ada berbagai teknik yang dapat digunakan antara lain lembar pengecekan (check sheet), peta pengendali (control chart), diagram pareto, histogram, flow chart, scatter diagram, dan diagram sebab akibat (fishbone). Seven tools merupakan alat pengendali kualitas dalam statistik yang paling sederhana dalam menyelesaikan masalah.

#### 2.11.1 Diagram Pareto

Diagram pareto adalah grafik balok dan grafik baris yang menggambarkan perbandingan masing-masing jenis data terhadap keseluruhan (Yamit, Z. 2010:54). Dengan memakai diagram Pareto, dapat terlihat masalah mana yang dominan sehingga dapat mengetahui prioritas penyelesaian masalah. Diagram pareto adalah bermanfaat untuk mengidentifikasi beberapa isu utama dengan menerapkan aturan perbandingan 80 : 20, artinya 80% peningkatan dapat dicapai dengan memecahkan 20% masalah terpenting yang dihadapi (Yamit, 2010).



Gambar 2.4 Diagram Pareto

#### 2.11.2 Check Sheet

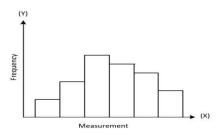
Merupakan sebuah lembar sederhana yang digunakan untuk mengumpulkan data pada saat *real-time* dan pada lokasi dimana data tersebut muncul serta dapat diobservasi mengenai satu atau beberapa *variable* (Yamit, 2010).

Check Sheet Data Jenis Kerusakan				
Kerusakan	Januari	Februari	Maret	Total
A	//	/	/	4
В	///	//	/	5
C	/	//	///	6
D	/	//	//	5
Total	7	7	7	20

Gambar 2.5 Contoh check sheet

# 2.11.3 Histogram

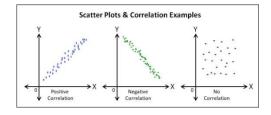
Merupakan salah satu metode untuk membuat rangkuman tentang data sehingga data tersebut mudah dianalisa, yang menyajikan distribusi data secara grafik tentang seberapa sering elemen-elemen dalam proses muncul (Yamit, 2010)



Gambar 2.6. Contoh Histogram

### 2.11.4 Scatter Diagram

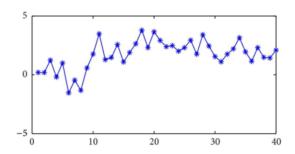
Scatter diagram atau disebut juga dengan diagram pencar adalah grafik yang menampilkan hubungan antara dua variabel apakah hubungan antara dua variabel tersebut kuat atau tidak yaitu antara faktor proses yang mempengaruhi proses dengan kualitas produk (Yamit, 2010)



Gambar 2.7. scatter diagram

#### 2.11.5 Control Chart

Pada dasarnya *control chart* adalah berupa rekaman data suatu proses yang sudah berjalan. Bila data yang terkumpul sebagian besar berada dalam batas pengendalian, maka dapat disimpulkan bahwa proses berjalan dalam kondisi stabil. *Control chart* merupakan alat ampuh yang mengendalikan proses, asalkan penggunaannya dipahami secara benar (Ariani, 2004). Grafik ini mendeteksi penyimpangan abnormal dengan bantuan grafik garis (Tjiptono dkk, 2001).



Gambar 2.8. Control chart

## 2.11.6 Flow Chart

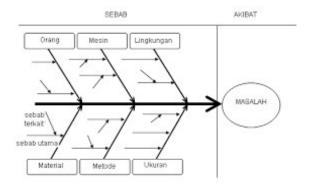
Flowchart menggambarkan urutan aktifitas atau aliran sebuah proses/kegiatan baik bahan baku dan indormasi dalam suatu poses yang dapat membantu orang-orang yang terlibat dalam proses untuk memahami dengan baik dengan cara memberikan gambaran langkah-langkah yang dibutuhkan untuk mengindikasi bahwa perusahaan tersebut menunjukkan kinerja yang tidak terlalu buruk (Evans dkk, 2007).

No.	Simbol	Nama Simbol	Keterangan
1.		Input/Output	Sebagai media masukan dan keluaran dari data
2.		Process	Menggambarkan proses transformasi dari data masuk menjadi keluar
3.		Predifined Process	Menggambarkan proses yang masih berisi proses lain didalamnya
4.		Preparation	Sebagai pemberian nilai awal
5.		Start/End	Sebagai awal dan akhir program
6.	$\bigcirc$	Connector	Sebagai penghubung satu halaman
7.	$\Diamond$	Decision	Sebagai media untuk melakukan pemilihan
8.		Off-Page Connector	Sebagai penghubung beda halaman
9.		Data Flow	Simbol yang menggambarkan arus data yang mengalir

Gambar 2.9. Flow chart

# 2.11.7 Diagram Sebab Akibat (Fishbone Diagram)

Diagram sebab akibat dimulai dengan akibat sebuah masalah dan membuat daftar terstruktur dari penyebab-penyebab utama (Pande dkk, 2000). Diagram sebab akibat digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisa suatu proses atau situasi dan menemukan kemungkinan penyebab suatu persoalan atau masalah yang terjadi. Manfaat dari diagram ini adalah dapat memisahkan penyebab dari gejala, memfokuskan perhatian pada hal-hal relevan, serta dapat diterapkan pada setiap masalah (Tjiptono dkk, 2001)



Gambar 2.10. Bentuk umum Diagram sebab akibat

Dari Gambar 2.10 diatas terdapat 6 kategori penyebab dalam suatu permasalahandiantaranya :

- a. Orang (tenaga kerja)
- b. Mesin/peralatan
- c. Metode Kerja
- d. Material/bahan
- e. Lingkungan/media
- f. Ukuran

### 2.12 Waste Assesment Questionnaire

Penetuan jenis waste dapat ditentukan dengan waste assesment questionnaire. Masing-masing dari pertanyaan dalam kuesioner mewakili sebuah aktivitas, kondisi atau kebiasaan yang mengarah pada satu tipe waste. Pertanyaan yang dibuat beberapa merupakan jenis pertanyaan "Dari", yaitu menunjukkan waste yang menjadi sebab atau berpengaruh terhadap waste yang lain dan beberapa pertanyaan merupakan jenis pertanyaan "Ke", yaitu menunjukkan waste yang menjadi akibat bagi waste yang berhubungan dengannya. Setiap pertanyaan memiliki pilihan nilai skor 1, 0.5, dan 0. Pertanyaan tersebut kemudian dikategorikan ke dalam kelompok man, machine, material, dan method (Rawabdeh, A model for the assessment of waste in job shop environments, 2005).

Adapun langkah-langkah untuk dapat menghitung nilai waste dengan waste assesment questionnaire adalah sebagai berikut :

- a. Mengelompokkan dan menghitung jumlah pertanyaan kuesioner "Dari" dan "ke" pada setiap jenis *waste*.
- b. Memasukkan bobot awal pertanyaan kuesioner berdasarkan dari *waste* relationship matrix.
- c. Menghilangkan pengaruh variasi jumlah pertanyaan untuk tiap jenis pertanyaan dengan membagi bobot setiap baris dengan jumlah pertanyaan yang dikelompokkan (Ni) untuk setiap pertanyaan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$S_{j} = \sum_{K=1}^{K} \frac{W_{j,k}}{N_{i}} \text{ untuk setiap tipe } waste j$$
 (1)

dimana:

Si = skor waste

Wj = bobot hubungan dari tiap jenis waste

K = nomor pertanyaan (berkisar antara 1 sampai 68)

Ni = Jumlah pertanyaan yang dikelompokkan

- d. Menghitung jumlah skor (Sj) berdasarkan persamaan (1) dan frekuensi (Fj) dari munculnya nilai pada tiap kolom *waste* dengan mengabaikan nilai 0 (nol)
- e. Memasukkan nilai dari hasil kuesioner (nilai rata-rata jawaban) ke dalam tiap bobot nilai di tabel dengan menggunakan persamaan berikut :

$$s_j = \sum_{K=1}^{K} X_k x \frac{W_{j,k}}{N_i}$$
 untuk setiap tipe waste j (2)

Dimana:

sj = total untuk nilai bobot *waste* 

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

- f. Menghitung jumlah skor (*sj*) bedasarkan persamaan (2) dan frekuensi (*fj*) untuk tiap nilai bobot pada kolom *waste*.
- g. Menghitung indikator awal untuk tiap *waste* (Yj) dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Y_{j} = \frac{s_{j}}{s_{j}} \times \frac{f_{j}}{F_{j}} \text{ untuk setiap tipe } waste j$$
 (3)

dimana:

Yj = faktor indikasi awal dari setiap jenis waste

fj = frekuensi untuk sj

 $F_i = \text{frekuensi untuk Si}$ 

h. Menghitung nilai *final waste factor* (Yj final) dengan memasukkan faktor probabilitas pengaruh antara jenis *waste* (Pj) berdasarkan total "Dari" dan "ke" pada *waste relationship matrix*. Kemudian memprosentasekan bentuk Yj final yang diperoleh sehingga bisa diketahui peringkat level dari masing-masing *waste*. Yj final dapat dihasilkan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Y_j$$
 final= $Y_j$  x  $P_j$ untuk setiap tipe waste j  
 $Y_j$  final= $\frac{s_j}{S_j}$  x  $\frac{f_j}{F_j}$  x  $P_j$ untuk setiap tipe waste j (4)

dimana:

Yj = faktor akhir dari setiap jenis *waste* 

Pj = probabilitas pengaruh antar jenis *waste* 

### 2.13 Root Cause Analysis

Upaya penelitian pada industri yang tergolong high-risk seperti industri penerbangan dan pembangkit listrik tenaga nuklir telah banyak dilakukan pada kajian-kajian keselamatan / safety pada tahun 1990. Salah satu upaya penelitian yang penting yang diadopsi dari industri ini untuk menginvestigasi berbagai insiden ialah Root Cause Analysis (RCA)(Peerally, Carr, Waring, & Dixon-Woods, 2016). Root cause analysis adalah proses pemecahan masalah untuk melakukan investigasi ke dalam suatu masalah atau ketidaksesuaian masalah yang ditemukan. Root cause analysis membutuhkan investigator untuk menemukan solusi atas masalah dan memahami penyebab mendasar suatu situasi dan memperlakukan masalah tersebut dengan tepat, sehingga dapat mencegah terjadinya kembali permasalahan yang sama. Oleh karena itu root cause analysis melibatkan pengidentifikaisn dan pengelolaan proses, prosedur, kegiatan, aktivitas, perilaku atau kondisi(BRC Global Sandard, 2012).

Root cause analysis digunakan untuk mengidentifikasi kejadian yang menghasilkan atau memiliki potensi permasalahan. Secara sederhana, root cause analysis adalah alat yang dirancang untuk membantu mengidentifikasi apa, bagaimana, dan mengapa suatu peristiwa terjadi.

Ketika peneliti mampu menentukan mengapa suatu peristiwa atau kegagalan terjadi, maka mereka dapat menentukan langkah-langkah perbaikan yang bisa diterapkan dan mencegah kejadian masa depan dari jenis yang diamati.

Salah satu metode untuk mencari akar penyebab permasalahan adalah dengan pendekatan 5-Whys (Perry & Mehltretter, 2018). Pendekatan 5-Whys merupakan metode mengajukan pertanyaan yang digunakan untuk mengeksplorasi penyebab hubungan yang mendasari masalah. Investigator terus bertanya pertanyaan Mengapa?' Sampai kesimpulan yang berarti tercapai.

### 2.14 Perhitungan Harga Perkiraan Sendiri (HPS)

## 2.14.1 Definisi Harga Perkiraan Sendiri (HPS)

Menurut Peraturan Presiden No.16 Tahun 2018 Tentang pengadaan barang/jasa di lingkungan pemerintah, Harga Perkiraan Sendiri (HPS) adalah perkiraan harga barang/jasa yang ditetapkan oleh PPK (Pejabat Pembuat Komitmen) pada pengadaan barang/jasa pemerintah setelah spesifikasi ditetapkan, langkah berikutnya adalah menyusun harga perkiraan sendiri (HPS) yang akan digunakan dasar menilai kewajaran harga penawaran dari calon penyedia.

HPS dihitung secara keahlian dan menggunakan data/informasi yang dapat dipertanggungjawabkan. Data/informasi yang dapat digunakan untuk menyusun HPS antara lain:

- a. Harga setempat yaitu harga barang/jasa di lokasi barang/jasa diproduksi/diserahkan/dilaksanakan, menjelang dilaksanakannya pemilihan Penyedia;
- b. Informasi biaya/harga satuan yang dipublikasikan secara resmi oleh Kementerian/Lembaga/Pemerintah Daerah;
- c. Informasi biaya/harga satuan yang dipublikasikan secara resmi oleh asosiasi. Yang dimaksud dengan asosiasi adalah asosiasi profesi keahlian, baik yang berada di dalam negeri maupun di luar negeri. Informasi biaya/harga satuan yang dipublikasikan termasuk pula sumber data dari situs web komunitas internasional yang menayangkan informasi biaya/harga satuan profesi

keahlian di luar negeri yang berlaku secara internasional termasuk dimana Pengadaan Barang/Jasa akan dilaksanakan;

- d. Daftar harga/biaya/tarif barang/jasa setelah dikurangi rabat/ potongan harga (apabila ada) yang dikeluarkan oleh pabrikan/distributor/agen/pelaku usaha;
- e. Inflasi tahun sebelumnya, suku bunga pinjaman tahun berjalan dan/atau kurs tengah Bank Indonesia valuta asing terhadap Rupiah;
- f. Hasil perbandingan biaya/harga satuan barang/jasa sejenis dengan Kontrak yang pernah atau sedang dilaksanakan;
- g. Perkiraan perhitungan biaya/harga satuan yang dilakukan oleh konsultan perencana (engineer's estimate);
- h. Informasi biaya/harga satuan barang/jasa di luar negeri untuk tender/seleksi internasional; dan/atau
- i. Informasi lain yang dapat dipertanggungjawabkan

Total HPS merupakan hasil perhitungan HPS ditambah Pajak Pertambahan Nilai (PPN). HPS tidak boleh memperhitungkan biaya tak terduga, biaya lain-lain, dan Pajak Penghasilan (PPh). Nilai HPS bersifat terbuka dan tidak bersifat rahasia. Sedangkan rincian harga satuan bersifat rahasia, kecuali rincian harga satuan tersebut telah tercantum dalam Dokumen Anggaran Belanja.

# 2.14.2 Macam Harga Perkiraan Sendiri (HPS)

Perhitungan HPS untuk masing-masing jenis barang/jasa sebagai berikut:

#### a. Barang

Perhitungan HPS untuk barang harus memperhitungkan komponen biaya antara lain:

- 1) Harga barang;
- 2) Biaya pengiriman;
- 3) Keuntungan dan biaya overhead;
- 4) Biaya instalasi;
- 5) Suku cadang;
- 6) Biaya operasional dan pemeliharaan; atau
- 7) Biaya pelatihan.

Perhitungan komponen biaya disesuaikan dengan survei yang dilakukan.

# b. Pekerjaan Konstruksi

Perhitungan HPS untuk Pekerjaan Konstruksi berdasarkan hasil perhitungan biaya harga satuan yang dilakukan oleh konsultan perencana (*Engineer's Estimate*) berdasarkan rancangan rinci (*Detail Engineering Design*) yang berupa Gambar dan Spesifikasi Teknis.Perhitungan HPS telah memperhitungkan keuntungan dan biaya *overhead* yang wajar untuk pekerjaan konstruksi sebesar 15% (lima belas persen).

#### c. Jasa Konsultansi

Perhitungan HPS untuk Jasa Konsultansi dapat menggunakan:

### 1) Metode Perhitungan berbasis Biaya (cost-based rates)

Perhitungan HPS yang menggunakan metode perhitungan tarif berbasis biaya terdiri dari :

- a) Biaya langsung personel (Remuneration); dan
- b) Biaya langsung non personel (*Direct Reimbursable Cost*).

Biaya Langsung Personel adalah biaya langsung yang diperlukan untuk membayar remunerasi tenaga ahli berdasarkan Kontrak. Biaya Langsung Personel telah memperhitungkan gaji dasar (*basic salary*), beban biaya sosial (*social charge*), beban biaya umum (*overhead cost*), dan keuntungan (*profit/fee*).

Biaya Langsung Non Personel adalah biaya langsung yang diperlukan untuk menunjang pelaksanaan Kontrak yang dibuat dengan mempertimbangkan dan berdasarkan harga pasar yang wajar dan dapat dipertanggungjawabkan serta sesuai dengan perkiraan kegiatan. Biaya Non Personel dapat dibayarkan secara *Lumsum*, Harga Satuan dan/atau penggantian biaya sesuai yang dikeluarkan (*at cost*).

### 2) Metode Perhitungan Berbasis Pasar (market-based rates)

Perhitungan HPS yang menggunakan metode perhitungan berbasis pasar dilakukan dengan membandingkan biaya untuk menghasilkan keluaran pekerjaan/output dengan tarif/harga yang berlaku di pasar. Contoh: jasa konsultansi desain halaman situs web.

## 3) Metode Perhitungan Berbasis Keahlian (value-based rates)

Perhitungan HPS yang menggunakan metode perhitungan berbasis keahlian dilakukan dengan menilai tarif berdasarkan ruang lingkup keahlian/reputasi/hak eksklusif yang disediakan/dimiliki jasa konsultan tersebut. Contoh: jasa konsultansi penilai integritas dengan menggunakan sistem informasi yang telah memiliki hak paten.

## d. Jasa Lainnya

Perhitungan HPS untuk Jasa Lainnya harus memperhitungkan komponen biaya sesuai dengan ruang lingkup pekerjaan antara lain:

- 1) Upah Tenaga Kerja;
- 2) Penggunaan Bahan/Material/Peralatan;
- 3) Keuntungan dan biaya overhead;
- 4) Transportasi; dan
- 5) Biaya lain berdasarkan jenis jasa lainnya.

### 2.15 Workload Analysys

Salah satu variabel yang penting dalam perhitungan *material handling* adalah waktu transfer atau waktu pengiriman. Waktu siklus pengiriman adalah waktu yang diperlukan untuk melakukan pekerjaan dengan urutan kerja yang telah ditentukan untuk proses yang ditangani oleh 1 orang operator (Kusnadi, 2009). Perhitungan *delivery cycle time* (Tc) menggunakan persamaan (5) sebagai berikut:

$$Tc = Tl + \frac{Ld}{Vc} + Tu + \frac{Le}{Ve}$$
 (5)

### Dimana:

Tc = waktu siklus pengiriman (menit/delivery)

T1 = waktu yang dibutuhkan untuk *loading* (menit)

Ld = jarak yang ditempuh antara stasiun *loading* dan *unloading* (meter)

Le = jarak yang ditempuh tanpa muatan (meter)

Vc = kecepatan saat membawa muatan (meter/menit)

Ve = kecepatan alat angkut tanpa muatan (meter/menit)

Available time adalah proporsi total waktu perpindahan bahwa kendaraan operasional tidak rusak atau sedang diperbaiki (Hadiguna dan Setiawan, 2008). Perhitungan available time (AT) dapat dihitung berdasarkan persamaan (6)

$$AT = 60 \times A \times Tf \times E \tag{6}$$

$$A = \frac{MTBR - MTTR}{MTBR} \tag{7}$$

Dimana:

A = Availability

MTBR = waktu rata-rata antar kerusakan (menit)

MTTR = waktu rata-rata untuk mereparasi (menit)

Tf = waktu rata-rata untuk mereparasi (menit)

E = Worker efficiency

Work load adalah jumlah kegiatan yang harus diselesaikan oleh seseorang ataupun sekelompok orang selama periode waktu tertentu dalam keadaan normal (Hadiguna dan Setiawan, 2008).

$$WL = Rf x Tc$$
 (8)

Dimana:

Rf = Delivery Requirement Product (delivery/menit)

Tc = waktu siklus pengiriman (menit/delivery)

### 2.16 Simulasi Arena

Perangkat lunak simulasi ARENA 14.0 merupakan perangkat lunak simulasi yang berbasis *Graphical User Interface (GUI)*. Pembuat model tidak lagi harus membuat perangkat lunak berupa baris perintah, tetapi cukup menggambarkan dan memasukkan variabel dan parameternya. Disamping itu perangkat lunak ARENA 14.0 ini dapat melakukan animasi setiap kali simulasi dijalankan, sehingga perilaku sistem dapat ditampilkan secara numerik dan visual pada hasil simulasi. Hal terpenting yang harus ditekankan pada seluruh perangkat lunak simulasi adalah pembuatan model konseptual harus valid untuk dapat menghasilkan model perangkat lunak yang valid pula. Dengan adanya kemudahan dalam memodelkan secara

perangkat lunak ini maka diharapkan analis dapat melakukan analisa dengan lebih mendalam dan luas dalam mengenali sistem dan membuat model konseptualnya.

Model simulasi dalam ARENA 14.0 disusun atas blok-blok modul dimana setiap modul mewakili suatu *event*, aktivitas, sumber daya, server, ataupun logika aturan tertentu. Tiap blok modul tersebut berisikan data-data yang bersesuaian secara numerik maupun atribut. Semua model dalam ARENA 14.0 mempunyai satu model kontrol, yaitu modul *simulate* yang bertugas untuk mengontrol jalannya simulasi. Pengguna dapat mendefinisikan suatu *identifier* tersendiri yang disesuaikan dengan kebutuhan studi, selain luaran simulasi yang mengikuti standar ARENA 14.0. Luaran ARENA 14.0 ditampilkan setiap kali *running* selesai dilakukan, dalam bentuk *text* yang dapat dibaca pada *Notepad*, sehingga luaran ini dapat disimpan dalam *file text*. Modul simulate hanya menjalankan simulasi dalam satu replikasi saja, namun bisa juga menjalankan beberapa replikasi sesuai dengan kebutuhan (Banks dkk., 1996).

#### 2.17 Posisi Studi

Tabel 2.2 menunjukkan beberapa penelitian yang dilakukan sebelumnya dengan metode *Lean Production* menggunakan *tools Value Stream Mapping (VSM)*, *Root Cause Analysis (RCA)* dan simulasi sebagai berikut.

Tabel 2. 2 Penelitian sebelumnya

No	Nama Peneliti	Tahun	Judul penelitian	Metode
1	Taufik Widayat	2019	Aplikasi Lean Production /	Lean
			Construction untuk mengurangi	construction,
			waste pada konstruksi pipa gas	pareto diagram
				dan fishbone
				diagram, dan
				management
				risiko proyek
2	Vivy Brillinani	2018	Penerapan Lean Thinking untuk	Lean Production,
	Putri		Mereduksi Waste pada proses	RCA, dan FMEA

			Produksi Gula di PT PG Rajawali	
			I Unit PG Krebet Baru	
3	Alfa Yohan	2015	Perbaikan Proses Produksi dengan	Lean Production
	Wailan Elean		Pendekatan Lean Manufacturing	dan <i>RCA</i>
			di Pabrik Gula Aren Masarang	
			Tomohon	
4	Satya	2012	Penentuan Jumlah Operator	Simulasi Arena
	Sudaningtyas		Optimal dengan metode simulasi	
5	Bobby Chandra	2015	Studi simulasi proses pemuatan	Simulasi Arena
	Saputra		dan penimbangan container	
			ekspor dengan tujuan	
			meminimalkan staple (Studi kasus	
			di PT. WINA, Gresik)	
6	Yuli Dwi	2016	Efisiensi material handling	Simulasi
	Astanti,		(forklift) guna meminimasi biaya	ProModel
	Puryani, Vertha		sewa menggunakan simulasi	
	Fuji Rizky S.			
7	Yudo Haryo	2014	Penentuan jumlah forklift pada	Simulasi Arena
	Kusumo,		proses pemuatan di Gudang PT.	
	Nurhadi		CM dengan menggunakan metode	
	Siswanto,		simulasi diskrit	
	Bobby Oedy P.			
	Soepangkat			
8	Astri Kurnia	2015	Simulasi perbaikan sistem proses	Simulasi Arena
			muat barang jadi dengan	
			mempertimbangkan biaya	
			investasi (Studi kasus : PT. XYZ	
			Surabaya)	

Penelitian yang ditulis oleh Taufik Widayat tahun 2019 berjudul "Aplikasi Lean Production / Construction untuk mengurangi waste pada konstruksi pipa gas (studi kasus proyek pembangunan pipa gas Semare *tie in* KM 19 pipa porong – grati PT Pertamina Gas". Tujuan dalam penelitian ini adalah (1) mengetahui apakah metode *lean construction* cocok diterapkan dalam proyek konstruksi pipa gas di perusahaan (2) mengetahui pada tahapan / bidang yang cocok diaplikasikan pendekatan *lean construction* dengan mempertimbangkan tipikal pelaksanaan proyek pemasangan pipa gas yang ada di perusahaan (3) mengidentifikasi aktivitasaktivitas yang tergolong dalam *waste* pada kegiatan proyek EPC pembangunan pipa gas terkait *engineering work*. (4) memberikan saran dan rekomendasi kepada perusahaan untuk upaya-upaya perbaikan dengan pendekatan aplikasi *lean construction* yang tepat pada proyek EPC pembangunan pipa gas terkait dengan *engineering work*. Metode yang digunakan dalam menyelesaikan persoalan ini ialah dengan: *project scope management, work breakdown structure, project schedulling, big picture mapping*, identifikasi aliran material dan informasi, identifikasi *waste*, penentuan *critical waste*, analisa *waste* menggunakan pareto diagram dan *fishbone* diagram, dan *management* risiko proyek.

