



TESIS - BM185407

**PERANCANGAN ULANG TATA LETAK DAN ALOKASI
GUDANG BAHAN BAKU DENGAN METODE SIMULASI
UNTUK MEMINIMALKAN BIAYA HANDLING BAHAN
BAKU DARI PELABUHAN KE GUDANG**

**BOY CAHYO PRIHANTO
09211850015010**

**Dosen Pembimbing:
Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng, Ph.D, CSCP**

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



TESIS - BM185407

**PERANCANGAN ULANG TATA LETAK DAN ALOKASI
GUDANG BAHAN BAKU DENGAN METODE SIMULASI
UNTUK MEMINIMALKAN BIAYA HANDLING BAHAN
BAKU DARI PELABUHAN KE GUDANG**

**BOY CAHYO PRIHANTO
09211850015010**

**Dosen Pembimbing:
Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng, Ph.D, CSCP**

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

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Magister Manajemen Teknologi (M.MT)

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

BOY CAHYO PRIHANTO

NRP: 09211850015010

Tanggal Ujian: 26 Juni 2020

Periode Wisuda: September 2020

Disetujui oleh:

Pembimbing:

1. Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng, Ph.D, CSCP
NIP: 196912311994121076



.....

Penguji:

1. Imam Baihaqi, ST, M.Sc, Ph.D
NIP: 197007211997021001



.....

2. Dr. Ir. Mokh. Suef, M.Sc(Eng)
NIP: 196506301990031002



.....

Kepala Departemen Manajemen Teknologi
Fakultas Desain Kreatif Dan Bisnis Digital



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

NIP: 196912311994121076

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

PERANCANGAN ULANG TATA LETAK DAN ALOKASI GUDANG BAHAN BAKU DENGAN METODE SIMULASI UNTUK MEMINIMALKAN BIAYA *HANDLING* BAHAN BAKU DARI PELABUHAN KE GUDANG

Nama mahasiswa : Boy Cahyo Prihanto
NRP : 09211850015010
Pembimbing : Prof. Ir. I Nyoman Pujawan., M.Eng, Ph.D, CSCP

ABSTRAK

Tingginya biaya *handling* bahan baku dari pelabuhan menuju gudang di PT. Petrokimia Gresik, telah mendorong penelitian ini untuk mencari solusi guna menurunkan biaya pada kegiatan bongkar bahan baku. Letak pabrik dan gudang bahan baku yang terpisah pisah, banyaknya gudang yang belum terhubung dengan *belt conveyor* serta jenis bahan baku yang beraneka ragam menjadi tantangan sendiri dalam mengoperasikan kegiatan bongkar agar lebih efisien. Tata letak serta alokasi kuantum bahan baku di gudang yang ada membuat biaya *handling* bahan baku tinggi, karena bahan baku yang *slow moving* berada dekat dengan lokasi produksi sedangkan bahan baku yang *fast moving* berada jauh dari lokasi produksi. Selain itu, perbedaan metode bongkar yang ada juga berpengaruh terhadap biaya bongkar yang dikeluarkan, penggunaan *vessel crane* dan *dump truck* akan meningkatkan biaya, sebaliknya penggunaan *belt conveyor* akan meminimalisir biaya *handling* bahan baku.

Penelitian ini penting untuk dilakukan dengan tujuan mencari tata letak serta alokasi bahan baku yang memiliki biaya *handling* paling efisien. Langkah-langkah dalam penelitian ini meliputi (1) pengumpulan dan pengolahan data; (2) pembuatan model konseptual dan pembuatan model simulasi; (3) uji verifikasi dan uji validasi; (4) pengembangan skenario alternatif; (5) *running* simulasi berdasarkan skenario alternatif; (6) perbandingan skenario menggunakan uji anova serta analisis *cost and benefit*. Simulasi dilakukan dengan menggunakan *software* Arena 14.0.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa, perancangan ulang tata letak dan alokasi pada 5 gudang yang ada di Pabrik 2A dan Pabrik 2B adalah alternatif skenario yang terbaik. Skenario ini terbukti dapat meminimalkan biaya *handling* bahan baku dengan penghematan sebesar Rp 10.958.028.455 per tahun dengan ROI 108% dan *Payback Period* selama 0,48 tahun.

Kata Kunci : Gudang, Tata letak, Biaya *Handling* Bahan Baku, Simulasi, Arena.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

RE-DESIGN LAYOUT AND ALLOCATION OF RAW MATERIALS WAREHOUSE USING SIMULATION METHODS TO MINIMIZE THE COST OF RAW MATERIALS HANDLING FROM PORT TO WAREHOUSE

Student Name : Boy Cahyo Prihanto
Student Identity Number : 09211850015010
Supervisor : Prof. Ir. I Nyoman Pujawan., M.Eng, Ph.D, CSCP

ABSTRACT

The high cost of raw materials handling from the port to the warehouses at PT. Petrokimia Gresik has encouraged this research to find solutions to reduce costs in raw material unloading activities. The location of factories and raw material warehouses that are separated from each other, the number of warehouses that are not yet connected with conveyor belts as well as the diverse types of raw materials become its own challenges in operating unloading activities to be more efficient. The layout and allocation of raw materials in the existing warehouse creates high cost of raw materials handling because slow moving raw materials are close to the production location, while fast moving raw materials are far from the production location. In addition, differences in the existing unloading methods also affects the cost of raw materials unloading, the use of vessel cranes and dump trucks will increase costs, otherwise the use of conveyor belts will minimize the cost of raw materials handling.

This research is important to find the layout and allocation of raw materials that have the most efficient handling costs. The steps in this study include (1) data collecting and processing; (2) making conceptual and simulation models, (3) verification and validation tests; (4) developing alternative scenarios; (5) running simulations based on alternative scenarios; (6) comparing scenarios using anova test and cost and benefit analysis. The simulation is done using Arena 14.0 software.

The simulation results show that the re-design layout and allocation of 5 warehouses in Factory 2A and Factory 2B is the best alternative scenario. This scenario is proven to be able to minimize the cost of raw materials handling with savings of Rp. 10.958.028.455 per year with an ROI of 108% and a Payback Period of 0,48 years.

Keywords: Warehouse, Layout, Raw Material Handling Costs, Simulation, Arena.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Segala Puji bagi Allah SWT, atas segala limpahan berkah, rahmat serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini pada waktu yang tepat dengan segala keterbatasan yang ada.

Tesis yang berjudul “*Perancangan Ulang Tata Letak dan Alokasi Gudang Bahan Baku dengan Metode Simulasi untuk Meminimalkan Biaya Handling Bahan Baku dari Pelabuhan ke Gudang*” ini ditulis sebagai syarat untuk memperoleh gelar Magister Manajemen Teknik Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Melalui penelitian ini penulis berharap dapat menemukan jalan keluar untuk dapat memberikan masukan terkait permasalahan yang sedang dialami Petrokimia Gresik.

Dengan selesainya penelitian ini, penulis merasa bahwa masih banyak kekurangan yang ada di dalamnya. Oleh karena itu, penulis berharap masukan dan saran dari siapa saja yang telah membaca penelitian ini untuk hasil yang lebih baik di kemudian hari.

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

1. Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng, Ph.D, CSCP selaku dosen pembimbing tesis yang dengan sabar meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis untuk menyelesaikan tesis.
2. Bapak Imam Baihaqi, ST., M.Sc., Ph.D dan Dr. Ir. Mokh. Suef, M.Sc(Eng) selaku dosen penguji yang telah memberikan dukungan dan masukan-masukan yang sangat berharga.
3. Istri dan anak-anakku tercinta, Evy Kurniasari, Bintang Fahrizal Al Fatih, Kenzie Fauzan Al Ghazali, dan Farah Ashalina Mecca yang selalu setia mendukung, mendampingi, memberikan semangat dan mendokan yang terbaik dalam penyelesaian tesis ini.
4. Orangtua tercinta dan seluruh keluarga besar yang terus mendoakan dan memberikan dukungannya.

5. Terima kasih banyak untuk sahabat terbaik saya Mas Bagusranu, Bapak Iwan Febrianto, Bapak Bachtiar Rosihan Aghda, Bapak Galih Nurhadyan, Bapak Rosyid Ridlo yang selalu saling menyemangati dengan keceriaan dan selalu memberikan yang terbaik serta berpikir kritis sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini.
6. Teman-teman Departemen Pengelolaan Pelabuhan Petrokimia Gresik yang telah memberi support kepada saya dan sangat membantu dalam penyelesaian tesis ini.
7. Seluruh teman-teman S2 Magister Manajemen Teknologi ITS Kelas Eksekutif Angkatan 2018 untuk kebersamaan dan kekompakannya.
8. 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.

Surabaya, 5 Juni 2020

Penulis

DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PENGESAHAN TESIS	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	8
1.3 Tujuan Penelitian.....	8
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	9
1.5 Manfaat Penelitian.....	9
1.6 Sistematika Penelitian	10
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1 Pelabuhan	11
2.2 Gudang	12
2.3 Tata Letak Gudang	13
2.4 Sistem Penyimpanan	16
2.5 <i>Material Handling</i>	17
2.6 Teknik Pengendalian Persediaan.....	21
2.7 Sistem	25
2.8 Model	26
2.9 Simulasi.....	27
2.9.1 Model Simulasi	27
2.9.2 Tujuan Simulasi	28
2.9.3 Manfaat Metode Simulasi	28
2.9.4 Simulasi Kejadian Diskrit	30
2.9.5 Elemen-Elemen dan Variabel Sistem pada Simulasi.....	30
2.9.6 Proses Simulasi	31

2.9.7	<i>Software</i> Simulasi ARENA	32
2.10	Distribusi Probabilitas.....	33
2.11	Replikasi	40
2.12	Uji Hipotesis	42
2.13	<i>Analysis of Variance</i> (ANOVA).....	43
2.14	<i>Cost and Benefit Analysis</i>	46
2.15	Penelitian Terdahulu	48
BAB 3	METODE PENELITIAN	51
3.1	Diagram Alir Penelitian	51
3.2	Pengumpulan dan Pengolahan Data	52
3.3	Pembuatan Model	53
3.4	Pengembangan Skenario Alternatif	53
3.5	Perbandingan Skenario Alternatif.....	54
BAB 4	PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....	55
4.1	Deskripsi Sistem	55
4.2	Elemen Sistem	59
4.3	Variabel Sistem.....	61
4.4	Pengumpulan Data.....	61
4.4.1	Data waktu dan interval kedatangan kapal	62
4.4.2	Data jenis dan kuantum bahan baku yang diangkut tiap kapal	62
4.4.3	Data proporsi bahan baku yang dibongkar di pelabuhan	63
4.4.4	Data kecepatan bongkar dari Pelabuhan ke Gudang	63
4.4.5	Data kuantum perpindahan bahan baku dari pelabuhan ke gudang	64
4.4.6	Data tarif dan biaya <i>handling</i> bahan baku	64
4.4.7	Data tata letak dan alokasi bahan baku tiap gudang.....	66
4.4.8	Data prioritas gudang untuk bongkar bahan baku dari kapal	67
4.4.9	Data <i>consumption rate</i> bahan baku untuk kegiatan produksi.....	68
4.5	Pengolahan Data	68
BAB 5	HASIL DAN PEMBAHASAN	71
5.1	Pembuatan Model	71
5.1.1	Pengembangan Model Konseptual	71
5.1.2	Pengembangan Model Simulasi	73
5.1.3	Verifikasi	75

5.1.4	Validasi	75
5.2	Pengembangan Skenario Alternatif.....	79
5.3	Running Simulasi Berdasarkan Skenario Alternatif	88
5.4	Perbandingan Skenario Alternatif	89
BAB 6	KESIMPULAN DAN SARAN	95
6.1	Kesimpulan.....	95
6.2	Saran.....	95

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Tonase bongkar bahan baku 2018.....	2
Gambar 1.2 Alur <i>supply chain</i> PT. Petrokimia Gresik	2
Gambar 1.3 Pembongkaran menggunakan <i>Continuous Ship Unloader</i>	3
Gambar 1.4 Pembongkaran menggunakan <i>Kangaroo Crane</i>	3
Gambar 1.5 Pembongkaran menggunakan <i>Vessel Crane</i>	4
Gambar 1.6 Pembongkaran menggunakan <i>Vessel Crane</i> Melalui Gudang Intransit.....	4
Gambar 1.7 Perbandingan Tonase Penggunaan Alat <i>Handling</i> dalam Proses Pemindahan Bahan Baku dari Pelabuhan ke Gudang.....	5
Gambar 1.8 Biaya <i>Handling</i> Bahan Baku Tahun 2018	5
Gambar 1.9 <i>Layout</i> Gudang dan Pelabuhan	6
Gambar 2.1 <i>Vessel Crane, Grab dan Hopper</i>	18
Gambar 2.2 <i>Continuous Ship Unloader</i>	18
Gambar 2.3 <i>Kangaroo Crane</i>	19
Gambar 2.4 <i>Belt Conveyor</i>	19
Gambar 2.5 <i>Excavator</i>	20
Gambar 2.6 <i>Wheel Loader</i>	20
Gambar 2.7 <i>Dump Truck</i>	21
Gambar 2.8 Tipe umum sebuah sistem.....	26
Gambar 2.9 PDF plot distribusi uniform kontinu	34
Gambar 2.10 PDF plot distribusi uniform diskrit	34
Gambar 2.11 PDF plot distribusi triangular.....	35
Gambar 2.12 PDF plot distribusi eksponensial.....	36
Gambar 2.13 PDF plot distribusi beta.....	36
Gambar 2.14 PDF plot distribusi gamma	37
Gambar 2.15 PDF plot distribusi Weibull	38
Gambar 2.16 PDF plot distribusi normal	39
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	51
Gambar 4.1 Terminal Untuk Kepentingan Sendiri (TUKS) Petrokimia Gresik.....	55
Gambar 4.2 <i>Flow chart</i> proses <i>handling</i> bahan baku	56
Gambar 5.1 Model konseptual <i>flowchart handling</i> bahan baku	71

Gambar 5.2 Aktifitas <i>handling</i> bahan baku.....	74
Gambar 5.3 <i>One sample t-test</i> kondisi riil dengan hasil simulasi	79
Gambar 5.4 Gudang Bahan Baku di Pabrik 2A	80
Gambar 5.5 Gudang Bahan Baku di Pabrik 2B.....	83
Gambar 5.6 Gudang Bahan Baku di Pabrik 2A dan 2B	87
Gambar 5.7 Uji anova masing masing skenario alternatif.....	90
Gambar 5.8 Tukey Cramer Test	90
Gambar 5.9 Interval plot kondisi eksisting vs alternatif skenario	91

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Parameter Estimasi dan Rumusnya.....	40
Tabel 2.2 Format Tabel One-Way ANOVA.....	45
Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu	48
Tabel 4.1 Spesifikasi Dermaga Petrokimia Gresik	55
Tabel 4.2 Kapasitas Gudang Bahan Baku.....	57
Tabel 4.3 Tipe dan Peruntukan Gudang Bahan Baku.....	58
Tabel 4.4 Jenis Alat <i>Handling</i> dan <i>Jalur Handling</i>	59
Tabel 4.5 Jenis Data yang Dikumpulkan	62
Tabel 4.6 Data Waktu dan Interval Kedatangan Kapal	62
Tabel 4.7 Data Jenis dan Kuantum Bahan Baku yang diangkut Tiap Kapal.....	62
Tabel 4.8 Data Proporsi Bahan Baku yang dibongkar di Pelabuhan.....	63
Tabel 4.9 Data Kecepatan Bongkar (<i>Discharging Rate</i>) dari Pelabuhan ke Gudang... 63	
Tabel 4.10 Data Kuantum Perpindahan Bahan Baku dari Pelabuhan ke Gudang	64
Tabel 4.11 Data Alat dan Tarif <i>handling</i>	65
Tabel 4.12 Biaya <i>Handling</i> Bahan Baku	66
Tabel 4.13 Data Tipe Gudang, Kapasitas Gudang dan Alokasi Bahan Baku.....	66
Tabel 4.14 Data Prioritas Gudang.....	67
Tabel 4.15 Data <i>Consumption Rate</i> Bahan Baku untuk Kegiatan Produksi.....	68
Tabel 4.16 Parameter dan Distribusi Data Waktu Kedatangan Antar Kapal.....	68
Tabel 4.17 Parameter dan Distribusi Data Kecepatan Bongkar	69
Tabel 4.18 Parameter dan Distribusi Data Kuantum Bahan Baku.....	69
Tabel 4.19 Parameter dan Distribusi Data Lepas Sandar Kapal	69
Tabel 4.20 Parameter dan Distribusi Data Konsumsi Bahan Baku	69
Tabel 5.1 Perbandingan Biaya <i>Handling</i> Kondisi Riil dan Hasil Simulasi dengan 10 Kali Replikasi.....	75
Tabel 5.2 Perbandingan Biaya <i>Handling</i> Kondisi Riil dan Hasil Simulasi dengan 50 Kali Replikasi.....	76
Tabel 5.3 Biaya <i>Handling</i> Bahan Baku Berdasarkan Gudang Tujuan	80
Tabel 5.4 Kapasitas Gudang Eksisting, Realisasi Konsumsi Bahan Baku dan Alternatif Solusi Kapasitas Baru di Gudang 02A650.....	81

Tabel 5.5 Kapasitas Gudang Eksisting, Realisasi Konsumsi Bahan Baku dan Alternatif Solusi Kapasitas Baru di Gudang 09A650	81
Tabel 5.6 Kapasitas Gudang Eksisting, Realisasi Konsumsi Bahan Baku dan Alternatif Solusi Kapasitas Baru di Gudang 09B650	82
Tabel 5.7 Kapasitas Gudang Eksisting, Realisasi Konsumsi Bahan Baku dan Alternatif Solusi Kapasitas Baru di Gudang Curing PF-1.	82
Tabel 5.8 Kapasitas Gudang Eksisting, Realisasi Konsumsi Bahan Baku dan Alternatif Solusi Kapasitas Baru di Gudang PF-1.	82
Tabel 5.9 Data Perubahan Alokasi Slot Gudang Bahan Baku Alternatif 1	83
Tabel 5.10 Kapasitas Gudang Eksisting, Realisasi Konsumsi Bahan Baku dan Alternatif Solusi Kapasitas Baru di Gudang NPK2.....	84
Tabel 5.11 Kapasitas Gudang Eksisting, Realisasi Konsumsi Bahan Baku dan Alternatif Solusi Kapasitas Baru di Gudang PF-2.....	85
Tabel 5.12 Kapasitas Gudang Eksisting, Realisasi Konsumsi Bahan Baku dan Alternatif Solusi Kapasitas Baru di Gudang Curing PF-2.....	85
Tabel 5.13 Kapasitas Gudang Eksisting, Realisasi Konsumsi Bahan Baku dan Alternatif Solusi Kapasitas Baru di Gudang ZK.	85
Tabel 5.14 Data Perubahan Alokasi Slot Gudang Bahan Baku Alternatif 2.....	86
Tabel 5.15 Data Perubahan Alokasi Slot Gudang Bahan Baku Alternatif 3.....	87
Tabel 5.16 Perbandingan biaya <i>handling</i> kondisi simulasi eksisting dengan beberapa alternatif skenario perbaikan	88
Tabel 5.17 Perbandingan <i>Difference</i> dan <i>Critical Range</i> antar Skenario Alternatif....	90
Tabel 5.18 Perbandingan Biaya dan Penghematan antar Skenario Alternatif.....	91
Tabel 5.19 Perbandingan <i>Cost and Benefit Analysis</i> antar Skenario Alternatif	93

BAB 1

PENDAHULUAN

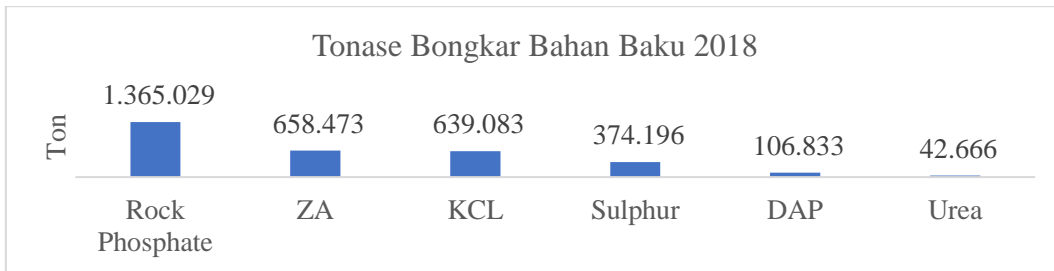
Pada bab pendahuluan ini diuraikan hal-hal yang meliputi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup, kontribusi dan manfaat penelitian serta sistematika penulisan.

1.1 Latar Belakang

Kondisi persaingan pasar pada Industri Pupuk semakin kompetitif. Banyak pesaing baru dari luar negeri yang sudah mulai masuk ke Indonesia. Mereka berani bersaing dengan produsen pupuk lokal dengan harga yang kompetitif. Hal ini membuat produsen pupuk dalam negeri harus berbenah untuk mampu bersaing. Tidak hanya menjaga kualitas produk saja, namun juga harus mampu menyediakannya dengan harga yang terjangkau, apabila ingin tetap bertahan dan *survive* dalam era persaingan yang sangat ketat seperti sekarang ini. Bagi produsen pupuk lokal, ini menjadi tantangan yang sangat berat, mengingat Industri Pupuk ini sangat unik, khususnya untuk pupuk majemuk. Mengingat sebagian besar bahan bakunya adalah impor, sedangkan distribusinya meliputi seluruh pelosok pertanian di Indonesia. Dengan luasnya jangkauan pupuk tersebut, menyebabkan biaya logistik menjadi salah satu komponen HPP pupuk yang mempunyai peran cukup penting dalam memberikan harga produk yang lebih kompetitif.

PT. Petrokimia Gresik merupakan produsen pupuk terbesar dan terlengkap di Indonesia yang merupakan anak perusahaan dari PT. Pupuk Indonesia, juga berkewajiban memberikan jaminan pupuk yang berkualitas dengan biaya terjangkau kepada semua petani di Indonesia. Oleh karena itu, PT. Petrokimia Gresik menaruh perhatian secara khusus terhadap kegiatan *supply chain*. Hal ini disebabkan karena sebagian besar bahan baku PT Petrokimia Gresik di datangkan dari luar negeri, seperti Mesir, Jordan, Maroko, Canada dan Rusia. Bahan baku curah yang digunakan dalam membuat pupuk meliputi Batuan Fosfat (*Rock Phosphate*), *Zwavelzuur Ammonium* (ZA), Kalium Klorida Merah (KCl Merah), Kalium Klorida Putih (KCl Putih), *Diammonium Phosphate* (DAP), Belerang (*Sulphur*) dan Urea. Dalam satu tahun bahan baku yang dibongkar di Pelabuhan

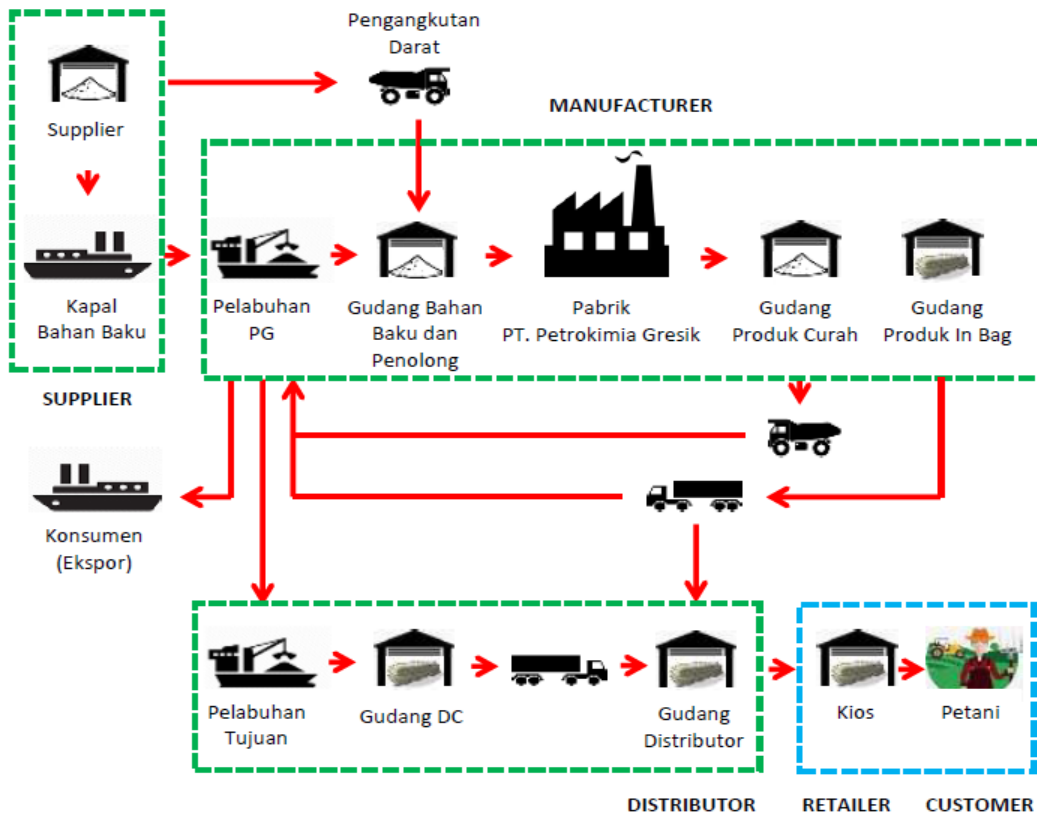
Petrokimia Gresik dapat mencapai 3.186.280 Ton. Adapun rinciannya seperti pada Gambar 1.1 dibawah ini:



Gambar 1.1 Tonase bongkar bahan baku 2018

Selain itu, produk pupuk yang diproduksi juga harus didistribusikan ke seluruh Indonesia baik untuk memenuhi kebutuhan subsidi maupun di jual secara komersil di dalam negeri maupun di ekspor ke luar negeri. Hal ini, menegaskan bahwa, biaya logistik menjadi salah satu komponen yang berkontribusi besar terhadap tersedianya harga pupuk yang kompetitif dan terjangkau.

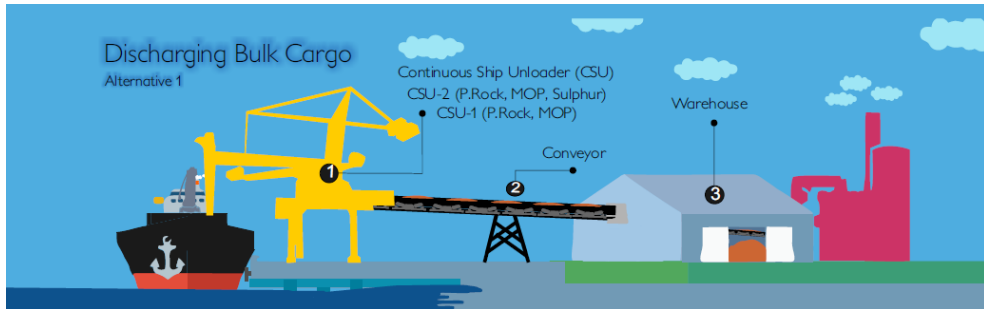
Gambar 1.2 berikut adalah alur *supply chain* di PT Petrokimia Gresik dari mulai bahan baku sampai dengan produk jadi:



Gambar 1.2 Alur *supply chain* PT. Petrokimia Gresik

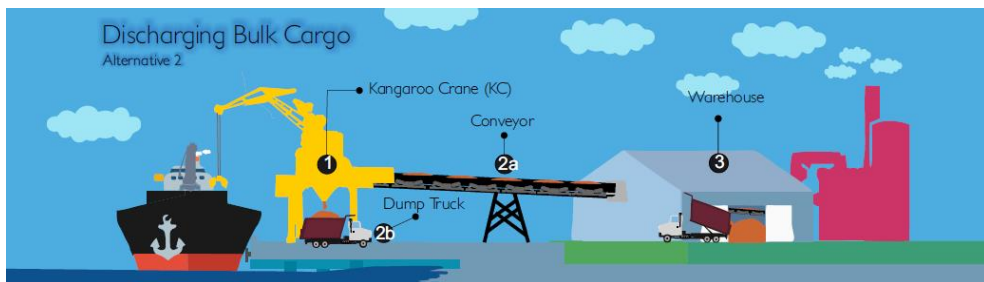
Secara garis besar kegiatan *supply chain* di PT Petrokimia Gresik dapat dibagi menjadi 2 kegiatan besar yaitu *inbound logistic* dan *outbound logistic*. Kegiatan *inbound logistic* meliputi pengadaan bahan baku dari *supplier* sampai ke gudang produksi.

Proses bongkar bahan baku dari pelabuhan sampai ke gudang produksi di PT. Petrokimia Gresik secara umum ada 4 metode seperti berikut:



Gambar 1.3 Pembongkaran menggunakan *Continuous Ship Unloader*

Pada Gambar 1.3 diatas dapat dilihat bahwa bahan baku dari supplier dibongkar menggunakan *Continuous Ship Unloader* (CSU) yang kemudian di transfer menggunakan *belt conveyor* langsung menuju gudang produksi. Bahan baku yang dapat dibongkar menggunakan CSU hanya terbatas pada bahan baku *Rock Phosphate*, KCL Merah dan Belerang.

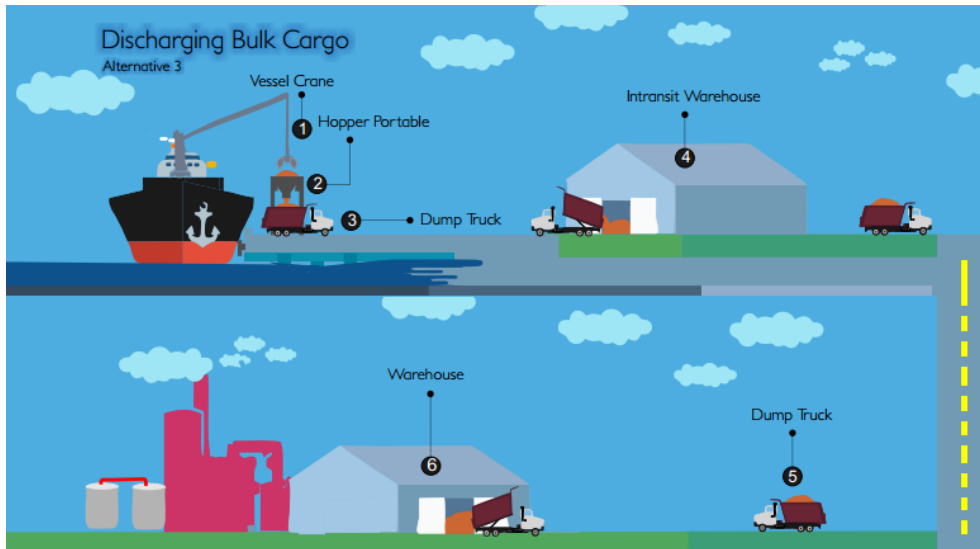


Gambar 1.4 Pembongkaran menggunakan *Kangaroo Crane*

Gambar 1.4 adalah proses pembongkaran melalui *Kangaroo Crane* (KC). Proses bongkar melalui KC dapat ditransfer menggunakan *belt conveyor* maupun *dump truck* sesuai dengan gudang tujuan. Apabila gudang tujuan terhubung dengan *belt conveyor* maka pemindahan dilakukan dengan *belt conveyor*, namun bila tidak terhubung, maka pemindahan dilakukan dengan *dump truck*. Pembongkaran dengan KC dapat menghandle semua jenis bahan baku kecuali *Rock Phosphate*.



Gambar 1.5 Pembongkaran menggunakan *Vessel Crane*

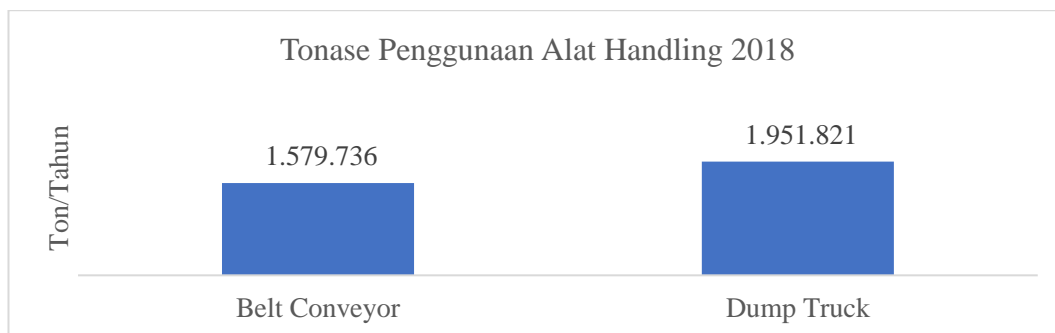


Gambar 1.6 Pembongkaran menggunakan *Vessel Crane* Melalui Gudang Intransit

Gambar 1.5 dan 1.6 diatas, menjelaskan bahwa bahan baku dari *supplier* melalui laut dibongkar menggunakan crane kapal (*vessel crane*) untuk kemudian di kirim ke gudang produksi maupun gudang intransit menggunakan *dump truck*. Hal ini dilakukan apabila CSU dan KC sedang tidak *available* atau sedang digunakan untuk bongkar bahan baku lain. Pada kondisi gudang produksi penuh maka, bahan baku sementara diletakkan di gudang intransit menggunakan *dump truck* untuk selanjutnya dikirim ke gudang produksi apabila dibutuhkan.

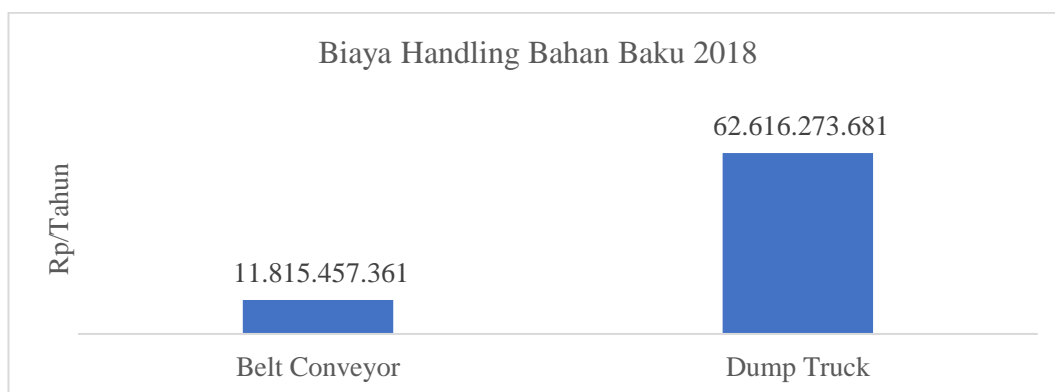
Salah satu kegiatan *supply chain* di PT. Petrokimia Gresik yang perlu mendapat perhatian adalah kegiatan bongkar bahan baku curah dari pelabuhan menuju gudang, karena biaya kegiatan ini merupakan komponen biaya terbesar dalam *inbound logistic*. Faktor-faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya biaya *handling* bahan baku antara lain penggunaan alat *handling* bahan baku serta kondisi *layout* dan alokasi gudang bahan baku. Penggunaan alat internal seperti *continuous ship unloader*, *kangaroo crane* dan *belt conveyor* akan semakin menurunkan biaya

handling bahan baku dan sebaliknya penggunaan alat eksternal seperti *vessel crane* dan *dump truk* akan meningkatkan biaya *handling* bahan baku.



Gambar 1.7 Perbandingan Tonase Penggunaan Alat *Handling* dalam Proses Pemindahan Bahan Baku dari Pelabuhan ke Gudang

Berdasarkan Gambar 1.7 diatas dapat dilihat bahwa kuantum pemindahan bahan baku menggunakan *dump truck* dari pelabuhan menuju gudang produksi lebih dominan dibandingkan dengan penggunaan alat internal *belt conveyor*. Hal ini disebabkan karena tata letak dan alokasi gudang belum mempertimbangkan klasifikasi FSN, sehingga barang barang yang *fast moving* dengan kebutuhan yang tinggi berada jauh dari gudang produksi dan sebaliknya barang barang yang *slow moving* maupun *nonmoving* justru berada dekat dengan gudang produksi. Tingginya kuantum bahan baku yang dipindahkan menggunakan *dump truck* menyebabkan tingginya biaya *handling* bahan baku dari pelabuhan ke gudang produksi. Pada tahun 2018 biaya *handling* bahan baku mencapai Rp 74.431.731.042,- dengan perbandingan antara biaya *handling* menggunakan *belt conveyor* dan *dump truck* seperti pada Gambar 1.8 dibawah ini.



Gambar 1.8 Biaya *Handling* Bahan Baku Tahun 2018

Tingginya biaya *handling* bahan baku dari pelabuhan menuju gudang bahan baku untuk produksi di PT. Petrokimia Gresik, telah mendorong penelitian ini untuk mencari solusi guna menurunkan biaya pada kegiatan bongkar bahan baku. Saat ini, PT. Petrokimia Gresik mempunyai 15 gudang bahan baku curah yang terpisah pisah untuk melayani 4 Pabrik yaitu Pabrik 2A, Pabrik 2B, Pabrik 3A dan Pabrik 3B seperti yang terlihat pada Gambar 1.9, serta metode bongkar yang berbeda beda dan jenis bahan baku yang beraneka ragam. Hal ini menjadi tantangan tersendiri dalam mengelola kegiatan *handling* bahan baku ini. Selain itu, tata letak serta alokasi kuantum bahan baku di gudang yang ada, membuat *handling* bahan baku menggunakan *dump truck* tinggi, sehingga menyebabkan biaya *handling* bahan baku tidak efisien. Bahan baku yang *slow moving* berada dekat dengan lokasi produksi sedangkan bahan baku yang *fast moving* berada jauh dari lokasi produksi.



Gambar 1.9 *Layout* Gudang dan Pelabuhan

Perancangan ulang tata letak serta alokasi gudang bahan baku di PT. Petrokimia Gresik dengan menggunakan metode simulasi dari beberapa alternatif skenario yang ada, diharapkan dapat memberi masukan kepada manajemen untuk meminimalkan tonase perpindahan bahan baku menggunakan *dump truck* sehingga biaya *handling* menjadi lebih efisien.

Perencanaan tata letak dan alokasi sumber daya dalam suatu fasilitas dapat secara signifikan mempengaruhi produktivitas bisnis (Reid & Sanders, 2013). Pada penelitian ini, tata letak yang dimaksud adalah letak bahan baku apa saja yang harus berada di gudang bahan baku yang dekat dengan proses produksi dan bahan baku apa saja yang tidak perlu diletakkan dekat dengan proses produksi. Sedangkan alokasi adalah kapasitas slot atau proporsi bahan baku yang ada dalam satu gudang bahan baku. Hal ini dikarenakan, gudang bahan baku yang ada, dapat diisi dengan lebih dari satu jenis bahan baku. Berdasarkan pada penelitian sebelumnya, tata letak yang baik mampu menurunkan jarak perpindahan barang pada proses *putaway* dan *picking* (Mustikarini & Pujawan, 2014). Garside, et al., (2017) juga melakukan studi pada proses *handling* bahan baku, dengan perancangan ulang tata letak dan slot alokasi bahan baku menggunakan metode *dedicated storage*, terbukti mampu untuk meminimalkan jarak perpindahan material.

Tata letak memiliki pengaruh besar dalam menentukan efisiensi dalam operational jangka panjang. Tata letak mempunyai pengaruh yang strategis untuk meningkatkan daya saing perusahaan dari berbagai aspek, yaitu aspek kapasitas, proses, fleksibilitas perpindahan barang, produktifitas, sehingga berujung pada efektifitas dan efisiensi waktu dan biaya. Dengan tata letak yang optimal jelas akan membantu perusahaan dalam mengembangkan strategi diferensiasi, *cost leadership* dan respon yang cepat terhadap permintaan pasar (Haizer, et al., 2017).

Proses *handling* bahan baku dari pelabuhan ke gudang adalah sistem yang kompleks yang didalamnya mengandung variabilitas dan saling ketergantungan antara elemen yang satu dengan elemen yang lain. Variabilitas proses ini, dapat dilihat dari jadwal kedatangan kapal yang berbeda beda, jenis bahan baku yang beragam serta tonase bahan baku yang bervariasi. Proses *handling* bahan baku dari mulai kapal sandar di pelabuhan sampai dengan penyimpanan di gudang juga merupakan sistem kejadian diskrit, yang mana status variable hanya berubah ketika terdapat suatu kejadian tertentu sebagai pemicunya (Harrell, et al., 2011).

Untuk mengevaluasi skenario perbaikan yang paling memberikan penghematan terhadap proses *handling* bahan baku, maka dibutuhkan metode yang tepat. Simulasi kejadian diskrit adalah metode yang tepat untuk menyelidiki skenario perbaikan ini. Model simulasi adalah alat visual yang baik untuk

menjelaskan dan menggambarkan perubahan yang disarankan dari suatu sistem (Carson II, 2005). Dengan metode simulasi ini, maka proses *improvement* tidak harus dilakukan dengan mengintervensi sistem yang nyata (Banks., et al., 2004). Selain itu, metode simulasi juga efisiensi dalam hal pemanfaatan waktu dan biaya (Taha, 2017).

Metode simulasi banyak digunakan dalam sistem pelabuhan, pergudangan maupun fasilitas produksi lainnya. Tahar dan Hussain (2000) menggunakan metode simulasi dalam penelitiannya, untuk memodelkan dan mensimulasikan operasi pelabuhan di Kelangport Malaysia. Metode simulasi juga digunakan oleh Deshpande, et al., (2007) untuk memodelkan dan menganalisis operasi terminal muatan truk untuk bereksperimen dengan skenario alternatif *docking*. Abedinzadeh et al., (2018) melakukan studi sistem bongkar muat gudang di sebuah perusahaan otomotif di Teheran Iran dengan metode simulai dalam rangka menurunkan waktu tunggu rata-rata personel. Metode simulasi ini juga digunakan oleh Na dan Shinozuka (2009) untuk memodelkan dan mensimulasikan proses operasi terminal yang melibatkan kedatangan, pemuatan, pembongkaran, dan kejadian diskrit lainnya. Selain itu, Liong dan Loo (2009) juga melakukan studi pada proses *loading* dan *unloading* di gudang untuk mengurangi waktu tunggu pelanggan serta waktu dan biaya lembur. Emami, et al., (2014) melakukan studi pada sistem bongkar muat menggunakan metode simulasi untuk mengoptimalkan waktu *handling* pada bongkar muat. Penelitian ini juga nantinya akan menggunakan metode simulasi untuk memodelkan dan mensimulasikan proses handling bahan baku dari Pelabuhan ke gudang dalam rangka menurunkan biaya handling bahan baku.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan kondisi diatas, maka permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana membuat rancangan tata letak dan alokasi material di gudang bahan baku yang bisa menurunkan biaya *handling* bahan baku secara keseluruhan.

1.3 Tujuan Penelitian

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk menurunkan biaya handling bahan baku. Secara lebih detail dapat dirumuskan dalam dua tujuan yaitu:

1. Melakukan perancangan ulang tata letak dan alokasi bahan baku di gudang produksi.
2. Menghitung penurunan biaya *handling* bahan baku terhadap tata letak dan alokasi bahan baku yang baru.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dan batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan pada proses *handling* bahan baku dari pelabuhan ke gudang produksi di PT. Petrokimia Gresik.
2. Penelitian ini tidak merubah layout pabrik, namun sebatas area gudang bahan baku dan tidak termasuk gudang produk *finished goods*.
3. Data *handling* bahan baku yang digunakan adalah data bulan Desember 2017 sampai dengan bulan Desember 2018.
4. Bahan baku yang digunakan adalah Batuan Fosfat (*Rock Phosphate*), *Zwavelzuur Ammonium* (ZA), Kalium Klorida Merah (KCl Merah), Kalium Klorida Putih (KCl Putih), *Diammonium Phosphate* (DAP), Belerang (*Sulphur*) dan Urea.
5. Lokasi produksi terbatas di Pabrik 2 dan Pabrik 3.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangsih yang positif terhadap PT. Petrokimia Gresik yang sedang melakukan transformasi bisnis. Dimana salah satu targetnya adalah menurunkan biaya logistik khususnya *inbound logistic*. Dengan penelitian ini diharapkan dapat membuat tata letak dan alokasi bahan baku di gudang produksi lebih baik. Pengangkutan bahan baku menggunakan *dump truk* dapat diminimalkan sehingga biaya *handling* bahan baku menjadi lebih efisien.

Penelitian ini diharapkan juga dapat memberikan manfaat bagi pengembangan keilmuan terutama terkait *supply chain management* serta dapat dikembangkan di perusahaan lain yang sejenis maupun dilingkungan industri pupuk pada khususnya.

1.6 Sistematika Penelitian

Dalam penulisan tesis ini, menggunakan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Memuat latar belakang, perumusan masalah, ruang lingkup penelitian, tujuan dan manfaat penelitian serta sistematika penelitian.

BAB 2 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka menjelaskan dasar teori untuk mendukung penelitian ini yang didapatkan dari berbagai macam referensi ilmiah.

BAB 3 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian membahas tentang rencana penelitian dan pendekatan yang akan digunakan dalam rangka menjawab permasalahan yang telah dirumuskan.

BAB 4 Pengumpulan dan Pengolahan Data

Menyiapkan dan menunjukkan data yang dikumpulkan selama periode data yang dimaksud dalam penelitian. Data kemudian diuji secara statistik untuk menentukan distribusinya.

BAB 5 Hasil dan Pembahasan

Membuat model simulasi, melakukan simulasi, dan kemudian verifikasi dan validasi hasil simulasi. Selanjutnya membuat laporan hasil simulasi dan alternatif terbaik untuk menyelesaikan permasalahan sebagai keluaran dari simulasi.

BAB 6 Kesimpulan dan Saran

Berisi kesimpulan dari penelitian serta saran saran yang dapat digunakan oleh perusahaan maupun untuk penelitian lebih lanjut.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pelabuhan

Berdasarkan UU No. 17 Tahun 2008 tentang Pelayaran, pelabuhan diartikan sebagai tempat yang terdiri atas daratan dan/atau perairan dengan batas-batas tertentu sebagai tempat berkegiatan pemerintah dan kegiatan perusahaan yang dipergunakan sebagai tempat kapal berlabuh, naik turun penumpang dan/atau bongkar muat barang, berupa terminal dan tempat berlabuh kapal yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra dan antarmoda transportasi.

Secara umum pelabuhan memiliki fungsi sebagai *link*, *interface*, dan *gateway*.

- *Link* (mata rantai) yaitu pelabuhan merupakan salah satu mata rantai proses transportasi dari tempat asal barang ke tempat tujuan.
- *Interface* (titik temu) yaitu pelabuhan sebagai tempat pertemuan dua mode transportasi, misalnya transportasi laut dan transportasi darat.
- *Gateway* (pintu gerbang) yaitu pelabuhan sebagai pintu gerbang suatu negara, dimana setiap kapal yang berkunjung harus mematuhi peraturan dan prosedur yang berlaku di daerah dimana pelabuhan tersebut berada.

Dalam UU No. 17 Tahun 2008 tentang Pelayaran, ada 3 status pelabuhan yaitu Badan Usaha Pelabuhan, Terminal Untuk Kepentingan Sendiri (TUKS) dan Terminal Khusus (Tersus).

- Badan Usaha Pelabuhan adalah badan usaha yang kegiatan usahanya khusus di bidang perusahaan terminal dan fasilitas pelabuhan lainnya.
- Terminal untuk Kepentingan Sendiri adalah terminal yang terletak di dalam Daerah Lingkungan Kerja dan Daerah Lingkungan Kepentingan pelabuhan yang merupakan bagian dari pelabuhan untuk melayani kepentingan sendiri sesuai dengan usaha pokoknya
- Terminal Khusus adalah terminal yang terletak di luar Daerah Lingkungan Kerja dan Daerah Lingkungan Kepentingan pelabuhan yang merupakan bagian dari

pelabuhan terdekat untuk melayani kepentingan sendiri sesuai dengan usaha pokoknya.

