



TUGAS AKHIR – TI 184833

**MODEL SIMULASI PENINGKATAN *LOADING RATE*
PUPUK *IN-BAG* PADA KAPAL PT. PETROKIMIA GRESIK**

NEISYA NURUL HASANAH

NRP. 02411540000095

Dosen Pembimbing

Dody Hartanto, ST., MT.

NIP. 197912292008121003

DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2019



FINAL PROECT – TI 184833

**SIMULATION MODEL OF IMPROVING LOADING IN-
BAG FERTILIZER RATE IN SHIP OF PT. PETROKIMIA
GRESIK**

Neisya Nurul Hasanah

NRP 02411540000095

Supervisor

Dody Hartanto, S.T., M.T.

NIP. 197912292008121003

INDUSTRIAL ENGINEERING DEPARTMENT

Faculty of Industrial Technology

Insitut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2019

LEMBAR PENGESAHAN

**MODEL SIMULASI PENINGKATAN *LOADING RATE*
PUPUK *IN-BAG* PADA KAPAL PT. PETROKIMIA GRESIK**

TUGAS AKHIR

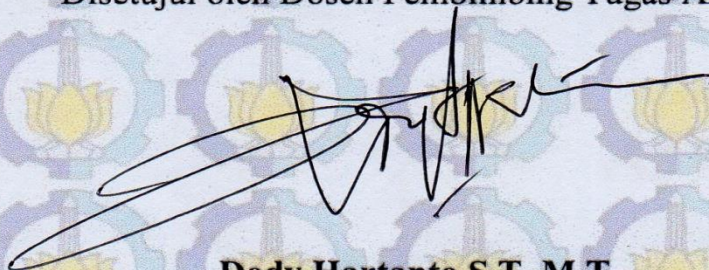
Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program Studi S-1 Departemen Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Oleh:

NEISYA NURUL HASANAH

NRP 02411540000095

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir



Dody Hartanto S.T, M.T

NIP. 197912292008121003



Halaman ini sengaja dikosongkan.

MODEL SIMULASI PENINGKATAN *LOADING RATE* PUPUK *IN-BAG* PADA KAPAL PT. PETROKIMIA GRESIK

Nama : Neisya Nurul Hasanah
NRP : 02411540000095
Pembimbing : Dody Hartanto, S. T., M. T.

ABSTRAK

Berdasarkan kondisi geografi, Indonesia banyak memiliki lahan yang digunakan sebagai lahan pertanian. Hal tersebut menyebabkan banyak juga penduduk Indonesia yang berprofesi sebagai petani. PT. Petrokimia Gresik merupakan salah satu anak perusahaan PT. Pupuk Indonesia yang memproduksi berbagai jenis pupuk sebagai produknya. PT. Petrokimia Gresik memiliki peran dalam memenuhi kebutuhan pupuk nasional di Indonesia. Upaya yang dilakukan oleh PT. Petrokimia Gresik untuk memenuhi kebutuhan tersebut ialah dengan melakukan pengiriman ke wilayah Jawa dan juga luar pulau Jawa. Pengiriman yang dilakukan untuk ke luar Jawa dilakukan dengan menggunakan jalur laut. Pengiriman jalur laut tersebut terdiri dari beberapa aktivitas yaitu proses *loading* ke truk di gudang yang dilakukan dengan menggunakan bantuan *forklift*, pengiriman pupuk dari gudang ke pelabuhan menggunakan truk, dan proses *loading* di pelabuhan yang dilakukan dengan menggunakan *crane* yang terdapat pada kapal dan TKBM. Kegiatan distribusi jalur laut tersebut melibatkan beberapa *resource* seperti *forklift*, truk, *crane*, TKBM, dan kapal. Kapal yang disewa dari pihak ketiga merupakan *resource* yang memiliki biaya paling besar. Oleh sebab itu keberadaan *resource* lainnya diharapkan dapat mengoptimalkan kegiatan *loading* pada Pelabuhan PT. Petrokimia Gresik untuk meningkatkan *loading rate* PT. Petrokimia Gresik yang dinilai masih rendah. Pada penelitian ini akan dilakukan metode simulasi kejadian diskrit untuk kebutuhan *resource* agar dapat mencapai target yang diinginkan dan mengetahui jumlah *resource* yang dibutuhkan. Metode simulasi dibutuhkan karena adanya proses yang saling ketergantungan dan juga kompleksitas yang dimiliki oleh sistem. Hasil dari simulasi yang dilakukan maka didapatkan jumlah truk 12 dan TKBM 18 untuk mendapatkan *loading rate* sebesar 901,21 ton per harinya.

Kata Kunci: *Loading rate*, *Loading pupuk in bag*, Simulasi kejadian diskrit.

Halaman ini sengaja dikosongkan.

SIMULATION MODEL OF IMPROVING LOADING IN-BAG FERTILIZER RATE IN SHIP OF PT. PETROKIMIA GRESIK

Name : Neisya Nurul Hasanah
Student ID : 02411540000095
Supervisor : Dody Hartanto, S. T., M. T.

ABSTRACT

Based on geographical conditions, Indonesia has a lot of land used as agricultural land. This caused many Indonesians to work as farmers. PT. Petrokimia Gresik is one of the subsidiaries of PT. Indonesian fertilizer that produces various types of fertilizers as its products. PT. Petrokimia Gresik has a role in meeting national fertilizer needs in Indonesia. Efforts made by PT. Petrokimia Gresik to fulfill these needs is to deliver to Java and outside Java. Deliveries made to the outside of Java are carried out by sea route. The shipping of the sea lanes consists from several activities, namely the process of loading onto trucks in the warehouse, is carried out using forklift assistance, fertilizer delivery from the warehouse to the port using trucks, and the loading process at the port using cranes on boats and TKBM. The sea lane distribution activities involve several resources such as forklifts, trucks, cranes, TKBM, and ships. Ships leased from third parties are resources that have the highest costs. Therefore the existence of other resources is expected to optimize loading activities at the Port of PT. Petrokimia Gresik to increase PT's loading rate Petrokimia Gresik which is still considered low. In this study a discrete simulation method will be carried out for resource requirements in order to achieve the desired target. Simulation methods are needed because of the interdependent processes and the complexity of the system, which is more than one type of fertilizer and stored in several warehouses at PT. Petrochemical Gresik. The results of the simulations carried out obtained the number of trucks 12 and TKBM 18 to obtain a loading rate of 901,21 tons per day.

Keywords: Loading rate, in bag fertilizer, discrete simulation.

Halaman ini sengaja dikosongkan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah kehadiran Allah SWT senantiasa penulis panjatkan karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, penulis mampu menyelesaikan Laporan Tugas Akhir “**Model Simulasi Peningkatan *Loading Rate Pupuk In-Bag* pada Kapal PT. Petrokimia Gresik.**” Shalawat serta salam juga senantiasa penulis haturkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW.

Laporan Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan studi Strata-1 di Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Dalam pelaksanaan dan penyusunan Laporan Tugas Akhir ini penulis telah menerima banyak sekali bantuan, saran, dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dody Hartanto, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, memberikan masukan, motivasi, kritik, dan saran serta pengalaman pelatihan mental yang berguna.
2. Bapak Ari Primantara selaku pembimbing eksternal penulis pada PT Petrokimia Gresik, yang telah bersedia memberikan informasi yang berguna bagi penelitian ini.
3. Mas Rosandy Yusuf selaku staff PT Petrokimia Gresik yang telah banyak membantu dalam menyediakan data yang dibutuhkan penulis, serta seluruh karyawan PT Petrokimia Gresik yang sudah menerima penulis dengan baik selama berada di lingkungan perusahaan.
4. Bapak Yudha Andrian Saputra, S.T., M.B.A, Prof. Iwan Vanany, S.T., M.T., Ph.D., Prof. Dr. Ir. I Nyoman Pujawan, MEng, dan Ibu Niniet Indah Arvitrida, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan perbaikan untuk penelitian ini.
5. Bapak Nurhadi Siswanto, S.T., MSIE., Ph.D. selaku kepala departemen Teknik Industri ITS
6. Siti Choiroh Umatin dan Soegondo, selaku kedua orang tua penulis yang senantiasa memberikan dukungan, semangat, serta doa yang luar biasa

selama pertumbuhan penulis, dan saudara-saudra penulis yang selalu memberikan semangat selama penulis menjalani kuliah maupun dalam penulisan laporan, yaitu Mas Firsan dan Ary.

Laporan Tugas Akhir ini tidak luput dari kesalahan, apabila dalam penulisan laporan terdapat kesalahan, penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya. Masukan dan kritik sangat penulis harapkan untuk membuat penulis menjadi lebih baik. Penulis berharap agar Laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi semua yang membutuhkan.

Surabaya, Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	iii
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan.....	6
1.4 Manfaat.....	6
1.5 Ruang Lingkup	7
1.5.1 Batasan	7
1.5.2 Asumsi.....	7
1.6 Sistematika Penulisan.....	7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Distribusi dan Transportasi	9
2.1.1 Moda Transportasi Darat.....	10
2.1.2 Moda Transportasi Laut	11
2.2 Pelabuhan	13
2.3 Sistem	13
2.3.1 Elemen Sistem.....	14
2.4 Model	15
2.5 Simulasi.....	15
2.5.1 Simulasi Kejadian Diskrit	16
2.6 Penelitian Pendahulu	17
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	21
3.1 Tahap Metodologi Penelitian	23
3.1.1 Studi Sistem	23
3.1.2 Pengumpulan Data	24

3.1.3	Pengolahan Data	25
3.1.4	Pembuatan Model Konseptual.....	25
3.1.5	Pembuatan Model Simulasi	25
3.1.6	Validasi dan Verifikasi	26
3.1.7	Pengembangan Skenario.....	26
3.1.8	Running Experiment.....	27
3.1.9	Analisis Skenario	27
3.1.10	Kesimpulan dan Saran	27
BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....		30
4.1	Pengumpulan Data.....	30
4.1.1	Data Jadwal Kedatangan Kapal	30
4.1.2	Jumlah Order untuk Setiap Jenis Pupuk	32
4.1.3	Waktu Siklus Kegiatan Loading Pupuk In-Bag pada Pelabuhan.....	34
4.1.4	Waktu Siklus Kegiatan Loading Pupuk In-Bag pada Gudang	36
4.1.5	Jarak antar Gudang dan Pelabuhan.....	37
4.2	Pengolahan Data	38
4.2.1	Waktu Bersandar Kapal	38
4.2.2	Fiting Distribution	40
4.3	Pembuatan Model Eksisting	42
4.3.1	Sub Model Loading di Gudang	42
4.3.2	Sub Model Loading di Pelabuhan	44
4.4	Perhitungan Jumlah Replikasi	46
4.5	Verifikasi Model.....	48
4.6	Validasi Model.....	50
4.7	Pengembangan Skenario Perbaikan.....	54
4.8	<i>Running Experiment</i>	55
4.9	Uji Signifikansi Skenario Perbaikan.....	64
BAB 5 ANALISIS DAN INTERPRETASI		68
5.1	Analisis Kondisi Eksisting.....	68
5.2	Kebijakan Pengambilan Pupuk dari Gudang.....	70

5.3 Analisis Model Simulasi Kondisi Eksisting.....	70
5.4 Analisis Skenario Perbaikan.....	72
5.5 Skenario Terpilih.....	75
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN.....	76
6.1 Kesimpulan.....	76
6.2 Saran.....	76
DAFTAR PUSTAKA	78

Halaman ini sengaja dikosongkan.

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Kondisi Awal dengan Usulan Perbaikan	19
Tabel 3.1 Variabel Sistem <i>Loading</i> PT. Petrokimia Gresik.....	24
Tabel 3.2 Skenario Simulasi	26
Tabel 4.1 Jadwal Kedatangan Kapal.....	30
Tabel 4.2 Jumlah Order Pupuk dari Tiap Kapal	32
Tabel 4.3 Waktu Siklus Kegiatan <i>Loading Pupuk In Bag</i> pada Kapal	35
Tabel 4.4 Waktu Siklus Kegiatan <i>Loading Pupuk In-Bag</i> pada Gudang.....	37
Tabel 4.5 Jarak antar Gudang dan Pelabuhan	38
Tabel 4.6 Pengolahan Data dari Jadwal Kedatangan Kapal	38
Tabel 4.7 Hasil dari <i>Fitting Distribution</i>	41
Tabel 4.8 <i>Output</i> Simulasi.....	47
Tabel 4.9 Perbedaan Waktu Bersandar Kapal Aktual dan Waktu Bersandar Kapal Simulasi.....	50
Tabel 4.10 Hasil Uji-t pada Parameter Waktu Bersandar Kapal	51
Tabel 4.11 Perbandingan Total Kapal Keluar Aktual dan Total Kapal Keluar Simulasi.....	51
Tabel 4.12 Hasil Uji-t pada Parameter Total Kapal Keluar	52
Tabel 4.13 Perbandingan <i>Loading Rate</i> Aktual dan <i>Loading Rate</i> Simulasi.....	53
Tabel 4.14 Hasil Uji-t pada Parameter <i>Loading Rate</i>	53
Tabel 4.15 <i>Loading Rate</i> pada Kondisi Eksisting.....	54
Tabel 4.16 Skenario Perbaikan	54
Tabel 4.17 Hasil <i>Running</i> Model Perbaikan Skenario 1	55
Tabel 4.18 Hasil <i>Running</i> Model Perbaikan Skenario 2	56
Tabel 4.19 Hasil <i>Running</i> Model Perbaikan Skenario 3	56
Tabel 4.20 Hasil <i>Running</i> Model Perbaikan Skenario 4.....	57
Tabel 4.21 Hasil <i>Running</i> Model Perbaikan Skenario 5.....	57
Tabel 4.22 Hasil <i>Running</i> Model Perbaikan Skenario 6.....	58
Tabel 4.23 Hasil <i>Running</i> Model Perbaikan Skenario 7	58
Tabel 4.24 Hasil <i>Running</i> Model Perbaikan Skenario 8.....	59
Tabel 4.25 Hasil <i>Running</i> Model Perbaikan Skenario 9.....	59

Tabel 4.26 Hasil Running Model Perbaikan Skenario 10	60
Tabel 4.27 Hasil Running Model Perbaikan Skenario 11	60
Tabel 4.28 Hasil Running Model Perbaikan Skenario 12	61
Tabel 4.29 Hasil Running Model Perbaikan Skenario 13	61
Tabel 4.30 Hasil Running Model Perbaikan Skenario 14	62
Tabel 4.31 Hasil Running Model Perbaikan Skenario 15	62
Tabel 4.32 Hasil Running Model Perbaikan Skenario 16	63
Tabel 4.34 Hasil Rekapitulasi dari <i>Running Experiment</i>	63
Tabel 4.35 Hasil Uji Signifikansi Skenario Eksisting dengan Skenario Perbaikan untuk Total Waktu Kapal Bersandar	65
Tabel 4.36 Hasil Uji Signifikansi Skenario Eksisting dengan Skenario Perbaikan untuk Total Waktu Proses Pemuatan.....	66
Tabel 4.37 Hasil Uji Signifikansi Skenario Eksisting dengan Skenario Perbaikan untuk <i>Loading Rate</i>	66
Tabel 4.37 Hasil Uji Signifikansi Skenario Eksisting dengan Skenario Perbaikan untuk <i>Loading Rate</i> (Lanjutan).....	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alur Aktivitas <i>Loading</i> Pupuk	3
Gambar 1.2 Realisasi Pemuatan Pupuk In Bag Januari 2017 hingga Juli 2018	4
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian.....	21
Gambar 4.1 <i>Flowchart</i> Proses <i>Loading</i> pada Gudang	43
Gambar 4.2 Ilustrasi <i>Sub Model</i> Proses <i>Loading</i> Pupuk <i>In Bag</i> pada Gudang ZA	44
Gambar 4.3 <i>Flowchart</i> Proses <i>Loading</i> di Pelabuhan.....	45
Gambar 4.4 Ilustrasi <i>Sub Model</i> Kedatangan Kapal	46
Gambar 4.5 Ilustrasi <i>Sub Model</i> Proses <i>Loading</i> Pupuk <i>In Bag</i> pada Pelabuhan.	46
Gambar 4.6 Verifikasi Model	48
Gambar 4.7 Verifikasi Model Simulasi Kapal Menunggu Proses <i>Loading</i>	49
Gambar 4.8 Verifikasi Model Simulasi Kapal yang Telah Selesai Melakukan Proses <i>Loading</i>	49
Gambar 4.9 Verifikasi Model Simulasi Total Permintaan.....	50
Gambar 4.10 Grafik Hasil Rekapitulasi <i>Running Experiment</i> pada <i>Loading Rate</i>	64
Gambar 4.11 Hasil Uji Signifikansi dengan Single Factor ANOVA pada Total Waktu Bersandar Kapal Eksisting dan Skenario 16	65

Halaman ini sengaja dikosongkan.