Penelitian dalam tesis yang ditulis oleh Vivy Brilliani Putri tahun 2018 berjudul "Penerapan Lean Thinking Untuk Mereduksi Waste pada proses Produksi Gula di PT PG Rajawali I Unit PG Krebet Baru". Tujuan Penelitian ini adalah: (1) mengidentifikasi aktivitas-aktivitas produksi yang menimbulkan waste dan aktivitas non-value added di PT. PG. Rajawali 1 Unit PG. Krebet Baru, (2) Menganalisa faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya waste dan aktivitas non-value added., (3) Memberikan usulan perbaikan untuk meningkatkan produktivitas dengan meminimalkan waste. Metode yang digunakan dalam penyelesaian kasus yang dipakai di dalam penelitian ini ialah value stream mapping (VSM) waste assesment questionnaire (WAQ), waste relationship matrix (WRM), value stream.

Penelitian dalam Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi yang ditulis oleh Alfa Yohan Wailan Elean dan Moses Laksono Singgih tahun 2015 yang berjudul "Perbaikan Proses Produksi dengan Pendekatan *Lean Manufacturing* di Pabrik Gula Aren Masarang Tomohon". Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi dan mereduksi *waste* yang terjadi pada proses produksi gula aren. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *value stream* mapping (VSM),

Rank Sum, value stream analysis tools (VALSAT), Process activity mapping (PAM) dan Root cause analysis (RCA).

Penelitian dalam jurnal teknik industri Vol. 13 No. 2 yang ditulis oleh Satya Sudaningtyas pada tahun 2012 yang berjudul "Penentuan Jumlah Operator Optimal dengan metode simulasi Arena" di Apotek Rumah Sakit X. Penelitian tersebut dilakukan untuk menerapkan metode simulasi pada suatu sistim pelayanan dalam rangka menentukan jumlah operator yang optimal agar performansi sistim tersebut dapat lebih baik. Performansi suatu sistim ditinjau dari waktu tunggu konsumen.

Penelitian dalam jurnal Matrik Vol. XVI no. 1 yang ditulis oleh Bobby Chandra Saputra pada tahun 2015 yang berjudul "Studi Simulasi proses pemuatan dan penimbangan container ekspor dengan tujuan meminimalkan staple (Studi kasus di PT. WINA, Gresik)". Penelitian dengan bantuan software Arena dengan tujuan **(1)** mensimulasikan ekspor dari awal hingga akhir. proses (2) Dapat mengidentifikasi dan menganalisa setiap proses yang dilalui untuk mengetahui letak bottel neck yang tinggi. (3) Menentukan skenario alternatif yang terbaik dengan membandingkan dengan kondisi sebelumnya dari masing-masing skenario.

Penelitian dalam jurnal teknik industri dan informasi Vol. 5 No.1 yang ditulis oleh Yuli Dwi Astanti, Puryani, Vertha Fuji Rizky S. pada tahun 2016 dengan judul "Efisiensi material *handling (forklift)* guna meminimasi biaya sewa menggunakan simulasi" menggunakan *software* simulasi ProModel dengan tujuan mengetahui jumlah *forklift* yang lebih efisien dengan cara mensimulasikan perpindahan material yang diangkut oleh *forklift*.

Penelitian yang dilakukan Yudo Haryo Kusumo, Nurhadi Siswanto, Bobby Oedy P. Soepangkat pada tahun 2014 adalah mengenai simulasi proses *loading* pada PT. CM. Penelitian tersebut bertujuan untuk penentuan alokasi jumlah *forklift* dengan minimasi biaya yang dihitung dari perhitungan antara biaya investasi *forklift* dengan biaya lembur serta biaya penalti. Penelitian tersebut hanya mensimulasikan dalam batasan ruang lingkup proses *loading* di area *loading dock*.

Penelitian yang dilakukan Astri Kurnia pada tahun 2014 dengan judul "Simulasi perbaikan sistem proses muat barang jadi dengan mempertimbangkan biaya investasi (Studi kasus : PT. XYZ Surabaya)". Penelitian tersebut dilakukan

pada proses muat barang jadi dengan menerapkan metode simulasi arena untuk mensimulasikan rekomendasi perbaikan proses mulai dari proses *picking* sampai dengan barang masuk ke container untuk meningkatkan *output* container dengan tetap mempertimbangkan biaya investasi dan biaya penambahan *resources*.

Berdasarkan beberapa penilitan terdahulu tersebut, Bachtiar Rosihan Aghda dan Nurhadi Siswanto (2020) melakukan penelitian pemodelan integrasi proses handling pupuk (in-bag) dari proses pengantongan, proses handling oleh forklift, dan proses pemuatan yang dilatar belakangi permasalahan adanya idle forklift. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi waste dengan konsep lean production menggunakan tools value stream mapping karena tools tersebut mampu menggambarkan secara value stream 3 lini dan mengidentifikasinya dengan proses wawancara dan kuesioner studi. Penyebab *waste* dominan dilakukan pemeringkatan dengan pareto diagram karena 80% dari kumulatif waste disebabkan oleh 20% penyebab waste dan akan dilakukan analisa lebih lanjut sebagai prioritas perbaikan kemudian menganalisanya menggunakan 5 whys tools untuk dilakukan proses perbaikan. Hasil perbaikan kemudian divalidasi dari penggambaran future value stream mapping yang dibuat dengan mensimulasikannya menggunakan software arena 14.0 untuk kemudian menghitung nilai rekomendasi Owner Estimate (OE) dari harga sewa forklift perusahaan PT. Petrokimia Gresik. Dapat disimpulkan bahwa perbedaan penelitian ini terletak pada metode yang digunakan merupakan penggabungan 2 metode yaitu metode Lean Production dan simulasi arena 14.0.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

### BAB3

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan langkah dan metode penelitian yang dilakukan untuk mereduksi waste dan memvalidasi proses perbaikan dengan mensimulasikan handling pupuk in-bag dalam software Arena 14.0 pada proses handling pupuk di gudang penjualan PT Petrokimia Gresik. Metode penelitian merupakan strategi dalam pelaksanaan yang mencakup aturan dan tahapan penelitian agar dapat dipahami oleh pihak lain. Penelitian ini dilakukan melalui 3 tahapan yang sistematis, yaitu:

- 1. Pengumpulan dan Pengolahan data
- 2. Tahap analisa hasil dan pembahasan
- 3. Tahap kesimpulan dan saran

Adapun diagram alir / flow chart penelitian ini sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.1.

# 3.1 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini ditujukan untuk mendapatkan dua macam data, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh peneliti secara langsung dengan melakukan pencatatan waktu (*time motion study*), wawancara, dan kuesioner studi, sedangkan data sekunder adalah data yang diperoleh peneliti dari sumber yang ada yang berasal dari data-data internal perusahaan. Data primer didapatkan dari wawancara dan memberikan kuesioner yang diperoleh dari beberapa responden yang berasal dari : kepala regu *group* A/B/C/D unit alat berat, kepala regu pengantongan, kepala seksi gudang di 5 gudang penjualan gresik, kepala bagian pengantongan produksi dan kepala bagian gudang gresik. Sedangkan data sekunder didapatkan dari data dokumentasi / *history* proses pengantongan, proses *handling* pupuk, serta data pengeluaran *truck* dan data teknis terkait proses *handling* di 5 gudang penjualan.

Hasil yang diharapkan dari pengumpulan data primer dan sekunder adalah sebagai berikut :

- 1. Aliran material, informasi, dan waktu selama proses dari pengantongan hingga pemuatan di 5 gudang penjualan.
- 2. Identifikasi informasi *waste* yang termasuk dalam tujuh *waste* di setiap spot dalam proses *handling* pupuk di 5 gudang penjualan.

Setelah seluruh data terkumpul, dilakukan tahapan pengolahan data melalui beberapa tahapan berikuti ini :

## 1. Pembuatan value stream mapping

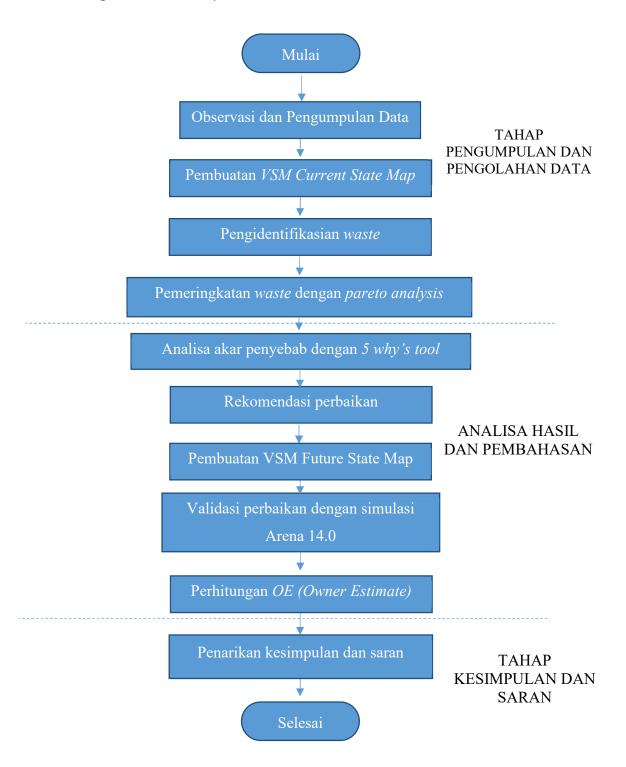
Setelah mendapatkan data aliran material, informasi, dan waktu selama proses *handling* kemudian disusunlah *value stream mapping*. Ada lima fase / tahapan dalam membuat *value stream mapping*, yaitu :

- 1. Record customer requirement atau mencatat kebutuhan pelanggan
- 2. Add information flow atau menambahkan aliran informasi
- 3. Add physical flow atau menambahkan aliran fisik
- 4. *Linking physical and information flows* atau menghubungkan arus fisik dan informasi
- 5. Complete big picture map atau membuat peta yang lengkap Simbol-simbol big picture mapping yang biasa dipakai sebagaimana ditampilkan pada Gambar 2.2 pada bab studi pustaka yang telah lalu.

### 2. Pengidentifikasian waste

Identifikasi dan pengukuran waste digunakan untuk mengetahui sebab akibat antar waste. Proses identifikasi ini menggunakan wawancara dan diskusi dengan responden, dimana tiap jenis waste yang teridentifikasi dan terukur mempunyai hubungan keterkaitan sebab dan akibat antara jenis waste lainnya. Pengumpulan data waste dilakukan dengan wawancara langsung atau cara lain dalam pengidentifikasian waste ialah dengan pengamatan langsung ke Gudang Penjualan serta mambandingkan kondisi proses handling. Tahap identifikasi dengan wawancara adalah pengukuran terhadap jenis waste yang terdapat pada value stream sistem handling pupuk. Proses identifikasi ini disesuaikan dengan jenis-jenis waste. Waste yang akan diidentifikasi dalam penelitian ini adalah tujuh macam waste sebagaimana yang telah dijelaskan oleh Taiichi Ohno, yaitu: overproduction,

defects, unnecessary inventory, inappropriate processing, excessive transportation, waiting, dan unnecessary motion.



Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian

#### 3. Pemeringkatan waste dominan

Pemeringkatan *waste* dominan dilakukan dengan cara penyebaran kuesioner kepada 5 responen yaitu Kepala Seksi Gudang Penjualan, Kepala Regu Alat Berat, Kepala Regu Pengantongan, Kepala Bagian Gudang Gresik, Kepala Bagian Pengantongan. Skor yang diberikan untuk pemeringkatan *waste* adalah diantara 1 – 10 yang kemudian dioalah diagram pareto untuk mengetahui *waste* dominan.. Dengan menggunakan prinsip pareto 80/20, artinya 80% dari kumulatif *waste* disebabkan oleh 20% penyebab *waste* yang akan dilakukan analisa lebih lanjut sebagai prioritas perbaikan. Setelah *waste* utama ditentukan dengan *pareto* selanjutnya dilakukan konversi nilai dengan menggunakan matriks *Value Stream Analysis Tools (VALSAT)* sehingga *tools* apa yang akan dipakai untuk mengolah data sebagai usulan perbaikan setelah analisa akar penyebab terjadinya *waste* pada proses *handling* pupuk di Gudang Penjualan PT Petrokimia Gresik diketahui.

#### 3.2 Tahap analisa hasil dan pembahasan

Root cause analysis dilakukan berdasarkan hasil identifikasi waste yang paling berpengaruh yang telah diperoleh pada tahap analisa menggunakan pareto. Tools yang akan digunakan dalam analisa akar penyebab masalah ini ialah 5 why's tool, yaitu menyusun tabel pertanyaan 5 mengapa pada tiap waste. Jawaban dari pertanyaan tersebut didapatkan dengan cara pengamatan langsung, wawancara, dan perbandingan kondisi lapangan. Diharapkan jawaban pada pertanyaan mengapa yang ke-lima ialah akar penyebab terakhir yang apabila diselesaikan maka akan hilang permasalahan atau waste yang ada. Pada langkah 5 why's tersebut setiap waste diuraikan atau dibagi lagi menjadi sub-waste yang lebih detail. Kemudian setiap sub-waste tersebut dianalisa menggunakan pertanyaan mengapa hingga 5 kali mengapa.

Setelah analisa faktor penyebab *waste* dengan menggunakan akar penyebab masalah berhasil ditelusuri, langkah selanjutnya ialah membuat *future value stream mapping handling* pupuk *in-bag* dari beberapa usulan alternatif dan rekomendasi perbaikan dengan harapan proses yang baru dapat terdokumantasikan dengan baik, terdapat percepatan proses, serta memenuhi kebutuhan *customer* karena mampu menghilangkan *non-value added activity*.

Langkah selanjutnya adalah proses validasi hasil perbaikan dengan simulasi menggunakan software Arena 14.0. Model konseptual dari simulasi dimulai dari proses pengantongan oleh tenaga borong dengan beberapa data pendukung seperti jumlah resources yang terlibat, waktu, dan detail aktifitas proses pengantongan, kemudian proses handling pupuk oleh forklift dengan data pendukung jumlah forklift yang terlibat beserta waktu dan detail aktifitas kegiatannya sampai dengan proses muat oleh tenaga borong dan truk dengan data pendukung jumlah resources, waktu, dan detail aktifitas kegiatannya. Perbaikan yang dilakukan dibuktikan dengan proses validasi dengan melakukan simulasi dengan tujuan untuk melihat workload sistem, idle time yang terjadi apakah telah terminimalisir, dan dapat melihat utilisasi forklift sehingga workload dapat seimbang antara forklift satu dengan yang lainnya yang menunjukkan proses telah optimal.

Dari langkah validasi tersebut, langkah terakhir adalah penyusunan *Owner Estimate (OE)* untuk *forklift* sewa yang dilakukan perusahaan. Setelah mengetahui jumlah *forklift* optimal di 5 gudang penjualan juga dapat mengetahui jumlah operator *forklift* sehingga dapat diketahui *Owner Estimate (OE)* sebagai bahan negosiasi kepada penyedia jasa dengan harapan meminimasi harga sewa.

#### 3.3 Tahap Kesimpulan dan Saran

Tahapan terakhir dalam penelitian ini ialah kesimpulan dan saran. Kesimpulan dan saran diberikan terhadap hasil analisa dan interpretasi yang telah dirumuskan sebelumnya. Pada kesimpulan ini dijawab semua yang ada dalam tujuan penelitian, yaitu (1) identifikasi aktivitas-aktivitas yang menimbulkan waste di 5 Gudang Penjualan PT Petrokimia Gresik. (2) analisa faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya waste di Gudang Penjualan PT Petrokimia Gresik. (3) usulan jumlah forklift optimal di Gudang Penjualan PT. Petrokimia Gresik. (4) Usulan harga Owner Estimate (OE) untuk sewa forklift. Adapun saran adalah tahapan akhir yang memberikan usulan mengenai perbaikan dari penelitian yang serupa mengenai mereduksi waste di masa mendatang, agar diperoleh hasil penelitian yang lebih sempurna.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

#### **BAB IV**

#### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Penelitian dimulai dengan tahapan pengumpulan data dari data primer maupun data sekunder, kemudian dilakukan pengolahan data untuk mengidentifikasi *waste* dari permasalahan yang terjadi di 5 Gudang Penjualan PT. Petrokimia Gresik.

## 4.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan berdasarkan data primer meliputi perolehan data wawancara dan kuesioner dari karyawan yang mengerti akan proses maupun aktifitas gudang penjualan serta hasil observasi peneliti. Adapun data primer yang dibutuhkan sebagai berikut.

- Data proses handling dan pemetaan aktifitas di 5 Gudang Penjualan diperoleh dari observasi dan wawancara kepada Kepala Seksi Gudang, Kepala Regu Alat Berat, Kepala Regu Pengantongan, Kepala Bagian Gudang Gresik, dan Kepala Bagian Pengantongan.
- 2. Data identifikasi *waste* diperoleh dari observasi dan wawancara kepada Kepala Seksi Gudang, Kepala Regu Alat Berat, Kepala Regu Pengantongan, Kepala Bagian Gudang Gresik, dan Kepala Bagian Pengantongan.
- 3. Data waktu dan jarak untuk detail pemetaan aktifitas dilakukan dengan cara observasi langsung ke obyek pengamatan dengan *stopwatch/time motion study*.
- 4. Data pembobotan frekuensi *waste* yang terjadi diperoleh dari penyebaran kuesioner kepada Kepala Seksi Gudang, Kepala Regu Alat Berat, Kepala Regu Pengantongan, Kepala Bagian Gudang Gresik, dan Kepala Bagian Pengantongan.
- 5. Data penyebab *waste* dan akar penyebab diperoleh dari observasi dan wawancara langsung kepada Kepala Seksi Gudang, Kepala Regu Alat Berat, Kepala Regu Pengantongan, Kepala Bagian Gudang Gresik, dan Kepala Bagian Pengantongan.

Sedangkan data sekunder didapatkan dari catatan/laporan, dokumentasi, logsheet/log book maupun sistem yang dipakai perusahaan di ketiga unit kerja yang diteliti yaitu Departemen Produksi, Distribusi, dan Fabrikasi & Alat Berat.

#### 4.2. Gambaran Umum Perusahaan

Dalam rangka memenuhi kebutuhan pangan demi tercapainya kesejahteraan masyarakat, pemerintah berupaya memajukan sektor pertanian dengan cara meningkatkan produktivitas pertanian melalui pemenuhan pupuk yang berkualitas. Sesuai Keputusan Presiden Nomor 260 Tahun 1960 dan ketetapan MPRS Nomor II/MPRS/1960, awal berdirinya PT Petrokimia Gresik ditandai dengan adanya Proyek Petrokimia Surabaya sebagai Proyek Prioritas dalam Pola Pembangunan Nasional Semesta Berencana Tahap I (Tahun 1961 – 1969). Kontrak pembangunan proyek ditandatangani pada tanggal 10 Agustus 1964 dan mulai dilaksanakan pada tanggal 8 Desember 1964. Proyek Petrokimia Surabaya diresmikan oleh Presiden Republik Indonesia pada tanggal 10 Juli 1972, selanjutnya tanggal 10 Juli diabadikan sebagai Hari Jadi PT Petrokimia Gresik.



Gambar 4.1. Sejarah singkat berdirinya PT. Petrokimia Gresik (sumber : annual report 2019)

Di dalam perjalanannya perusahaan mengalami perubahan status, pada tahun 1971 sesuai PP Nomor 35/1971 menjadi Perum, pada tahun 1974 sesuai PP Nomor 35/1974 dan PP Nomor 14/1975 berubah menjadi Perseroan Terbatas. Berdasarkan PP Nomor 28/1997 PT Petrokimia Gresik menjadi anggota *Holding* PT Pupuk

Sriwidjaja (Persero). PT Petrokimia Gresik berlokasi di Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur dengan menempati lahan seluas 450 hektar. Pada awal berdirinya, perusahaan memproduksi Amoniak, Pupuk Urea dan Pupuk ZA. Hingga saat ini, PT Petrokimia Gresik telah memiliki berbagai bidang usaha dan fasilitas pabrik terpadu.

#### 4.2.1. Ikhtisar Produksi

Pada tahun 2019 kinerja produksi pupuk dan non pupuk di masing-masing pabrik PT Petrokimia Gresik terlihat pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Kinerja Produksi tahun 2019

(sumber: annual report 2019)

No	Pabrik	Produk	RKAP (ton)	Realisasi (ton)	%
1	Pabrik I	Amonia	1.010.000	949.700	94%
		Urea	821.000	906.472	110%
		ZA I, III	440.000	459.489	104%
2	Pabrik II	NPK	2.620.000	2.518.193	96%
		SP-36	500.000	479.433	96%
		ZK	16.000	14.364	90%
3	Pabrik III	Asam Sulfat	862.000	849.510	99%
		Asam Posfat	269.500	270.333	101%
		ZA II	239.806	238.903	99%
	Tota	1	6.778.306	6.686.397	99%

#### 4.2.2. Visi dan Misi Perusahaan

Adapun PT Petrokimia Gresik memiliki visi dan misi sebagai berikut :

VISI: Menjadi produsen pupuk dan produk kimia lainnya yang berdaya saing tinggi dan produknya paling diminati konsumen.

#### MISI:

- Mendukung penyediaan pupuk nasional untuk tercapainya program swasembada pangan.
- Meningkatkan hasil usaha untuk menunjang kelancaran kegiatan operasional dan pengembangan usaha perusahaan.

• Mengembangkan potensi usaha untuk mendukung dan berperan aktif dalam *community development* 

## 4.2.3. Struktur Organisasi Perusahaan

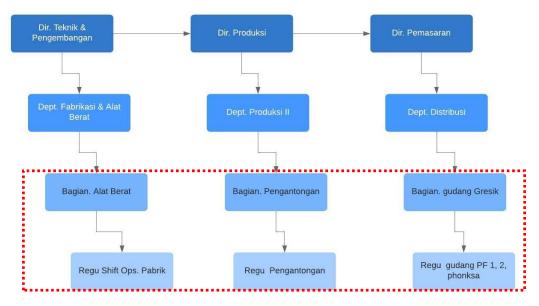
PT. Petrokimia Gresik memiliki struktur organisasi yang terdiri dari 5 direksi yaitu Direktur Utama, Direktur Teknik & Pengembangan, Direktur Keuangan, SDM & Umum, Direktur Pemasaran dan Direktur Produksi seperti terlihat pada Gambar 4.2 berikut.



Gambar 4.2. Jajaran Direksi PT. Petrokimia Gresik

#### 4.2.4. Struktur Organisasi di Gudang Penjualan

Sedangkan pada Gudang Penjualan memiliki 3 unit kerja yang terlibat dan terdiri dari integrasi 3 direktorat diantaranya: Dept. Produksi II (Direktorat Produksi), Dept. Distribusi (Direktorat Pemasaran), Dept. Fabrikasi & Alat berat (Direktorat Teknik & Pengembangan) terlihat pada Gambar 4.3 berikut.



Gambar 4.3. Struktur integrasi 3 unit kerja di Gudang Penjualan

## 4.3. Pengolahan Data

Setelah mengumpulkan data langkah selanjutnya yaitu pengolahan data, pengolahan data dibagi menjadi beberapa tahapan sebagai berikut :

- Mengetahui aliran informasi dan material pada proses handling pupuk inbag sehingga akan dilakukan penggambaran current value stream mapping.
- 2. Identifikasi *waste* dari observasi dan pengamatan langsung serta kuesioner untuk memperoleh data pembobotan *waste* dominan.
- 3. Identifikasi dan pemilihan *value stream mapping* dalam memetakan aliran proses *handling* pupuk *in-bag* menggunakan metode *value stream analysis tools* (VALSAT), analisa dilakukan setelah pemilihan dari pembobotan *waste* dari konversi nilai kuesioner di tahapan sebelumnya.