2.2 Gudang

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

Fungsi utama pada gudang adalah sebagai tempat penyimpanan bahan baku (*raw material*), barang setengah jadi (*intermediate goods*), maupun tempat penyimpanan produk yang telah jadi (*finish goods*). Selain itu, gudang juga menjadi tempat penampungan barang yang baru datang atau barang yang akan dikirim (Warman, 2004).

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

Menurut Rouwenhorst, et al., (2000), penting untuk membagi beberapa tipe gudang ketika mempelajari berbagai kriteria yang berbeda yang akan mempengaruhi desain ulang. Pentingnya setiap kriteria akan bervariasi, tergantung tipe gudang yang akan dipelajari apakah gudang distribusi atau gudang produksi.

Fungsi gudang distribusi adalah untuk menyimpan produk dan untuk memenuhi pesanan pelanggan eksternal yang biasanya terdiri dari sejumlah besar jalur pemesanan. Gudang-gudang ini sering dioptimalkan untuk pengambilan pesanan dengan biaya hemat. Kriteria desain utama adalah *throughput* maksimum, yang harus dicapai dengan investasi dan biaya operasional minimum.

Fungsi gudang produksi adalah untuk menyimpan bahan baku, barang dalam proses dan produk jadi, terkait dengan proses pembuatan dan / atau perakitan. Gudang ini dibuat sebagai hasil dari koordinasi yang tidak memadai antara berbagai

langkah dalam rantai pasokan. Bahan baku dan produk jadi dapat disimpan untuk waktu yang lama. Waktu penyimpanan akan semakin lama ketika barang yang masuk dari bahan baku jauh lebih besar dari *rate* produksi, atau ketika tingkat produksi melebihi jumlah pesanan pelanggan dari produk jadi. Kriteria desain yang menonjol untuk gudang-gudang ini adalah kapasitas penyimpanan. Tujuan desain utama gudang produksi adalah investasi dan biaya operasional yang rendah.

2.3 Tata Letak Gudang

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, produktifitas, sehingga berujung pada efektifitas dan efisiensi waktu dan biaya. Dengan tata letak yang optimal, jelas akan membantu perusahaan dalam mengembangkan strategy diferensiasi, *cost leadership* serta respon yang cepat terhadap permintaan pasar (Haizer, et al., 2017). Desain tata letak gudang harus mempertimbangkan beberapa hal berikut ini:

- Utilitas ruang, peralatan, dan orang yang lebih tinggi.
- Aliran informasi, barang, atau orang yang lebih baik.
- Kondisi lingkungan kerja yang lebih aman
- Moral karyawan yang lebih baik.
- Interaksi dengan pelanggan yang lebih baik.
- Fleksibilitas yang lebih baik.

Menurut Tompkins, et al., (2010), terdapat beberapa faktor utama yang perlu dipertimbangkan dalam penentuan lokasi penyimpanan, yaitu:

1. Faktor Material

a. Prinsip *Popularity*

Prinsip ini adalah prinsip pengelompokan produk atau material berdasarkan frekuensi perputaran suatu material. Kecepatan ferkuensi perputaran suatu material dibedakan menjadi perputaran cepat (*fast moving*), perputaran sedang (*medium moving*) dan perputaran lambat (*slow moving*). Penempatan material diurutkan sesuai dengan tingkat rasio kuantitas perputaran tertinggi.

b. Prinsip *Similarity*

Dalam prinsip ini biasanya pengelompokan suatu material berdasarkan material yang diterima dan dikirim bersamaan ditempatkan berdekatan.

c. Prinsip *Size*

Prinsip *size* mengelompokkan material berdasarkan atas ukuran, dalam hal ini dimensi material dan kuantitas material. Penempatan material yang sulit untuk dipindahkan juga menjadi pertimbangan untuk ditempatkan pada lokasi yang strategis sehingga mudah untuk dipindahkan dan biaya perpindahannya relative ringan.

d. Prinsip *Characteristic*

Merupakan suatu bentuk pengelompokan material berdasarkan karakteristik dari material yang akan disimpan. Beberapa karakteristik material penting yang perlu dipertimbangkan antara lain:

1. Material yang mudah kadaluarsa

Material yang mudah kadaluarsa atau membusuk membutuhkan kontrol lingkungan yang baik dan teratur.

2. Material yang mudah hancur dan bentuk tak biasa

Material dengan bentuk tak biasa terkadang menimbulkan perpindahan penting dan masalah pergudangan. Jika beberapa material disatukan, *open space* harus diterapkan pada gudang. Jika material tersebut hancur ketika kelembaban tinggi, ukuran penyimpanan tiap unit dan metode pergudangan harus sesuai.

3. Material yang berbahaya

Berbagai material seperti cat, pernis, propane dan bahan kimia yang mudah terbakar harus diletakkan terpisah. Kode keamanan harus dicek dan wajib diikuti dengan tanda material mudah terbakar atau meledak.

4. Material yang berharga

Beberapa macam material yang mempunyai nilai tinggi dan atau berukuran kecil biasanya menjadi target pencurian. Material seperti ini harus mendapatkan perlindungan khusus di sekitar lokasi penyimpanan.

5. Material yang sensitif

Beberapa bahan kimia tidak berbahaya jika disimpan secara terpisah, tetapi mudah menguap jika bersinggungan dengan bahan kimia lain. Beberapa material tidak membutuhkan gudang khusus, tetapi mudah terkontaminasi jika bersinggungan dengan material lain.

2. Faktor Ruang

Perencanaan ruang meliputi penentuan kebutuhan ruang untuk material yang disimpan dalam gudang. Setelah mempertimbangkan faktor material, perencanaan ruang harus memaksimalkan kegunaan ruang dan juga menyediakan pelayanan yang dibutuhkan. Beberapa faktor perlu dipertimbangkan saat perencanaan ruang antara lain:

a. *Space conservation*

Dengan memaksimalkan lokasi penyimpanan, akan meningkatkan fleksibilitas dan kapabilitas dari penanganan material dengan penerimaan yang besar.

b. *Space limitation*

Penggunaan ruang akan dibatasi oleh tiang penopang, sprinkler dan tinggi langit-langit, muatan tiap lantai, tonggak dan kolom lajur, serta tinggi tumpukan material yang aman.

c. *Accessibility*

Tekanan yang berlebih pada penggunaan ruang dapat menunjukkan akses material yang buruk. Ruang warehouse harus memenuhi tujuan spesifik untuk akses material. Gang sebagai jalan utama seharusnya lurus dan harus menuju pintu dengan tujuan untuk memperbaiki pergerakan dan mengurangi waktu tempuh. Gang seharusnya cukup lebar untuk mendukung aktivitas pergudangan yang efisien, tetapi bukan pemborosan ruang.

d. *Orderliness*

Inti dari prinsip keteraturan adalah fakta bahwa “*warehouse keeping*” yang baik dimulai dari *housekeeping* dalam pikiran. *Aisle* (gang) seharusnya ditandai dengan baik menggunakan *aisle tape* atau cat. Sebaliknya material yang letaknya melanggar ruang gang dan akses ke material akan berkurang.

Ruang kosong di dalam area gudang harus dihindarkan dan harus dikoreksi dimana hal itu mungkin terjadi.

Tata letak fasilitas pabrik memiliki dampak yang cukup signifikan terhadap performansi perusahaan seperti penurunan ongkos material *handling*, *work-in process inventory*, *lead times*, peningkatan produktivitas, dan performansi material *handling*. Desain fasilitas pabrik yang baik adalah yang mampu meningkatkan efektivitas dan efisiensi melalui penurunan perpindahan jarak dan ongkos material *handling* (Susetyo, et al., 2010).

Fungsi utama tata letak pabrik adalah mengatur area kerja, barang dan fasilitas produksi dalam posisi yang paling ekonomis, untuk mencapai operasi produksi yang aman dan nyaman sehingga bisa meningkatkan performa kerja karyawan (Wignjosoebroto, 2009).

2.4 Sistem Penyimpanan

Menurut (Heragu, 2008) ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk menyimpan gudang. antara lain:

a. Metode *Dedicated Storage*

Pada metode ini setiap produk ditempatkan pada suatu lokasi penyimpanan yang tetap. Jika suatu produk akan disimpan atau diambil, maka dapat dengan mudah tempatnya diketahui. Kekurangan dari metode ini adalah utilisasi ruang yang rendah, dikarenakan tempat yang disediakan untuk setiap produk tidak dapat digunakan untuk penyediaan produk yang lain. Penyediaan tempat untuk setiap produknya dapat diketahui dari persediaan maksimumnya.

b. Metode *Randomized Storage*

Metode ini mengatasi kekurangan dari metode *dedicated storage*, yaitu utilisasi ruang yang rendah. Pada metode ini tidak ada penempatan lokasi yang harus untuk suatu produk, sehingga barang yang akan datang ditempatkan ditempat sembarang yang terdekat dengan pintu masuk dan pintu keluarnya. Kekurangannya adalah jika jumlah produk yang dialokasikan banyak dan bermacam-macam jenisnya maka waktu pencarian dan pengambilan produk menjadi lama.

c. Metode *Class Based Storage*

Metode ini merupakan gabungan dari metode *dedicated storage* dan *randomized storage*. Pada metode ini produk dibagi menjadi beberapa kelas. Jika pembagiannya sama dengan produk, maka akan menjadi metode *dedicated storage*. Tetapi jika hanya dibagi ke dalam satu kelas, maka akan menjadi metode *Randomized storage*. Pembagian kelas berdasarkan nilai rasio antara *Throughput (T)* dengan *Storage (S)*.

d. Metode *Shared Storage Location*

Metode ini digunakan untuk mengatasi *Dedicated Storage* dan *Randomized Storage* dengan mengenali dan memanfaatkan perbedaan lama waktu penyimpanan pada pallet tertentu yang menetap di gudang. Untuk menerapkan metode ini, sebelumnya harus mengetahui kapan produk akan masuk dan kapan akan keluar, sehingga lokasi produk dapat disesuaikan tempatnya.

2.5 Material Handling

Material handling dapat didefinisikan sebagai fungsi untuk menyediakan 9R yaitu material dalam jumlah yang tepat (*right amount*), untuk material yang tepat (*right material*), dalam kondisi yang tepat (*right condition*), pada tempat yang tepat (*right place*), pada waktu yang tepat (*right time*), dalam posisi yang benar (*right position*), dalam urutan yang benar (*right sequence*), dengan biaya yang pantas (*right cost*) dan dengan menggunakan alat dan metode yang benar (*right methods*) yang meminimalkan biaya produksi (Tompkins, et al., 2010). Menurut (Meyers & Stephens, 2000), secara luas definisi *material handling* adalah penanganan material dalam lingkungan manufaktur

Menurut (Suyono, 2005) didalam bukunya yang berjudul *Shipping Pengangkutan Intermodal Ekspor Impor Melalui Laut*. Peralatan bongkar muat adalah alat-alat pokok penunjang pekerjaan bongkar muat. Adapun jenis jenis peralatan bongkar muat adalah sebagai berikut:

a. Crane Kapal (*Vessel Crane*)

Alat ini biasanya terletak dibagian tengah kapal, berfungsi untuk mengangkat cargo dari palka kapal, kemudian dipindahkan ke dermaga. Sistem yang digunakan pada crane kapal serupa dengan crane pada

umumnya, yakni menggunakan kabel baja, dengan motor sebagai penggeraknya dan berbagai ukuran pully sebagai pemindah dayanya. Crane kapal untuk bongkar material curah biasanya dilengkapi dengan *grab* untuk mengangkat material dan *hopper* untuk menampung material sebelum di curahkan kedalam *dump truck*.



Gambar 2.1 *Vessel Crane, Grab dan Hopper*

b. *Continuous Ship Unloader (CSU)*

Continuous Ship Unloader adalah alat bongkar yang dirancang untuk mentransfer kargo curah kering dari kapal ke dermaga atau gudang dengan cara seefisien mungkin. Alat ini dilengkapi dengan *screw conveyor* yang sepenuhnya tertutup, mampu menangani hampir semua bahan curah kering dengan kapasitas sesuai dengan kebutuhan. *Continuous Ship Unloader* dilengkapi dengan outlet yang memungkinkan mentransfer material ke *belt conveyor* di dermaga.



Gambar 2.2 *Continuous Ship Unloader*

c. *Kangaroo Crane (KC)*

Merupakan jenis lain dari alat bongkar muat di pelabuhan. berbentuk seperti crane kapal, namun terletak di dermaga. Beberapa menggunakan rel atau roda sebagai sarana untuk berpindah tempatnya. Alat ini dapat digunakan untuk berbagai jenis cargo, seperti container, bag carge, maupun curah kering dengan penambahan grab.



Gambar 2.3 *Kangaroo Crane*

d. *Belt Conveyor*

Belt conveyor bisa diartikan sebagai rangkaian ban berjalan yang dipakai untuk memindahkan atau mengangkat barang atau material secara horizontal maupun miring. Material belt atau sabuk yang dipakai pada *belt conveyor* bisa terbuat dari karet maupun logam tergantung jenis barang yang dipindahkan. Sementara itu, material yang bisa diangkut menggunakan belt conveyor cukup beragam bisa berupa material curah maupun dalam bentuk kemasan.



Gambar 2.4 *Belt Conveyor*

e. *Excavator*

Excavator adalah alat berat yang dipergunakan untuk menggali dan mengangkut (*loading and unloading*) suatu material berbentuk curah. Di Pelabuhan, *excavator* biasanya digunakan sebagai pengumpan crane atau pengumpan material ke dalam *dump truck*. *Excavator* dapat juga digunakan untuk menata material curah didalam gudang.



Gambar 2.5 *Excavator*

Sumber: <https://images.app.goo.gl/gejtCuXzQTWaUen9A>

f. *Wheel Loader*

Wheel Loader adalah alat yang digunakan untuk mengangkat material yang akan dimuat kedalam *dumptruck* atau memindahkan material ke tempat lain. Saat loader menggali, bucket didorongkan pada material, jika bucket telah penuh maka traktor mundur dan bucket diangkat ke atas untuk selanjutnya dipindahkan.



Gambar 2.6 *Wheel Loader*

Sumber: <https://images.app.goo.gl/NVmEp2ZCL52k7pZ89>

g. *Dump Truck*

Dump truck adalah truk yang digunakan untuk mengambil dan membawa *dumps* (seperti pasir, kerikil, atau material curah lainnya) untuk kegiatan produksi maupun konstruksi. *Dump truck* dilengkapi dengan bak terbuka umumnya berbentuk kontak, yang berengsel di bagian belakang dan dilengkapi dengan rams hidrolik untuk mengangkat di bagian depan. Bak terbuka tersebut memungkinkan material untuk diletakkan dan dituang sesuai gudang atau tempat yang diinginkan.



Gambar 2.7 *Dump Truck*

Sumber: <https://images.app.goo.gl/DRem5TJYrTqn4ADQ7>

2.6 Teknik Pengendalian Persediaan

Menurut (Hukum & Vivek, 2019) dalam studinya menyatakan ada beberapa teknik atau metode untuk mengendalikan persediaan yaitu:

a. Analisis ABC

Analisis ABC merupakan kepanjangan dari *Always Better Control* adalah sebuah metode yang digunakan mengidentifikasi barang-barang yang akan memiliki dampak signifikan pada biaya persediaan secara keseluruhan, selain itu juga menyediakan mekanisme untuk mengidentifikasi berbagai kategori stok yang akan memerlukan manajemen dan kontrol yang berbeda. Saat melakukan analisis ABC, item inventaris dinilai (biaya item dikalikan dengan jumlah yang dikeluarkan / dikonsumsi dalam satu periode) dengan hasil yang kemudian diurutkan. Hasilnya kemudian dikelompokkan menjadi tiga kriteria ABC:

- Persediaan “kelas A”, biasanya akan berisi item yang mencakup 80-85% dari total nilai, dengan 5-10% dari total item barang.

- Persediaan "kelas B" akan memiliki sekitar 15% dari total nilai, dengan 10-20% dari total item barang.
- Persediaan "kelas C" akan mencakup sisa 5-10% nilai barang dengan 80-85% dari total item barang.

Analisis ABC mirip dengan prinsip Pareto di mana kelompok "kelas A" biasanya akan menjelaskan sebagian besar dari nilai barang secara keseluruhan tetapi dengan persentase kecil dari volume keseluruhan persediaan.

b. Analisis XYZ

Analisis XYZ adalah cara untuk mengklasifikasikan item persediaan sesuai dengan variabilitas permintaan mereka.

- X - Sangat sedikit variasi: item X ditandai oleh pergantian stabil dari waktu ke waktu. Permintaan di masa mendatang dapat diperkirakan dengan andal.
- Y - Beberapa variasi: Meskipun permintaan untuk barang-barang Y tidak stabil, variabilitas dalam permintaan dapat diprediksi sampai batas tertentu. Ini biasanya karena fluktuasi permintaan disebabkan oleh faktor-faktor yang diketahui, seperti musim, siklus hidup produk, tindakan pesaing atau faktor ekonomi. Lebih sulit untuk memperkirakan permintaan secara akurat.
- Z - Variasi terbanyak: Permintaan untuk item Z dapat berfluktuasi kuat atau terjadi secara sporadis. Tidak ada tren atau faktor-faktor penyebab yang dapat diprediksi, membuat perkiraan permintaan yang andal menjadi tidak mungkin

c. Analisis HML

Analisis HML mirip dengan analisis ABC, perbedaannya analisis ABC menggunakan perputaran inventori tahunan (*annual inventory turnover*), sedangkan analisis HML menggunakan kriteria biaya per unit. Item-item dalam analisis ini diklasifikasikan berdasarkan harga unitnya. Mereka dikategorikan dalam tiga kelompok, yaitu sebagai berikut

- H-High Price Items (Item dengan harga tinggi)
- M-Medium Price Items (Item dengan harga medium)
- L-Low Price Items (Item dengan harga rendah)

Tujuan analisis HML adalah sebagai berikut:

- Menentukan frekuensi verifikasi stok

- Untuk tetap mengendalikan konsumsi di tingkat departemen
- Untuk mengembangkan kebijakan pembelian, untuk mengontrol pembelian
- Untuk mendelegasikan wewenang kepada pembeli yang berbeda

d. Analisis VED

VED adalah singkatan dari *vital*, *essential* dan *desirable*. Analisis ini berkaitan dengan klasifikasi suku cadang pemeliharaan dan menunjukkan esensi dari persediaan suku cadang.

Suku cadang dibagi menjadi tiga kategori dalam urutan kepentingan. Dari sudut pandang utilitas fungsional, efek ketidakterediaan pada saat dibutuhkan atau operasi, proses, produksi, pabrik atau peralatan dan urgensi penggantian jika terjadi kerusakan. Beberapa suku cadang sangat penting sehingga tidak tersedianya peralatan atau sejumlah peralatan dalam jalur proses yang sama sekali tidak beroperasi, atau bahkan menyebabkan kerusakan ekstrem pada pabrik, peralatan, atau kehidupan manusia.

Di sisi lain beberapa suku cadang tidak berfungsi, melayani tujuan yang relatif tidak penting dan pengantiannya dapat ditunda atau metode perbaikan alternatif ditemukan. Semua faktor ini akan memiliki efek langsung pada stok suku cadang yang akan dipertahankan.

- V: Barang-barang vital yang membuat peralatan atau operasi seluruh lini dalam suatu proses benar-benar dan segera tidak beroperasi atau tidak aman; dan jika barang-barang ini kehabisan stok atau tidak tersedia, ada kehilangan produksi untuk seluruh periode.
- E: Item penting yang mengurangi kinerja peralatan tetapi tidak membuatnya tidak beroperasi atau tidak aman; tidak tersedianya barang-barang ini dapat menyebabkan hilangnya produksi sementara atau dislokasi pekerjaan produksi; penggantian dapat ditunda tanpa memengaruhi kinerja peralatan dengan serius; perbaikan sementara terkadang dimungkinkan.
- D: Barang-barang yang diinginkan yang sebagian besar tidak berfungsi dan tidak mempengaruhi kinerja peralatan.

Seperti kata pepatah umum “*vital Few - trivial many*”, jumlah suku cadang vital di pabrik atau peralatan tertentu hanya akan sedikit sementara sebagian besar suku cadang akan jatuh dalam kategori penting dan diinginkan.

Namun, keputusan mengenai persediaan suku cadang yang akan dipertahankan tidak hanya bergantung pada seberapa kritis suku cadang tersebut dari sudut pandang fungsional (analisis VED) tetapi juga pada biaya konsumsi tahunan (pengguna) suku cadang (analisis ABC). Oleh karena itu, untuk mengendalikan suku cadang, analisis VED dan ABC harus dikombinasikan

e. Analisis SDE

Kriteria untuk analisis ini adalah ketersediaan bahan di pasar. Dalam situasi industri di mana bahan tertentu langka (khususnya di negara berkembang seperti India) analisis ini sangat berguna dan memberikan pedoman yang tepat untuk memutuskan kebijakan persediaan.

- S: Mengacu pada barang langka (*scarce items*), barang yang kekurangan pasokan. Biasanya ini adalah bahan baku, suku cadang dan barang impor.
- D: Singkatan dari barang-barang sulit (*difficult items*), barang-barang yang tidak tersedia di pasar lokal dan harus dibeli dari tempat yang jauh, atau barang-barang yang jumlah pemasoknya terbatas; atau barang-barang yang sulit didapatkan oleh pemasok berkualitas.
- E: Mengacu pada barang-barang yang mudah tersedia di pasar lokal (*easy items*).

f. Analisis SOS

Bahan baku, terutama input pertanian umumnya diklasifikasikan oleh sistem musiman dan di luar musim karena harga selama musim biasanya akan lebih rendah.

Barang musiman yang hanya tersedia untuk jangka waktu terbatas harus dibeli dan diisi untuk memenuhi kebutuhan setahun penuh. Harga barang musiman yang tersedia sepanjang tahun umumnya rendah selama musim panen. Oleh karena itu, kuantitas yang diperlukan dari barang-barang tersebut harus ditentukan setelah membandingkan penghematan biaya karena harga yang lebih

rendah, jika dibeli selama musim, dengan biaya membawa persediaan yang lebih tinggi jika dibeli sepanjang tahun.

Strategi pembelian dan penyimpanan untuk barang musiman tergantung pada sejumlah besar faktor dan semakin banyak kecanggihan terjadi dalam bidang ini dan teknik operasional digunakan untuk mendapatkan hasil yang optimal.

g. Analisis FSN

Analisis FSN didasarkan pada tingkat penggunaan suku cadang atau bahan baku. Huruf F S dan N adalah singkatan dari Fast Moving, Slow Moving, dan Nonmoving items. Sistem klasifikasi FSN mengkategorikan item berdasarkan seberapa sering suku cadang atau bahan baku diterbitkan dan seberapa sering digunakan.

Klasifikasi item pada persediaan yang biasa dapat diklasifikasikan berdasarkan kriteria berikut:

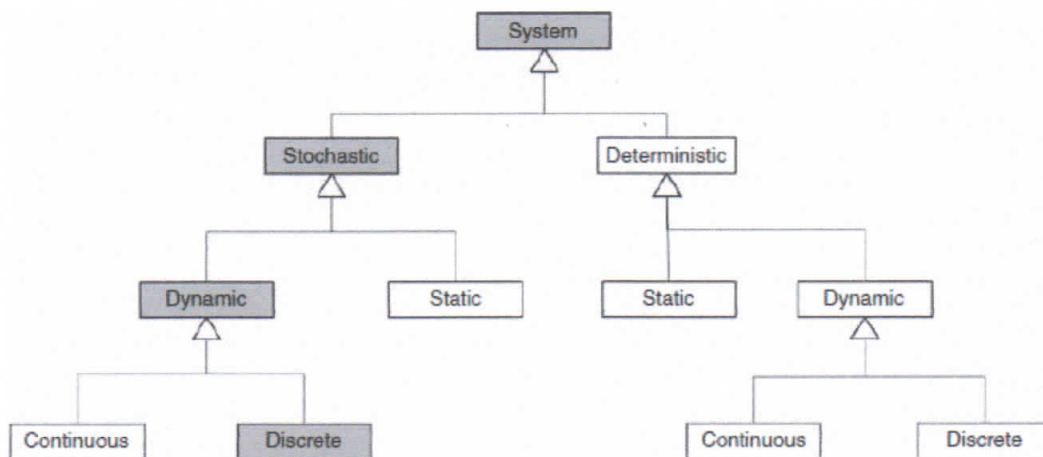
- Fast Moving - Item yang sering dikeluarkan dari inventaris yang lebih dari satu kali untuk periode waktu tertentu
- Slow Moving - Item yang jarang dikeluarkan yang mungkin sekali dalam periode waktu tertentu
- Non-Moving - Item yang tidak dikeluarkan dari inventaris sama sekali dalam periode waktu tertentu

2.7 Sistem

Sistem adalah suatu kumpulan entitas, diantaranya manusia dan mesin, yang dapat bergerak dan berinteraksi bersama dengan tujuan akhir yang telah disepakati. Sekumpulan dari entitas yang mampu membentuk suatu sistem pada studi tertentu, mungkin dapat disebut subsistem dari studi yang lain, karena setiap komponen memiliki bagian-bagian yang lebih kecil yang dapat membentuk sistem itu sendiri. Keseluruhan pada komponen dalam sistem mampu saling berinteraksi, hal ini menunjukkan bahwa setiap sistem dapat dipengaruhi oleh sistem yang lain. Dewasa ini, tidak ada sistem yang benar-benar dapat berdiri sendiri karena dalam sebuah sistem pasti dipengaruhi oleh faktor eksternal diluar sistem tersebut. Sistem atau subsistem mampu teridentifikasi sebagai sistem yang khusus, dan dapat

diasumsikan terisolasi dari sistem yang lain, jika dimaksudkan untuk keperluan studi (Khosnevis, 1994).

Menurut (Rossetti, 2016) sistem dapat diklasifikasikan berdasarkan apakah itu buatan manusia (mis., sistem pabrikan) atau apakah itu alami (mis., sistem tata surya). Suatu sistem dapat berupa fisik (mis., bandara) atau konseptual (mis., sistem persamaan). Gambar 2.8 dibawah merupakan tipe umum sebuah system. Jika perilaku stokastik atau acak merupakan komponen penting dari sistem, maka sistem dikatakan stokastik, namun jika tidak, maka dianggap deterministik. Salah satu cara yang lebih tepat untuk melihat suatu sistem adalah apakah sistem berubah sehubungan dengan waktu. Jika suatu sistem tidak berubah secara signifikan sehubungan dengan waktu, maka dikatakan statis, namun kalau tidak maka disebut dinamis. Jika suatu sistem dinamis, adalah system yang berkembang sehubungan dengan waktu. Sistem dinamis dikatakan diskrit (*discrete*) jika keadaan sistem berubah pada titik diskrit waktu. Sistem dinamis dikatakan berkelanjutan (*continue*) jika keadaan sistem berubah terus menerus seiring waktu.



Gambar 2.8 Tipe umum sebuah sistem
(Sumber: Buku *Simulation Modelling and Arena*)

2.8 Model

Model merupakan representasi konstruksi dan kerja dari suatu sistem. Model mirip dengan sistem yang dapat diwakilinya namun lebih sederhana dari sistem tersebut. Asumsi dapat dibuat dari sebuah situasi yang nyata dengan berkonsentrasi hanya pada variabel dominan yang mengontrol perilaku dari sebuah sistem yang

nyata. Model diupayakan dalam tingkatan tertentu yang dapat diterima untuk dapat merepresentasikan perilaku dari asumsi atas dunia nyata. Tujuan dari sebuah model adalah untuk dapat membantu memprediksi pengaruh dan perubahan sebuah sistem. Model dapat berfungsi dengan baik jika model tersebut dapat dibangun dengan benar.

Adapun karakteristik model yang baik menurut (Taha, 2017) adalah:

- a. Memasukkan semua komponen yang memiliki keterkaitan dan pengaruh yang signifikan terhadap sistem yang dipelajari yaitu dengan cara memperhatikan batasan-batasan sehingga proses analisa atas suatu sistem menjadi lebih mudah.
- b. Merepresentasikan sebuah sistem secara tepat (akurat) dan benar (sesuai kondisi sebenarnya).
- c. Mudah dipahami, dan dimodifikasi, serta dikembangkan sehingga dapat digunakan untuk keperluan studi lanjutan,
- d. Adanya efisiensi dalam hal pemanfaatan waktu dan biaya.

2.9 Simulasi

2.9.1 Model Simulasi

Simulasi adalah tiruan dari sistem atau proses operasi dunia nyata dari waktu ke waktu. Simulasi meliputi pembuatan proses masalah dari sistem dan pengamatan proses masalah tersebut dengan menarik kesimpulan mengenai karakteristik operasi dari sistem nyata yang diwakili (Banks., et al., 2004).

Menurut (Law & Kelton, 2000), simulasi dapat diklasifikasikan dengan berbagai macam bentuk dan model sebagai berikut:

- a. Model Simulasi Deterministik dengan Model Simulasi Stokastik.

Model simulasi deterministik adalah model simulasi yang akan dibentuk tidak mengandung variabel yang bersifat random. Sedang model simulasi stokastik adalah model simulasi yang mengandung beberapa input yang bersifat random.

- a. Model Simulasi Statis dengan Model Simulasi Dinamis.

Model simulasi statis digunakan untuk mempresentasikan sistem pada saat tertentu atau sistem yang tidak terpengaruh oleh perubahan waktu. Model

simulasi dinamis digunakan jika sistem yang dikaji dipengaruhi oleh perubahan waktu.

b. Model Simulasi Kontinyu dengan Model Simulasi Diskrit.

Untuk mengelompokkan suatu model simulasi apakah diskrit atau kontinyu, sangat ditentukan oleh sistem yang dikaji. Suatu sistem dikatakan diskrit jika variabel sistem yang mencerminkan status sistem, berubah pada titik waktu tertentu, sedangkan sistem dikatakan kontinyu jika perubahan variabel sistem berlangsung secara berkelanjutan seiring dengan perubahan waktu.

2.9.2 Tujuan Simulasi

Tujuan dari metode simulasi adalah untuk melakukan pengamatan dengan menggunakan informasi dari perilaku dan kinerja sistem yang sesungguhnya (Law & Kelton, 2000). Metode simulasi juga bertujuan untuk mendiskripsikan suatu model, mengukur kinerja dan performansi dari sebuah model, serta mengetahui perubahan yang terjadi pada sistem apabila dilakukan perbaikan terhadap model tersebut.

2.9.3 Manfaat Metode Simulasi

Menurut (Law & Kelton, 2000) Ada beberapa manfaat yang dapat didapatkan menggunakan metode simulasi yaitu sebagai berikut:

- a. Simulasi dapat digunakan untuk suatu sistem yang kompleks dan memiliki sifat-sifat stokastik yang sulit dibentuk dengan menggunakan model matematik.
- b. Simulasi dapat mengantisipasi kemungkinan-kemungkinan adanya kesalahan atau kegagalan sebelum dilakukan implementasi ke dalam sistem yang sesungguhnya.
- c. Simulasi dapat mengidentifikasi perilaku dari sistem dalam proses pengoperasian yang berbeda-beda.
- d. Simulasi dapat digunakan pada sistem yang belum pernah terbentuk atau menganalisa sistem yang ada tanpa mengubah kondisi dari sistem yang ada.
- e. Simulasi dapat membandingkan alternatif-alternatif desain sistem dan memilih alternatif yang paling baik untuk digunakan ataupun diimplementasikan.
- f. Simulasi dapat melakukan evaluasi sistem dalam jangka waktu yang singkat.

Adapun keuntungan penggunaan simulasi dibandingkan dengan metode analitis matematis, antara lain:

- a. Interaksi antar variabel dan parameter yang mencerminkan perilaku dan karakter sistem loading tidak linier. Artinya bahwa waktu kedatangan kapal, set-up time, dan waktu pelayanan memiliki sifat random dan berdistribusi tertentu sehingga cukup rumit bila dimodelkan dengan metode analitis matematis.
- b. Simulasi memungkinkan untuk mempelajari dan bereksperimen dengan interaksi internal dalam sebuah sistem yang kompleks, dengan merubah input dan observasi terhadap output, dapat diketahui variabel mana yang sangat penting dan bagaimana variabel-variabel tersebut berinteraksi (Banks., et al., 2004).
- c. Metode analitis matematis membutuhkan tingkat kecakapan dan pengetahuan khusus tentang teori-teori matematika yang harus dipelajari secara khusus (Khosnevis, 1994).
- d. Simulasi sebagai salah-satu pendekatan eksperimental merupakan alat analisis sistem yang biasa digunakan jika tidak mungkin melakukan observasi langsung terhadap sistem yang nyata, adanya keterbatasan waktu dan biaya, pemecahan masalah dengan metode analitis matematis tidak dapat dilakukan dan terdapat kesulitan dalam melakukan validasi terhadap model matematis yang menjelaskan perilaku sistem (Taha, 2017).

Simulasi suatu sistem merupakan operasionalisasi model yang mewakili sistem tersebut. Model mampu dikonfigurasi dan dieksperimenkan, tetapi akan sangat mahal serta tidak praktis jika diterapkan langsung ke dalam sistem yang diwakilinya. Operasional suatu model dapat dipelajari, karena itu properti-properti yang berhubungan dengan perilaku sistem nyata dan atau sub-sistemnya dapat diduga dan dijelaskan. Beberapa kegunaan dari simulasi antara lain adalah alat yang mampu mengevaluasi performansi sistem yang ada atau yang akan dibuat dengan berbagai macam konfigurasi yang diinginkan, digunakan sebelum sistem yang ada diubah atau sistem yang baru akan dibuat, untuk mengurangi kesempatan terjadinya kegagalan dalam mencapai spesifikasi yang diinginkan, untuk mengeliminir

kemacetan yang tak terduga, mencegah agar utilisasi dari sumber daya berada pada standar yang diharapkan, dan untuk mengoptimalkan performansi sistem.

2.9.4 Simulasi Kejadian Diskrit

Simulasi kejadian diskrit mengenai pemodelan sistem adalah kejadian yang melampaui waktu yang representatif dimana state (keadaan) variabel berubah seketika dan terpisah per titik waktu. Dalam istilah matematik disebut sebagai sistem yang dapat berubah hanya pada bilangan yang dapat dihitung per titik waktu. Titik waktu disini adalah bentuk kejadian (event) yang terjadi seketika dan dapat merubah keadaan pada sistem. Menurut (Harrell, et al., 2011), simulasi kejadian diskrit adalah simulasi dimana perubahan statusnya terjadi pada titik-titik diskrit dalam waktu yang dipicu oleh kejadian (event). Kejadian (event) yang terjadi dalam selang waktu acak. Ada beberapa kejadian (event) yang biasa terdapat dalam simulasi, yaitu:

- a. Kedatangan sebuah entitas ke sebuah stasiun kerja (workstation).
- b. Kegagalan suatu resource.
- c. Selesainya sebuah aktivitas.
- d. Akhir sebuah shift.

Contoh-contoh simulasi kejadian diskrit, yaitu pada pelayanan kasir di pertokoan (supermarket), teller pada pelayanan nasabah di perbankan dan simulasi pada industri seperti pergudangan atau pelabuhan.

2.9.5 Elemen-Elemen dan Variabel Sistem pada Simulasi

Dalam simulasi, sistem didefinisikan sebagai sekumpulan elemen yang saling berinteraksi satu sama lain untuk mencapai suatu tujuan. Elemen-elemen sistem pada simulasi (Law & Kelton, 2000), yaitu:

- a. *Entity*: Sesuatu yang akan dan dikenai proses dalam system.
- b. *Attribute*: Karakteristik yang dimiliki oleh sebuah entity dan sifatnya unik.
- c. *Activity*: Kegiatan yang dilakukan di dalam sistem yang mempengaruhi *entity* baik secara langsung maupun tidak langsung.
- d. *Resource*: Sesuatu yang digunakan untuk memproses *entity*.

- e. *Controls*: logika atau aturan yang berlaku di system yang menentukan bagaimana, kapan dan dimana proses dari sistem dijalankan.

Selain elemen, sebuah system yang akan disimulasikan memiliki variable. Dalam konsep simulasi ada tiga jenis variable sebagai berikut:

- a. *Decision Variable*

Variable keputusan (*decision variable*) biasa disebut *independent variable* merupakan sistem yang nilainya bisa kita ubah ubah dengan tujuan mencari perubahan hasil dari perubahan nilai tersebut.

- b. *Response Variable*

Variable respon (*response variable*) biasa disebut dengan *dependent variable* merupakan variabel yang menunjukkan nilai tersebut.

- c. *State Variable*

State variable merupakan variable yang melekat di sistem dimana nilainya akan berubah ubah sesuai dengan titik waktu tertentu.

2.9.6 Proses Simulasi

Beberapa langkah yang dilakukan dalam proses simulasi (Law & Kelton, 2000), adalah:

- a. Penentuan batasan dan identifikasi yaitu menentukan batasan sistem dan identifikasi variabel yang signifikan.
- b. Perencanaan studi merupakan data yang dikumpulkan merupakan data dari hasil observasi, baik data sekunder maupun data primer yang digunakan untuk membangun suatu model dari sistem yang akan disimulasikan.
- c. Mendefinisikan sistem yaitu pada langkah ini dilakukan penjelasan mengenai entitas input yang masuk, jumlah resource, hingga penjelasan mengenai distribusi waktu yang digunakan di dalam sistem.
- d. Perancangan model yaitu merancang model simulasi sesuai dengan bagan-bagan yang telah disediakan pada perangkat lunak simulasi.
- e. Verifikasi bertujuan untuk memastikan bahwa model yang telah dibuat dapat dijalankan, sedangkan validasi bertujuan untuk memastikan bahwa model telah sesuai dengan kondisi nyata yang ada (Law & Kelton, 2000).

- f. Perancangan eksperimen merupakan pembuatan skenario yang digunakan untuk menemukan tata letak perbaikan atau proses penanganan pada sistem (Banks., et al., 2004).
- g. Analisis merupakan sebuah analisis hasil simulasi dilakukan setelah proses running program selesai dan laporan hasil simulasi juga telah ditampilkan.
- h. Interpretasi model merupakan proses penarikan kesimpulan dari hasil output model simulasi.
- i. Pendokumentasian merupakan penyimpanan dari hasil *output* model.

2.9.7 Software Simulasi ARENA

Software atau 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 dalam antrian. 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., et al., 2004).

2.10 Distribusi Probabilitas

Fungsi Distribusi probabilitas adalah suatu fungsi yang menggambarkan persebaran probabilitas dari suatu variabel acak (random variable), yang dapat digunakan untuk memperkirakan estimasi dari suatu parameter, kemungkinan hasil, maupun kemungkinan dari suatu hasil akan jatuh pada suatu interval tertentu (Kissell & Poserina, 2017). Secara umum, fungsi distribusi probabilitas dapat dibagi menjadi fungsi diskrit dan fungsi kontinu.

Distribusi probabilitas diskrit adalah distribusi probabilitas di mana variabel acak dari eksperimen berupa bilangan cacah, dan biasanya berupa hitungan (counting) (Groebner, et al., 2011). Berbeda dengan distribusi probabilitas diskrit, distribusi probabilitas kontinu adalah distribusi probabilitas dimana variabel acak berupa pengukuran (measuring) (Groebner, et al., 2011).

Ada beberapa jenis model distribusi probabilitas yang sering digunakan dalam pengembangan model simulasi (Siswanto, et al., 2018). Berikut ini beberapa contoh model distribusi teoritis.

a. Distribusi Uniform

Distribusi uniform atau distribusi seragam digunakan untuk mendeskripsikan kondisi dimana variable random memiliki kesempatan yang sama untuk muncul pada rentang nilai a sampai b . Parameter yang diinputkan untuk membangkitkan bilangan random berdistribusi seragam adalah batas bawah (a) dan batas atas (b). Pada distribusi seragam ini rata-rata dan variansi dinyatakan sebagai berikut:

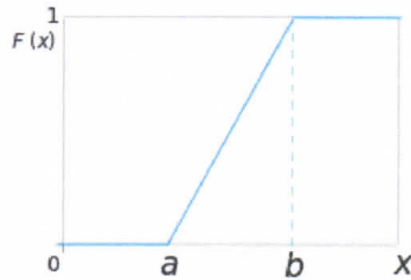
$$\text{Rata - rata : } \mu = \frac{a+b}{2} \quad (2.1)$$

$$\text{Variansi : } \sigma^2 = \frac{(b-a)^2}{12} \quad (2.2)$$

Probability density function (PDF) untuk distribusi seragam dengan variabel kontinyu diwakili fungsi:

$$f(x) = \frac{1}{b-a} \text{ untuk } a \leq x \leq b \quad (2.3)$$

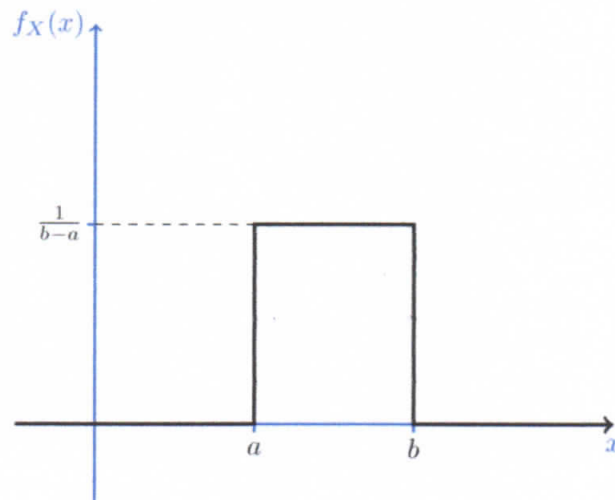
dimana kurva dari fungsi tersebut digambarkan pada Gambar 2.9 berikut ini



Gambar 2.9 PDF plot distribusi uniform kontinu

(Sumber: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Uniform_cdf.svg)

Distribusi uniform dapat digunakan untuk variabel yang bersifat kontinu maupun diskrit. Untuk variabel yang bersifat diskrit, fungsi peluang dapat digambarkan pada Gambar 2.10 berikut ini.



Gambar 2.10 PDF plot distribusi uniform diskrit

(Sumber: https://www.probabilitycourse.com/images/chapter4/PDF-Uniform_b.png)

b. Distribusi Triangular

Distribusi triangular merupakan salah satu distribusi peluang kontinu yang digunakan untuk mengestimasi suatu keadaan dengan data yang minim, namun diketahui adanya nilai minimum, nilai maksimum, dan nilai yang sering muncul atau rata-rata. Ketiga parameter tersebut dinotasikan sebagai a , c dan b yang mewakili minimum, most likely, dan nilai maksimum. Rata-rata dan variansi dari distribusi triangular dapat diperoleh dengan persamaan berikut ini.

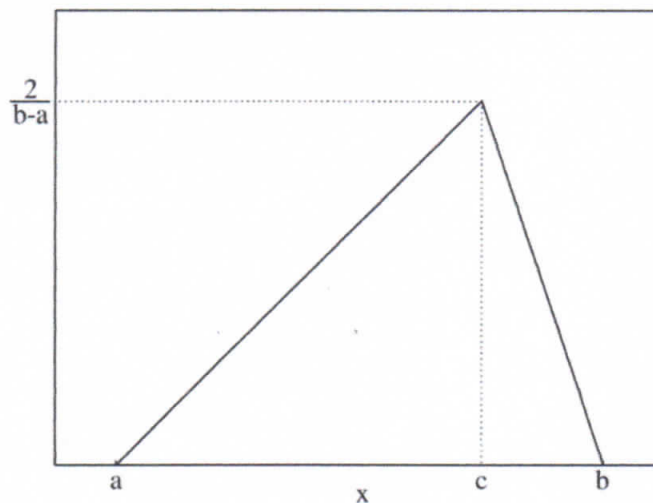
$$\text{Rata - rata : } \mu = \frac{a+b+c}{3} \quad (2.4)$$

$$\text{Variansi : } \sigma^2 = \frac{a^2+b^2+c^2-ac-ab-cb}{18} \quad (2.5)$$

Distribusi triangular termasuk pada jenis distribusi probabilitas kontinyu. Probability Density function (PDF) dari distribusi triangular dinyatakan sebagai berikut:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & \text{untuk } x > a \\ \frac{2(x-a)}{(b-a)(c-a)} & \text{untuk } a \leq x \leq c \\ \frac{2(b-x)}{(b-a)(b-c)} & \text{untuk } c \leq x \leq b \\ 0, & \text{untuk } x > b \end{cases} \quad (2.6)$$

PDF plot untuk distribusi triangular berbentuk bangun segitiga sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.11 berikut.

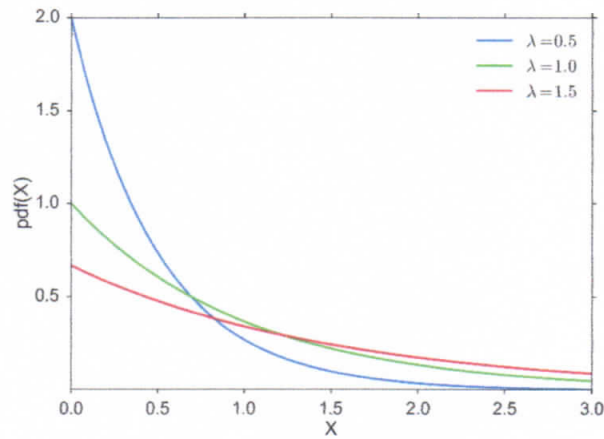


Gambar 2.11 PDF plot distribusi triangular

(Sumber : https://en.wikipedia.org/wiki/File:Triangular_distribution_PMF.png)

c. Distribusi Eksponensial

Distribusi eksponensial umum digunakan untuk interval even dalam simulasi. Distribusi ini memiliki satu parameter yakni rata rata (μ). Distribusi ini juga berkaitan dengan distribusi poisson. Jika distribusi poisson menunjukkan kejadian dalam suatu waktu maka distribusi eksponensial menunjukkan waktu antar kejadian. Probability density function untuk distribusi eksponensial akan ditunjukkan pada Gambar 2.12 berikut ini.



Gambar 2.12 PDF plot distribusi eksponensial

(Sumber : http://work.thaslwanter.at/Stats/html/_images/dist_exp.png)

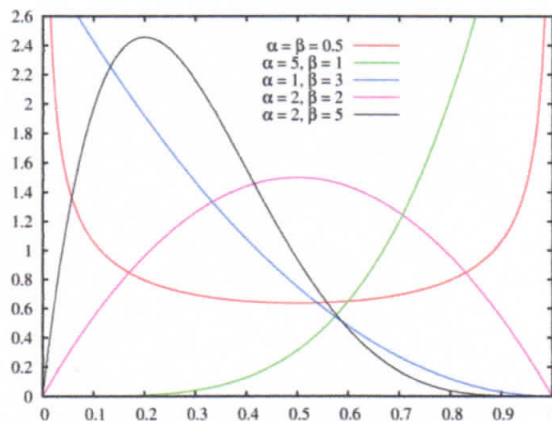
d. Distribusi Beta

Distribusi Beta adalah jenis distribusi probabilitas. Distribusi ini mewakili keluarga probabilitas dan merupakan cara serbaguna untuk mewakili hasil untuk persentase atau proporsi. Distribusi beta mempunyai dua parameter bentuk (*shape parameter*) yaitu α dan β .

$$f(x, \alpha, \beta) = \frac{x^{\alpha-1}(1-x)^{\beta-1}}{B(\alpha, \beta)} \quad (2.7)$$

Di mana α, β merupakan angka riil positif dan variabel x memenuhi $0 \leq x \leq 1$ (Çelik & Korkmaz, 2016). Dan nilai $B(\alpha, \beta)$ adalah fungsi Beta, yang berasal dari pengembangan fungsi Gamma.

$$B(\alpha, \beta) = \frac{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)}{\Gamma(\alpha+\beta)} \quad (2.8)$$



Gambar 2.13 PDF plot distribusi beta

(Sumber : https://www.statisticshowto.com/wp-content/uploads/2010/09/800px-Beta_distribution_pdf.png)

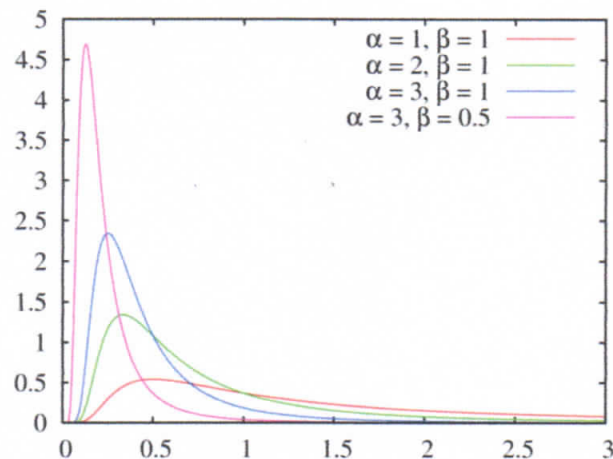
e. Distribusi Gamma

Distribusi Gamma adalah salah satu keluarga distribusi probabilitas kontinu. Distribusi ini merupakan distribusi fungsi padat yang terkenal luas dalam bidang matematika. Distribusi gamma berasal dari fungsi gamma yang sudah dikenal luas dan juga dipelajari dalam banyak bidang matematika.