BAB 1

PENDAHULUAN

Pada bab pendahuluan akan dijelaskan mengenai hal-hal yang mendasari dilakukannya penelitian. Bahasan yang terdapat pada bab ini yaitu latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistemika penulisan laporan.

1.1 Latar Belakang

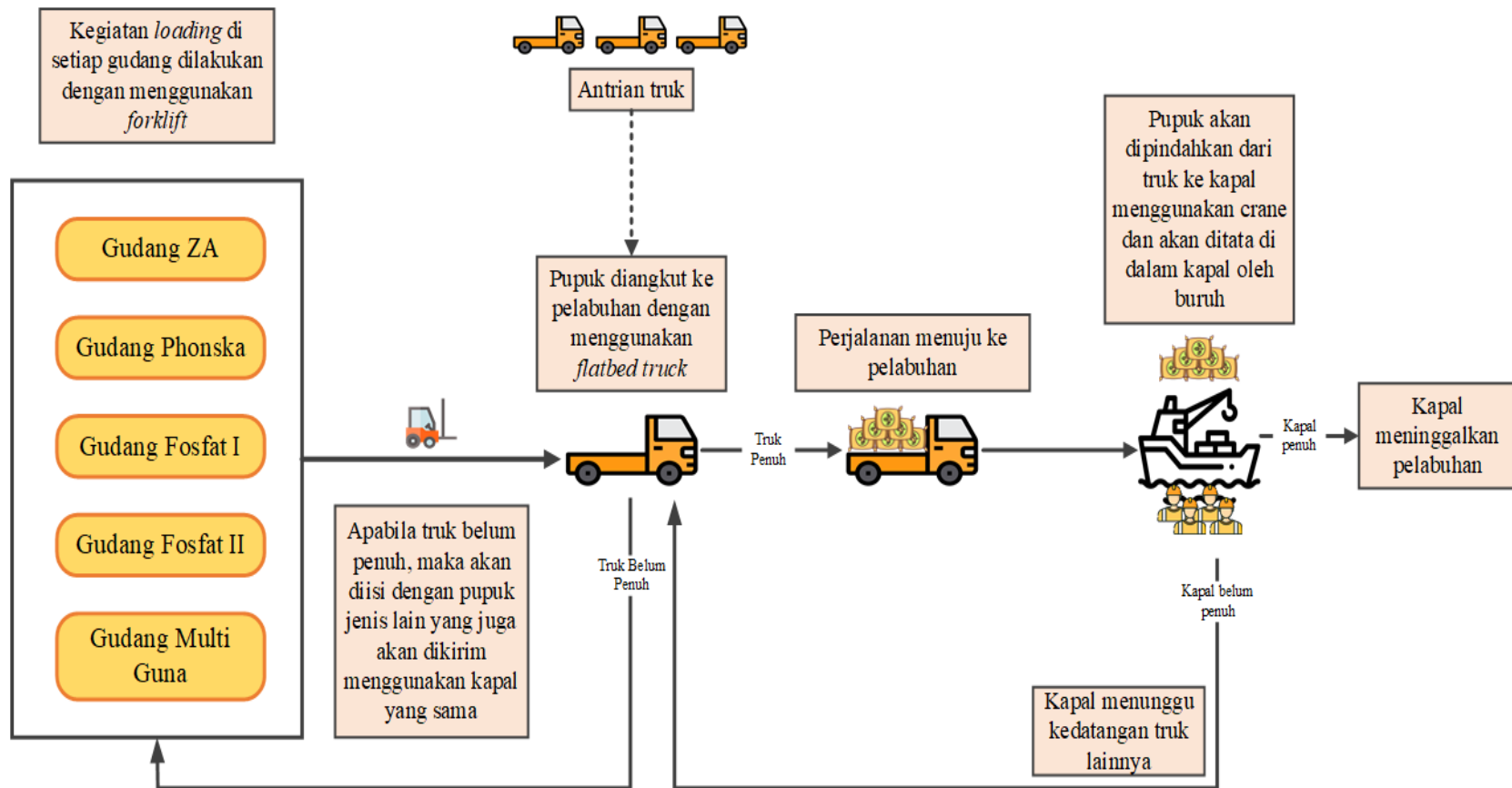
Berdasarkan kondisi geografis, Indonesia banyak memiliki lahan yang digunakan sebagai lahan pertanian. Banyak penduduk Indonesia yang berprofesi sebagai petani. Hal tersebut menyebabkan sektor pertanian memiliki peranan penting dalam pembangunan perekonomian Indonesia. Perekonomian sebuah negara dapat diukur dengan melihat Produk Domestik Bruto (PDB) suatu negara. Salah satu faktor yang mendukung untuk meningkatkan PDB tersebut ialah dengan menyediakan pupuk yang berkualitas untuk para petani. Oleh sebab itu, PT. Petrokimia Gresik sebagai anak perusahaan dari PT. Pupuk Indonesia berperan dalam menyediakan pupuk yang berkualitas, beragam, dan dapat mencukupi kebutuhan pupuk untuk para petani di Indonesia.

PT. Petrokimia Gresik berupaya untuk mencukupi kebutuhan pupuk di Indonesia dengan melakukan distribusi ke pulau Jawa maupun ke luar pulau Jawa. Pada tahun 2018, PT. Petrokimia Gresik mampu mendistribusikan pupuk sebesar 36% terhadap kebutuhan pupuk nasional. Pembagian wilayah pengiriman tersebut terbagi menjadi wilayah I dan wilayah II. Wilayah I terdiri dari provinsi yang berada di pulau Jawa dan Bali yaitu Banten, Jawa Barat, DKI Jakarta, Jawa Tengah, Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY), Jawa Timur, dan Bali. Sedangkan Wilayah II terdiri dari provinsi yang berada selain di pulau Jawa dan Bali yaitu Nangroe Aceh Darussalam (NAD), Sumatera Utara, Riau dan Kepulauan Riau, Sumatera Barat, Jambi, Bengkulu, Bangka Belitung, Sumatera Selatan, Lampung, Kalimantan Barat, Kalimantan Selatan, Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur, Kalimantan Utara, NTB, NTT, Sulawesi Barat, Sulawesi Selatan, Sulawesi

Tengah, Sulawesi Utara, Gorontalo, Sulawesi Utara, Maluku Utara, Maluku, Papua, dan Papua Barat.

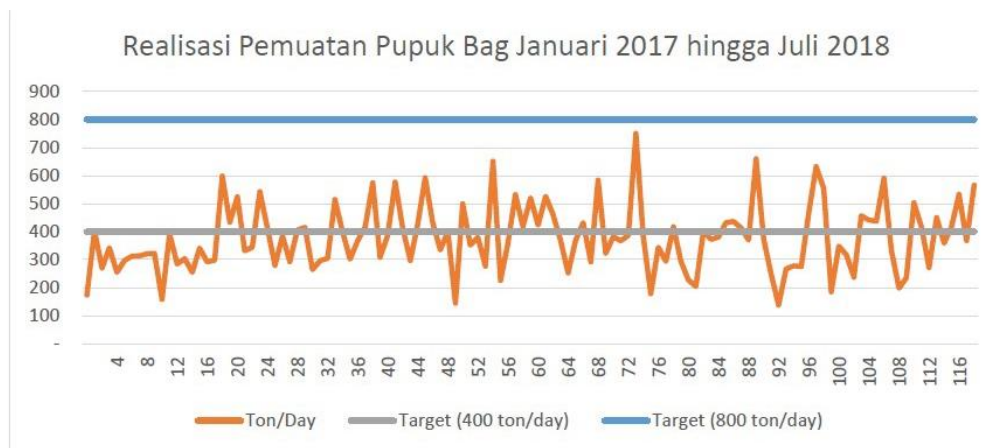
Dalam melakukan distribusi pupuk, PT. Petrokimia Gresik menggunakan jalur darat maupun jalur laut. Pada jalur laut, pupuk dari PT. Petrokimia Gresik yang akan dikirim ke luar pulau Jawa yaitu pupuk ZA, pupuk SP-36, pupuk phonska, dan pupuk petroganik. Pupuk tersebut disimpan pada beberapa gudang yaitu gudang ZA, gudang Fosfat I, gudang Fosfat II, gudang Phonska, dan gudang Multi Guna (GMG). Pada aktivitas distribusi jalur laut terdapat *resource* yang dibutuhkan yaitu kapal, truk pengantar dari gudang ke pelabuhan, *forklift*, tenaga kerja di pelabuhan, maupun alat untuk *loading* ke kapal yaitu berupa *crane*. Berdasarkan kebutuhan *resource* tersebut, biaya terbesar yang dikeluarkan PT. Petrokimia Gresik adalah untuk menyewa kapal. Oleh sebab itu keberadaan *resource* lainnya, dibutuhkan untuk meminimalkan biaya pengiriman secara keseluruhan agar menjadi lebih efisien dengan cara mengoptimalkan kapasitas *resource* agar kapal tidak menunggu.

Kegiatan distribusi ke luar pulau Jawa dengan menggunakan kapal terdiri dari beberapa tahap yaitu dimulai dengan memindahkan pupuk dari gudang ke pelabuhan menggunakan truk. Dalam melakukan kegiatan tersebut, dibutuhkan *forklift* untuk mengangkat pupuk dari gudang ke dalam truk. Setelah pupuk dipindahkan ke dalam truk dan muatan truk telah penuh, selanjutnya truk akan menuju ke pelabuhan. Namun ketika muatan truk belum penuh, truk akan mengisi muatan dengan pupuk jenis lain yang juga akan dikirim dengan menggunakan kapal yang sama. Sehingga truk akan pergi menuju gudang lainnya. Setelah truk sampai di pelabuhan, selanjutnya pupuk akan dipindahkan ke dalam kapal menggunakan *crane* yang terdapat pada kapal. Sebelum *crane* memindahkan pupuk tersebut, dibutuhkan tenaga kerja bongkar muat (TKBM) untuk memastikan bahwa tumpukan palet pupuk dari truk telah terkait pada *crane*. Setelah pupuk dipindahkan ke dalam kapal, selanjutnya pupuk akan disusun di dalam kapal tersebut oleh TKBM.



Gambar 1.1 Diagram Alur Aktivitas *Loading Pupuk*

Namun pada kenyataannya, dalam melakukan kegiatan distribusi melalui jalur laut tersebut masih banyak waktu yang terserap untuk *loading* di pelabuhan. Hal tersebut dikarenakan rendahnya *loading rate* di pelabuhan PT. Petrokimia Gresik dikarenakan lamanya waktu tunggu kapal. Berikut merupakan data yang menunjukkan *loading rate* yang dimiliki oleh PT. Petrokimia Gresik rendah dan memiliki fluktuasi yang cukup tinggi.



Gambar 1.2 Realisasi Pemuatan Pupuk In Bag Januari 2017 hingga Juli 2018

Loading rate yang rendah tersebut disebabkan oleh beberapa faktor salah satunya yaitu ketersediaan *resource* yang tidak seimbang. Ketersediaan *resource* yang tidak seimbang dapat terjadi ketika kapal datang namun pupuk belum tersedia di pelabuhan. Hal tersebut dapat disebabkan karena ketersediaan truk yang kurang untuk mengangkut pupuk ke pelabuhan ataupun dapat disebabkan karena truk harus mengantre untuk melakukan *loading* di gudang. Oleh sebab itu, kecepatan *loading* di gudang juga berpengaruh terhadap waktu *loading* kapal. Adapun *resource* yang berpengaruh terhadap kecepatan *loading* di gudang yaitu ketersediaan *forklift*. Selain itu, lamanya waktu tunggu kapal dapat disebabkan oleh tidak tersedianya TKBM di pelabuhan untuk mengatur pupuk di dalam kapal ketika truk telah sampai di pelabuhan.

Selain karena ketersediaan *resource* yang tidak seimbang, lamanya waktu tunggu kapal juga dapat terjadi karena adanya kebijakan yang diterapkan oleh PT. Petrokimia Gresik untuk mengisi truk sampai penuh sebelum mengantarkan

pupuk ke pelabuhan. Sehingga dalam satu truk dapat berisi *multiproduct* di mana untuk mengambil pupuk tersebut dapat berasal dari beberapa gudang yang berbeda. Kebijakan tersebut selama ini dinilai efisien karena tidak membutuhkan banyak truk, namun apabila dilihat secara *total cost* tidak lagi menjadi efisien karena kapal yang mengeluarkan biaya paling besar harus menunggu lebih lama. Oleh sebab itu, upaya yang dapat dilakukan untuk mempercepat waktu *loading* pada pelabuhan PT. Petrokimia Gresik yaitu menghilangkan waktu tunggu kapal dengan menentukan kebutuhan *resource* pada tiap tahap agar ketersediaan *resource* dapat terintegrasi.

Kecepatan *loading rate* yang masih lambat, selain disebabkan oleh ketersediaan *resource* yang belum seimbang juga disebabkan oleh tidak adanya target yang diberikan oleh PT. Petrokimia Gresik untuk para pihak ketiga. Kontrak kerja yang dimiliki saat ini hanya untuk melakukan kegiatan *loading* dengan mekanisme pembayaran per ton dan tidak ada target per harinya berapa ton yang harus diangkut, sehingga dalam prosesnya juga tidak terdapat penalti yang dapat diberikan kepada pihak ketiga ketika dalam satu hari tersebut tidak sesuai dengan target. Sedangkan kapal yang akan mengangkut pupuk telah dibayar per hari untuk menunggu proses *loading*. Oleh sebab itu, dengan adanya target pada tiap tahap diharapkan dapat meningkatkan *loading rate* di pelabuhan.