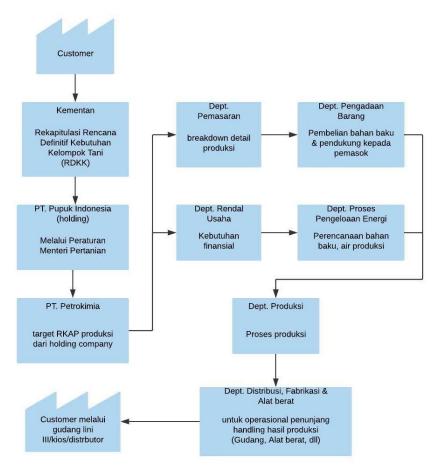
#### 4.3.1. Aliran Informasi

Aliran informasi untuk pemenuhan permintaan pupuk *in-bag* diperoleh dari wawancara dengan Kepala Bagian Gudang Gresik dan Kepala Bagian Pengantongan Produksi. Detail aliran informasi pada proses permintaan pupuk *in-bag* di PT Petrokimia Gresik sebagai berikut:

- 1. PT Petrokimia Gresik mendapatkan target produksi pupuk dari Rencana Kerja Anggaran Perusahaan (RKAP) yang ditetapkan oleh PT Pupuk Indonesia (PI) selaku *holding company*. Data permintaan diperoleh dari tren stok dan kebutuhan petani yang dikumpulkan pemerintah melalui permintaan petani dari luasan sawah yang tertuang pada RDKK (Rencana Definitif Kebutuhan Kelompok) Tani.
- 2. Kebutuhan pupuk tersebut kemudian tertuang pada ketentuan Permentan 47/Permentan/SR.310/11/2018 yang mewajibkan perusahaan memproduksi dan menyalurkan pupuk dari gudang produksi/penjualan pabrik (gudang gresik) ke gudang lini I (*Distribution Center*) hingga gudang lini ke-3/distributor.
- 3. Setelah memperoleh data target RKAP produksi yang ditargetkan oleh *holding company*, maka PT Petrokimia Gresik merencanakan proses produksi dibawah koordinasi dengan Dept. Pemasaran dan Dept. Perencanaan Pengendalian Usaha (Rendalha) untuk bisa menentukan

- stream days (waktu aktif pabrik beroperasi) yang telah memperhitungkan penjadwalan perawatan pabrik sehingga data produksi bulanan dapat direncanakan.
- 4. Setelah melalui Dept. Perencanaan Pengendalian Usaha, Dept. Produksi melalui bagian candal produksi melakukan koordinasi dengan Dept. Pengadaan dan Dept.Proses Pengelolaan Energi untuk mempersiapkan bahan baku, air produksi serta unit lainnya terkait sarana & prasarana termasuk pelabuhan dan alat berat.
- 5. Setelah melakukan perencanaan maka proses produksi dilakukan untuk memproduksi pupuk sesuai dengan target yang ditetapkan melalui bagian produksi.
- 6. Proses produksi dilakukan secara *continue* dengan proses 24 jam kerja yang kemudian memerlukan gudang penjualan (gudang pabrik gresik) untuk proses *inventory*, pemuatan maupun pengantongan dan memerlukan proses penjadwalan seperti penjadwalan kedatangan truk maupun ketersediaan alat berat serta tenaga yang lainnya yang dikoordinir oleh Dept. Distribusi.
- 7. Dept. Distribusi melalui bagian gudang gresik melakukan perencanaan sarana dan prasarana gudang penjualan termasuk didalamnya terdapat alat berat *forklift*, truk dan tenaga bongkar atau pengantongan serta mekanisme penyaluran pupuk lainnya.
- 8. Proses *handling* pupuk *in-bag* didalam gudang penjualan terdiri dari proses pengantongan, proses *handling* oleh *forklift*, dan proses pemuatan.
- 9. Setelah melalui proses *handling* didalam gudang penjualan maka dilakukan proses penyaluran pupuk oleh pemasok yang telah ditunjuk oleh perusahaan melalui Dept. Distribusi lengkap dengan pendataan keluar masuk truk melalui aplikasi yang telah dikembangkan.
- 10. Proses inspeksi terhadap hasil muat di jembatan timbang dilakukan sebagai proses akhir sebelum menuju ke gudang lini II & III yang telah dilakukan pemetaan ketersediaan pupuk oleh Dept. Distribusi.

Adapun skema aliran informasi terlihat pada Gambar 4.4. berikut.



Gambar 4.4. Skema aliran informasi

#### 4.3.2. Aliran Material

Aliran material untuk proses produksi pupuk dan *handling* pupuk *in-bag* di 5 gudang penjualan diperoleh dari wawancara dari Kepala Regu Pengantongan, Kepala Regu Alat Berat, Kepala Seksi Gudang gresik, Kepala Bagian gudang gresik, dan Kepala Bagian Pengantongan yang kemudian akan dilakukan penggambaran *current value stream mapping* di 5 gudang penjualan dengan *tools Big Picture Mapping*.

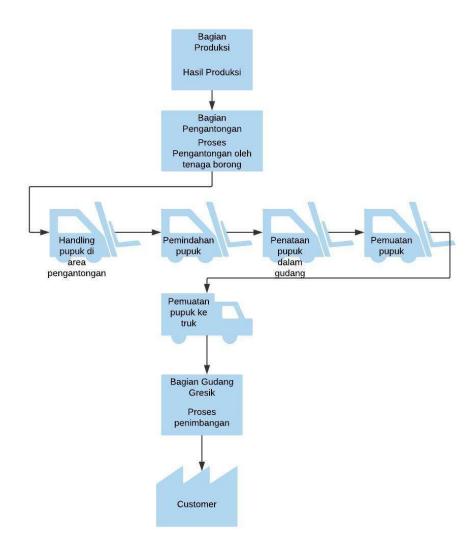
Aliran material pada proses handling pupuk in-bag adalah sebagai berikut :

- Pupuk di produksi secara continue 24 jam (3 shift) masing-masing di pabrik II (untuk pupuk NPK, Phonska, SP-36) dan Pabrik I (untuk ZA & Urea) dengan kapasitas masing-masing sebesar :
  - a. NPK (mesin pengantongan di Gudang Phospat/PF 2): 3600 ton/day
  - b. ZA (di Gudang ZA): 2100 ton/day

- c. Urea (di Gudang Urea): 1400 ton/day
- d. Phonska 1 (di Gudang Phonska): 2400 ton/day
- e. Phonska 2,3,4 (di Gudang phospat 1/PF1): 1800 ton/day
- f. SP-36 (di Gudang phospat 1/PF1): 1800 ton/day
- 2. Hasil produksi dalam bentuk butiran (*granulation*) ditampung pada suatu alat penampung/*hopper* untuk selanjutnya dilakukan pengantongan pupuk tiap 50 kg dimana terdapat 2 *hopper*/mesin pengantongan di setiap gudang penjualan.
- 3. Proses pengantongan pupuk 50 kg di 2 mesin pengantongan pada tiap gudang dilakukan oleh tenaga borong dengan kegiatan antara lain: proses buka *valve hopper* agar pupuk otomatis jatuh dengan prinsip kerja daya dorong dan gravitasi mesin *hopper*, proses penjahitan kantong pupuk di sisi atas, dan *delivery* pupuk melalui *conveyor* sistem dengan jarak 6 meter dari proses penjahitan untuk dilakukan proses penataan ke palet.
- 4. Proses penataan palet dilakukan oleh 2 tenaga borong dengan aktifitasnya yaitu pengangkatan pupuk 50 kg ke palet yang telah disiapkan oleh *forklift* pengantongan (*forklift-1*). Kapasitas 1 palet adalah 1.5 ton atau sebanyak 30 kantong.
- 5. Forklift-1 melakukan handling pupuk in-bag yang telah berada di palet, dengan adanya 2 sumber mesin pengantongan maka forklift dapat menata/menumpuk dari palet-1 ke palet-2 karena forklift memiliki kapasitas 3 ton (2 palet).
- 6. Setelah penumpukan 2 palet oleh *forklift* di area tersebut kemudian dilakukan mobilisasi *handling* ke bibir area penataan dengan tujuan untuk estafet dilakukan penarikan oleh *forklift-2*.
- 7. Forklft-2 melakukan mobilisasi pupuk 3 ton (2 palet) dari bibir area pengantongan ke area penataan untuk dilakukan penataan oleh forklift-3
- 8. Penataan oleh *forklift* tersebut berupa kegiatan penumpukan 2 palet ke tingkatan 2 palet berikutnya karena total ketinggian yang dijinkan bisa mencapai maksimal 6 palet.

- 9. Proses pemuatan dilakukan oleh *forklift-4* dengan melakukan pengambilan 2 palet (3 ton) secara random dari pupuk yang telah ditata oleh *forklift-3* pada proses sebelumnya untuk dilakukan mobilisasi di area pemuatan.
- 10. Setelah melakukan proses *handling* pupuk untuk pemuatan maka tenaga borong melakukan penataan dari tumpukan palet ke truk muat dengan kapasitas truk masing-masing sebesar 30 & 50 ton.
- 11. Langkah terakhir adalah proses penimbangan pupuk di jembatan timbang yang telah disediakan.

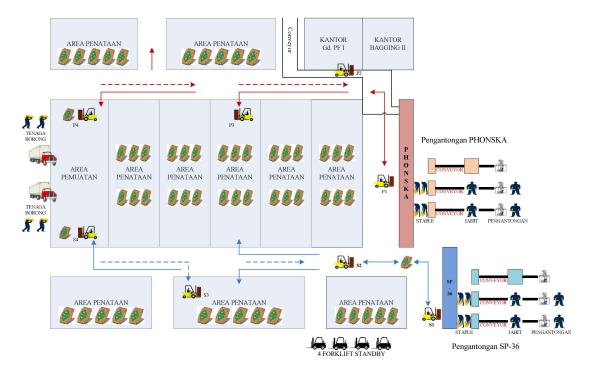
Masing-masing langkah yang telah dijabarkan tersebut memiliki waktu ratarata (*cycle time*) sesuai pengamatan/observasi lapangan.



Gambar 4.5. Skema Aliran Material

#### 4.3.3. Current Value Stream Mapping

Berdasarkan pengamatan di lapangan dan wawancara dengan pihak-pihak terkait, aktifitas *handling* di 5 Gudang Penjualan kemudian digambarkan dalam *big picture mapping*, pemetaan aktifitas dalam gudang oleh *resource* digambarkan pada *layout* gudang phospat 1 (PF 1) yang terlihat pada Gambar 4.6 berikut yang merupakan gudang dengan aktifitas paling padat karena terdapat 2 mesin pengantongan (2 jenis pupuk) untuk produk Phonska dan SP-36.



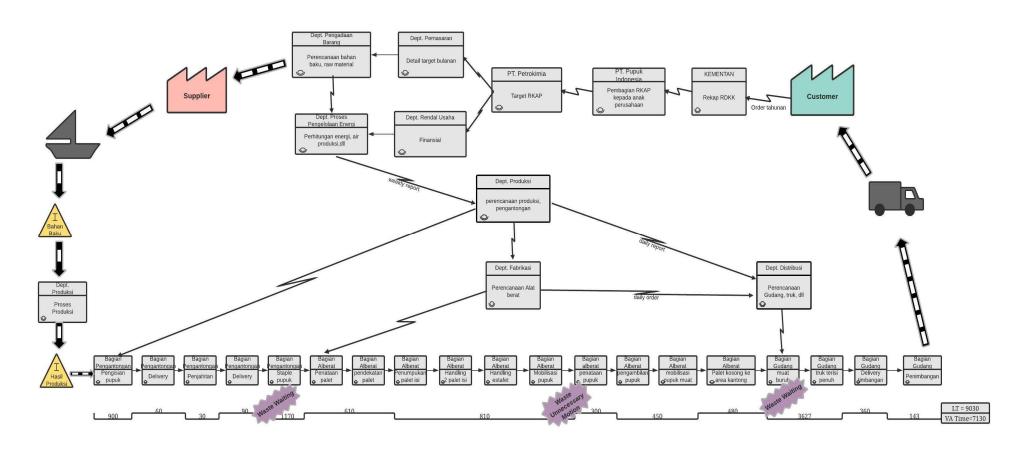
Gambar 4.6. Layout Gudang Phospat 1/PF 1

Aktifitas di gudang penjualan tersebut terdiri dari 3 aktifitas utama yaitu proses pengantongan oleh 4 tenaga borong (untuk masing-masing mesin), proses *handling* pupuk oleh 4 *forklift* (*dedicated* untuk masing-masing jenis pupuk), dan proses pemuatan oleh 2 tenaga muat juga di masing-masing jenis pupuk. Dari aktifitas tersebut masing-masing memiliki waktu antar kedatangan yang dijabarkan dalam *cycle time* yang terlihat pada Tabel 4.2 untuk kemudian dilakukan penggambaran *current value stream mapping*.

Tabel 4.2. Cycle Time proses handling pupuk in-bag pupuk SP-36

No	Kegiatan	Sub Kegiatan	Jumlah Resource	Jenis Resource	Waktu rata- rata (detik)		
Pros	es Pengantongan	D ' 1 ( (501 ) 1 ( ' ' 1	1 1	T D	000		
1	, ,	Pengisian kantong (50 kg) pupuk terisi penuh	1	Tenaga Borong	900		
2	Pengantongan	Delivery pupuk dari proses pengantongan ke penjahitan kantong	-	conveyor	60		
3	(30 ton)	Penjahitan kantong pupuk	1	Tenaga Borong	30		
4		Delivery pupuk dari penjahitan ke tenaga penata pupuk	-	conveyor	90		
5	Penataan Kantong	Penataan pupuk ke 1 palet (30 kantong @50 kg / 1.5 ton)	2	Tenaga Borong	1170		
	es Handling Fork			F 11:0 01	2.00		
6	Handling di	Penyiapan palet (kosong) ke samping bibir pengantongan (banyak palet)	4	Forklift S1	260		
7	area	Penyiapan palet (kosong) dari samping bibir pengantongan ke bibir pengantongan (4 palet)	1	Forklift S1	350		
8	pengantongan	Penumpukan palet 1 (isi pupuk) ke palet 2 (isi pupuk)	_	Forklift S1	170		
9		Handling 2 palet (isi) disiapkan ke bibir area penataan untuk estafet palet (isi)		Forklift S1	220		
10	Handling ke	Pengambilan 2 palet (isi) dari bibir area penataan	1	Forklift S2	180		
11	area penataan	Mobilisasi/handling 2 palet (isi) ke area penataan	1	Forklift S2	240		
12	Handling di area penataaan	Staple/Penataan 2 palet (isi) di area penataan	1	Forklift S3	300		
13	Handling	Pengambilan 2 palet (isi) dari area penataan		Forklift S4	180		
14	untuk	Handling 2 palet (isi) ke bibir area pemuatan	1	Forklift S4	270		
15	pemuatan	Handling palet kosong dari area pemuatan ke pengantongan	1	Forklift S4	480		
Pros	es Pemuatan			-			
16	Pemuatan (30	Proses bongkar pupuk dari palet ke truk (2 palet/3 ton)	2	Tenaga Borong	2626.6		
17	ton)	Truk terisi penuh pupuk (kapasitas truk 30 ton)	1	Truk	3626.6		
18	D . 1	perjalanan Truk ke jembatan timbang	1	Truk	360		
19	Penimbangan	Truk dalam proses penimbangan	1	Truk	143		
Total Cycle Time (detik)							
		Total Cycle Time (menit)			150.49		

Total waktu yang dibutuhkan untuk *handling* pupuk *in-bag* dari proses pengantongan hingga proses akhir penimbangan truk adalah 150.49 menit dengan *resource* yang terlibat antara lain adalah tenaga borong, *forklift*, dan truk. Aktifitas *handling* pupuk tersebut memerlukan integrasi 3 unit kerja yaitu bagian produksi (di proses pengantongan), bagian alat berat (di proses *forklift*), bagian gudang gresik (di proses pemuatan). Dari pemetaan aktifitas dalam gudang dan pencatatan waktu masing-masing aktifitas kemudian digambarkan dalam *big picture mapping tools* yang terlihat pada Gambar 4.7 berikut dimana total 1 siklus kegiatan (pemuatan 30 ton pupuk) membutuhkan 9030 detik atau 2,51 jam dengan *value added time* sebesar 7130 detik atau 1,98 jam.



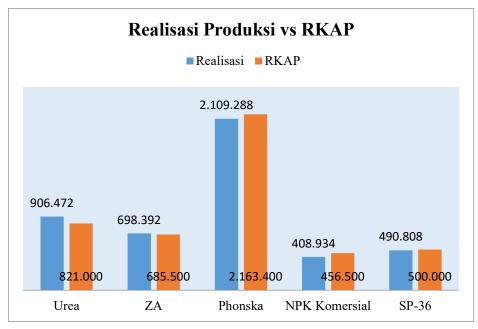
Gambar 4.7. Current Value Stream Mapping Proses Handling Pupuk In-bag

#### 4.3.4. Identifikasi Waste

Proses identifikasi *waste* dilakukan dengan cara pengamatan langsung di gudang penjualan, wawancara, dan mengolah *historical* data sekunder yang telah dikumpulkan sebelumnya. Adapun identifikasi *waste* menggunakan pendekatan tujuh tipe *waste* berdasarkan definisi Shiego Shingo (Hines & D., 2000), antara lain :

#### 1. Over Production (O):

Proses produksi pupuk yang mewajibkan PT Petrokimia Gresik untuk mengamankan stok pupuk (*make to stock*) memungkinkan terjadi pemborosan ini, hal tersebut terindikasi dari *historical* data produksi untuk masing-masing jenis pupuk sampai dengan tahun 2019 berikut.



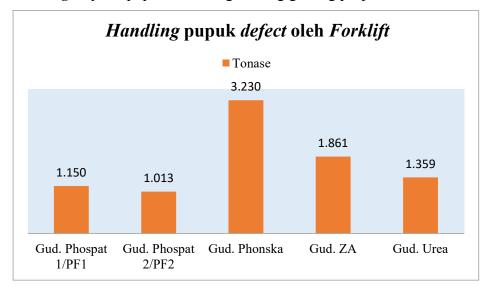
Gambar 4.8. Realisasi Produksi dibandingkan target.

Terlihat pada gambar tersebut, jenis pupuk yang diproduksi berlebih adalah produksi pupuk Urea dan ZA dengan masing-masing realisasi produksinya 906.472 ton dan 698.392 ton. Hal tersebut mengakibatkan perusahaan melakukan sewa *forklift* yang berlebih pula.

#### 2. *Defect (D)* :

Defect terindikasi dari banyaknya pupuk *in-bag* yang rusak dan dikembalikan kembali ke proses produksi (*Re-Prod*) dan membutuhkan forklift untuk proses pemindahannya. Hal tersebut berdampak

menimbulkan pemborosan biaya *handling* karena *forklift* melakukan sewa dengan *product based handling* (rupiah/ton). Berikut data tonase *handling re-prod* pupuk di masing-masing gudang penjualan.

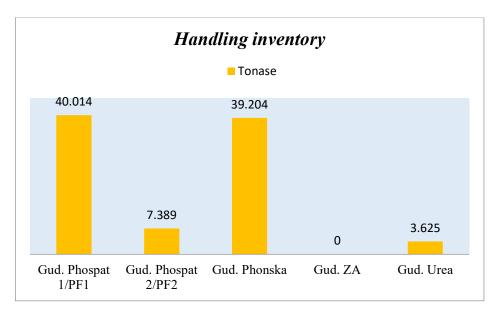


Gambar 4.9. Handling pupuk defect oleh forklift

Data tersebut didapatkan dari historical data selama tahun 2019 di 5 Gudang Penjualan dengan total pupuk defect yang di handling oleh forklift sebesar 8613 ton, hal tersebut terjadi karena beberapa kesalahan diantaranya di proses penjahitan, proses penataan oleh tenaga borong dan forklift serta terjatuh dari tumpukan. Terjadinya cacat pupuk tersebut terlihat sebelum proses muat pupuk oleh tenaga borong dan memerlukan forklift 4 untuk handling pupuk defect tersebut dikembalikan pada proses produksi.

## 3. *Unnecessary Inventory (I)*:

Inventory yang berlebih terindikasi dari banyaknya jumlah produksi namun kapasitas gudang yang tidak cukup sehingga diperlukan pemindahan ke open storage (di luar area gudang) yang memerlukan handling forklift yang menimbulkan biaya, hal tersebut bisa diakibatkan dari proses kedatangan truk yang tidak terjadwal. Terlihat pada Gambar 4.10 berikut.



Gambar 4.10. Penataan diluar area gudang.

Data tersebut diperoleh dari *historical* data tahun 2019 dengan total pupuk yang di *handling* menuju luar area gudang sebesar 90.232 ton.

## 4. *Inappropriate Process (P)*:

Tidak terdapat waste ini.

## 5. Excessive Transportation (T):

Jumlah *forklift* yang banyak terindikasi dari utilisasi atau *wokload* yang rendah di masing-masing gudang, *forklift* tersebut melakukan aktifitas yang tidak bernilai tambah pada proses *handling* pupuk seperti penataan palet, penumpukan palet dan lain sebagainya.

## 6. Unnecessary Motion (M):

Pergerakan *handling* pupuk *in-bag* yang bisa diminimalisir maupun bisa digabung oleh *resource* yang ada karena banyaknya waktu *idle*/diam, yang terindikasi dari adanya pergerakan yang sedikit dan menurut pengamatan pekerjaan tersebut bisa digabungkan dengan *forklift* lain yang ada seperti dilihat pada Tabel 4.3. berikut :

Tabel 4.3 Pergerakan Handling oleh Forklift

N o	Kegiatan	Sub Kegiatan	Jumlah <i>Resource</i>	Jenis Resource	cycle time rata- rata	Forklift setelah Pengga- bungan
1		Penyiapan palet (kosong) ke samping bibir pengantongan (banyak palet)		Forklift SI	26	Forklift SI
2	Handling di area	Penyiapan palet (kosong) dari samping bibir pengantongan ke bibir pengantongan (4 palet)	1	Forklift S1	35	Forklift S1
3	pengantong an	Penumpukan palet 1 (isi pupuk) ke palet 2 (isi pupuk)	1	Forklift SI	17	Forklift S1
4		Handling 2 palet (isi) disiapkan ke bibir area penataan untuk estafet palet (isi)		Forklift SI	22	Forklift SI
5	Handling ke area	Pengambilan 2 palet (isi) dari bibir area penataan	1	Forklift S2	18	Forklift S2
6	penataan	Mobilisasi/handling 2 palet (isi) ke area penataan	1	Forklift S2	24	Forklift S2
7	Handling di area penataaan	Staple/Penataan 2 palet (isi) di area penataan	1	Forklift S3	30	Forklift S2
8		Pengambilan 2 palet (isi) dari area penataan		Forklift S4	18	Forklift S3
9	Handling untuk pemuatan	Handling 2 palet (isi) ke bibir area pemuatan	1	Forklift S4	27	Forklift S3
10		Handling palet kosong dari area pemuatan ke pengantongan		Forklift S4	48	Forklift S3
	TO	OTAL <i>FORKLIFT</i>	4		265	3

## 7. Waiting:

Proses menunggu pada *handling* pupuk *in-bag* di gudang penjualan terindikasi dari 2 hal :

a. Menunggu waktu penataan pupuk (*batch*) di pengantongan Proses pengantongan terdiri dari 2 mesin pengantongan, masing-masing mesin pengantongan pupuk melewati proses pengantongan, penjahitan dan penataan untuk ditumpuk (*batch*) ke 1 palet oleh tenaga borong, waktu yang dibutuhkan untuk penataan ke palet sebesar 117 detik untuk tiap paletnya, hal tersebut dapat

mengakibatkan waktu tunggu *forklift* di area pengantongan dan kelangsungan proses selanjutnya menjadi terhambat.

#### b. Waktu proses pemuatan

Proses tunggu pemuatan kedalam bak truk terindikasi memiliki waktu muat yang lama yaitu sebesar 3627 detik atau sebesar 60 menit untuk truk dengan kapasitas 30 ton. Hal ini berpengaruh pada antrian dan jumlah keluaran produk pupuk yang di *handling*, di pengamatan awal tidak ada target waktu penyelesaian proses muat oleh tenaga borong.

Hasil identifikasi waste mendapatkan 6 jenis waste yang terjadi di gudang penjualan diantaranya: Overproduction, Unnecessary inventory, excessive transportation, Defect, unnecessary motion, Waiting. Waste-waste yang telah dijabarkan tersebut akan dilakukan pembobotan untuk mengetahui frekuensi waste yang sering terjadi dengan metode kuesioner pada masingmasing gudang penjualan dengan responden antara lain Kepala Seksi Gudang & Kepala Regu pengantongan di masing-masing gudang penjualan, Kepala Regu alat berat, Kepala Bagian pengantongan dan Kepala Bagian Gudang Gresik PT. Petrokimia Gresik.

#### 4.3.5. Identifikasi waste yang paling berpengaruh

Identifikasi *waste* yang paling berpengaruh pada proses *handling* pupuk *in-bag* dilakukan berdasarkan hasil pengisian kuesioner. Penyebaran kuesioner dilakukan untuk mengetahui tingkat keseringan terjadinya *waste* pada proses *handling* pupuk *in-bag* di 5 gudang penjualan. Kuesioner tersebut diberikan kepada Kepala Bagian Gudang Gresik (k1), Kepala Bagian Pengantongan (k2), Kepala Seksi Gudang (k3), Kepala Regu Alat Berat (k4), dan Kepala Regu Pengantongan (k5). Pembobotan yang dilakukan memiliki *range* nilai 1 – 10, dengan nilai maksimum 10 apabila jenis *waste* tersebut dirasa yang paling sering terjadi dan sebaliknya nilai minimum 1 apabila jenis *waste* tersebut tidak ada. Hasil identifikasi *waste* dominan dicontohkan pada gudang phospat 1 (PF-1) terlihat pada Tabel 4.4 berikut.

Tabel 4.4. Pembobotan waste di gudang PF-1

Jenis waste	Simbol	k1	k2	k3	k4	k5	Total	%
Excessive								
Transportation	T	4	3	4	3	4	18	11.0%
waiting	W	10	9	9	8	10	46	28.2%
Over Production	О	1	2	2	1	1	7	4.3%
Defect	D	5	6	5	6	6	28	17.2%
Unnecessary inventory	I	2	2	6	6	6	22	13.5%
Inappropriate process	P	1	1	1	1	1	5	3.1%
Unnecessary Motion	M	8	7	7	8	7	37	22.7%
	163	100.0%						

Berdasarkan hasil kuesioner yang dilakukan di gudang PF 1 tersebut maka waste paling dominan adalah waiting dengan nilai prosentase 28.2% dan dilanjutkan dengan waste unnecessary motion dengan prosentase nilai 22.7%. Untuk proses selanjutnya akan dilakukan proses konversi bobot dengan Value Stream Analysis Tools (VALSAT).

## 4.3.6. Value Stream Anaysis Tools (VALSAT)

Berdasarkan hasil pembobotan melalui kuesioner tersebut, maka dilakukan konversi keterkaitan ketujuh *waste* yang akan menjadi dasar untuk pemilihan *tools* yang relevan dengan pendekatan VALSAT *tools*. Konversi keterkaitan ketujuh waste tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut sedangkan hasil konversi matriks VALSAT dapat dilihat pada Tabel 4.6 berikut.