Distribusi gamma memiliki parameter $\alpha > 0$ dan $\beta > 0$, di mana fungsi distribusi ini adalah sebagai berikut (MIT, 2006):

$$f(x; \alpha, \beta) = \begin{cases} \frac{\beta^\alpha}{\Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-\beta x}, & x \geq 0 \\ 0, & x < 0 \end{cases} \quad (2.9)$$

Di mana α adalah parameter skala (*scale parameter*) dan β adalah parameter bentuk (*shape parameter*) (Ahmed, Reshi, & Mir, 2013). Apabila nilai $\beta=1$, maka kasus spesial pada distribusi Gamma ini akan membentuk distribusi eksponensial. Gambar berikut merepresentasikan distribusi probabilitas Gamma pada beberapa nilai α dan β .



Gambar 2.14 PDF plot distribusi gamma

(Sumber: <https://www.statisticshowto.com/wp-content/uploads/2014/01/gamma-distribution-alpha.png>)

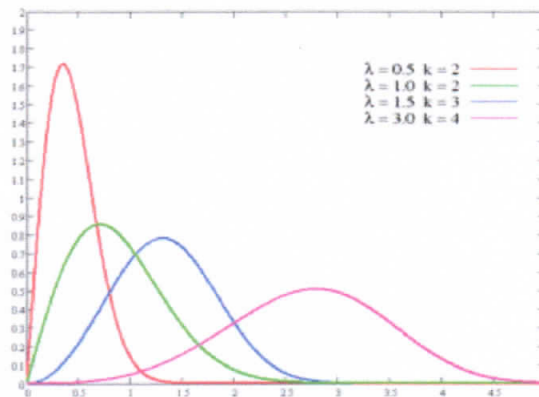
f. Distribusi Weibull

Distribusi Weibull memiliki 3 parameter yang dinyatakan dengan (α) , (β) , dan (μ) . Distribusi Weibull biasa digunakan untuk memodelkan lama waktu (umur) obyek untuk bertahan hingga obyek tersebut rusak/tidak dapat digunakan; atau dikenal sebagai mean time between failure (MTBF). Aplikasinya banyak digunakan pada bidang pemeliharaan asset.

Probability density function (PDF) untuk distribusi Weibull secara umum adalah:

$$f(x) = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{x-\mu}{\alpha}\right)^{\beta-1} \exp\left(-\left(\frac{x-\mu}{\alpha}\right)^\beta\right) \text{ untuk } x \geq \mu; \beta > 0; \alpha > 0 \quad (2.10)$$

Dimana β adalah parameter bentuk (shape parameter), μ menunjukkan lokasi (location parameter), dan α adalah parameter skala (scale parameter). PDF plot untuk distribusi Weibull ditunjukkan pada Gambar 2.15 berikut ini.



Gambar 2.15 PDF plot distribusi Weibull

(Sumber: <https://www.statisticshowto.com/wp-content/uploads/2014/03/image037.png>)

g. Distribusi Normal

Distribusi normal termasuk kedalam kelompok distribusi probabilitas kontinyu. Distribusi normal memodelkan fenomena secara simetris pada nilai diatas dan dibawah rata-rata. Distribusi normal memiliki 2 parameter yakni rata-rata (μ) dan standar deviasi (σ) atau terkadang dinyatakan dengan nilai kuadratnya yang disebut sebagai variansi (σ^2). Kurva pada distribusi normal berbentuk lonceng yang seimbang pada kedua sisinya demham luasan dibawah kurva adalah 1.

Fungsi yang menghubungkan nilai variable kontinyu x dan probabilitas kumulatifnya dinyatakan dengan,

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} \text{ untuk } -\infty \leq x \leq \infty \quad (2.11)$$

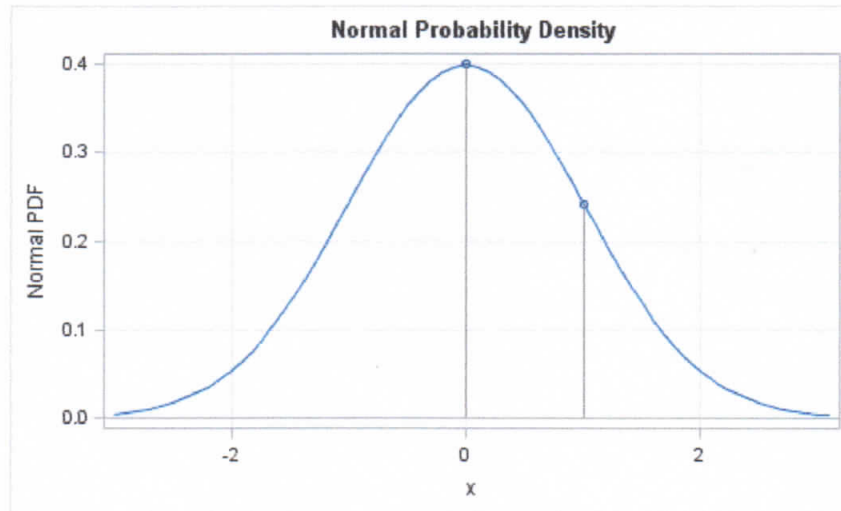
Dimana, μ = rata-rata

σ = standar deviasi

e = konstanta bernilai 2,71828

π = konstanta bernilai 2,14

PDF plot untuk distribusi normal ditunjukkan pada Gambar 2.16 berikut ini.



Gambar 2.16 PDF plot distribusi normal

(Sumber: <https://blogs.sas.com/content/iml/files/2011/09/normalpdf.png>)

Perhitungan nilai peluang pada suatu data yang berdistribusi normal dapat dilakukan dengan menggunakan bantuan standardized normal distribution. Distribusi normal standar ini adalah suatu distribusi normal yang memiliki rata-rata 0 dan standar deviasi sebesar 1. Nilai peluang untuk setiap x dapat ditentukan dengan menggunakan tabel Z . Nilai Z diperoleh dengan rumus sebagai berikut:

$$Z = \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma / \sqrt{n}} \quad (2.12)$$

Dimana Z adalah nilai yang digunakan untuk mencari peluang kumulatif munculnya kejadian dari minus tak hingga sampai $X=x$, dan n adalah jumlah sampel.

h. Distribusi Erlang

Distribusi erlang adalah generalisasi dari distribusi eksponensial dan juga merupakan kasus khusus dari distribusi gamma. Distribusi erlang diperoleh dengan mengganti parameter β pada distribusi gamma menjadi rata-rata eksponensial pada distribusi erlang, dan parameter α dari distribusi gamma menjadi parameter k . Jika nilai α pada distribusi gamma bisa berapapun (bilangan real), maka nilai α pada distribusi erlang hanya menggunakan bilangan bulat saja (integer). Distribusi ini dapat digunakan dalam memodelkan waktu servis dalam antrian, waktu perbaikan dan waktu antar kerusakan.

2.11 Replikasi

Simulasi menganut sistem *random input random output* (RIRO), artinya input dari simulasi itu bersifat acak yang menyebabkan hasil keluarannya bersifat acak pula. Dengan menjalankan simulasi sebanyak satu kali, belum tentu hasilnya nanti akan cukup representative terhadap real system. Oleh karena itu, untuk mengatasi sifat RIRO, diperlukan yang namanya replikasi.

Replikasi adalah sebuah mekanisme dimana simulasi perlu dijalankan beberapa kali untuk mengatasi hasil random yang diakibatkan variabilitas dari sistem dengan harapan model simulasi nantinya mampu mewakili hasil dari real system. Konsep replikasi digunakan Ketika sistem yang disimulasikan menganut prinsip terminating simulation.

Ada dua jenis parameter simulasi yang biasa digunakan yaitu point estimates dan interval estimates, seperti dijelaskan pada Tabel 2.1 dibawah ini.

Tabel 2.1 Parameter Estimasi dan Rumusnya

Parameter Estimasi	Jenis	Rumus
Point Estimates	Rata-rata	$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n xi}{n}$
	Standar Deviasi	$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (xi - \bar{x})^2}{n - 1}}$
Interval Estimates	Rata-rata (lebih sering digunakan untuk menebak true mean)	<p>Confident interval = $\bar{x} \pm hw$</p> $hw = \frac{(t_{n-1, \frac{\alpha}{2}})s}{\sqrt{n}}$ $\bar{x} - \frac{(t_{n-1, \frac{\alpha}{2}})s}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \bar{x} + \frac{(t_{n-1, \frac{\alpha}{2}})s}{\sqrt{n}}$

Pada rumus diatas, n menyatakan jumlah replikasi. Dalam menentukan replikasi ada dua konsep yang perlu diketahui yaitu absolute error dan relative error. Absolute error (β) menyatakan error absolut yang kita tentukan. Jadi error absolut ini harus berupa angka yang eksak. Tujuan simulai jika menggunakan absolute error adalah agar hasil simulasi nantinya memiliki hw (half widtdh) yang lebih kecil dari β dengan menjalankan simulasi sebanyak $n_{ab}^*(\beta)$. Nilai dari $n_{ab}^*(\beta)$ diperoleh dari nilai n terkecil yang memenuhi pertidaksamaan berikut.

$$\frac{(t_{n-1, \frac{\alpha}{2}})^2 s^2}{n} \leq \beta \quad (2.13)$$

Adapun langkah-langkah menentukan $n_{ab}^*(\beta)$ adalah sebagai berikut.

- Jalankan simulasi sebanyak 5 kali atau 10 replikasi sebagai jumlah replikasi awal
- Hitung standar deviasinya (s) dan masukkan ke pertidaksamaan diatas
- Tentukan pula nilai dari error absolut sebagai perbandingan nantinya
- Jika pertidaksamaan masih tidak memenuhi ($hw > \beta$) maka tentukan jumlah replikasi yang baru dengan menggunakan persamaan berikut ini. (Catatan: dengan nilai s yang diperoleh dari replikasi sebelumnya).

$$n' = \left[\frac{(z_{\alpha/2})^2 s^2}{\beta} \right] \quad (2.14)$$

- Jika nilai n' sudah diperoleh, lakukan simulasi sebanyak n' dan lakukan proses iterative hingga pertidaksamaan diatas terpenuhi ($hw > \beta$)

Relative Error (γ) menyatakan error relative dalam bentuk persentase dari true parameter value. Tujuan simulasi jika menggunakan relative error ini adalah agar hasil simulasi nantinya memenuhi pertidaksamaan dibawah ini.

$$\frac{|\bar{x} - \mu|}{\mu} \leq \gamma \quad (2.15)$$

Nilai dari $n_{rel}^*(\gamma)$ diperoleh dari nilai n terkecil yang memenuhi pertidaksamaan berikut.

$$\frac{t_{n-1, 1-\alpha/2} \sqrt{\frac{s^2}{n}}}{|\bar{x}|} \leq \gamma \quad (2.16)$$

Karena nilai rata-rata cenderung tidak stabil akibat perubahan jumlah data, maka pertidaksamaan diatas perlu digunakan secara berulang. Adapun langkah-langkah menentukan $n_{rel}^*(\gamma)$ adalah sebagai berikut.

- Jalankan simulasi sebanyak n_0 replikasi sebagai jumlah awal replikasi
- Hitung rata rata sampel (\bar{x}) dan $\delta = t_{n-1, 1-\alpha/2} \sqrt{\frac{s^2}{n}}$
- Tentukan pula nilai error relatifnya (γ) dalam bentuk persentase
- Jika $\delta/\bar{x} \leq \gamma$ maka digunakan \bar{x} sebagai point estimates. Jika tidak maka hitung jumlah replikasi yang baru dengan menggunakan rumus berikut. (Catatan: dengan nilai s yang diperoleh dari replikasi sebelumnya)

$$n' = \left[\frac{(z_{\alpha/2})s}{\left(\frac{\gamma}{1+\gamma}\right)\bar{x}} \right]^2 \quad (2.17)$$

e. Jika nilai n' sudah diperoleh, lakukan simulasi sebanyak n' dan lakukan proses iterative hingga pertidaksamaan diatas terpenuhi $\delta/\bar{x} \leq \gamma$

2.12 Uji Hipotesis

Uji hipotesis adalah metode pengambilan keputusan yang didasarkan dari analisis data, baik dari percobaan yang terkontrol, maupun dari observasi (tidak terkontrol). Hipotesis merupakan pernyataan yang kebenarannya masih lemah. Agar pernyataannya tidak diragukan, maka secara statistik bisa dilakukan pengumpulan data dan melakukan pengujian. Dengan melakukan pengujian statistik terhadap hipotesis, kita dapat memutuskan apakah hipotesis dapat diterima (data tidak memberikan bukti untuk menolak) atau ditolak (data memberikan bukti untuk menolak hipotesis). Hasil pengujian tersebut dapat dinyatakan signifikan maupun tidak signifikan secara statistik.

Salah satu jenis uji hipotesis adalah satu sampel t-test (*one sample t-test*). *One sample t-test* membandingkan rata-rata data sampel sebuah populasi dengan nilai yang sudah diketahui.

Langkah-langkah pengujian one sample t-test sebagai berikut:

a. Menentukan hipotesis

Tentukan H_0 dan H_1 sesuai keadaan yang akan diteliti, contoh :

H_0 : $\mu_0 =$ sebuah nilai pada data riil.

H_1 : $\mu_0 \neq \mu_1$ (ada perbedaan antara data simulasi dengan data riil)

b. Hitung mean (\bar{x}) dan standar deviasi (s)

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2.18)$$

c. Menentukan tingkat signifikansi

Tingkat signifikansi α adalah besarnya toleransi yang digunakan dalam menerima kesalahan pengujian secara statistik. Tingkat signifikansi yang sering digunakan adalah 0,01, 0,05 dan 0,1 (biasa ditulis 1%, 5% dan 10%), tergantung tingkat ketelitian yang digunakan oleh peneliti.

d. Menentukan T Hitung atau P value

T Hitung dapat dihitung menggunakan formula sebagai berikut:

$$T \text{ Hitung} = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s/\sqrt{n}} \quad (2.19)$$

Sedangkan P value dapat di hitung menggunakan software minitab atau Microsoft excel dengan menggunakan 1-sample t-test.

e. Menentukan T Tabel

Nilai T dapat dilihat dengan menggunakan tabel. Ada dua data yang dibutuhkan yaitu tingkat signifikansi (α) dan derajat kebebasan yang merupakan jumlah item dalam sampel (n) minus 1 atau $df(n-1)$.

f. Kesimpulan Pengujian

H_0 diterima jika $T \text{ Hitung} < T \text{ Tabel}$

H_0 ditolak jika $T \text{ Hitung} > T \text{ Tabel}$

atau

H_0 diterima jika P value $> 0,05$

H_0 ditolak jika P value $< 0,05$

2.13 *Analysis of Variance (ANOVA)*

Analysis of variance (ANOVA) adalah prosedur statistik yang berkaitan dengan membandingkan rata-rata beberapa sampel. Tujuannya adalah untuk menguji perbedaan yang signifikan antara rata-rata kelas, dan ini dilakukan dengan menganalisis varians (Ostertagová & Ostertag, 2013). Dalam ilmu statistika, peneliti terkadang membutuhkan kesimpulan mengenai adanya perbedaan parameter dari beberapa populasi. Apabila populasi yang diperhitungkan hanya berjumlah dua, maka dapat diselesaikan menggunakan uji hipotesis. Namun apabila populasinya lebih dari dua, maka peneliti dapat menganalisis menggunakan *analysis of variance (ANOVA)*.

Di dalam ANOVA, dikenal beberapa istilah untuk mengestimasi *error* baik di dalam satu populasi, antarpopulasi, maupun keseluruhan sampel. Standar deviasi total secara keseluruhan dari seluruh populasi dinamakan *Sum of Squares Error (SST)*. Selain itu, terdapat pula estimasi *error* di dalam satu populasi yang dinamakan *Sum of Squares Within (SSW)*, dan estimasi *error* antara rata-rata populasi sampel satu dengan lainnya, yaitu *Sum of Squares Between (SSB)*. Secara matematis, hubungan antara SST, SSW, dan SSB adalah sebagai berikut:

$$SST = SSB + SSW \quad (2.20)$$

Untuk mengestimasi variansi, SSB dan SSW akan dibagi dengan masing-masing derajat kebebasan (*degree of freedom*). Apabila SSB memiliki nilai yang relatif jauh lebih tinggi dibanding SSW, prosedur ANOVA akan mengarah pada penolakan *null hypothesis* dan mengindikasikan kesimpulan bahwa terdapat perbedaan dalam rata-rata antarpopulasi (Groebner, et al., 2011).

Dalam ANOVA, dikenal asumsi dasar ANOVA, yaitu:

- i. Seluruh populasi terdistribusi normal,
- ii. Seluruh variansi populasi sama besar,
- iii. Data sampel yang diambil bersifat independen, dan
- iv. Pengambilan data berupa data interfal atau ratio.

a. One-Way Analysis of Variance (One-Way ANOVA)

Dalam One-Way ANOVA, faktor yang mempengaruhi hasil pada populasi hanya sebatas satu faktor saja. Pada One-Way ANOVA, hipotesis yang dilakukan adalah:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$$

$$H_A: \text{terdapat minimal 1 populasi berbeda}$$

Hal yang sangat penting dalam ANOVA adalah mencari nilai *Sum of Squares*. Berikut adalah rumus yang digunakan untuk mencari SST, SSB, dan SSW:

$$SST = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x})^2 \quad (2.21)$$

SST = Total *sum of squares*

k = Jumlah populasi

n_i = Jumlah sampel pada populasi i

x_{ij} = Pengukuran ke- j pada populasi i

\bar{x} = Rata-rata total seluruh data

$$SSB = \sum_{i=1}^k n_i (\bar{x}_i - \bar{x})^2 \quad (2.22)$$

SSB = *sum of squares* antarsampel

k = Jumlah populasi

n_i = Jumlah sampel pada populasi i

\bar{x}_i = Rata-rata populasi i

\bar{x} = Rata-rata total seluruh data

$$SSW = SST - SSB \quad (2.23)$$

$$SSW = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)^2 \quad (2.24)$$

SSW = *sum of squares* dalam sampel

k = Jumlah populasi

n_i = Jumlah sampel pada populasi i

\bar{x}_i = Rata-rata populasi i

x_{ij} = Pengukuran ke- j pada populasi i

Perhitungan One-Way ANOVA biasanya disajikan dalam Tabel 2.2 sebagai berikut (Groebner, et al., 2011):

Tabel 2.2 Format Tabel One-Way ANOVA

Sumber Variasi	SS	Df	MS	F-ratio
Antarsampel	SSB	$k-1$	MSB	$\frac{MSB}{MSW}$
Dalam sampel	SSW	$n_T - k$	MSW	
Total	SST	$n_T - 1$		

Di mana:

k = Jumlah populasi

n_T = Jumlah sampel dari semua populasi

df = derajat kebebasan (*degree of freedom*)

MSB = *mean square between* = $\frac{SSB}{k-1}$

MSW = *mean square within* = $\frac{SSW}{n_T-k}$

Perhitungan dilanjutkan menggunakan F_α tes. Apabila nilai F -ratio lebih kecil dari F_α ($F_{test} < F_\alpha$), maka H_0 tidak ditolak. Sebaliknya, apabila nilai F -ratio lebih besar dari F_α ($F_{test} > F_\alpha$), maka H_0 ditolak. Pengambilan keputusan juga dapat menggunakan nilai P value yang dihasilkan dari software seperti minitab maupun microsoft excel. Apabila P-Value < 0,05 maka tolak H_0 dan sebaliknya apabila P-Value > 0,05 maka terima H_0 .

b. Tukey-Kramer Test

Setelah mengetahui apakah populasi satu sama lain terdapat perbedaan, hal lain yang menarik bagi pelaku eksperimen adalah menentukan rata-rata

antarpopulasi mana yang paling signifikan dan yang tidak. *Tukey-Kramer test* adalah prosedur *pairwise* (Groebner, et al., 2011), artinya tiap kombinasi populasi harus dites satu persatu. Berikut rumus *critical range* pada *Tukey-Kramer Test* yang nantinya akan dikomparasi dengan selisih rata-rata pada populasi yang berkaitan:

$$Critical\ range = q_{1-\alpha} \sqrt{\frac{MSW}{2} \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)} \quad (2.25)$$

Di mana $q_{1-\alpha}$ merupakan nilai *studentized range table* dengan nilai $D_1 = k$ dan $D_2 = n_T - k$ untuk nilai kepercayaan $1 - \alpha$. Nilai *critical range* (i,j) untuk setiap kombinasi populasi akan dikomparasi dengan $|\bar{x}_i - \bar{x}_j|$. Apabila nilai $|\bar{x}_i - \bar{x}_j|$ lebih besar dari *critical* (i,j) maka dapat dikatakan rata-rata pada populasi i dan j signifikan.

2.14 *Cost and Benefit Analysis*

Menurut (Schniederjans, et al., 2010), *Cost Benefit Analysis* (CBA) adalah suatu teknik untuk menganalisis biaya dan manfaat yang melibatkan evaluasi dan estimasi dari manfaat bersih yang didapat, terkait dengan beberapa alternatif tindakan perbaikan atau investasi yang akan dilakukan. Teknik ini membandingkan nilai sekarang dari manfaat yang didapat dari sebuah investasi dan juga nilai sekarang dari biaya yang dikeluarkan sebagai alat bantu dalam pengambilan keputusan. *Cost Benefit Analysis* (CBA) dilengkapi dengan pendekatan diskonto atau suku bunga untuk menghitung pemasukan dan pengeluaran di masa yang akan datang berdasarkan nilai sekarang.

Pengertian *Cost*

Menurut (Horngren, et al., 2012), *cost* atau biaya adalah sumber daya yang dikorbankan untuk mencapai tujuan tertentu. Biaya juga dapat diartikan sebagai setiap pengeluaran yang harus dikeluarkan untuk kegiatan investasi atau perbaikan. Biaya dibagi kedalam dua jenis, yaitu:

a. Biaya nyata (*tangible cost*)

Biaya yang dikeluarkan untuk membeli sebuah barang investasi atau jasa untuk melakukan sebuah perbaikan. Contohnya, biaya pembelian hardware, software server, biaya instalasi, training karyawan, dan lain-lain.

b. Biaya tidak nyata (*intangible cost*)

Biaya yang dikeluarkan karena dampak dari implementasi sebuah investasi atau perbaikan. Contohnya, biaya change management, biaya penyusutan peralatan mesin, biaya listrik karena penggunaan TI, dan lain-lain.

Pengertian *Benefit*

Benefit atau manfaat adalah suatu istilah yang digunakan untuk menunjukkan penghematan atau keuntungan yang didapat oleh seorang individu maupun organisasi yang dihasilkan dari investasi atau sebuah perbaikan (Remenyi, et al., 2000). Manfaat juga terbagi kedalam dua jenis, yaitu:

a. Manfaat berwujud (*tangible benefit*)

Manfaat yang secara langsung berpengaruh terhadap keuntungan perusahaan, baik berupa pengurangan atau penghematan biaya (*cost*) maupun peningkatan pendapatan (*revenue*). Contohnya peningkatan produktivitas, pengurangan biaya operasional, pengurangan tingkat pengeluaran dan lain-lain.

b. Manfaat tak berwujud (*intangible benefit*)

Manfaat positif yang diperoleh perusahaan sehubungan dengan pemanfaatan sebuah investasi atau perbaikan, namun tidak memiliki korelasi secara langsung dengan keuntungan perusahaan. *Intangible benefit* sulit diukur secara finansial. Contohnya, peningkatan kepuasan pelanggan, semangat kerja karyawan pengurangan tingkat kesalahan, peningkatan kualitas informasi dan lainnya.

Return on Investment (ROI)

Return on Investment (ROI) disebut juga sebagai pengembalian investasi, yaitu ukuran atau rasio profitabilitas yang mengevaluasi kinerja bisnis dengan membagi laba bersih dengan biaya modal awal investasi. Melalui ROI, keuntungan atau kerugian dari investasi tertentu terhadap jumlah uang yang diinvestasikan dapat diukur dengan mudah. Semakin tinggi rasionya, semakin besar pula manfaat yang didapat dari sebuah investasi. Berikut ini adalah formula untuk menghitung ROI.

$$ROI = \frac{(\text{Penghematan Investasi} - \text{Biaya Investasi})}{\text{Biaya Investasi}} \times 100\% \quad (2.26)$$

Payback Period (PP)

Payback period adalah metode yang digunakan untuk mengetahui jangka waktu pengembalian uang yang ditanamkan dalam investasi. Pengertian *Payback Period* menurut Wijayanto (2012) adalah periode yang diperlukan untuk menutup kembali pengeluaran investasi (*initial cash investment*). Metode ini menghitung *net cash flow* dari operasi pada suatu periode sehingga diketahui berapa lama waktu yang diperlukan untuk mengembalikan nilai investasi yang telah dibelanjakan dalam mendanai suatu proyek investasi.

$$\text{Payback Period (PP)} = \frac{\text{Biaya Investasi}}{\text{Penghematan Investasi}} \quad (2.27)$$

Biaya investasi adalah biaya yang dikeluarkan untuk investasi atau perbaikan. Penghematan adalah keuntungan/pendapatan yang didapat dalam satu tahun.

2.15 Penelitian Terdahulu

Pemilihan topik, judul, metode hingga aplikasi dari penelitian ini, tidak terlepas dari penelitian sebelumnya. Tabel 2.3 berikut ini adalah daftar penelitian terdahulu.

Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu

No	Judul Penelitian	Peneliti	Tahun	Metode
1	<i>Simulation and analysis for the Kelang Container Terminal operations.</i>	Tahar, R. & Hussain, K.	2000	<i>Simulation</i>
2	<i>Simulating less-than-truckload terminal operations.</i>	Deshpande, P., Zayas-Castro, J., Yalcin, A. & Herrera, L.	2007	<i>Simulation</i>
3	<i>Simulation-based seismic loss estimation of seaport transportation system.</i>	Na, U., Chaudhuri, S. & Shinozuka, M.	2009	<i>Simulation</i>
4	<i>A Simulation Study of Warehouse Loading and Unloading Systems using Arena.</i>	Liong, C. Y. & Loo, C. S.	2009	<i>Simulation, Arena</i>

No	Judul Penelitian	Peneliti	Tahun	Metode
5	<i>A simulation study on warehouse loading system: the case of poultry feed production factory.</i>	Emami, S., Arabzad, S. & Sajjadi, S.	2014	
6	Perancangan Ulang Tata Letak dan Alokasi Slot Gudang Finished Goods untuk Meminimalkan Jarak Perpindahan Barang (Studi Kasus: EDC PT. Ajinomoto Indonesia)	Mustikarini & Pujawan	2014	Analisis ABC
7	<i>Material flow design in a warehouse – the case of S:t Eriks</i>	Beatriz del Río Tomé	2014	Analisis ABC dan Analisis SWOT
8	<i>Inventory Simulation Model of a Lamp of Maintenance Warehouse of Facilities Management Department at Southeast Missouri State University Using Arena</i>	Muhammad Abdus Samad & Vijay Anand	2016	<i>Simulation, Arena</i>
9	Relayout Gudang Bahan Baku dengan Metode Dedicated Storage	Annisa Kesya Garside, Harris F & Ilyas M	2017	<i>Dedicated Storage</i>
10	Relayout Tata Letak Gudang Barang dengan Menggunakan Metode Dedicated Storage	Delia Meldra & Husor Mangibul Purba	2018	<i>Dedicated Storage</i>
11	<i>Improving the performance of warehouse loading and unloading system using simulation</i>	Setareh Abedinzadeh, Hamid & Amir	2018	<i>Simulation, Arena</i>

No	Judul Penelitian	Peneliti	Tahun	Metode
12	Perubahan Tata Letak dan metode Pemindahan Bahan Baku Untuk Mengurangi Waktu <i>Put Away</i> dan <i>Picking</i> : Studi Kasus di Sebuah Perusahaan Kemasan Plastik	Zahrida Dinnanda Parameswari	2019	Analisis ABC dan Simulasi Montecarlo

BAB 4

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai deskripsi sistem bongkar bahan baku, elemen sistem serta variabel dari sistem bongkar bahan baku. Selain itu juga, akan dijelaskan terkait pengumpulan data dan pengolahan data. Data yang dikumpulkan adalah data dari kondisi nyata handling bahan baku dari pelabuhan menuju gudang, kemudian dilakukan pengolahan data dengan uji secara statistik, untuk mencari distribusi dari setiap data.

4.1 Deskripsi Sistem

PT. Petrokimia Gresik mempunyai Pelabuhan sendiri untuk melayani kegiatan bongkar bahan baku dan muat produk pupuk. Pelabuhan ini, khusus untuk melayani barang barang dari PT. Petrokimia Gresik serta anak perusahaan dan afiliasi, sehingga dikenal dengan Terminal Untuk Kepentingan Sendiri (TUKS). Gambar 4.1 dibawah ini adalah gambar denah Terminal Untuk Kepentingan Sendiri (TUKS) Petrokimia Gresik.



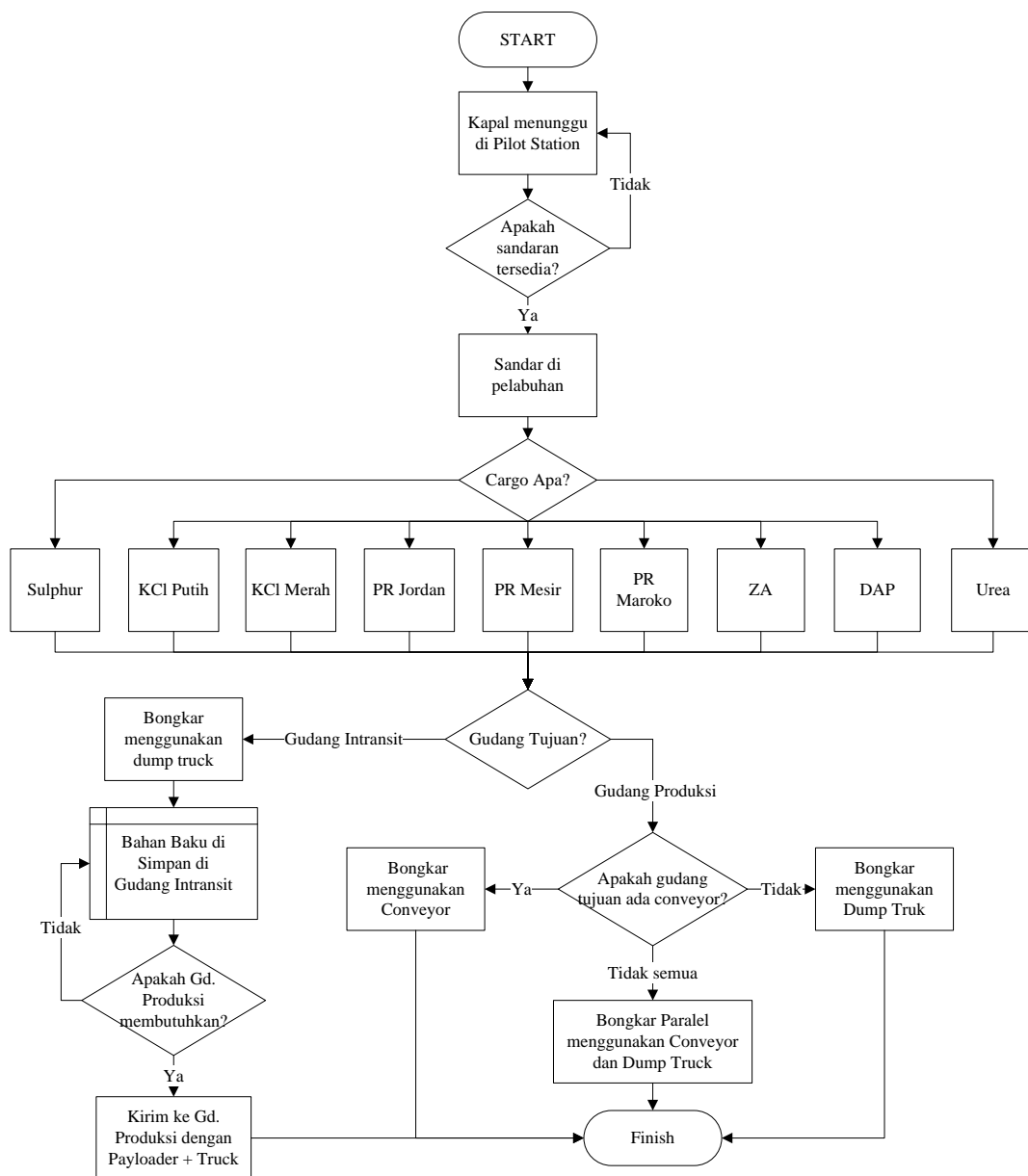
Gambar 4.1 Terminal Untuk Kepentingan Sendiri (TUKS) Petrokimia Gresik
Adapun spesifikasi teknis dari dermaga, di tampilkan dalam Tabel 4.1 dibawah ini:

Tabel 4.1 Spesifikasi Dermaga Petrokimia Gresik

Spesifikasi	Sisi Luar	Sisi Dalam I	Sisi Dalam II
Kapasitas	60.000 DWT	30.000 DWT	30.000 DWT
Panjang	820 Meter	600 Meter	210 Meter
Peruntukan	Bongkar	Muat	Muat
Maksimum Sandaran	4 Kapal	3 Kapal	2 Kapal

Sumber: Data Teknis Dep. Pengelolaan Pelabuhan

Kegiatan bongkar bahan baku, khusus dilakukan di dermaga sisi luar. Dermaga sisi luar dilengkapi alat bongkar *Continuous Ship Unloader (CSU)* yang berjumlah 2 unit yaitu CSU-1 dan CSU-2, kemudian *Kangaroo Crane* dengan jumlah 1 unit yaitu KC-2 serta alat bongkar milik kapal yaitu *Vessel Crane (VC)*. CSU-1 dan CSU-2 terhubung dengan *conveyor system* menuju gudang. Sedangkan KC-2 dapat terhubung dengan *conveyor system* maupun dengan *dump truck (DT)*. Adapun *vessel crane* hanya dapat terhubung dengan *dump truck* sebagai moda transportasinya.



Gambar 4.2 Flow chart proses handling bahan baku

Pada Gambar 4.2 diatas, kapal bahan baku yang datang, akan terlebih dahulu menunggu di *pilot station*, yaitu tempat untuk tambat sementara kapal yang terletak di Karang Jamuang. Setelah kapal sampai di Karang Jamuang, maka selanjutnya kapal akan mengirimkan *Notice of Readiness* (NOR) kepada pihak pelabuhan, yang menyatakan bahwa kapal siap untuk dilakukan pembongkaran. Setelah itu, pelabuhan akan memastikan apakah kondisi sandaran kapal tersedia. Apabila sandaran kapal tersedia, maka kapal akan diminta untuk segera sandar. Setiap kedatangan kapal bahan baku akan diidentifikasi cargo apa yang dibawa dan akan disimpan di gudang mana. Gudang yang digunakan untuk menyimpan, dapat berupa multi gudang atau hanya satu gudang saja. Tabel 4.2 berikut menjelaskan tentang kapasitas gudang yang digunakan untuk menyimpan bahan baku serta tujuan *supply* bahan bakunya.

Tabel 4.2 Kapasitas Gudang Bahan Baku

No	Gudang Bahan Baku		Kapasitas (Ton)	Supply ke
	Gudang Produksi	Gudang Intransit		
1	Gd. PF-1		45.000	Pabrik 2A
2	Gd. 09B650		25.000	
3	Gd. 09A650		13.000	
4	Gd. 02A650		18.000	
5	Gd. Curing PF-1		4.000	
6	Gd. PF-2		40.000	Pabrik 2B
7	Gd. NPK-2		19.000	
8	Gd. Curing PF-2		9.500	
9	Gd. ZK		500	
10	Gd. PA		110.000	Pabrik 3
11	Gd. Dome		45.000	
12	Gd. Belerang		75.000	
13		Gd. Bahan A	50.000	Gudang Produksi
14		Gd. Bahan B	50.000	Gudang Produksi
15		Gd. Bahan C	50.000	Gudang Produksi

Sumber: Data Teknis Dep. PPBJ

Masing masing gudang tersebut diatas, dapat digunakan untuk menyimpan berbagai macam bahan baku. Ada gudang yang sifatnya *dedicated storage* dan ada yang *shared storage*. *Dedicated storage* digunakan untuk menyimpan bahan baku

tertentu saja, sedangkan *shared storage* digunakan untuk menyimpan multi bahan baku. Penggolongan *dedicated storage* dan *shared storage* adalah berdasarkan kebutuhan pabrik. Pabrik 2 merupakan pabrik pupuk majemuk, sehingga gudang yang digunakan mayoritas adalah gudang dengan tipe *shared stored*, sedangkan Pabrik 3 mayoritas jenis gudangnya adalah *dedicated storage*, hal ini disebabkan karena Pabrik 3 hanya mengolah satu jenis bahan baku tiap pabriknya. Tabel 4.3 berikut menunjukkan tipe gudang bahan baku yang ada di PT. Petrokimia Gresik serta peruntukannya. Gudang produksi digunakan untuk melayani langsung kebutuhan produksi, sedangkan gudang intransit untuk menyimpan sementara bahan baku atau sebagai *buffer* ketika *stock* bahan baku di gudang produksi habis.

Tabel 4.3 Tipe dan Peruntukan Gudang Bahan Baku

No	Gudang	Tipe	Peruntukan
1	Gd. PF-1	Gd. Produksi	P. Rock Mesir
2	Gd. 09B650	Gd. Produksi	KCl Merah
3	Gd. 09A650	Gd. Produksi	KCl Merah, ZA, Urea
4	Gd. 02A650	Gd. Produksi	KCl Merah, ZA
5	Gd. Curing PF-1	Gd. Produksi	KCl Merah, ZA
6	Gd. PF-2	Gd. Produksi	P. Rock Mesir
7	Gd. NPK2	Gd. Produksi	KCl Merah, DAP, ZA, Urea
8	Gd. Curing PF-2	Gd. Produksi	KCl Merah, ZA, Urea
9	Gd. ZK	Gd. Produksi	KCl Putih
10	Gd. PA	Gd. Produksi	PR Jordan & Maroko
11	Gd. Dome	Gd. Produksi	PR Jordan & Maroko
12	Gd. Belerang	Gd. Produksi	Belerang
13	Gd. Bahan A	Gd. Intransit	ZA, DAP, P. Rock
14	Gd. Bahan B	Gd. Intransit	KCl Merah, KCl Putih
15	Gd. Bahan C	Gd. Intransit	ZA, DAP, KCl Merah

Sumber: Data Teknis Dep. PPBJ

Selanjutnya, berdasarkan *plotting* gudang yang digunakan untuk menyimpan, serta jumlah gudang yang dibutuhkan, bisa satu gudang maupun multi gudang, maka selanjutnya akan diidentifikasi alat *handling* apa yang diperlukan. Alat *handling* yang digunakan bisa satu jenis saja atau kombinasi tergantung tujuan gudang dan kapasitas alat tersebut. Untuk gudang tujuan yang tidak mempunyai

jalur *conveyor*, maka pembongkaran menggunakan *dump truck*. Sedangkan gudang tujuan yang ada jalur *conveyor*, maka pembongkaran dilakukan menggunakan *conveyor*. Adapun bahan baku yang dibongkar dengan multi gudang, yang sebagian mempunyai jalur *conveyor* dan sebagian tidak ada jalur *conveyor*, maka pembongkaran dilakukan secara paralel, baik menggunakan *conveyor* maupun menggunakan *dump truck*. Khusus bahan baku yang dibongkar menuju gudang intransit (gudang bahan A, Bahan B dan Bahan C), maka alat *handling* yang digunakan adalah *vessel crane* dan *dump truck*. Gudang intransit ini digunakan untuk menyimpan bahan baku sementara waktu, apabila *stock* bahan baku di gudang produksi habis, maka bahan baku yang ada di gudang intransit akan dikirimkan ke gudang produksi dengan bantuan *payloader* dan *dump truck*. Tabel 4.4 berikut adalah daftar alat *handling* yang digunakan untuk membongkar bahan baku dari pelabuhan ke gudang maupun untuk mengangkut bahan baku dari gudang intransit ke gudang produksi.

Tabel 4.4 Jenis Alat *Handling* dan *Jalur Handling*

No	Jenis Alat <i>Handling</i>	Cargo yang dapat di <i>handle</i>	Jalur <i>Handling</i>
1	CSU-1 + Conveyor	P. Rock, KCl, Belerang	Pelabuhan ke Gudang Produksi
2	CSU-2 + Conveyor	P. Rock, KCl	Pelabuhan ke Gudang Produksi
3	KC-2 + Conveyor	KCl, ZA, Urea, DAP, Belerang	Pelabuhan ke Gudang Produksi
4	KC-2 + Dump Truck	KCl, ZA, Urea, DAP, Belerang	Pelabuhan ke Gudang Produksi dan Gudang Intransit
5	Vessel Crane + Dump Truck	Semua Bahan Baku	Pelabuhan ke Gudang Produksi dan Gudang Intransit
6	Truck + Payloader	Semua Bahan Baku	Gd. Intransit ke Gd. Produksi dan antar Gd. Produksi

Sumber: Data Teknis Dep. Pengelolaan Pelabuhan

4.2 Elemen Sistem

Sistem kejadian diskrit memiliki karakteristik yang berbeda dengan sistem yang bersifat *continuous*. Adapun beberapa fitur pada sistem kejadian diskrit yaitu *entities* yang membawa *attributes* serta melakukan beberapa *activities*. Pada

activities dilakukan sesuai dengan aturan (*controls*) pada sistem dan menggunakan beberapa macam *resources* dalam sistem sehingga dapat menciptakan *events* yang mampu merubah *state* sistem dengan menjaga *relations* yang logis. Berikut penjelasan beberapa elemen sistem pada penelitian ini.

a. *Entity*

Entity atau entitas adalah sesuatu yang akan dan dikenai proses dalam system. Dalam sistem simulasi ini yang berlaku sebagai entitas adalah kapal yang membawa bahan baku dan perintah atau sinyal konsumsi bahan baku.

b. *Attribute*

Attribute atau atribut adalah karakteristik yang dimiliki oleh sebuah *entity* dan sifatnya unik. Atribut dalam sistem simulasi ini meliputi:

- Jumlah tonase per jenis bahan baku per kapal
- Tonase yang dialokasikan di setiap gudang untuk setiap kapal
- Biaya per alat per kapal
- *Discharging rate* per alat
- Jumlah konsumsi bahan baku per gudang per hari

c. *Activity*

Activity atau aktivitas adalah kegiatan yang dilakukan di dalam sistem yang mempengaruhi *entity* baik secara langsung maupun tidak langsung. Aktivitas dalam simulasi ini adalah kegiatan bongkar bahan baku dari Pelabuhan sampai ke Gudang.

d. *Resource*

Resource adalah segala sesuatu yang digunakan untuk memproses *entity*. *Resource* atau sumber daya yang digunakan meliputi:

- Jumlah sandaran kapal
- *Continuous Ship Unloader 1* (CSU-1)
- *Continuous Ship Unloader 2* (CSU-2)
- *Kangaroo Crane 2* (KC-2)
- *Vessel Crane* (VC)
- *Dump Truck* (DT)

e. *Controls*

Controls atau kontrol adalah logika atau aturan yang berlaku di sistem yang menentukan bagaimana, kapan dan dimana proses dari sistem dijalankan.

Kontrol dalam sistem ini meliputi:

- Sandaran kapal di pelabuhan maksimal 4
- Dalam satu hari beroperasi 24 jam
- Tarif bongkar pada hari minggu dan hari libur sebesar 1,3 kali tarif normal
- Alat bongkar digunakan sesuai dengan peruntukan dan jenis bahan bakunya.
- Bahan baku dibongkar sesuai dengan proporsi bahan baku.
- Bahan baku yang dialokasikan di lebih dari satu gudang, pengisian bahan baku ke gudang dilakukan sesuai urutan prioritas gudang.
- Apabila kapasitas gudang produksi tidak mampu menampung bahan baku maka akan dialihkan ke gudang intransit.
- Prioritas konsumsi bahan baku diambil dari gudang produksi kemudian baru gudang intransit

4.3 Variabel Sistem

Dalam penelitian ini, variabel-variabel didalam sistem ditentukan sebagai berikut:

- Variabel Keputusan

Variabel keputusan meliputi proporsi bahan baku tiap gudang, kapasitas gudang, serta prioritas alokasi gudang.

- Variabel Respon

Variabel respon meliputi tonase bahan baku yang diangkut dari pelabuhan ke gudang dan biaya *handling* bahan baku.

- Variabel Status

Variabel status meliputi *availability* sandaran dan persediaan bahan baku.

4.4 Pengumpulan Data

Data-data yang dibutuhkan untuk dapat melakukan simulasi proses *handling* bahan baku dari pelabuhan ke gudang dapat di lihat pada Tabel 4.5 dibawah ini. Data tersebut dicatat mulai dari bulan Desember 2017 sampai Desember 2018.

Tabel 4.5 Jenis Data yang Dikumpulkan

No	Jenis Data
1	Data waktu dan interval kedatangan kapal
2	Data jenis dan kuantum bahan baku yang diangkut tiap kapal
3	Data proporsi bahan baku yang dibongkar di pelabuhan
4	Data kecepatan bongkar dari pelabuhan ke gudang
5	Data kuantum perpindahan bahan baku dari pelabuhan ke gudang
6	Data tarif dan biaya <i>handling</i> bahan baku
7	Data prioritas gudang untuk bongkar bahan baku dari kapal
8	Data <i>consumption rate</i> produksi

4.4.1 Data waktu dan interval kedatangan kapal

Tabel 4.6 berikut ini, berisi jumlah kedatangan kapal, rata-rata waktu kedatangan antar kapal serta standar deviasinya. Adapaun detail data waktu dan interval kedatangan kapal terdapat dalam lampiran 1.

Tabel 4.6 Data Waktu dan Interval Kedatangan Kapal

No	Keterangan	Data
1	Jumlah Kedatangan Kapal	118 Kapal
2	Rata-rata interval kedatangan kapal	3,07 Hari
3	Standar deviasi kedatangan kapal	3,06 Hari

Sumber: *Port Performance Monitoring* 2018

4.4.2 Data jenis dan kuantum bahan baku yang diangkut tiap kapal

Tabel 4.7 dibawah ini, menunjukkan data jenis bahan baku, jumlah kapal yang mengangkut bahan baku tersebut serta rata-rata kuantum bahan baku yang dibawa pada setiap kapal. Adapun detail data nama nama kapal serta jenis bahan baku yang dibawa dan kuantum bahan baku dalam satu kapal ada pada lampiran 2.