Pada penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi berupa target pada tiap tahap untuk mempercepat proses *loading* di pelabuhan. Penentuan target dilakukan dengan mencari *cycle time* dari tiap tahap. *Cycle time* yang didapatkan akan menjadi acuan untuk menentukan target pada tiap tahap agar kapasitas maksimum jumlah pupuk yang harus diangkut oleh kapal dapat terpenuhi. Upaya yang dilakukan untuk memenuhi target tersebut yaitu dengan penentuan jumlah *resource* pada tiap tahap. Namun dalam menentukan jumlah *resource* pada setiap tahap akan dipengaruhi oleh beberapa faktor ketidakpastian dari ketersediaan *resource* dan adanya interdependensi. Ketidakpastian tersebut muncul karena terdapat *resource* seperti truk dan kapal yang menggunakan pihak ketiga sedangkan interdependensi yang terdapat pada proses *loading* yaitu ketika kapal telah datang namun belum ada truk yang tersedia untuk melakukan pengiriman ke pelabuhan ataupun ketika truk telah siap mengantarkan namun

ketersediaan pupuk di gudang kurang. Oleh sebab itu, pada penelitian ini akan digunakan metode simulasi kejadian diskrit untuk mencari kebutuhan *resource* pada setiap tahap. Untuk melakukan simulasi tersebut, maka akan dimulai dengan pengumpulan data kondisi eksisting dan akan dilanjutkan dengan membuat model simulasi. Selanjutnya, model simulasi akan di-*running* dengan menggunakan *software* Arena. Ketika data telah tervalidasi maka akan dibuat beberapa skenario berdasarkan jumlah *resource* untuk masing-masing tahap. Berdasarkan alternatif skenario tersebut, maka selanjutnya akan dipilih skenario terbaik yang dapat diterapkan oleh PT. Petrokimia Gresik untuk percepatan *loading rate*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan bahwa permasalahan yang dibahas pada laporan penelitian ini ialah bagaimana mempercepat proses *loading* pupuk pada pelabuhan PT. Petrokimia Gresik dengan menentukan kapasitas *resource* yang diperlukan untuk setiap tahap yang terdapat pada proses *loading*.

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam tugas akhir ini ialah:

1. Menentukan target pada setiap aktivitas (*loading* pupuk ke truk di gudang, pengiriman pupuk dari gudang ke pelabuhan, *loading* pupuk ke kapal) yang mempengaruhi *loading rate* kapal.
2. Menentukan banyaknya sumber daya yang dibutuhkan pada setiap tahap untuk mencapai target yang telah ditentukan sehingga tidak terdapat *bottleneck*.

1.4 Manfaat

Manfaat yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah untuk memberikan rekomendasi sebagai berikut:

1. Membantu PT. Petrokimia Gresik dalam menentukan *Service Level Agreement* (SLA) pada setiap *stakeholder* yang berperan dalam peningkatan *loading rate* kapal.

2. Membantu PT. Petrokimia Gresik untuk menentukan jumlah sumber daya yang dibutuhkan pada setiap tahap.

1.5 Ruang Lingkup

1.5.1 Batasan

Batasan yang digunakan dalam penelitian ini ialah:

1. Proses *loading* yang diamati di pelabuhan PT. Petrokimia Gresik hanya untuk produk pupuk *in-bag*.
2. Pengamatan dilakukan pada pelabuhan milik PT. Petrokimia Gresik.

1.5.2 Asumsi

Asumsi yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Kapasitas kapal yang digunakan yaitu 2.100 ton.
2. Setiap kapal yang diamati memiliki *crane* dan dapat digunakan.
3. Truk yang digunakan merupakan truk *trailer* dengan tipe *flatbed*.
4. Pupuk pada gudang ZA, gudang Fosfat I, gudang Fosfat II, gudang Phonska, dan gudang Multiguna selalu tersedia.
5. Kapasitas truk untuk setiap pengiriman 30 ton.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada Laporan Penelitian ini terdiri dari enam bab yaitu:

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai latar belakan dari permasalahan, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dijelaskan mengenai landasan teori yang digunakan selama pengerjaan laporan penelitian. Landasan teori tersebut dapat berasal dari jurnal,

artikel ilmiah, buku, dan sumber lainnya yang dapat dipertanggungjawabkan keabsahannya.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai metodologi penelitian beserta tahap-tahap yang akan dilakukan selama pengerjaan laporan penelitian.

BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini dibahas mengenai pengumpulan dan pengolahan data yang akan dilakukan pada penelitian ini. Di antaranya yaitu pengumpulan data, pengolahan data, pembuatan model eksisting dan pengembangan skenario.

BAB 5 ANALISIS DAN INTERPRETASI

Pada bab ini terdiri dari analisis dan interpretasi dari *output running experiment* seluruh skenario yang telah dihasilkan pada bab sebelumnya. Hasil analisa data kemudian akan menghasilkan perbaikan untuk sistem.

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada Bab Kesimpulan dan Saran akan dilakukan penarikan kesimpulan berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai serta saran yang akan diberikan untuk perbaikan penelitian selanjutnya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dijelaskan mengenai landasan teori yang digunakan selama pengerjaan laporan penelitian. Landasan teori tersebut dapat berasal dari jurnal, artikel ilmiah, buku, dan sumber lainnya yang dapat dipertanggungjawabkan keabsahannya.

2.1 Distribusi dan Transportasi

Distribusi secara umum merupakan kegiatan untuk menyalurkan suatu produk dari produsen kepada konsumen untuk memberi nilai tambah berupa nilai kegunaan, tempat, dan waktu pada suatu barang maupun jasa. Dalam melakukan distribusi tersebut akan dibutuhkan sebuah transportasi. Transportasi merupakan pemindahan manusia atau barang menggunakan kendaraan atau alat pengangkut yang dikendalikan oleh manusia atau mesin (Andriansyah, 2015).

Menurut Kadir (2006) pada jurnal perencanaan dan pengembangan wilayah wahana hijau, peran dan pentingnya transportasi dalam pembangunan ekonomi yang utama adalah tersedianya barang, stabilisasi dan penyamaan harga, penurunan harga, meningkatnya nilai tanah, terjadinya urbanisasi dan konsentrasi penduduk. Sehingga transportasi memiliki peran penting dalam perkembangan wilayah karena dengan adanya transportasi dari suatu wilayah ke wilayah lain akan dapat dijangkau dengan lebih mudah. Adapun tujuan transportasi sebagai berikut:

1. Meningkatkan pendapatan nasional disertai dengan distribusi yang merata.
2. Meningkatkan jenis dan jumlah produk yang dapat digunakan oleh konsumen, industri maupun pemerintah.
3. Mengembangkan industri nasional dengan memberi *supply* kepada pasar dalam negeri sehingga dapat meningkatkan devisa.
4. Menciptakan lapangan pekerjaan bagi masyarakat.

Dalam melakukan distribusi dan transportasi akan dibutuhkan prasarana maupun sarana transportasi. Prasarana merupakan benda tidak bergerak yang menunjang pelaksanaan kegiatan. Pada prasarana darat terdapat jalan, jembatan maupun bangunan pelengkap yang digunakan untuk kepentingan lalu lintas. Sedangkan sarana merupakan benda bergerak yang digunakan sebagai alat untuk melakukan suatu kegiatan. Adapun pembagian sarana tersebut menjadi pembagian moda transportasi yaitu moda transportasi darat, laut, dan udara.

2.1.1 *Moda Transportasi Darat*

Moda transportasi darat merupakan alat angkut yang digunakan di darat untuk memindahkan barang dari suatu tempat ke tempat lainnya. Salah satu jenis moda transportasi darat yaitu truk. Adapun jenis truk yang dapat digunakan yaitu:

1. *Truk Pick Up*

Truk pick up merupakan truk dengan jenis paling kecil yang memiliki 2 sumbu dan 4 roda dimana rata-rata memiliki berat muatan maksimal 1,5 ton dan memiliki volume 1 CBM. Namun untuk pick up dengan bak memiliki volume hingga 6 CBM.

2. *Truk Cold Diesel Engkel (CDE)*

Truk CDE merupakan dengan jenis seperti *pick up* namun memiliki kapasitas yang lebih besar yaitu dengan muatan maksimal 2 ton dan memiliki volume maksimal 6 CBM. Namun truk CDE dengan bak dapat memiliki volume maksimal hingga 12 CBM.

3. *Truk Cold Diesel Double (CDD)*

Truk CDD memiliki 2 sumbu dan 6 roda sehingga ukurannya lebih besar dari truk CDE. Truk CDE memiliki volume 12 CBM dengan muatan maksimal 4 ton. Sedangkan untuk jenis truk CDD long dapat mengangkut barang dengan volume maksimal hingga 30 CBM.

4. *Truk Fuso*

Truk fuso memiliki jenis yang sama dengan CDD (*non-long*), hanya saja truk fuso memiliki volume maksimal yang lebih besar yaitu 25 CBM dengan muatan maksimal 7 ton.

5. *Truk tronton*

Truk tronton merupakan jenis truk dengan 3 sumbu dan 10 roda (2-4-4). Truk tronton mampu mengangkut muatan hingga 10 ton dengan volume maksimal 30 CBM. Truk tronton banyak digunakan oleh pelaku bisnis ekspedisi karena dapat mengangkut muatan yang cukup banyak dalam sekali jalan.

6. Truk *Wingbox*

Truk *wingbox* memiliki kelebihan untuk dapat mempercepat proses bongkat muat karena truk *wingbox* memiliki 3 sisi yang dapat dibuka yaitu kanan, kiri, dan belakang. Terdapat 2 jenis truk *wingbox* yaitu truk dengan 2 sumbu dan 3 sumbu. Muatan yang dapat diangkut oleh truk *wingbox* bervariasi karena *box* yang digunakan dapat dibuat sesuai kebutuhan.

7. Truk *Trailer*

Truk *trailer* merupakan jenis truk yang dapat mengangkut paling banyak yaitu mencapai 20 hingga 60 ton. Truk trailer memiliki beberapa tipe yaitu seperti *lowbed*, *flatbed*, *flatrack*, *box*, bak, dan lainnya.

2.1.2 *Moda Transportasi Laut*

Moda transportasi laut banyak digunakan untuk melakukan pengiriman dalam jumlah besar dan berjarak jauh dari tempat asal. Sehingga pengiriman dapat dilakukan secara efisien. Moda transportasi laut yang sering digunakan yaitu kapal. Pada laporan penelitian ini, jenis kapal yang digunakan yaitu kapal kargo. Adapun beberapa jenis kapal pengangkut barang yaitu:

1. Kapal *Tanker*

Kapal *tanker* banyak digunakan untuk mengangkut muatan jenis minyak maupun produk turunannya. Kapal jenis ini dapat mengangkut muatan dalam jumlah besar yaitu 300.000 – 500.000 ton.

2. Kapal *Bulk Carrier*

Kapal *bulk carrier* biasa disebut dengan kapal *bulker* dan digunakan untuk mengangkut kargo curah seperti besi, batu bara, fosfat, mineral, dan sebagainya. Sehingga kapal ini biasanya hanya dapat digunakan untuk mengangkut satu jenis kargo. Banyak dari kapal bulker yang

memiliki peralatan untuk bongkar muat sendiri agar proses tersebut dapat dilakukan dengan lebih cepat.

3. Kapal *Liquefied Gas Carrier* (LGC)

Kapal *liquefied gas carrier* mengangkut muatan yang bersifat gas berpendingin di bawah tekanan tinggi. Kapal dirancang untuk dapat membawa muatan gas tetap dalam kondisi cair selama proses pengiriman.

4. Kapal Kontainer

Kapal kontainer merupakan kapal barang yang mengangkut muatan dalam jumlah besar dengan menggunakan kontainer atau peti kemas. Peti kemas tersebut diangkut ke dalam kapal dengan menggunakan *crane* yang berada di pelabuhan maupun yang berada di kapal itu sendiri.

5. Kapal *General Cargo*

Kapal *general cargo* dapat mengangkut berbagai jenis barang seperti makanan, mebel, mesin, kendaraan bermotor, alas kaki, pakaian, dan sebagainya terutama barang yang telah dilakukan pengemasan. Kapal jenis ini memiliki sarana dan prasarana untuk melakukan proses bongkar muat.

6. Kapal *Refrigerator Cargo*

Kapal *refrigerator cargo* atau *reefer cargo* digunakan untuk mengangkut barang yang membutuhkan pendingin selama pengirimannya untuk menjaga kualitas barang tersebut. Muatan yang biasa diangkut berupa *perishable goods* yaitu seperti buah-buahan, sayuran, daging, ikan, dan produk lainnya yang tidak bisa bertahan lama.

7. Kapal RoRo (*Roll-on / Roll-off*)

Kapal RoRo dapat digunakan untuk mengangkut orang dan kendaraan seperti truk dan mobil. Kendaraan tersebut akan berjalan masuk dan keluar kapal sendiri sehingga disebut sebagai kapal *roll-on – roll-off*. Kapal memiliki pintu rampa untuk menghubungkan kapal dan pelabuhan.

2.2 Pelabuhan

Menurut Undang-undang Republik Indonesia Nomor 17 tahun 2008 memiliki peran sebagai: 1) simpul dalam jaringan transportasi sesuai dengan hierarkinya; 2) pintu gerbang kegiatan perekonomian; 3) tempat kegiatan alih moda transportasi; 4) penunjang kegiatan industri dan/atau perdagangan; 5) tempat distribusi, produksi, dan konsolidasi muatan atau barang; serta 6) perwujudan Wawasan Nusantara dan kedaulatan Negara. Sedangkan pelabuhan yang mencakup sebagai prasarana dan sistem memiliki arti sebagai suatu lingkungan kerja terdiri dari area daratan dan perairan yang dilengkapi dengan fasilitas tempat berlabuh dan bertambatnya kapal, untuk terselenggaranya bongkar muat serta turun naiknya penumpang, dari suatu moda transportasi laut (kapal) ke moda transportasi lainnya atau sebaliknya (Mandi, 2015).

Pelabuhan berdasarkan fungsi atau jenis pelayanannya dibagi menjadi dua yaitu:

1. Pelabuhan Umum

Pelabuhan umum merupakan pelabuhan yang dibangun untuk kepentingan masyarakat umum dan secara teknis dikelola oleh Badan Usaha Pelabuhan (BUP). Pelabuhan umum yang berada di Indonesia dipegang oleh empat badan usaha milik negara yaitu PT. Pelindo I di Medan, PT. Pelindo II di Jakarta, PT. Pelindo III di Surabaya, dan PT. Pelindo IV di Ujung Pandang.

2. Pelabuhan Khusus

Pelabuhan khusus merupakan pelabuhan yang dibangun agar dapat melakukan proses bongkar muat dengan lebih efisien. Pelabuhan khusus menurut pelayanannya dapat dibagi menjadi pekabuhan dagang, pelabuhan militer, pelabuhan ikan, pelabuhan minyak, pelabuhan turis, maupun pelabuhan industri. Untuk pelabuhan industri salah satu contohnya yaitu pelabuhan yang dibangun oleh PT. Petrokimia Gresik.

2.3 Sistem

Sistem terdiri dari komponen-komponen yang saling berinteraksi dan bergerak bersama untuk mencapai tujuan yang telah ditentukan sebelumnya.

Komponen yang ada pada sistem tersusun secara sistematis sehingga apabila suatu komponen dihilangkan maka akan mempengaruhi perilaku sistem (Daellenbach & McNickle, 2005). Namun apabila sesuatu sebagai sistem dilihat oleh individu yang berbeda dapat memberikan perspektif yang berbeda. Sekumpulan entitas dari suatu sistem dalam studi tertentu dapat menjadi sub sistem pada studi lainnya karena setiap komponen memiliki bagian-bagian yang lebih kecil yang akan membentuk sistem sendiri. Hal tersebut dapat menunjukkan bahwa suatu sistem pasti akan dipengaruhi oleh sistem lainnya karena setiap sistem memiliki faktor-faktor eksternal yang mempengaruhi sistem tersebut.