Tabel 4.5. Matriks konversi keterkatian waste

Jenis waste	PAM	SCRM	PVF	QFM	DAM	DPA	PS
Excessive Transportation	Н						L
waiting	Н	Н	L		M	M	
Over Production	L	M		L	M	M	
Defect	L			Н			
Unnecessary inventory	M	L	M		Н	M	L
Inappropriate process	Н	Н					
Unnecessary Motion	Н		L	Н			
Catatan : H	: High C	: High Corelation and Usefullnes					pengali

Catatan: H: High Corelation and Usefullnes: faktor pengali 9
M: Medium Corelation and Usefullnes: faktor pengali 3
L: Low Corelation and Usefullnes: faktor pengali 1

Sumber: (Hines and Taylor, 2002).

Tabel 4.6. Hasil konversi VALSAT matriks

Jenis waste	Total	PAM	SCRM	PVF	QFM	DAM	DPA	PS
Excessive Transportation	18	162						18
waiting	46	414	414	46		138	138	
Over Production	7	7	21		7	21	21	
Defect	28	28			252			
Unnecessary inventory	22	66	22	66		198	66	22
Inappropriate process	5	45	45					
Unnecessary Motion	37	333		111	37			
Konversi Nilai	1055	502	223	296	357	225	40	
(%) nilai prosentas	39.10%	18.61%	8.27%	10.97%	13.23%	8.34%	1.48%	

## Keterangan:

PAM : Process Activity Mapping

SCRM: Supply Chain Response Matrix

PVF : Product Variety Funnel

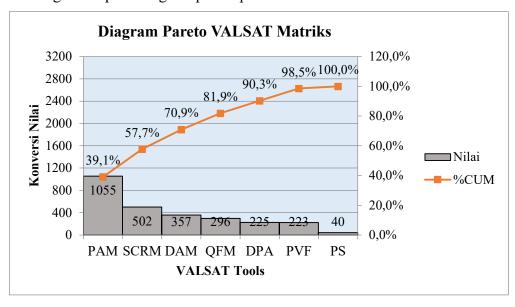
QFM : Quality Filter Mapping

DAM : Demand Amplification Mapping

DPA : Decision Point Analysis

PS : Physical Structure

Dari hasil konversi tersebut didapatkan *tools* yang digunakan untuk mengidentifikasi *waste* yang terjadi adalah PAM (*Process Activity Mapping*) dan tergambar pada diagram pareto pada Gambar 4.11 berikut.



Gambar 4.11. Diagram Pareto VALSAT Matriks.

## 4.3.7. Process Activity Mapping (PAM)

Process Activity Mapping merupakan pendekatan teknis yang biasa dipergunakan pada aktivitas dilantai produksi, namun tool ini juga dapat digunakan untuk mengindentifikasi lead time dan produktifitas baik aliran produk fisik atau aliran informasi tidak hanya dalam ruang lingkup perusahaan namun juga pada area lain dalam supplay chain. Konsep dalam tool ini adalah memetakan setiap aktifitas yang terjadi mulai dari operasi transportasi, inspeksi, delay, storage, kemudian mengelompokkan dalam tipe-tipe aktifitas yang ada mulai dari value added activity, non value added, dan necessary non value added activity.

Tujuan dari pemetaan ini adalah untuk membantu memahami aliran proses, mengidentifikasi adanya pemborosan, mengidentifikasi apakah suatu proses dapat diatur kembali menjadi lebih efisien, mengidentifikasi perbaikan proses handling pupuk in-bag kemudian menganalisa proporsi aktifitas yang tergolong Non Value added (NVA), Value added (VA) dan Necessary Non Value Added activity (NNVA). Aktivitas Non Value added (NVA) pada proses handling adalah aktifitas yang tidak memiliki nilai tambah dan proses handling bisa dilakukan oleh resource lain atau bisa dilakukan bersamaan. Aktifitas necessary non value added (NNVA) adalah aktifias yang tidak memiliki nilai tambah namun tidak bisa dihilangkan karena harus dilakukan oleh resource tertentu. Aktifitas value added (VA) adalah aktifitas yang memiliki nilai tambah pada proses handling, pekerjaan harus dilakukan dan jika tidak dilakukan akan mempengaruhi proses. Hasil Process Activity Mapping dapat dilihatkan pada Tabel 4.7 berikut.

Tabel 4.7. *Process Activity Mapping* proses *handling* pupuk *in-bag* di Gudang PF-1

No	Kegiatan	Sub Kegiatan	Jumlah Resource	Jenis <i>Resource</i>	Waktu rata-rata (detik)	Operation	Transport	Inspect	Store	Delay	VA/NVA/ NNVA
Proses Pengantongan											
1		Pengisian kantong (50 kg) pupuk terisi penuh	1	Tenaga	900	٧					VA
2	Pengantongan	Delivery pupuk dari proses pengantongan ke penjahitan kantong	-	conveyor	60		٧				NNVA
3	(30 ton)	Penjahitan kantong pupuk	1	Tenaga Borong	30	٧					VA
4		Delivery pupuk dari penjahitan ke tenaga penata pupuk	-	conveyor	90		٧				NNVA
5	Penataan Kantong	Penataan pupuk ke 1 palet (30 kantong @50 kg / 1.5 ton)	2	Tenaga Borong	1170	٧					NNVA
Pros	es Handling Fork	V .									
6		Penyiapan palet (kosong) ke samping bibir pengantongan (banyak palet)		Forklift S1	260	٧					NVA
7	Handling di area	Penyiapan palet (kosong) dari samping bibir pengantongan ke bibir pengantongan (4 palet)	1	Forklift S1	350	٧					NVA
8	pengantongan	Penumpukan palet 1 (isi pupuk) ke palet 2 (isi pupuk)		Forklift S1	170	٧					VA
9		Handling 2 palet (isi) disiapkan ke bibir area penataan untuk estafet palet (isi)		Forklift S1	220		٧				VA
10	Handling ke	Pengambilan 2 palet (isi) dari bibir area penataan	1	Forklift S2	180		٧				VA
11	area penataan	Mobilisasi/handling 2 palet (isi) ke area penataan	1	Forklift S2	240		٧				VA
12	Handling di area penataaan	Staple/Penataan 2 palet (isi) di area penataan	1	Forklift S3	300				٧		NVA
13	Handling	Pengambilan 2 palet (isi) dari area penataan		Forklift S4	180		٧				VA
14	untuk	Handling 2 palet (isi) ke bibir area pemuatan	1	Forklift S4	270		٧				VA
15	pemuatan	Handling palet kosong dari area pemuatan ke pengantongan		Forklift S4	480		٧				NVA
Pros	es Pemuatan										
16	Pemuatan (30 ton)	Proses bongkar pupuk dari palet ke truk (2 palet/3 ton)	2	Tenaga Borong	3626.6	٧					VA
17	(30 1011)	Truk terisi penuh pupuk (kapasitas truk 30 ton)	1	Truk		٧					VA
18	Penimbangan	perjalanan Truk ke jembatan timbang	1	Truk	360		٧				NNVA
19	1 Chimoangan	Truk dalam proses penimbangan	1	Truk	143			٧			VA

Berdasarkan pada Tabel 4.7 diatas, kemudian dibuat hasil perhitungan proporsi untuk mengetahui presentase antara aktifitas *value added (VA), non value added (NVA), necessary but non value added (NNVA),* serta kelima jenis aktifitas (*operation, transport, store, inpect, delay*). Hasil *resume* terlihat pada Tabel 4.8 berikut.

Tabel 4.8 Resume proporsi nilai untuk tiap aktifitas

Aktifitas	Jumlah	%	Waktu (detik)	%
Value Added	11	57.9%	5959.6	66.0%
Non Value Added	4	21.1%	1390	15.4%
Necessary Non Value Added	4	21.1%	1680	18.6%
Total	19	100%	9029.6	100%
Operation	8	42.1%	6506.6	72.1%
Tranportation	9	47.4%	2080	23.0%
Inspect	1	5.3%	143	1.6%
Store	1	5.3%	300	3.3%
Delay	0	0.0%	0	0.0%
Total	19	100%	9029.6	100%

Dari hasil tersebut, aktifitas Value Added di gudang PF-1 memiliki prosentase nilai terbesar yaitu 57.9% dengan waktu sebesar 5959.6 detik atau 1,65 jam, sedangkan aktifitas Non Value Added (NVA) dan Necessary Non Value Added (NNVA) masing-masing memiliki nilai sama sebesasr 21.1%. Aktifitas Non Value Added memiliki jumlah yang cukup banyak sehingga akan dianalisa lebih lanjut untuk perbaikannya. Sedangkan untuk aktifitas transportation memiliki prosentase nilai terbesar yaitu 47.4% dengan waktu 2080 detik atau 0.577 jam, hal ini dikarenakan proses handling pupuk sebagian besar dilakukan oleh peralatan bantu transportasi yaitu forklift dan truk. Data-data tersebut akan dilakukan analisa lebih lanjut dan akan dibandingkan dilakukan usulan setelah langkah alternatif perbaikan/improvement. Terutama untuk mengeliminasi waste di Gudang Penjualan PT Petrokimia Gresik.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

## BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dijelaskan tentang analisa dari hasil pengumpulan dan pengolahan data, serta usulan perbaikan untuk mereduksi *waste* untuk kemudian dilakukan validasi perbaikan menggunakan metode simulasi kejadian diskrit.

## 5.1. Penyebab terjadinya waste dengan Root Cause Analysis

Waste dominan telah diketahui dari melakukan penyebaran kuesioner dengan hasil waste waiting memiliki nilai tertinggi dengan prosentase 28.2% kemudian waste unnecessary motion dengan prosentase nilai 22.7%. Masingmasing waste ini akan dianalisa lebih lanjut dengan menggunakan 5 why's tools untuk mengetahui akar penyebab terjadinya pemborosan. Identifikasi akar penyebab dilakukan dengan melakukan wawancara, diskusi dengan berbagai pihak yang mengerti serta pengamatan langsung terhadap proses handling pupuk in-bag dengan pendekatan man, machine, methode, material dan environment, didapatkan hasil masing-masing sesuai dengan Tabel 5.1 dan Tabel 5.2 berikut.

Tabel 5.1. Root Cause Analysis pada waste waiting

Jenis Waste	Sub Waste	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
Waiting	Waktu	Proses	Ada	Automasi	Belum ada	Tenaga
	tunggu	manual	proses	membutuhkan	evaluasi	terbatas, biaya
	proses	oleh	lanjut	investasi yang	penggunaan	tenaga borong
	penataan	tenaga	handle	mahal	penambahan	tinggi Jika
	ke palet di	borong	pupuk		tenaga	dilakukan
	penganto-		oleh			penambahan
	ngan lama		forklift			dan
			di atas			mempengaruhi
			palet			harga kontrak

И	Vaiting	Waktu	Proses	Tidak	2 orang tenaga	Belum ada	Tenaga borong
		proses	manual	ada	tiap truk muat	evaluasi	terbatas dengan
		muat		target	dirasa cukup	penambahan	biaya borong
		karena		waktu	untuk	tenaga borong	yang tinggi
		tenaga		muat	memenuhi		
		borong			volume muat		
		lama					

Tabel 5.2. Root Cause Analysis pada waste unnecessary motion

Jenis Waste	Sub Waste	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
Unneces	Forklift-3	Workload	Forklift	Hanya	Sistem	Ada aktifitas
sary	memiliki	forklift 3	terlalu	melakukan	kontrak	yang bisa
Motion	pergerakan	rendah	banyak	penataan	lama perlu	digabung atau
	sedikit dan			dan	evaluasi	diminimalisir
	tidak perlu			penumpu-	jumlah	karena
				kan pupuk	forklift	pergerakan
						tidak penting

## 5.2. Rekomendasi perbaikan

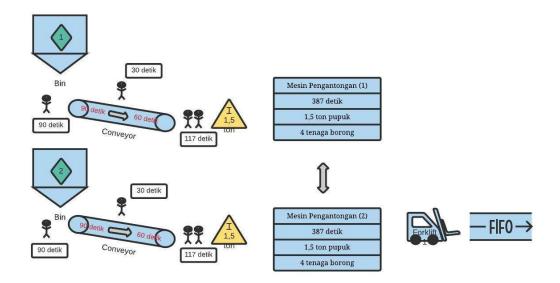
Pada langkah ini akan dilakukan rekomendasi perbaikan setelah akar penyebab teridentikasi untuk kemudian melakukan evaluasi atas hasil perbaikan tersebut.

#### 5.2.1. Rekomendasi perbaikan

## 1. Waste Waiting: waktu tunggu proses penataan lama

## Kondisi saat ini (kondisi existing):

Saat ini mesin yang aktif sebanyak 2 mesin pengantongan dengan kebutuhan tenaga borong di masing-masing mesin pengantongan adalah sebesar 4 tenaga, diantaranya 1 tenaga untuk proses kantong, 1 tenaga untuk proses penjahitan, dan 2 tenaga untuk penyiapan penataan pupuk ke palet. Total waktu yang dibutuhkan untuk pemenuhan 1 palet (1,5 ton atau 30 kantong) di awal proses adalah sebesar 387 detik atau 6.45 menit untuk setiap mesin pengantongan yang terlihat pada Gambar 5.1 berikut.



Gambar 5.1 Skema proses pengantongan

Terlihat pada Gambar 5.1 tersebut terdapat waktu yang lama yaitu proses penataan pupuk ke palet (untuk 1,5 ton pupuk) oleh 2 tenaga borong sebesar 117 detik, hal tersebut menjadikan banyaknya proses antrian/waktu tunggu dari proses sebelumnya karena pupuk dikirim melalui conveyor hanya memerlukan waktu sebesar 60 detik. Ketika 1 entitas (1,5 ton) terselesaikan penataan ke palet terdapat hampir 2 entitas yang mengantri di atas *conveyor* sistem sehingga terdapat waktu diam *forklift*.

## Rekomendasi perbaikan:

Melakukan penambahan 1 tenaga proses penataan di masing-masing mesin sehingga tenaga di kedua mesin terdapat 2 tenaga pengantongan, 2 tenaga penjahitan, dan 6 tenaga penataan yang bertujuan mengurangi waktu tunggu 1 entitas pupuk. Penambahan tenaga ini menyebabkan penurunan waktu proses penataan dari 117 detik menjadi 81 detik. Dilihatkan pada Tabel 5.3 berikut.

Tabel 5.3. Penambahan tenaga penataan

Jumlah Tenaga	Waktu Semula	Waktu Akhir	% peningkatan
2	117 detik	-	0
3 (penambahan 1)	117 detik	81 detik	30

# 2. Waste Waiting: Waktu tunggu muat oleh tenaga borong lama Kondisi saat ini (kondisi Existing):

Proses pemuatan oleh tenaga borong dilakukan setelah *forklift* melakukan pengambilan palet isi pupuk dari dalam gudang, proses dilakukan manual dengan cara melakukan pembongkaran kantong pupuk satu per satu (kantong pupuk berisi 50 kg) dan dipindahkan menuju bak/*flat* truk yang tersedia di bibir area pemuatan. Tenaga borong yang terlibat adalah 2 orang dengan waktu yang lama yaitu 3627 detik (60,45 menit) untuk 1 truk berkapasitas 30 ton.

#### Rekomendasi Perbaikan:

Penambahan tenaga borong untuk pemuatan bertujuan untuk mempercepat waktu muat ke truk, dengan meningkatnya waktu muat tersebut maka *handling forkflift* pupuk *in-bag* memiliki intensitas mobilisasi pupuk yang meningkat pula sehingga dapat meningkatkan workload *forklift*. Adapun simulasi penambahan tenaga borong terlihat pada tabel 5.4 berikut ini. Untuk kemudian dilakukan penambahan 2 tenaga borong sekaligus sehingga waktu menjadi berkurang 50% menjadi 1814 detik.

Tabel 5.4. Penambahan tenaga muat

Jumlah Tenaga	Waktu Semula	Waktu Akhir	% peningkatan
2	3627 detik	-	0
3 (penambahan 1)	3627 detik	2720 detik	25
4 (penambahan 2)	3627 detik	1814 detik	50

## 3. Waste Unnecessary Motion: Workload Forklift-3 sedikit Kondisi saat ini (kondisi existing).

Sesuai dengan Process Activity Mapping (PAM) di Tabel 4.7 yang dicontohkan pada gudang PF-1 untuk pupuk SP-36, terlihat pada aktifitas handling oleh forklift-3 hanya memiliki 1 aktifitas yaitu penataan dan penumpukan pupuk hingga 6 palet pupuk di dalam gudang, forklift-3 melakukan aktifitas tersebut jika tidak ada proses muat pupuk ke truk (merupakan aktifitas non value added) sehingga memiliki workload paling rendah diantara *forklift* yang lain. Hal ini bisa dilakukan perbaikan berupa menghilangkan forklift ini dan aktifitas nya digabungkan pada forklift-2 atau forklift-4 sehingga jumlah forklift menjadi optimal. Adapun pertimbangan menggabungkan aktifitas tersebut pada forklift-2 adalah forklift tersebut juga memiliki workload yang rendah jika dibandingkan dengan forklift-1 karena dedicated di area pengantongan yang padat dengan space area handling terbatas dan keluaran dari produksi yang continue 24 jam. Pertimbangan lain adalah melakukan penggabungan pada *forklift*-4 yang bertugas *dedicated* di area pemuatan dan penyediaan palet palet kosong yang dibutuhkan di area pengantongan.

#### Rekomendasi perbaikan:

Menghilangkan *forklift-*3 yang bertugas melakukan aktifitas penataan dan menggabungkan aktifitas tersebut menjadi aktifitas pada *forklift-*2. Utilitasi *forklift-*2 menjadi meningkat karena menggabungkan kegiatan *forklift-*3 sebelumnya yaitu penataan dan penumpukan sehingga *forklift-*2 memiliki kegiatan mobilisasi *handling* dari area pemuatan sekaligus dengan penataannya di gudang (jika tidak ada kegiatan pemuatan truk). Dapat dilihatkan pada Tabel 5.5 berikut.

Tabel 5.5 Kegiatan penggabungan forklift

No	Kegiatan	Sub Kegiatan	Forklift setelah Penggabungan				
1		Penyiapan palet (kosong) ke samping bibir pengantongan (banyak palet)	Forklift S1				
2	Handling di area	Penyiapan palet (kosong) dari samping bibir pengantongan ke bibir pengantongan (4 palet)	Forklift S1				
3	pengantongan						
4		Handling 2 palet (isi) disiapkan ke bibir area penataan untuk estafet palet (isi)	Forklift S1				
5	Handling ke	Pengambilan 2 palet (isi) dari bibir area penataan					
6	area penataan	Mobilisasi/handling 2 palet (isi) ke area penataan	Forklift S2				
7	Handling di area penataan 2 palet (isi) di area penataan		Forklift S2				
8		Pengambilan 2 palet (isi) dari area penataan	Forklift S3				
9	Handling untuk pemuatan	Handling I nalet (191) be hihir area nemilatan					
10		Handling palet kosong dari area pemuatan ke pengantongan	Forklift S3				
TOTAL FORKLIFT 3							

## 5.3. Future Value Stream Mapping

Setelah menjabarkan rekomendasi perbaikan untuk mengeliminasi waste di gudang penjualan, maka langkah selanjutnya adalah menerapkannya pada process activity mapping (PAM) tools untuk kemudian dilakukan penggambaran future value stream mapping dan dilakukan pembahasan nilai matriks pada setiap aktifitas. Dilihatkan pada Tabel 5.6 berikut, total waktu setelah perbaikan sebesar 7733 detik atau 128.88 menit untuk 30 ton proses handling pupuk in-bag dari sistem pengantongan, penataan dan pemuatan. Terdapat juga perubahan alur kerja forklift-3 yang hanya melakukan proses penataan dan penumpukan digabungkan pada aktifitas di forklift-2 sehingga forklift-2 bekerja meneruskan pupuk dari area pengantongan ke forklift-4 jika truk datang dan sebaliknya, melakukan penataan jika tidak ada truk yang datang. Hasil resume aktifitas terlihat pada Tabel 5.7.

Tabel 5.6. Process Activity Mapping (PAM) setelah perbaikan

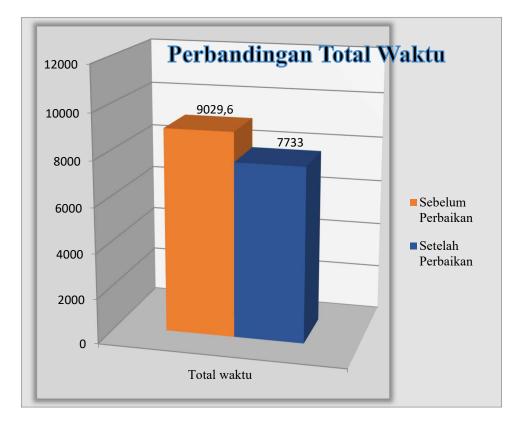
No	Kegiatan	Sub Kegiatan	Jumlah <i>Resource</i>	Jenis Resource	cycle time rata-rata (detik)	Operation	Transport	Inspect	Store	Delay	VA/NVA/ NNVA
Pros	Proses Pengantongan										
1	•	Pengisian kantong (50 kg) pupuk terisi penuh	1	Tenaga Borong	900	V			ш		VA
2	Pengantongan (30 ton)	Delivery pupuk dari proses pengantongan ke penjahitan kantong	-	conveyor	60		V				NNVA
3		Penjahitan kantong pupuk	1	Tenaga Borong	30	V					VA
4		Delivery pupuk dari penjahitan ke tenaga penata pupuk	-	conveyor	90		V				NNVA
5	Penataan Kantong	Penataan pupuk ke 1 palet (30 kantong @50 kg / 1.5 ton)	3	Tenaga Borong	810	V					VA
Pros	es Handling Forklift										
6		Penyiapan palet (kosong) ke samping bibir pengantongan (banyak palet)		Forklift S1	260	V					NVA
7	7 Handling di area	Penyiapan palet (kosong) dari samping bibir pengantongan ke bibir pengantongan (4 palet)	1	Forklift S1	350	V					NVA
8	pengantongan	Penumpukan palet 1 (isi pupuk) ke palet 2 (isi pupuk)		Forklift S1	170	V					VA
9		Handling 2 palet (isi) disiapkan ke bibir area penataan untuk estafet palet (isi)		Forklift S1	220		V				VA
10	Handling ke area	Pengambilan 2 palet (isi) dari bibir area penataan		Forklift S2	180		V				VA
11	penataan Mobilisasi/handling 2 palet (isi) ke area penataan		1 1	Forklift S2	240		V				VA
12	<i>Handling</i> di area penataaan	Staple/Penataan 2 palet (isi) di area penataan	1	Forklift S2	270				V		NNVA
13	II 11:	Pengambilan 2 palet (isi) dari area penataan		Forklift S4	180		V				VA
14	Handling untuk	Handling 2 palet (isi) ke bibir area pemuatan	1	Forklift S4	270		V				VA
15	pemuatan	Handling palet kosong dari area pemuatan ke pengantongan		Forklift S4	480		V				NVA
Pros	Proses Pemuatan										
16	D(20 4)	Proses bongkar pupuk dari palet ke truk (2 palet/3 ton)	3	Tenaga Borong	2720	V					VA
17	Pemuatan (30 ton)	Truk terisi penuh pupuk (kapasitas truk 30 ton)	1	Truk	2/20	V					VA
18	Danimhanaan	perjalanan Truk ke jembatan timbang	1	Truk	360		V				NNVA
19	Penimbangan	Truk dalam proses penimbangan	1	Truk	143			V			VA

Tabel 5.7 Hasil resume aktifitas dan total waktu setelah perbaikan

Aktifitas	Jumlah	%	Waktu (detik)	%
Value Added	12	63.2%	5863	75.8%
Non Value Added	3	15.8%	1090	14.1%
Necessary Non Value Added	4	21.1%	780	10.1%
Total	19	100%	7733	100%
Operation	8	42.1%	5240	67.8%
Tranportation	9	47.4%	2080	26.9%
Inspect	1	5.3%	143	1.8%
Store	1	5.3%	270	3.5%
Delay	0	0.0%	0	0.0%
Total	19	100%	7733	100%

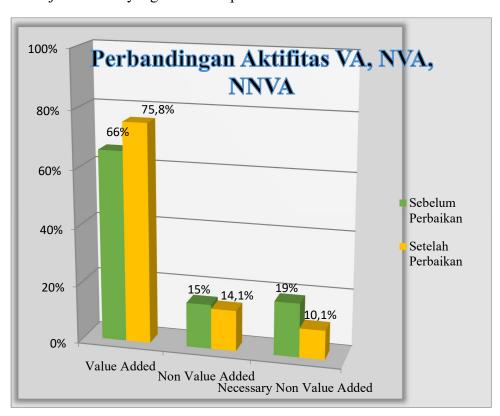
Perubahan yang terjadi setelah dilakukan perbaikan antara lain :

1. Terjadi percepatan waktu *handling* pupuk *in-bag* dari 9029 detik (2,51 jam) menjadi 7733 detik (2.15 jam) untuk setiap 30 ton pupuk, dilihatkan pada Gambar 5.2 berikut.