Tabel 4.7 Data Jenis dan Kuantum Bahan Baku yang diangkut Tiap Kapal

No	Jenis Bahan Baku	Jumlah Kapal	Rata-Rata Kuantum (Ton)
1	DAP	5	21.367
2	KCI Merah	21	26.820
3	KCI Putih	3	25.285
4	P. Rock Jordan	13	40.266
5	P. Rock Maroko	13	41.138
6	P. Rock Mesir	7	43.825
7	Sulphur	15	24.946
8	Urea	11	3.879
9	ZA	30	21.949

Sumber: *Port Performance Monitoring* 2018

4.4.3 Data proporsi bahan baku yang dibongkar di pelabuhan

Tabel 4.8 dibawah ini, berisi jenis bahan baku yang dibongkar di pelabuhan serta proporsi yang dibongkar. Proporsi ini dihitung berdasarkan jumlah kapal yang membawa bahan baku tertentu dalam satu tahun.

Tabel 4.8 Data Proporsi Bahan Baku yang dibongkar di Pelabuhan

No	Bahan Baku	Prosentase (%)
1	DAP	4,24%
2	KCl Merah	17,80%
3	KCl Putih	2,54%
4	PR Jordan	11,02%
5	PR Marroco	11,02%
6	PR Mesir	5,93%
7	Sulphur	12,71%
8	Urea	9,32%
9	ZA	25,42%
	Grand Total	100,0%

Sumber: Perhitungan prosentase jumlah kapal *Port Performance Monitoring* 2018

4.4.4 Data kecepatan bongkar dari Pelabuhan ke Gudang

Tabel 4.9 berikut ini, berisi ringkasan data kecepatan bongkar dari pelabuhan menuju gudang bahan baku berdasarkan alat *handling* yang digunakan baik dengan CSU-1, CSU-2, KC-2, maupun *Vessel Crane* (VC). Secara umum dapat di kelompokkan menjadi CSU (CSU-1 & CSU-2) untuk jalur jalur yang semua gudang tujuan terhubung dengan conveyor. KC + VC dan CSU + VC untuk gudang tujuan yang sebagian saja ada jalur conveyornya, sehingga bisa berjalan dengan paralel dengan *vessel crane*. Dan terakhir VC saja untuk bahan baku yang gudang tujuannya tidak ada jalur conveyornya, sehingga harus diangkut dengan *dump truck* (DT). Kecepatan bongkar merupakan data rata-rata dan dinyatakan dalam satuan Metric Ton Per Day (MTPD). Data selengkapnya ada pada lampiran 3.

Tabel 4.9 Data Kecepatan Bongkar (*Discharging Rate*) dari Pelabuhan ke Gudang

No	Alat Bongkar	Jenis Bahan Baku	Rate (MTPD)
1	CSU	P. Rock, Sulphur, KCl	7.717
2	CSU + VC	P. Rock, Sulphur, KCl	6.768
3	KC + VC	KCl, ZA, Sulphur, DAP	3.986
4	KC + VC	Urea	628
5	VC	KCl, ZA, Sulphur, DAP	5.084

Sumber: Perhitungan dari *Port Performance Monitoring* 2018

4.4.5 Data kuantum perpindahan bahan baku dari pelabuhan ke gudang

Tabel 4.10 dibawah ini berisi kuantum perpindahan bahan baku dari Pelabuhan ke Gudang bahan baku selama periode satu tahun.

Tabel 4.10 Data Kuantum Perpindahan Bahan Baku dari Pelabuhan ke Gudang

Gudang Bahan Baku	Kuantum Perpindahan (Ton/Tahun)								
	DAP	KCl Merah	KCl Putih	PR Jordan	PR Maroko	PR Mesir	Sulphur	Urea	ZA
Gd. PF-1	-	-	-	-	-	207.269	-	-	-
Gd. 09B650	-	88.018	-	-	-	-	-	-	-
Gd. 09A650	-	96.960	-	-	-	-	-	3.290	33.575
Gd. 02A650	-	103.723	-	-	-	-	-	-	48.805
Gd. Curing PF-1	-	10.371	-	-	-	-	-	-	57.239
Gd. PF-2	-	-	-	2.755	-	15.299	-	-	-
Gd. NPK-2	10.535	96.779	-	-	-	-	-	11.650	31.827
Gd. Curing PF-2	-	76.402	-	-	-	-	-	630	61.908
Gd. ZK	-	-	1215	-	-	-	-	-	-
Gd. PA	-	-	-	353.953	229.114	-	-	-	-
Gd. Dome	-	-	-	166.753	285.295	-	-	-	-
Gd. Belerang	-	-	-	-	-	-	374.196	-	-
Gd. Luar	-	-	-	-	-	-	-	27.096	384.254
Gd. Bahan A	84.372	30.489	-	-	-	29.536	-	-	34.305
Gd. Bahan B	2.841	18.861	74.639	-	-	11.012	-	-	-
Gd. Bahan C	9.086	41.626	-	-	20.383	43.658	-	-	6.559

Sumber: *Port Performance Monitoring* 2018

4.4.6 Data tarif dan biaya *handling* bahan baku

Tabel 4.11 berikut, berisi jenis-jenis alat *handling* yang digunakan untuk bongkar dan pindah bahan baku dari pelabuhan ke gudang serta tarif yang harus dibayar berdasarkan alat bongkar dan alat *transport* atau angkut yang di gunakan. Alat bongkar dan alat angkut terdiri dari CSU-1, CSU-2, KC-2, *Vessel Crane* dan *payloader*. Sedangkan alat *transport* atau angkut bahan baku terdiri dari *conveyor belt* dan *dump truck*.

Tabel 4.11 Data Alat dan Tarif *handling*

No	Alat <i>Handling</i>	Keterangan	Tarif Bongkar (Rp/Ton)	Tarif Transport (Rp/Ton)
1	CSU-1 + Conveyor	Pelabuhan ke Gudang Produksi	4.335	-
2	CSU-2 + Conveyor	Pelabuhan ke Gudang Produksi	4.335	-
3	KC-2 + Conveyor	Pelabuhan ke Gudang Produksi	4.335	-
4	KC-2 + Dump Truck	Pelabuhan ke Gudang Produksi dan Gudang Intransit	4.335	9.290
5	Vessel Crane + Dump Truck	Pelabuhan ke Gudang Produksi	27.500	9.290
6	Vessel Crane + Dump Truck	Pelabuhan ke Gudang Intransit	27.500	12.990
7	Payloader + Dump Truck	Gd. Produksi ke Gd. Produksi	-	7.240
8	Payloader + Dump Truck	Gd. Intransit ke Gd. Produksi	-	29.000

Sumber: Kontrak PBM dan EMKL 2018-2020

Tarif bongkar yang ada pada Tabel 4.11 diatas, adalah tarif normal yang digunakan pada hari senin sampai dengan hari sabtu. Namun, apabila digunakan pada hari libur, maka tarif tersebut akan dikalikan 1,3 dari tarif normal.

Tabel 4.12 dibawah ini adalah tabel yang berisi biaya *handling* bahan baku yang meliputi biaya pembongkaran dari kapal ke alat transportasi (*belt conveyor* atau *dump truck*), biaya transportasi dari pelabuhan ke gudang bahan baku dan biaya *transport* dari gudang intransit menuju gudang produksi. Biaya *transport* dari gudang intransit ke gudang produksi dibutuhkan ketika bahan baku digudang produksi habis dan kapal belum datang. Biaya *handling* dibawah ini dikelompokkan berdasarkan jenis bahan baku yang di *handle*.

Tabel 4.12 Biaya *Handling* Bahan Baku

Bahan Baku	Biaya Bongkar dari Kapal (Rp/Tahun)	Biaya Transport dari Pelabuhan ke Gd Produksi (Rp/Tahun)	Biaya Transport dari Gd. Intransit ke Gd. Produksi (Rp/Tahun)
ZA	18.040.919.285	3.482.015.921	764.585.000
KCl Merah	10.264.191.081	3.219.508.491	3.820.514.810
KCl Putih	2.130.259.918	980.847.201	1.920.199.910
P. Rock	10.435.668.294	1.815.902.551	573.046.090
Sulphur	6.892.631.952	2.056.440.094	-
DAP	2.967.532.828	1.348.788.061	2.934.696.760
Urea	429.546.413	354.436.381	-
Sub Total	51.160.749.771	13.257.938.701	10.013.042.570
Total			74.431.731.042

Sumber: Rekap data biaya *Port Performance Monitoring* 2018

Bahan baku ZA, KCl Merah, KCl Putih, DAP dan urea merupakan bahan baku yang digunakan di Pabrik 2A dan Pabrik 2B. Sedangkan P. Rock dan belerang merupakan bahan baku yang mayoritas dikonsumsi oleh pabrik 3A dan Pabrik 3B. Dari Tabel 4.12 dapat diketahui bahwa hampir 71% atau sekitar Rp 52.658.042.061 merupakan biaya *handling* bahan baku menuju gudang di Pabrik 2A dan Pabrik 2B, dan sisanya 29% merupakan biaya *handling* bahan baku ke Pabrik 3A dan 3B.

4.4.7 Data tata letak dan alokasi bahan baku tiap gudang

Tabel 4.13 berikut adalah tabel yang berisi kapasitas, tata letak dan alokasi bahan baku pada tiap tiap gudang.

Tabel 4.13 Data Tipe Gudang, Kapasitas Gudang dan Alokasi Bahan Baku

No	Gudang Bahan Baku	Kapasitas (Ton)	Detail Alokasi (Slot) Bahan Baku (Ton)			
1	Gd. PF-1	45.000	PR. Mesir 45.000			
2	Gd. 09B650	25.000	KCl Merah 25.000			
3	Gd. 09A650	13.000	KCl Merah 10.000	ZA 3.000		
4	Gd. 02A650	18.000	KCl Merah 10.000	ZA 7.000	Urea 1.000 Ton	
5	Gd. Curing PF-1	4.000	KCl Merah 500	ZA 3.500		
6	Gd. PF-2	40.000	PR. Mesir 40.000			

No	Gudang Bahan Baku	Kapasitas (Ton)	Detail Alokasi (Slot) Bahan Baku (Ton)			
			KCl Merah	ZA	DAP	Urea
7	Gd. NPK-2	19.000	KCl Merah 11.000	ZA 2.000	DAP 3.000	Urea 3.000
8	Gd. Curing PF-2	9.500	KCl Merah 5.000	ZA 4.000	Urea 500	
9	Gd. ZK	500	KCl Putih 500			
10	Gd. PA	110.000	PR. Jordan & Maroko 110.000			
11	Gd. Dome	45.000	PR. Jordan & Maroko 45.000			
12	Gd. Belerang	75.000	Belerang 75.000			
13	Gd. Bahan A	50.000	ZA 15.000	DAP 10.000	PR Mesir 5.000	PR 20.000
14	Gd. Bahan B	50.000	KCl Merah 20.000	KCl Putih 30.000		
15	Gd. Bahan C	50.000	KCl Merah 20.000	DAP 17.500	ZA 12.500	

Sumber: Data Teknis Dep. PPBJ

4.4.8 Data prioritas gudang untuk bongkar bahan baku dari kapal

Tabel 4.14 berikut ini adalah data prioritas gudang yang digunakan saat bongkar bahan baku dari pelabuhan menuju gudang. Prioritas menunjukkan gudang mana yang harus diisi terlebih dahulu saat ada bongkar bahan baku.

Tabel 4.14 Data Prioritas Gudang

Prioritas	KCl Merah	KCl Putih	ZA	DAP	Urea	PR Mesir	PR. Jordan	PR Maroko	Sulphur
1	02A650	ZK	02A650	NPK2	NPK2	PF-1	PA	Dome	Sulphur
2	NPK2	Bahan B	NPK2	Bahan A	09A650	PF-2	Dome	PA	
3	09A650		09A650	Bahan C	Curing PF-2	Bahan A	Bahan A	Bahan A	
4	09B650		Curing PF-1						
5	Curing PF-2		Curing PF-2						
6	Curing PF-1		Bahan A						
7	Bahan C		Bahan C						
8	Bahan B								

Sumber: Data Operasional Dep. Pengelolaan Pelabuhan

4.4.9 Data *consumption rate* bahan baku untuk kegiatan produksi

Tabel 4.15 dibawah ini berisi *consumption rate* bahan baku untuk kebutuhan produksi yang diambil dari masing masing gudang selama periode satu tahun. Adapun *consumption rate* harian ada pada lampiran 4.

Tabel 4.15 Data *Consumption Rate* Bahan Baku untuk Kegiatan Produksi

Gudang Bahan Baku	<i>Consumption Rate (Ton/Tahun)</i>							
	DAP	KCl Merah	KCl Putih	PR Jordan + Maroko	PR Mesir	Sulphur	Urea	ZA
Gd. PF-1	-	-	-	-	264.882	-	-	-
Gd. 09B650	-	103.264	-	-	-	-	-	-
Gd. 09A650	-	106.429	-	-	-	-	23.863	57.257
Gd. 02A650	-	127.591	-	-	-	-	-	67.363
Gd. Curing PF-1	-	4.923	-	-	-	-	-	112.727
Gd. PF-2	-	-	-	-	-	-	-	-
Gd. NPK-2	129.043	98.658	-	-	-	-	33.786	93.379
Gd. Curing PF-2	-	158.889	-	-	-	-	2.595	86.942
Gd. ZK	-	-	17.184	-	-	-	-	-
Gd. PA	-	-	-	476.811	-	-	-	-
Gd. Dome	-	-	-	448.329	-	-	-	-
Gd. Belerang	-	-	-	-	-	228.378	-	-

Sumber: Data konsumsi bahan baku Pabrik 2 dan Pabrik 3

4.5 Pengolahan Data

Data numerik dari hasil pengumpulan data perlu dianalisis, untuk menentukan model distribusi yang mewakili perilaku sistem. Untuk mendapatkan nilai parameter model maka dilakukan *distribution fitting* menggunakan fitur *input analyzer* dalam arena. Data detail hasil uji distribusi masing masing parameter ada pada lampiran 5. Tabel 4.16 berikut merupakan parameter dan distribusi data untuk waktu kedatangan antar kapal.

Tabel 4.16 Parameter dan Distribusi Data Waktu Kedatangan Antar Kapal

Parameter	Distribusi
Waktu kedatangan antar kapal	EXPO(3.07)

Tabel 4.17 dibawah ini adalah parameter dan distribusi data kecepatan bongkar atau *discharging rate* dari masing alat *handling* yang telah dilakukan pengelompokan sebelumnya.

Tabel 4.17 Parameter dan Distribusi Data Kecepatan Bongkar

Parameter	Distribusi
Discharging Rate CSU All Cargo	UNIF(4.68e+003, 1.06e+004)
Discharging Rate CSU + VC All Cargo	3.23e+003 + 9.8e+003 * BETA(1.47, 2.64)
Discharging Rate KC + VC All Cargo	TRIA(1.09e+003, 4.54e+003, 6.02e+003)
Discharging Rate KC + VC Urea	201 + GAMM(566, 0.754)
Discharging Rate VC All Cargo	UNIF(3.44e+003, 6.57e+003)

Tabel 4.18 adalah tabel yang berisi parameter dan distribusi data kuantum atau tonase bahan baku yang dibawa setiap kapal.

Tabel 4.18 Parameter dan Distribusi Data Kuantum Bahan Baku

Parameter	Distribusi
Input Kuantum DAP	NORM(2.2e+004, 10.1)
Input Kuantum KCl Merah	TRIA(2.25e+0,04, 2.7e+004, 2.75e+004)
Input Kuantum P.Rock Jordan	2.04e+004 + 2.61e+004 * BETA(0.413, 0.259)
Input Kuantum P.Rock Marroco	UNIF(3.6e+004, 4.4e+004)
Input Kuantum P.Rock Mesir	43825
Input Kuantum Sulphur	4.18e+003 + 3.51e+004 * BETA(0.895, 0.619)
Input Kuantum Urea	TRIA(1.86e+003, 4.26e+003, 5.28e+003)
Input Kuantum ZA	2e+004 + 1.99e+003 * BETA(0.75, 0.311)
Input Kuantum KCl Putih	25285

Tabel 4.19 berikut ini merupakan parameter dan distribusi data lepas sandar kapal setelah selesai pembongkaran.

Tabel 4.19 Parameter dan Distribusi Data Lepas Sandar Kapal

Parameter	Distribusi
Waktu lepas sandar kapal	LOGN(0.254, 0.205)

Tabel 4.20 berikut ini merupakan parameter dan distribusi data *consumption rate* tiap jenis bahan baku pada masing-masing gudang bahan baku.

Tabel 4.20 Parameter dan Distribusi Data Konsumsi Bahan Baku

Parameter	Distribusi
Konsumsi PF1PRMesir	TRIA(400, 1.05e+003, 2.18e+003)
Konsumsi 02A650ZA	51 + 814 * BETA(1.01, 2.91)
Konsumsi 09A650Urea	2 + WEIB(74.7, 2.28)
Konsumsi 09A650ZA	WEIB(186, 1.13)

Parameter	Distribusi
Konsumsi CuringPF1ZA	13 + WEIB(332, 1.52)
Konsumsi CuringPF2ZA	TRIA(8, 159, 614)
Konsumsi 02A650KCI Merah	8 + ERLA(199, 2)
Konsumsi 09B650KCI Merah	2.51e+003 * BETA(0.932, 5.27)
Konsumsi 09A650KCI Merah	6 + 2.06e+003 * BETA(1.45, 7.88)
Konsumsi CuringPF1KCI Merah	5 + WEIB(47.9, 0.973)
Konsumsi CuringPF2KCI Merah	NORM(467, 141)
Konsumsi CuringPF2Urea	0.999 + GAMM(5.6, 1.5)
Konsumsi PAPRJordanMaroko	TRIA(1.6e+003, 1.91e+003, 2.48e+003)
Konsumsi DomePRJordanMaroko	TRIA(1.42e+003, 1.97e+003, 2.26e+003)
Konsumsi GdBelerang	TRIA(818, 1.03e+003, 1.2e+003)
Konsumsi NPK2DAP	37 + 690 * BETA(2.62, 1.63)
Konsumsi NPK2Urea	NORM(121, 48.2)
Konsumsi NPK2KCI Merah	40 + 521 * BETA(2.51, 1.66)
Konsumsi NPK2ZA	TRIA(21, 362, 621)
Konsumsi ZKKCI Putih	TRIA(9, 35.3, 100)

BAB 5

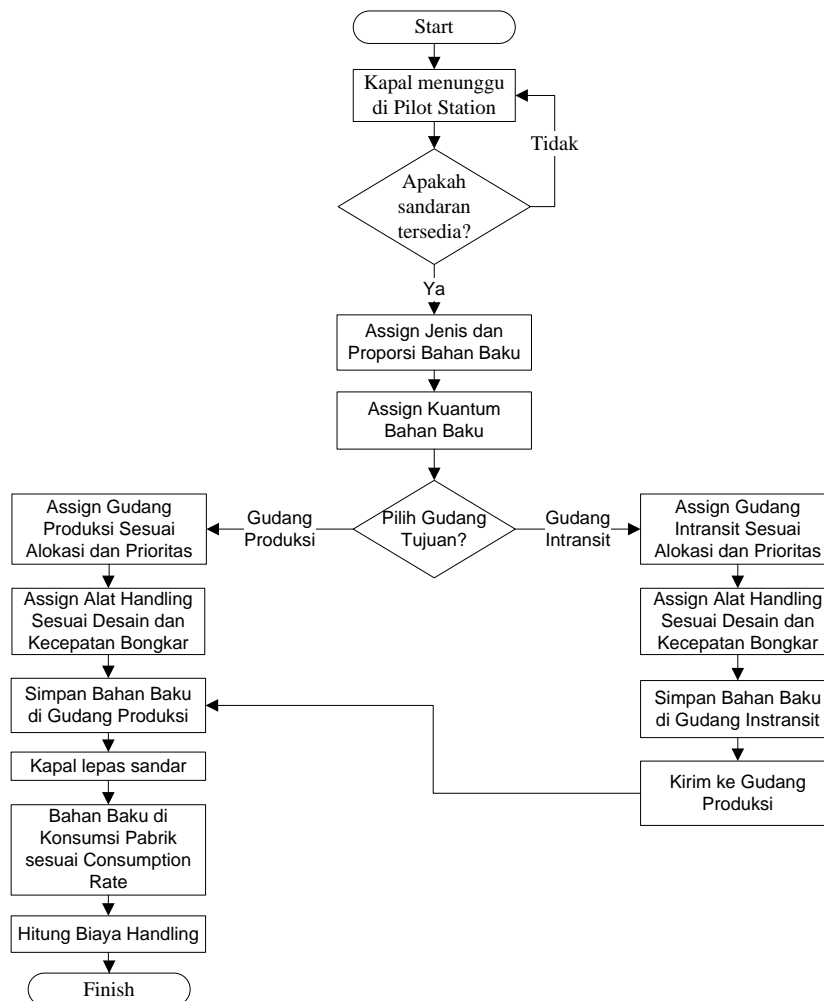
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan tentang pembuatan model, proses verifikasi dan validasi hasil simulasi. Kemudian, penjelasan terkait pengembangan skenario alternatif dan analisis perbandingan skenario alternatif.

5.1 Pembuatan Model

5.1.1 Pengembangan Model Konseptual

Metode penyusunan model konseptual adalah dengan *flowchart* yang menggambarkan urutan proses. Gambar 5.1 Berikut ini adalah model konseptual *flowchart* kegiatan handling bahan baku dari pelabuhan ke gudang.



Gambar 5.1 Model konseptual *flowchart* handling bahan baku

Bahan baku KCl Merah, KCl Putih, ZA, DAP, Urea, P. Rock Mesir, P. Rock Maroko dan P. Rock Jordan di bawa oleh kapal dari pelabuhan asal. Saat sampai *pilot station*, kapal akan menunggu sandaran untuk dapat masuk ke Pelabuhan Petrokimia Gresik. Jumlah sandaran kapal bongkar di Pelabuhan Petrokimia Gresik maksimal 4 kapal dalam waktu yang bersamaan, sehingga saat ada 4 kapal yang sandar di Pelabuhan, maka kapal harus menunggu di *pilot station*. Setelah ada sandaran, maka kapal akan segera berlabuh ke Pelabuhan sesuai sandaran yang kosong. Selanjutnya, kapal akan diidentifikasi proporsi bahan baku sesuai dengan jenis bahan baku yang datang, berdasarkan data historis sebelumnya seperti tertuang pada Tabel 4.8.

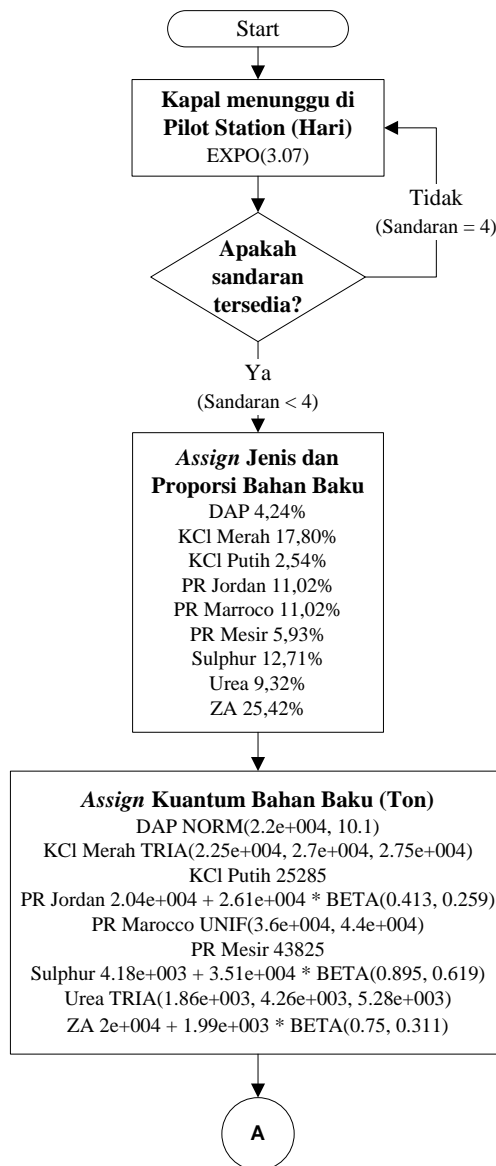
Sesuai dengan *plotting* alokasi penempatan bahan baku yang sudah dilakukan, maka akan diidentifikasi gudang tujuan yang akan digunakan. Ada dua *cluster* gudang tujuan bahan baku, prioritas pertama adalah bahan baku dikirim ke gudang produksi, baru setelahnya ke gudang intransit (Gudang Bahan A, Bahan B dan Bahan C). Gudang Produksi sendiri terdiri dari 9 Gudang yaitu Gudang PF-1, Curing PF-1, 02A650, 09A650, 09B650, PF-2, Curing PF-2, NPK-2 dan Gudang ZK. Selanjutnya, *assign* gudang tujuan untuk setiap jenis bahan baku dan prioritasnya masing masing sesuai Tabel 4.2 dan 4.14 pada bab 4.

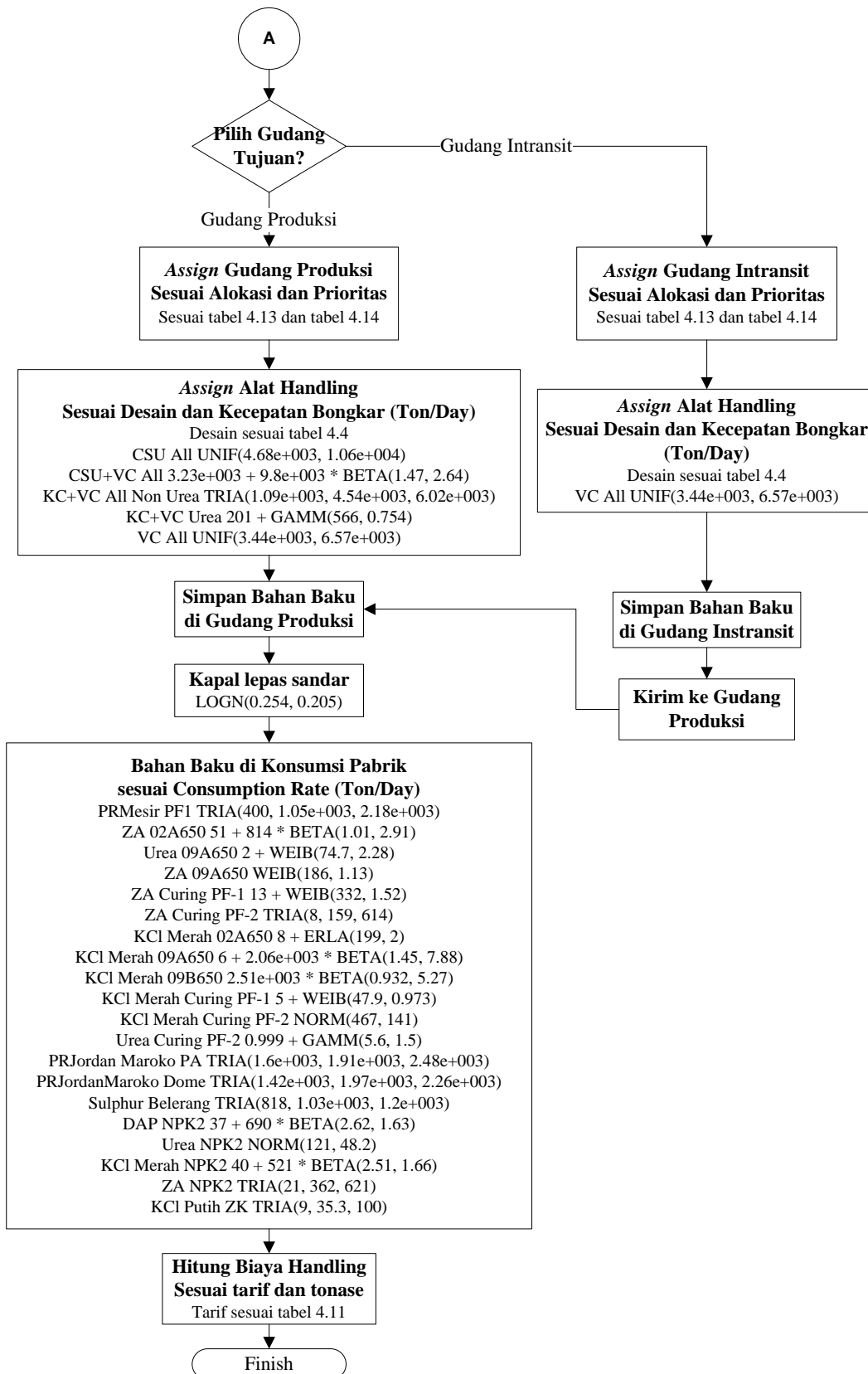
Berdasarkan gudang tujuan yang telah di *assign*, maka alat *handling* dipilih sesuai dengan desain penggunaannya (Tabel 4.4) serta dengan tarif yang paling efisien sesuai Tabel 4.11. Selanjutnya, setelah di lakukan *assign* alokasi gudang serta pemilihan alat *handling*, maka proses pembongkaran dapat dilakukan.

Setelah pembongkaran selesai, bahan baku akan disimpan untuk di kemudian di konsumsi oleh Pabrik. Bahan baku yang ada di gudang Produksi dapat langsung di konsumsi dengan *consumption rate* yang berbeda beda sesuai distribusi datanya masing masing seperti pada Tabel 4.19. Bahan baku yang ada di gudang intransit digunakan sebagai *buffer*, saat *stock* di gudang produksi habis dan kapal bahan baku belum datang, maka bahan baku di gudang intransit akan di kirim ke gudang produksi. Setelah semua rangkaian proses *handling* bahan baku dari Pelabuhan ke Gudang Produksi selesai, maka biaya *handling*nya dapat dihitung secara periodik.

5.1.2 Pengembangan Model Simulasi

Selanjutnya model konseptual tersebut diatas, diubah menjadi model simulasi dengan menggunakan software Arena 14.0. Model simulasi dibuat dengan memasukkan diagram alir proses bongkar sesuai model konseptual ke dalam software arena menggunakan elemen-elemen simulasi yang dibutuhkan. Agar simulasi dapat berjalan sesuai dengan kondisi eksisting, maka dilakukan input data proses bongkar yang telah diambil ke dalam model simulasi kondisi eksisting yang telah dibuat di perangkat lunak simulasi. Adapun *input* dari model simulasi kondisi eksisting adalah jenis distribusi maupun atribut-atribut lain, seperti dijelaskan pada Gambar 5.2 berikut ini.





Gambar 5.2 Aktifitas *handling* bahan baku

5.1.3 Verifikasi

Verifikasi dilakukan terhadap model simulasi yang telah dibuat, untuk memastikan bahwa model yang dibuat, dapat disimulasikan menggunakan software Arena 14.0 sesuai dengan kondisi riil di lapangan. Verifikasi dilakukan dengan melihat apakah terjadi *syntax error* (kesalahan teknis) dan *semantic error* (kesalahan logika) pada saat *running* model simulasi. Verifikasi dinyatakan berhasil apabila simulasi tidak mengalami *syntax error* maupun *semantic error*. Hasil verifikasi menunjukkan bahwa tidak ada *error* dari model yang telah dibuat, sehingga dapat dinyatakan bahwa model konseptual yang dibuat telah sesuai dengan model simulasi yang diinginkan.

5.1.4 Validasi

Setelah model yang dibuat, diverifikasi dan tidak terdapat kesalahan, maka selanjutnya dilakukan uji validasi terhadap model yang dibuat. Uji validasi digunakan untuk membuktikan bahwa model yang telah dibuat, mampu untuk merepresentasikan kondisi nyata (*real system*). Hasil simulasi yang diharapkan adalah dalam bentuk total biaya *handling* bahan baku. Validasi dilakukan dengan membandingkan biaya *handling* bahan baku hasil simulasi dengan biaya riil menggunakan *one sample t-test*. Data simulasi dikatakan valid apabila P value hasil uji-t $> 0,05$. Sebelum *one sample t-test* maka terlebih dahulu di cari jumlah replikasi yang tepat dengan ujicoba awal n=10 kali replikasi seperti pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Perbandingan Biaya *Handling* Kondisi Riil dan Hasil Simulasi dengan 10 Kali Replikasi

No	Biaya Riil (Rp/Tahun)	Biaya Hasil Simulasi (Rp/Tahun)
1	74.431.731.041,59	64.056.164.563,97
2		68.973.418.046,89
3		60.053.182.599,84
4		68.396.858.740,99
5		88.428.505.345,49
6		85.047.428.405,42
7		84.898.605.751,49
8		73.501.913.225,20
9		69.917.290.841,65
10		76.119.041.265,76
Average (\bar{x})		73.939.240.878,67
Standar Deviasi (s)		9.547.730.205,90

Untuk dapat menentukan jumlah replikasi, maka perlu dihitung sehingga didapat jumlah replikasi valid jika **nilai error simulasi \leq error relative (5%)**. Langkah pertama adalah mencari nilai *half width* (hw).

$$hw = \frac{(t_{n-1, \frac{\alpha}{2}})s}{\sqrt{n}}$$

Dengan menggunakan data hasil simulai (n) = 10, probabilitas $\alpha = 0,05$, (\bar{x}) = 73.939.240.878,67 dan standar deviasi (s) = 9.547.730.205,90 serta ($t_{n-1, \frac{\alpha}{2}}$) = 2,262, maka dapat dihitung *half width* (hw) sebagai berikut:

$$hw = 6.830.034.739,13$$

$$\text{Error simulasi} = \left(\frac{hw}{\bar{x}} \right) = \left(\frac{6.830.034.739,13}{73.939.240.878,67} \right) = 9,24\%$$

$$\text{Error relative } (\gamma) = 5\%$$

Error simulasi > error relative, maka perlu adanya **penambahan jumlah replikasi**.

Dengan relative error (γ) = 5%, $z_{\alpha/2} = 1,96$, dan (s) = 9.547.730.205,90 maka jumlah replikasi yang baru n' dapat dihitung sebagai berikut.

$$n' = \left[\frac{(z_{\alpha/2})s}{\left[\frac{\gamma}{(1 + \gamma)} \right] \bar{x}} \right]^2$$

$$n' = 28,2 \text{ kali}$$

Jumlah replikasi yang direkomendasikan adalah minimal 28 kali. Dengan mempertimbangkan hal tersebut, maka peneliti menambah jumlah replikasi yang baru menjadi 50 kali. Selanjutnya dengan formula yang sama akan dilakukan uji replikasi sebagai berikut.

Tabel 5.2 Perbandingan Biaya *Handling* Kondisi Riil dan Hasil Simulasi dengan 50 Kali Replikasi

No	Biaya Riil (Rp/Tahun)	Biaya Hasil Simulasi (Rp/Tahun)
1	74.431.731.041,59	64.056.164.563,97
2		68.973.418.046,89
3		60.053.182.599,84
4		68.396.858.740,99

No	Biaya Riil (Rp/Tahun)	Biaya Hasil Simulasi (Rp/Tahun)
5		88.428.505.345,49
6		85.047.428.405,42
7		84.898.605.751,49
8		73.501.913.225,20
9		69.917.290.841,65
10		76.119.041.265,76
11		64.549.740.275,40
12		75.304.088.293,67
13		75.845.017.315,80
14		85.274.703.256,41
15		92.578.429.967,87
16		77.413.018.891,38
17		62.251.056.891,27
18		64.293.549.687,29
19		80.149.111.478,69
20		68.003.494.826,63
21		76.900.741.898,00
22		71.305.450.269,28
23		92.448.620.274,65
24		72.153.798.402,30
25		71.451.053.262,10
26		82.797.764.350,86
27		65.638.690.371,95
28		92.870.694.159,62
29		67.944.037.444,91
30		84.591.477.064,04
31		76.851.690.739,30
32		81.338.326.390,71
33		85.559.662.949,75
34		68.026.961.807,08
35		73.086.481.801,93
36		80.241.381.296,09
37		77.038.394.414,08
38		81.832.227.175,24
39		75.060.196.022,54
40		78.103.494.656,15
41		80.435.949.052,21
42		82.037.274.154,64
43		69.860.845.013,16

No	Biaya Riil (Rp/Tahun)	Biaya Hasil Simulasi (Rp/Tahun)
44		76.810.097.341,18
45		80.233.513.388,60
46		72.885.611.101,82
47		60.551.128.353,90
48		65.293.541.975,96
49		58.016.962.667,59
50		97.175.102.204,70
Average (\bar{x})		75.671.915.793,51
Standar Deviasi (s)		9.217.600.894,78

Langkah pertama adalah mencari nilai half width (hw).

$$hw = \frac{(t_{n-1, \frac{\alpha}{2}})s}{\sqrt{n}}$$

Dengan menggunakan data hasil simulai (n) = 50, probabilitas $\alpha = 0,05$, (\bar{x})=75.671.915.793,51 dan standar deviasi (s) = 9.217.600.894,78 serta ($t_{n-1, \frac{\alpha}{2}}$)=2,010, maka dapat dihitung *half width* (hw) sebagai berikut:

$$hw = 2.619.613.189,51$$

$$\text{Error simulasi} = \left(\frac{hw}{\bar{x}} \right) = \left(\frac{2.619.613.189,51}{75.671.915.793,51} \right) = 3,46\%$$

Error relative (γ) = 5%

Error simulasi \leq error relative, maka **jumlah replikasi telah memenuhi syarat** validasi. Sehingga jumlah replikasi yang digunakan adalah sebanyak 50 kali.

Selanjutnya, maka untuk menentukan model simulasi ini valid adalah dengan melakukan uji hipotesis dengan *one sampel t-test*.

Menentukan H_0 dan H_1

- $H_0 : \mu_0 = 74.431.731.041,59$
- $H_1 : \mu_1 \neq 74.431.731.041,59$

Tingkat signifikansi yang digunakan adalah $\alpha = 0,05$. Dengan menggunakan *one sample t-test* pada Microsoft Excel maka di dapat P value sebesar 0,346, seperti tertera pada gambar 5.4 berikut ini.

Descriptive Statistics					
	N	Mean	StDev	SE Mean	95% CI for μ
	50	75671915794	9217600895	1303565620	(73052302604, 78291528983)
μ : mean of Simulasi Eksisting					
Test					
Null hypothesis	Ho: $\mu = 74431731041$				
Alternative hypothesis	Hi: $\mu \neq 74431731041$				
	T-Value	P-Value			
	0,95	0,346			

Gambar 5.3 *One sample t-test* kondisi riil dengan hasil simulasi

Dari Gambar 5.3 di atas dapat dilihat bahwa P value $> 0,05$, maka terima H_0 , artinya tidak cukup bukti untuk menyatakan bahwa biaya hasil simulasi tidak sama dengan Rp. 74.431.731.041,59 atau dengan kata lain **tidak ada perbedaan antara hasil simulasi dan kondisi riil**. Sehingga dapat disimpulkan bahwa **model simulai** yang dihasilkan adalah **valid**.

5.2 Pengembangan Skenario Alternatif

Setelah model simulasi pada kondisi eksisting dibuat, diverifikasi, dan divalidasi, maka selanjutnya dilakukan pengembangan alternatif skenario perbaikan beserta dengan model simulasi perbaikannya. Dari skenario perbaikan yang dilakukan, nantinya diharapkan dapat diperoleh skenario perbaikan terbaik untuk mengatasi permasalahan biaya *handling* bahan baku yang tinggi. Alternatif skenario yang dibuat adalah dengan membuat alternatif skenario tata letak dan alokasi bahan baku yang baru. Pertama akan dilakukan evaluasi konsumsi bahan baku dengan menggunakan metode FSN (Fast Moving, Slow Moving dan Nonmoving) untuk menentukan bahan baku apa saja yang tata letaknya perlu diubah. Bahan baku dengan frekuensi konsumsi yang tinggi diletakkan dekat dengan unit produksi. Selanjutnya menentukan alokasi slot atau proporsi bahan baku yang harus diletakkan pada setiap gudang, karena dalam satu gudang dapat berisi lebih dari satu jenis bahan baku. Ada beberapa alternatif skenario penentuan slot bahan baku yang akan dilakukan simulasi. Alternatif skenario tersebut dipilih dengan mempertimbangkan realisasi biaya *handling* bahan baku yang ada. Area gudang dengan realisasi biaya *handling* bahan baku yang tinggi akan mendapat prioritas untuk dilakukan *improvement*.

Tabel 5.3 Biaya *Handling* Bahan Baku Berdasarkan Gudang Tujuan

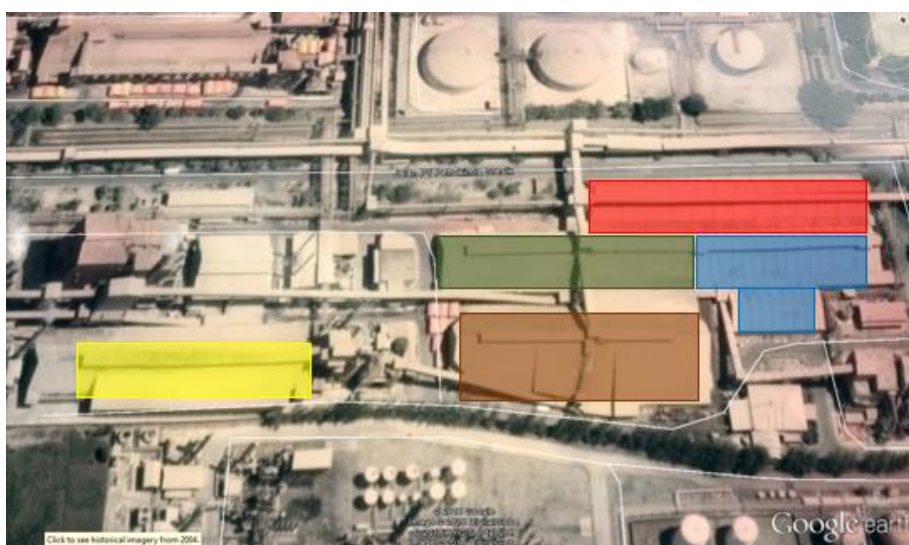
Bahan Baku	Biaya Bongkar dari Kapal & Biaya Transport Pelabuhan ke Gd Produksi (Rp/Tahun)	Biaya Transport Gd. Intransit ke Gd. Produksi (Ton/Tahun)	Lokasi Pabrik	%
ZA	21.522.935.206	764.585.000	Pabrik 2A dan Pabrik 2B	71%
KCI Merah	13.483.699.572	3.820.514.810		
KCI Putih	3.111.107.119	1.920.199.910		
DAP	4.316.320.890	2.934.696.760		
Urea	783.982.794	-		
P.Rock	12.251.570.845	573.046.090	Pabrik 3A dan 3B	29%
Sulphur	8.949.072.045	-		

Berdasarkan Tabel 5.3 diatas, dapat dihitung bahwa total biaya handling bahan baku adalah sebesar Rp 74.431.731.041,59 per tahun. Biaya handling terbesar adalah biaya yang menuju Pabrik 2A dan Pabrik 2B yaitu sebesar 71% dari biaya total. Oleh karena itu, *improvement* akan dilakukan di area Pabrik 2A dan 2B.

Berikut adalah alternatif skenario yang muncul dengan mempertimbangkan hal tersebut diatas:

a. Alternatif skenario 1

Alternatif skenario 1 dilakukan dengan cara mengatur tata letak dan alokasi slot bahan baku yang melayani Pabrik 2A. Ada 5 gudang yang melayani kebutuhan Pabrik 2A yaitu gudang 02A650, 09A650, 09B650, PF-1 dan gudang curing PF-1 seperti terlihat pada Gambar 5.4 berikut ini.



Gambar 5.4 Gudang Bahan Baku di Pabrik 2A

Pada alternatif ini, akan dilakukan analisis FSN pada gudang bahan baku di Pabrik 2A untuk menentukan tata letak dan alokasi bahan baku yang baru pada setiap gudang. Dari Tabel 5.4 dapat diketahui bahwa konsumsi bahan baku di gudang 02A650 yang paling sering dikonsumsi adalah KCl merah dengan prosentase sebesar 65%, sementara kapasitas gudang eksisting hanya sekitar 59%. Sehingga diusulkan untuk merubah alokasi slot bahan baku di gudang 02A650 untuk KCl merah menjadi 11.000 ton atau setara dengan 65% dan ZA sebesar 6.000 ton atau 35%.

Tabel 5.4 Kapasitas Gudang Eksisting, Realisasi Konsumsi Bahan Baku dan Alternatif Solusi Kapasitas Baru di Gudang 02A650

Bahan Baku	Kapasitas Eksisting	%	Realisasi Konsumsi	%	Kapasitas Baru	%
KCl Merah	10.000	59%	127.591	65%	11.000	65%
ZA	7.000	41%	67.363	35%	6.000	35%
Total	17.000	100%	194.953	100%	17.000	100%

Dari Tabel 5.5 dibawah ini, dapat diketahui bahwa, konsumsi bahan baku di gudang 09A650 yang paling sering digunakan adalah KCl merah dengan prosentase sebesar 57% diikuti oleh ZA sebesar 31% dan Urea sebesar 13%. Sedangkan kapasitas gudang eksisting untuk KCl merah sebesar 71%, ZA sebesar 21% dan Urea sebesar 7%. Oleh karena itu, diusulkan untuk merubah alokasi slot bahan baku di gudang 09A650 untuk KCl merah menjadi 8.000 ton atau setara dengan 57%, ZA sebesar 4.000 ton atau 29% dan Urea sebesar 2.000 ton.

Tabel 5.5 Kapasitas Gudang Eksisting, Realisasi Konsumsi Bahan Baku dan Alternatif Solusi Kapasitas Baru di Gudang 09A650

Bahan Baku	Kapasitas Eksisting	%	Realisasi Konsumsi	%	Kapasitas Baru	%
KCl Merah	10.000	71%	106.429	57%	8.000	57%
ZA	3.000	21%	57.257	31%	4.000	29%
Urea	1.000	7%	23.863	13%	2.000	14%
Total	14.000	100%	187.549	100%	14.000	100%

Dari Tabel 5.6 berikut ini, dapat diketahui bahwa, gudang 09B650 realisasi konsumsinya hanya dipergunakan untuk KCl merah, sehingga gudang 09B650 tidak dilakukan perubahan.

Tabel 5.6 Kapasitas Gudang Eksisting, Realisasi Konsumsi Bahan Baku dan Alternatif Solusi Kapasitas Baru di Gudang 09B650

Bahan Baku	Kapasitas Eksisting	%	Realisasi Konsumsi	%	Kapasitas Baru	%
KCl Merah	25.000	100%	103.264	100%	25.000	100%

Dari Tabel 5.7 dibawah ini, dapat diketahui bahwa konsumsi bahan baku di gudang Curing PF-1 yang paling sering digunakan adalah ZA dengan prosentase sebesar 96% diikuti oleh KCl Merah sebesar 4%. Sedangkan kapasitas eksisting gudang ZA adalah sebesar 3.500 ton (88%) dan KCl Merah sebesar 500 ton (12%). Dengan mempertimbangkan aksesabilitas dan kemudahan operasi maka gudang Curing PF-1 tidak dilakukan perubahan.

Tabel 5.7 Kapasitas Gudang Eksisting, Realisasi Konsumsi Bahan Baku dan Alternatif Solusi Kapasitas Baru di Gudang Curing PF-1.

Bahan Baku	Kapasitas Eksisting	%	Realisasi Konsumsi	%	Kapasitas Baru	%
KCl Merah	500	12%	4.923	4%	500	12%
ZA	3.500	88%	112.727	96%	3.500	88%
Total	4.000	100%	117.651	100%	4.000	100%

Dari Tabel 5.8 dapat diketahui bahwa, gudang PF-1 realisasi konsumsinya hanya dipergunakan untuk P. Rock Mesir, sehingga gudang PF-1 tidak dilakukan perubahan.