2.3.1 *Elemen Sistem*

Elemen sistem merupakan komponen-komponen yang menyusun sebuah sistem (Harrell, Bowden, & Ghosh, 2000). Dalam perspektif simulasi, elemen sistem terdiri dari beberapa bagian sebagai berikut:

1. *Entity*

Entity atau entitas merupakan suatu objek yang akan diproses oleh sistem. Entitas yang berbeda akan memungkinkan untuk memiliki karakteristik yang unik. Karakteristik tersebut disebut dengan atribut. Atribut dapat berfungsi untuk membedakan suatu entitas dengan entitas lainnya.

2. *Activity*

Activity atau aktivitas merupakan sebuah tugas yang dilakukan untuk mengolah entitas di dalam sistem baik secara langsung maupun tidak langsung. Dalam melakukan aktivitas akan dibutuhkan waktu dan *resource* yang dapat menghasilkan berubahnya atribut dan *variable* pada sistem.

3. *Resource*

Resource merupakan sarana yang digunakan untuk melakukan sebuah aktivitas dalam mengelola entitas pada sistem. *Resource* dapat berupa manusia, ruangan, maupun peralatan mesin. Keberadaan *resource* dapat memberi batasan pada proses yang dijalankan oleh suatu sistem dengan membatasi laju proses.

4. *Control*

Kontrol merupakan suatu batasan yang memberi perintah bagaimana, kapan, dan dimana sebuah aktivitas harus terjadi. Kontrol juga dapat memberikan informasi dan mengatur logika dalam bagaimana sebuah sistem harus beroperasi.

Selain elemen sistem yang telah disebutkan, terdapat pula tiga *variable* yang mempengaruhi model simulasi. Variabel tersebut yaitu *decision variable*, *response variable*, dan *state variable*. *Decision variable* merupakan variabel independen yang diputuskan dan dapat menyebabkan perubahan pada perilaku sistem. *Response variable* merupakan variabel dependen yang muncul akibat perlakuan dalam sistem dan dapat disebut juga sebagai variabel *output*. Sedangkan *state variable* merupakan variabel yang menunjukkan status sistem pada titik waktu tertentu.

2.4 **Model**

Model merupakan representasi sederhana dari suatu sistem baik secara kualitatif maupun kuantitatif yang mewakili suatu proses atau kejadian dimana dapat menggambarkan secara jelas hubungan interaksi antar berbagai faktor penting yang diamati (Kelton, Sadowski, & Zupick, 2015). Sedangkan menurut Ahmad (2008) dalam bukunya, model dapat merupakan tiruan dari suatu benda, sistem atau kejadian yang sesungguhnya yang hanya berisi informasi-informasi yang dianggap penting untuk ditelaah. Tujuan dibuatnya model yaitu untuk mempermudah dalam melakukan analisis pengaruh dan perubahan yang akan terjadi pada sistem ketika terdapat pengaruh dari faktor eksternal.

2.5 **Simulasi**

Simulasi merupakan suatu kumpulan metode dan aplikasi untuk meniru perilaku dari sistem nyata dan biasanya pada komputer dengan *software* yang sesuai. Hasil dari simulasi yang dilakukan akan memberikan keputusan yang layak berdasarkan data historis untuk mengukur kinerja suatu sistem. Pendekatan dengan simulasi lebih baik digunakan ketika sistem terlalu kompleks untuk dilakukan pendekatan analitis (Altiok & Melamed, 2007). Suatu sistem dapat

dikatakan kompleks yaitu ketika terdapat *variability* yang berarti dalam suatu sistem terdapat tingkat kerandoman yang akan menghasilkan ketidakpastian dan *interdependency* yang berarti dalam suatu sistem terdapat elemen-elemen yang saling berhubungan dan akan saling mempengaruhi satu sama lain. Simulasi dapat diklasifikasikan menjadi tiga tipe yaitu:

1. Simulasi statis dan simulasi dinamis

Simulasi statis juga disebut dengan simulasi Monte Carlo yang merepresentasikan sistem pada suatu waktu tertentu dan tidak dipengaruhi oleh waktu. Sedangkan simulasi dinamis merupakan simulasi yang merepresentasikan sistem dari waktu ke waktu.

2. Simulasi kontinu dan simulasi kejadian diskrit

Dalam model simulasi kontinu, keadaan suatu sistem dapat berubah terus menerus dari waktu ke waktu. Sedangkan pada model simulasi kejadian diskrit, perubahan dapat terjadi pada titik-titik waktu yang terpisah.

3. Simulasi deterministik dan simulasi stokastik

Model pada simulasi deterministik memiliki *input* yang tidak acak atau pasti, sehingga tidak dapat digunakan apabila terdapat ketidakpastian. Sedangkan pada simulasi stokastik dapat memiliki *input* yang bersifat acak sehingga terdapat ketidakpastian yang dihasilkan oleh model stokastik.

2.5.1 Simulasi Kejadian Diskrit

Simulasi kejadian diskrit atau *discrete event simulation* merupakan simulasi di mana perubahan keadaan model simulasi akan terjadi pada titik-titik waktu tertentu yang dipicu oleh adanya suatu aktivitas. Dalam simulasi kejadian diskrit, entitas akan memulai suatu proses dan dilanjutkan dengan proses lainnya di mana aliran proses tersebut merupakan urutan kejadian (*event*) untuk menjalankan simulasi. Pada simulasi, terdapat dua jenis kejadian yaitu *scheduled event* dan *conditional event*. *Scheduled event* merupakan suatu kejadian yang waktunya dapat ditentukan sebelumnya. Sedangkan *conditional event* merupakan suatu kejadian dimana waktu terjadinya dipicu oleh kondisi tertentu.

Simulasi kejadian diskrit dapat dijalankan dengan menggunakan bantuan perangkat lunak salah satunya yaitu ARENA yang akan digunakan pada penelitian ini. ARENA merupakan sebuah *software* yang dikembangkan oleh Rockwell Automation yang terdiri dari modul-modul *flowchart* yang berfungsi untuk memodelkan logika sistem dan modul-modul data yang berfungsi untuk mendefinisikan komponen yang terdapat pada sistem. Simulasi dengan menggunakan ARENA dapat dilakukan dengan melakukan beberapa tahap sebagai berikut:

1. Pengumpulan data.
2. *Fitting distribution* data.
3. Membuat model simulasi dengan menggunakan *software* ARENA.
4. Memasukkan data hasil *fitting distribution* ke dalam model simulasi.
5. *Running* model simulasi.
6. Melakukan verifikasi dan validasi model.

2.6 Penelitian Pendahulu

Pada jurnal penelitian yang dilakukan oleh Agus Tri Wibowo dan Dr. Naniek Utami Handayani, S.Si, MT dengan judul penelitian “Desain *Penerapan Lean Supply Chain Management* pada Proses *Loading Pupuk In Bag* pada PT. Petrokimia Gresik”, terdapat beberapa faktor yang berperan agar perusahaan mampu bertahan dalam persaingan pasar yaitu salah satunya tingkat efektivitas dan efisiensi suatu perusahaan. PT. Petrokimia Gresik yang memiliki pelabuhan atau biasa disebut dengan TUKS (Terminal untuk Kepentingan Sendiri) memiliki beberapa aktivitas di dalamnya yang dianggap penting yaitu proses *unloading* bahan baku dari kapal *supplier* dan proses *loading* pupuk jadi (pupuk curah dan pupuk *in bag*) pada kapal distribusi pengiriman.

Pada proses pemuatan (*loading*) berdasarkan kuisioner yang disebarakan ke beberapa departemen yang terkait, terdapat *waste* atau biasa disebut pemborosan proses yang berupa *waiting time* (20,42%), *transportation time* (17,14%), *inventory waste* (16,43%), *defect* (14,79%), *overprocessing waste* (11,27%), dan *movement waste* (7,75%). Oleh sebab itu, pada penelitian ini akan diterapkan konsep *lean supply chain* melalui metode *Value Stream Mapping*

untuk mengetahui jenis *waste* yang terjadi dan yang paling sering terjadi, jenis *waste* yang paling susah ditangani, dan jenis *waste* yang paling merugikan. Kemudian akan dilanjutkan dengan meancang perbaikan dan eliminasi *waste* agar dapat menciptakan proses kerja yang efektif dan efisien. Pada penelitian ini dengan menerapkan usulan perbaikan berdasarkan *Future State Value Stream Mapping* yang diberikan, mampu mereduksi waktu *Non Value Added Activity* dari 280,6 menit menjadi 112,8 menit.

Sedangkan pada jurnal penelitian yang dilakukan oleh Tubagus Ardi Ferdiansyah, Asep Ridwan, dan Widi Hartono dengan berjudul “Analisis Pemborosan Proses *Loading* dan *Unloading* Pupuk dengan Pendekatan *Lean Supply Chain*”, PT. ABC yang biasa disebut dengan pelabuhan cigading merupakan perusahaan yang bergerak di bidang jasa pengangkutan barang curah kering maupun curah cair. PT. ABC telah melakukan pembongkaran sebanyak 8,5 juta ton barang curah per tahun dengan jenis curah terbesar yaitu pupuk. PT. XYZ merupakan salah satu perusahaan pupuk yang menjadi konsumen dari PT. ABC.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang *lean supply chain* dengan menggunakan *tools* yaitu *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT). Pengolahan data dilakukan dengan pendekatan *Plan Do Check Action* (PDCA) namun pada penelitian ini hanya dilakukan sampai pada tahap *check*. Pada tahap *Plan*, hal pertama yang dilakukan yaitu penggambaran sistem *supply chain* yang terdapat pada PT. ABC dan dilanjutkan dengan pemilihan jenis VALSAT dimana terdapat 7 *tools* yang dapat digunakan yaitu *Process Activity Mapping*, *Supply Chain Response Matrix*, *Production Variety Funnel*, *Quality Filter Mapping*, *Demand Amplification Mapping*, *Decision Point Analysis*, dan *Physical Structure*. Jenis VALSAT yang digunakan akan dipilih dengan menyebar kuisioner untuk mendapatkan bobot dari jenis VALSAT dengan peringkat tertinggi. Setelah pemilihan jenis VALSAT, dilanjutkan dengan mengidentifikasi kegiatan yang termasuk *Value Added* (VA), *Necessary but Non Value Added* (NNVA), dan *Non Value Added* (NVA). Tahap selanjutnya yaitu pembuatan *Current State Mapping* (CSM) untuk melihat aliran material dan informasi dari aktivitas yang dilakukan oleh perusahaan. Setelah tahap tersebut, maka akan dilanjutkan dengan perhitungan kinerja perusahaan dengan menggunakan *tools Process Cycle*

Efficiency (PCE) yang kemudian akan dilanjutkan dengan mengidentifikasi sembilan jenis pemborosan yang berbentuk EDOWNTIME yang terdapat pada sepanjang *value stream*.

Tahap kedua yaitu *Do* dimulai dengan mengimplementasikan beberapa usulan untuk mengurangi pemborosan yang kemudian akan diidentifikasi VA, NVA, dan NNVA yang terdapat pada proses perbaikan dan dilanjutkan dengan pembuatan *Future State Map* (FSM). Sedangkan di tahap *Check*, pada tahap ini akan dilakukan perbandingan dengan menggunakan PCE, VA, NVA, NNVA, dan waktu siklus pada eksisting dan usulan. Berikut merupakan perbandingan hasil dari usulan perbaikan dengan kondisi awal.

Tabel 2.1 Perbandingan Kondisi Awal dengan Usulan Perbaikan

Indikator	Kondisi Awal	Usulan Perbaikan
PCE	39,03%	43,71%
VA	397,1 menit	397,1 menit
NVA	405,78 menit	294,42 menit
NNVA	214,58 menit	215 menit
Waktu Siklus	1017,46 menit	908,52 menit

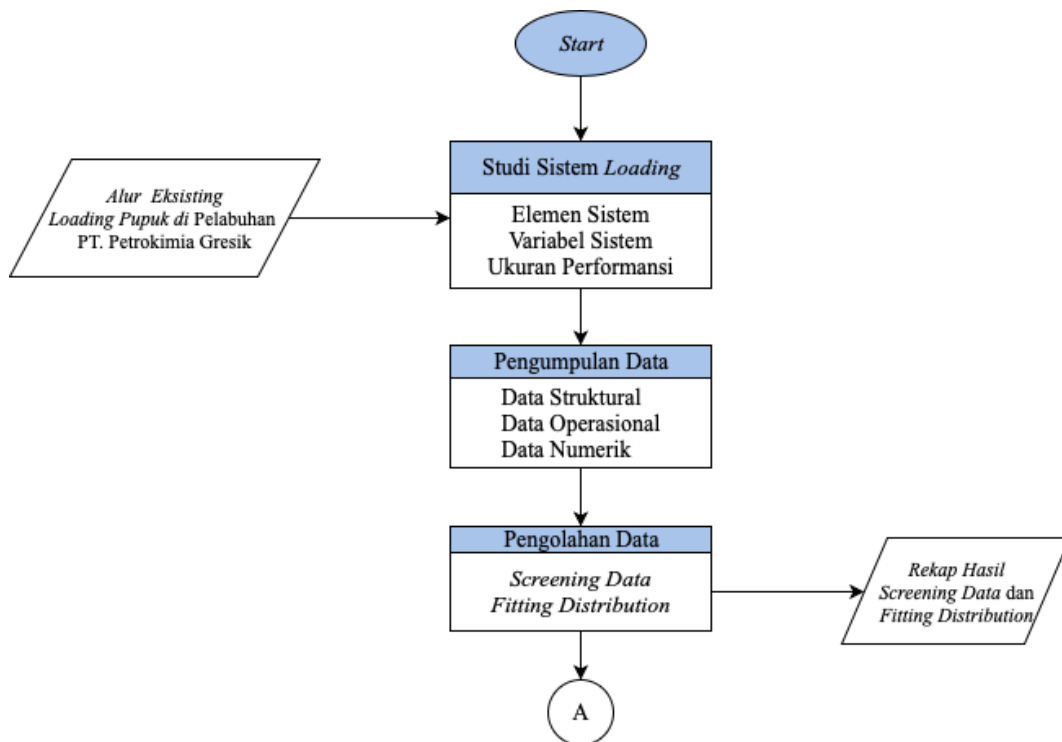
Berdasarkan kedua penelitian yang telah dibahas sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa upaya yang dilakukan untuk meningkatkan proses *loading* yaitu dengan mengidentifikasi proses yang tidak memberikan nilai tambah. Hasil dari mengidentifikasi proses tersebut dengan menerapkan *lean supply chain* membantu dalam mengurangi waktu siklus suatu proses. Upaya lainnya yang dapat dilakukan untuk mengurangi waktu siklus suatu proses yaitu dengan mengoptimalkan *resource* yang digunakan pada suatu proses. *Resource* yang dimanfaatkan dengan optimal dapat membantu suatu proses untuk memiliki waktu siklus yang lebih cepat. Oleh sebab itu, pada penelitian ini akan dilakukan peningkatan *loading* pada pupuk dengan menyeimbangkan kebutuhan jumlah *resource*.