Gambar 5.2. Perbandingan total waktu sebelum dan sesudah perbaikan

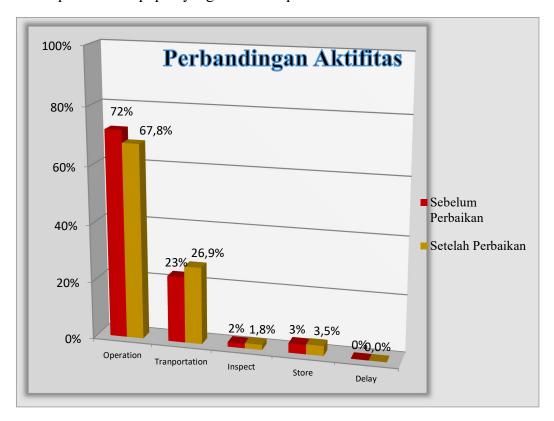
2. Terjadi peningkatan aktifitas *Value Added* dari 11 aktifitas menjadi 12 aktifitas yang terdapat pada aktifitas penataan palet di area pengantongan. Hal tersebut dikarenakan terdapat penambahan tenaga sebanyak 2 orang dikarenakan pengisian palet memiliki tingkat ketergantungan yang tinggi pada proses ini jika tidak dilakukan percepatan waktu aktifitas. Adapun hal ini juga berakibat pada meningkatnya prosentase waktu *value added* dari 66 % menjadi 75.8 % yang dilihatkan pada Gambar 5.3 berikut.



Gambar 5.3. Perbandingan % aktifitas VA, NVA, NNVA

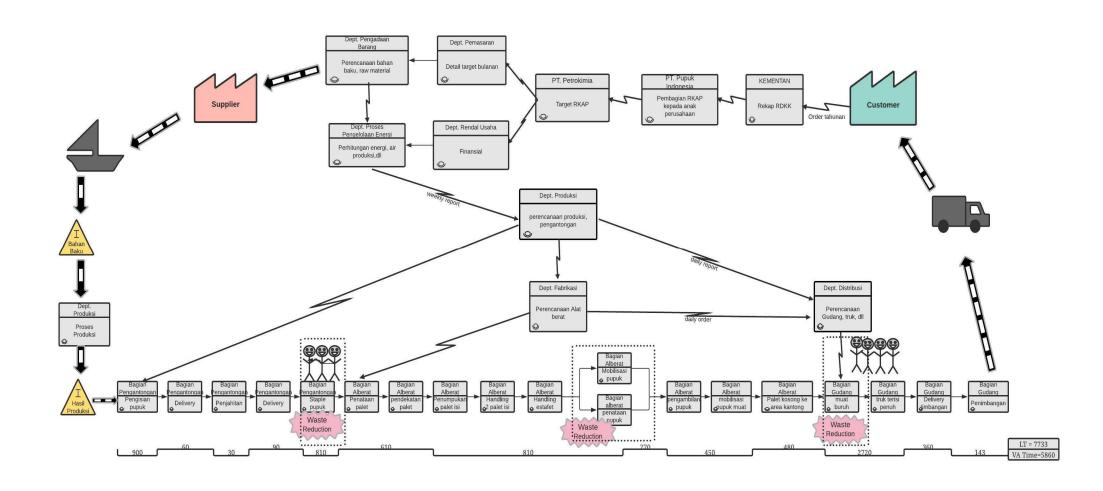
3. Terjadi penurunan jumlah aktifitas *non value added* dari 4 menjadi 3 aktifitas dikarenakan *forklift-3* yang telah ditiadakan dan digabung pekerjaannya dengan *forklift-2* sehingga utilisasi *forklift* ini meningkat, serta terdapat aktifitas baru yaitu *forklift-2* akan mendekatkan palet terisi pupuk langsung menuju ke area pemuatan untuk di *handling* oleh *forklift-4* yang bertepatan dengan kedatangan truk sehingga mengakibatkan penurunan waktu penataan dan penumpukan.

4. Terjadinya penurunan % waktu aktifitas *operation* karena penurunan waktu pemuatan diakibatkan karena penambahan tenaga muat yang mempercepat proses muat pupuk yang dilihatkan pada Gambar 5.4 berikut.



Gambar 5.4. Perbandingan aktifitas *Operation, Transportation, Inspection,*Store dan Delay

Dari hasil analisa diatas dapat disimpulkan bahwa untuk ketiga perbaikan tersebut dapat mempercepat waktu muat, hasil dari perbaikan tersebut kemudian digambarkan pada *future value stream mapping* yang dilihatkan pada Gambar 5.5 berikut. Dari *future Value Stream Mapping (VSM) waste reduction* dilakukan pada kegiatan pengantongan dan pemuatan setelah ditambahkan tenaga borong maka terdapat percepatan waktu pengantongan dan pemuatan. Sedangkan menghilangkan *forklift 3* mengakibatkan kegiatan pada *forklift 3* dilakukan oleh *forklift 2* secara bersamaan, sehingga total waktu siklus keseluruhan proses muat menjadi 7733 detik atau 2,15 jam dengan waktu *value added* sebesar 5860 detik atau 1,62 jam.



Gambar 5.5. Future Value Stream Mapping

#### 5.4. Validasi Hasil Perbaikan

Untuk mendapatkan hasil yang optimal pada handling pupuk in-bag baik di pengantongan, gudang penataan maupun pemuatan truk, diperlukan proses validasi hasil rekomendasi perbaikan yang telah dijabarkan pada metode value stream mapping (VSM) tersebut sudah efektif untuk diaplikasikan kepada sistem baru atau terdapat alternatif lain yang lebih optimal. Cara untuk melakukan validasi pada sistem tersebut adalah menggunakan proses simulasi menggunakan software Arena 14.0. Proses awal simulasi adalah dengan melakukan pemodelan proses existing (sistem yang bekerja sekarang) untuk mengetahui antrian proses dan utilisasi sistem yang kemudian dilakukan alternatif perbaikan sistem dengan melakukan penambahan 2 tenaga di pengantongan dan 2 tenaga di proses pemuatan.

#### **5.4.1.** Elemen Sistem

Sebelum melakukan simulasi perlu diketahui data elemen sistem untuk memudahkan proses analisa lebih lanjut sehingga lebih mudah dalam mendefenisikan sistem, berikut merupakan elemen sistem pada simulasi di proses *handling* pupuk in-bag yang terlihat pada Tabel 5.8 berikut.

**Tabel 5.8. Elemen Sistem Simulasi** 

Elemen Sistem	Deskripsi
Entitas	Pupuk in-bag, Palet pupuk
Resources	Forklift, Tenaga borong, Truk
Aktifitas	<ol> <li>Aktifitas pada mesin pengantongan oleh tenaga borong berupa: Pengantongan pupuk, Penjahitan dan penataan ke 1 palet pupuk.</li> <li>Aktifitas pada masing-masing forklift 1,2,3 dan 4 di gudang yang terdiri dari aktifitas di pengantongan, aktifitas mobilisasi pupuk dari pengantongan, aktifitas penataan dan aktifitas pemuatan.</li> <li>Aktifitas Pemuatan pada area pemuatan oleh tenaga, forklift dan truk.</li> </ol>

Kontrol	1. Pengisian pupuk ketika pengantongan berasal dari		
	produksi dengan distribusi rata-rata jumlah pupuk		
	bulanan		
	2. Jumlah palet yang didekatkan pada proses		
	pengantongan pupuk sebanyak 2 palet sehingga		
	dapat terproses lebih lanjut		
	3. Jumlah pupuk tiap palet adalah 30 kantong @50		
	kg		
	4. Forklift 4 bisa mengambil langsung pupuk dari		
	area penataan (forklift 2) apabila tidak ada stock di		
	gudang penataan		
KPI Indicator	Utilitasi Resources, Waktu tunggu/antrian truk		

## 5.4.2. Distribusi Data waktu antar kedatangan

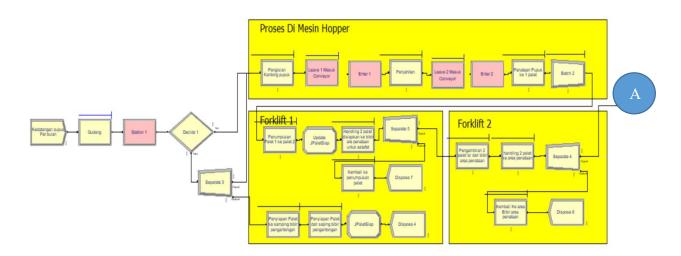
Data yang digunakan dalam simulasi adalah berdasarkan pengamatan langsung di objek pengamatan dengan melakukan pencatatan waktu, waktu yang dihasilkan pada setiap proses menghasilkan distribusi yang dilihatkan pada Tabel 5.9 berikut. Data-data tersebut akan digunakan sebagai input data waktu proses di setiap modul simulasi proses.

Tabel 5.9. Distribusi Data

No	Sub Kegiatan	Cycle time (distribution)	Square Error
Prose	s Pengantongan		
1	Pengisian kantong (50 kg) pupuk terisi penuh	TRIA(89, 90, 91.3)	0.045246
2	Delivery pupuk dari proses pengantongan ke penjahitan kantong	60	
3	Penjahitan kantong pupuk	(NORM(31.8, 3.47))/10	0.024599
4	Delivery pupuk dari penjahitan ke tenaga penata pupuk	90	
5	Penataan pupuk ke 1 palet (30 kantong @50kg/1,5 ton)	(2.33e+003 + 21 * BETA(0.336, 0.587))/10	0.119736
Prose	s Handling Forklift		
6	Penyiapan palet (kosong) ke samping bibir pengantongan (banyak palet)	25.5 + (21 * BETA(0.417, 0.709))/10	0.096721
7	Penyiapan palet (kosong) dari samping bibir pengantongan ke bibir pengantongan (4 palet)	TRIA(34, 35, 36.2)	0.271972
8	Penumpukan palet 1 (isi pupuk) ke palet 2 (isi pupuk)	16 + (WEIB(8.8, 4.7))/10	0.426809
9	Handling 2 palet (isi) disiapkan ke bibir area penataan untuk estafet palet (isi)	21 + (11 * BETA(0.349, 0.404))/10	0.032468
10	Pengambilan 2 palet (isi) dari bibir area penataan	17.2 + (14 * BETA(1.3, 1.1))/10	0.200952
11	mobilisasi/handling 2 palet (isi) ke area penataan	TRIA(23.5, 24, 24.6)	0.209303
12	Staple / Penataan 2 palet (isi) di area penataan	29 + (ERLA(2.56, 4))/10	0.309982
13	Pengambilan 2 palet (isi) dari area penataan	TRIA(17.5, 18, 18.6)	0.248357
14	Handling 2 Palet (isi) ke bibir area pemuatan	26 + (9 * BETA(0.159, 0.329))/10	0.025445
15	Handling palet kosong dari area pemuatan ke pengantongan	2.6 + (469 * BETA(1.02, 0.0563))/10	0.015295
Prose	s Pemuatan		
16	Proses bongkar pupuk dari palet ke truk (2 palet/3 ton)	650 + (1.76 * BETA(0.761, 0.743))/10	
17	Truk terisi penuh pupuk (kapasitas truk 30 ton)	050 + (1.70 · BETA(0.761, 0.743))/10	0.261577
18	perjalanan Truck ke jembatan timbang	345 + 17 * BETA(1.09, 0.785)	0.170673
19	Truk dalam proses penimbangan	142 + LOGN(6.23, 5.96)	0.216447

#### **5.4.3.** Pemodelan Simulasi

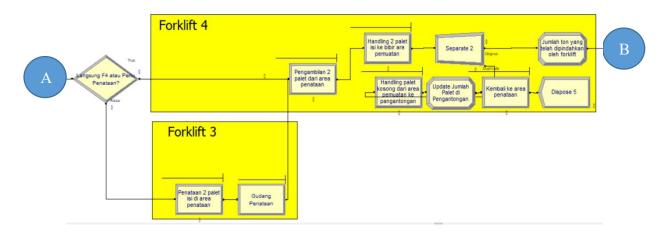
Model secara umum dibagi menjadi 3 aktifitas utama, yaitu : kegiatan di pengantongan, kegiatan forklift di gudang dan kegiatan pemuatan di area pemuatan. Proses diawali modul create untuk kedatangan pupuk setiap bulan yang datang dalam bentuk curah dan diasumsikan ditempatkan pada gudang dengan jumlah data pupuk per bulan yang didistribusikan, kemudian terdapat pembagian proses melalui modul decide karena terdapat proses yang bersamaan yaitu pembagian entity pupuk yang diproses di mesin pengantongan dan palet yang lakukan oleh forklift 1, pupuk tidak akan di proses lanjut oleh forklift 1 sebelum terpenuhinya penataan palet di akhir proses mesin pengantongan.



Gambar 5.6. Proses di Mesin Pengantongan, Forklift 1 & 2.

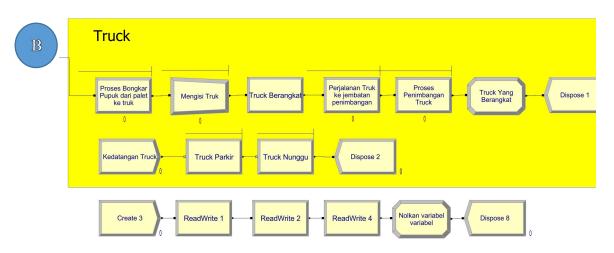
Untuk proses pengantongan di mesin hopper menggunakan modul process diawali kegiatan pengisian kantong pupuk oleh 1 tenaga borong, melewati proses penjahitan oleh 1 tenaga borong untuk kemudian dilakukan penataan pupuk sebanyak 1 palet (batching) atau 1,5 ton oleh 2 tenaga borong. Forklift 1 melakukan penataan menjadi 2 palet pupuk (3 ton sesuai kapasitas forklift) di area pengantongan untuk kemudian diberikan kepada forklift S-2 yang akan mengambil apabila telah dilakukan penataan 2 palet untuk kemudian dilakukan mobilisasi ke area penataan. Forklift 2 melakukan proses pengambilan dan mobilisasi kepada forklift 3 untuk dilakukan penataan dalam gudang. Proses selanjutnya terdapat modul decide yang menunjukkan entity pupuk bisa terkirim langsung tanpa melalui forklift 3 tetapi bisa

langsung dari *Forklift* S-2 kepada *forklift* S-4 (*forklift* muat), hal ini terjadi apabila tidak ada ketersediaan pupuk dalam gudang penataan sedangkan truk sudah mulai berdatangan untuk mengantri proses pemuatan. Dilihatkan pada Gambar 5.7 berikut.



Gambar 5.7. Model pada forklift 3 dan 4

Proses *forklift* 4 melakukan proses pengambilan pupuk dari area penataan ke area pemuatan dan melakukan pengiriman palet kosong untuk dipergunakan lagi di area pengantongan oleh *forklift* 1. Pada proses pemuatan truk menggunakan 2 tenaga borong secara manual setiap 1 kantong pupuk seperti yang digambarkan pada gambar 5.8 berikut.



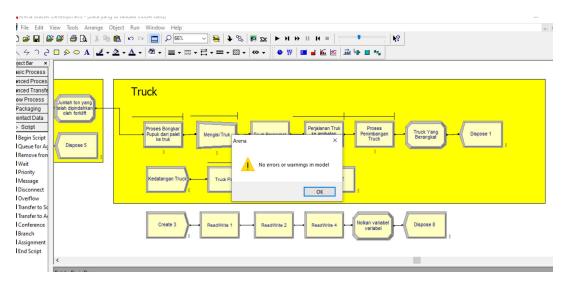
Gambar 5.8. Model pemuatan pada truk

Proses kedatangan truk hingga truk mengisi inilah yang akan digunakan sebagai salah satu indikator kesuksesan dalam pengembangan skenario perbaikan, apabila antrian truk lama maka bisa dilakukan penambahan tenaga borong untuk

mempercepat proses pemuatannya. Dengan penambahan dan pengurangan *resource* ini maka diharapkan juga utilisasi *resource* juga dapat dianalisa lebih lanjut.

#### 5.4.4. Verifikasi model simulasi

Verifikasi model digunakan dengan tujuan untuk memastikan bahwa model simulasi dapat merepresentasikan model konseptual. Pada model simulasi, tahapan verifikasi dilakukan dengan pengujian terhadap model dan memastikan tidak ada kesalahan (no error). Pada penelitian ini, verifikasi dilakukan dengan cara "check model" untuk melihat kesalahan dalam perancangan model.



Gambar 5.9 Verifikasi model

Dari Gambar 5.9 terlihat bahwa indikasi dari *software* simulasi adalah "*No Error or Warning in Model*". Maka dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa model yang dibuat telah lolos verifikasi serta tidak ada kesalahan dalam model.

#### 5.4.5. Menentukan Jumlah replikasi

Dari hasil simulasi terdapat *output* hasil dari *handling Forklift* 1, *handling Forklift* 4 dan jumlah keluaran dari pemuatan truk untuk kemudian dilakukan validasi jumlah replikasi data minimal yang harus dilakukan. Untuk proses awal dilakukan 16 kali replikasi pada masing-masing data tersebut kemudian dilakukan perhitungan rata-rata, standart deviasi dan *half width* diperoleh data sebagai berikut.

Tabel 5.10. Jumlah Replikasi awal

Replikasi	Output handling Forklift 1 (tonase)	Keberangkatan Truck	Output handling Forklift 4 (tonase)
1	13473	1023	12293
2	15169	1154	13857
3	16115	1043	12516
4	12959	1110	13308
5	15399	1166	14012
6	14793	1009	12088
7	13059	1036	12450
8	13817	1144	13729
9	15618	993	11916
10	12830	1056	12698
11	10850	978	11724
12	13530	1022	12257
13	14392	875	10512
14	14772	1116	13398
15	15777	925	11082
16	15913	907	10902
Rata-rata	14279.125	1034.8125	12421.375
St Deviasi			
(s)	1441.22	87.93	1057.41
n	16	16	16
t(n-1,a/2)	2.13	2.13	2.13
Half Width	767.97	46.86	563.45

Dari data diatas kemudian dilakukan perhitungan *relative error* dan banyaknya replikasi yang dibutuhkan yang dilihatkan pada Tabel 5.11 berikut.

Tabel 5.11 Penentuan jumlah replikasi dari data rata-rata

	Output	Keberang	Output
	handling	katan	handling
	Forklift 1	Truck	Forklift 4
a	0.05	0.05	0.05
Rata-rata	14279.125	1034.813	12421.38
St Deviasi (s)	1441.222022	87.93196	1057.409
n	10	10	10
t(n-1,a/2)	2.26	2.26	2.26
Half Width	0.072202472	0.060787	0.060897
Relative error (gamma)	10%	10%	10%
n'	6.307968368	4.470963	4.48722
Round up n'	7	5	5

Hasil diatas menunjukkan jumlah replikasi minimal masing masing keluaran proses yang akan di validasi adalah 7 (tujuh) untuk *output handling forklift* 1, 5 (lima) untuk *output handling forklift* 4, dan 5 (lima) *output* muat truk.

#### 5.4.6. Uji T-independen

Independent sample t test atau uji-t independen adalah uji komparatif atau uji beda untuk mengetahui adakah perbedaan mean atau rerata yang bermakna antara dua kelompok bebas yang berskala data interval atau rasio (Hidayat, 2014). Dua kelompok bebas yang dimaksud disini adalah dua kelompok yang tidak berpasangan, atinya sumber data berasal dari dua subjek yang berbeda. Validasi model simulasi proses handling pupuk in bag ini dilakukan dengan cara membandingkan antara output dari jumlah handling pupuk oleh forklift 1, forklift 4, dan pemuatan pupuk truk pada saat simulasi dengan data aktual. Data simulasi dapat dikatakan valid apabila P value hasil uji-t > 0,05. Ditunjukkan pada tabel berikut.

#### a. Output handling Forklift 1

Tabel 5.12. Output handling Forklift 1

D-+-	D1 C4	Simulasi		
Data Real	Real System	Output Forklift	Konversi ke Ton	
1	47,694.0	13473	40419	
2	39,496.5	15169	45507	
3	44,743.5	16115	48345	
4	39,196.5	12959	38877	
5	47,149.5	15399	46197	
6	34,878.0	14793	44379	
7	38,239.5	13059	39177	
8	45,013.5	13817	41451	
9	45,241.5	15618	46854	
10		12830	38490	
11		10850	32550	
12		13530	40590	
13		14392	43176	
14		14772	44316	
15		15777	47331	
16		15913	47739	
		Real System	Model Simulasi	
n (jur	nlah data)	9	16	
Rata-ra	nta (tonase)	42,405.83 42,83		
S		4521.660999	4323.666066	

Tabel 5.13. Hasil P Value output forklift 1

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances

	Real System	Konversi ke Ton
Mean	42,405.83	42,837.38
Variance	20,445,418.19	18,694,088.25
Observations	9	16
Pooled Variance	19,303,246.49	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	23	
t Stat	-0.23573214	
P(T<=t) one-tail	0.407863479	
t Critical one-tail	1.713871528	
P(T<=t) two-tail	0.815726958	
t Critical two-tail	2.06865761	

Terlihat bahwa nilai P two tail > 0.5, maka data simulasi dapat dikatakan valid.

# b. Output handling Forklilft 4

Tabel 5.14. Output Handling Forklift 4

D-4-	D1 C4	Simulasi		
Data	Real System	Output Forklift	Konversi ke Ton	
1	41865.4	12293	36879	
2	44885.7	13857	41571	
3	38191.2	12516	37548	
4	32274.795	13308	39924	
5	39117.05	14012	42036	
6	33856.5	12088	36264	
7	32995.2	12450	37350	
8	26388.5	13729	41187	
9		11916	35748	
10		12698	38094	
11		11724	35172	
12		12257	36771	
13		10512	31536	
14		13398	40194	
15		11082	33246	
16		10902	32706	
		Real System	Model Simulasi	
	n	8	16	
Ra	ta-rata	36,196.8	38660.1	
	S	5945.557998	2321.882447	

Tabel 5.15. Hasil *P Value output Forklift* 4

t-Test: Two-Sample Assuming Equa	l Variances	
	Real System	Konversi ke Ton
Mean	36196.79313	37264.125
Variance	35349659.91	10063018.65
Observations	8	16
Pooled Variance	18108768.14	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	22	
t Stat	-0.579234458	
P(T<=t) one-tail	0.284157621	
t Critical one-tail	1.717144374	
P(T<=t) two-tail	0.568315241	
t Critical two-tail	2.073873068	

Terlihat bahwa nilai P two tail > 0.5, maka data simulasi dapat dikatakan valid.

# c. Output jumlah truk muat

Tabel 5.16 *Output* muat truk

Data	Real System	<b>Model Simulasi</b>
1	1357	1023
2	1224	1154
3	1249	1043
4	1029	1110
5	949	1166
6	1202	1009
7	1059	1036
8	879	1144
9	818	993
10	899	1056
11		978
12		1022
13		875
14		1116
15		925
16		907

Tabel 5.17 Hasil *P Value output* muat truk

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances		
	Real System	Model Simulasi
Mean	1066.5	1034.8125
Variance	33455.16667	7732.029167
Observations	10	16
Pooled Variance	17378.20573	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	24	
t Stat	0.596291786	
P(T<=t) one-tail	0.278281655	
t Critical one-tail	1.71088208	
$P(T \le t)$ two-tail	0.55656331	
t Critical two-tail	2.063898562	

Terlihat bahwa nilai P two tail > 0.5, maka data simulasi dapat dikatakan valid. Dari ketiga hasil validasi tersebut untuk selanjutnya akan dilakukan analisa terhadap KPI indikator yang telah ditentukan di awal dan akan dibandingkan dengan skenario perbaikan sesuai metode *value stream mapping* (VSM) yaitu penambahan 2 tenaga di penataan pupuk di area pengantongan, pengurangan 1 *forklift* pada *forklift* 3 dan penambahan 2 tenaga muat di area pemuatan.

#### 5.4.7. Output Hasil Simulasi Kondisi Existing

#### a. Utilitasi Resource

Tabel 5.18. Utilisasi Resources kondisi existing

T Talliana	Existing			
Utilisasi	Average	Half Width	Min	Max
Forklift S1	48.51%	4.00%	44.51%	52.51%
Forklift S2	36.07%	3.00%	33.07%	39.07%
Forklift S3	16.40%	2.00%	14.40%	18.40%
Forklift S4	55.01%	5.00%	50.01%	60.01%
Tenaga Pembongkaran 1	81.47%	8.00%	73.47%	89.47%
Tenaga Pembongkaran 2	81.47%	8.00%	73.47%	89.47%
Tenaga Pembongkaran 3	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Tenaga Pembongkaran 4	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Tenaga Penataan 1	63.87%	6.00%	57.87%	69.87%
Tenaga Penataan 2	63.87%	6.00%	57.87%	69.87%
Tenaga Penataan 3	63.87%	6.00%	57.87%	69.87%
Tenaga Penataan 4	63.87%	6.00%	57.87%	69.87%
Tenaga Penataan 5	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Tenaga Penataan 6	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Tenaga Pengisian 1	49.23%	5.00%	44.23%	54.23%
Tenaga Pengisian 2	49.23%	5.00%	44.23%	54.23%
Tenaga Penjahitan 1	3.47%	0.00%	3.47%	3.47%
Tenaga Penjahitan 2	3.47%	0.00%	3.47%	3.47%

Terlihat pada tabel diatas utilisasi *resources* rata-rata pada kondisi *existing* yang rendah adalah pada *forklift* 3 dengan nilai 16,4% dan tenaga penjahitan di kedua mesin pengantongan sebesar 3,47%. Sedangkan tenaga pembongkaran (muat) memiliki nilai utilisasi yang tinggi dengan nilai 81,47%.