Tabel 5.8 Kapasitas Gudang Eksisting, Realisasi Konsumsi Bahan Baku dan Alternatif Solusi Kapasitas Baru di Gudang PF-1.

Bahan Baku	Kapasitas Eksisting	%	Realisasi Konsumsi	%	Kapasitas Baru	%
P. Rock Mesir	45.000	100%	264.882	100%	45.000	100%

Dari data data diatas dapat disimpulkan bahwa *improvement* yang dilakukan adalah dengan merubah alokasi slot bahan baku gudang seperti pada Tabel 5.9 berikut ini.

Tabel 5.9 Data Perubahan Alokasi Slot Gudang Bahan Baku Alternatif 1

Gudang	Bahan Baku	Kapasitas Eksisting	Kapasitas Baru
Gudang 02A650	KCl Merah	10.000	11.000
	ZA	7.000	6.000
Gudang 09A650	KCl Merah	10.000	8.000
	ZA	3.000	4.000
	Urea	1.000	2.000
Total		31.000	31.000

Perubahan alokasi dan tata letak gudang bahan baku Pabrik 2A dilakukan dengan mendesain ulang tata letak dan alokasi gudang 02A650 dan 09A650 sesuai dengan proporsi kapasitas yang baru dengan cara membuat sekat dinding partisi yang baru untuk memisahkan antara bahan baku yang satu dengan bahan baku yang lain. Sedangkan sekat dinding yang lama terlebih dahulu untuk dilakukan pembongkaran.

b. Alternatif skenario 2

Alternatif skenario 2 dilakukan dengan cara mengatur tata letak dan alokasi slot bahan baku yang melayani Pabrik 2B. Ada 4 gudang yang melayani pabrik 2B yaitu gudang NPK2, PF-2, ZK dan Curing PF-2 seperti pada Gambar 5.5 berikut.



Gambar 5.5 Gudang Bahan Baku di Pabrik 2B

Pada alternatif ini, akan dilakukan Analisis FSN yang mengacu pada *consumption rate* bahan baku pada setiap gudang untuk menentukan tata letak bahan baku yang baru. Dari Tabel 5.10 dibawah ini, dapat diketahui bahwa konsumsi bahan baku di gudang NPK2 yang paling sering adalah DAP dengan prosentase sebesar 36%, diikuti KCl Merah 28%, ZA 26% dan urea 10%. Sementara kapasitas gudang eksisting untuk DAP hanya sekitar 16%, KCl Merah 58%, ZA 11% dan Urea 16%. Sehingga diusulkan untuk merubah alokasi slot bahan baku di gudang NPK2 untuk DAP menjadi 7.000 ton atau setara dengan 37%, KCl Merah menjadi 5.000 ton (26%), ZA sebesar 5.000 ton (26%) dan Urea 2.000 ton atau sebesar 11%.

Tabel 5.10 Kapasitas Gudang Eksisting, Realisasi Konsumsi Bahan Baku dan Alternatif Solusi Kapasitas Baru di Gudang NPK2

Bahan Baku	Kapasitas Eksisting	%	Realisasi Konsumsi	%	Kapasitas Baru	%
KCl Merah	11.000	58%	98.658	28%	5.000	26%
ZA	2.000	11%	93.379	26%	5.000	26%
Urea	3.000	16%	33.786	10%	2.000	11%
DAP	3.000	16%	129.043	36%	7.000	37%
Total	19.000	100%	354.865	100%	19.000	100%

Berdasarkan Tabel 5.11 dibawah ini, dapat diketahui bahwa semula gudang PF-2 berisi P. Rock Mesir, namun ternyata tidak ada konsumsi untuk Pabrik 2B sama sekali. Gudang ini diperuntukkan sebagai *buffer* gudang PF-1 apabila gudang PF-1 habis. Dengan mempertimbangkan hal tersebut maka, gudang PF-2 akan dialih fungsikan sebagai gudang yang melayani kebutuhan Pabrik 2B dengan mempertimbangkan Analisa FSN berdasarkan realisasi konsumsi bahan baku yang ada di Pabrik 2B. Gudang PF-2 diusulkan untuk diubah alokasi slot bahan bakunya dengan komposisi KCl merah menjadi sebesar 10.000 ton (25%), ZA sebesar 10.000 ton (25%), Urea sebesar 4.000 ton (10%), DAP sebesar 14.000 ton (25%) dan KCl Putih sebesar 2.000 ton (5%).

Tabel 5.11 Kapasitas Gudang Eksisting, Realisasi Konsumsi Bahan Baku dan Alternatif Solusi Kapasitas Baru di Gudang PF-2

Bahan Baku	Kapasitas Eksisting	%	Realisasi Konsumsi	%	Kapasitas Baru	%
PR. Mesir	40.000	100%	-	0%	-	
KCl Merah			98.658	27%	10.000	25%
ZA			93.379	25%	10.000	25%
Urea			33.786	9%	4.000	10%
DAP			129.043	35%	14.000	35%
KCl Putih			17.184	5%	2.000	5%
Total	40.000	100%	372.050	100%	40.000	100%

Dari Tabel 5.12 dibawah ini, dapat diketahui bahwa konsumsi bahan baku di gudang Curing PF-2 yang paling sering adalah KCl merah dengan prosentase sebesar 64% diikuti oleh ZA sebesar 35% dan Urea sebesar 1%. Sedangkan kapasitas gudang eksisting untuk KCl merah sebesar 53%, ZA sebesar 42% dan Urea sebesar 5%. Oleh karena itu, diusulkan untuk merubah alokasi slot bahan baku di gudang Curing PF-2 untuk KCl merah menjadi 6.000 ton atau setara dengan 63%, ZA sebesar 3.000 ton atau 32% dan Urea sebesar 500 ton atau setara 5%.

Tabel 5.12 Kapasitas Gudang Eksisting, Realisasi Konsumsi Bahan Baku dan Alternatif Solusi Kapasitas Baru di Gudang Curing PF-2

Bahan Baku	Kapasitas Eksisting	%	Realisasi Konsumsi	%	Kapasitas Baru	%
KCl Merah	5.000	53%	158.889	64%	6.000	63%
ZA	4.000	42%	86.942	35%	3.000	32%
Urea	500	5%	2.595	1%	500	5%
Total	9.500	100%	248.427	100%	9.500	100%

Dari Tabel 5.13 berikut ini, dapat diketahui bahwa gudang ZK realisasi konsumsinya hanya dipergunakan untuk KCl Putih, sehingga gudang ZK tidak dilakukan perubahan.

Tabel 5.13 Kapasitas Gudang Eksisting, Realisasi Konsumsi Bahan Baku dan Alternatif Solusi Kapasitas Baru di Gudang ZK.

Bahan Baku	Kapasitas Eksisting	%	Realisasi Konsumsi	%	Kapasitas Baru	%
KCl Putih	500	100%	17.184	100%	500	100%

Dari data data diatas dapat disimpulkan bahwa *improvement* yang dilakukan adalah dengan merubah alokasi slot bahan baku gudang gudang seperti Tabel 5.14 berikut ini.

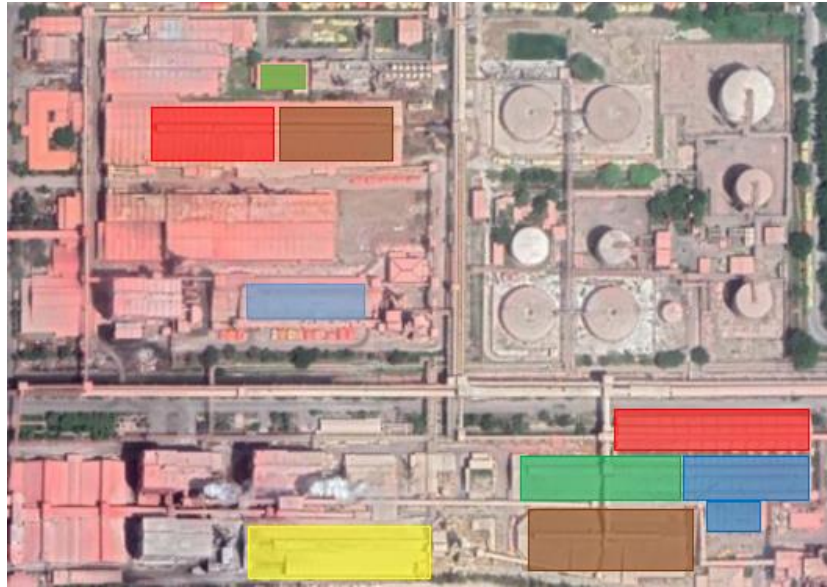
Tabel 5.14 Data Perubahan Alokasi Slot Gudang Bahan Baku Alternatif 2

Gudang	Bahan Baku	Kapasitas Eksisting	Kapasitas Baru
Gudang NPK2	KCl Merah	11.000	5.000
	ZA	2.000	5.000
	Urea	3.000	2.000
	DAP	3.000	7.000
Gudang PF-2	P. Rock Mesir	40.000	-
	KCl Merah	-	10.000
	ZA	-	10.000
	Urea	-	4.000
	DAP	-	14.000
	KCl Putih	-	2.000
Gudang Curing PF-2	KCl Merah	5.000	6.000
	ZA	4.000	3.000
	Urea	500	500
Total		68.500	68.500

Perubahan alokasi dan tata letak gudang bahan baku Pabrik 2B dilakukan dengan mendesain ulang tata letak dan alokasi gudang NPK2, PF-2 dan Curing PF-2 sesuai dengan proporsi kapasitas yang baru dengan cara membuat sekat dinding yang baru untuk memisahkan antara bahan baku yang satu dengan bahan baku yang lain. Sedangkan sekat dinding yang lama terlebih dahulu untuk dilakukan pembongkaran.

c. Alternatif skenario 3

Alternatif skenario 3 dilakukan dengan cara mengatur tata letak dan alokasi slot bahan baku yang melayani Pabrik 2A dan Pabrik 2B. Skenario 3 merupakan kombinasi dari skenario 1 dan skenario 2. Ada total 9 gudang bahan baku yang akan diatur kembali alokasi serta tata letaknya sesuai analisis FSN menyesuaikan *consumption rate* bahan baku Pabrik 2A dan 2B seperti terlihat dalam Gambar 5.6 berikut ini.



Gambar 5.6 Gudang Bahan Baku di Pabrik 2A dan 2B

Dengan mempertimbangkan langkah *improvement* yang dilakukan pada pabrik 2A dan Pabrik 2B, maka Tabel 5.15 berikut adalah langkah *improvement* untuk alternatif skenario 3.

Tabel 5.15 Data Perubahan Alokasi Slot Gudang Bahan Baku Alternatif 3

Gudang	Bahan Baku	Kapasitas Eksisting	Kapasitas Baru
Gudang 02A650	KCl Merah	10.000	11.000
	ZA	7.000	6.000
Gudang 09A650	KCl Merah	10.000	8.000
	ZA	3.000	4.000
	Urea	1.000	2.000
Gudang NPK2	KCl Merah	11.000	5.000
	ZA	2.000	5.000
	Urea	3.000	2.000
	DAP	3.000	7.000
Gudang PF-2	P. Rock Mesir	40.000	-
	KCl Merah	-	10.000
	ZA	-	10.000
	Urea	-	4.000
	DAP	-	14.000
	KCl Putih	-	2.000
Gudang Curing PF-2	KCl Merah	5.000	6.000
	ZA	4.000	3.000
	Urea	500	500
Total		99.500	99.500

5.3 Running Simulasi Berdasarkan Skenario Alternatif

Setiap alternatif skenario yang telah dibuat, kemudian akan dilakukan penyesuaian model simulasinya dan dilakukan running simulasi. *Output* dari *running* simulasi yang utama adalah biaya *handling* bahan baku. Adapun hasil dari *running* simulasi perbaikan tertuang dalam Tabel 5.16 berikut ini.

Tabel 5.16 Perbandingan biaya *handling* kondisi simulasi eksisting dengan beberapa alternatif skenario perbaikan

No	Kondisi Eksisting	Skenario 2A	Skenario 2B	Skenario 2A & 2B
1	64.056.164.563,97	54.597.886.043,86	83.291.705.925,89	59.674.494.034,63
2	68.973.418.046,89	75.287.259.104,11	67.957.577.161,77	61.878.763.759,60
3	60.053.182.599,84	84.689.469.196,77	69.669.763.744,70	62.401.812.613,22
4	68.396.858.740,99	73.896.925.253,36	58.010.234.611,36	51.967.737.366,22
5	88.428.505.345,49	72.775.011.055,51	62.841.513.564,37	68.672.152.562,12
6	85.047.428.405,42	71.189.745.048,27	70.699.782.789,22	67.898.211.437,80
7	84.898.605.751,49	80.006.089.154,52	60.236.876.443,10	65.363.688.058,87
8	73.501.913.225,20	52.124.417.675,22	57.898.150.245,78	57.441.689.957,82
9	69.917.290.841,65	78.594.340.981,93	66.742.992.110,18	64.093.421.226,52
10	76.119.041.265,76	89.909.098.263,32	69.142.449.132,85	73.471.773.264,34
11	64.549.740.275,40	51.772.850.191,62	60.437.833.038,19	66.535.043.056,66
12	75.304.088.293,67	78.741.179.209,98	80.488.470.767,78	66.606.344.135,16
13	75.845.017.315,80	78.346.334.879,26	60.530.506.654,16	70.725.968.472,04
14	85.274.703.256,41	63.098.785.606,41	79.032.979.549,73	65.925.300.643,67
15	92.578.429.967,87	65.983.402.505,87	59.326.064.825,42	65.854.592.488,50
16	77.413.018.891,38	72.371.836.837,93	77.302.512.862,23	53.197.303.354,79
17	62.251.056.891,27	77.633.762.772,18	71.883.817.981,44	61.729.782.615,42
18	64.293.549.687,29	75.315.292.296,18	67.335.681.811,34	74.817.349.894,66
19	80.149.111.478,69	78.476.770.168,02	80.240.321.832,47	78.294.219.844,51
20	68.003.494.826,63	87.996.022.146,54	68.804.826.599,53	74.853.748.342,61
21	76.900.741.898,00	78.569.664.440,40	65.794.813.412,65	55.707.818.109,80
22	71.305.450.269,28	52.927.922.714,89	70.773.855.523,32	68.412.672.052,49
23	92.448.620.274,65	71.954.770.931,40	53.374.969.926,21	61.732.236.907,31
24	72.153.798.402,30	80.575.491.650,03	53.345.939.409,23	70.489.982.882,71
25	71.451.053.262,10	55.556.587.252,74	69.164.106.502,28	68.409.382.321,30
26	82.797.764.350,86	63.150.016.767,91	70.699.760.991,98	62.582.627.444,85
27	65.638.690.371,95	58.339.248.108,82	73.102.982.485,86	62.721.230.357,43
28	92.870.694.159,62	72.698.199.989,90	59.050.201.977,22	61.229.702.308,66
29	67.944.037.444,91	81.840.111.565,81	65.970.310.145,78	78.518.074.294,45
30	84.591.477.064,04	84.176.816.223,72	79.261.675.025,49	70.952.658.232,07
31	76.851.690.739,30	75.410.840.076,15	79.016.434.840,93	75.435.062.203,06
32	81.338.326.390,71	78.246.500.545,08	76.574.080.636,65	57.496.529.999,30
33	85.559.662.949,75	83.243.645.978,59	70.745.193.225,12	60.860.675.602,16
34	68.026.961.807,08	82.923.175.472,36	63.598.514.875,15	67.330.107.078,12
35	73.086.481.801,93	81.066.535.393,43	75.644.532.709,34	80.769.966.755,41
36	80.241.381.296,09	75.774.928.717,75	71.468.365.696,74	61.718.203.618,34
37	77.038.394.414,08	75.409.654.587,28	71.504.358.948,40	74.609.953.757,86

No	Kondisi Eksisting	Skenario 2A	Skenario 2B	Skenario 2A & 2B
38	81.832.227.175,24	81.580.214.601,75	76.583.076.082,57	58.830.745.115,53
39	75.060.196.022,54	65.336.019.803,37	60.897.875.176,11	55.224.766.880,35
40	78.103.494.656,15	83.532.329.348,11	62.135.298.454,19	66.026.773.286,32
41	80.435.949.052,21	59.555.575.614,15	72.361.157.052,07	55.489.239.309,62
42	82.037.274.154,64	71.112.536.098,47	66.003.581.720,35	59.814.732.505,50
43	69.860.845.013,16	71.411.115.243,16	59.969.300.910,05	56.850.020.031,52
44	76.810.097.341,18	78.500.361.473,13	66.036.920.801,31	58.609.248.632,43
45	80.233.513.388,60	93.821.180.673,13	73.217.387.792,21	69.717.339.237,90
46	72.885.611.101,82	77.857.686.153,42	72.865.898.321,06	62.623.528.828,33
47	60.551.128.353,90	71.081.174.659,35	54.370.788.696,45	66.463.522.813,04
48	65.293.541.975,96	64.920.046.757,37	64.153.051.930,81	65.886.725.597,17
49	58.016.962.667,59	71.333.418.187,05	63.085.580.965,10	60.087.957.071,64
50	97.175.102.204,70	69.914.265.480,39	55.361.979.134,32	49.689.486.552,33
\bar{x}	75.671.915.793,51	73.492.530.258,00	67.760.121.100,41	64.713.887.338,32
s	9.217.600.894,78	9.940.613.767,25	7.729.765.819,13	7.148.467.773,72

5.4 Perbandingan Skenario Alternatif

Setelah *running* simulasi berbagai alternatif skenario, selanjutnya dilakukan perbandingan skenario menggunakan uji anova untuk melihat signifikansi hasil skenario dengan hasil simulasi riil. Setelah itu, dilakukan analisa *cost and benefit* pada setiap skenario alternatif untuk membandingkan *benefit* atau penghematan yang dihasilkan dengan *cost* atau *effort* yang dikeluarkan untuk melakukan perbaikan. Sehingga didapat alternatif skenario yang terbaik yang memberikan dampak penghematan terhadap biaya *handling* bahan baku serta dengan biaya perbaikan atau *effort* yang *feasible* untuk dilakukan.

Selanjutnya, maka untuk menentukan apakah ada perbedaan mean antar beberapa skenario alternatif adalah dengan melakukan anova sebagai berikut.

Menentukan H_0 dan H_1

- $H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$
- $H_1 : \text{terdapat minimal 1 populasi berbeda}$

Tingkat signifikansi yang digunakan adalah $\alpha = 0,05$. Dengan menggunakan uji *anova single factor (oneway anova)* pada Microsoft Excel seperti tertera pada Gambar 5.7 berikut ini.

SUMMARY					
Groups	Count	Sum	Average	Variance	
X1 Kondisi Eksisting	50	3,7836E+12	75.671.915.793,51	8,49642E+19	
X2 Skenario 2A	50	3,67463E+12	73.492.530.258,00	9,88158E+19	
X3 Skenario 2B	50	3,38801E+12	67.760.121.100,41	5,97493E+19	
X4 Skenario 2A dan 2B	50	3,23569E+12	64.713.887.338,32	5,11006E+19	

ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	3,83287E+21	3	1,27762E+21	17,34545009	4,98026E-10	2,650677
Within Groups	1,44369E+22	196	7,36575E+19			
Total	1,82697E+22	199				

Gambar 5.7 Uji anova masing masing skenario alternatif

Dari Gambar 5.7 diatas, diketahui P value sebesar $4,980 \times 10^{-10}$ dan dapat disimpulkan bahwa P value $< 0,05$, artinya tolak H_0 , yang bermakna ada perbedaan antar populasi.

Setelah melakukan uji anova maka selanjutnya melakukan *tukey cramer test* untuk menentukan rata-rata antarpopulasi mana yang paling signifikan dan yang tidak signifikan. Gambar 5.8 berikut adalah *hasil tukey cramer test*.

Tukey Cramer Test			
q(alpha, k, N-k)	q value	MSW	Critical Range
q(0.05, 4, 46)	3,775	7,36575E+19	4.581.844.255,26

Gambar 5.8 Tukey Cramer Test

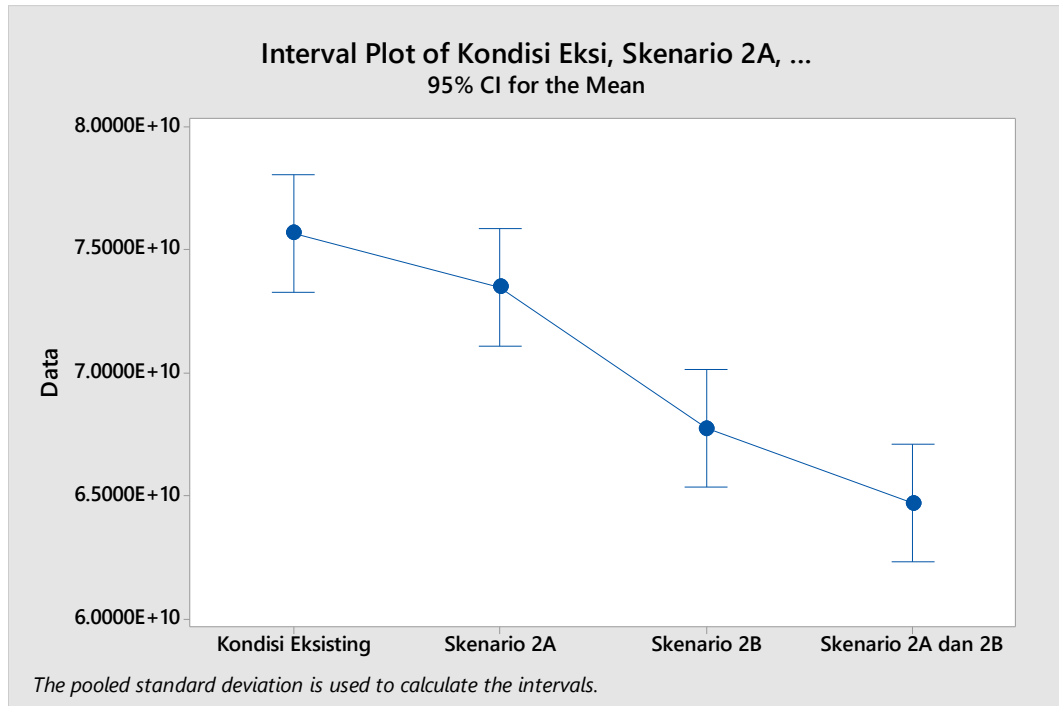
Dari Gambar 5.8 diatas dapat diketahui bahwa alternatif skenario yang signifikan adalah alternatif skenario yang mempunyai ***difference (penghematan)*** $>$ dari nilai ***critical range***, hasil dari *tukey cramer test*. Tabel 5.17 berikut adalah perbandingan nilai *difference* dan nilai *critical range* dari masing masing perbaikan.

Tabel 5.17 Perbandingan *Difference* dan *Critical Range* antar Skenario Alternatif

Perbandingan Skenario	Difference (Penghematan)	Critical Range	Keterangan
X1 - X2	2.179.385.535,51	4.548.091.918,95	Perbedaan tidak signifikan
X1 - X3	7.911.794.693,10	4.548.091.918,95	Perbedaan signifikan
X1 - X4	10.958.028.455,19	4.548.091.918,95	Perbedaan signifikan

Dari Tabel 5.17 diatas, maka dapat disimpulkan bahwa, alternatif skenario 2 dan alternatif skenario 3 merupakan alternatif skenario yang mempunyai perbedaan yang signifikan dibandingkan dengan kondisi eksisting. Sedangkan alternatif

skenario perbaikan 1, perbedaan tidak signifikan. Hal ini tampak jelas pada Interval Plot seperti Gambar 5.9 dibawah ini. Skenario yang tidak *overlap* dengan kondisi eksisting maka dapat disimpulkan terdapat perbedaan signifikan dengan kondisi eksisting.



Gambar 5.9 Interval plot kondisi eksisting vs alternatif skenario

Selanjutnya adalah melakukan analisis *cost and benefit* untuk menentukan skenario alternatif perbaikan yang terbaik. Tabel 5.18 dibawah ini adalah biaya perbaikan yang dibutuhkan untuk melakukan *relayout* atau tata ulang gudang bahan baku serta penghematan atau *benefit* atau pendapatan yang dihasilkan dari perbaikan ini. Adapun detail masing masing biaya perbaikan, terdapat pada lampiran 6.

Tabel 5.18 Perbandingan Biaya dan Penghematan antar Skenario Alternatif

Keterangan	Alternatif Perbaikan		
	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
a. Investasi (Rp)	1.249.876.402	4.184.405.481	5.275.658.815
b. Penghematan (Rp)	2.179.385.536	7.911.794.693	10.958.028.455

Berdasarkan data pada Tabel 5.18 diatas maka dapat dihitung *Return on Investment* (ROI) dan *Payback Period* (PP) dari masing-masing alternatif skenario perbaikan sebagai berikut:

Return On Investment (ROI)

$$= \frac{(\text{Penghematan Investasi} - \text{Biaya Investasi})}{\text{Biaya Investasi}} \times 100\%$$

Alternatif skenario 1

$$ROI = \frac{(2.179.385.536 - 1.249.876.402)}{1.249.876.402} \times 100\%$$

$$ROI = 74\%$$

Alternatif skenario 2

$$ROI = \frac{(7.911.794.693 - 4.184.405.481)}{4.184.405.481} \times 100\%$$

$$ROI = 89\%$$

Alternatif skenario 3

$$ROI = \frac{(10.958.028.455 - 5.275.658.815)}{5.275.658.815} \times 100\%$$

$$ROI = 108\%$$

$$\text{Payback Period (PP)} = \frac{\text{Biaya Investasi}}{\text{Penghematan Investasi}}$$

Alternatif skenario 1

$$\text{Payback Period (PP)} = \frac{1.249.876.402}{2.179.385.536} = 0,57 \text{ Tahun}$$

Alternatif skenario 2

$$\text{Payback Period (PP)} = \frac{4.184.405.481}{7.911.794.693} = 0,53 \text{ Tahun}$$

Alternatif skenario 3

$$\text{Payback Period (PP)} = \frac{5.275.658.815}{10.958.028.455} = 0,48 \text{ Tahun}$$

Berdasarkan dari data *tukey cramer test*, serta perhitungan *Return on Investment* (ROI) dan *Payback Period* (PP) diatas, maka dapat dilihat perbandingannya sesuai Tabel 5.19 berikut.

Tabel 5.19 Perbandingan *Cost and Benefit Analysis* antar Skenario Alternatif

Keterangan	Alternatif Perbaikan		
	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
Tukey Cramer test	Tidak Signifikan	Signifikan	Signifikan
ROI	74%	89%	108%
Payback Period	0,57 Tahun	0,53 Tahun	0,48 tahun

Berdasarkan Tabel 5.19 diatas maka alternatif skenario perbaikan yang terbaik adalah alternatif perbaikan skenario 3 yaitu perbaikan tata letak serta alokasi bahan baku di lakukan pada 5 gudang bahan baku yang terdapat di Pabrik 2A dan Pabrik 2B. Hal ini didasarkan pada beberapa hal berikut ini:

1. Berdasarkan *tukey cramer test*, maka alternatif skenario 3 mempunyai perbedaan yang signifikan dibandingkan dengan kondisi eksisting.
2. ROI dari alternatif skenario 3 merupakan yang terbesar dibandingkan dengan alternatif perbaikan pada skenario 1 dan skenario 2 yaitu sebesar 108%.
3. *Payback Period* dari alternatif skenario 3 merupakan yang tercepat dibandingkan alternatif skenario 1 dan skenario 2 yaitu sebesar 0,48 tahun.

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan, maka metode simulasi dapat digunakan untuk memodelkan proses *handling* bahan baku curah dari pelabuhan menuju gudang. Metode simulasi sangat relevan di digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pada proses *handling* bahan baku yang didalamnya terdapat variabilitas dan juga interdependensi antara satu elemen dengan elemen yang lain. Metode simulasi ini, terbukti berhasil memberikan gambaran hasil perbaikan dari beberapa alternatif skenario yang ada, dengan tanpa melakukan intervensi pada sistem nyata. *Output* dari sistem simulasi ini, dapat berupa biaya yang menjadi *key performance indicator* dari penelitian ini. Alternatif skenario yang di *generate* menggunakan analisis FSN dan di *running* menggunakan metode simulasi, terbukti berhasil menurunkan biaya *handling* bahan baku dari pelabuhan menuju gudang.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa dan pembahasan pada bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan beberapa hal berikut ini:

1. Perancangan ulang tata letak dan alokasi gudang dilakukan dengan analisis FSN (*Fast Moving, Slow Moving, Nonmoving*) dan kemudian di *running* menggunakan metode simulasi, terbukti mampu untuk meminimalkan biaya *handling* bahan baku dari pelabuhan menuju gudang.
2. Berdasarkan hasil simulasi seluruh alternatif skenario maka skenario 3 adalah yang terbaik. Skenario tersebut dilakukan dengan cara melakukan perancangan ulang tata letak dan alokasi gudang di Pabrik 2A dan Pabrik 2B yang meliputi 5 gudang yaitu gudang 02A650, gudang 09A650, gudang NPK2, gudang PF-2 dan gudang curing PF-2.
3. Skenario 3 menghasilkan penghematan sebesar Rp 10.958.028.455 per tahun dengan ROI sebesar 108% dan *Payback Period* selama 0,48 tahun.

6.2 Saran

Saran-saran yang diberikan untuk perusahaan dan pengembangan penelitian selanjutnya adalah

6.2.1 Implikasi Manajerial

Perusahaan diharapkan dapat melaksanakan alternatif skenario perbaikan yang terbaik untuk dapat menyelesaikan permasalahan tingginya biaya *handling* bahan baku ini. Untuk dapat melaksanakan perbaikan ini, maka dibutuhkan modifikasi sekat atau pembatas antar bahan baku yang satu dengan bahan baku yang lain, menyesuaikan dengan tata letak dan alokasi atau kapasitas baru sesuai skenario 3. Dalam melaksanakan perbaikan ini akan timbul risiko pengurangan *space* atau kapasitas bahan baku untuk sementara waktu saat perbaikan dilakukan. Dampak dari risiko ini adalah selama periode perbaikan, akan ada kenaikan biaya *handling* bahan baku

karena kapasitas gudang berkurang. Agar perbaikan ini dapat berjalan dengan baik dan semua risiko dapat dikendalikan, maka perusahaan perlu membuat tim kecil untuk melaksanakan *project* ini. Tim ini diharapkan dapat mendetailkan kembali desain perbaikan, menyusun jadwal perbaikan, memonitor pelaksanaannya serta membuat mitigasi risiko yang timbul agar perbaikan ini berjalan sesuai rencana.

6.2.2 Penelitian Selanjutnya

Pengembangan penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan menambahkan parameter kinerja operasional lain seperti tonase maupun jarak dan juga mempertimbangkan alternatif-alternatif skenario perbaikan lain yang dimungkinkan untuk dilakukan, seperti:

- a. Melakukan investasi alat bongkar baru.
- b. Melakukan investasi penambahan *belt conveyor*.

Daftar Pustaka

- Abedinzadeh, S., Erfanian, H. R., Mostofi, A. H. & Tavafi, P., 2018. Improving the performance of warehouse loading and unloading system using simulation. *International Journal of Business Marketing and Management*, Volume 3, pp. 54-62.
- Banks., J., Carson, J., Nelson, B. L. & Nicol, D., 2004. *Discrete-Event System Simulation*. 4th penyunt. New Jersey: Prentice Hall.
- Carson II, J. S., 2005. *Introduction to modeling and simulation*. Georgia, Proceedings - Winter Simulation Conference.
- Dennis, A. B. H. W. R. M. R., 2012. *System Analysis and Desain*. 5th penyunt. New Jersey: John wiley & Sons.
- Deshpande, P., Zayas-Castro, J., Yalcin, A. & Herrera, L., 2007. Simulating less-than-truckload terminal operations. *International Journal*, Volume 14(1), pp. 92-101..
- Emami, S., Arabzad, S. & Sajjadi, S., 2014. A simulation study on warehouse loading system: the case of poultry feed production factory. *International Journal of Logistics Systems and Management*, Volume 19(3), pp. 347-355.
- Garside, A. K., Ferdianto, H. & Masudin, I., 2017. *Relayout gudang bahan baku dengan metode dedicated storage*. Makassar, Departemen Teknik Industri Universitas Hasanuddin, pp. 160-167.
- Groebner, D. F., Shannon, P. W., Fry, P. C. & Smith, K. D., 2011. *Business Statistics*. 8th penyunt. New Jersey: Prentice Hall.
- Groebner, D. F., Shannon, P. W., Fry, P. W. & Smith, K. D., 2011. *Business Statistics*. 8th penyunt. New Jersey: Prentice Hall.
- Haizer, J., Render, B. & Munson, C., 2017. *Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management*. 12th penyunt. Harlow: Pearson Education Limited.
- Harrell, C., Gosh, B. K. & Bowden, R. O., 2011. *Simulation Using Promodel*. New York: McGraw-Hill.
- Heragu, S. S., 2008. *Facilities Design*. 3rd penyunt. Boca Raton: CRC Press.

- Horngren, C. T., Datar, S. M. & Rajan, M. V., 2012. *Cost Accounting A Managerial Emphasis*. 14th penyunt. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Hukum, R. & Vivek, A. S., 2019. The study of various tools and techniques of inventory management and experiment with the use of ABC analysis. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 06(04), pp. 353-356.
- Khosnevis, B., 1994. *Discrete Systems Simulation*. 1st penyunt. New York: McGraw-Hill.
- Kissell, R. & Poserina, J., 2017. Advanced Math and Statistics. Dalam: *Optimal Sports Math, Statistics, and Fantasy*. Cambridge: Academic Press, pp. 103-135.
- Law, A. M. & Kelton, W. D., 2000. *Simulation Modelling and Analysis*. 3rd penyunt. New York: McGraw-Hill.
- Liong, C. Y. & Loo, C. S., 2009. A Simulation Study of Warehouse Loading and Unloading Systems using Arena. *Journal of Quality Measurement and Analysis*, Volume 5, pp. 45-46.
- Meldra, D. & Purba, H. M., 2018. Relayout tata letak gudang barang dengan menggunakan metode dedicated storage. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 4(1), pp. 32-39.
- Meyers, E. & Stephens, P., 2000. *Manufacturing Facilities Design and Material Handling*. 2nd penyunt. New Jersey: Prentice Hall.
- Mulcahy, E., 1994. *Warehouse Distribution and Operations Handbook*. 1st penyunt. New York: McGraw-Hill.
- Mustikarini & Pujawan, I. N., 2014. *Perancangan ulang tata letak dan alokasi slot gudang finished goods untk meminimalkan jarak perpindahan barang (studi kasus: EDC PT. Ajinomoto Indonesia)*. Surabaya, Program Studi Magister Manajemen Teknologi ITS.
- Na, U., Chaudhuri, S. & Shinozuka, M., 2009. Simulation-based seismic loss estimation of seaport transportation system. *Reliability Engineering and System Safety*, Volume 94(3), pp. 722-731.

- Ostertagová, E. & Ostertag, O., 2013. Methodology and Application of One-way ANOVA. *American Journal of Mechanical Engineering*, Volume Vol. 1, pp. No. 7, 256-261.
- Parameswari, Z. D., 2019. *Perubahan Tata Letak dan Metode Pемindahan Bahan Baku untuk Mengurangi Waktu Put Away dan Picking: Studi Kasus di Sebuah Perusahaan Kemasan Plastik*. Surabaya: Departemen Manajemen Teknologi Fakultas Bisnis dan Manajemen Teknologi Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Reid, R. D. & Sanders, N. R., 2013. *Operations Management An Integrated Approach*. 5th penyunt. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc..
- Remenyi, D., Money, A. & Sherwood-Smith, M., 2000. *The effective measurement and management of IT costs and benefits*. 2nd penyunt. Boston: Butterworth-Heinemann.
- Rossetti, M. D., 2016. *Simulation Modeling and Arena*. 2nd penyunt. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Rouwenhorst, B. et al., 2000. Warehouse design and control: Framework and literature review. *European Journal of Operational Research*, Volume 122, pp. 515-533.
- Samad, A. M. & Vijai, A., 2016. Inventory simulation model of a lamp of maintenance warehouse of facilities management department at Southeast Missouri State University using Arena. *Universal Journal of Engineering Science*, 4(2), pp. 15-21.
- Santoso, S., 2014. *Panduan Lengkap SPSS*. 20th penyunt. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Schniederjans, Hamaker, L. J & Schniederjans, A, M, 2010. *Information Technology Investment Decision-Making Methodology*. Singapore: World Scientific Publishing.
- Siswanto, N., Latiffianti, E. & Wiratno, S. E., 2018. *Simulasi Sistem Diskrit*. 1st penyunt. Surabaya: ITS Tekno Sains.
- Susetyo, J., Simanjuntak, R. A. & Ramos, J. M., 2010. Perancangan ulang tata letak fasilitas produksi dengan pendekatan group technology dan algoritma

- blocplan untuk meminimasi ongkos material handling. *Jurnal Teknologi*, 3(1), pp. 75-84.
- Suyono, R. P., 2005. *Pengangkutan Intermodal Ekspor Impor Melalui Laut*. Jakarta: PPM.
- Taha, H. A., 2017. *Operations Research An Introduction*. Harlow: Pearson Education Limited.
- Tahar, R. & Hussain, K., 2000. Simulation and analysis for the Kelang Container Terminal operations. *Logistics Information Management*, Volume 13(1), pp. 14-20.
- Tome, B. d. R., 2014. *Material flow design in a warehouse*. [Online] Available at: <https://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordOid=4611647&fileOid=4611654> [Diakses 24 February 2020].
- Tompkins, J. A., White, J. A., Bozer, Y. A. & Tanchoco, J. M. A., 2010. *Facilities Planning*. 4th penyunt. New Jersey: Jogn Wiley & Sons.
- Warman, 2004. *Manajemen Pergudangan*. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan.
- Wignjosoebroto, S., 2009. *Tata Letak Pabrik dan Pemandahan Bahan*. Surabaya: Guna Widya.
- Wijayanto, D., 2012. *Pengantar Manajemen*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR LAMPIRAN

- 1. Data Waktu dan Interval Kedatangan Kapal**
- 2. Data Jenis dan Kuantum Bahan Baku yang diangkut Tiap Kapal**
- 3. Data Kecepatan Bongkar (*Discharging Rate*) dari Pelabuhan ke Gudang**
- 4. Data *Consumption Rate* Bahan Baku untuk Kegiatan Produksi**
 - 4.A. *Consumption Rate* Bahan Baku Pabrik 2A pada Bulan Desember 2017 – Bulan Desember 2018
 - 4.B. *Consumption Rate* Bahan Baku ZA, PR. Mesir dan Urea Pabrik 2A pada Bulan Desember 2017 – Bulan Desember 2018
 - 4.C. *Consumption Rate* Bahan Baku KCl Merah, KCl Putih, dan DAP Pabrik 2B pada Bulan Desember 2017 – Bulan Desember 2018
 - 4.D. *Consumption Rate* Bahan Baku ZA dan Urea Pabrik 2B pada Bulan Desember 2017 – Bulan Desember 2018
 - 4.E. *Consumption Rate* Bahan Baku P. Rock dan Belerang Pabrik 3A dan 3B pada Bulan Desember 2017 – Bulan Desember 2018
- 5. Data Hasil Uji Distribusi**
 - 5.A. Distribusi Data Waktu Kedatangan Antar Kapal
 - 5.B. Distribusi Data Kecepatan Bongkar
 - 5.C. Distribusi Data Kuantum Bahan Baku
 - 5.D. Distribusi Data Konsumsi Bahan Baku
- 6. Detail Biaya Perbaikan Masing-Masing Alternatif Skenario**
 - 6.A. Biaya Perbaikan Alternatif Skenario 1
 - 6.B. Biaya Perbaikan Alternatif Skenario 2
 - 6.C. Biaya Perbaikan Alternatif Skenario 3

Lampiran 1

1. Data Waktu dan Interval Kedatangan Kapal

No	Nama Kapal	Waktu Kedatangan	Interval Kedatangan Kapal (Hari)
1	DD Voyager	28/12/2017 22:20	
2	Action Trader	30/12/2017 03:30	1,22
3	Ultra Rocanville	30/12/2017 17:18	0,57
4	Clipper Triumph	31/12/2017 02:30	0,38
5	Rich Honor	31/12/2017 13:00	0,44
6	Sea Hero	02/01/2018 08:36	1,82
7	Fatih	04/01/2018 05:12	1,86
8	Stella T	05/01/2018 20:00	1,62
9	Aditya	05/01/2018 22:30	0,10
10	Vindonissa	09/01/2018 09:30	3,01
11	Multan	10/01/2018 23:54	1,60
12	Jag Rishi	12/01/2018 00:42	1,03
13	Venture Dylan	13/01/2018 09:22	1,36
14	Anugrah Buana VI	15/01/2018 10:00	2,03
15	Ultra Integrity	19/01/2018 00:30	3,60
16	Royal Harmony	25/01/2018 04:40	6,17
17	Anugerah Buana III	28/01/2018 03:30	2,95
18	Pan Bonita	28/01/2018 21:30	0,75
19	Ultra Daniella	03/02/2018 14:50	4,37
20	Tomini Victory	10/02/2018 16:15	7,06
21	Miss Simona	15/02/2018 11:12	4,79
22	Halit Yildirim	17/02/2018 06:30	1,56
23	Feng An	19/02/2018 23:00	2,69
24	Aoli 5	21/02/2018 10:40	1,49
25	Iris Oldendorff	21/02/2018 16:00	0,22
26	Hasil Bahari 8	26/02/2018 02:30	4,44
27	Fortune Bird	02/03/2018 22:12	4,82
28	Super Valentine	06/03/2018 12:05	3,58
29	Hasil Bahari 7	09/03/2018 08:15	2,84
30	Golden Glint	13/03/2018 04:36	3,85
31	Dubai Knight	17/03/2018 08:00	4,14
32	Mallika Naree	20/03/2018 10:00	2,98
33	Multan	20/03/2018 11:48	0,08
34	AB Durbrava	22/03/2018 13:15	1,34
35	NPS Mosa	28/03/2018 04:30	5,64
36	Martin	30/03/2018 19:12	2,22

No	Nama Kapal	Waktu Kedatangan	Interval Kedatangan Kapal (Hari)
37	Hasil Bahari 8	01/04/2018 16:30	1,89
38	Roshak	08/04/2018 05:00	6,52
39	Alexandros Theo	16/04/2018 03:00	7,92
40	Navios Primavera	20/04/2018 17:10	4,59
41	Efi Theo	22/04/2018 08:00	1,62
42	Sea Melody	22/04/2018 13:36	0,23
43	Osprey 1	22/04/2018 23:05	0,40
44	Justice	23/04/2018 16:50	0,74
45	Tan Binh 236	26/04/2018 00:48	2,33
46	Oupulai 18	30/04/2018 16:00	4,10
47	Atalanti	05/05/2018 14:00	4,92
48	Ultra Rocanville	06/05/2018 02:25	0,52
49	An Shun 5	08/05/2018 08:40	2,26
50	Hong Sheng 7	09/05/2018 04:32	0,83
51	Anugrah Buana VI	18/05/2018 01:30	8,87
52	Ultra Daniella	18/05/2018 07:01	0,23
53	Seacliff	18/05/2018 16:00	0,37
54	Sam Jaguar	19/05/2018 14:00	0,92
55	Run Fu 6	25/05/2018 21:15	6,30
56	WP Ambition	27/05/2018 23:45	2,10
57	Venture Harmony	03/06/2018 19:15	6,81
58	De Sheng Hai	04/06/2018 06:40	0,48
59	Isa Victory	04/06/2018 16:00	0,39
60	Hasil Bahari	05/06/2018 22:30	1,27
61	Cepheus	09/06/2018 04:00	3,23
62	An Shun 5	13/06/2018 22:48	4,78
63	HTK Phoenix	19/06/2018 09:00	5,43
64	Venture Spirit	22/06/2018 05:35	2,86
65	Dina Ocean	22/06/2018 22:00	0,68
66	Navios ARC	25/06/2018 04:55	2,29
67	Dream Ocean	25/06/2018 14:00	0,38
68	Hasil Bahari 8	30/06/2018 02:05	4,50
69	Global Diamond	01/07/2018 05:30	1,14
70	First Sky	01/07/2018 19:45	0,59
71	Hamburg Pearl	06/07/2018 15:54	4,84
72	BMC Catherine	08/07/2018 01:00	1,38
73	King Corn	13/07/2018 22:00	5,32
74	Hasil Bahari 8	18/07/2018 21:30	4,98
75	Pollux Star	19/07/2018 07:48	0,43

No	Nama Kapal	Waktu Kedatangan	Interval Kedatangan Kapal (Hari)
76	V Jaeger	20/07/2018 11:00	1,13
77	Tc Gold	24/07/2018 10:48	0,42
78	Bao Long	27/07/2018 19:40	3,37
79	Tron legacy	29/07/2018 06:00	1,43
80	Harvest Plains	29/07/2018 16:30	0,44
81	Asia Ruby I	31/07/2018 06:12	1,57
82	Porthos	31/07/2018 16:05	0,41
83	Hasil Bahari 7	06/08/2018 16:30	6,02
84	Butinah	14/08/2018 12:00	1,35
85	Island Green	14/08/2018 14:30	0,10
86	Arietta	22/08/2018 00:12	2,55
87	Manta Hatice	24/08/2018 20:25	2,84
88	Soldoy	28/08/2018 21:00	4,02
89	Tai Health	29/08/2018 04:36	0,32
90	Ken Yo	30/08/2018 15:48	1,47
91	Jin Xing	03/09/2018 16:45	4,04
92	Progress sabang 88	05/09/2018 08:30	1,66
93	Ilia	12/09/2018 20:00	6,15
94	San Marino Trade	15/09/2018 06:10	2,42
95	Global Bay	18/09/2018 02:45	2,61
96	Ptolemeos	19/09/2018 11:00	1,34
97	Neptune Star	20/09/2018 17:30	1,27
98	Georgia M	22/09/2018 18:36	2,05
99	Aboudi VI	23/09/2018 00:30	0,25
100	Hua You I	26/09/2018 02:00	3,06
101	Ocean Princess	03/10/2018 09:54	1,50
102	Bulk Paraiso	04/10/2018 22:30	1,53
103	Oslo Trader	07/10/2018 23:30	3,04
104	Seas 5	09/10/2018 16:24	1,70
105	Bao Long	10/10/2018 17:00	1,03
106	Rising Harrier	30/10/2018 15:20	4,51
107	Silvretta	02/11/2018 09:00	2,74
108	Poavosa Wisdom	13/11/2018 03:42	5,43
109	Sentosa	13/11/2018 08:42	0,21
110	Hua You I	23/11/2018 00:20	9,65
111	Parshad	26/11/2018 07:00	3,28
112	Glorius Kamagari	29/11/2018 11:42	3,20
113	Singapore Bulker	02/12/2018 09:00	2,89
114	Besiktas	17/12/2018 20:00	15,46

No	Nama Kapal	Waktu Kedatangan	Interval Kedatangan Kapal (Hari)
115	Sam Falcon	18/12/2018 03:00	0,29
116	Ocean Spring	18/12/2018 13:20	0,43
117	Phuong Dong 06	23/12/2018 02:30	4,55
118	Ultra Integrity	23/12/2018 11:40	0,38