Halaman ini sengaja dikosongkan

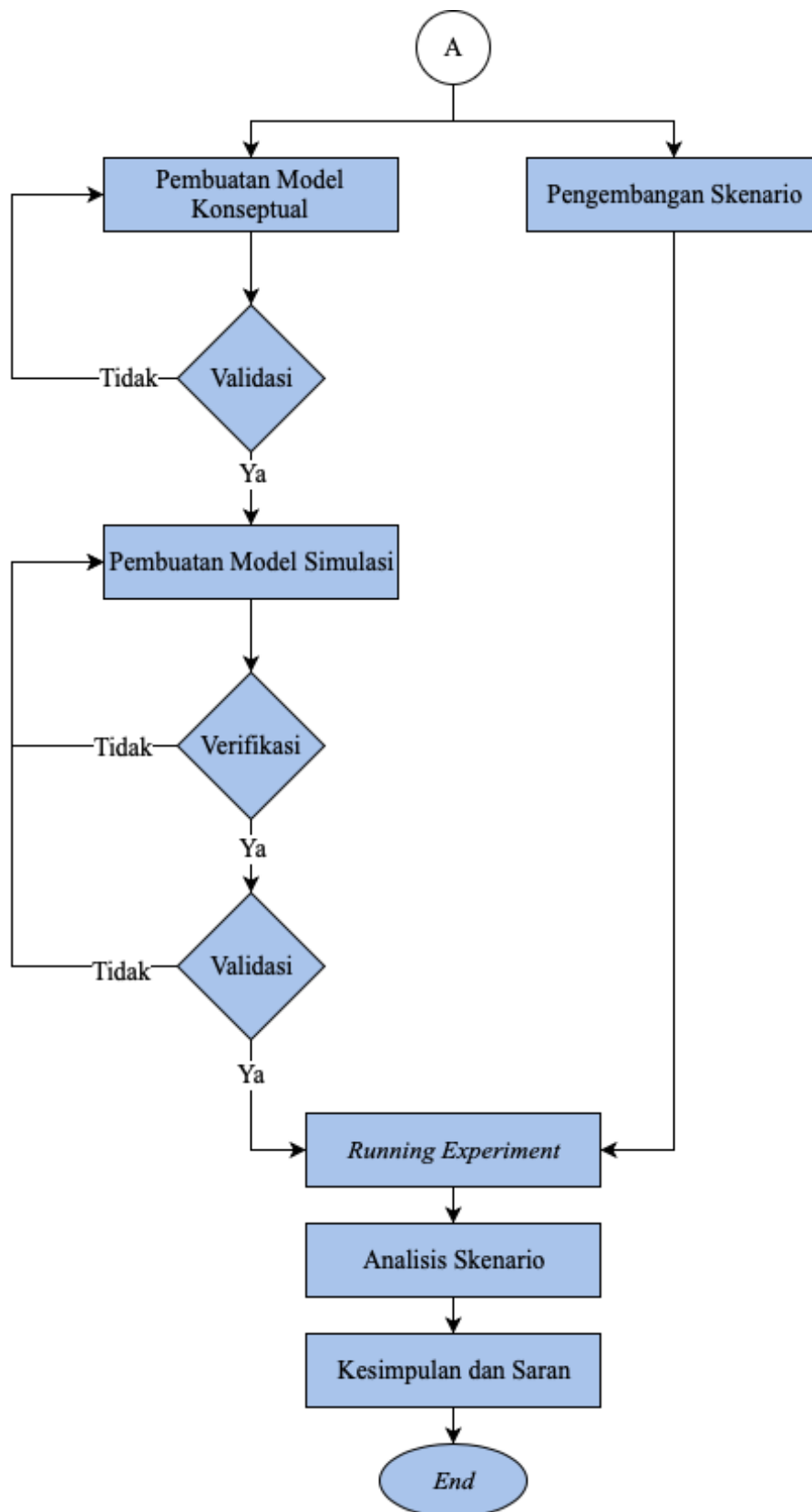
BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai metodologi penelitian beserta tahap-tahap yang akan dilakukan selama pengerjaan laporan penelitian.



Gambar 3.1 Flowchart Metodologi Penelitian



Gambar 3.1 Flowchart Metodologi Penelitian (Lanjutan)

3.1 Tahap Metodologi Penelitian

Pada sub bab ini dijelaskan mengenai tahap yang dilakukan untuk mengerjakan laporan penelitian. Adapun tahapan tersebut yaitu sebagai berikut.

3.1.1 Studi Sistem

Pada tahap ini dilakukan identifikasi terhadap sistem *loading* pupuk yang dilakukan ke luar pulau Jawa pada pelabuhan PT. Petrokimia Gresik. Sistem *loading* tersebut diidentifikasi terhadap elemen yang terdapat pada sistem yaitu elemen sistem, variabel sistem, dan ukuran performansi.

3.1.1.1 Elemen Sistem

Sistem terdiri empat elemen yaitu entitas, aktivitas, *resource*, dan kontrol. Pada bagian akan dijelaskan mengenai elemen sistem yang terdapat pada sistem *loading* pupuk di PT. Petrokimia Gresik.

1. Entitas

Entitas yang digunakan pada sistem ini yaitu kapal yang digunakan untuk mengirim pupuk ke luar pulau Jawa. Selain itu, entitas pada sistem ini juga terdiri dari pupuk yang akan dikirim ke luar pulau Jawa. Adapun jenis pupuk yang akan dikirim yaitu pupuk ZA, pupuk SP-36, pupuk phonska, dan pupuk petroganik.

2. Aktivitas

Aktivitas yang terdapat pada sistem *loading* PT. Petrokimia Gresik yaitu *loading* pupuk ke truk di gudang, pemindahan pupuk dari gudang ke pelabuhan menggunakan truk, dan *loading* pupuk dari truk ke kapal.

3. *Resource*

Resource yang digunakan pada sistem ini yaitu truk untuk mengangkut pupuk ke pelabuhan, *forklift* yang digunakan untuk aktivitas *loading* di gudang, *crane* yang terdapat di kapal, dan TKBM yang menata pupuk di dalam kapal.

4. Kontrol

Kontrol yang terdapat pada sistem ini yaitu kebijakan untuk mengisi truk hingga penuh sehingga memungkinkan adanya *multiproduct* pada satu

truk. Selain itu kontrol yang digunakan yaitu kapasitas yang dimiliki truk yaitu 30 ton.

3.1.1.2 Variabel Sistem

Variabel sistem terdiri dari beberapa jenis yaitu variabel keputusan, variabel respon, dan variabel status. Variabel keputusan pada sistem yang diamati yaitu jumlah truk, jumlah *forklift*, dan jumlah TKBM. Variabel respon yang akan dihasilkan dari sistem ini yaitu *cycle time* pengiriman dan frekuensi pengiriman. Sedangkan variabel status pada sistem ini yaitu status dari keadaan truk, *forklift*, *crane*, dan TKBM ketika sedang *busy* atau *idle*. Berikut merupakan ringkasan dari variabel sistem yang terdapat pada sistem *loading* PT. Petrokimia Gresik.

Tabel 3.1 Variabel Sistem *Loading* PT. Petrokimia Gresik

Variabel Keputusan	Variabel Respon	Variabel Status
Jumlah truk	<i>Cycle time</i> pengiriman	Kondisi truk (<i>Busy/Idle</i>)
Jumlah TKBM	Frekuensi pengiriman	Kondisi TKBM (<i>Busy/Idle</i>)

3.1.1.3 Ukuran Performansi

Ukuran performansi merupakan ukuran kuantitatif yang digunakan untuk mengukur performansi dalam mencapai solusi dari suatu permasalahan. Ukuran performansi yang diamati yaitu *loading rate* di pelabuhan PT. Petrokimia Gresik.

3.1.2 Pengumpulan Data

Data terbagi menjadi tiga jenis data yaitu data struktural, data operasional, dan data numerik. Data yang diperoleh yaitu merupakan data sekunder yang dimiliki oleh PT. Petrokimia Gresik. Data struktural merupakan data yang menyangkut semua objek yang terdapat pada sistem yaitu entitas, *resource*, dan lokasi terjadinya aktivitas. Adapun data struktural yang terdapat pada sistem ini yaitu kapal, pupuk, truk, *forklift*, TKBM, lokasi gudang ZA, lokasi gudang phonska, lokasi gudang fosfat I, lokasi gudang fosfat II, dan lokasi gudang multi guna.

Data operasional yaitu data yang menjelaskan bagaimana sistem akan beroperasi. Data operasional pada sistem ini yaitu *loading* pupuk ke truk di gudang, pemindahan pupuk dari gudang ke pelabuhan menggunakan truk, *loading* pupuk dari truk ke kapal, dan penataan pupuk di dalam kapal. Sedangkan data numerik yaitu data yang menyediakan data kuantitatif dari sistem. Data numerik yang terdapat pada sistem ini yaitu kecepatan truk, kapasitas truk, kapasitas *forklift*, kecepatan *loading* di gudang, dan kecepatan *loading* di kapal.

3.1.3 *Pengolahan Data*

Pada tahap ini akan dilakukan pengolahan data dari data yang telah dikumpulkan sebelumnya. Pengolahan data dimulai dengan melakukan *screening data*. *Screening data* dilakukan untuk memastikan bahwa data yang digunakan merupakan data yang merepresentasikan sistem dalam keadaan normal. Adapun tujuan dari *screening data* yaitu untuk menghilangkan data-data yang hilang (*missing value*) dan data *outlier*. Selanjutnya data akan diolah dengan menggunakan *software Input Analyzer* untuk dilakukan *fitting distribution* sehingga dapat diketahui persebaran distribusinya. Data yang akan di-*fitting* yaitu data kecepatan truk, data kecepatan *forklift*, data kecepatan *loading* di gudang, dan data kecepatan *loading* di kapal.

3.1.4 *Pembuatan Model Konseptual*

Pada bagian ini akan dilakukan pembuatan model konseptual untuk dapat menunjukkan kondisi sistem nyata. Model konseptual yang akan dibuat yaitu dengan menggunakan *logic flow diagram* proses *loading* di gudang yang akan dilanjutkan dengan proses *loading* di pelabuhan PT. Petrokimia Gresik.

3.1.5 *Pembuatan Model Simulasi*

Pembuatan model simulasi dilakukan dengan menggunakan *software ARENA*. Model simulasi dirancang mengacu pada model konseptual yang telah dibuat sebelumnya. Data yang telah diolah sebelumnya dimasukkan pada *software*

agar model simulasi yang telah dibuat dapat menggambarkan kondisi nyata sistem.

3.1.6 Validasi dan Verifikasi

Validasi merupakan proses pengujian untuk menentukan apakah model konseptual yang dibuat telah mencerminkan sistem nyata. Validasi model konseptual dapat dilakukan dengan cara berdiskusi dengan pihak *expert* dari PT. Petrokimia Gresik. Apabila model konseptual belum sesuai dengan kondisi eksisting, maka akan dilakukan pembuatan model konseptual kembali.

Setelah model konseptual tervalidasi, dilanjutkan dengan pembuatan model simulasi. Pada model simulasi tersebut akan dilakukan pengujian terhadap logika model yang akan dilakukan dengan verifikasi. Verifikasi merupakan proses yang dilakukan untuk memastikan bahwa model simulasi yang dibuat telah bekerja sesuai dengan proses yang sebenarnya. Pada *software* ARENA, verifikasi dapat dilakukan *syntax* dan *semantics*. Model simulasi yang telah terverifikasi, selanjutnya akan dilakukan validasi kembali. Validasi terhadap model simulasi dilakukan untuk memastikan bahwa model simulasi telah berjalan sesuai dengan kondisi sebenarnya.

3.1.7 Pengembangan Skenario

Pada bagian akan dilakukan pembuatan skenario untuk dibandingkan dengan skenario eksisting. Hasil dari pembandingan skenario tersebut adalah untuk mengetahui skenario terbaik untuk diterapkan. Adapun skenario yang akan digunakan pada simulasi sistem ini yaitu sebagai berikut.

Tabel 3.2 Skenario Simulasi

Skenario	Truk	TKBM
Eksisting	7	12
Skenario 1	7	15
Skenario 2	7	18
Skenario 3	10	12
Skenario 4	10	15
Skenario 5	10	18

Skenario	Truk	TKBM
Skenario 6	13	12
Skenario 7	13	15

Tabel 3.2 Skenario Simulasi (Lanjutan)

Skenario	Truk	TKBM
Skenario 8	13	18
Skenario 9	16	12
Skenario 10	16	15
Skenario 11	16	18
Skenario 12	19	12
Skenario 13	19	15
Skenario 14	19	18
Skenario 15	21	12
Skenario 16	21	15

3.1.8 *Running Experiment*

Pada bagian ini akan dilakukan eksperimen terhadap masing-masing skenario-skenario yang telah dibuat. Eksperimen akan dilakukan setelah model simulasi tervalidasi dan terverifikasi.

3.1.9 *Analisis Skenario*

Pada tahap ini akan dilakukan analisis terhadap hasil eksperimen skenario yang telah dilakukan. Analisis dilakukan dengan membandingkan kondisi eksisting dan skenario perbaikan dengan melihat lamanya waktu bersandar kapal untuk melakukan proses *loading* di pelabuhan. Berdasarkan analisis tersebut, maka akan ditentukan skenario terbaik yang selanjutnya akan dilakukan analisis sensitivitas terhadap faktor yang dapat mempengaruhi skenario tersebut.

3.1.10 *Kesimpulan dan Saran*

Pada bagian ini merupakan tahap terakhir untuk merangkum keseluruhan penelitian yang akan memberikan jawaban dari tujuan yang ingin dicapai. Selain itu, pada bagian ini juga akan diberikan rekomendasi untuk perusahaan yaitu PT.

Petrokimia Gresik terhadap kebutuhan *resource* dalam kegiatan *loading* pupuk untuk pengiriman ke luar pulau Jawa.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 4

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini akan dibahas mengenai pengumpulan dan pengolahan data yang akan dilakukan pada penelitian ini. Di antaranya yaitu pengumpulan data, pengolahan data, pembuatan model eksisting dan pengembangan skenario.

4.1 Pengumpulan Data

Data yang digunakan untuk melakukan simulasi proses *loading* pupuk *in-bag* pada pelabuhan PT. Petrokimia Gresik merupakan data sekunder. Adapun jenis data yang digunakan sebagai berikut.

4.1.1 Data Jadwal Kedatangan Kapal

Berikut merupakan data jadwal kedatangan kapal dengan kapasitas maksimal 2100 ton untuk melakukan pengiriman distribusi ke luar pulau Jawa.