#### b. Waktu Tunggu Truk kondisi existing

Tabel 5.19 Waktu tunggu truk

Waktu Tunggu Truck	Rata-rata	Half-Width	Min	Max
Existing	7.1421	2.17	4.9721	9.3121

Waktu tunggu truk (waktu antri) pada kondisi *existing* memiliki rata-rata waktu sebesar 7.14 jam dan waktu tersebut merupakan waktu yang cukup lama yang menyebabkan keterlambatan pengiriman pupuk dan pelayanan kepada *customer* menjadi tidak optimal.

#### 5.5. Skenario Perbaikan (1) sesuai Future VSM (Value Stream Mapping)

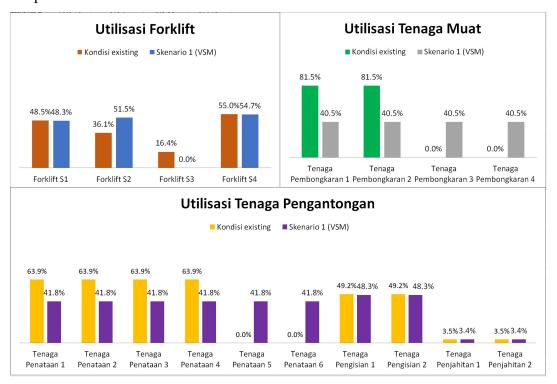
Setelah melakukan model simulasi kondisi *existing*, maka dilakukan berbagai skenario perbaikan berdasarkan analisa *future Value Stream Mapping (VSM)* diantaranya adalah menghilangkan *forklift* 3, penambahan 2 tenaga borong di penataan mesin pengantongan serta penambahan 2 tenaga muat di area pemuatan. Dengan hasil utilisasi dan waktu tunggu sebagai berikut.

#### a. Utilisasi Skenario perbaikan 1

Tabel 5.20 Utilisasi skenario 1

Utilisasi		Skenai	rio 1	
Utilisasi	Average	Half Width	Min	Max
Forklift S1	48.33%	15.00%	33.33%	63.33%
Forklift S2	51.49%	16.00%	35.49%	67.49%
Forklift S3	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Forklift S4	54.67%	5.00%	49.67%	59.67%
Tenaga Pembongkaran 1	40.50%	4.00%	36.50%	44.50%
Tenaga Pembongkaran 2	40.50%	4.00%	36.50%	44.50%
Tenaga Pembongkaran 3	40.50%	4.00%	36.50%	44.50%
Tenaga Pembongkaran 4	40.50%	4.00%	36.50%	44.50%
Tenaga Penataan 1	41.80%	13.00%	28.80%	54.80%
Tenaga Penataan 2	41.79%	13.00%	28.79%	54.79%
Tenaga Penataan 3	41.79%	13.00%	28.79%	54.79%
Tenaga Penataan 4	41.79%	13.00%	28.79%	54.79%
Tenaga Penataan 5	41.78%	13.00%	28.78%	54.78%
Tenaga Penataan 6	41.78%	13.00%	28.78%	54.78%
Tenaga Pengisian 1	48.31%	15.00%	33.31%	63.31%
Tenaga Pengisian 2	48.31%	15.00%	33.31%	63.31%
Tenaga Penjahitan 1	3.41%	1.00%	2.41%	4.41%
Tenaga Penjahitan 2	3.41%	1.00%	2.41%	4.41%

Dari tabel 5.20 tersebut diperoleh hasil utilisasi yang meningkat pada *forklift* 1, 2 dan 4 setelah menghilangkan *forklift* 3, kemudian dari penambahan 2 tenaga penataan untuk meminimalisir antrian yang tinggi pada proses ini berakibat penurunan utilitas tenaga penataan dengan rata-rata utilisasi sebesar 41.8% namun tenaga penjahitan tetap memiliki utilitas yang kecil sebesar 3,4%. Dari utilisasi tenaga muat terdapat penurunan dari 80.5% menjadi 40.5% karena penambahan 2 tenaga pemuatan. Perbandingan utilisasi *resource* digambarkan pada Gambar 5.10 berikut.



Gambar 5.10. Perbandingan Konsisi existing dengan skenario (1)

#### b. Waktu Tunggu Truk skenario 1

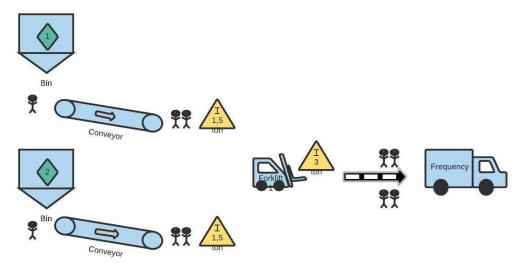
Tabel 5.21 Waktu tunggu truk skenario 1

Waktu Tunggu Truck	Rata-rata	Half-Width	Min	Max
Existing	7.1421	2.17	4.9721	9.3121
Scenario 1	2.1478	2.97	-0.8222	5.1178

Waktu tunggu truk (waktu antri) pada kondisi skenario 1 memiliki rata-rata waktu sebesar 2.14 jam terdapat peningkatan yang signifikan dari kondisi *existing*, hal ini dikarenakan terdapat penambahan 2 tenaga muat sehingga mempercepat proses muat pupuk ke truk.

# 5.6. Skenario Perbaikan (2), optimalisasi tenaga penjahitan untuk penambahan tenaga pemuatan

Dari hasil simulasi kondisi *existing* terdapat nilai utilisasi yang rendah yaitu pada tenaga penjahitan di area pengantongan, dalam skenario (2) ini akan mengalihkan tenaga tersebut ke aktifitas pemuatan. Risiko dari alternatif ini adalah tenaga pengisian di pengantongan merangkap juga sekaligus penjahitan kantong pupuk sehingga utilisasi tenaga ini akan meningkat, namun terdapat kelebihan yaitu tidak ada penambahan tenaga sehingga mengoptimalkan *resource* yang ada serta dapat meminimalisir biaya sewa, ilustrasi terlihat pada Gambar 5.11 berikut.



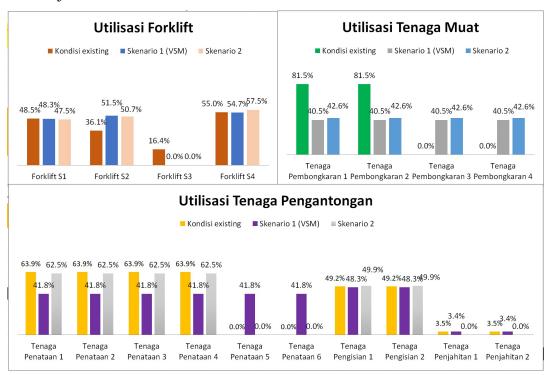
Gambar 5.11 Pengalihan tenaga penjahitan ke pemuatan.

#### a. Utilisasi skenario perbaikan (2)

Tabel 5.22. Utilisasi skenario 2

Utilisasi		Skenar	io 2	
Othisasi	Average	Half Width	Min	Max
Forklift S1	47.53%	3.00%	44.53%	50.53%
Forklift S2	50.72%	5.00%	45.72%	55.72%
Forklift S3	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Forklift S4	57.48%	1.00%	56.48%	58.48%
Tenaga Pembongkaran 1	42.58%	1.00%	41.58%	43.58%
Tenaga Pembongkaran 2	42.58%	1.00%	41.58%	43.58%
Tenaga Pembongkaran 3	42.58%	1.00%	41.58%	43.58%
Tenaga Pembongkaran 4	42.58%	1.00%	41.58%	43.58%
Tenaga Penataan 1	62.50%	4.00%	58.50%	66.50%
Tenaga Penataan 2	62.50%	4.00%	58.50%	66.50%
Tenaga Penataan 3	62.50%	4.00%	58.50%	66.50%
Tenaga Penataan 4	62.50%	4.00%	58.50%	66.50%
Tenaga Penataan 5	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Tenaga Penataan 6	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Tenaga Pengisian 1	49.87%	3.00%	46.87%	52.87%
Tenaga Pengisian 2	49.87%	3.00%	46.87%	52.87%
Tenaga Penjahitan 1	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Tenaga Penjahitan 2	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Dari Tabel 5.22 dan Gambar 5.12 berikut diperoleh hasil utilisasi tenaga pengisian/pengantongan pupuk yang meningkat akibat dari aktifitas penjahitan dilakukan oleh tenaga pengisian dan pengalihan aktifitas tenaga penjahitan ke tenaga muat yang juga berakibat peningkatan tenaga penataan pupuk ke palet menjadi rata-rata 62.5%.



Gambar 5.12 Perbandingan Utilisasi Skenario 2.

#### b. Waktu tunggu truk skenario 2

Tabel 5.23 Waktu tunggu truk skenario 2.

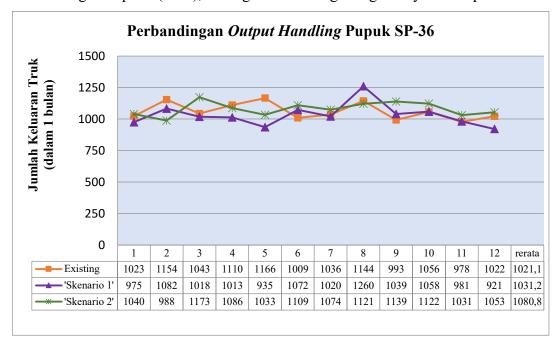
Waktu Tunggu Truck	Rata-rata	Half-Width	Min	Max
Existing	7.1421	2.17	4.9721	9.3121
Scenario 1 (VSM)	2.1478	2.97	-0.8222	5.1178
Scenario 2	2.9747	5.01	-2.0353	7.9847

Skenario 2 ini mendapatkan hasil waktu tunggu truk rata-rata sebesar 2.97 jam sedikit lebih lama daripada skenario 1, namun jauh lebih cepat dibandingkan kondisi *existing* dikarenakan penambahan tenaga muat untuk pemuatan pupuk ke truk. Dari kedua alternatif skenario tersebut dapat disimpulkan bahwa alternative skenario 2 lebih efektif yaitu menghilangkan *resource forklift* 3 dan dengan digabungkannya ke *forklift* 2 dapat meningkatkan utilisasi *forklift* 2 dan *forklift* menjadi lebih efektif. Aktifitas tenaga penjahitan dilakukan oleh tenaga

pengisian dan aktifitas tenaga dilakukan pemindahan aktifitas pekerjaan ke tenaga muat untuk membantu pembongkaran pupuk yang dapat meningkatkan waktu tunggu truk.

#### 5.7. Perbandingan Jumlah Keluaran Produk Handling

Dari 2 skenario perbaikan dan proses *handling existing* diatas juga didapatkan data keluaran (*output*) produk *handling* pupuk *in-bag* oleh truk yang terlihat pada gambar 5.13 berikut. Data tersebut didapatkan untuk *handling* pupuk SP-36 di Gudang Phospat 1 (PF 1), sedangkan untuk 5 gudang lainnya terlampir.



Gambar 5.13 Perbandingan output handling pupuk SP-36

12 data replikasi hasil simulasi yang dilakukan mendapatkan bahwa skenario perbaikan 2 memiliki rata-rata keluaran produk sebesar 1080.8 kali atau sebesar 5,85% lebih banyak dibandingkan kondisi *existing* yaitu 1021.1 kali dan 4,81% lebih banyak jika dibandingkan skenario perbaikan 1. Percepatan yang terjadi dikarenakan penambahan tenaga muat pada proses pembongkaran palet ke truk.

#### 5.8. Perhitungan Owner Estimate (OE) dengan jumlah Forklift Optimal

Dalam perhitungan *Owner Estimate (OE)* sewa *forklift* optimal dari hasil simulasi dengan 2 alternatif diatas dengan indikator utilisasi dan waktu tunggu truk, maka diperoleh pengurangan 1 *forklift* pada setiap gudang (hasil simulasi 5 gudang terlampir), khusus untuk gudang phospat/PF1 terdapat 2 jenis pupuk

dengan *forklift dedicated* sehingga total terdapat 6 pengurangan jumlah *forklift* sewa yang terlihat pada tabel 5.24 berikut.

Tabel 5.24 Perbandingan Jumlah Forklift

			Jumlah <i>Forklift</i>						
No.	Nama	Produk	Sebelum	Perbaikan	Setelah Perbaikan				
110.	Gudang		operasi	cadangan (standby)	operasi	cadangan (standby)			
	Phospat 1	Phonska							
1	1 nospat 1	2,3,4	8	4	6	4			
	(PF 1)	SP-36							
2	Phospat 2	NDZ	4	1	2	1			
2	(PF 2)	NPK	4	1	3	1			
3	ZA	ZA	4	3	3	3			
4	Urea	Urea	4	1	3	1			
5	Phonska	Phonska 1	4	2	3	2			
Total		24	11	18	11				
Grand Total			3	35	2	29			

Dengan penurunan jumlah *forklift* sehingga kebutuhan *forklift* menjadi 29 unit maka dapat dihitung biaya sewa dengan memperhitungkan 3 parameter biaya diantaranya jumlah alat, jumlah operator *forklift* dan bahan bakar yang terlihat pada tabel 5.25 berikut. Sedangkan perbandingan harga sewa sebelum dan sesudah dapat dilihat pada gambar 5.14 berikut.



Gambar 5.14. Owner Estimate (OE) sewa sebelum dan sesudah perbaikan

Sewa *forklift* menggunakan sistem pembayaran Rupiah per tonase (Rp/Ton) setiap bulannya karena realisasi *handling* pupuk dapat dikompilasi pencatatannya oleh bagian gudang gresik Departemen Distribusi Wilayah.

Tabel 5.25. Hasil perhitungan Owner Estimate (OE) sewa forklift

No	Biaya	Parameter Biaya	Nilai	Total Nilai (per bulan)	Jumlah <i>Resource</i>	Pembiayaan kalkulasi	Total Nilai (1 tahun)	Tonase <i>Handling</i> (avg/tahun)	Harga Sewa (Rp/ton)
					2	$3 = 1 \times 2$	4 = 3 x (12 bln)	5	6 = 4 / 5
1	Alat	Harga Perolehan Alat  Maintenance Cost  Bunga Pinjaman (fix)  Biaya Asuransi  Margin  Inflasi  Masa Sewa (tahun)	240,000,000 25% 10% 3% 10% 5% 2	19,600,000	29	568,400,000	6,820,800,000		1,592
2	Operator forklift	Upah Pekerja Max.lembur (Jam/bulan) Biaya Pengelola Margin	4,584,583 20 34.85% 10%	7,186,553	140	1,006,117,392	12,073,408,707	4,284,000	2,818
3	Bahan Bakar	Harga Solar Industri Pemakaian Efektif (jam/hari) Konsumsi BBM (liter/jam)	9,500 21 3.0	17,955,000	29	520,695,000	6,248,340,000		1,459
		· · · · · ·		total	1	ı	1	1	5,869

Masing-masing parameter biaya menggunakan asumsi-asumsi nilai perolehan alat, persentase *maintenance cost*, bunga pinjaman dan lain sebagainya sesuai dengan kesepakatan *management* perusahaan sehingga didapatkan harga sewa *forklift* sebesar Rp. 5.869,-/ton, jika dibandingkan dengan perhitungan sebelumnya sebesar Rp. 6,983,-/ton maka terdapat selisih harga sebesar Rp. 1.114,-/ton.

Penelitian ini memberikan konstribusi praktis berupa potensi penghematan biaya sewa sebesar Rp. 4.772.376.000,- / tahun dari penurunan jumlah *forklift* sewa yang digunakan di Gudang, serta perusahaan dapat menerapkan kebijakan (*decision making*) pemberlakuan jumlah *forklift* yang sama apabila perusahaan berencana membangun Gudang baru untuk perluasan pabrik dengan kapasitas yang sama.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

#### **BAB VI**

#### KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran untuk menjawab tujuan dari penelitian.

#### 6.1. Kesimpulan

Berikut beberapa poin yang menjadi kesimpulan dalam penelitian ini antara lain :

- 1. Aktifitas *waste* pada proses *handling* pupuk *in-bag* setelah dilakukan kuesioner dan metode *Value Stream Mapping (VSM)* terjadi pada :
  - a. Area pengantongan yaitu proses menunggu penataan pupuk ke palet (batch) oleh tenaga borong penataan.
  - b. Area Penataan yaitu unnecessary motion oleh forklift-3.
  - c. Area Pemuatan yaitu proses menunggu waktu pemuatan dari palet ke truk oleh tenaga borong pemuatan.
- 2. Faktor yang menyebabkan terjadinya *waste* setelah dilakukan analisa *5 why's tools*, diantaranya :
  - a. Proses menunggu penataan dikarenakan Tenaga borong yang terbatas.
  - b. *Unnecessary motion* dikarenakan pergerakan *forklift* yang tidak penting yang bisa digabung dengan *forklift* yang lain.
  - c. Proses menunggu pemuatan karena keterbatasan tenaga borong.
- 3. Berdasarkan simulasi dengan software Arena 14.0 untuk skenario 2 didapatkan jumlah *forklift* optimal untuk *handling* pupuk *in-bag* di Gudang Penjualan adalah *dedicated* pada masing-masing jenis pupuk sebanyak 3 *forklift* dengan aktifitas antara lain : 1 *Forklift* di area pengantongan, 1 *Forklift* untuk mobilisasi handling dari pegantongan ke area penataan sekaligus penataan dan penumpukan, serta 1 *Forklift* pada proses pemuatan.
- 4. Rekomendasi Harga *Owner Estimate (OE)* sewa *forklift* adalah sebesar Rp.5.869,- per ton pupuk dengan mempertimbangkan 3 parameter biaya yaitu Jumlah Alat, Jumlah Operator, dan Konsumsi BBM.

#### 6.2. Saran

Adapun saran untuk penelitian ini antara lain:

- 1. Pengembangan alternatif skenario perbaikan menggunakan simulasi Arena 14.0 untuk validasi perbaikan juga mengaplikasikan sistem *undedicated* forklift atau proses handling forklift pupuk in-bag dapat digunakan juga untuk handling produk lainnya.
- 2. Perusahaan PT. Petrokimia Gresik dapat menghilangkan *forklift existing* dengan aktifitas hanya penataan dan penumpukan dan digabungkan pada *forklift-*2 sehingga menghemat biaya sewa.
- 3. Harga Sewa *Forklift* dengan parameter BBM (Bahan Bakar Minyak) untuk kendaraan *forklift* sebaiknya juga dilakukan penelitian/perhitungan komprehensif terkait konsumsi di setiap jam penggunaannya.
- 4. Tenaga borong dengan aktifitas penjahitan bisa digabungkan pada aktifitas pengisian pupuk (*bagging*) dan tenaga tersebut bisa dialihkan pada proses pemuatan sehingga meminimalisir biaya tenaga.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Meyers, E. and P. Stephens. (2000). *Manufacturing Facilities Design and Material Handling 2nd Edition*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Mulcahy, E. (1994). Warehouse and Distribution Operation Handbook International Edition. New York: McGraw Hill.
- Warman. (2004). Manajemen Pergudangan. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan
- Tompkins, White, Bozer and Tanchoco. (2003). *Facilities Planning*, *3*<sup>rd</sup>. New Jersey : Ed, John Wiley & Sons, Inc. Hoboken.
- Haizer, Jay, Barry Render dan Chuck Munson. (2017). *Operations Management :*Sustainability and Supply Chain Management 12<sup>th</sup> Edition. Washington.

  Pearson.
- Satya S. (2012). Penentuan Jumlah Operator Optimal dengan metode Simulasi. Jurnal Teknik Industri Vol.13 No.2.
- Bobby C.S (2015). Studi Simulasi Proses Pemuatan dan Penimbangan Container Ekspor dengan tujuan Meminimalkan Staple (Studi Kasus di PT WINA, Gresik). Jurnal Matrik Vol.XVI No.1.
- Yuli Dwi A., Puryani, Vertha F.R.S (2016). *Efisiensi Material Handling (forklift)* guna meminimasi biaya sewa menggunakan simulasi. Jurnal Teknik Industri dan Informasi Vol.5 No.1.
- Yudo H.K., Nurhadi S., Bobby Oedy P.S. (2014). Penentuan Jumlah Forklift pada proses pemuatan di Gudang PT. CM dengan metode simulasi kejadian diskrit. Surabaya: MMT ITS Surabaya.
- Astri K. (2015) .Simulasi Perbaikan Sistem Proses Muat Barang Jadi dengan Mempertimbangkan Biaya Investasi (Studi Kasus : PT.XYZ Surabaya). Surabaya: Teknik Industri ITS Surabaya.
- Arifin, W. I. (2019). Analisa Energy Waste pada Industri Pembangkit Listrik Tenaga Uap dengan Metode Energy Vaue Stream Mapping (EVSM). Surabaya: MMT ITS Surabaya.

- Biro Perencanaan Kementrian Perindustrian. (2012). *Perencanaan Kebutuhan Energi Sektor Industri dalam Rangka Akselerasi Industrialisasi*. Jakarta: Kementrian Perindustrian Republik Indonesia.
- BRC Global Sandard. (2012). *Understanding Root Cause Analysis*. BRC Global Standard.
- Conger, S. (2011). *Process Mapping and Management*. New York: Business Expert Press.
- Consortium, I. (2008). Coal Based Energy Conversion for Utility Project, Final Report. Gresik: PT Petrokimia Gresik.
- Elean, A. Y., & Singgih, M. L. (2015). Perbaikan Proses Produksi dengan Pendekatan Lean Manufacturing di Pabrik Gula Aren Masarang Tomohon. *Seminar Nasinal Manajemen Teknologi* (pp. A-1-1 10). Surabaya: MMT-ITS.
- Fanani, Z., & Singgih, M. L. (2011). Implementasi Lean Manufacturing untuk Peningkatan Produktivitas (Studi Kasus pada PT. Ekamas Fortuna Malang). *Seminar Nasional Manajemen Teknologi* (pp. A-44-1 9). Surabaya: MMT-ITS.
- Hines, P., & Rich, N. (1997). The seven value stream mapping tools. *International Journal of Operations & Production Management*, 46-64.
- Hines, P., & Taylor, D. (2000). *Going Lean*. Cardiff: Lean Enterprise Research Center.
- King, P. L. (2009). Lean for the Process Industries Dealing with Complexity. New York: CRC Press.
- Kobayashi, I. (1995). Twenty Keys to Workplace Improvement. Cambridge: Productivity Press.
- Mrugalska, B., & Wyrwicka, M. (2017). Towards Lean Production in Industry 4.0. *ScienceDirect Procedia Engineering 182*, 466-473.
- Nasional, B. P. (2012). Policy Paper Keselarasan Kebijakan Energi Nasional (KEN) dengan Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) dan Rencana Umum Energi Daerah (RUED). Jakarta: Direktorat Sumber Daya Energi, Mineral dan Pertambangan.
- Nicholas, J. (2018). Lean Productio for Competitive Advantage A Comprehensive Guide to Lean Methods and Management Practices 2nd Edition. Boca Raton: CRC Press Taylor & Francis Group.
- P N, R., K P, D., & V Venugopal, P. (2019). Ranking of the *seven wastes* (Muda) for Lean Six Sigma Implementation in Indian SMEs. *International Journal*

- of Applied Engineering Research ISSN 0973-4562 Volume 14, Number 6, 1269-1274.
- Patel, N., Chauhan, N., & Trivedi, P. (2015). Benefits of Value Stream Mapping as A Lean Tool Implementation Manufacturing Industries: A Review. *IJIRST*—*International Journal for Innovative Research in Science & Technology*, 53-57.
- Peerally, M. F., Carr, S., Waring, J., & Dixon-Woods, M. (2016). The Problem With Root Cause Analysis. *BMJ Journal*, 417-422.
- Perry, W., & Mehltretter, N. (2018). Applying Root Cause Analysis to Compressed Air: How to Solve Common Compressed Air System Problems with the 5-Whys. *Energy Engineering Taylor & Francis*, 56-62.
- PT Petrokimia Gresik. (2019). Petrokimia Gresik Annual Report 2019, Rising to rhe Challange of Solutions for Agroindustri. Gresik: PT Petrokimia Gresik.
- Pusat Pengkajian Industri Proses dan Energi BPPT. (2018). *Outlook Energi Indonesia 2018*. Jakarta: Pusat Pengkajian Industri Proses dan Energi (PPIPE) Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT).
- Putri, V. B. (2018). Penerapan Lean Thinking untuk Mereduksi Waste pada Proses Produksi Gula di PT. PG Rajawali I Unit PG Krebet Baru. Surabaya: MMT-ITS.
- Pyzdek, T., & Keller, P. (2010). *The Six Sigma Handbook*. New York: Mc Graw Hill
- Rawabdeh, I. (2005). A model for the assessment of *waste* in job shop environments. *International Journal of Operations & Production Management*, 800-822.
- Rohac, T., & Januska, M. (2015). Valus Stream Mapping Demonstration on Real Case Study. *ScienceDirect*, 520-529.
- Widayat, T. (2019). Aplikasi Lean Production / Construction untuk mengurangi waste pada konstruksi pipa gas (studi kasus proyek pembangunan pipa gas Semare tie in KM 19 pipa Porong Grati PT Pertamina Gas. Surabaya: ITS Surabaya.
- Womack, J. (1990). The Machine That Changed the World. New York: Macmillan.
- Wu, Y. (2003). Lean Manufacturing: a perspective of lean supplier. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 23 No. 11, pp. 1349-76.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