Lampiran 2

2. Data Jenis dan Kuantum Bahan Baku yang diangkut Tiap Kapal

No	Nama Kapal	Jenis Bahan Baku	Kuantum Bahan Baku (Ton)
1	Tan Binh 236	DAP	19.301
2	An Shun 5	DAP	22.001
3	Dina Ocean	DAP	21.551
4	Global Bay	DAP	21.980
5	Ocean Spring	DAP	22.001
6	Ultra Rocanville	KCI Merah	26.691
7	Ultra Integrity	KCI Merah	27.202
8	Ultra Daniella	KCI Merah	27.502
9	Tomini Victory	KCI Merah	25.001
10	Halit Yildrim	KCI Merah	27.461
11	Fortune Bird	KCI Merah	24.624
12	Super Valentine	KCI Merah	24.740
13	Sea Melody	KCI Merah	23.503
14	Ultra Rocanville	KCI Merah	26.500
15	Seacliff	KCI Merah	26.931
16	Ultra Daniella	KCI Merah	24.845
17	First Sky	KCI Merah	26.005
18	Hamburg Pearl	KCI Merah	33.003
19	Pollux Star	KCI Merah	27.501
20	Porthos	KCI Merah	25.119
21	Island Green	KCI Merah	27.501
22	Ken Yo	KCI Merah	36.251
23	San Marino Trade	KCI Merah	25.342
24	Ocean Princess	KCI Merah	27.502
25	Silvretta	KCI Merah	27.502
26	Ultra Integrity	KCI Merah	22.505
27	Aditya	KCI Putih	27.501
28	Dubai Knight	KCI Putih	22.501
29	Oslo Trader	KCI Putih	25.852
30	Action Trader	P.Rock Jordan	39.262
31	Venture Dylan	P.Rock Jordan	42.804
32	Golden Glint	P.Rock Jordan	46.517
33	NPS Mosa	P.Rock Jordan	43.603
34	Alexandros Theo	P.Rock Jordan	40.739
35	Atalanti	P.Rock Jordan	44.906
36	Venture Harmony	P.Rock Jordan	22.002
37	Cepheus	P.Rock Jordan	20.422
38	Venture Spirit	P.Rock Jordan	42.154
39	Tc Gold	P.Rock Jordan	45.004

No	Nama Kapal	Jenis Bahan Baku	Kuantum Bahan Baku (Ton)
40	Asia Ruby I	P.Rock Jordan	46.205
41	Soldoy	P.Rock Jordan	43.482
42	Georgia M	P.Rock Jordan	46.362
43	Stella T	P.Rock Maroko	40.255
44	Pan Bonita	P.Rock Maroko	36.338
45	Iris Oldendorff	P.Rock Maroko	44.001
46	AB Durbrava	P.Rock Maroko	37.105
47	Efi Theo	P.Rock Maroko	42.154
48	WP Ambition	P.Rock Maroko	44.002
49	De Sheng Hai	P.Rock Maroko	37.533
50	Navios ARC	P.Rock Maroko	44.003
51	Harvest Plains	P.Rock Maroko	42.788
52	Butinah	P.Rock Maroko	44.002
53	Ilia	P.Rock Maroko	44.003
54	Seas 5	P.Rock Maroko	36.004
55	Rising Harrier	P.Rock Maroko	42.605
56	Jag Rishi	P.Rock Mesir	44.002
57	Martin	P.Rock Mesir	43.754
58	Osprey 1	P.Rock Mesir	43.006
59	V Jaeger	P.Rock Mesir	44.003
60	Arietta	P.Rock Mesir	44.005
61	Bulk Paraiso	P.Rock Mesir	44.002
62	Besiktas	P.Rock Mesir	44.003
63	Clipper Triumph	Sulphur	27.827
64	Vindonissa	Sulphur	4.181
65	Fatih	Sulphur	33.004
66	Royal Harmony	Sulphur	21.502
67	Miss Simona	Sulphur	27.002
68	Roshak	Sulphur	39.306
69	Navios Primavera	Sulphur	31.436
70	Sam Jaguar	Sulphur	33.004
71	Dream Ocean	Sulphur	23.611
72	Tron legacy	Sulphur	9.253
73	Manta Hatice	Sulphur	22.053
74	Progress sabang 88	Sulphur	5.536
75	Parshad	Sulphur	32.915
76	Glorius Kamagari	Sulphur	36.044
77	Sam Falcon	Sulphur	27.520
78	Anugrah Buana VI	Urea	3.184
79	Anugerah Buana III	Urea	1.865
80	Hasil Bahari 8	Urea	4.198
81	Hasil Bahari 7	Urea	3.500
82	Hasil Bahari 8	Urea	4.501

No	Nama Kapal	Jenis Bahan Baku	Kuantum Bahan Baku (Ton)
83	Anugrah Buana VI	Urea	3.087
84	Isa Victory	Urea	5.279
85	Hasil Bahari	Urea	4.528
86	Hasil Bahari 8	Urea	4.524
87	Hasil Bahari 8	Urea	4.513
88	Hasil Bahari 7	Urea	3.486
89	DD Voyager	ZA	22.001
90	Rich Honor	ZA	22.000
91	Sea Hero	ZA	20.642
92	Multan	ZA	25.501
93	Aoli 5	ZA	22.002
94	Feng An	ZA	20.027
95	Mallika Naree	ZA	22.001
96	Multan	ZA	25.501
97	Justice	ZA	21.992
98	Oupulai 18	ZA	21.511
99	Hong Sheng 7	ZA	21.599
100	Run Fu 6	ZA	22.002
101	An Shun 5	ZA	20.481
102	HTK Phoenix	ZA	22.001
103	Global Diamond	ZA	22.000
104	BMC Catherine	ZA	21.962
105	King Corn	ZA	21.827
106	Bao Long	ZA	20.799
107	Tai Health	ZA	25.001
108	Jin Xing	ZA	21.050
109	Ptolemeos	ZA	22.001
110	Neptune Star	ZA	21.967
111	Aboudi VI	ZA	21.801
112	Hua You I	ZA	21.912
113	Bao Long	ZA	20.901
114	Poavosa Wisdom	ZA	21.000
115	Sentosa	ZA	21.950
116	Hua You I	ZA	22.020
117	Singapore Bulker	ZA	22.001
118	Phuong Dong 06	ZA	21.021

Lampiran 3

4. Data Kecepatan Bongkar (*Discharging Rate*) dari Pelabuhan ke Gudang

No	Nama Kapal	Jenis Bahan Baku	Equipment	Rate (MTPD)
1	Jag Rishi	P.Rock Mesir	CSU1 (Conv) + VC + DT	4.867
2	Osprey 1	P.Rock Mesir	CSU1 (Conv) + VC + DT	6.274
3	Arietta	P.Rock Mesir	CSU1 (Conv) + VC + DT	4.715
4	Bulk Paraiso	P.Rock Mesir	CSU1 (Conv) + VC + DT	3.563
5	Besiktas	P.Rock Mesir	CSU1 (Conv) + VC + DT	4.278
6	Martin	P.Rock Mesir	CSU1 (Conv)	7.783
7	V Jaeger	P.Rock Mesir	CSU1 (Conv)	6.061
8	Golden Glint	P.Rock Jordan	CSU1 (Conv)	7.273
9	Asia Ruby I	P.Rock Jordan	CSU1 (Conv)	9.792
10	Soldoy	P.Rock Jordan	CSU1 (Conv) + VC + DT	3.227
11	Action Trader	P.Rock Jordan	CSU2 (Conv)	6.472
12	Venture Dylan	P.Rock Jordan	CSU2 (Conv)	5.578
13	NPS Mosa	P.Rock Jordan	CSU2 (Conv)	5.896
14	Alexandros Theo	P.Rock Jordan	CSU2 (Conv)	7.128
15	Jin DA	P.Rock Jordan	CSU2 (Conv)	9.480
16	Atalanti	P.Rock Jordan	CSU2 (Conv)	6.764
17	China Spirit	P.Rock Jordan	CSU2 (Conv)	9.921
18	Tc Gold	P.Rock Jordan	CSU2 (Conv)	7.339
19	Georgia M	P.Rock Jordan	CSU2 (Conv)	7.159
20	Jang Rani	P.Rock Jordan	CSU2 (Conv)	8.667
21	Atalanti SB	P.Rock Jordan	CSU2 (Conv)	10.238
22	Atlantic Esenada	P.Rock Jordan	CSU2 (Conv) + VC + DT	4.341
23	African Lunde	P.Rock Jordan	CSU2 (Conv) + VC + DT	6.008
24	Venture Harmony	P.Rock Jordan	CSU2 (Conv) + VC + DT	13.027
25	Cepheus	P.Rock Jordan	CSU2 (Conv) + VC + DT	7.800
26	Venture Spirit	P.Rock Jordan	CSU2 (Conv) + VC + DT	7.196
27	Asteris	P.Rock Jordan	CSU2 (Conv) + VC + DT	7.008
28	New Leader	P.Rock Jordan	CSU2 (Conv) + VC + DT	7.586
29	Sophia Z	P.Rock Jordan	CSU2 (Conv) + VC + DT	7.737
30	Jay	P.Rock Jordan	CSU2 (Conv) + VC + DT	6.360
31	Hibiscus	P.Rock Jordan	VC + DT	6.231
32	Mercury Sky	P.Rock Jordan	VC + DT	5.321
33	Stella T	P.Rock Marroco	CSU1 (Conv)	4.679
34	Pan Bonita	P.Rock Marroco	CSU1 (Conv)	5.889
35	Iris Oldendorff	P.Rock Marroco	CSU1 (Conv)	6.087
36	AB Durbrava	P.Rock Marroco	CSU1 (Conv)	8.362
37	WP Ambition	P.Rock Marroco	CSU1 (Conv)	9.318
38	De Sheng Hai	P.Rock Marroco	CSU1 (Conv)	10.556
39	Harvest Plains	P.Rock Marroco	CSU1 (Conv)	5.614

No	Nama Kapal	Jenis Bahan Baku	Equipment	Rate (MTPD)
40	Rising Harrier	P.Rock Marroco	CSU1 (Conv)	9.723
41	Navios ARC	P.Rock Marroco	CSU1 (Conv) + VC + DT	6.188
42	Butinah	P.Rock Marroco	CSU2 (Conv)	10.569
43	Seas 5	P.Rock Marroco	CSU2 (Conv)	8.275
44	Ilia	P.Rock Marroco	CSU2 (Conv) + VC + DT	10.337
45	Efi Theo	P.Rock Marroco	CSU2 (Conv) + VC + DT	7.162
46	Tomini Victory	KCl Merah	CSU1 (Conv) + VC + DT	4.343
47	Halit Yildrim	KCl Merah	CSU1 (Conv) + VC + DT	4.741
48	Fortune Bird	KCl Merah	CSU1 (Conv) + VC + DT	6.953
49	Ultra Rocanville	KCl Merah	CSU1 (Conv) + VC + DT	8.518
50	Ultra Daniella	KCl Merah	CSU1 (Conv) + VC + DT	7.120
51	First Sky	KCl Merah	CSU1 (Conv) + VC + DT	8.638
52	Hamburg Pearl	KCl Merah	CSU1 (Conv) + VC + DT	6.888
53	Island Green	KCl Merah	CSU1 (Conv) + VC + DT	5.032
54	San Marino Trade	KCl Merah	CSU1 (Conv) + VC + DT	6.476
55	Ultra Integrity	KCl Merah	CSU1 (Conv) + VC + DT	7.519
56	Super Valentine	KCl Merah	CSU2 (Conv) + VC + DT	5.632
57	Pollux Star	KCl Merah	CSU2 (Conv) + VC + DT	11.380
58	Ken Yo	KCl Merah	CSU2 (Conv) + VC + DT	8.759
59	Silvretta	KCl Merah	CSU2 (Conv)	6.810
60	Porthos	KCl Merah	KC2 (Conv)+ VC + DT	4.379
61	Ocean Princess	KCl Merah	KC2 (Conv)+ VC + DT	4.513
62	Ultra Integrity	KCl Merah	KC2 (DT) + VC + DT	4.426
63	Ultra Rocanville	KCl Merah	VC + DT	5.051
64	Ultra Daniella	KCl Merah	VC + DT	6.573
65	Sea Melody	KCl Merah	VC + DT	5.627
66	Seacliff	KCl Merah	VC + DT	5.661
67	Aditya	KCl Putih	VC + DT	4.006
68	Dubai Knight	KCl Putih	VC + DT	5.817
69	Oslo Trader	KCl Putih	VC + DT	5.985
70	DD Voyager	ZA	KC2 (DT) + VC + DT	4.611
71	Sea Hero	ZA	KC2 (DT) + VC + DT	4.423
72	Multan	ZA	KC2 (DT) + VC + DT	3.586
73	Feng An	ZA	KC2 (DT) + VC + DT	2.163
74	Mallika Naree	ZA	KC2 (DT) + VC + DT	3.712
75	Oupulai 18	ZA	KC2 (DT) + VC + DT	2.335
76	Hong Sheng 7	ZA	KC2 (DT) + VC + DT	1.856
77	Run Fu 6	ZA	KC2 (DT) + VC + DT	4.871
78	An Shun 5	ZA	KC2 (DT) + VC + DT	2.723
79	HTK Phoenix	ZA	KC2 (DT) + VC + DT	4.552
80	Tai Health	ZA	KC2 (DT) + VC + DT	3.924
81	Ptolemeos	ZA	KC2 (DT) + VC + DT	3.940
82	Bao Long	ZA	KC2 (DT) + VC + DT	4.378

No	Nama Kapal	Jenis Bahan Baku	Equipment	Rate (MTPD)
83	BMC Catherine	ZA	KC2 (Conv)(DT) + VC + DT	4.888
84	King Corn	ZA	KC2 (Conv)(DT) + VC + DT	5.102
85	Hua You I	ZA	KC2 (Conv)(DT) + VC + DT	3.600
86	Rich Honor	ZA	VC + DT	3.648
87	Aoli 5	ZA	VC + DT	3.815
88	Multan	ZA	VC + DT	4.562
89	Justice	ZA	VC + DT	3.999
90	Global Diamond	ZA	VC + DT	4.555
91	Bao Long	ZA	VC + DT	4.720
92	Jin Xing	ZA	VC + DT	4.823
93	Neptune Star	ZA	VC + DT	4.111
94	Aboudi VI	ZA	VC + DT	4.114
95	Poavosa Wisdom	ZA	VC + DT	5.637
96	Sentosa	ZA	VC + DT	5.891
97	Hua You I	ZA	VC + DT	3.641
98	Singapore Bulker	ZA	VC + DT	3.769
99	Phuong Dong 06	ZA	VC + DT	3.436
100	Tan Binh 236	DAP	VC + DT	4.846
101	An Shun 5	DAP	VC + DT	5.189
102	Dina Ocean	DAP	KC2 (DT) + VC + DT	3.412
103	Global Bay	DAP	KC2 (DT) + VC + DT	3.793
104	Ocean Spring	DAP	VC + DT	4.632
105	Miss Simona	Sulphur	CSU2 (Conv) + VC + DT	6.005
106	Roshak	Sulphur	CSU2 (Conv) + VC + DT	6.608
107	Dream Ocean	Sulphur	CSU2 (Conv) + VC + DT	6.808
108	Sam Falcon	Sulphur	CSU2 (Conv) + VC + DT	6.231
109	Fatih	Sulphur	KC2 (DT) + VC + DT	4.513
110	NPS Ocean Star	Sulphur	KC2 (DT) + VC + DT	6.015
111	Tron legacy	Sulphur	KC2 (DT) + VC + DT	5.246
112	Manta Hatice	Sulphur	KC2 (DT) + VC + DT	4.714
113	Progres sabang88	Sulphur	KC2 (Conv)	1.714
114	Xuyen A 18	Sulphur	KC2 (DT)	1.088
115	Jin Hwa 44	Sulphur	KC2 (DT)	2.351
116	BG. Jin Hwa 40	Sulphur	RD + DT	3.057
117	Sam Jaguar	Sulphur	CSU2 (Conv)	6.923
118	Clipper Triumph	Sulphur	VC + DT	6.468
119	Vindonissa	Sulphur	VC + DT	4.800
120	Royal Harmony	Sulphur	VC + DT	7.224
121	Navios Primavera	Sulphur	VC + DT	5.631
122	Parshad	Sulphur	VC + DT	8.315
123	Glorius Kamagari	Sulphur	VC + DT	5.966
124	Anugrah Buana VI	Urea	KC2 (DT)	255
125	Anugrah Buana III	Urea	KC2 (DT)	202

No	Nama Kapal	Jenis Bahan Baku	Equipment	Rate (MTPD)
126	Hasil Bahari 8	Urea	KC2 (DT)	415
127	Hasil Bahari 7	Urea	KC2 (DT)	352
128	Hasil Bahari 8	Urea	KC2 (DT)	373
129	Anugrah Buana VI	Urea	KC2 (DT)	863
130	Isa Victory	Urea	KC2 (DT)	945
131	Hasil Bahari	Urea	KC2 (DT)	427
132	Hasil Bahari 8	Urea	KC2 (DT)	1.172
133	Hasil Bahari 8	Urea	KC2 (DT)	938
134	Hasil Bahari 7	Urea	KC2 (DT)	965

Lampiran 4

4. Data *consumption rate* bahan baku untuk kegiatan produksi

4.A *Consumption Rate* Bahan Baku Pabrik 2A pada Bulan Desember 2017 – Bulan Desember 2018

Tanggal	Konsumsi KCI Merah			
	02A650	09A650	09B650	Curing PF-1
01 January 2018	275,02	49,49	-	293,14
02 January 2018	313,12	13,57	17,09	177,58
03 January 2018	227,63	26,15	-	-
04 January 2018	53,26	22,83	-	-
05 January 2018	53,87	23,09	-	-
06 January 2018	51,12	21,92	-	-
07 January 2018	51,43	22,05	-	-
08 January 2018	55,70	16,58	7,30	-
09 January 2018	52,19	22,37	-	-
10 January 2018	26,26	48,09	-	-
11 January 2018	27,72	43,92	6,85	-
12 January 2018	28,49	52,18	-	-
13 January 2018	328,87	35,99	-	-
14 January 2018	314,49	6,24	0,00	-
15 January 2018	325,72	-	30,22	-
16 January 2018	742,93	578,81	188,76	
17 January 2018	713,56	555,92	181,30	
18 January 2018	732,07	570,35	186,01	
19 January 2018	543,28	423,26	138,04	
20 January 2018	683,05	532,15	173,55	
21 January 2018	686,38	534,75	174,40	
22 January 2018	696,33	542,50	176,92	
23 January 2018	686,42	534,78	174,41	
24 January 2018	687,67	535,75	174,72	
25 January 2018	684,53	533,30	173,93	
26 January 2018	666,73	519,44	169,40	
27 January 2018	680,97	530,53	173,02	
28 January 2018	823,12	641,28	209,14	
29 January 2018	780,68	608,22	198,36	
30 January 2018	809,43	630,61	205,66	
31 January 2018	744,09	579,71	189,06	
01 February 2018	177,08	685,71	-	-

Tanggal	Konsumsi KCI Merah			
	02A650	09A650	09B650	Curing PF-1
02 February 2018	-	857,79	-	-
03 February 2018	677,20	128,99	-	-
04 February 2018	685,25	130,53	-	-
06 February 2018	658,36	125,41	-	-
07 February 2018	429,61	81,83	-	-
08 February 2018	424,64	80,89	-	-
09 February 2018	583,56	56,21	24,12	30,82
10 February 2018	687,33	80,44	14,19	36,30
11 February 2018	600,98	60,28	22,46	31,74
12 February 2018	530,93	43,93	29,16	28,04
13 February 2018	465,52	28,66	35,43	24,59
14 February 2018	450,85	25,24	36,83	23,81
15 February 2018	609,77	62,33	21,61	32,21
16 February 2018	538,07	45,60	28,48	28,42
17 February 2018	696,60	82,60	13,30	36,79
18 February 2018	736,47	91,91	9,48	38,90
19 February 2018	695,04	82,24	13,45	36,71
20 February 2018	735,99	91,79	9,53	38,87
21 February 2018	755,13	46,26	7,70	89,88
22 February 2018	573,72	103,90	4,56	255,74
23 February 2018	848,50	459,61	1.217,24	
24 February 2018	997,59	540,37	1.431,13	
25 February 2018	942,14	510,33	1.351,59	
26 February 2018	923,63	500,31	1.325,03	
27 February 2018	617,20	334,32	885,43	
28 February 2018	584,59	316,66	838,65	
01 March 2018	391,02	349,54	282,80	
02 March 2018	316,96	283,33	229,23	
03 March 2018	435,22	389,05	314,76	
04 March 2018	471,75	421,71	341,18	
05 March 2018	396,10	354,08	286,47	
06 March 2018	388,75	347,51	281,15	
07 March 2018	334,71	299,20	242,07	
08 March 2018	416,30	372,13	301,08	
09 March 2018	248,16	221,83	179,47	
10 March 2018	265,72	237,53	192,18	
11 March 2018	351,90	314,57	254,50	
12 March 2018	367,47	328,49	265,76	
13 March 2018	165,95	148,35	120,02	
14 March 2018	202,89	181,37	146,74	

Tanggal	Konsumsi KCI Merah			
	02A650	09A650	09B650	Curing PF-1
15 March 2018	208,96	186,79	151,12	
16 March 2018	211,16	188,76	152,72	
17 March 2018	216,12	193,20	156,31	
18 March 2018	223,29	199,60	161,49	
19 March 2018	272,62	-	-	-
20 March 2018	243,92	-	-	-
21 March 2018	273,24	-	-	-
22 March 2018	260,77	-	-	-
23 March 2018	262,01	-	-	-
24 March 2018	197,13	-	-	-
25 March 2018	291,33	-	-	-
26 March 2018	266,38	-	-	-
27 March 2018	290,09	-	-	-
28 March 2018	302,56	-	-	-
29 March 2018	286,97	-	-	-
30 March 2018	281,35	-	-	-
31 March 2018	272,00	-	-	-
01 April 2018	76,68	91,97	100,15	-
02 April 2018	60,25	72,26	78,69	-
03 April 2018	59,22	71,03	77,35	-
04 April 2018	64,19	76,98	83,83	-
05 April 2018	80,28	96,28	88,29	16,56
06 April 2018	70,86	84,99	77,93	14,61
07 April 2018	63,33	75,96	69,65	13,06
08 April 2018	59,22	71,03	65,13	12,21
09 April 2018	79,42	95,26	87,35	16,38
10 April 2018	76,52	91,77	84,15	15,78
11 April 2018	67,28	80,69	73,99	13,87
12 April 2018	81,76	98,06	89,91	16,86
13 April 2018	77,41	92,84	85,13	15,96
14 April 2018	145,83	174,90	160,38	30,07
15 April 2018	143,37	171,96	103,99	83,26
16 April 2018	159,71	191,55	175,65	32,94
17 April 2018	86,57	368,16	709,47	-
18 April 2018	29,31	124,62	240,16	-
19 April 2018	8,32	35,36	68,14	-
20 April 2018	74,71	317,71	612,25	-
21 April 2018	83,58	355,45	684,97	-
22 April 2018	90,79	386,09	744,02	-
23 April 2018	91,41	388,73	736,46	12,65

Tanggal	Konsumsi KCl Merah			
	02A650	09A650	09B650	Curing PF-1
24 April 2018	90,85	386,37	731,99	12,57
25 April 2018	101,10	429,94	814,54	13,99
26 April 2018	-	434,61	925,57	14,14
27 April 2018	82,71	351,73	666,35	11,44
28 April 2018	93,21	396,38	750,95	12,90
29 April 2018	89,67	381,35	722,48	12,41
30 April 2018	189,17	369,87	546,89	63,68
01 May 2018	-	413,24	-	-
02 May 2018	-	224,78	8,01	-
03 May 2018	-	230,55	-	-
04 May 2018	-	406,99	8,08	-
05 May 2018	-	486,38	-	-
06 May 2018	460,41	12,11	-	-
07 May 2018	283,27	-	-	-
08 May 2018	175,86	238,42	7,79	-
09 May 2018	168,84	236,38	-	-
10 May 2018	199,70	279,58	-	-
11 May 2018	212,77	297,88	-	-
12 May 2018	208,16	291,44	-	-
13 May 2018	208,11	291,35	-	-
14 May 2018	1.043,54	311,75	-	72,08
15 May 2018	955,83	93,86	585,35	86,95
16 May 2018	1.043,20	-	581,72	86,42
17 May 2018	1.164,87	-	649,57	96,49
18 May 2018	219,33	901,64	625,09	92,86
19 May 2018	99,19	834,56	520,69	77,35
20 May 2018	693,16	387,03	602,35	89,48
21 May 2018	226,66	897,46	603,78	91,89
22 May 2018	680,12	379,74	591,02	87,80
23 May 2018	566,33	316,21	492,14	73,11
24 May 2018	669,85	374,01	582,09	86,47
25 May 2018	707,24	394,89	614,59	91,30
26 May 2018	756,40	422,33	657,30	97,64
27 May 2018	789,79	440,97	686,31	101,95
28 May 2018	662,63	369,98	575,81	85,54
29 May 2018	766,01	427,70	665,65	98,88
30 May 2018	649,33	362,55	564,26	83,82
31 May 2018	653,95	421,80	689,71	93,89
01 June 2018	-	278,82	-	-
02 June 2018	-	268,46	-	-

Tanggal	Konsumsi KCI Merah			
	02A650	09A650	09B650	Curing PF-1
03 June 2018	-	258,82	-	-
04 June 2018	104,21	62,07	91,46	-
05 June 2018	386,73	144,84	326,44	-
06 June 2018	256,47	96,05	216,48	-
07 June 2018	297,94	111,58	251,49	-
08 June 2018	392,59	147,03	331,38	-
09 June 2018	223,45	540,44	469,11	-
10 June 2018	-	808,29	496,38	-
11 June 2018	-	730,23	448,44	-
12 June 2018	-	688,93	423,07	-
13 June 2018	-	220,12	1.083,88	-
14 June 2018	-	199,19	980,81	-
15 June 2018	-	41,14	1.301,86	-
16 June 2018	-	-	1.281,00	-
17 June 2018	-	-	1.278,00	-
18 June 2018	-	-	1.332,00	-
19 June 2018	-	-	1.244,00	-
20 June 2018	-	302,50	676,36	-
21 June 2018	890,04	-	316,96	-
22 June 2018	1.256,00	-	-	-
23 June 2018	1.044,00	-	-	-
24 June 2018	1.136,00	-	-	-
25 June 2018	2.078,74	-	-	-
26 June 2018	1.754,44	10,00	-	-
27 June 2018	1.994,63	-	-	-
28 June 2018	1.332,74	273,38	-	13,39
29 June 2018	931,45	181,75	-	9,28
30 June 2018	407,42	309,77	-	241,20
01 July 2018	-	417,04	261,56	-
02 July 2018	-	513,35	321,97	-
03 July 2018	-	361,62	659,00	-
04 July 2018	145,74	317,79	290,72	-
05 July 2018	64,16	477,46	339,70	-
06 July 2018	-	434,88	582,07	-
07 July 2018	-	686,66	419,32	-
08 July 2018	-	567,72	346,69	-
09 July 2018	-	340,80	213,75	-
10 July 2018	125,11	276,87	245,48	-
11 July 2018	167,00	364,14	327,68	5,45
12 July 2018	459,67	48,14	313,29	5,21

Tanggal	Konsumsi KCI Merah			
	02A650	09A650	09B650	Curing PF-1
13 July 2018	528,69	198,66	448,73	7,46
14 July 2018	579,40	609,23	248,22	9,12
15 July 2018	677,34	375,65	372,04	62,40
16 July 2018	270,14	589,03	530,05	8,81
17 July 2018	198,70	1.098,03	-	-
18 July 2018	191,74	513,15	528,47	17,97
19 July 2018	201,70	539,80	555,92	18,90
20 July 2018	206,69	553,17	569,68	19,37
21 July 2018	209,05	559,46	576,16	19,59
22 July 2018	216,92	580,53	597,86	20,33
23 July 2018	200,82	537,45	553,49	18,82
24 July 2018	212,23	567,99	584,95	19,89
25 July 2018	210,11	562,32	579,11	19,69
26 July 2018	176,19	471,54	485,61	16,51
27 July 2018	216,91	580,51	597,84	20,33
28 July 2018	232,37	621,87	640,43	21,78
29 July 2018	226,31	605,67	623,75	21,21
30 July 2018	233,96	626,13	626,20	40,55
31 July 2018	217,73	16,43	1.166,35	20,41
01 August 2018	446,80	401,31	607,16	-
02 August 2018	404,21	363,05	487,69	61,58
03 August 2018	393,65	353,58	474,96	59,97
04 August 2018	489,89	440,01	591,08	74,63
05 August 2018	483,36	434,15	588,16	68,68
06 August 2018	483,98	434,70	657,67	-
07 August 2018	283,91	255,00	342,55	43,25
08 August 2018	275,87	247,78	332,85	42,03
09 August 2018	141,94	127,49	171,26	21,62
10 August 2018	251,21	225,63	303,10	38,27
11 August 2018	401,13	360,29	483,98	61,11
12 August 2018	421,65	378,72	523,16	49,82
13 August 2018	389,95	350,25	529,91	-
14 August 2018	353,08	317,13	479,80	-
15 August 2018	370,87	333,11	386,58	117,40
16 August 2018	313,46	281,55	307,24	118,73
17 August 2018	337,03	302,72	342,18	115,81
18 August 2018	311,19	279,51	337,43	85,45
19 August 2018	226,35	203,30	233,10	74,48
20 August 2018	187,21	137,02	158,63	-
21 August 2018	196,11	143,53	166,17	-

Tanggal	Konsumsi KCI Merah			
	02A650	09A650	09B650	Curing PF-1
22 August 2018	389,78	285,28	330,28	-
23 August 2018	378,08	276,72	320,36	-
24 August 2018	348,75	255,25	295,50	-
25 August 2018	370,28	271,01	313,75	-
26 August 2018	359,28	262,95	304,43	-
27 August 2018	360,07	263,53	305,10	-
28 August 2018	267,49	195,78	226,66	-
29 August 2018	126,59	92,65	107,26	-
30 August 2018	208,73	152,77	176,87	-
31 August 2018	326,38	238,88	276,55	-
01 September 2018	347,82	356,01	325,09	
02 September 2018	351,27	359,54	328,32	
03 September 2018	340,77	348,80	318,51	
04 September 2018	330,97	338,77	309,35	
05 September 2018	337,58	345,53	315,53	
06 September 2018	332,82	340,66	311,07	
07 September 2018	348,45	356,66	325,68	
08 September 2018	334,22	342,09	312,38	
09 September 2018	341,97	350,02	319,62	
10 September 2018	327,04	334,74	305,67	
11 September 2018	307,63	314,87	287,53	
12 September 2018	222,30	227,54	207,78	
13 September 2018	329,77	337,54	308,22	
14 September 2018	347,45	355,63	324,75	
15 September 2018	1.040,58	1.065,09	972,59	
16 September 2018	240,44	246,11	224,73	
17 September 2018	244,64	250,40	228,66	
18 September 2018	239,79	245,44	224,13	
19 September 2018	271,51	277,90	253,77	
20 September 2018	476,90	329,06	186,70	
21 September 2018	470,99	324,99	184,39	
22 September 2018	453,80	313,12	177,66	
23 September 2018	448,94	309,77	175,76	
24 September 2018	452,65	312,33	177,21	
25 September 2018	302,58	208,78	118,46	
26 September 2018	259,61	179,13	101,63	
27 September 2018	326,82	225,51	127,95	
28 September 2018	342,47	236,31	134,08	
29 September 2018	985,94	680,30	385,99	
30 September 2018	696,10	480,31	272,52	

Tanggal	Konsumsi KCl Merah			
	02A650	09A650	09B650	Curing PF-1
01 October 2018	586,27	44,09	-	-
02 October 2018	906,66	68,18	-	-
03 October 2018	548,63	41,26	-	-
04 October 2018	561,26	42,21	-	-
05 October 2018	848,80	63,83	-	-
06 October 2018	589,37	44,32	-	-
07 October 2018	579,88	43,61	-	-
08 October 2018	606,31	45,60	-	-
09 October 2018	604,87	45,49	-	-
10 October 2018	281,04	21,14	-	-
11 October 2018	140,91	10,60	-	-
12 October 2018	157,45	11,84	-	-
13 October 2018	218,84	16,46	-	-
14 October 2018	203,30	15,29	-	-
15 October 2018	127,04	74,91	-	-
16 October 2018	209,57	123,58	-	-
17 October 2018	314,80	185,63	-	-
18 October 2018	313,22	184,70	-	-
19 October 2018	290,40	171,24	-	-
20 October 2018	318,88	188,03	-	-
21 October 2018	333,27	196,52	-	-
22 October 2018	336,98	194,87	-	-
23 October 2018	337,35	195,09	-	-
24 October 2018	362,26	209,49	-	-
25 October 2018	337,91	195,41	-	-
26 October 2018	343,70	198,76	-	-
27 October 2018	314,81	182,06	-	-
28 October 2018	288,13	166,63	-	-
29 October 2018	426,96	246,91	-	-
30 October 2018	379,75	219,61	-	-
31 October 2018	325,08	188,00	-	-
01 November 2018	101,33	720,00	220,21	
02 November 2018	248,66	463,49	190,94	
03 November 2018	276,70	515,75	212,47	
04 November 2018	280,59	523,00	215,46	
05 November 2018	297,34	554,23	228,32	
06 November 2018	284,57	530,44	218,52	
07 November 2018	279,54	521,06	214,65	
08 November 2018	288,56	537,87	221,58	
09 November 2018	287,86	536,56	221,04	

Tanggal	Konsumsi KCI Merah			
	02A650	09A650	09B650	Curing PF-1
10 November 2018	259,52	483,74	199,28	
11 November 2018	498,41	397,91	240,32	
12 November 2018	292,89	545,94	224,91	
13 November 2018	227,13	416,84	10,98	
14 November 2018	239,56	439,64	11,58	
15 November 2018	239,48	439,49	11,58	
16 November 2018	203,75	373,92	9,85	
17 November 2018	212,31	389,63	10,26	
18 November 2018	220,17	404,05	10,64	
19 November 2018	162,15	297,58	7,84	
20 November 2018	248,31	455,70	12,01	
21 November 2018	222,76	408,82	10,77	
22 November 2018	347,71	638,11	16,81	
23 November 2018	327,77	601,53	15,85	
24 November 2018	310,61	570,03	15,02	
25 November 2018	351,69	645,43	17,00	
26 November 2018	269,25	494,13	13,02	
27 November 2018	400,90	735,74	19,38	
28 November 2018	344,22	631,72	16,64	
29 November 2018	358,65	658,19	17,34	
30 November 2018	401,02	735,95	19,39	
01 December 2018	-	316,33	616,28	
02 December 2018	-	330,15	643,22	
03 December 2018	-	338,16	658,82	
04 December 2018	-	348,44	678,84	
05 December 2018	-	310,49	604,91	
06 December 2018	-	334,88	652,42	
07 December 2018	-	327,50	638,05	
08 December 2018	-	355,18	691,98	
09 December 2018	-	334,70	652,06	
10 December 2018	-	345,27	672,68	
11 December 2018	-	341,28	664,89	
12 December 2018	927,64	2.061,37	2.504,87	
13 December 2018	-	302,32	486,78	
14 December 2018	-	325,23	523,67	
15 December 2018	-	348,87	1.052,49	
16 December 2018	-	-	1.140,08	
17 December 2018	-	-	829,36	
18 December 2018	-	-	868,10	
19 December 2018	-	-	876,62	

Tanggal	Konsumsi KCI Merah			
	02A650	09A650	09B650	Curing PF-1
20 December 2018	-	-	341,14	
21 December 2018	-	-	545,80	
22 December 2018	-	-	321,53	
23 December 2018	-	-	333,74	
24 December 2018	-	-	887,40	
25 December 2018	1.556,82	-	-	
26 December 2018	947,71	588,58	-	
27 December 2018	416,37	1.019,37	-	
28 December 2018	869,25	748,83	-	
29 December 2018	646,11	892,16	-	
30 December 2018	1.129,79	-	456,45	
31 December 2018	905,59	247,61	412,66	

Sumber: *Port Performance Monitoring* 2018

4.B Consumption Rate Bahan Baku ZA, PR. Mesir dan Urea Pabrik 2A pada Bulan Desember 2017 – Bulan Desember 2018

Tanggal	Konsumsi ZA			PR Mesir	Urea
	02650	09A650	Curing PF-1	PF-1	09A650
01 January 2018	-	257,79	230,45	809,38	62,24
02 January 2018	-	192,82	172,37	913,21	54,57
03 January 2018	-	189,75	169,62	971,05	65,17
04 January 2018	-	261,53	233,80	777,81	94,03
05 January 2018	-	154,95	138,52	1.048,60	49,83
06 January 2018	-	232,32	207,68	911,09	55,72
07 January 2018	-	305,20	272,84	994,78	79,62
08 January 2018	-	333,24	297,90	584,47	61,35
09 January 2018	-	401,68	359,08	1.027,30	107,52
10 January 2018	-	364,20	518,97	635,64	112,27
11 January 2018	-	331,52	472,39	1.058,34	112,65
12 January 2018	-	309,13	440,49	1.073,18	72,74
13 January 2018	-	130,08	185,35	1.080,38	55,10
14 January 2018	-	143,38	204,31	1.092,67	65,39
15 January 2018	-	149,23	212,64	341,13	71,75
16 January 2018	-	160,38	228,54	712,98	55,32
17 January 2018	-	170,84	243,44	875,60	57,20
18 January 2018	-	158,00	225,14	975,18	58,87
19 January 2018	-	113,02	161,05	620,81	52,20
20 January 2018	218,01	274,42	358,72	834,81	63,11

Tanggal	Konsumsi ZA			PR Mesir	Urea
	02650	09A650	Curing PF-1	PF-1	09A650
21 January 2018	252,66	318,05	415,74	853,88	60,34
22 January 2018	210,48	264,94	346,33	854,62	54,19
23 January 2018	272,69	343,26	448,70	856,31	55,20
24 January 2018	295,80	372,35	486,73	834,97	66,27
25 January 2018	281,67	354,57	463,48	1.159,07	58,11
26 January 2018	275,85	347,24	453,90	997,76	67,33
27 January 2018	238,19	299,83	391,94	848,46	65,34
28 January 2018	260,33	327,69	428,35	836,95	83,96
29 January 2018	291,12	366,46	479,02	1.030,42	76,76
30 January 2018	281,99	354,96	464,00	1.104,64	75,60
31 January 2018	226,04	284,54	371,94	1.077,55	86,34
01 February 2018	53,84	96,21	257,45	960,68	85,22
02 February 2018	56,89	101,65	272,01	893,76	80,70
03 February 2018	53,99	96,47	258,15	1.049,83	89,96
04 February 2018	62,01	110,79	296,48	945,41	71,44
05 February 2018	51,94	92,80	248,33	1.006,83	93,08
06 February 2018	52,62	94,02	251,60	1.062,97	95,53
07 February 2018	46,23	82,60	221,05	1.068,92	53,93
08 February 2018	42,19	75,38	201,73	1.059,93	58,01
09 February 2018	45,35	81,03	216,83	790,12	75,57
10 February 2018	56,69	101,30	271,08	1.090,36	91,86
11 February 2018	58,21	104,00	278,31	1.087,33	81,82
12 February 2018	41,61	74,35	198,96	830,54	80,03
13 February 2018	31,00	55,40	148,24	924,52	55,54
14 February 2018	32,03	57,23	153,16	943,27	53,92
15 February 2018	53,39	95,40	255,30	909,93	77,52
16 February 2018	47,03	84,04	224,88	953,30	59,90
17 February 2018	265,75	213,18	395,03	780,64	83,32
18 February 2018	323,52	131,54	608,92	885,28	90,80
19 February 2018	434,33	79,90	424,15	908,82	85,22
20 February 2018	306,37	245,77	455,42	560,99	87,95
21 February 2018	353,15	283,30	524,96	902,02	87,11
22 February 2018	414,39	332,43	615,99	1.008,76	97,43
23 February 2018	409,76	328,71	609,11	803,66	91,35
24 February 2018	469,51	376,64	697,92	957,69	98,27
25 February 2018	396,49	318,07	589,38	623,57	96,37
26 February 2018	401,69	322,24	597,11	637,27	101,38
27 February 2018	402,81	323,14	598,78	858,07	66,37
28 February 2018	174,17	408,25	480,39	902,54	70,17

Tanggal	Konsumsi ZA			PR Mesir	Urea
	02650	09A650	Curing PF-1	PF-1	09A650
01 March 2018	-	45,23	421,48	191,23	38,06
02 March 2018	-	32,78	305,49	553,32	35,87
03 March 2018	-	41,74	388,94	584,58	43,71
04 March 2018	-	29,82	277,90	547,84	41,83
05 March 2018	-	31,60	294,49	296,09	42,45
06 March 2018	-	38,20	355,95	679,26	39,84
07 March 2018	-	33,07	308,22	647,10	38,49
08 March 2018	-	38,54	359,19	319,04	40,47
09 March 2018	-	24,15	225,03	363,64	34,50
10 March 2018	-	24,09	224,51	238,34	33,46
11 March 2018	-	31,17	290,48	594,19	49,87
12 March 2018	-	30,44	283,65	503,37	98,51
13 March 2018	-	8,17	76,10	516,91	17,56
14 March 2018	-	9,44	87,96	377,95	21,32
15 March 2018	238,70	134,86	395,18	1.241,01	55,82
16 March 2018	295,20	166,77	488,71	1.431,94	60,48
17 March 2018	289,51	163,56	479,28	991,80	57,05
18 March 2018	290,25	163,97	480,51	1.385,84	57,94
19 March 2018	247,27	139,70	409,37	1.257,52	64,36
20 March 2018	237,58	134,22	393,32	1.210,53	66,39
21 March 2018	221,11	124,92	366,06	1.226,74	54,12
22 March 2018	161,20	71,61	286,33	1.338,26	36,40
23 March 2018	192,14	-	426,64	990,76	36,73
24 March 2018	169,36	95,68	280,39	1.319,82	38,08
25 March 2018	258,72	146,16	428,32	1.214,40	42,47
26 March 2018	206,38	116,59	341,67	1.133,06	45,57
27 March 2018	261,35	147,65	432,67	1.214,84	65,92
28 March 2018	206,38	116,59	341,66	309,88	48,72
29 March 2018	230,38	130,15	381,40	495,01	68,42
30 March 2018	198,37	112,07	328,42	1.078,94	68,27
31 March 2018	259,84	274,80	302,16	1.237,15	269,10
01 April 2018	78,63	16,44	315,68	763,77	66,64
02 April 2018	46,73	9,77	187,58	540,25	51,25
03 April 2018	41,64	8,71	167,15	400,50	57,13
04 April 2018	24,21	5,06	97,20	748,41	43,96
05 April 2018	29,85	6,24	119,85	149,68	25,09
06 April 2018	66,00	13,80	264,96	742,46	31,92
07 April 2018	60,40	12,63	242,47	865,86	47,43
08 April 2018	53,51	11,19	214,81	669,64	51,87

Tanggal	Konsumsi ZA			PR Mesir	Urea
	02650	09A650	Curing PF-1	PF-1	09A650
09 April 2018	46,69	9,76	187,42	887,54	62,68
10 April 2018	67,37	14,09	270,47	925,92	64,06
11 April 2018	71,20	14,89	285,84	844,75	48,86
12 April 2018	68,44	14,31	274,75	685,47	58,63
13 April 2018	60,31	12,61	242,12	331,99	63,38
14 April 2018	93,33	19,51	374,67	927,84	96,52
15 April 2018	91,12	19,05	365,80	890,42	93,82
16 April 2018	102,02	21,33	409,56	894,45	93,24
17 April 2018	96,00	20,07	385,40	825,27	89,34
18 April 2018	27,18	5,68	109,12	321,43	49,00
19 April 2018	11,81	2,47	47,41	375,17	11,07
20 April 2018	85,84	17,95	344,62	990,21	76,09
21 April 2018	95,88	20,05	384,93	1.072,30	84,32
22 April 2018	114,04	23,84	457,83	1.182,16	92,83
23 April 2018	113,63	23,76	456,18	1.059,30	91,46
24 April 2018	2.127,49	-	629,61	1.124,32	69,91
25 April 2018	1.678,05	-	496,61	1.203,43	82,75
26 April 2018	537,59	319,63	253,69	1.221,17	64,01
27 April 2018	346,80	288,69	188,07	1.216,43	66,64
28 April 2018	735,07	119,23	252,82	1.357,31	73,12
29 April 2018	693,93	112,55	238,67	944,16	80,11
30 April 2018	663,30	107,58	228,14	1.071,22	78,86
01 May 2018	-	24,33	180,36	776,06	98,14
02 May 2018	-	15,61	115,72	670,43	58,70
03 May 2018	-	24,14	179,02	681,61	9,00
04 May 2018	-	36,00	266,94	663,96	2,00
05 May 2018	-	37,29	276,52	690,40	-
06 May 2018	-	42,56	315,55	707,60	-
07 May 2018	-	15,30	113,43	670,01	-
08 May 2018	-	31,79	235,72	467,38	-
09 May 2018	-	45,63	338,34	629,84	-
10 May 2018	-	37,62	278,91	469,59	-
11 May 2018	-	44,53	330,17	612,93	-
12 May 2018	-	38,66	286,64	674,22	-
13 May 2018	-	43,24	320,63	696,38	-
14 May 2018	-	43,72	324,19	433,04	-
15 May 2018	-	40,08	297,17	273,31	-
16 May 2018	-	48,81	361,91	-	-
17 May 2018	-	52,11	386,36	681,61	-

Tanggal	Konsumsi ZA			PR Mesir	Urea
	02650	09A650	Curing PF-1	PF-1	09A650
18 May 2018	-	56,29	417,34	610,79	-
19 May 2018	-	185,58	106,57	1.282,82	-
20 May 2018	-	245,86	141,19	1.185,33	-
21 May 2018	-	344,51	197,83	1.107,75	-
22 May 2018	849,12	486,38	891,49	1.263,95	-
23 May 2018	448,29	256,78	470,66	1.179,99	8,51
24 May 2018	577,84	330,98	606,67	1.227,11	33,12
25 May 2018	517,66	296,52	543,49	1.267,85	76,63
26 May 2018	495,65	283,91	520,38	1.003,61	53,91
27 May 2018	582,47	333,64	611,53	1.289,98	71,37
28 May 2018	487,51	279,25	511,84	1.155,13	141,69
29 May 2018	653,94	374,58	686,57	1.134,82	148,97
30 May 2018	409,43	234,52	429,86	1.157,21	136,28
31 May 2018	677,99	388,36	711,83	1.356,37	141,99
01 June 2018	-	18,55	107,64	1.920,52	62,64
02 June 2018	-	-	157,79	1.423,47	62,72
03 June 2018	-	55,37	90,94	1.615,32	71,33
04 June 2018	217,87	7,47	621,22	1.602,45	74,00
05 June 2018	146,47	62,38	299,89	1.567,22	50,17
06 June 2018	96,91	57,68	221,99	1.466,54	27,35
07 June 2018	132,11	78,63	302,61	1.839,04	30,37
08 June 2018	176,77	105,21	404,90	587,90	40,51
09 June 2018	238,20	141,77	545,61	589,37	71,90
10 June 2018	233,01	138,68	533,71	730,67	80,17
11 June 2018	213,00	126,77	487,87	180,40	68,82
12 June 2018	201,97	120,21	462,63	27,53	69,78
13 June 2018	268,64	159,88	615,32	636,95	75,06
14 June 2018	277,85	35,91	567,11	-	79,78
15 June 2018	240,96	0,00	705,68	745,31	83,99
16 June 2018	236,90	141,00	542,64	742,82	85,53
17 June 2018	269,39	73,32	704,06	720,05	85,29
18 June 2018	401,72	(0,00)	576,85	712,36	81,15
19 June 2018	228,85	136,20	524,19	765,81	81,15
20 June 2018	239,96	142,81	549,63	558,98	82,46
21 June 2018	232,55	138,40	532,66	675,98	61,57
22 June 2018	259,29	154,32	593,91	744,28	90,32
23 June 2018	222,02	132,14	508,55	731,62	87,81
24 June 2018	213,52	127,08	489,08	530,36	80,58
25 June 2018	213,19	126,88	488,32	726,49	81,79