Tabel 4.1 Jadwal Kedatangan Kapal

No.	Nama Kapal	Tujuan	Berthing	Start	End	Unberthing
1	Berkah 36	Lampung	27/12/2017 23.25	28/12/2017 02.10	03/01/2018 21.30	06/01/2018 08.45
2	Intan 31	Pangkal Balam	12/01/2018 07.55	12/01/2018 13.00	17/01/2018 22.00	18/01/2018 12.00
3	Putri Mulya II	Sumbawa	18/01/2018 17.05	19/01/2018 10.00	27/01/2018 09.30	27/01/2018 17.10
4	Isa Winter	Makassar	17/01/2018 13.55	26/01/2018 01.00	29/01/2018 02.40	29/01/2018 10.10
5	Shannon	Lembar	24/01/2018 21.00	25/01/2018 01.30	30/01/2018 02.50	30/01/2018 05.40
6	Anugerah Buana III	Badas	28/01/2018 20.20	08/02/2018 22.20	13/02/2018 17.00	13/02/2018 20.05
7	Intan 31	Pangkal Balam	10/02/2018 21.00	11/02/2018 13.30	17/02/2018 12.00	17/02/2018 17.00
8	Shannon	Lampung	12/02/2018 05.25	12/02/2018 13.00	17/02/2018 10.00	17/02/2018 17.50
9	Isa Lucky	Makassar	13/02/2018 10.40	19/02/2018 14.40	22/02/2018 16.00	22/02/2018 16.50
10	Anugerah Buana III	Kendari	26/02/2018 16.40	03/03/2018 21.00	04/03/2018 03.15	04/03/2018 10.05
11	Putri Mulya II	Sumbawa	28/02/2018 13.20	08/03/2018 21.30	11/03/2018 12.00	11/03/2018 14.55
12	Isa Glory	Belawan	04/03/2018 02.00	15/03/2018 01.00	16/03/2018 07.30	16/03/2018 09.30

Tabel 4.1 Jadwal Kedatangan Kapal (Lanjutan)

No.	Nama Kapal	Tujuan	Berthing	Start	End	Unberthing
13	Shannon	Palembang	13/03/2018 22.35	14/03/2018 10.00	20/03/2018 12.00	20/03/2018 18.55
14	Intan 31	Pangkal Pinang	20/03/2018 22.30	21/03/2018 10.30	25/03/2018 04.00	25/03/2018 12.05
16	Mandiri 18	Bangka Belitung	31/03/2018 18.00	01/04/2018 09.25	05/04/2018 23.30	06/04/2018 09.15
17	Anugerah Buana III	Kendari	07/04/2018 12.55	07/04/2018 19.45	13/04/2018 19.30	14/04/2018 05.25
18	Shannon	Palembang	09/04/2018 17.30	10/04/2018 08.45	15/04/2018 04.30	15/04/2018 07.50
19	Intan 31	Bangka Belitung	13/04/2018 21.35	15/04/2018 08.40	20/04/2018 23.30	21/04/2018 09.30
20	Anugerah Buana III	Palembang	05/05/2018 20.40	05/05/2018 13.00	09/05/2018 17.00	09/05/2018 19.35
21	Gresik Niaga	Pangkal Pinang	18/05/2018 22.10	19/05/2018 08.50	26/05/2018 00.00	26/05/2018 14.25
22	Shannon	Kendari	05/06/2018 00.40	05/06/2018 09.30	09/06/2018 11.30	09/06/2018 15.05
23	PKP Jaya	Pontianak	06/06/2018 19.25	07/06/2018 09.20	12/06/2018 15.30	13/06/2018 09.35
24	Putri Mulya	Sumbawa	09/06/2018 17.15	10/06/2018 09.15	19/06/2018 12.00	19/06/2018 21.30
25	Indah 88	Pangkal Pinang	21/06/2018 16.25	22/06/2018 09.15	26/06/2018 17.00	26/06/2018 18.45
26	Intan 31	Pangkal Pinang	24/06/2018 10.40	25/06/2018 09.15	30/06/2018 21.30	01/07/2018 11.55
27	Shannon	Kendari	11/07/2018 17.35	12/07/2018 08.30	16/07/2018 16.00	16/07/2018 18.43
28	Gresik Niaga	Pangkal Pinang	18/07/2018 18.15	19/07/2018 09.00	25/07/2018 02.00	25/07/2018 11.25
29	Indah 88	Pangkal Pinang	01/08/2018 17.20	02/08/2018 10.00	07/08/2018 10.30	07/08/2018 18.35
30	Putri Mulya II	Sumbawa	07/08/2018 18.10	08/08/2018 09.15	14/08/2018 00.00	14/08/2018 09.40
31	Shannon	Gorontalo	14/08/2018 15.45	15/08/2018 09.20	18/08/2018 23.45	19/08/2018 06.35
32	Indah 88	Pontianak	06/09/2018 17.15	07/09/2018 09.00	10/09/2018 23.30	11/09/2018 06.20
33	Shannon	Kendari	11/09/2018 07.45	12/09/2018 09.35	16/09/2018 03.00	16/09/2018 11.10
34	Putri Mulya II	Badas	14/09/2018 15.45	14/09/2018 19.00	20/09/2018 04.00	20/09/2018 10.35
35	Anugerah buana III	Gorontalo	29/09/2018 09.30	29/09/2018 13.00	03/10/2018 13.00	03/10/2018 15.20
36	Shannon	Kendari	11/10/2018 11.15	11/10/2018 16.20	16/10/2018 11.00	16/10/2018 13.35
37	Putri Mulya II	Badas	19/10/2018 17.05	20/10/2018 08.45	27/10/2018 23.40	28/10/2018 11.05
38	Anugrah Buana 3	Gorontalo	25/10/2018 05.50	25/10/2018 09.30	31/10/2018 00.00	31/10/2018 06.45
39	Intan 31	Pangkal Pinang	24/11/2018 12.40	26/11/2018 13.00	30/11/2018 12.40	01/12/2018 05.50

Tabel 4.1 Jadwal Kedatangan Kapal (Lanjutan)

No.	Nama Kapal	Tujuan	Berthing	Start	End	Unberthing
40	Anugerah Buana III	Kendari	29/11/2018 15.45	30/11/2018 09.30	05/12/2018 23.30	06/12/2018 09.05
41	Putri Mulya II	Sumbawa	30/11/2018 13.35	01/12/2018 08.50	07/12/2018 15.45	07/12/2018 16.00
42	Shannon	Gorontalo	12/12/2018 07.05	12/12/2018 09.40	17/12/2018 03.00	17/12/2018 04.50

4.1.2 Jumlah Order untuk Setiap Jenis Pupuk

Data jumlah order yang digunakan merupakan data yang telah diolah dimana tiap unit merupakan 1,5 ton. Hal tersebut dilakukan agar memudahkan proses *running* yang akan dilakukan dengan menggunakan *software* Arena. Berikut merupakan data jumlah order yang diangkut oleh tiap kapal.

Tabel 4.2 Jumlah Order Pupuk dari Tiap Kapal

No.	Nama Kapal	Tujuan	Jumlah Jenis Pupuk	Jenis Pupuk	Jumlah Pupuk	Total
1	Berkah 36	Lampung	1	Phonska	660	660
2	Intan 31	Pangkal Balam	2	Phonska	600	994
				Petroganik	394	
3	Putri Mulya II	Sumbawa	2	ZA	867	1201
				Phonska	334	
4	Isa Winter	Makassar	1	Phonska	1334	1334
5	Shannon	Lembar	3	Phonska	667	1201
				SP36	334	
				ZA	200	
6	Anugerah Buana III	Badas	1	Phonska	1334	1334
7	Intan 31	Pangkal Balam	2	Phonska	667	1001
				Petroganik	334	
8	Shannon	Lampung	1	SP36	1200	1200
9	Isa Lucky	Makassar	1	SP36	880	880
10	Anugerah Buana III	Kendari	3	ZA	134	1334
				SP36	200	
				Phonska	1000	
11	Putri Mulya II	Sumbawa	2	ZA	334	1201
				Phonska	867	
12	Isa Glory	Belawan	2	Petroganik	334	668
				Phonska	334	

Tabel 4.2 Jumlah Order Pupuk dari Tiap Kapal (Lanjutan)

No.	Nama Kapal	Tujuan	Jumlah Jenis Pupuk	Jenis Pupuk	Jumlah Pupuk	Total
13	Shannon	Palembang	2	SP36	934	1201
				Petroganik	267	
14	Intan 31	Pangkal Pinang	3	Phonska	467	1001
				SP36	334	
				Petroganik	200	
16	Mandiri 18	Bangka Belitung	2	Phonska	800	1334
				Petroganik	534	
17	Anugerah Buana III	Kendari	3	Phonska	734	1335
				ZA	134	
				SP36	467	
18	Shannon	Palembang	3	SP36	334	1202
				Petroganik	634	
				Phonska	234	
19	Intan 31	Bangka Belitung	2	Phonska	734	1001
				Petroganik	267	
20	Anugerah Buana III	Palembang	3	Phonska	800	1334
				Petroganik	200	
				SP36	334	
21	Gresik Niaga	Pangkal Pinang	3	SP36	200	1401
				Phonska	934	
				Petroganik	267	
22	Shannon	Kendari	2	Phonska	1000	1200
				Petroganik	200	
23	PKP Jaya	Pontianak	2	Phonska	867	1534
				SP36	667	
24	Putri Mulya	Sumbawa	2	Phonska	1000	1200
				ZA	200	
25	Indah 88	Pangkal Pinang	3	Phonska	667	1201
				SP36	267	
				Petroganik	267	
26	Intan 31	Pangkal Pinang	3	Phonska	600	1001
				SP36	134	
				Petroganik	267	
27	Shannon	Kendari	1	Phonska	1200	1200
28	Gresik Niaga	Pangkal Pinang	2	Phonska	1334	1401
				ZA	67	
29	Indah 88	Pangkal Pinang	1	Phonska	1134	1134

Tabel 4.2 Jumlah Order Pupuk dari Tiap Kapal (Lanjutan)

No.	Nama Kapal	Tujuan	Jumlah Jenis Pupuk	Jenis Pupuk	Jumlah Pupuk	Total
30	Putri Mulya II	Sumbawa	2	Phonska	1000	1200
				ZA	200	
31	Shannon	Gorontalo	1	Phonska	1200	1200
32	Indah 88	Pontianak	1	Phonska	1200	1200
33	Shannon	Kendari	2	Phonska	934	1201
				Petroganik	267	
34	Putri Mulya II	Badas	2	Phonska	934	1201
				ZA	267	
35	Anugerah buana III	Gorontalo	1	Phonska	1334	1334
36	Shannon	Kendari	2	Phonska	1000	1200
				Petroganik	200	
37	Putri Mulya II	Badas	2	Phonska	1000	1200
				Petroganik	200	
38	Anugrah Buana 3	Gorontalo	1	Phonska	1334	1334
39	Intan 31	Pangkal Pinang	3	Phonska	400	1000
				SP36	200	
				ZA	400	
40	Anugerah Buana III	Kendari	3	Phonska	1067	1334
				Petroganik	200	
				SP36	67	
41	Putri Mulya II	Sumbawa	1	Phonska	1200	1200
42	Shannon	Gorontalo	1	Phonska	1200	1200

4.1.3 Waktu Siklus Kegiatan Loading Pupuk In-Bag pada Pelabuhan

Waktu siklus kegiatan *loading* di pelabuhan diperoleh dari data sekunder yang dimiliki oleh PT. Petrokimia Gresik. Data yang ditampilkan berikut merupakan waktu siklus yang diamati pada proses *loading* pupuk *in bag* di KM. Gresik Niaga. Proses *loading* pupuk dari truk ke kapal dilakukan dengan menggunakan bantuan *crane* yang terdapat pada kapal dan TKBM yang bertugas untuk melakukan penataan pupuk. Berikut merupakan waktu siklus kegiatan *loading* pada pelabuhan.

Tabel 4.3 Waktu Siklus Kegiatan Loading Pupuk In Bag pada Kapal

START	END	TIME (HOURS)	ACTIVITIES	GANG
18-Mei-2018 16.40			<i>Berthing</i>	
19-Mei-2018 09.40	19-Mei-2018 11.30	1.83	Pemuatan	1
19-Mei-2018 11.30	19-Mei-2018 13.25	1.92	Cuaca Buruk	0
19-Mei-2018 13.25	19-Mei-2018 17.00	3.58	Pemuatan	1
19-Mei-2018 17.00	19-Mei-2018 19.15	2.25	Istirahat	0
19-Mei-2018 19.15	19-Mei-2018 22.00	2.75	Pemuatan	1
19-Mei-2018 22.00	21-Mei-2018 07.00	33.00	Akhir shift 2 Buruh Dipulangkan	0
21-Mei-2018 07.00	21-Mei-2018 07.30	0.50	Persiapan muat	1
21-Mei-2018 07.30	21-Mei-2018 12.00	4.50	Pemuatan	1
21-Mei-2018 12.00	21-Mei-2018 13.00	1.00	Istirahat	0
21-Mei-2018 13.00	21-Mei-2018 16.50	3.83	Pemuatan	1
21-Mei-2018 16.50	21-Mei-2018 19.10	2.33	Istirahat	0
21-Mei-2018 19.10	22-Mei-2018 07.00	11.83	Pemuatan	1
22-Mei-2018 07.00	22-Mei-2018 07.30	0.50	Persiapan muat	1
22-Mei-2018 07.30	22-Mei-2018 16.30	9.00	Pemuatan	1
22-Mei-2018 16.30	22-Mei-2018 19.00	2.50	Cuaca Buruk	0
22-Mei-2018 19.00	22-Mei-2018 20.10	1.17	Pemuatan	1
22-Mei-2018 20.10	22-Mei-2018 22.00	1.83	Cuaca Buruk	0
22-Mei-2018 22.00	23-Mei-2018 07.00	9.00	Akhir shift 2 Buruh Dipulangkan (Cuaca Buruk)	0
23-Mei-2018 07.00	23-Mei-2018 07.25	0.42	Persiapan muat	1
23-Mei-2018 07.25	23-Mei-2018 12.00	4.58	Pemuatan	1
23-Mei-2018 12.00	23-Mei-2018 19.10	7.17	Cuaca Buruk	0
23-Mei-2018 19.10	23-Mei-2018 21.15	2.08	Pemuatan	1

Tabel 4.3 Waktu Siklus Kegiatan *Loading Pupuk In Bag* pada Kapal (Lanjutan)

START	END	TIME (HOURS)	ACTIVITIES	GANG
23-Mei-2018 21.15	23-Mei-2018 22.00	0.75	Cuaca Buruk	0
23-Mei-2018 22.00	24-Mei-2018 07.15	9.25	Buruh dipulangkan, cuaca buruk	0
24-Mei-2018 07.15	24-Mei-2018 12.00	4.75	Pemuatan	1
24-Mei-2018 12.00	24-Mei-2018 13.05	1.08	Istirahat	0
24-Mei-2018 13.05	24-Mei-2018 15.15	2.17	Pemuatan	1
24-Mei-2018 15.15	24-Mei-2018 19.20	4.08	Cuaca Buruk	0
24-Mei-2018 19.20	24-Mei-2018 20.00	0.67	Pemuatan	1
24-Mei-2018 20.00	24-Mei-2018 22.00	2.00	Cuaca Buruk	0
24-Mei-2018 22.00	25-Mei-2018 07.00	9.00	Buruh dipulangkan, cuaca buruk	0
25-Mei-2018 07.00	25-Mei-2018 08.00	1.00	Persiapan Muat	1
25-Mei-2018 08.00	25-Mei-2018 17.00	9.00	Pemuatan	1
25-Mei-2018 17.00	25-Mei-2018 19.00	2.00	Istirahat	1
25-Mei-2018 19.00	25-Mei-2018 19.30	0.50	Persiapan Muat	1
25-Mei-2018 19.30	26-Mei-2018 04.30	9.00	Pemuatan	1
26-Mei-2018 04.30	26-Mei-2018 05.00	0.50	FT sudah tidak kembali	1
26-Mei-2018 05.00	26-Mei-2018 07.00	2.00	Istirahat	0
26-Mei-2018 07.00	26-Mei-2018 07.10	0.17	Persiapan muat	1
26-Mei-2018 07.10	26-Mei-2018 11.00	3.83	Pemuatan	1
26-Mei-2018 11.00			<i>FINISH BONGKAR</i>	
26-Mei-2018 20.30			<i>Unberthing</i>	

4.1.4 Waktu Siklus Kegiatan *Loading Pupuk In-Bag* pada Gudang

Waktu siklus kegiatan *loading* di gudang diperoleh dari data sekunder yang dimiliki oleh PT. Petrokimia Gresik. Data yang ditampilkan berikut merupakan waktu siklus yang diamati pada proses *loading pupuk in bag* di

gudang phonska. Proses *loading* pupuk ke truk di gudang dilakukan dengan menggunakan bantuan *forklift* yang memiliki kekuatan untuk mengangkat pupuk 1,5 ton. Berikut merupakan waktu siklus kegiatan *loading* pada gudang phonska.