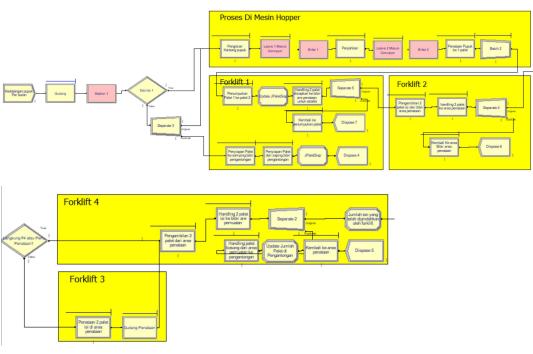
# LAMPIRAN A

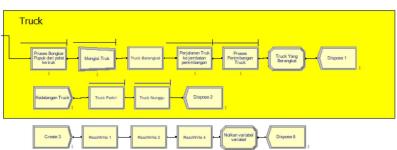
# I. SIMULASI PADA PRODUK PHONSKA GUDANG PHOSPAT 1 (PF 1)

# Distribusi waktu

Distril	busi Pupuk Per Bulan	TRIA(1.55e+004, 2.69e+004, 4.36e+004)				
Distril	busi Kedatangan Truck	-0.001 + 13600 * BETA(0.262, 1.24)				
No						Square Error
Prose	s Pengantongan					
1		Pengisian kantong pupuk terisi penuh (50 kg)	1	Tenaga Borong	103 + 2.4 * BETA(1.32, 1.28)	0.008002
2	Pengantongan (30 ton)	Delivery pupuk dari proses pengantongan ke penjahitan kantong	-	Conveyor	60	
3	r engantongan (50 ton)	Penjahitan kantong pupuk	1	Tenaga Borong	TRIA(2.4, 2.5, 3.6)	0.014868
4		Delivery pupuk dari penjahitan ke tenaga penata pupuk	-	Conveyor	90	
5	Penataan kantong	Penataan pupuk ke 1 palet (30 kantong @50kg/1,5 ton)	2	Tenaga Borong	114 + 0.781 * BETA(1.18, 0.876)	0.012671
Prose	s Handling Forklift					
6		Penyiapan palet (kosong) ke samping bibir pengantongan (banyak palet)		Forklift P1	23.4 + ERLA(0.105, 3)	0.015238
7	Handling di area	Penyiapan palet (kosong) dari samping bibir pengantongan ke bibir pengantongan (4 palet)	,	Forklift P1	35.4 + 0.96 * BETA(1.51, 1.51)	0.049828
8	pengantongan	Penumpukan palet 1 (isi pupuk) ke palet 2 (isi pupuk)	1	Forklift P1	UNIF(16.8, 17.2)	0.042083
9		Handling 2 palet (isi) disiapkan ke bibir area penataan untuk estafet palet (isi)		Forklift P1	24.8 + 0.48 * BETA(1.04, 0.88)	0.044177
10	Handling ke area penataan	Pengambilan 2 palet (isi) dari bibir area penataan	1	Forklift P2	18.8 + 0.37 * BETA(0.829, 0.765)	0.071684
11	rianding ke area penataan	mobilisasi/handling 2 palet (isi) ke area penataan	1	Forklift S2	TRIA(25.5, 25.8, 26.3)	0.029255
12	Handling di area penataan	Staple / Penataan 2 palet (isi) di area penataan	1	Forklift P3	35.9 + 0.48 * BETA(1.3, 0.972)	0.042476
13		Pengambilan 2 palet (isi) dari area penataan		Forklift P4	16.8 + 0.37 * BETA(0.619, 1.05)	0.067248
14	Handling untuk pemuatan	Handling 2 Palet (isi) ke bibir area pemuatan	1	Forklift P4	UNIF(25.4, 26.4)	0.018333
15		Handling palet kosong dari area pemuatan ke pengantongan		Forklift P4	47.8 + 0.48 * BETA(0.77, 0.754)	0.028099
Prose	s Pemuatan					
16	Pemuatan (30 ton)	Proses bongkar pupuk dari palet ke truk (2 palet/3 ton)	2	Tenaga Borong	359 + 0.36 * BETA(0.774, 0.674)	
17	remuatan (50 ton)	Truk terisi penuh pupuk (kapasitas truk 30 ton)	1	Truk	339 T 0.30 · DETA(0.7/4, 0.0/4)	0.012340+G3
18	Danimhanaan	perjalanan Truck ke jembatan timbang	1	Truk	678 + EXPO(0.901)	0.036477
19	Penimbangan	Truk dalam proses penimbangan	1	Truk	TRIA(148, 149, 150)	0.206171

#### Simulasi





# Skenario

Skenario 1	Menambah Tenaga Pembongkaran dan tenaga penataan serta Forklift P3 digabung dengan P2
Skenario 2	Mengalihkan pekerjaan tenaga penjahitan kepada tenaga pengisian, tenaga penjahitan mengerjakan pembongkaran dan Forklift P3 digabung dengan P2

# ❖ Hasil Utilisasi

Thilliand		Exist	ing			Skena	rio l		Skenario 2			
Utilisasi	Average	Half Width	Min	Max	Average	Half Width	Min	Max	Average	Half Width	Min	Max
Forklift P1	53.1%	133.0%	-79.9%	186.1%	57.6%	137.0%	-79.5%	194.6%	53.5%	134.0%	-80.5%	187.5%
Forklift P2	39.8%	100.0%	-60.2%	139.8%	63.4%	151.0%	-87.6%	214.4%	60.2%	151.0%	-90.8%	211.2%
Forklift P3	20.4%	51.0%	-30.6%	71.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Forklift P4	51.6%	23.0%	28.6%	74.6%	49.7%	7.0%	42.7%	56.7%	52.3%	16.0%	36.3%	68.3%
Tenaga Pembongkaran 1	79.3%	35.0%	44.3%	114.3%	38.3%	5.0%	33.3%	43.3%	40.2%	12.0%	28.2%	52.2%
Tenaga Pembongkaran 2	79.3%	35.0%	44.3%	114.3%	38.3%	5.0%	33.3%	43.3%	40.2%	12.0%	28.2%	52.2%
Tenaga Pembongkaran 3	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	38.3%	5.0%	33.3%	43.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Tenaga Pembongkaran 4	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	38.3%	5.0%	33.3%	43.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Tenaga Penataan 1	64.4%	161.0%	-96.6%	225.4%	45.3%	108.0%	-62.7%	153.3%	64.4%	162.0%	-97.6%	226.4%
Tenaga Penataan 2	64.4%	162.0%	-97.6%	226.4%	45.3%	108.0%	-62.7%	153.3%	64.4%	161.0%	-96.6%	225.4%
Tenaga Penataan 3	64.4%	162.0%	-97.6%	226.4%	45.3%	108.0%	-62.7%	153.3%	64.4%	161.0%	-96.6%	225.4%
Tenaga Penataan 4	64.4%	162.0%	-97.6%	226.4%	45.3%	108.0%	-62.7%	153.3%	64.4%	161.0%	-96.6%	225.4%
Tenaga Penataan 5	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	45.3%	108.0%	-62.7%	153.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Tenaga Penataan 6	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	45.3%	108.0%	-62.7%	153.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Tenaga Pengisian 1	58.9%	147.0%	-88.1%	205.9%	61.9%	147.0%	-85.1%	208.9%	60.3%	151.0%	-90.7%	211.3%
Tenaga Pengisian 2	58.9%	147.0%	-88.1%	205.9%	61.9%	147.0%	-85.1%	208.9%	60.3%	151.0%	-90.7%	211.3%
Tenaga Penjahitan 1	3.2%	8.0%	-4.8%	11.2%	3.4%	8.0%	-4.6%	11.4%	40.2%	12.0%	28.2%	52.2%
Tenaga Penjahitan 2	3.2%	8.0%	-4.8%	11.2%	3.4%	8.0%	-4.6%	11.4%	40.2%	12.0%	28.2%	52.2%

# ❖ Hasil waktu tunggu

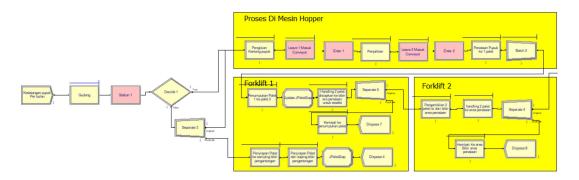
Waktu Tunggu Truck	Rata-rata	Half-Width	Min	Max
Existing	1.9557	5.4	-3.4443	7.3557
Skenario 1	0.4301	0.24	0.1901	0.6701
Skenario 2	0.5564	1.52	-0.9636	2.0764

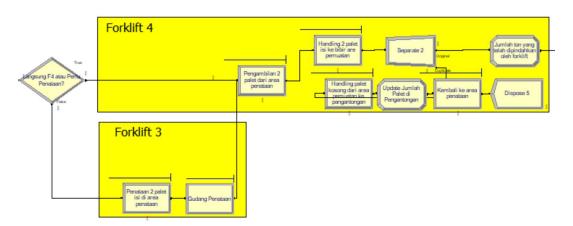
# II. SIMULASI PADA PRODUK PHONSKA GUDANG PHONSKA

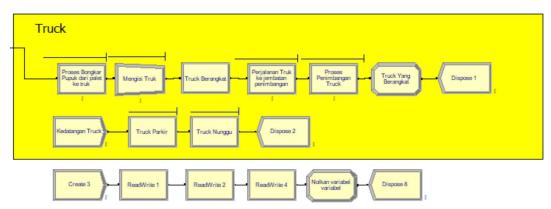
# Distribusi Waktu

Distr	ibusi Pupuk Per Bulan	TRIA(3.13e+004, 3.36e+004, 5.44e+004)				
Distr	ibusi Kedatangan Truck	-0.001 + WEIB(990, 0.529)				
No			Jumlah Resource			Square Error
Pros	es Pengantongan					
1		Pengisian kantong pupuk terisi penuh (50 kg)	1	Tenaga Borong	101 + 0.24 * BETA(0.779, 0.847)	0.158123
2	D (20 4)	Delivery pupuk dari proses pengantongan ke penjahitan kantong	-	Conveyor	60	
3	Pengantongan (30 ton)	Penjahitan kantong pupuk	1	Tenaga Borong	NORM(3.05, 0.295)	0.049407
4		Delivery pupuk dari penjahitan ke tenaga penata pupuk	-	Conveyor	90	
5	Penataan kantong	Penataan pupuk ke 1 palet (30 kantong @50kg/1,5 ton)	2	Tenaga Borong	117 + 0.551 * BETA(0.603, 1.03)	0.003367
Pros	es Handling Forklift					
6	_	Penyiapan palet (kosong) ke samping bibir pengantongan (banyak palet)		Forklift Ph1	26 + 0.221 * BETA(0.397, 0.47)	0.113274
7	Handling di arca	Penyiapan palet (kosong) dari samping bibir pengantongan ke bibir pengantongan (4 palet)		Forklift Ph1	UNIF(35.4, 35.6)	0.187755
8	pengantongan	Penumpukan palet 1 (isi pupuk) ke palet 2 (isi pupuk)	1	Forklift Ph1	16.8 + 0.37 * BETA(0.828, 0.743)	0.027236
9		Handling 2 palet (isi) disiapkan ke bibir area penataan untuk estafet palet (isi)		Forklift Ph1	12.9 + 0.31 * BETA(0.354, 0.32)	0.044039
10	TT 11' 1	Pengambilan 2 palet (isi) dari bibir area penataan		Forklift Ph2	16 + 0.221 * BETA(0.354, 0.32)	0.122315
11	Handling ke area penataan	mobilisasi/handling 2 palet (isi) ke area penataan	1	Forklift Ph2	UNIF(23, 23.2)	0.137868
12	Handling di area penataan	Staple / Penataan 2 palet (isi) di area penataan	1	Forklift Ph3	30.8 + 0.48 * BETA(1.14, 0.978)	0.011919
13		Pengambilan 2 palet (isi) dari area penataan		Forklift Ph4	14.8 + 0.61 * BETA(1.29, 0.959)	0.085698
14	Handling untuk pemuatan	Handling 2 Palet (isi) ke bibir area pemuatan	1	Forklift Ph4	18.9 + 0.24 * BETA(0.491, 0.351)	0.067156
15		Handling palet kosong dari area pemuatan ke pengantongan		Forklift Ph4	33.8 + 0.38 * BETA(0.847, 0.685)	0.042448
Pros	es Pemuatan					
16	D(20+)	Proses bongkar pupuk dari palet ke truk (2 palet/3 ton)	2	Tenaga Borong	NORM(250, 0.202)	
17	Pemuatan (30 ton)	Truk terisi penuh pupuk (kapasitas truk 30 ton)	1	Truk	NORM(359, 0.292)	0.012340+G3
18	Dib	perjalanan Truck ke jembatan timbang	1	Truk	678 + EXPO(0.901)	0.036477
19	Penimbangan	Truk dalam proses penimbangan	1	Truk	TRIA(148, 149, 150)	0.206171

# Simulasi







# **❖** Skenario

Skenario 1	Menambah Tenaga Pembongkaran dan Forklift Ph3 digabung dengan Ph2
Skenario 2	Mengalihkan Tenaga Penjahitan menjadi Tenaga Pembongkaran, tugas tenaga penjahitan dialihkan kepada Tenaga Pengisian, Forklift Ph3 digabung dengan Ph2

# Hasil Utilisasi

TANK		Existing				Skenario 1				Skenario 2			
Utilisasi	Average	Half Width		Max	Average	Half Width		Max	Average	Half Width	Min	Max	
Forklift Ph1	52.4%	56.0%	-3.6%	108.4%	55.5%	59.0%	-3.5%	114.5%	53.0%	57.0%	-4.0%	110.0%	
Forklift Ph2	45.8%	50.0%	-4.2%	95.8%	70.1%	75.0%	-4.9%	145.1%	69.4%	85.0%	-15.6%	154.4%	
Forklift Ph3	23.3%	25.0%	-1.7%	48.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
Forklift Ph4	50.7%	2.0%	48.7%	52.7%	63.5%	38.0%	25.5%	101.5%	59.6%	4.0%	55.6%	63.6%	
Tenaga Pembongkaran	99.5%	4.0%	95.5%	103.5%	62.5%	38.0%	24.5%	100.5%	58.6%	4.0%	54.6%	62.6%	
Tenaga Pembongkaran	99.5%	4.0%	95.5%	103.5%	62.5%	38.0%	24.5%	100.5%	58.6%	4.0%	54.6%	62.6%	
Tenaga Pembongkaran	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	62.5%	38.0%	24.5%	100.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
Tenaga Pembongkaran	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	62.5%	38.0%	24.5%	100.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
Tenaga Penataan 1	88.1%	94.0%	-5.9%	182.1%	58.7%	63.0%	-4.3%	121.7%	88.1%	94.0%	-5.9%	182.1%	
Tenaga Penataan 2	88.1%	94.0%	-5.9%	182.1%	58.7%	63.0%	-4.3%	121.7%	88.1%	94.0%	-5.9%	182.1%	
Tenaga Penataan 3	88.1%	94.0%	-5.9%	182.1%	58.7%	63.0%	-4.3%	121.7%	88.1%	94.0%	-5.9%	182.1%	
Tenaga Penataan 4	88.1%	94.0%	-5.9%	182.1%	58.7%	63.0%	-4.3%	121.7%	88.1%	94.0%	-5.9%	182.1%	
Tenaga Penataan 5	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	58.7%	63.0%	-4.3%	121.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
Tenaga Penataan 6	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	58.7%	63.0%	-4.3%	121.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
Tenaga Pengisian 1	76.0%	81.0%	-5.0%	157.0%	77.0%	81.0%	-4.0%	158.0%	78.3%	84.0%	-5.7%	162.3%	
Tenaga Pengisian 2	76.0%	81.0%	-5.0%	157.0%	77.0%	81.0%	-4.0%	158.0%	78.3%	84.0%	-5.7%	162.3%	
Tenaga Penjahitan 1	4.6%	6.0%	-1.4%	10.6%	4.6%	5.0%	-0.4%	9.6%	58.6%	4.0%	54.6%	62.6%	
Tenaga Penjahitan 2	4.6%	6.0%	-1.4%	10.6%	4.6%	5.0%	-0.4%	9.6%	58.6%	4.0%	54.6%	62.6%	

# ❖ Hasil Waktu Tunggu

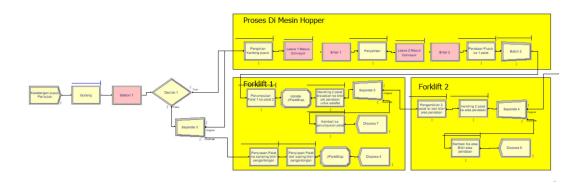
Waktu Tunggu Truck	Rata-rata	Half-Width	Min	Max
Existing	73.5596	105.76	-32.2004	179.3196
Skenario 1	1.1813	2.41	-1.2287	3.5913
Skenario 2	1.1344	2.02	-0.8856	3.1544

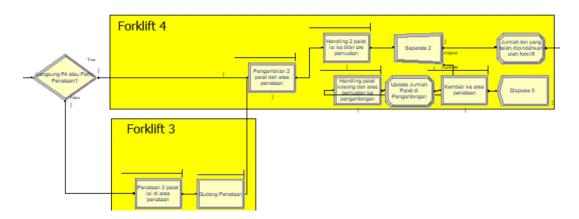
# III. SIMULASI PRODUK NPK GUDANG PHOSPAT II (PF2)

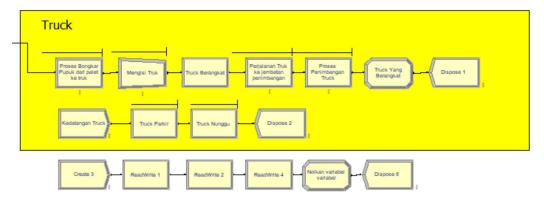
#### Distribusi waktu

	ibusi Pupuk Per Bulan ibusi Kedatangan Truck	UNIF(2.66e+004, 4.67e+004)	1			
Jistr	ibusi Kedatangan Truck	-0.001 + WEIB(803, 0.54)	J			
No	Kegiatan	Sub Kegiatan	Jumlah Resource	Jenis Resource	Cycle time (distribution)	Square Erro
Pros	es Pengantongan					
1		Pengisian kantong pupuk terisi penuh (50 kg)	1	Tenaga Borong	90.9 + 0.36 * BETA(0.637, 0.554)	0.05235
2	D (20.4)	Delivery pupuk dari proses pengantongan ke penjahitan kantong	-	Conveyor	60	
3	Pengantongan (30 ton)	Penjahitan kantong pupuk	1	Tenaga Borong	2.85 + 0.6 * BETA(1.18, 1.14)	0.02005
4		Delivery pupuk dari penjahitan ke tenaga penata pupuk	-	Conveyor	90	
5	Penataan kantong	Penataan pupuk ke 1 palet (30 kantong @50kg/1,5 ton)	2	Tenaga Borong	UNIF(360, 361)	0.05458
Pros	es Handling Forklift					
6		Penyiapan palet (kosong) ke samping bibir pengantongan (banyak palet)		Forklift Phs1	25 + 0.331 * BETA(0.643, 0.766)	0.11497
7	Handling di arca	Penyiapan palet (kosong) dari samping bibir pengantongan ke bibir pengantongan (4 palet)	1	Forklift Phs1	35 + 1 * BETA(0.6, 0.486)	0.01027
8	pengantongan	Penumpukan palet 1 (isi pupuk) ke palet 2 (isi pupuk)		Forklift Phs1	18 + ERLA(0.121, 5)	0.05308
9		Handling 2 palet (isi) disiapkan ke bibir area penataan untuk estafet palet (isi)		Forklift Phs1	17.8 + 0.48 * BETA(0.64, 0.789)	0.03087
10	Handling ke area penataan	Pengambilan 2 palet (isi) dari bibir area penataan	1	Forklift Phs2	17.7 + 0.72 * BETA(1.51, 1.39)	0.01428
11	rianding ke area penataan	mobilisasi/handling 2 palet (isi) ke area penataan	1	Forklift Phs2	23.7 + 0.72 * BETA(1.3, 0.891)	0.019
12	Handling di area penataan	Staple / Penataan 2 palet (isi) di area penataan	1	Forklift Phs3	UNIF(19, 19.6)	0.02583
13		Pengambilan 2 palet (isi) dari area penataan		Forklift Phs4	33.8 + 0.231 * BETA(0.474, 0.337)	0.11410
14	Handling untuk pemuatan	Handling 2 Palet (isi) ke bibir area pemuatan	1	Forklift Phs4	35.9 + 0.38 * BETA(0.641, 0.882)	0.06313
15		Handling palet kosong dari area pemuatan ke pengantongan		Forklift Phs4	34.7 + 0.85 * BETA(1.32, 1.07)	0.02690
Pros	es Pemuatan					
16	Pemuatan (30 ton)	Proses bongkar pupuk dari palet ke truk (2 palet/3 ton)	2	Tenaga Borong	UNIF(360, 361)	
17	remuatan (50 ton)	Truk terisi penuh pupuk (kapasitas truk 30 ton)	1	Truk	UNIF(300, 301)	0.012340+G
18	Penimbangan	perjalanan Truck ke jembatan timbang	1	Truk	350 + 11 * BETA(1.4, 0.922)	0.01663
19	remmoangan	Truk dalam proses penimbangan	1	Truk	140 + 9 * BETA(1.23, 1.33)	0.02321

# ❖ Simulasi







# Skenario

	Menambah Tenaga Pembongkaran dan tenaga penataan dan Forklift Phs3 digabung dengan Phs2
Skenario 2	Mengalihkan pekerjaan tenaga penjahitan kepada tenaga pengisian, tenaga penjahitan mengerjakan pembongkaran, dan Forklift Phs3 digabung dengan Phs2

# Hasil Utilisasi

TANK T		Exis	ting			Skenario 1				Skenario 2			
Utilisasi	Average	Half Width	Min	Max	Average	Half Width	Min	Max	Average	Half Width	Min	Max	
Forklift Phs1	55.7%	75.0%	-19.4%	130.7%	60.0%	91.0%	-31.0%	151.0%	56.3%	76.0%	-19.8%	132.3%	
Forklift Phs2	46.9%	63.0%	-16.2%	109.9%	60.5%	82.0%	-21.5%	142.5%	60.5%	82.0%	-21.6%	142.5%	
Forklift Phs3	13.6%	18.0%	-4.4%	31.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
Forklift Phs4	71.7%	0.0%	71.7%	71.7%	89.8%	104.0%	-14.2%	193.8%	90.3%	110.0%	-19.8%	200.3%	
Tenaga Pembongkaran 1	100.0%	0.0%	100.0%	100.0%	62.6%	72.0%	-9.4%	134.6%	62.9%	76.0%	-13.1%	138.9%	
Tenaga Pembongkaran 2	100.0%	28.1%	71.8%	128.1%	62.6%	72.0%	-9.4%	134.6%	62.9%	76.0%	-13.1%	138.9%	
Tenaga Pembongkaran 3	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	62.6%	72.0%	-9.4%	134.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
Tenaga Pembongkaran 4	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	62.6%	72.0%	-9.4%	134.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
Tenaga Penataan 1	80.8%	109.0%	-28.2%	189.8%	53.9%	73.0%	-19.1%	126.9%	80.8%	109.0%	-28.2%	189.8%	
Tenaga Penataan 2	80.8%	109.0%	-28.2%	189.8%	53.9%	73.0%	-19.1%	126.9%	80.8%	109.0%	-28.2%	189.8%	
Tenaga Penataan 3	80.8%	109.0%	-28.2%	189.8%	53.9%	73.0%	-19.1%	126.9%	80.8%	109.0%	-28.2%	189.8%	
Tenaga Penataan 4	80.8%	109.0%	-28.2%	189.8%	53.9%	73.0%	-19.1%	126.9%	80.8%	109.0%	-28.2%	189.8%	
Tenaga Penataan 5	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	53.9%	73.0%	-19.1%	126.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
Tenaga Penataan 6	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	53.9%	73.0%	-19.1%	126.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
Tenaga Pengisian 1	64.3%	87.0%	-22.7%	151.3%	64.4%	87.0%	-22.7%	151.4%	66.6%	90.0%	-23.4%	156.6%	
Tenaga Pengisian 2	64.3%	87.0%	-22.7%	151.3%	64.3%	87.0%	-22.7%	151.3%	66.6%	90.0%	-23.4%	156.6%	
Tenaga Penjahitan 1	4.5%	6.0%	-1.5%	10.5%	4.5%	6.0%	-1.5%	10.5%	62.9%	76.0%	-13.1%	138.9%	
Tenaga Penjahitan 2	4.5%	6.0%	-1.5%	10.5%	4.5%	6.0%	-1.5%	10.5%	62.9%	76.0%	-13.1%	138.9%	

# Hasil Waktu Tunggu

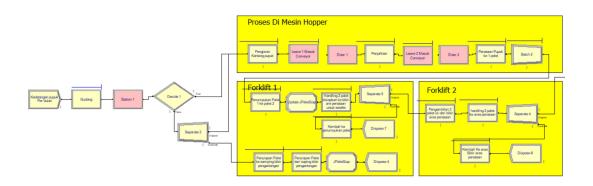
Waktu Tunggu Truck	Rata-rata	Half-Width	Min	Max
Existing	133.49	156.92	-23.43	290.41
Skenario 1	39.6302	76.19	-36.5598	115.8202
Skenario 2	38.8101	3.76	35.0501	42.5701

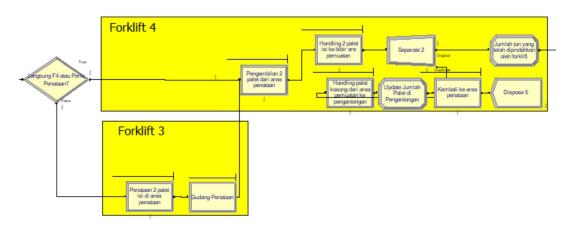
# IV. HASIL SIMULASI PRODUK UREA DI GUDANG UREA