Tanggal	Konsumsi ZA			PR Mesir	Urea
	02650	09A650	Curing PF-1	PF-1	09A650
26 June 2018	211,55	125,90	484,55	707,90	71,67
27 June 2018	67,98	689,13	51,46	800,22	86,83
28 June 2018	146,92	87,44	336,53	710,90	74,01
29 June 2018	47,72	28,40	109,30	634,46	50,67
30 June 2018	78,79	38,95	188,41	617,70	42,87
01 July 2018	-	12,14	234,90	842,70	48,76
02 July 2018	-	-	294,93	1.052,49	53,57
03 July 2018	-	-	357,60	1.077,98	53,91
04 July 2018	-	-	293,44	1.023,60	47,71
05 July 2018	-	-	302,71	1.044,75	50,92
06 July 2018	-	-	274,19	98,04	54,60
07 July 2018	-	-	353,15	536,62	49,59
08 July 2018	-	-	274,96	946,31	59,42
09 July 2018	-	85,07	163,07	205,67	29,10
10 July 2018	-	99,43	190,60	660,97	37,75
11 July 2018	-	120,17	230,36	1.085,62	37,37
12 July 2018	-	136,78	262,19	1.079,01	42,02
13 July 2018	-	162,13	310,80	1.045,70	47,43
14 July 2018	-	180,85	346,68	1.034,48	53,12
15 July 2018	-	185,31	355,23	1.064,06	64,49
16 July 2018	-	181,16	347,27	905,93	74,18
17 July 2018	-	292,22	268,46	1.019,17	58,57
18 July 2018	-	163,25	312,94	1.001,83	130,13
19 July 2018	-	167,21	320,54	599,16	118,43
20 July 2018	259,29	130,84	426,91	958,27	124,30
21 July 2018	377,39	190,44	621,37	976,22	126,32
22 July 2018	385,03	194,29	633,95	981,63	117,27
23 July 2018	325,77	164,39	536,37	938,58	104,65
24 July 2018	364,32	183,84	599,86	679,25	127,99
25 July 2018	327,49	165,26	539,21	730,36	122,64
26 July 2018	293,88	148,30	483,87	801,87	104,70
27 July 2018	408,06	205,92	671,87	1.004,79	127,42
28 July 2018	414,09	208,96	681,80	1.084,67	119,32
29 July 2018	412,06	207,93	678,45	956,02	123,84
30 July 2018	442,72	223,40	728,94	931,03	121,05
31 July 2018	397,18	200,42	653,96	907,97	114,51
01 August 2018	198,40	-	287,89	398,24	95,87
02 August 2018	193,33	-	280,54	518,58	102,93
03 August 2018	171,27	-	248,52	481,82	83,93

Tanggal	Konsumsi ZA			PR Mesir	Urea
	02650	09A650	Curing PF-1	PF-1	09A650
04 August 2018	209,82	-	304,46	440,99	110,83
05 August 2018	223,02	-	323,60	410,25	113,85
06 August 2018	225,69	-	327,48	397,52	115,56
07 August 2018	130,56	-	189,45	367,54	50,74
08 August 2018	99,38	-	144,21	418,51	52,00
09 August 2018	34,13	-	49,52	372,87	47,00
10 August 2018	76,75	-	111,36	317,05	54,41
11 August 2018	134,49	-	195,16	506,04	61,21
12 August 2018	143,15	-	207,71	488,65	76,28
13 August 2018	128,00	-	185,73	428,98	74,90
14 August 2018	99,41	-	144,25	323,78	82,07
15 August 2018	108,45	-	157,36	1.843,10	80,48
16 August 2018	315,16	210,16	309,34	1.150,91	76,54
17 August 2018	367,33	244,95	360,55	2.593,51	99,62
18 August 2018	391,31	219,48	425,55	2.183,12	80,64
19 August 2018	292,58	195,11	287,18	1.820,49	62,39
20 August 2018	134,72	89,84	132,23	1.613,88	48,79
21 August 2018	158,17	105,47	155,25	-	54,59
22 August 2018	514,76	343,27	505,26	-	79,49
23 August 2018	235,88	157,30	231,53	-	75,67
24 August 2018	232,61	207,32	383,44	-	74,55
25 August 2018	-	238,00	707,21	-	76,60
26 August 2018	-	529,75	311,95	-	81,11
27 August 2018	-	162,29	482,24	-	92,95
28 August 2018	-	299,26	176,22	-	72,91
29 August 2018	336,08	74,09	82,65	-	36,25
30 August 2018	456,62	87,51	106,22	-	51,21
31 August 2018	1.309,19	-	-	-	70,10
01 September 2018	-	28,09	83,87	273,95	107,77
02 September 2018	-	37,22	111,13	290,45	107,08
03 September 2018	-	28,29	84,47	29,97	92,67
04 September 2018	-	25,38	75,78	182,11	92,98
05 September 2018	-	40,18	119,98	145,24	89,87
06 September 2018	-	39,51	117,96	123,44	93,37
07 September 2018	-	48,44	144,64	294,53	86,49
08 September 2018	-	48,80	145,70	280,96	98,09
09 September 2018	-	37,04	110,61	264,23	96,81
10 September 2018	-	37,98	113,41	220,76	90,84
11 September 2018	-	39,53	118,03	-	86,06

Tanggal	Konsumsi ZA			PR Mesir	Urea
	02650	09A650	Curing PF-1	PF-1	09A650
12 September 2018	-	25,04	74,77	-	49,63
13 September 2018	620,44	483,87	738,89	-	81,19
14 September 2018	1.276,66	809,51	997,49	-	91,23
15 September 2018	308,86	240,87	367,82	-	56,61
16 September 2018	319,15	248,90	380,08	139,56	61,12
17 September 2018	272,49	51,94	485,08	1.443,67	52,68
18 September 2018	253,91	(7,60)	508,01	1.482,91	35,34
19 September 2018	330,03	84,10	566,32	1.469,78	56,18
20 September 2018	258,25	201,40	307,55	1.323,36	52,64
21 September 2018	245,74	191,65	292,65	1.236,88	43,43
22 September 2018	235,71	183,83	280,71	1.279,43	26,13
23 September 2018	205,81	160,51	245,10	1.477,93	19,29
24 September 2018	254,24	198,28	302,78	1.225,69	41,56
25 September 2018	133,13	103,83	158,54	1.234,53	18,70
26 September 2018	159,66	124,52	190,14	1.274,18	7,47
27 September 2018	118,17	370,15	159,82	1.310,92	14,31
28 September 2018	98,34	354,68	136,20	216,88	26,67
29 September 2018	179,79	140,21	214,11	1.458,73	35,88
30 September 2018	150,03	286,64	123,91	892,70	23,01
01 October 2018	99,28	182,19	88,61	633,36	35,77
02 October 2018	102,10	187,37	91,13	521,28	90,24
03 October 2018	65,93	120,99	58,85	585,05	63,94
04 October 2018	72,67	133,37	64,87	398,20	55,40
05 October 2018	130,02	238,61	116,05	462,84	48,77
06 October 2018	85,80	157,46	76,59	529,75	54,88
07 October 2018	53,23	97,69	47,51	477,57	57,17
08 October 2018	95,44	175,16	85,19	387,33	56,16
09 October 2018	72,83	133,66	65,01	488,62	60,18
10 October 2018	46,07	84,54	41,12	514,28	50,34
11 October 2018	19,85	36,43	17,72	532,45	68,22
12 October 2018	21,47	39,41	19,17	472,54	53,58
13 October 2018	24,34	44,66	21,72	581,92	60,44
14 October 2018	22,82	41,88	20,37	483,71	57,41
15 October 2018	14,65	26,89	13,08	662,46	47,58
16 October 2018	16,26	29,83	14,51	138,54	51,57
17 October 2018	344,07	126,70	240,26	-	60,05
18 October 2018	357,06	131,49	249,33	234,70	61,70
19 October 2018	362,16	133,36	252,89	1.123,19	57,64
20 October 2018	487,12	62,17	280,33	1.526,39	63,36

Tanggal	Konsumsi ZA			PR Mesir	Urea
	02650	09A650	Curing PF-1	PF-1	09A650
21 October 2018	585,53	-	298,82	1.374,89	62,45
22 October 2018	570,68	-	291,25	1.337,37	61,70
23 October 2018	319,79	-	349,61	1.211,03	52,37
24 October 2018	522,48	-	266,65	1.421,69	58,04
25 October 2018	506,46	-	258,47	1.467,23	62,96
26 October 2018	511,85	-	261,22	1.509,39	62,33
27 October 2018	293,40	-	312,92	1.403,99	51,34
28 October 2018	377,03	307,07	182,70	1.236,74	63,48
29 October 2018	-	411,56	351,53	1.063,60	58,58
30 October 2018	-	369,84	75,30	1.083,28	26,31
31 October 2018	-	372,62	-	246,58	24,02
01 November 2018	-	275,42	111,52	278,10	36,39
02 November 2018	-	177,08	71,70	278,59	34,20
03 November 2018	-	282,05	114,21	347,26	34,76
04 November 2018	-	299,89	121,43	393,34	35,09
05 November 2018	-	407,10	164,84	337,31	34,27
06 November 2018	-	432,13	174,97	376,39	37,95
07 November 2018	-	335,88	136,00	393,49	36,31
08 November 2018	-	330,69	133,90	384,42	38,68
09 November 2018	100,30	396,51	201,16	309,51	33,86
10 November 2018	-	284,88	342,07	361,86	25,02
11 November 2018	-	351,10	370,61	381,51	30,18
12 November 2018	-	481,47	194,95	386,71	29,11
13 November 2018	147,93	261,15	165,64	308,55	38,68
14 November 2018	543,24	-	100,34	416,94	41,95
15 November 2018	165,01	291,29	184,76	399,24	37,78
16 November 2018	268,47	99,08	191,57	2.091,28	45,96
17 November 2018	440,96	-	178,55	1.868,85	45,96
18 November 2018	460,82	83,29	79,34	2.110,68	39,91
19 November 2018	586,13	-	-	2.070,03	37,54
20 November 2018	259,20	457,56	290,22	2.075,55	66,79
21 November 2018	115,53	65,62	19,91	2.071,06	60,12
22 November 2018	216,47	122,96	37,30	1.832,09	70,62
23 November 2018	311,31	176,83	53,64	1.507,34	75,61
24 November 2018	263,82	149,85	45,46	-	79,23
25 November 2018	314,77	178,79	54,23	-	76,90
26 November 2018	235,55	133,79	40,58	-	50,40
27 November 2018	369,44	209,84	63,65	-	70,49
28 November 2018	308,15	175,03	53,09	-	53,44

Tanggal	Konsumsi ZA			PR Mesir	Urea
	02650	09A650	Curing PF-1	PF-1	09A650
29 November 2018	264,15	150,04	45,51	-	54,60
30 November 2018	604,72	343,48	104,19	-	61,84
01 December 2018	144,30	139,75	321,93	-	99,73
02 December 2018	131,44	127,29	293,22	-	106,95
03 December 2018	170,97	165,57	381,41	-	114,25
04 December 2018	129,38	125,29	288,63	-	122,24
05 December 2018	94,54	91,55	210,90	-	95,42
06 December 2018	157,86	152,88	352,18	-	116,65
07 December 2018	146,17	141,55	326,08	-	105,20
08 December 2018	120,57	116,76	268,97	-	116,58
09 December 2018	118,81	115,06	265,05	-	123,90
10 December 2018	409,81	-	1.372,38	-	120,58
11 December 2018	425,75	-	1.425,77	-	113,32
12 December 2018	864,14	-	1.093,82	-	113,32
13 December 2018	126,65	-	424,14	-	107,60
14 December 2018	334,90	-	228,37	-	116,58
15 December 2018	444,09	302,19	576,15	-	112,46
16 December 2018	143,53	227,60	253,07	-	105,94
17 December 2018	118,49	187,88	208,91	-	81,76
18 December 2018	114,75	181,96	202,32	-	76,10
19 December 2018	116,39	184,56	205,21	-	79,43
20 December 2018	46,44	73,64	81,88	-	23,99
21 December 2018	53,89	602,59	447,65	-	99,54
22 December 2018	67,90	624,79	472,34	-	99,54
23 December 2018	144,68	487,99	431,41	-	113,38
24 December 2018	247,76	692,87	136,84	-	84,04
25 December 2018	217,24	727,48	-	-	51,43
26 December 2018	341,49	1.143,57	-	-	38,38
27 December 2018	257,97	863,90	-	-	37,58
28 December 2018	300,98	603,07	404,85	-	34,38
29 December 2018	46,61	744,36	539,35	-	35,98
30 December 2018	315,25	499,88	555,82	-	88,16
31 December 2018	358,30	568,15	631,74	611,99	95,48

Sumber: *Port Performance Monitoring 2018*

4.C Consumption Rate Bahan Baku KCI Merah, KCI Putih, dan DAP Pabrik 2B pada Bulan Desember 2017 – Bulan Desember 2018

Tanggal	KCI Merah		KCI Putih	DAP
	02A650	09A650	09B650	Curing PF-1
01 January 2018	472,48	480,00	49,85	682,39
02 January 2018	509,58	493,00	52,26	624,38
03 January 2018	560,17	517,00	49,48	708,27
04 January 2018	530,78	469,00	49,35	657,74
05 January 2018	513,85	496,00	51,08	628,68
06 January 2018	513,89	459,00	51,20	631,08
07 January 2018	509,75	498,00	52,73	626,51
08 January 2018	419,55	444,00	43,11	505,94
09 January 2018	250,17	189,00	42,90	318,25
10 January 2018	225,55	-	27,29	280,57
11 January 2018	207,09	-	47,51	274,82
12 January 2018	269,60	-	45,82	396,96
13 January 2018	492,45	275,00	40,55	610,49
14 January 2018	512,82	201,12	51,40	710,57
15 January 2018	472,14	246,91	50,05	584,54
16 January 2018	465,03	806,13	51,40	557,61
17 January 2018	477,23	735,82	48,36	600,29
18 January 2018	392,53	791,41	47,94	595,05
19 January 2018	488,56	650,79	46,60	623,54
20 January 2018	527,99	788,14	48,03	708,64
21 January 2018	477,16	663,87	44,85	660,54
22 January 2018	495,35	637,71	25,69	619,04
23 January 2018	429,19	742,36	44,00	626,56
24 January 2018	394,56	-	50,99	501,00
25 January 2018	422,17	170,06	49,41	547,48
26 January 2018	425,65	636,07	49,27	542,86
27 January 2018	409,22	631,17	50,79	610,80
28 January 2018	375,67	444,76	49,68	497,93
29 January 2018	450,08	513,44	50,03	638,43
30 January 2018	478,24	788,14	50,99	634,78
31 January 2018	530,51	801,22	52,22	666,72
01 February 2018	491,68	566,31	54,16	570,56
02 February 2018	368,95	88,09	45,57	409,07
03 February 2018	502,67	475,70	44,31	545,71
04 February 2018	495,00	542,40	44,01	562,84
05 February 2018	362,16	558,76	45,15	435,70
06 February 2018	228,26	612,88	45,49	312,77

Tanggal	KCI Merah		KCI Putih	DAP
	02A650	09A650	09B650	Curing PF-1
07 February 2018	310,32	615,40	45,83	357,42
08 February 2018	262,53	522,27	36,17	336,00
09 February 2018	297,96	504,65	32,91	383,66
10 February 2018	335,70	553,73	32,35	452,27
11 February 2018	387,91	606,59	33,74	445,00
12 February 2018	289,01	606,59	33,01	386,00
13 February 2018	135,79	514,72	33,32	189,16
14 February 2018	119,30	538,63	33,10	151,72
15 February 2018	194,42	553,73	31,76	203,83
16 February 2018	195,36	576,38	32,63	226,00
17 February 2018	197,13	591,48	32,99	213,36
18 February 2018	179,09	651,89	33,60	228,88
19 February 2018	204,36	641,82	15,34	236,03
20 February 2018	191,17	508,42	9,55	201,73
21 February 2018	194,29	616,65	31,22	279,54
22 February 2018	147,67	554,99	32,49	238,62
23 February 2018	187,21	304,55	32,17	210,78
24 February 2018	136,86	601,55	34,14	173,02
25 February 2018	124,61	615,40	34,14	167,06
26 February 2018	122,79	591,48	34,55	167,93
27 February 2018	128,98	957,70	34,37	165,84
28 February 2018	125,85	861,02	34,29	162,79
01 March 2018	-		-	-
02 March 2018	238,63	498,00	33,78	262,24
03 March 2018	382,83	498,00	33,90	456,15
04 March 2018	370,13	468,00	35,15	477,43
05 March 2018	381,47	467,00	33,92	500,18
06 March 2018	433,31	400,00	35,70	547,75
07 March 2018	415,64	36,00	34,63	586,82
08 March 2018	466,73	-	34,65	595,21
09 March 2018	461,23	-	35,42	639,81
10 March 2018	338,52	-	34,78	420,06
11 March 2018	433,87	271,00	35,87	595,61
12 March 2018	472,17	358,00	45,86	599,45
13 March 2018	480,62	415,00	43,44	647,10
14 March 2018	397,82	208,00	38,29	506,82
15 March 2018	344,42	796,83	39,96	482,71
16 March 2018	446,57	748,63	38,34	600,09
17 March 2018	351,45	599,51	43,02	505,24
18 March 2018	446,28	739,59	43,21	645,20

Tanggal	KCI Merah		KCI Putih	DAP
	02A650	09A650	09B650	Curing PF-1
19 March 2018	462,90	781,77	43,58	611,05
20 March 2018	380,45	802,85	42,60	506,80
21 March 2018	307,60	765,20	39,22	426,47
22 March 2018	300,28	775,74	35,84	434,91
23 March 2018	323,23	721,52	34,84	427,43
24 March 2018	334,39	760,68	43,23	434,42
25 March 2018	350,20	701,93	40,47	511,83
26 March 2018	383,37	551,30	41,23	634,25
27 March 2018	339,96	742,60	42,59	531,86
28 March 2018	382,68	801,35	40,34	576,40
29 March 2018	218,45	775,74	36,96	228,73
30 March 2018	133,85	783,27	36,73	152,89
31 March 2018	220,38	698,92	37,51	309,93
01 April 2018	197,86	726,48	35,57	288,23
02 April 2018	91,90	495,00	29,01	111,34
03 April 2018	40,99	441,00	33,04	37,17
04 April 2018	-	503,00	35,81	-
05 April 2018	-	345,00	40,57	-
06 April 2018	-	-	42,44	-
07 April 2018	-	-	45,13	-
08 April 2018	-	203,00	46,40	-
09 April 2018	-	453,00	54,56	-
10 April 2018	-	480,00	25,66	-
11 April 2018	-	500,00	16,33	-
12 April 2018	-	471,00	16,00	-
13 April 2018	-	511,00	16,22	-
14 April 2018	-	525,00	16,57	-
15 April 2018	-	570,00	16,14	-
16 April 2018	-	488,00	16,01	-
17 April 2018	-	572,00	16,02	-
18 April 2018	-	476,00	14,05	-
19 April 2018	-	85,00	10,89	-
20 April 2018	-	127,00	11,07	-
21 April 2018	-	457,00	15,92	-
22 April 2018	-	506,00	15,69	-
23 April 2018	-	540,00	15,53	-
24 April 2018	-	545,00	16,02	-
25 April 2018	-	552,00	13,66	-
26 April 2018	-	555,00	12,92	-
27 April 2018	-	421,00	14,39	-

Tanggal	KCI Merah		KCI Putih	DAP
	02A650	09A650	09B650	Curing PF-1
28 April 2018	-	329,00	14,77	-
29 April 2018	-	338,00	16,48	-
30 April 2018	-	358,00	28,44	-
01 May 2018	-	363,00	37,04	-
02 May 2018	-	360,00	37,59	-
03 May 2018	-	199,00	30,15	-
04 May 2018	-	425,00	21,96	-
05 May 2018	-	454,00	19,60	-
06 May 2018	-	422,00	23,92	-
07 May 2018	-	482,00	23,52	-
08 May 2018	-	389,00	29,10	-
09 May 2018	-	512,00	34,20	-
10 May 2018	-	455,00	32,20	-
11 May 2018	-	544,00	32,41	-
12 May 2018	-	443,00	35,13	-
13 May 2018	-	482,00	35,78	-
14 May 2018	-	534,00	33,61	-
15 May 2018	-	344,00	35,60	-
16 May 2018	-	200,00	38,11	-
17 May 2018	-	526,00	39,93	-
18 May 2018	-	524,00	39,76	-
19 May 2018	-	521,00	39,26	-
20 May 2018	-	530,00	40,08	-
21 May 2018	-	433,00	38,68	-
22 May 2018	-	438,00	38,53	-
23 May 2018	-	129,00	39,18	-
24 May 2018	-	472,00	38,62	-
25 May 2018	-	528,00	37,30	-
26 May 2018	-	563,00	36,83	-
27 May 2018	-	478,00	36,45	-
28 May 2018	-	529,00	36,22	-
29 May 2018	-	506,00	34,33	-
30 May 2018	-	376,00	34,42	-
31 May 2018	-	440,00	34,15	-
01 June 2018	-	371,00	33,73	-
02 June 2018	-	569,00	34,55	-
03 June 2018	-	558,00	34,15	-
04 June 2018	-	491,00	33,89	-
05 June 2018	-	502,00	31,81	-
06 June 2018	-	-	32,97	-

Tanggal	KCI Merah		KCI Putih	DAP
	02A650	09A650	09B650	Curing PF-1
07 June 2018	-	-	31,15	-
08 June 2018	-	233,00	32,35	-
09 June 2018	-	520,00	35,95	-
10 June 2018	-	500,00	36,65	-
11 June 2018	-	579,00	33,55	-
12 June 2018	-	517,00	29,80	-
13 June 2018	-	555,00	36,71	-
14 June 2018	-	516,00	35,36	-
15 June 2018	-	-	35,58	-
16 June 2018	-	609,00	35,46	-
17 June 2018	-	605,00	34,95	-
18 June 2018	-	543,00	31,79	-
19 June 2018	-	555,00	34,58	-
20 June 2018	-	492,00	36,98	-
21 June 2018	-	535,00	35,91	-
22 June 2018	-	510,00	34,80	-
23 June 2018	-	303,00	34,27	-
24 June 2018	-	530,00	37,02	-
25 June 2018	-	483,00	35,56	-
26 June 2018	-	554,00	31,97	-
27 June 2018	-	541,00	22,61	-
28 June 2018	-	452,00	26,78	-
29 June 2018	314,25	482,00	26,82	334,39
30 June 2018	374,78	497,00	38,91	539,96
01 July 2018	383,20	452,00	37,74	509,27
02 July 2018	499,01	419,80	36,47	645,39
03 July 2018	364,29	-	37,10	573,11
04 July 2018	350,84	-	38,33	379,98
05 July 2018	427,58	-	38,03	451,24
06 July 2018	330,43	440,79	40,08	418,09
07 July 2018	362,47	539,74	39,37	458,24
08 July 2018	424,61	568,73	37,21	588,35
09 July 2018	546,06	423,80	35,68	613,40
10 July 2018	455,42	586,72	36,02	624,81
11 July 2018	383,05	504,76	35,69	543,40
12 July 2018	197,15	499,76	35,75	310,31
13 July 2018	466,91	569,73	35,93	570,09
14 July 2018	443,83	512,75	35,18	513,14
15 July 2018	511,74	545,74	35,18	686,41
16 July 2018	241,88	533,74	36,13	393,25

Tanggal	KCI Merah		KCI Putih	DAP
	02A650	09A650	09B650	Curing PF-1
17 July 2018	188,67	513,75	36,83	251,59
18 July 2018	210,66	472,77	32,42	325,29
19 July 2018	251,48	443,79	34,18	319,04
20 July 2018	117,04	371,82	32,84	118,10
21 July 2018	228,21	574,72	33,36	305,02
22 July 2018	364,68	564,73	32,60	375,18
23 July 2018	341,20	545,74	34,55	464,28
24 July 2018	460,54	543,74	31,69	665,10
25 July 2018	371,07	527,75	35,41	448,76
26 July 2018	288,34	540,74	34,22	403,63
27 July 2018	166,59	463,78	33,11	268,11
28 July 2018	90,72	454,78	39,78	117,40
29 July 2018	113,55	502,76	50,82	164,20
30 July 2018	480,91	482,77	52,12	647,11
31 July 2018	364,53	483,77	50,16	524,19
01 August 2018	447,72	509,75	17,03	604,90
02 August 2018	210,37	461,00	21,57	285,47
03 August 2018	91,35	486,00	47,48	151,06
04 August 2018	112,54	557,00	45,26	120,64
05 August 2018	99,31	272,00	44,92	131,99
06 August 2018	108,01	554,00	46,21	123,50
07 August 2018	107,02	615,00	47,70	134,66
08 August 2018	100,50	268,00	49,07	146,67
09 August 2018	195,45	522,00	50,46	272,48
10 August 2018	452,47	549,00	50,68	558,69
11 August 2018	465,00	484,00	52,36	560,23
12 August 2018	436,28	455,00	51,44	608,14
13 August 2018	385,05	480,00	53,05	508,02
14 August 2018	412,11	405,00	52,91	570,34
15 August 2018	478,37	-	54,91	606,65
16 August 2018	323,03	-	44,10	427,77
17 August 2018	353,44	-	15,85	460,11
18 August 2018	414,80	215,00	25,35	512,94
19 August 2018	430,81	447,00	43,87	600,34
20 August 2018	460,72	424,00	53,73	585,08
21 August 2018	288,23	439,00	53,42	384,95
22 August 2018	356,54	377,00	60,13	437,35
23 August 2018	403,26	436,00	58,53	518,77
24 August 2018	246,35	411,00	63,02	291,75
25 August 2018	306,83	371,00	62,24	414,12

Tanggal	KCI Merah		KCI Putih	DAP
	02A650	09A650	09B650	Curing PF-1
26 August 2018	404,98	379,00	57,86	510,47
27 August 2018	403,81	384,00	58,38	520,92
28 August 2018	146,81	397,00	60,52	219,16
29 August 2018	238,94	288,00	46,63	317,46
30 August 2018	237,35	151,00	56,06	326,92
31 August 2018	158,56	157,00	54,04	208,31
01 September 2018	237,57	381,00	65,22	297,63
02 September 2018	370,42	433,00	63,30	489,84
03 September 2018	415,98	376,00	62,97	575,30
04 September 2018	457,48	416,00	65,12	631,75
05 September 2018	429,50	404,00	60,21	565,40
06 September 2018	426,76	398,00	59,35	549,00
07 September 2018	424,05	338,00	61,22	536,94
08 September 2018	406,29	260,00	60,43	523,85
09 September 2018	400,15	384,00	58,25	499,93
10 September 2018	385,18	333,00	63,67	539,42
11 September 2018	381,47	335,00	61,33	475,58
12 September 2018	372,45	325,00	63,69	484,98
13 September 2018	363,51	344,00	65,53	481,76
14 September 2018	341,27	349,00	63,78	482,15
15 September 2018	368,24	341,00	59,58	456,18
16 September 2018	356,66	263,00	52,09	481,75
17 September 2018	374,10	306,00	54,44	481,51
18 September 2018	371,59	257,00	71,84	501,08
19 September 2018	389,80	-	76,86	524,98
20 September 2018	391,18	-	75,73	498,74
21 September 2018	393,96	-	73,96	493,35
22 September 2018	423,32	-	76,58	519,19
23 September 2018	450,00	309,00	75,51	528,24
24 September 2018	397,83	399,00	77,27	490,76
25 September 2018	400,23	414,00	70,84	471,05
26 September 2018	386,07	358,00	73,50	524,15
27 September 2018	394,41	370,00	76,57	492,43
28 September 2018	400,84	281,00	76,48	558,54
29 September 2018	447,70	353,00	73,10	587,86
30 September 2018	420,94	341,00	75,35	569,26
01 October 2018	433,50	325,00	76,79	595,65
02 October 2018	469,73	382,00	77,08	596,35
03 October 2018	410,70	386,00	78,31	546,84
04 October 2018	450,66	386,00	72,33	574,60

Tanggal	KCI Merah		KCI Putih	DAP
	02A650	09A650	09B650	Curing PF-1
05 October 2018	450,63	345,00	75,06	600,69
06 October 2018	484,81	392,00	74,97	629,47
07 October 2018	482,22	338,00	73,33	576,41
08 October 2018	485,84	354,00	75,42	576,26
09 October 2018	503,33	378,00	72,31	651,52
10 October 2018	411,94	389,00	75,35	572,85
11 October 2018	381,46	389,00	76,11	484,57
12 October 2018	353,09	411,00	75,39	489,03
13 October 2018	330,83	459,00	73,27	492,82
14 October 2018	420,53	515,00	71,79	631,01
15 October 2018	475,27	470,00	71,50	621,24
16 October 2018	481,62	282,00	70,00	619,74
17 October 2018	361,05	443,00	62,25	528,75
18 October 2018	276,63	461,00	55,95	447,90
19 October 2018	351,27	515,00	18,07	457,80
20 October 2018	284,72	369,00	30,68	385,93
21 October 2018	375,44	459,00	68,49	506,27
22 October 2018	376,63	441,00	71,38	449,92
23 October 2018	367,36	237,00	68,93	488,70
24 October 2018	315,04	380,00	75,20	393,13
25 October 2018	310,44	436,00	73,96	453,82
26 October 2018	267,10	477,00	78,30	363,01
27 October 2018	353,21	451,00	75,13	513,54
28 October 2018	280,33	549,00	74,57	396,55
29 October 2018	351,25	512,00	77,44	465,89
30 October 2018	349,59	468,00	46,65	474,05
31 October 2018	277,11	390,00	59,32	404,85
01 November 2018	324,52	462,00	75,29	449,99
02 November 2018	302,93	425,00	74,11	392,40
03 November 2018	243,63	457,00	49,86	349,41
04 November 2018	536,68	468,00	74,49	726,68
05 November 2018	478,41	473,00	72,69	656,41
06 November 2018	475,76	164,00	78,14	633,67
07 November 2018	442,57	483,00	79,76	590,35
08 November 2018	479,50	471,00	79,69	656,82
09 November 2018	531,96	429,00	67,01	685,89
10 November 2018	474,85	440,00	72,65	626,68
11 November 2018	490,86	392,00	60,00	639,79
12 November 2018	480,53	460,00	57,14	614,92
13 November 2018	435,35	299,00	55,50	581,65

Tanggal	KCI Merah		KCI Putih	DAP
	02A650	09A650	09B650	Curing PF-1
14 November 2018	328,25	-	56,40	422,03
15 November 2018	250,33	-	55,58	377,52
16 November 2018	281,88	352,00	57,62	353,91
17 November 2018	300,27	320,00	58,62	349,10
18 November 2018	323,34	416,00	52,46	402,92
19 November 2018	334,78	425,00	54,77	441,12
20 November 2018	288,77	442,00	62,37	373,59
21 November 2018	375,10	433,00	66,03	440,64
22 November 2018	292,19	316,00	62,50	366,56
23 November 2018	323,91	496,00	65,80	447,72
24 November 2018	454,79	501,00	63,75	589,85
25 November 2018	495,70	568,00	62,90	610,62
26 November 2018	405,25	511,00	65,69	451,71
27 November 2018	145,92	50,00	66,54	192,08
28 November 2018	307,46	225,00	100,00	415,58
29 November 2018	303,66	431,00	100,00	426,45
30 November 2018	254,54	490,00	100,00	356,28
01 December 2018	271,58	362,00	55,12	389,88
02 December 2018	422,63	474,00	65,85	523,11
03 December 2018	441,52	474,00	63,68	601,85
04 December 2018	344,95	444,00	66,67	461,05
05 December 2018	299,73	481,00	67,89	431,23
06 December 2018	352,67	502,00	63,70	453,94
07 December 2018	335,34	-	66,72	400,98
08 December 2018	341,27	494,00	66,07	397,54
09 December 2018	338,54	424,00	63,31	401,85
10 December 2018	382,01	482,00	66,04	480,15
11 December 2018	340,17	39,00	64,80	440,03
12 December 2018	234,39	461,00	66,13	309,41
13 December 2018	270,59	513,00	20,95	345,53
14 December 2018	314,95	446,00	13,51	426,79
15 December 2018	371,06	446,00	47,84	486,65
16 December 2018	342,50	527,00	58,91	473,13
17 December 2018	356,51	399,00	58,68	495,26
18 December 2018	338,11	287,00	69,81	460,22
19 December 2018	310,25	397,80	63,81	430,88
20 December 2018	246,47	382,00	66,67	283,78
21 December 2018	250,13	374,00	65,60	324,25
22 December 2018	287,67	479,00	66,39	423,32
23 December 2018	364,04	517,00	70,46	476,08

Tanggal	KCI Merah		KCI Putih	DAP
	02A650	09A650	09B650	Curing PF-1
24 December 2018	384,80	417,00	65,85	521,02
25 December 2018	390,08	474,00	64,85	454,55
26 December 2018	354,75	495,00	64,66	447,04
27 December 2018	348,93	399,00	67,43	502,65
28 December 2018	495,46	492,00	66,16	685,54
29 December 2018	486,69	492,00	67,03	564,15
30 December 2018	476,88	515,00	65,82	564,47
31 December 2018	523,59	442,00	65,59	602,00

Sumber: *Port Performance Monitoring 2018*

4.D Consumption Rate Bahan Baku ZA dan Urea Pabrik 2B pada Bulan Desember 2017 – Bulan Desember 2018

Tanggal	Konsumsi ZA		Konsumsi Urea	
	NPK2	Curing PF-2	NPK2	Curing PF-2
01 January 2018	446,12	285,00	124,26	8,00
02 January 2018	505,42	270,00	140,18	8,00
03 January 2018	546,55	351,00	151,29	7,00
04 January 2018	496,69	314,00	138,97	7,00
05 January 2018	529,70	373,00	144,27	7,00
06 January 2018	578,49	320,00	161,30	7,00
07 January 2018	505,99	335,00	136,88	8,00
08 January 2018	431,34	251,00	120,30	8,00
09 January 2018	267,40	63,00	83,35	2,00
10 January 2018	239,78	-	75,33	-
11 January 2018	233,90	-	70,81	-
12 January 2018	328,35	-	86,07	-
13 January 2018	523,95	265,00	145,17	14,00
14 January 2018	579,16	165,00	159,88	20,00
15 January 2018	521,07	67,99	141,00	28,00
16 January 2018	472,08	190,22	130,47	6,00
17 January 2018	509,20	159,66	141,14	7,00
18 January 2018	503,28	155,08	137,07	8,00
19 January 2018	467,16	105,42	133,32	5,00
20 January 2018	544,70	176,47	149,51	6,00
21 January 2018	514,31	141,33	143,11	5,00
22 January 2018	544,00	103,13	151,66	6,00
23 January 2018	482,64	153,55	136,06	7,00
24 January 2018	444,57	-	129,38	-
25 January 2018	441,61	35,91	126,43	2,00

Tanggal	Konsumsi ZA		Konsumsi Urea	
	NPK2	Curing PF-2	NPK2	Curing PF-2
26 January 2018	430,79	213,90	125,11	9,00
27 January 2018	439,58	262,80	124,38	6,00
28 January 2018	382,53	239,88	105,58	6,00
29 January 2018	525,48	95,49	143,56	6,00
30 January 2018	492,49	187,17	135,24	7,00
31 January 2018	545,78	260,50	153,85	7,00
01 February 2018	582,17	124,76	135,43	13,83
02 February 2018	432,74	43,51	105,70	24,59
03 February 2018	620,51	103,65	144,15	7,68
04 February 2018	576,80	183,62	134,14	7,68
05 February 2018	392,64	191,30	90,37	9,22
06 February 2018	268,43	200,90	59,82	10,76
07 February 2018	340,69	179,14	81,01	9,22
08 February 2018	305,40	150,99	70,18	9,22
09 February 2018	329,52	159,95	76,28	7,68
10 February 2018	423,01	170,83	98,72	9,22
11 February 2018	513,15	198,98	119,37	9,22
12 February 2018	329,38	212,41	82,10	9,22
13 February 2018	143,04	177,87	42,25	9,22
14 February 2018	113,81	220,09	35,12	9,22
15 February 2018	191,20	239,29	43,47	12,29
16 February 2018	183,62	264,24	41,63	10,76
17 February 2018	197,79	520,42	44,57	13,83
18 February 2018	194,70	553,04	44,31	12,29
19 February 2018	220,68	613,83	50,65	10,76
20 February 2018	198,67	375,12	45,35	12,29
21 February 2018	235,60	600,49	53,81	9,22
22 February 2018	213,90	539,70	48,13	7,68
23 February 2018	208,04	232,78	47,22	4,61
24 February 2018	158,65	418,12	35,56	10,76
25 February 2018	144,02	462,60	31,34	10,76
26 February 2018	139,88	575,28	30,69	13,83
27 February 2018	143,58	604,93	31,21	12,29
28 February 2018	147,19	601,97	32,30	10,76
01 March 2018	-	533,77		
02 March 2018	107,21	360,00	114,20	7,00
03 March 2018	208,85	345,00	222,47	7,00
04 March 2018	190,37	407,00	202,79	8,00
05 March 2018	200,41	424,00	213,49	8,00
06 March 2018	214,47	381,00	228,45	7,00

Tanggal	Konsumsi ZA		Konsumsi Urea	
	NPK2	Curing PF-2	NPK2	Curing PF-2
07 March 2018	208,88	8,00	222,50	2,00
08 March 2018	254,67	-	271,28	-
09 March 2018	243,50	-	259,38	-
10 March 2018	166,73	-	177,60	-
11 March 2018	220,85	204,00	235,25	14,00
12 March 2018	254,78	231,00	271,40	16,00
13 March 2018	240,75	363,00	256,45	6,00
14 March 2018	200,62	166,00	213,70	4,00
15 March 2018	187,88	440,00	200,14	8,00
16 March 2018	240,16	434,00	255,82	7,00
17 March 2018	179,33	348,00	191,02	7,00
18 March 2018	235,63	391,00	250,99	11,00
19 March 2018	218,74	405,43	233,00	11,00
20 March 2018	175,73	439,90	187,19	14,00
21 March 2018	145,13	310,19	154,60	10,00
22 March 2018	139,18	329,24	148,26	9,00
23 March 2018	155,95	344,66	166,12	9,00
24 March 2018	194,19	295,68	206,86	11,00
25 March 2018	198,35	309,29	211,29	10,00
26 March 2018	218,27	232,19	232,50	7,00
27 March 2018	165,54	314,73	176,33	9,00
28 March 2018	186,73	328,34	198,91	11,00
29 March 2018	91,56	350,10	97,53	9,00
30 March 2018	56,58	340,13	60,27	9,00
31 March 2018	111,09	295,68	118,34	7,00
01 April 2018	101,06	256,46	107,65	37,70
02 April 2018	45,13	328,00	48,07	8,00
03 April 2018	21,71	284,00	23,13	6,00
04 April 2018	-	318,00	-	8,00
05 April 2018	-	172,00	-	10,00
06 April 2018	-	-	-	-
07 April 2018	-	-	-	-
08 April 2018	-	125,00	-	5,00
09 April 2018	-	268,00	-	9,00
10 April 2018	-	313,00	-	10,00
11 April 2018	-	333,00	-	9,00
12 April 2018	-	369,00	-	8,00
13 April 2018	-	109,00	-	7,00
14 April 2018	-	314,00	-	9,00
15 April 2018	-	426,00	-	9,00

Tanggal	Konsumsi ZA		Konsumsi Urea	
	NPK2	Curing PF-2	NPK2	Curing PF-2
16 April 2018	-	404,00	-	9,00
17 April 2018	-	533,00	-	11,00
18 April 2018	-	337,00	-	8,00
19 April 2018	-	176,00	-	2,00
20 April 2018	-	75,00	-	3,00
21 April 2018	-	279,00	-	7,00
22 April 2018	-	323,00	-	8,00
23 April 2018	-	422,00	-	8,00
24 April 2018	-	437,00	-	8,00
25 April 2018	-	427,00	-	8,00
26 April 2018	-	498,00	-	8,00
27 April 2018	-	298,00	-	8,00
28 April 2018	-	127,00	-	7,00
29 April 2018	-	227,00	-	5,00
30 April 2018	-	146,00	-	7,00
01 May 2018	-	239,00	-	8,00
02 May 2018	-	195,00	-	7,00
03 May 2018	-	131,00	-	5,00
04 May 2018	-	295,00	-	9,00
05 May 2018	-	331,00	-	6,00
06 May 2018	-	277,00	-	7,00
07 May 2018	-	278,00	-	5,00
08 May 2018	-	219,00	-	9,00
09 May 2018	-	386,00	-	6,00
10 May 2018	-	335,00	-	7,00
11 May 2018	-	424,00	-	5,00
12 May 2018	-	318,00	-	9,00
13 May 2018	-	350,00	-	6,00
14 May 2018	-	449,00	-	7,00
15 May 2018	-	206,00	-	5,00
16 May 2018	-	101,00	-	9,00
17 May 2018	-	436,00	-	6,00
18 May 2018	-	453,00	-	-
19 May 2018	-	479,00	-	-
20 May 2018	-	484,00	-	-
21 May 2018	-	379,00	-	-
22 May 2018	-	384,00	-	-
23 May 2018	-	113,00	-	-
24 May 2018	-	415,00	-	-
25 May 2018	-	496,00	-	-

Tanggal	Konsumsi ZA		Konsumsi Urea	
	NPK2	Curing PF-2	NPK2	Curing PF-2
26 May 2018	-	539,00	-	-
27 May 2018	-	402,00	-	-
28 May 2018	-	436,00	-	-
29 May 2018	-	434,00	-	-
30 May 2018	-	325,00	-	-
31 May 2018	-	408,00	-	1,00
01 June 2018	-	318,00	-	2,00
02 June 2018	-	591,00	-	2,00
03 June 2018	-	404,00	-	-
04 June 2018	-	452,00	-	1,00
05 June 2018	-	376,00	-	3,00
06 June 2018	-	-	-	-
07 June 2018	-	-	-	-
08 June 2018	-	159,00	-	5,00
09 June 2018	-	421,00	-	8,00
10 June 2018	-	488,00	-	7,00
11 June 2018	-	556,00	-	7,00
12 June 2018	-	481,00	-	8,00
13 June 2018	-	357,00	-	9,00
14 June 2018	-	421,00	-	8,00
15 June 2018	-	-	-	-
16 June 2018	-	417,00	-	7,00
17 June 2018	-	417,00	-	8,00
18 June 2018	-	423,00	-	7,00
19 June 2018	-	432,00	-	5,00
20 June 2018	-	378,00	-	5,00
21 June 2018	-	480,00	-	8,00
22 June 2018	-	363,00	-	8,00
23 June 2018	-	160,00	-	6,00
24 June 2018	-	367,00	-	7,00
25 June 2018	-	363,00	-	5,00
26 June 2018	-	489,00	-	7,00
27 June 2018	-	462,00	-	7,00
28 June 2018	-	352,00	-	7,00
29 June 2018	161,68	413,00	152,52	7,00
30 June 2018	205,43	417,00	190,99	5,00
01 July 2018	199,23	369,00	191,79	6,00
02 July 2018	485,55	346,00	160,56	7,00
03 July 2018	392,47	-	125,67	-
04 July 2018	307,58	-	107,33	-

Tanggal	Konsumsi ZA		Konsumsi Urea	
	NPK2	Curing PF-2	NPK2	Curing PF-2
05 July 2018	317,98	-	108,37	-
06 July 2018	315,81	254,00	106,59	11,00
07 July 2018	371,45	290,00	125,55	7,00
08 July 2018	414,04	333,00	136,42	8,00
09 July 2018	489,13	191,00	160,25	6,00
10 July 2018	468,62	335,00	152,28	9,00
11 July 2018	395,51	268,00	129,21	7,00
12 July 2018	208,16	308,00	72,74	9,00
13 July 2018	424,05	325,00	140,66	9,00
14 July 2018	425,35	299,00	140,30	9,00
15 July 2018	559,25	304,00	181,90	9,00
16 July 2018	281,63	298,00	95,38	9,00
17 July 2018	194,81	271,00	67,77	10,00
18 July 2018	213,34	219,00	76,56	9,00
19 July 2018	217,47	215,00	76,72	8,00
20 July 2018	99,40	179,00	30,25	6,00
21 July 2018	206,51	252,00	62,85	8,00
22 July 2018	261,57	286,00	86,40	9,00
23 July 2018	347,49	257,00	116,42	7,00
24 July 2018	463,32	278,00	151,08	8,00
25 July 2018	327,55	267,00	108,70	8,00
26 July 2018	272,16	258,00	91,98	8,00
27 July 2018	156,49	212,00	59,39	9,00
28 July 2018	74,99	226,00	37,22	8,00
29 July 2018	112,67	237,00	47,55	9,00
30 July 2018	454,16	227,00	174,77	9,00
31 July 2018	344,95	289,00	130,37	7,00
01 August 2018	439,50	255,00	167,55	9,00
02 August 2018	198,12	263,00	103,79	8,00
03 August 2018	42,59	262,00	45,36	7,00
04 August 2018	57,01	298,00	60,73	10,00
05 August 2018	57,26	149,00	60,99	5,00
06 August 2018	53,49	292,00	56,97	14,00
07 August 2018	51,54	285,00	54,90	10,00
08 August 2018	44,87	135,00	47,79	4,00
09 August 2018	169,97	260,00	95,02	9,00
10 August 2018	346,61	272,00	167,06	8,00
11 August 2018	376,73	133,00	185,25	10,00
12 August 2018	355,20	170,00	156,08	8,00
13 August 2018	324,12	178,00	143,65	9,00

Tanggal	Konsumsi ZA		Konsumsi Urea	
	NPK2	Curing PF-2	NPK2	Curing PF-2
14 August 2018	385,90	187,00	158,83	6,00
15 August 2018	422,62	-	175,76	-
16 August 2018	252,29	-	134,45	-
17 August 2018	228,49	-	140,52	-
18 August 2018	346,34	87,00	160,00	5,00
19 August 2018	334,89	139,00	172,72	10,00
20 August 2018	406,08	166,00	183,95	10,00
21 August 2018	199,80	143,00	118,94	10,00
22 August 2018	312,32	126,00	118,56	8,00
23 August 2018	304,23	139,00	154,15	8,00
24 August 2018	210,30	123,00	105,67	8,00
25 August 2018	248,08	119,00	129,40	9,00
26 August 2018	378,35	140,00	148,07	7,00
27 August 2018	340,13	133,00	143,23	7,00
28 August 2018	162,61	134,00	48,71	8,00
29 August 2018	255,87	73,00	71,52	5,00
30 August 2018	222,97	43,00	61,56	3,00
31 August 2018	145,01	53,00	43,80	3,00
01 September 2018	223,03	158,00	67,87	7,00
02 September 2018	314,61	116,00	128,59	8,00
03 September 2018	386,93	157,00	140,47	12,00
04 September 2018	432,25	203,00	153,77	11,00
05 September 2018	332,54	142,00	135,43	9,00
06 September 2018	327,18	142,00	133,92	7,00
07 September 2018	346,73	140,00	140,24	8,00
08 September 2018	343,09	101,00	137,98	4,00
09 September 2018	337,57	160,00	132,82	4,00
10 September 2018	311,27	108,00	122,36	5,00
11 September 2018	317,71	147,00	117,68	6,00
12 September 2018	316,12	111,00	126,58	4,00
13 September 2018	311,16	145,00	121,40	5,00
14 September 2018	333,08	161,00	131,45	7,00
15 September 2018	332,55	160,00	130,26	4,00
16 September 2018	315,59	90,00	126,41	3,00
17 September 2018	336,90	134,00	134,81	1,00
18 September 2018	331,59	134,00	139,04	5,00
19 September 2018	347,74	-	138,97	-
20 September 2018	348,25	-	135,34	-
21 September 2018	358,95	-	146,25	-
22 September 2018	408,92	-	152,37	-