Tabel 4.4 Waktu Siklus Kegiatan Loading Pupuk In-Bag pada Gudang

Nopol Truk	Datang di Gudang	Mulai Muat	Selesai Muat
W 8727 UA	10.10	10.20	10.25
W 9044 UF	10.17	10.25	10.47
W 9854 UH	10.45	10.51	11.04
W 9704 UG	11.26	11.30	11.51
W 8711 UA	11.28	11.53	12.16
W 8727 UA	12.16	12.19	12.40
W 9044 UF	15.01	15.20	15.50
W 9854 UH	15.03	16.05	16.31
W 8711 UA	15.05	16.35	16.45
W 9704 UB	15.08	16.48	17.03
W 8727 UA	16.11	17.06	17.19
W 8722 UA	16.18	17.22	17.33
W 9044 UF	00.00	00.25	00.45
W 8711 UA	01.15	01.30	01.50
W 9854 UH	02.10	02.15	02.40
W 8727 UA	08.40	08.53	09.06
W 8722 UA	08.54	09.08	09.28
W 9044 UF	09.25	09.30	09.51
W 9854 UH	09.28	09.52	10.00
W 8727 UA	10.08	10.12	10.24
W 8711 UA	10.10	10.27	10.38
W 8722 UA	10.48	11.00	11.17
W 9044 UF	13.26	13.30	13.56
W 9854 UH	15.00	15.20	15.41
W 9704 UG	15.05	15.47	16.19
W 8727 UA	15.10	16.22	16.50
W 8711 UA	15.12	16.52	17.11
W 8722 UA	15.15	17.14	17.30

4.1.5 Jarak antar Gudang dan Pelabuhan

Jarak antar gudang dan pelabuhan merupakan data yang akan digunakan untuk menentukan lamanya perjalanan dari satu gudang ke gudang lainnya dan

juga lamanya perjalanan dari masing-masing gudang ke pelabuhan. Berikut merupakan jarak yang dimiliki antar gudang dan pelabuhan.

Tabel 4.5 Jarak antar Gudang dan Pelabuhan

Jarak (KM)	Gudang ZA	Gudang Fosfat I	Gudang Fosfat II	Gudang Phonska	Gudang Multi Guna	Pelabuhan
Gudang ZA	0	0.38	0.73	1.37	2	2.38
Gudang Fosfat I	0.38	0	0.35	0.95	1.9	2.1
Gudang Fosfat II	0.73	0.35	0	1.2	1.8	2.1
Gudang Phonska	1.37	0.95	1.2	0	2.8	1.3
Gudang Multi Guna	2	1.9	1.8	2.8	0	3.7
Pelabuhan	2.38	2.1	2.1	1.3	3.7	0

4.2 Pengolahan Data

Setelah dilakukan pengumpulan data, maka selanjutnya akan dilakukan pengolahan data sebagai berikut.

4.2.1 Waktu Bersandar Kapal

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan data jadwal kedatangan kapal. Berdasarkan data tersebut maka akan didapatkan waktu dari kapal bersandar hingga dilakukannya proses pemuatan, waktu untuk persiapan meninggalkan pelabuhan, dan juga waktu lamanya kapal bersandar di PT. Petrokimia Gresik. Berikut merupakan pengolahan data dari jadwal kedatangan kapal.

Tabel 4.6 Pengolahan Data dari Jadwal Kedatangan Kapal

No	Nama Kapal	Tujuan	Total Muatan	Waktu Tunggu Kapal dari Berthing (Days)	Persiapan untuk Unberthing (Days)	Total Waktu Kapal Bersandar
1	Berkah 36	Lampung	660	0.115	2.469	9.389
2	Intan 31	Pangkal Balam	994	0.212	0.583	6.170

Tabel 4.6 Pengolahan Data dari Jadwal Kedatangan Kapal (Lanjutan)

No	Nama Kapal	Tujuan	Total Muatan	Waktu Tunggu Kapal dari Berthing (Days)	Persiapan untuk Unberthing (Days)	Total Waktu Kapal Bersandar
3	Putri Mulya II	Sumbawa	1201	0.705	0.319	9.003
4	Isa Winter	Makassar	1334	8.462	0.313	11.844
5	Shannon	Lembar	1201	0.188	0.118	5.361
6	Anugerah Buana III	Badas	1334	11.083	0.128	15.990
7	Intan 31	Pangkal Balam	1001	0.688	0.208	6.833
8	Shannon	Lampung	1200	0.316	0.326	5.517
9	Isa Lucky	Makassar	880	6.167	0.035	9.257
10	Anugerah Buana III	Kendari	1334	5.181	0.285	5.726
14	Intan 31	Pangkal Pinang	1001	0.500	0.337	4.566
17	Anugerah Buana III	Kendari	1335	0.285	0.413	6.688
18	Shannon	Palembang	1202	1.688	0.139	5.597
20	Anugerah Buana III	Palembang	1334	0.681	0.108	3.955
21	Gresik Niaga	Pangkal Pinang	1401	5.469	0.601	7.677
22	Shannon	Kendari	1200	0.368	0.149	4.601
23	PKP Jaya	Pontianak	1534	0.580	0.753	6.590
24	Putri Mulya	Sumbawa	1200	0.667	0.396	10.177
25	Indah 88	Pangkal Pinang	1201	0.701	0.073	5.097
26	Intan 31	Pangkal Pinang	1001	0.941	0.601	7.052
27	Shannon	Kendari	1200	0.622	0.113	5.047
28	Gresik Niaga	Pangkal Pinang	1401	0.615	0.392	6.715
29	Indah 88	Pangkal Pinang	1134	0.694	0.337	6.052
30	Putri Mulya II	Sumbawa	1200	0.628	0.403	6.646
31	Shannon	Gorontalo	1200	0.733	0.285	4.618
32	Indah 88	Pontianak	1200	0.656	0.285	4.545
33	Shannon	Kendari	1201	1.076	0.340	5.142
34	Putri Mulya II	Badas	1201	0.135	0.274	5.785
35	Anugerah buana III	Gorontalo	1334	0.146	0.097	4.243

Tabel 4.6 Pengolahan Data dari Jadwal Kedatangan Kapal (Lanjutan)

No	Nama Kapal	Tujuan	Total Muatan	Waktu Tunggu Kapal dari Berthing (Days)	Persiapan untuk Unberthing (Days)	Total Waktu Kapal Bersandar
36	Shannon	Kendari	1200	0.212	0.108	5.097
37	Putri Mulya II	Badas	1200	0.653	0.476	8.750
38	Anugrah Buana 3	Gorontalo	1334	0.153	0.281	6.038
39	Intan 31	Pangkal Pinang	1000	2.014	0.715	6.715
40	Anugerah Buana III	Kendari	1334	0.740	0.399	6.722
41	Putri Mulya II	Sumbawa	1200	0.802	0.010	7.101
42	Shannon	Gorontalo	1200	0.108	0.076	4.906

4.2.2 Fiting Distribution

Fitting distribution dilakukan untuk mengetahui distribusi waktu dari masing-masing proses yang dibutuhkan untuk melakukan kegiatan *loading* pupuk *in-bag* pada kapal. Data yang dilakukan *fitting distribution* adalah sebagai berikut:

1. Waktu antar kedatangan kapal
Waktu antar kedatangan kapal merupakan waktu untuk jarak kedatangan kapal dari satu kapal ke kapal berikutnya.
2. Waktu *berthing* kapal
Waktu *berthing* kapal merupakan waktu yang dibutuhkan kapal untuk bersandar ke pelabuhan PT. Petrokimia Gresik.
3. Waktu persiapan muat pelabuhan
Waktu persiapan muat pelabuhan dibutuhkan untuk melakukan persiapan sebelum melakukan proses *loading*.
4. Waktu pemuatan pelabuhan
Waktu pemuatan pelabuhan merupakan waktu yang dibutuhkan kapal untuk melakukan proses *loading* di pelabuhan. Proses *loading* dilakukan dengan menggunakan bantuan *crane* yang terdapat di kapal dan TKBM yang bertugas melakukan penataan pupuk.
5. Waktu *unberthing* kapal

Waktu *unberthing* kapal merupakan waktu yang dibutuhkan kapal dari selesai proses *loading* di pelabuhan hingga kapal meninggalkan pelabuhan.

6. Waktu truk menunggu muat

Waktu truk menunggu muat merupakan waktu yang dibutuhkan truk dari datang ke gudang hingga melakukan proses muat.

7. Waktu pemuatan gudang

Waktu pemuatan gudang merupakan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan *loading* pupuk *in bag* ke truk. Proses *loading* dilakukan dengan menggunakan bantuan *forklift* yang dapat mengangkat 1,5 ton dalam satu kali angkut.

8. Jenis pupuk

Pupuk yang akan dikirimkan ke luar pulau Jawa terdiri dari 4 jenis pupuk. Order yang datang dapat terdiri dari 1 jenis pupuk, 2 jenis pupuk, 3 jenis pupuk, maupun 4 jenis pupuk. Sehingga memungkinkan adanya *multiproduct* yang akan diangkut oleh kapal. Berdasarkan kapal yang digunakan yaitu dengan kapasitas maksimal 2.100 ton, pada kondisi eksisting tidak terdapat *order* yang terdiri dari 4 jenis pupuk. Oleh sebab itu pada penelitian hanya akan terdiri hingga 3 jenis produk.

Berikut merupakan hasil *fitting distribution* pada pengolahan data yang telah disebutkan sebelumnya dengan menggunakan *input analyzer* yang ada pada *software* ARENA.

Tabel 4.7 Hasil dari *Fitting Distribution*

Jenis Data	Distribusi
Data Order (1 jenis) Phonska	$660 + 674 * \text{BETA}(0.29, 0.153)$
Data Order (1 jenis) SP36	$880 + 320 * \text{BETA}(0.112, 0.112)$
Data Order (2 jenis) Phonska	$\text{NORM}(831, 257)$
Data Order (2 jenis) SP36	$667 + 267 * \text{BETA}(0.112, 0.112)$
Data Order (2 jenis) ZA	$67 + \text{EXPO}(267)$
Data Order (2 jenis) Petroganik	$\text{TRIA}(200, 233, 534)$
Data Order (3 jenis) Petroganik	$200 + 434 * \text{BETA}(0.0618, 0.234)$
Data Order (3 jenis) Phonska	$234 + 833 * \text{BETA}(0.87, 0.726)$

Tabel 4.7 Hasil dari *Fitting Distribution* (Lanjutan)

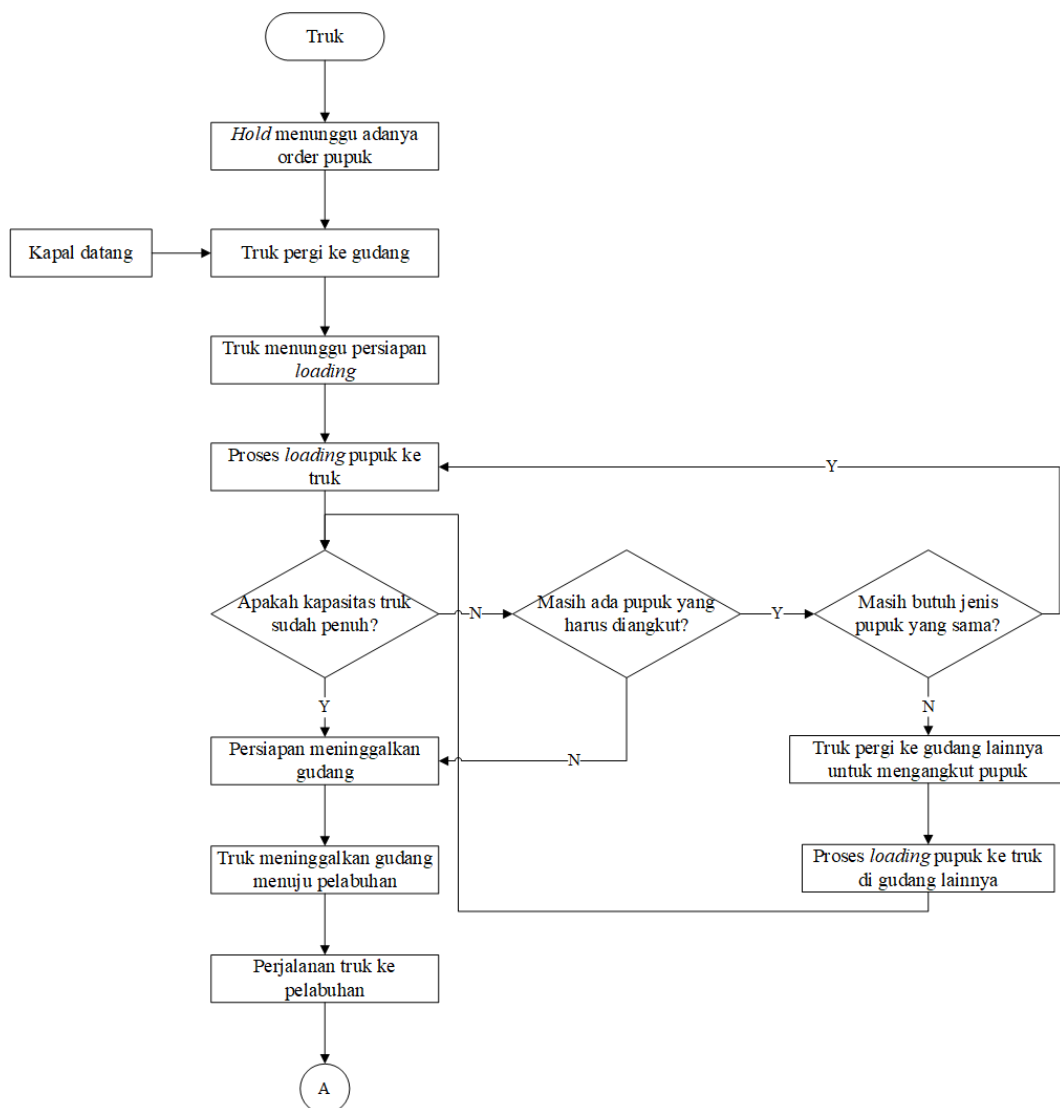
Jenis Data	Distribusi
Data Order (3 jenis) SP36	$67 + 400 * \text{BETA}(1.02, 1.08)$
Data Order (3 jenis) ZA	$134 + \text{EXPO}(83)$
Data Waktu <i>Berthing</i>	$\text{LOGN}(1.69, 3.28)$
Data Waktu <i>Unberthing</i>	$2.72 * \text{BETA}(0.579, 3.95)$
Data Pemuatan Pelabuhan	$\text{NORM}(3.24, 1.72)$
Data Persiapan Muat Pelabuhan	$\text{TRIA}(0.08, 0.464, 1)$
Data Pemuatan Gudang	$\text{NORM}(27.6, 7.17)$
Data Truk Menunggu Muat	$3 + \text{EXPO}(30.5)$

4.3 Pembuatan Model Eksisting

Pembuatan model eksisting dilakukan untuk merepresentasikan model kondisi aktual pada sistem sebenarnya. Selanjutnya model eksisting akan divalidasi dengan menggunakan uji statistik yang kemudian akan dikembangkan menjadi model perbaikan. Model eksisting terdiri dari beberapa *sub model*. Berikut merupakan *sub model* yang terdapat pada model eksisting.