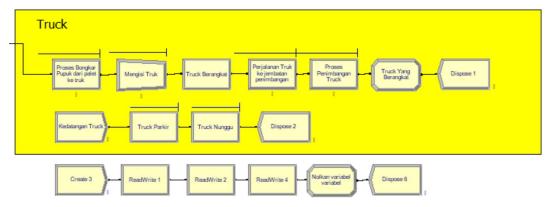
#### Distribusi Waktu

Distr	ibusi Pupuk Per Bulan	TRIA(1.55e+004, 2.69e+004, 4.36e+004)				
Distr	ibusi Kedatangan Truck	-0.001 + WEIB(574, 0.57)				
Pros	es Pengantongan					
1		Pengisian kantong pupuk terisi penuh (50 kg)	1	Tenaga Borong	108 + 0.36 * BETA(0.691, 0.633)	0.087955
2	Pengantongan (30 ton)	Delivery pupuk dari proses pengantongan ke penjahitan kantong	-	Conveyor	60	
3	rengamongan (50 ton)	Penjahitan kantong pupuk	1	Tenaga Borong	TRIA(3, 3.03, 3.44)	0.074657
4		Delivery pupuk dari penjahitan ke tenaga penata pupuk	-	Conveyor	90	
5	Penataan kantong	Penataan pupuk ke 1 palet (30 kantong @50kg/1,5 ton)	2	Tenaga Borong	121 + 0.451 * BETA(0.621, 0.602)	0.044969
Pros	es Handling Forklift					
6		Penyiapan palet (kosong) ke samping bibir pengantongan (banyak palet)		Forklift U1	26 + 0.331 * BETA(0.577, 0.595)	0.090313
7	Handling di area	Penyiapan palet (kosong) dari samping bibir pengantongan ke bibir pengantongan (4 palet)	1	Forklift U1	33.5 + 0.36 * BETA(0.761, 0.89)	0.096288
8	pengantongan	Penumpukan palet 1 (isi pupuk) ke palet 2 (isi pupuk)	1	Forklift U1	16.8 + 0.37 * BETA(0.892, 1.1)	0.114938
9		Handling 2 palet (isi) disiapkan ke bibir area penataan untuk estafet palet (isi)		Forklift U1	UNIF(22.8, 23.1)	0.120343
10	Handling to any nonstage	Pengambilan 2 palet (isi) dari bibir area penataan	1	Forklift U2	30 + 0.551 * BETA(0.755, 0.803)	0.041936
11	Handling ke area penataan	mobilisasi/handling 2 palet (isi) ke area penataan	1	Forklift U2	44.8 + 0.48 * BETA(0.669, 0.79)	0.04669
12	Handling di area penataan	Staple / Penataan 2 palet (isi) di area penataan	1	Forklift U3	39 + 0.881 * BETA(0.719, 0.893)	0.012635
13		Pengambilan 2 palet (isi) dari area penataan		Forklift U4	28 + 0.551 * BETA(0.648, 0.858)	0.028243
14	Handling untuk pemuatan	Handling 2 Palet (isi) ke bibir area pemuatan	1	Forklift U4	24.8 + 0.48 * BETA(0.712, 0.7)	0.053851
15		Handling palet kosong dari area pemuatan ke pengantongan		Forklift U4	44.9 + 0.24 * BETA(0.521, 0.412)	0.074999
Pros	es Pemuatan					
16	B (201)	Proses bongkar pupuk dari palet ke truk (2 palet/3 ton)	2	Tenaga Borong	261 : 0 40 * PET 4 (0 01 0 072)	
17	Pemuatan (30 ton)	Truk terisi penuh pupuk (kapasitas truk 30 ton)	1	Truk	361 + 0.48 * BETA(0.81, 0.973)	0.054166
18	Desirabella	perjalanan Truck ke jembatan timbang	1	Truk	380 + 3 * BETA(1.16, 1.02)	0.003648
19	Penimbangan	Truk dalam proses penimbangan	1	Truk	150 + 9 * BETA(1.07, 0.806)	0.002407

# Simulasi







# **❖** Skenario

Cleanania 1	Menambah Tenaga Pembongkaran dan tenaga penataan dan Forklift U3 digabung dengan U2
Skenario i	Forklift U3 digabung dengan U2
	Mengalihkan Tenaga Penjahitan menjadi Tenaga
Skenario 2	Pembongkaran, tugas tenaga penjahitan dialihkan kepada
	Tenaga Pengisian, Forklift U3 digabung dengan U2

## Hasil Utilisasi

Utilisasi	Existing				Skenario 1				Skenario 2			
Utilisasi	Average	Half Width		Max	Average	Half Width			Average	Half Width		Max
Forklift U1	49.5%	72.0%	-22.5%	121.5%	51.3%	74.1%	-22.9%	125.4%	49.9%	72.2%	-22.3%	122.1%
Forklift U2	66.5%	96.0%	-29.5%	162.5%	88.2%	128.5%	-40.3%	216.6%	88.0%	130.8%	-42.8%	218.8%
Forklift U3	21.7%	32.0%	-10.3%	53.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Forklift U4	70.1%	2.0%	68.1%	72.1%	67.7%	9.0%	58.7%	76.8%	68.2%	25.7%	42.4%	93.9%
Tenaga Pembongkaran 1	88.3%	3.0%	85.3%	91.3%	42.7%	5.7%	37.0%	48.4%	42.9%	16.2%	26.7%	59.2%
Tenaga Pembongkaran 2	88.3%	3.0%	85.3%	91.3%	42.7%	5.7%	37.0%	48.4%	42.9%	16.2%	26.7%	59.2%
Tenaga Pembongkaran 3	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	42.7%	5.7%	37.0%	48.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Tenaga Pembongkaran 4	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	42.7%	5.7%	37.0%	48.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Tenaga Penataan 1	67.0%	97.0%	-30.0%	164.0%	44.7%	65.0%	-20.3%	109.7%	67.0%	97.0%	-30.0%	164.0%
Tenaga Penataan 2	67.0%	97.0%	-30.0%	164.0%	44.7%	65.0%	-20.3%	109.7%	67.0%	97.0%	-30.0%	164.0%
Tenaga Penataan 3	67.0%	97.0%	-30.0%	164.0%	44.7%	65.0%	-20.3%	109.7%	67.0%	97.0%	-30.0%	164.0%
Tenaga Penataan 4	67.0%	97.0%	-30.0%	164.0%	44.7%	65.0%	-20.3%	109.7%	67.0%	97.0%	-30.0%	164.0%
Tenaga Penataan 5	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	44.7%	65.0%	-20.3%	109.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Tenaga Penataan 6	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	44.7%	65.0%	-20.3%	109.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Tenaga Pengisian 1	59.8%	86.0%	-26.2%	145.8%	59.8%	86.0%	-26.2%	145.8%	61.5%	89.0%	-27.5%	150.5%
Tenaga Pengisian 2	59.8%	86.0%	-26.2%	145.8%	59.8%	86.0%	-26.2%	145.8%	61.5%	89.0%	-27.5%	150.5%
Tenaga Penjahitan 1	3.5%	5.0%	-1.5%	8.5%	3.5%	5.0%	-1.5%	8.5%	42.9%	16.2%	26.7%	59.2%
Tenaga Penjahitan 2	3.5%	5.0%	-1.5%	8.5%	3.5%	5.0%	-1.5%	8.5%	42.9%	16.2%	26.7%	59.2%

# ❖ Hasil waktu tunggu

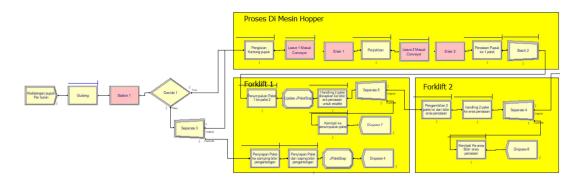
Waktu Tunggu Truck	Rata-rata	Half-Width	Min	Max
Existing	7.7413	12.53	-4.7887	20.2713
Skenario 1	1.6216	4.34171	-2.72011	5.96331
Skenario 2	1.4153	5.044363	-3.62906	6.459663

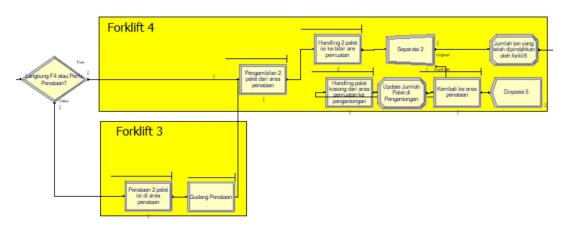
# V. HASIL SIMULASI PRODUK ZA DI GUDANG ZA

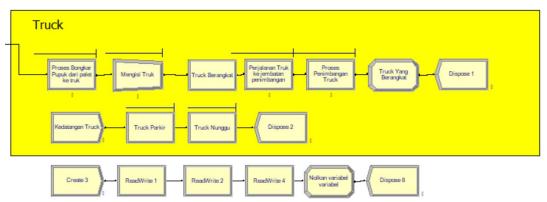
#### ❖ Distribusi Waktu

	ibusi Pupuk Per Bulan	TRIA(1.55e+004, 2.69e+004, 4.36e+004)				
Distr	ibusi Kedatangan Truck	-0.001 + WEIB(1.2e+003, 0.463)				
No	Kegiatan	Sub Kegiatan	Jumlah Resource	Jenis Resource	Cycle time (distribution)	Square Erro
Pros	es Pengantongan					
1		Pengisian kantong pupuk terisi penuh (50 kg)	1	Tenaga Borong	95.9 + 0.111 * BETA(0.108, 0.0791)	0.02081
2	Pengantongan (30 ton)	Delivery pupuk dari proses pengantongan ke penjahitan kantong	-	Conveyor	60	
3	r engantongan (50 ton)	Penjahitan kantong pupuk	1	Tenaga Borong	2.27 + 1.45 * BETA(2.78, 3)	0.04653
4		Delivery pupuk dari penjahitan ke tenaga penata pupuk	-	Conveyor	90	
5	Penataan kantong	Penataan pupuk ke 1 palet (30 kantong @50kg/1,5 ton)	2	Tenaga Borong	114 + 0.331 * BETA(0.653, 0.724)	0.1044
ros	es Handling Forklift					
6		Penyiapan palet (kosong) ke samping bibir pengantongan (banyak palet)		Forklift Z1	26 + 0.331 * BETA(0.42, 0.34)	0.04203
7	Handling di arca	Penyiapan palet (kosong) dari samping bibir pengantongan ke bibir pengantongan (4 palet)	1	Forklift Z1	TRIA(33.5, 34, 34)	0.0230-
8	pengantongan	Penumpukan palet 1 (isi pupuk) ke palet 2 (isi pupuk)		Forklift Z1	NORM(19, 0.136)	0.06472
9		Handling 2 palet (isi) disiapkan ke bibir area penataan untuk estafet palet (isi)		Forklift Z1	26 + 0.221 * BETA(0.371, 0.475)	0.12628
10	Handling ke area penataan	Pengambilan 2 palet (isi) dari bibir area penataan	1	Forklift Z2	17.7 + 0.72 * BETA(1.78, 1.29)	0.01573
11	rianumg ke area penataan	mobilisasi/handling 2 palet (isi) ke area penataan	1	Forklift Z2	95.9 + 0.111 * BETA(0.108, 0.0791) 60 2.27 + 1.45 * BETA(2.78, 3) 90 114 + 0.331 * BETA(0.653, 0.724) 26 + 0.331 * BETA(0.42, 0.34) TRIA(33.5, 34, 34) NORM(19, 0.136) 26 + 0.221 * BETA(0.371, 0.475)	0.05807
12	Handling di area penataan	Staple / Penataan 2 palet (isi) di area penataan	1	Forklift Z3	19 + 0.551 * BETA(0.612, 0.743)	0.02712
13		Pengambilan 2 palet (isi) dari area penataan		Forklift Z4	19.4 + 0.551 * BETA(1.16, 0.803)	0.02932
14	Handling untuk pemuatan	Handling 2 Palet (isi) ke bibir area pemuatan	1	Forklift Z4	19.8 + 0.48 * BETA(0.788, 0.801)	0.05622
15		Handling palet kosong dari area pemuatan ke pengantongan		Forklift Z4	28.9 + 0.24 * BETA(0.527, 0.849)	0.13186
ros	es Pemuatan					
16	Pemuatan (30 ton)	Proses bongkar pupuk dari palet ke truk (2 palet/3 ton)	2	Tenaga Borong	252   0.441 * DETA(0.662, 0.516)	
17	remuatan (50 ton)	Truk terisi penuh pupuk (kapasitas truk 30 ton)	1	Truk	333 T 0.441 · BETA(0.062, 0.316)	0.05323
18	Penimbangan	perjalanan Truck ke jembatan timbang	1	Truk	360 + 3 * BETA(1.03, 1.35)	0.0025
10	remmoangan	Tails delen annua ancienten en	1	Teuk	140 + WEID(4 (4 1 72)	0.00005

# Simulasi







# Skenario

Scenario 1	Menambah Tenaga Pembongkaran dan penataan dan forklift Z3
	digabung dengan Z2
Scenario 2	Mengalihkan Tenaga Penjahitan menjadi Tenaga Pembongkaran, tugas
	tenaga penjahitan dialihkan kepada Tenaga Pengisian, Forklift Z3
	digabung dengan Z4

# Hasil Utilisasi

Utilisasi	Existing						Scenario 2					
Othisasi	Average	Half Width	Min		Average	Half Width			Average	Half Width	Min	
Forklift Z1	56.5%	77.0%	-20.5%	133.5%	53.0%	77.0%	-24.0%	130.0%	53.7%	78.0%	-24.3%	131.7%
Forklift Z2	36.3%	50.0%	-13.7%	86.3%	45.2%	65.0%	-19.9%	110.2%	45.2%	66.0%	-20.9%	111.2%
Forklift Z3	11.2%	15.0%	-3.8%	26.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Forklift Z4	40.0%	12.0%	28.0%	52.0%	34.7%	0.0%	34.7%	34.7%	40.0%	29.0%	11.0%	69.0%
Tenaga Pembongkaran 1	77.6%	24.0%	53.6%	101.6%	33.7%	0.0%	33.7%	33.7%	38.9%	28.0%	10.9%	66.9%
Tenaga Pembongkaran 2	77.6%	24.0%	53.6%	101.6%	33.7%	0.0%	33.7%	33.7%	38.9%	28.0%	10.9%	66.9%
Tenaga Pembongkaran 3	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	33.7%	0.0%	33.7%	33.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Tenaga Pembongkaran 4	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	33.7%	0.0%	33.7%	33.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Tenaga Penataan 1	66.9%	91.0%	-24.1%	157.9%	42.1%	61.0%	-19.0%	103.1%	63.1%	91.0%	-27.9%	154.1%
Tenaga Penataan 2	66.3%	91.0%	-24.7%	157.3%	42.1%	61.0%	-19.0%	103.1%	63.1%	91.0%	-27.9%	154.1%
Tenaga Penataan 3	66.3%	91.0%	-24.7%	157.3%	42.1%	61.0%	-19.0%	103.1%	63.1%	91.0%	-27.9%	154.1%
Tenaga Penataan 4	66.3%	91.0%	-24.7%	157.3%	42.1%	61.0%	-19.0%	103.1%	63.1%	91.0%	-27.9%	154.1%
Tenaga Penataan 5	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	42.1%	61.0%	-19.0%	103.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Tenaga Penataan 6	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	42.1%	61.0%	-19.0%	103.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Tenaga Pengisian 1	56.3%	77.0%	-20.8%	133.3%	53.0%	77.0%	-24.0%	130.0%	54.7%	79.0%	-24.3%	133.7%
Tenaga Pengisian 2	56.3%	77.0%	-20.8%	133.3%	53.0%	77.0%	-24.0%	130.0%	54.7%	79.0%	-24.3%	133.7%
Tenaga Penjahitan 1	3.5%	5.0%	-1.5%	8.5%	3.3%	5.0%	-1.7%	8.3%	38.9%	28.0%	10.9%	66.9%
Tenaga Penjahitan 2	3.5%	5.0%	-1.5%	8.5%	3.3%	5.0%	-1.7%	8.3%	38.9%	28.0%	10.9%	66.9%

# ❖ Hasil Waktu Tunggu

Waktu Tunggu Truck	Rata-rata	Half-Width	Min	Max
Existing	5.8983	16.49	-10.5917	22.3883
Scenario 1	0.6888	0.58	0.1088	1.2688
Scenario 2	0.6731	0.73	-0.0569	1.4031

#### **LAMPIRAN B**

#### **KUESIONER PENELITIAN TESIS**

# PEMODELAN INTEGRASI PROSES HANDLING PUPUK IN-BAG DAN KEBUTUHAN FORKLIFT UNTUK MEREDUKSI WASTE DI GUDANG PT. PETROKIMIA GRESIK



#### DILAKUKAN UNTUK PENELITIAN TESIS:

PEMODELAN INTEGRASI PROSES HANDLING PUPUK IN-BAG DAN KEBUTUHAN FORKLIFT UNTUK MEREDUKSI WASTE DI GUDANG PT. PETROKIMIA GRESIK

MOHON DI ISI DENGAN SEBENAR-BENARNYA MENURUT PENELITIAN DAN PEMAHAMAN TANPA ADA UNSUR SUBYEKTIVITAS. HASIL KUESIONER PENELITIAN INI UNTUK KEPENTINGAN PENDIDIKAN DAN TIDAK AKAN DI SEBARLUASKAN. ATAS PARTISIPASI DAN KESEDIAAN MENGISI KUESIONER, DI SAMPAIKAN TERIMA KASIH.

Dimohon untuk mengisi kuesioner berdasarkan pengertian dan pemahaman secara obyektif mengenai pemborosan yang terjadi pada bagian bapak/ibu pada pengerjaan item-item produk yang telah di tentukan. Keakuratan dan kebenaran jawaban yang diberikan menentukan keakuratan dari perbaikan proses yang akan dilakukan pada hasil penelitian.

Terlebih dahulu disampaikan pemahaman mengenai macam pemborosan dan istilah yang lebih mudah di pahami dalam proses produksi yang setiap hari dilakukan oleh bapak/ibu. Macam pemborosan dan definisinya adalah sebagai berikut :

#### 1. Over Production (O)

Proses produksi pupuk yang mewajibkan PT. Petrokimia Gresik untuk mengamankan stok pupuk (*make to stock*) memungkinkan terjadi pemborosan ini, hal tersebut terindikasi dari data produksi untuk masing-masing jenis pupuk sampai dengan tahun 2019. Pupuk yang diproduksi berlebih adalah produksi pupuk Urea dan ZA dengan masing-masing realisasi produksinya 906.472 ton dan 698.392 ton.

#### 2. Defect (D)

Defect terindikasi dari banyaknya pupuk in-bag yang rusak dan dikembalikan kembali ke proses produksi (*Re-prod*) dan membutuhkan *forklift* untuk proses pemindahannya. Hal tersebut berdampak menimbulkan pemborosan biaya *handling* karena *forklift* melakukan sewa dengan *product based handling* (rupiah/ton).

Data yang didapatkan selama tahun 2019 di 5 gudang penjualan dengan total pupuk *defect* yang di *handling* oleh *forklift* sebesar 8.613 ton, hal tersebut terjadi karena beberapa kesalahan diantaranya diproses penjahitan, proses penataan oleh tenaga borong dan *forklift* serta terjatuh dari tumpukan. Terjadinya cacat pupuk tersebut terlihat sebelum proses muat pupuk oleh tenaga borong dan memerlukan *forklift* 4 untuk *handling* pupuk *defect* tersebut dikembalikan pada proses produksi.

#### 3. Unneccessary Inventory (I)

Inventory yang berlebih terindikasi dari banyaknya jumlah produksi namun kapasitas gudang yang tidak cukup sehingga diperlukan pemindahan ke open storage (di luar area gudang) yang memerlukan handling forklift yang menimbulkan biaya, hal tersebut bias diakibatkan dari proses kedatangan truk yang tidak terjadwal.

Data yang didapatkan selama tahun 2019 dengan total pupuk yang di handling menuju luar area gudang sebesar 90.232 ton.

#### 4. Inappropriate Process (P)

Tidak dapat pemborosan (waste).

#### 5. Excessive Tranportation (T)

Jumlah *forklift* yang banyak terindikasi dari utilisasi atau *wokload* yang rendah di masing-masing gudang, *forklift* tersebut melakukan aktifitas yang tidak bernilai tambah pada proses *handling* pupuk seperti penataan palet, penumpukan palet dan lain sebagainya.

#### 6. Unneccessary Motion (M)

Pergerakan *handling* pupuk *in-bag* yang bias di minimalisir maupun bisa digabung oleh *resource* yang ada karena banyaknya waktu *idle*/diam, yang terindikasi dari adanya pergerakan yang sedikit dan menurut pengamatan pekerjaan tersebut bisa di gabungkan dengan pekerjaan *forklift* lain yang ada.

# 7. Waiting

Proses menunggu pada *handling* pupuk *in-bag* di gudang penjualan terindikasi dari 2 hal :

#### a. Menunggu waktu penataan pupuk (batch) di pengantongan.

Proses pengantongan terdiri dari 2 mesin pengantongan, masing-masing mesin pengantongan pupuk melewati proses pengantongan, penjahitan dan penataan untuk ditumpuk (batch)ke 1 palet oleh tenaga borong, waktu yang dibutuhkan untuk penataan ke palet sebesar 117 detik untuk tiap paletnya, hal tersebut dapat mengakibatkan waktu tunggu *forklift* di area pengantongan dan kelangsungan proses selanjutnyamenjadi terhambat.

#### b. Waktu proses pemuatan.

Proses tunggu pemuatan ke dalam bak truk terindikasi memiliki waktu muat yang lama yaitu sebesar 3.627 detik atau sebesar 60 menit untuk truk dengan kapasitas 30 ton. Hal ini berpengaruh pada antrian dan jumlah keluaran produk pupuk yang di *handling*, di pengamatan awal tidak ada target waktu penyelesaian proses muat oleh tenaga borong.

#### PETUNJUK PENGISIAN KUESIONER

- 1. Silahkan mengisi serta memahami definisi dari setia[ pemborosan (*waste*) menurut konsep *Lean Manufacturing*.
- 2. Pengisisan skor sesuai kondisi nyata yang terdapat pada area kerja bapak/ibu.
- 3. Peraturan pemberian skor pada setiap pemborosan (*waste*) adalah sebagai berikut:
  - a. Skor maksimum untuk setiap pemborosan (*waste*) adalah 10 (bila pemborosan jenis tersebut dirasa sering terjadi).
  - b. Skor minimum untuk setiap pemborosan (*waste*) adalah 1 (bila pemborosan jenis tersebut dirasa tidak ada).
  - c. Semakin besar pemborosan yang terjadi maka skor semakin besar (mendekati 10), semakin kecil pemborosan maka skor semakin kecil (mendekati 1).
- 4. Jawablah pertanyaan selanjutnya secara obyektif sesuai dengan keadaan sebenarnya.

# **CONTOH PENGISIAN**

No.	Jenis Pemborosan	Skor
1.	Over Production (O)	6
2.	Defect (D)	10
3.	Unneccessary Inventory (I)	5
4.	Inappropriate Process (P)	5
5.	Excessive Tranportation (T)	3
6.	Unneccessary Motion (M)	4
7.	Waiting	2

Kebenaran dan obyektifitas pembobotan yang dilakukan sangat mempengaruhi hasil penelitian yang dapat digunakan untuk perbaikan proses produksi U-ditch.

Atas kesediaan dan partisipasi dari bapak/ibu dalam mengisi kuesioner ini disampaikan terima kasih.

# KUESIONER PEMBOBOTAN PEMBOROSAN

Isilah k	uesioner sesuai pe	tunjuk pengisian.					
a. Bagian/Seksi/Regu		:					
o. Department		:					
c. Lan	na bekerja	:					
d. Jaba	ntan	:					
No. Jenis Pemboros		san	Skor				
110.	Jems Temboro	3411	( 0 - 10)				
1.	Over Production	n (O)					
2.	Defect (D)						
3.	Unneccessary In	nventory (I)					
4.	Inappropriate Pr						
5.	Excessive Trans	portation (T)					
6.	Unneccessary M	Iotion (M)					
7.	Waiting						
			1 2020				
		Gre	sik, 2020				
		(					
		(					

#### **BIODATA PENULIS**



Penulis dilahirkan di Gresik pada tanggal 28 Mei 1988. Pada saat S-1 mengambil jurusan Teknik Mesin ITS Surabaya program studi Konversi Energi dan menyelesaikan studinya pada tahun 2010. Sempat bekerja sebagai *project control* di PT. WINA (Wilmar Nabati Indonesia) selama 12 bulan untuk kemudian diterima di PT. Petrokimia Gresik sampai dengan sekarang.

Penulis pernah mendalami dunia pengelasan (*International Welding Engineer*) pada tahun 2013, namun karena kebutuhan struktur organisasi management mengamanahinya untuk menjadi *Production Planning Inventory Control (PPIC)* sehingga tertarik pada dunia operasional/manajemen operasional. Penulis rasa MMT ITS sangat cocok bagi siapa saja yang ingin mendalami ilmu operasional perusahaan yang penting ada niatan dan kesungguhanan semua pasti bisa dilalui. Terima kasih MMT, semoga ilmu yang diterima bisa di implementasikan agar perusahaan lebih baik lagi.