Tanggal	Konsumsi ZA		Konsumsi Urea	
	NPK2	Curing PF-2	NPK2	Curing PF-2
23 September 2018	407,49	67,00	161,88	8,00
24 September 2018	346,50	237,00	136,90	3,00
25 September 2018	347,69	158,00	134,21	4,00
26 September 2018	343,47	108,00	143,89	4,00
27 September 2018	365,69	143,00	144,68	5,00
28 September 2018	412,83	113,00	156,83	5,00
29 September 2018	391,53	117,00	152,60	4,00
30 September 2018	392,20	110,00	153,52	10,00
01 October 2018	396,40	139,00	155,95	10,00
02 October 2018	494,13	156,00	129,22	9,00
03 October 2018	477,65	177,00	129,46	10,00
04 October 2018	516,44	174,00	131,69	11,00
05 October 2018	473,89	121,00	124,51	9,00
06 October 2018	507,53	197,00	134,44	10,00
07 October 2018	498,51	148,00	129,96	8,00
08 October 2018	494,54	125,00	132,06	10,00
09 October 2018	529,51	164,00	140,04	10,00
10 October 2018	475,57	184,00	127,92	6,00
11 October 2018	419,54	161,00	118,08	6,00
12 October 2018	381,73	175,00	109,15	6,00
13 October 2018	351,11	211,00	102,21	7,00
14 October 2018	474,11	200,00	125,69	8,00
15 October 2018	541,33	218,00	141,54	8,00
16 October 2018	559,26	209,00	143,94	14,00
17 October 2018	410,39	160,00	107,59	15,00
18 October 2018	291,83	246,00	80,86	8,00
19 October 2018	385,65	181,00	102,12	9,00
20 October 2018	347,31	158,00	89,72	5,00
21 October 2018	429,86	178,00	110,76	6,00
22 October 2018	397,68	276,00	105,32	7,00
23 October 2018	387,71	157,00	101,03	5,00
24 October 2018	337,34	204,00	89,20	8,00
25 October 2018	319,12	133,00	87,64	10,00
26 October 2018	250,43	228,00	68,97	10,00
27 October 2018	344,70	230,00	99,25	7,00
28 October 2018	309,30	209,00	77,81	7,00
29 October 2018	376,99	186,00	111,76	7,00
30 October 2018	393,00	199,00	112,50	10,00
31 October 2018	307,13	187,00	81,53	10,00
01 November 2018	320,18	214,00	70,02	8,00

Tanggal	Konsumsi ZA		Konsumsi Urea	
	NPK2	Curing PF-2	NPK2	Curing PF-2
02 November 2018	310,03	235,00	69,13	7,00
03 November 2018	293,18	237,00	64,82	9,00
04 November 2018	515,53	217,00	131,10	7,00
05 November 2018	495,07	204,00	129,44	7,00
06 November 2018	472,32	86,00	124,78	4,00
07 November 2018	485,60	177,00	124,96	9,00
08 November 2018	542,51	137,00	142,33	10,00
09 November 2018	586,06	153,00	152,21	9,00
10 November 2018	566,38	154,00	148,59	9,00
11 November 2018	572,96	295,00	151,05	6,00
12 November 2018	546,88	303,00	148,10	8,00
13 November 2018	475,43	124,00	127,82	7,00
14 November 2018	378,24	-	105,21	-
15 November 2018	312,50	-	85,51	-
16 November 2018	324,25	112,00	88,13	8,00
17 November 2018	335,10	179,00	90,09	6,00
18 November 2018	331,67	259,00	90,37	8,00
19 November 2018	339,02	306,00	92,93	7,00
20 November 2018	312,35	268,00	85,00	7,00
21 November 2018	394,60	158,00	106,62	8,00
22 November 2018	292,57	124,00	94,35	6,00
23 November 2018	396,83	247,00	113,52	8,00
24 November 2018	499,08	339,00	138,06	7,00
25 November 2018	530,65	278,00	140,84	8,00
26 November 2018	436,39	239,00	124,06	10,00
27 November 2018	173,50	24,00	52,74	1,00
28 November 2018	340,60	112,00	91,58	8,00
29 November 2018	313,98	194,00	86,27	7,00
30 November 2018	269,38	274,00	72,53	6,00
01 December 2018	272,17	190,00	73,32	5,00
02 December 2018	386,21	200,00	134,81	7,00
03 December 2018	427,10	234,00	145,94	11,00
04 December 2018	300,19	188,00	122,48	6,00
05 December 2018	278,92	205,00	120,42	9,00
06 December 2018	322,02	294,00	127,70	10,00
07 December 2018	355,97	-	116,56	-
08 December 2018	366,59	288,00	83,55	6,00
09 December 2018	376,60	209,00	85,07	6,00
10 December 2018	453,66	265,00	103,34	9,00
11 December 2018	380,22	51,00	86,66	12,00

Tanggal	Konsumsi ZA		Konsumsi Urea	
	NPK2	Curing PF-2	NPK2	Curing PF-2
12 December 2018	250,01	208,00	60,94	6,00
13 December 2018	312,93	254,00	71,54	8,00
14 December 2018	359,33	153,00	82,38	5,00
15 December 2018	427,44	348,00	99,37	5,00
16 December 2018	346,66	447,00	79,68	9,00
17 December 2018	413,13	191,00	92,32	6,00
18 December 2018	391,61	242,00	87,05	5,00
19 December 2018	346,56	214,20	76,85	30,60
20 December 2018	276,35	153,00	58,87	8,00
21 December 2018	214,43	65,00	55,28	7,00
22 December 2018	292,16	161,00	115,44	7,00
23 December 2018	386,75	131,00	140,13	6,00
24 December 2018	371,03	102,00	134,34	7,00
25 December 2018	378,34	149,00	118,61	7,00
26 December 2018	354,25	131,00	115,33	7,00
27 December 2018	396,89	97,00	129,04	5,00
28 December 2018	552,41	148,00	181,29	10,00
29 December 2018	487,00	119,00	161,03	8,00
30 December 2018	462,88	149,00	143,42	8,00
31 December 2018	469,38	136,00	157,93	7,00

Sumber: *Port Performance Monitoring 2018*

4.E Consumption Rate Bahan Baku P. Rock dan Belerang Pabrik 3A dan 3B pada Bulan Desember 2017 – Bulan Desember 2018

Tanggal	Konsumsi 3A		Konsumsi 3B	
	PR PA	Belerang	PR Dome	Belerang
01 January 2018	1.296,600	592,873	-	-
02 January 2018	0,010	601,340	-	-
03 January 2018	0,010	594,802	-	-
04 January 2018	0,010	605,535	-	-
05 January 2018	0,010	594,721	-	-
06 January 2018	0,010	607,380	-	343,64
07 January 2018	0,010	611,830	-	546,24
08 January 2018	0,001	603,615	1.642,10	620,77
09 January 2018	0,010	606,767	2.028,70	616,90
10 January 2018	0,010	609,081	1.936,20	622,24
11 January 2018	0,010	559,082	501,70	609,95
12 January 2018	0,010	593,704	1.835,10	620,99
13 January 2018	0,010	609,477	1.914,50	618,11

Tanggal	Konsumsi 3A		Konsumsi 3B	
	PR PA	Belerang	PR Dome	Belerang
14 January 2018	727,700	609,150	2.000,80	623,06
15 January 2018	1.827,000	611,648	1.912,50	621,80
16 January 2018	1.964,100	621,844	1.839,40	622,08
17 January 2018	1.862,800	611,043	1.828,90	621,45
18 January 2018	1.887,200	617,561	611,40	620,79
19 January 2018	1.958,000	597,064	1.991,10	627,45
20 January 2018	1.953,700	614,875	2.064,50	629,56
21 January 2018	2.227,426	616,186	1.987,60	630,90
22 January 2018	1.566,000	594,261	1.953,90	626,75
23 January 2018	1.459,200	613,923	1.970,60	628,00
24 January 2018	712,800	614,614	776,90	624,67
25 January 2018	1.788,300	611,664	1.922,50	626,03
26 January 2018	1.931,400	610,574	1.604,70	621,35
27 January 2018	617,000	609,739	1.626,00	488,50
28 January 2018	937,500	611,445	976,00	521,96
29 January 2018	1.563,000	604,244	391,60	620,08
30 January 2018	1.622,700	600,898	1.696,90	631,14
31 January 2018	1.321,600	227,172	2.102,60	627,59
01 February 2018	1.126,715	601,865	2.559,31	630,39
02 February 2018	1.579,415	599,299	2.609,30	633,32
03 February 2018	2.110,515	600,908	2.437,20	633,62
04 February 2018	2.235,715	595,922	2.578,80	635,95
05 February 2018	2.342,015	614,143	2.121,70	630,37
06 February 2018	1.589,815	615,259	2.355,28	631,08
07 February 2018	1.372,415	616,003	2.414,50	630,39
08 February 2018	2.204,515	616,246	-	627,79
09 February 2018	2.240,215	614,398	1.834,80	631,16
10 February 2018	1.933,715	614,424	2.502,29	627,03
11 February 2018	2.336,930	613,345	2.650,00	629,09
12 February 2018	2.295,830	602,759	2.554,00	624,10
13 February 2018	2.440,130	604,990	1.823,90	624,10
14 February 2018	1.102,300	603,889	1.631,70	622,19
15 February 2018	1.210,900	604,743	905,60	622,34
16 February 2018	1.966,900	718,008	1.922,10	621,95
17 February 2018	1.868,000	602,526	1.775,00	615,87
18 February 2018	2.057,200	595,985	645,70	363,24
19 February 2018	1.963,100	592,612	855,70	617,14
20 February 2018	1.904,700	600,841	1.367,50	623,31
21 February 2018	2.111,900	581,438	1.977,80	623,34
22 February 2018	810,600	301,127	446,50	619,22

Tanggal	Konsumsi 3A		Konsumsi 3B	
	PR PA	Belerang	PR Dome	Belerang
23 February 2018	1.698,000	445,888	1.315,60	621,63
24 February 2018	1.840,700	605,613	2.202,00	620,53
25 February 2018	1.716,400	599,582	2.160,60	618,30
26 February 2018	1.840,000	621,946	2.062,70	618,30
27 February 2018	1.868,900	626,880	2.125,80	621,81
28 February 2018	1.621,600	626,229	2.199,90	434,05
01 March 2018	696,145	592,035	2.916,56	635,02
02 March 2018	1.779,375	587,193	2.609,60	627,87
03 March 2018	1.615,575	587,486	2.467,30	630,89
04 March 2018	2.020,375	592,165	2.613,70	630,59
05 March 2018	2.011,875	700,713	2.680,20	630,08
06 March 2018	1.130,475	684,821	793,80	526,61
07 March 2018	1.166,775	686,690	-	268,61
08 March 2018	2.023,375	681,487	2.041,40	606,61
09 March 2018	1.780,875	690,088	1.354,20	627,69
10 March 2018	1.738,975	585,220	2.156,30	590,16
11 March 2018	1.716,875	585,111	2.903,90	498,65
12 March 2018	1.784,075	589,761	2.597,60	485,98
13 March 2018	1.774,675	589,526	1.947,70	363,13
14 March 2018	812,675	591,596	303,70	349,61
15 March 2018	1.799,775	584,211	1.968,10	465,29
16 March 2018	1.891,375	583,250	1.982,50	466,44
17 March 2018	1.863,975	591,064	1.982,10	483,73
18 March 2018	1.977,375	590,727	1.965,00	610,14
19 March 2018	1.794,475	736,895	1.950,10	619,15
20 March 2018	1.885,075	583,490	1.777,40	622,10
21 March 2018	787,800	579,905	1.779,20	630,01
22 March 2018	1.786,500	583,389	2.408,10	344,75
23 March 2018	921,300	284,922	-	-
24 March 2018	0,000	425,332	-	-
25 March 2018	-	581,238	-	-
26 March 2018	1.761,900	595,300	-	-
27 March 2018	1.522,000	594,432	-	-
28 March 2018	1.028,900	590,009	-	-
29 March 2018	1.738,400	315,695	-	411,09
30 March 2018	853,400	-	-	444,15
31 March 2018	550,200	-	-	556,91
01 April 2018	1.570,800	-	151,10	626,39
02 April 2018	1.757,700	481,146	750,30	636,11
03 April 2018	577,200	550,288	1.802,80	643,36

Tanggal	Konsumsi 3A		Konsumsi 3B	
	PR PA	Belerang	PR Dome	Belerang
04 April 2018	1.645,000	579,981	1.636,00	647,17
05 April 2018	1.568,000	586,722	1.838,20	642,62
06 April 2018	1.697,900	345,240	1.721,90	641,94
07 April 2018	1.802,800	-	1.817,50	647,01
08 April 2018	1.441,800	-	1.375,30	645,34
09 April 2018	1.954,500	-	1.544,90	633,89
10 April 2018	2.071,800	348,745	1.851,60	643,95
11 April 2018	1.138,200	555,704	481,40	642,94
12 April 2018	1.759,962	556,473	1.725,40	644,41
13 April 2018	1.579,000	554,224	2.041,40	645,68
14 April 2018	1.550,600	553,694	1.723,67	643,80
15 April 2018	1.559,700	553,292	2.104,50	642,40
16 April 2018	1.566,000	549,580	1.544,90	644,08
17 April 2018	1.699,400	562,434	728,00	644,63
18 April 2018	469,600	560,861	528,00	355,30
19 April 2018	1.494,400	549,411	942,00	362,78
20 April 2018	2.151,900	549,222	1.805,10	604,34
21 April 2018	2.137,800	549,231	2.053,00	637,62
22 April 2018	1.835,300	555,975	2.013,90	639,93
23 April 2018	1.314,000	553,035	2.081,00	644,37
24 April 2018	1.971,000	567,251	1.656,90	649,09
25 April 2018	682,300	565,907	2.225,70	650,83
26 April 2018	1.989,400	495,717	2.261,50	648,96
27 April 2018	2.028,100	-	1.824,10	654,64
28 April 2018	2.076,900	-	1.761,90	658,29
29 April 2018	2.161,000	448,111	1.737,90	655,42
30 April 2018	2.033,500	580,618	404,20	654,40
01 May 2018	1.241,500	372,314	1.502,30	651,75
02 May 2018	881,000	364,509	1.469,70	650,49
03 May 2018	1.929,500	360,212	1.908,90	651,13
04 May 2018	1.603,600	363,702	2.024,30	652,34
05 May 2018	1.867,300	362,431	2.083,20	649,40
06 May 2018	1.836,700	360,085	2.039,00	647,77
07 May 2018	1.938,200	362,535	2.032,80	648,53
08 May 2018	940,800	561,231	2.105,00	649,60
09 May 2018	1.955,500	555,611	1.879,60	649,60
10 May 2018	1.933,400	560,012	2.159,80	650,06
11 May 2018	1.864,800	536,809	1.749,60	650,81
12 May 2018	1.341,000	395,379	2.032,70	651,50
13 May 2018	1.509,500	563,670	1.736,20	653,07

Tanggal	Konsumsi 3A		Konsumsi 3B	
	PR PA	Belerang	PR Dome	Belerang
14 May 2018	1.732,100	560,568	656,60	648,61
15 May 2018	538,800	559,621	1.905,50	651,27
16 May 2018	1.386,000	557,958	2.247,86	646,39
17 May 2018	1.763,600	558,413	2.062,30	647,42
18 May 2018	1.302,000	563,500	1.891,60	645,48
19 May 2018	1.949,200	565,847	1.968,60	646,58
20 May 2018	2.045,100	567,424	2.114,60	646,21
21 May 2018	2.943,000	580,230	1.923,90	647,09
22 May 2018	2.941,000	581,400	1.384,40	645,78
23 May 2018	1.660,700	570,042	1.429,10	648,27
24 May 2018	1.757,100	582,810	277,20	650,68
25 May 2018	1.523,700	580,407	2.608,50	649,78
26 May 2018	456,400	592,939	1.257,90	648,71
27 May 2018	612,700	582,104	1.616,00	649,26
28 May 2018	1.538,000	566,778	1.702,00	645,30
29 May 2018	1.764,400	567,551	1.702,90	645,75
30 May 2018	1.771,700	568,528	1.125,30	314,28
31 May 2018	1.710,000	567,951	682,30	596,66
01 June 2018	1.683,300	213,963	1.538,09	298,31
02 June 2018	1.694,300	-	-	-
03 June 2018	1.749,800	-	-	-
04 June 2018	554,800	-	-	-
05 June 2018	-	-	1.133,40	-
06 June 2018	228,200	-	1.561,80	-
07 June 2018	1.761,500	-	1.014,00	-
08 June 2018	1.702,500	-	1.817,40	-
09 June 2018	2.015,000	-	1.266,80	-
10 June 2018	2.042,000	-	1.900,30	-
11 June 2018	2.025,500	-	1.955,30	-
12 June 2018	1.578,000	-	829,60	-
13 June 2018	1.136,700	-	1.860,00	-
14 June 2018	1.851,500	-	1.945,30	-
15 June 2018	1.650,600	-	1.776,00	-
16 June 2018	1.604,790	-	1.600,50	-
17 June 2018	1.552,800	-	1.931,00	-
18 June 2018	828,100	-	1.749,50	-
19 June 2018	1.274,000	-	1.762,30	-
20 June 2018	820,800	-	252,00	-
21 June 2018	1.463,900	-	1.845,80	-
22 June 2018	1.742,400	-	1.941,00	-

Tanggal	Konsumsi 3A		Konsumsi 3B	
	PR PA	Belerang	PR Dome	Belerang
23 June 2018	1.758,600	-	2.231,40	-
24 June 2018	1.833,900	-	1.731,00	-
25 June 2018	1.933,000	-	1.893,60	-
26 June 2018	1.104,100	-	1.956,40	-
27 June 2018	1.948,000	-	2.029,40	-
28 June 2018	1.951,700	-	2.008,90	-
29 June 2018	1.597,100	-	2.013,40	-
30 June 2018	2.483,200	-	1.960,50	-
01 July 2018	1.963,200	-	2.947,79	-
02 July 2018	1.968,500	-	2.042,20	-
03 July 2018	1.916,400	-	459,30	-
04 July 2018	1.950,200	-	615,70	-
05 July 2018	1.940,500	-	1.469,60	-
06 July 2018	921,000	-	2.053,80	-
07 July 2018	1.808,500	-	1.900,30	-
08 July 2018	1.993,100	-	2.150,20	-
09 July 2018	1.951,700	-	684,70	-
10 July 2018	1.845,200	-	1.716,00	-
11 July 2018	1.033,300	-	1.966,90	-
12 July 2018	1.659,800	-	1.849,50	-
13 July 2018	1.887,700	-	1.851,30	-
14 July 2018	1.920,800	-	2.014,50	-
15 July 2018	1.867,300	-	1.866,20	-
16 July 2018	897,600	-	1.803,80	-
17 July 2018	0,000	-	768,30	-
18 July 2018	-	-	1.861,00	-
19 July 2018	413,300	-	1.952,20	-
20 July 2018	1.914,900	-	1.436,20	-
21 July 2018	1.928,200	301,987	1.649,34	-
22 July 2018	2.003,300	413,294	1.873,70	-
23 July 2018	1.024,700	508,577	1.776,00	-
24 July 2018	1.987,800	496,649	1.748,10	-
25 July 2018	1.831,000	487,638	28,10	-
26 July 2018	1.995,100	509,080	-	-
27 July 2018	1.458,000	526,593	-	-
28 July 2018	1.962,100	524,563	-	-
29 July 2018	2.053,000	528,636	97,60	-
30 July 2018	1.886,000	529,374	3.000,00	290,02
31 July 2018	1.938,000	450,323	-	120,83
01 August 2018	2.432,100	540,821	-	296,91

Tanggal	Konsumsi 3A		Konsumsi 3B	
	PR PA	Belerang	PR Dome	Belerang
02 August 2018	1.664,800	529,916	-	346,06
03 August 2018	-	531,208	686,41	597,02
04 August 2018	-	533,860	1.774,70	614,09
05 August 2018	-	533,866	2.017,10	607,71
06 August 2018	-	235,188	1.865,20	617,69
07 August 2018	-	-	1.805,80	620,86
08 August 2018	-	-	215,20	631,57
09 August 2018	-	-	548,90	633,63
10 August 2018	-	-	1.881,00	637,59
11 August 2018	-	-	660,70	440,43
12 August 2018	-	-	738,40	-
13 August 2018	-	-	1.548,50	-
14 August 2018	-	-	2.486,90	-
15 August 2018	-	-	1.973,60	-
16 August 2018	-	-	1.786,50	-
17 August 2018	-	-	1.802,80	-
18 August 2018	-	-	1.807,70	-
19 August 2018	-	-	1.840,30	-
20 August 2018	-	-	1.697,10	-
21 August 2018	-	-	1.787,10	-
22 August 2018	-	-	1.834,80	-
23 August 2018	-	-	628,40	-
24 August 2018	-	-	1.577,20	-
25 August 2018	-	-	1.973,40	-
26 August 2018	-	-	467,90	-
27 August 2018	-	-	221,00	-
28 August 2018	-	-	-	-
29 August 2018	-	-	673,10	-
30 August 2018	354,900	-	721,80	-
31 August 2018	822,000	-	292,70	-
01 September 2018	1.660,300	-	-	-
02 September 2018	1.400,000	-	-	-
03 September 2018	1.833,400	-	-	-
04 September 2018	1.746,000	-	-	-
05 September 2018	1.479,400	-	-	-
06 September 2018	953,100	-	-	-
07 September 2018	1.512,000	-	-	-
08 September 2018	1.554,400	-	-	-
09 September 2018	1.966,200	-	-	-
10 September 2018	1.823,500	-	-	-

Tanggal	Konsumsi 3A		Konsumsi 3B	
	PR PA	Belerang	PR Dome	Belerang
11 September 2018	1.905,000	-	-	-
12 September 2018	1.346,130	-	-	-
13 September 2018	875,600	-	-	-
14 September 2018	1.874,500	-	-	-
15 September 2018	1.885,400	-	-	-
16 September 2018	1.732,400	-	-	-
17 September 2018	1.837,700	-	-	-
18 September 2018	1.759,000	-	-	-
19 September 2018	750,000	-	-	-
20 September 2018	1.396,800	-	-	-
21 September 2018	1.940,500	-	-	-
22 September 2018	1.956,600	-	-	-
23 September 2018	1.947,000	-	-	-
24 September 2018	1.956,400	-	1.234,50	-
25 September 2018	1.892,900	-	-	-
26 September 2018	1.813,500	-	-	-
27 September 2018	637,900	-	-	-
28 September 2018	2.247,000	-	-	-
29 September 2018	2.322,000	-	200,00	-
30 September 2018	2.250,284	-	993,40	-
01 October 2018	1.925,500	-	1.990,10	-
02 October 2018	1.853,100	-	1.818,10	-
03 October 2018	527,100	-	1.653,80	-
04 October 2018	-	-	1.722,80	-
05 October 2018	-	-	1.696,00	-
06 October 2018	-	-	1.350,20	-
07 October 2018	-	-	1.210,50	-
08 October 2018	-	-	1.062,41	-
09 October 2018	756,000	-	1.266,30	-
10 October 2018	1.764,900	-	2.037,90	-
11 October 2018	2.000,700	-	1.888,30	-
12 October 2018	2.035,400	-	1.041,50	-
13 October 2018	1.989,300	-	1.921,90	-
14 October 2018	2.019,400	-	1.912,50	-
15 October 2018	2.028,900	-	72,40	-
16 October 2018	2.065,322	-	-	-
17 October 2018	593,000	-	91,90	-
18 October 2018	1.916,800	-	329,10	-
19 October 2018	1.803,300	-	1.014,90	-
20 October 2018	1.860,500	-	-	-

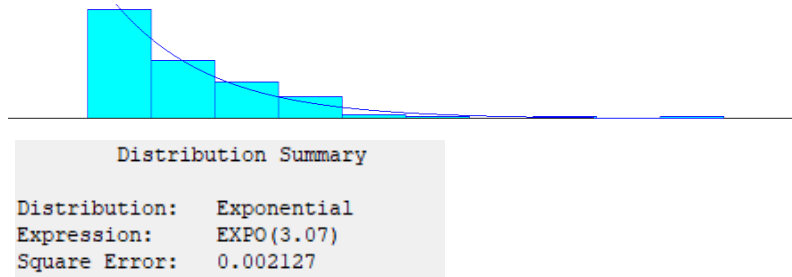
Tanggal	Konsumsi 3A		Konsumsi 3B	
	PR PA	Belerang	PR Dome	Belerang
21 October 2018	1.960,900	-	-	-
22 October 2018	1.937,900	-	-	-
23 October 2018	1.945,000	-	-	-
24 October 2018	820,700	-	-	-
25 October 2018	1.810,500	-	-	-
26 October 2018	1.961,200	-	-	-
27 October 2018	1.938,000	-	645,60	-
28 October 2018	1.953,400	-	444,40	-
29 October 2018	1.575,300	-	566,30	-
30 October 2018	1.877,000	-	720,30	-
31 October 2018	1.437,000	-	1.869,00	-
01 November 2018	685,200	-	2.048,30	662,43
02 November 2018	1.250,200	-	2.007,00	600,22
03 November 2018	848,844	-	2.148,80	666,14
04 November 2018	611,100	-	2.061,00	660,28
05 November 2018	0,000	-	2.196,30	660,47
06 November 2018	0,000	-	2.123,40	660,98
07 November 2018	0,000	-	1.789,30	664,39
08 November 2018	0,000	-	687,60	659,82
09 November 2018	0,000	-	988,90	657,63
10 November 2018	0,000	-	-	657,42
11 November 2018	0,000	-	-	663,64
12 November 2018	0,000	-	955,54	652,82
13 November 2018	0,000	-	1.664,00	662,05
14 November 2018	0,000	186,438	1.155,20	659,86
15 November 2018	0,000	548,305	2.124,20	661,42
16 November 2018	0,000	577,704	1.947,60	659,29
17 November 2018	0,000	600,601	2.175,40	664,22
18 November 2018	0,000	581,328	1.946,40	662,91
19 November 2018	0,000	561,293	1.857,50	667,57
20 November 2018	0,000	543,378	1.788,60	654,41
21 November 2018	0,000	-	286,40	657,52
22 November 2018	0,000	-	1.725,60	653,82
23 November 2018	0,000	-	1.376,70	653,98
24 November 2018	0,000	-	1.571,70	657,08
25 November 2018	0,000	-	231,40	655,08
26 November 2018	0,000	-	-	650,41
27 November 2018	1.321,700	-	-	647,62
28 November 2018	1.939,200	-	-	639,16
29 November 2018	2.067,000	-	-	788,74

Tanggal	Konsumsi 3A		Konsumsi 3B	
	PR PA	Belerang	PR Dome	Belerang
30 November 2018	2.049,100	-	-	643,41
01 December 2018	1.481,800	-	-	595,67
02 December 2018	0,000	-	-	592,18
03 December 2018	0,000	-	1.415,41	596,06
04 December 2018	1.190,400	-	1.728,70	479,11
05 December 2018	2.013,600	-	1.681,20	454,20
06 December 2018	1.270,100	-	547,40	584,06
07 December 2018	1.047,721	-	-	551,32
08 December 2018	1.650,200	-	-	546,13
09 December 2018	1.938,700	-	-	551,16
10 December 2018	1.917,900	-	-	522,02
11 December 2018	1.880,800	330,989	-	470,10
12 December 2018	1.075,400	407,905	-	467,61
13 December 2018	1.898,300	480,314	-	462,22
14 December 2018	1.813,300	525,554	-	466,95
15 December 2018	1.939,500	578,027	-	464,23
16 December 2018	559,700	547,264	-	79,21
17 December 2018	629,500	498,657	-	422,44
18 December 2018	1.833,600	435,244	-	472,05
19 December 2018	761,800	541,331	-	455,18
20 December 2018	1.919,800	540,517	-	472,08
21 December 2018	2.088,900	549,573	-	452,84
22 December 2018	2.058,000	553,578	-	468,04
23 December 2018	2.033,200	558,343	342,60	461,97
24 December 2018	1.997,200	562,684	1.607,10	477,27
25 December 2018	1.807,500	559,288	1.633,00	316,22
26 December 2018	1.817,900	559,170	1.789,80	431,77
27 December 2018	622,200	559,292	1.926,90	482,33
28 December 2018	1.335,800	560,652	1.992,50	480,02
29 December 2018	1.897,100	559,154	1.822,90	276,25
30 December 2018	1.937,200	557,387	2.004,40	285,23
31 December 2018	1.895,000	61,012	2.061,20	479,67

Lampiran 5

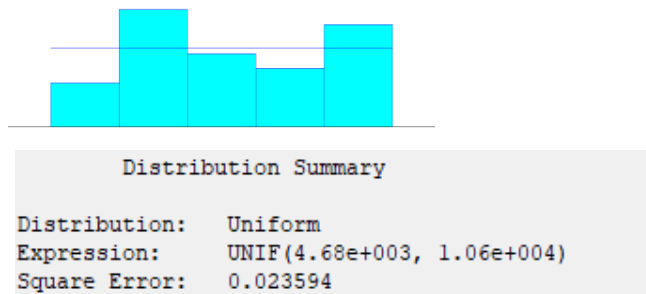
5. Data Hasil Uji Distribusi Menggunakan *Input Analyzer Software Arena 14.0*

5.A Parameter dan Distribusi Data Waktu Kedatangan Antar Kapal

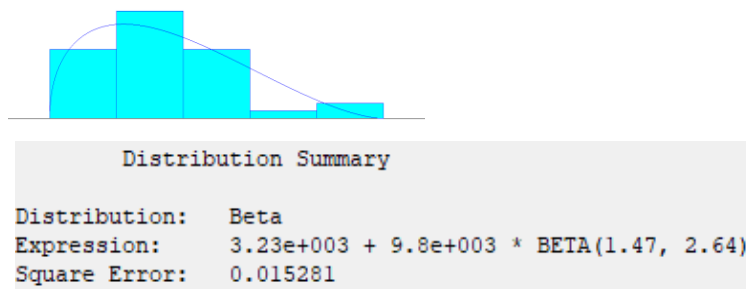


5.B Parameter dan Distribusi Data Kecepatan Bongkar

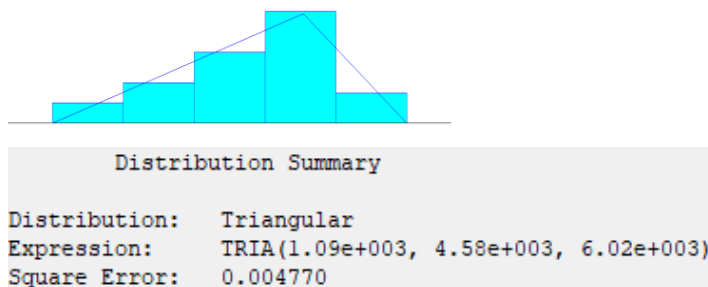
Discharging Rate CSU All Cargo



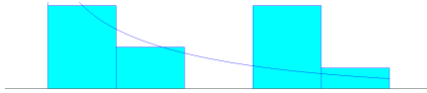
Discharging Rate CSU + VC All Cargo



Discharging Rate KC + VC All Cargo

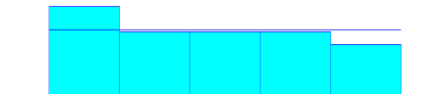


Discharging Rate KC + VC Urea



Distribution Summary	
Distribution:	Gamma
Expression:	$201 + \text{GAMM}(566, 0.754)$
Square Error:	0.098167

Discharging Rate VC All Cargo



Distribution Summary	
Distribution:	Uniform
Expression:	$\text{UNIF}(3.44\text{e}+003, 6.57\text{e}+003)$
Square Error:	0.007101

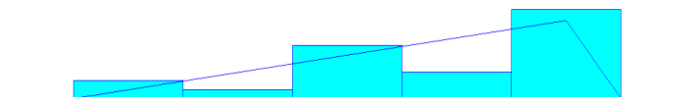
5.C Parameter dan Distribusi Data Kuantum Bahan Baku

Input Kuantum DAP



Distribution Summary	
Distribution:	Normal
Expression:	$\text{NORM}(2.2\text{e}+004, 10.1)$
Square Error:	0.405174

Input Kuantum KCl Merah



Distribution Summary	
Distribution:	Triangular
Expression:	$\text{TRIA}(2.25\text{e}+004, 2.7\text{e}+004, 2.75\text{e}+004)$
Square Error:	0.070411

Input Kuantum P. Rock Jordan



Distribution Summary	
Distribution:	Beta
Expression:	$2.04\text{e}+004 + 2.61\text{e}+004 * \text{BETA}(0.413, 0.259)$
Square Error:	0.067797

Input Kuantum P. Rock Marroco

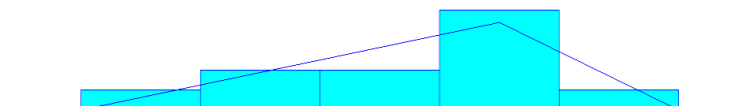


Distribution Summary	
Distribution:	Uniform
Expression:	UNIF(3.6e+004, 4.4e+004)
Square Error:	0.196450

Input Kuantum Sulphur

Distribution Summary	
Distribution:	Beta
Expression:	$4.18e+003 + 3.51e+004 * \text{BETA}(0.895, 0.619)$
Square Error:	0.033790

Input Kuantum Urea



Distribution Summary	
Distribution:	Triangular
Expression:	TRIA(1.86e+003, 4.26e+003, 5.28e+003)
Square Error:	0.024280

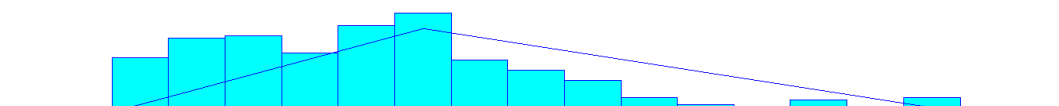
Input Kuantum ZA



Distribution Summary	
Distribution:	Beta
Expression:	$2e+004 + 1.99e+003 * \text{BETA}(0.75, 0.311)$
Square Error:	0.096164

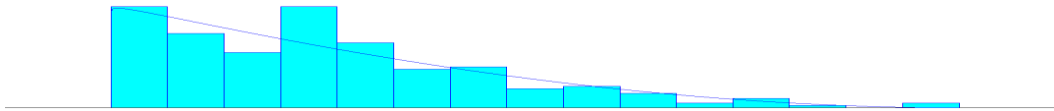
5.D Parameter dan Distribusi Data Konsumsi Bahan Baku

Konsumsi PF1PRMesir



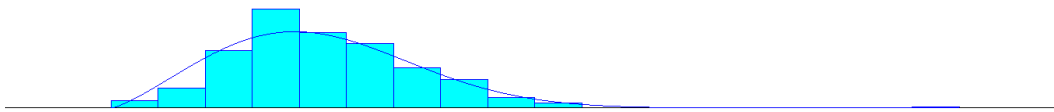
Distribution Summary	
Distribution:	Triangular
Expression:	TRIA(400, 1.05e+003, 2.18e+003)
Square Error:	0.030679

Konsumsi 02A650ZA



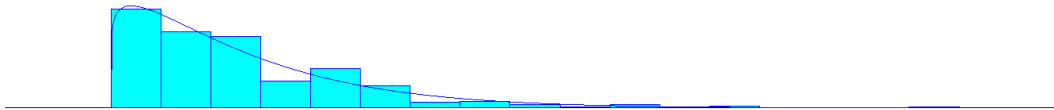
Distribution Summary
Distribution: Beta
Expression: $51 + 814 * \text{BETA}(1.01, 2.91)$
Square Error: 0.007310

Konsumsi 09A650Urea



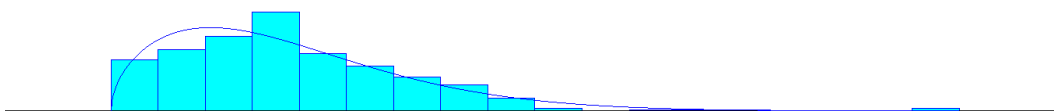
Distribution Summary
Distribution: Weibull
Expression: $2 + \text{WEIB}(74.7, 2.28)$
Square Error: 0.005646

Konsumsi 09A650ZA



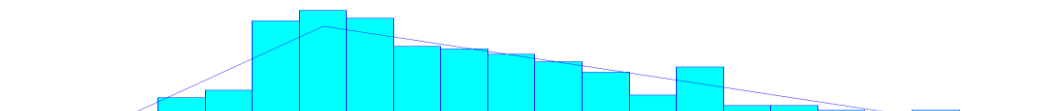
Distribution Summary
Distribution: Weibull
Expression: $\text{WEIB}(186, 1.13)$
Square Error: 0.004560

Konsumsi CuringPF1ZA



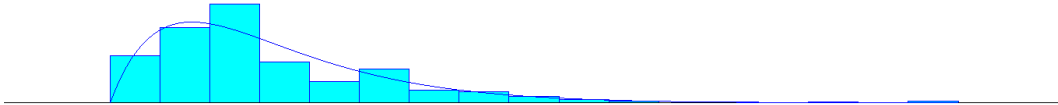
Distribution Summary
Distribution: Weibull
Expression: $13 + \text{WEIB}(332, 1.52)$
Square Error: 0.005130

Konsumsi CuringPF2ZA



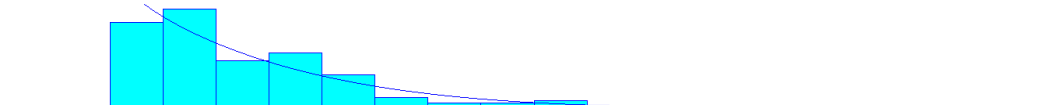
Distribution Summary
Distribution: Triangular
Expression: $\text{TRIA}(8, 159, 614)$
Square Error: 0.003748

Konsumsi 02A650KCI Merah



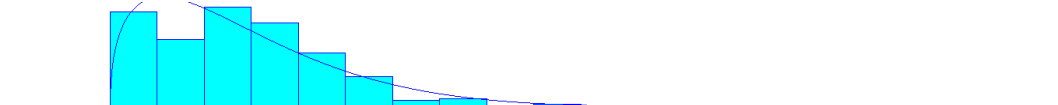
Distribution Summary
Distribution: Erlang
Expression: $8 + \text{ERLA}(199, 2)$
Square Error: 0.009888

Konsumsi 09B650KCI Merah



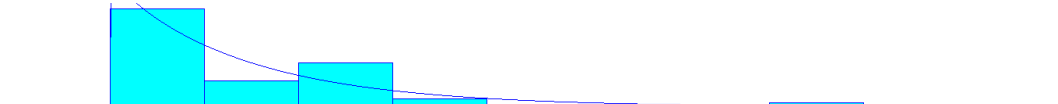
Distribution Summary
Distribution: Beta
Expression: $2.51e+003 * \text{BETA}(0.932, 5.27)$
Square Error: 0.013946

Konsumsi 09A650KCI Merah



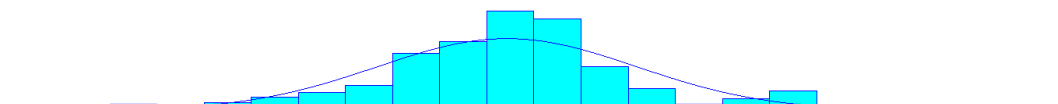
Distribution Summary
Distribution: Beta
Expression: $6 + 2.06e+003 * \text{BETA}(1.45, 7.88)$
Square Error: 0.011126

Konsumsi CuringPF1KCI Merah



Distribution Summary
Distribution: Weibull
Expression: $5 + \text{WEIB}(47.9, 0.973)$
Square Error: 0.027135

Konsumsi CuringPF2KCI Merah



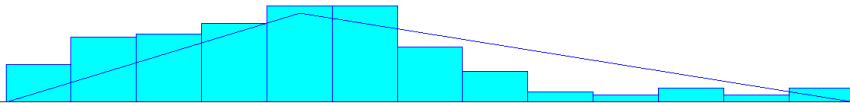
Distribution Summary
Distribution: Normal
Expression: $\text{NORM}(467, 141)$
Square Error: 0.010855

Konsumsi CuringPF2Urea



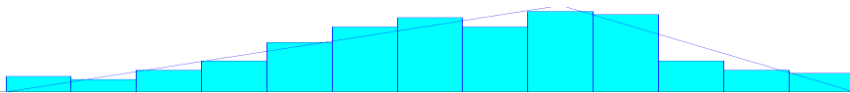
Distribution Summary	
Distribution:	Gamma
Expression:	$0.999 + \text{GAMM}(5.6, 1.5)$
Square Error:	0.000693

Konsumsi PAPRJordanMaroko



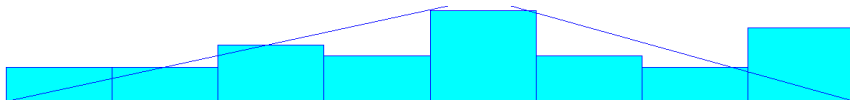
Distribution Summary	
Distribution:	Triangular
Expression:	$\text{TRIA}(1.7\text{e}+003, 1.92\text{e}+003, 2.34\text{e}+003)$
Square Error:	0.018922

Konsumsi DomePRJordanMaroko



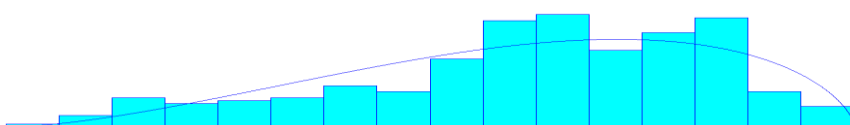
Distribution Summary	
Distribution:	Triangular
Expression:	$\text{TRIA}(1.42\text{e}+003, 1.97\text{e}+003, 2.26\text{e}+003)$
Square Error:	0.003074

Konsumsi GdBelerang



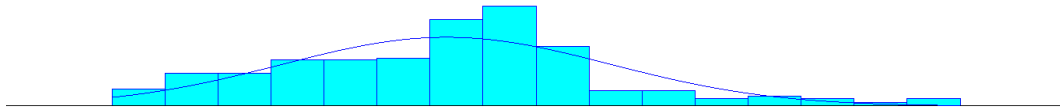
Distribution Summary	
Distribution:	Triangular
Expression:	$\text{TRIA}(818, 1.03\text{e}+003, 1.2\text{e}+003)$
Square Error:	0.036039

Konsumsi NPK2DAP



Distribution Summary	
Distribution:	Beta
Expression:	$37 + 690 * \text{BETA}(2.62, 1.63)$
Square Error:	0.007573

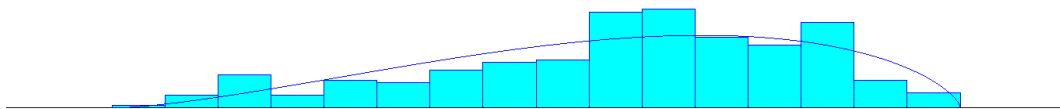
Konsumsi NPK2Urea



Distribution Summary

Distribution: Normal
Expression: $NORM(121, 48.2)$
Square Error: 0.011264

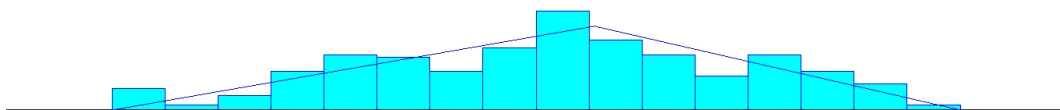
Konsumsi NPK2KCImerah



Distribution Summary

Distribution: Beta
Expression: $40 + 521 * BETA(2.51, 1.66)$
Square Error: 0.007925

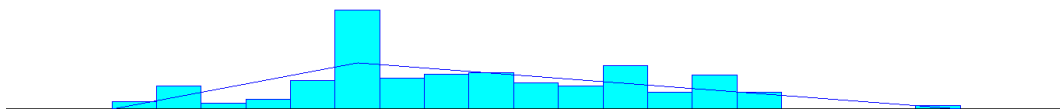
Konsumsi NPK2ZA



Distribution Summary

Distribution: Triangular
Expression: $TRIA(21, 362, 621)$
Square Error: 0.005660

Konsumsi ZKKCIPutih



Distribution Summary

Distribution: Triangular
Expression: $TRIA(9, 35.3, 100)$
Square Error: 0.024659

Lampiran 6

6. Detail Biaya Perbaikan Masing-Masing Alternatif Skenario

6.A Biaya Perbaikan Alternatif Skenario 1

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
A. Pekerjaan Pembongkaran				
1	Bongkar Beton deg tbl 15 cm Tul Ø8mm-150mm,silang double	64,8 m ³	Rp 1.115.677	Rp 72.295.886
2	Cleaning	1 ls	Rp 2.500.000	Rp 2.500.000
B. Pekerjaan Pengecoran				
1	Beton deg tbl 15 cm Tul Ø8mm-150mm,silang double	64,8 m ³	Rp 5.578.386	Rp 361.479.429
2	Benangan	384 m'	Rp 5.234	Rp 2.009.856
3	Plesteran	768 m ²	Rp 29.769	Rp 22.862.592
4	Acian	768 m ²	Rp 10.905	Rp 8.375.040
5	Cat tembok baru 3x merk vinilex, tinggi max 4m	768 m ²	Rp 19.372	Rp 14.877.696
6	Pemasangan Scaffolding	1 ls	Rp 5.000.000	Rp 5.000.000
7	Cleaning	1 ls	Rp 2.500.000	Rp 2.500.000
C. Biaya Pengosongan Gudang untuk Perbaikan				
1	Biaya kehilangan space gudang (Selama perbaikan)	20.965 ton	Rp 36.155	Rp 757.975.903
Total				Rp 1.249.876.402

6.B Biaya Perbaikan Alternatif Skenario 2

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
A. Pekerjaan Pembongkaran				
1	Bongkar Beton deg tbl 15 cm Tul Ø8mm-150mm,silang double	115,2 m ³	Rp 1.115.677	Rp 128.526.019
2	Cleaning	1 ls	Rp 3.500.000	Rp 3.500.000
B. Pekerjaan Pengecoran				
1	Beton deg tbl 15 cm Tul Ø8mm-150mm,silang double	187,2 m ³	Rp 5.578.386	Rp 1.044.273.906
2	Benangan	1248 m'	Rp 5.234	Rp 6.532.032
3	Plesteran	2496 m ²	Rp 29.769	Rp 74.303.424
4	Acian	2496 m ²	Rp 10.905	Rp 27.218.880
5	Cat tembok baru 3x merk vinilex, tinggi max 4m	2496 m ²	Rp 19.372	Rp 48.352.512
6	Pemasangan Scaffolding	1 ls	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
7	Cleaning	1 ls	Rp 3.500.000	Rp 3.500.000
C. Biaya Pengosongan Gudang untuk Perbaikan				
1	Biaya kehilangan space gudang (Selama perbaikan)	78.501 ton	Rp 36.155	Rp 2.838.198.707
Total				Rp 4.184.405.481

6.C Biaya Perbaikan Alternatif Skenario 3

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
A. Pekerjaan Pembongkaran				
1	Bongkar Beton deg tbl 15 cm Tul Ø8mm-150mm,silang double	158,4 m ³	Rp 1.115.677	Rp 176.723.276
2	Cleaning	1 ls	Rp 4.500.000	Rp 4.500.000
B. Pekerjaan Pengecoran				
1	Beton deg tbl 15 cm Tul Ø8mm-150mm,silang double	230,4 m ³	Rp 5.578.386	Rp 1.285.260.192
2	Benangan	1536 m'	Rp 5.234	Rp 8.039.424
3	Plesteran	3072 m ²	Rp 29.769	Rp 91.450.368
4	Acian	3072 m ²	Rp 10.905	Rp 33.500.160
5	Cat tembok baru 3x merk vinilex, tinggi max 4m	3072 m ²	Rp 19.372	Rp 59.510.784
6	Pemasangan Scaffolding	1 ls	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
7	Cleaning	1 ls	Rp 5.500.000	Rp 5.500.000
C. Biaya Pengosongan Gudang untuk Perbaikan				
1	Biaya kehilangan space gudang (Selama perbaikan)	99.465 ton	Rp 36.155	Rp 3.596.174.610
Total				Rp 5.275.658.815