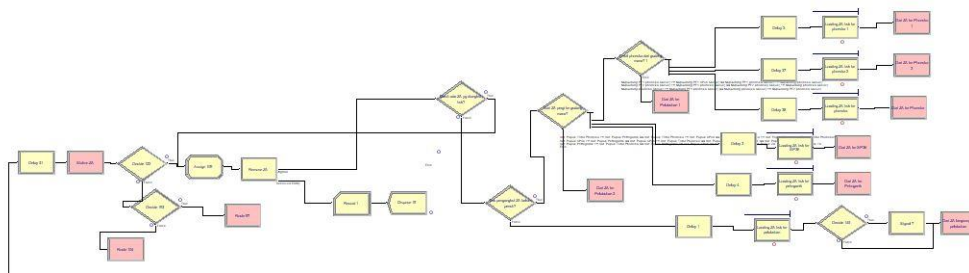
4.3.1 Sub Model Loading di Gudang

Pada model *loading* di gudang, truk akan di-*hold* hingga adanya variabel dari total permintaan yaitu yang terdiri dari variabel ZA, variabel SP36, variabel petrokanik, dan variabel phonska. Ketika terdapat variabel yang masuk ke dalam sistem, maka truk akan bergerak menuju gudang yang kemudian akan melakukan proses pemuatan. Proses pemuatan akan dilakukan hingga memenuhi kapasitas maksimal truk dan apabila kapasitas truk belum penuh maka truk akan pergi ke gudang lainnya untuk mengambil pupuk. Truk akan langsung pergi menuju pelabuhan apabila kapasitas telah penuh atau ketika sudah tidak ada lagi jenis pupuk yang harus diangkut walaupun kapasitas truk belum penuh. Berikut merupakan *flowchart* dari proses *loading* di gudang.



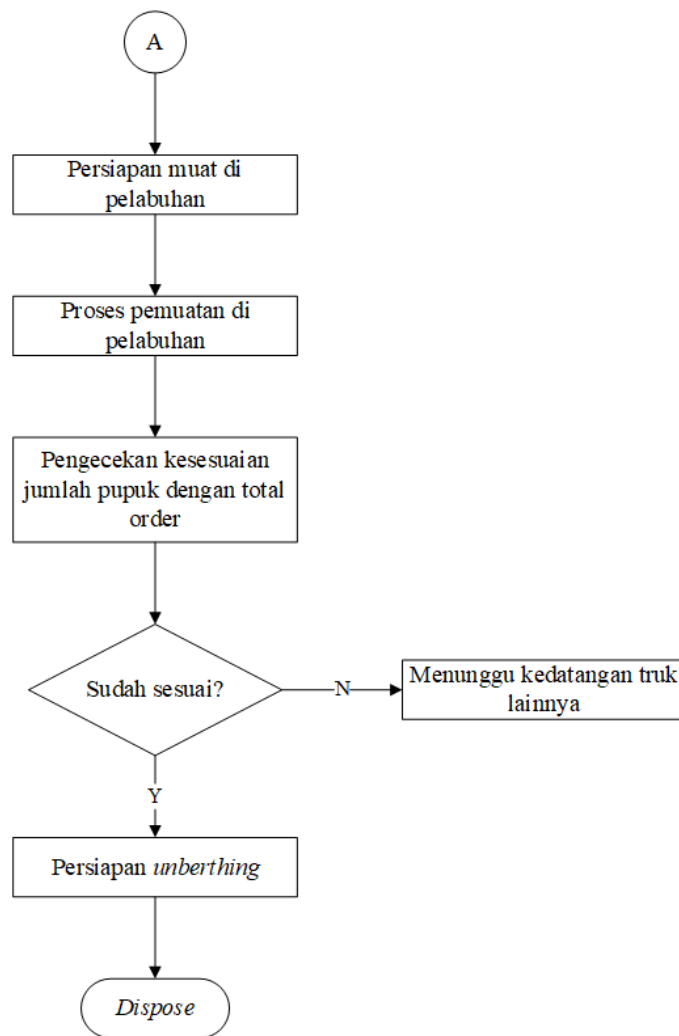
Gambar 4.1 Flowchart Proses Loading pada Gudang

Berdasarkan *flowchart* di atas diketahui bahwa truk dapat pergi dari satu gudang ke gudang lainnya apabila masih terdapat order dan kapasitas belum penuh. Berikut merupakan ilustrasi model simulasi proses *loading* pada gudang ZA di *software* ARENA.



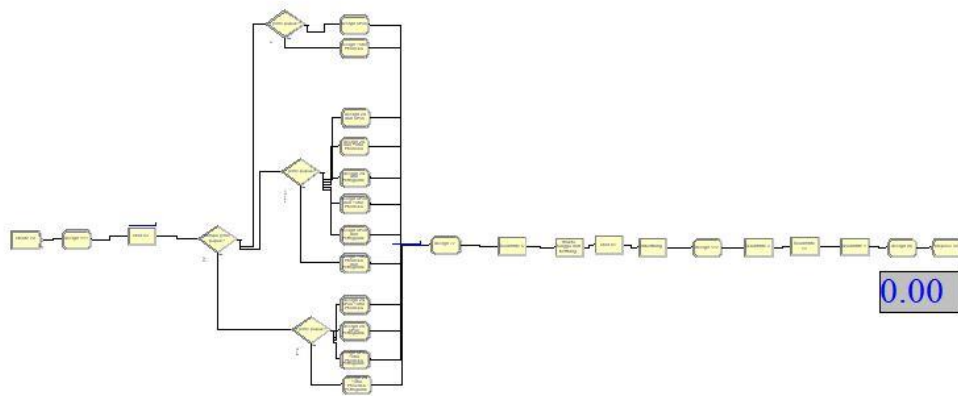
4.3.2 Sub Model Loading di Pelabuhan

Proses *loading* di pelabuhan akan terjadi ketika telah ada truk yang sampai di pelabuhan. Selanjutnya pemuatan akan dilakukan dengan menggunakan *crane* yang ada pada kapal dan dilanjutkan dengan penataan pupuk di kapal oleh TKBM. Kapal akan menunggu kedatangan truk lainnya apabila jumlah pupuk belum sesuai dengan order dan kapal akan melakukan persiapan *unberthing* pelabuhan apabila order telah sesuai. Setelah melakukan persiapan *unberthing* maka kapal akan meninggalkan pelabuhan.



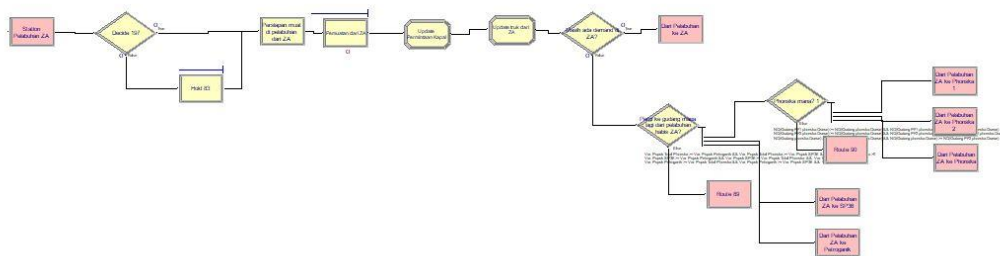
Gambar 4.3 Flowchart Proses Loading di Pelabuhan

Berdasarkan *flowchart* tersebut diketahui bahwa kapal akan di-*hold* hingga kapal telah mengangkut pupuk sesuai dengan jumlah order yang menyebabkan kapal akan menunggu proses *loading* di gudang dan truk untuk mengantarkan pupuk ke pelabuhan. Pada model simulasi yang dibuat akan terbagi menjadi dua yaitu model kedatangan kapal dimana entitas berupa kapal dan akan menunggu hingga proses *loading* di pelabuhan selesai. Model lainnya yaitu proses *loading* di pelabuhan dimana pupuk merupakan entitas yang masuk pada sistem. Berikut merupakan ilustrasi model simulasi kedatangan kapal.



Gambar 4.4 Ilustrasi Sub Model Kedatangan Kapal

Berikut merupakan ilustrasi model simulasi proses *loading* yang terjadi di pelabuhan.



Gambar 4.5 Ilustrasi Sub Model Proses Loading Pupuk In Bag pada Pelabuhan

4.4 Perhitungan Jumlah Replikasi

Perhitungan jumlah replikasi dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

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

$$n' = \left[\frac{(Z_{\alpha/2}) \times std}{hw} \right]^2$$

Hw = Half Width

n' = Jumlah replikasi yang dibutuhkan

n = Jumlah replikasi awal

Pada mulanya ditetapkan jumlah replikasi awal yang digunakan yaitu sebanyak sepuluh replikasi ($n=10$). Berikut merupakan tabel yang berisi data hasil simulasi.

Tabel 4.8 Output Simulasi

Replikasi	Waktu Bersandar Kapal (Hari)
Replikasi 1	6.36
Replikasi 2	6.32
Replikasi 3	5.34
Replikasi 4	4.43
Replikasi 5	5.34
Replikasi 6	10.39
Replikasi 7	7.44
Replikasi 8	7.28
Replikasi 9	5.37
Replikasi 10	4.66
Rata-rata	6.29
Standar Deviasi	1.76

Berdasarkan data tersebut, maka selanjutnya akan diolah menggunakan rumus *half width* yang telah disebutkan sebelumnya. Berikut merupakan perhitungan dari *half width*.

$$hw = \frac{(t_{n-1, \alpha/2}) \times std}{\sqrt{n}} = \frac{(t_{9, 0.05/2}) \times 1.76}{\sqrt{10}} = 1.46$$

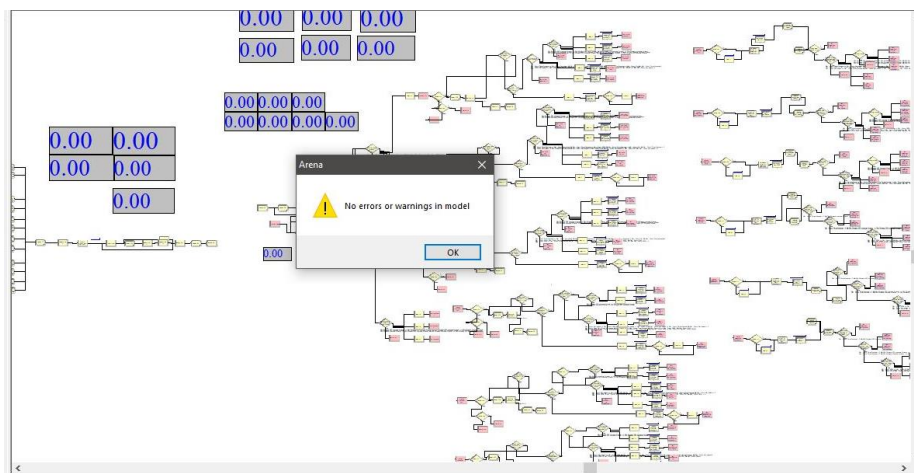
Nilai hw yang telah didapatkan, selanjutnya akan digunakan untuk perhitungan jumlah replikasi minimum sebagai berikut.

$$n' = \left[\frac{(Z_{\alpha/2}) \times std}{hw} \right]^2 = \left[\frac{(Z_{0.05/2}) \times 1.76}{1.46} \right]^2 = 5.53 \sim 6 \text{ replikasi}$$

Berdasarkan perhitungan jumlah replikasi tersebut, maka diketahui jumlah replikasi minimum untuk simulasi adalah enam replikasi. Oleh sebab itu dengan menggunakan replikasi sebanyak 10 dianggap telah cukup. Selanjutnya pada pengembangan skenario akan dilakukan *running* tetap sebanyak 10 replikasi agar dapat lebih merepresentasikan kondisi nyata.

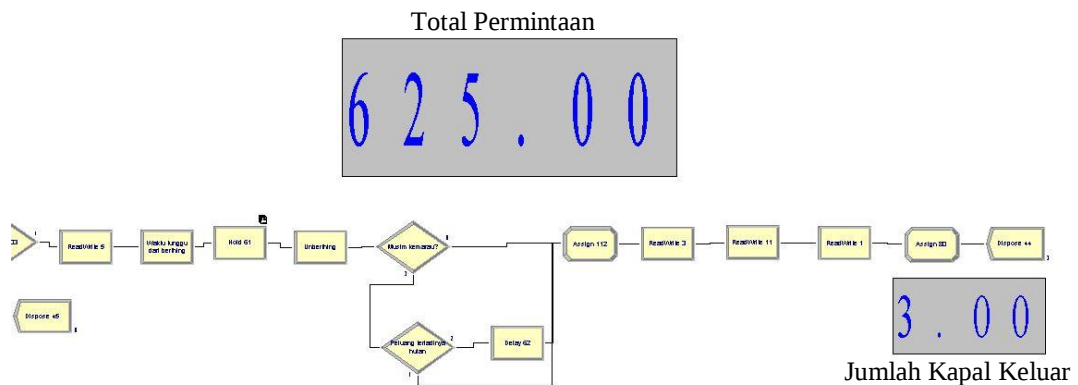
4.5 Verifikasi Model

Verifikasi model dilakukan untuk memastikan bahwa model telah berjalan sesuai dengan logika yang dibuat dan tidak terjadi *error*. Verifikasi dilakukan dengan melakukan penelusuran *error* menggunakan aplikasi yang terdapat pada *software*. Pada *software* ARENA, pengecekan dilakukan dengan menekan tombol Ctrl + F4. Berikut merupakan hasil verifikasi berupa pemberitahuan seperti pada gambar berikut.



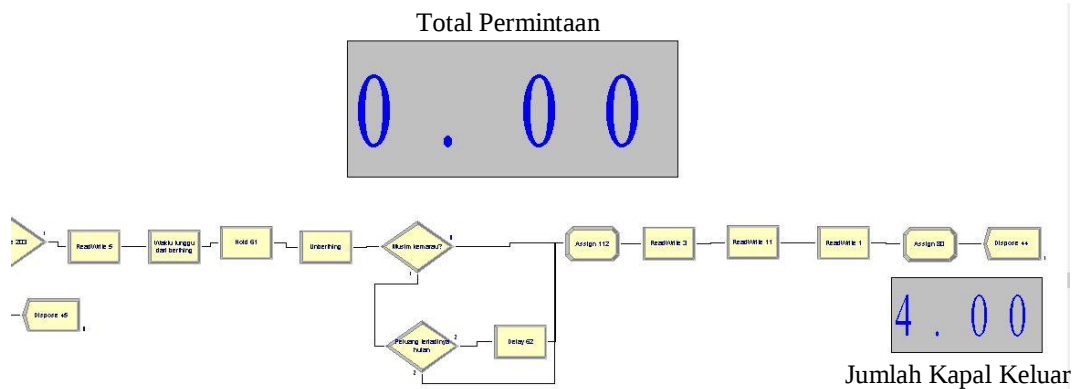
Gambar 4.6 Verifikasi Model

Berdasarkan gambar tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa model simulasi telah terverifikasi dan tidak terjadi *error* pada model logika. Selain dengan menggunakan Ctrl + F4, verifikasi juga dilakukan dengan memastikan bahwa kapal yang di-*hold* sampai dengan total permintaan diproses seluruhnya. Berikut merupakan model simulasi yang menunjukkan kapal sedang dilakukan proses *loading*.



Gambar 4.7 Verifikasi Model Simulasi Kapal Menunggu Proses *Loading*

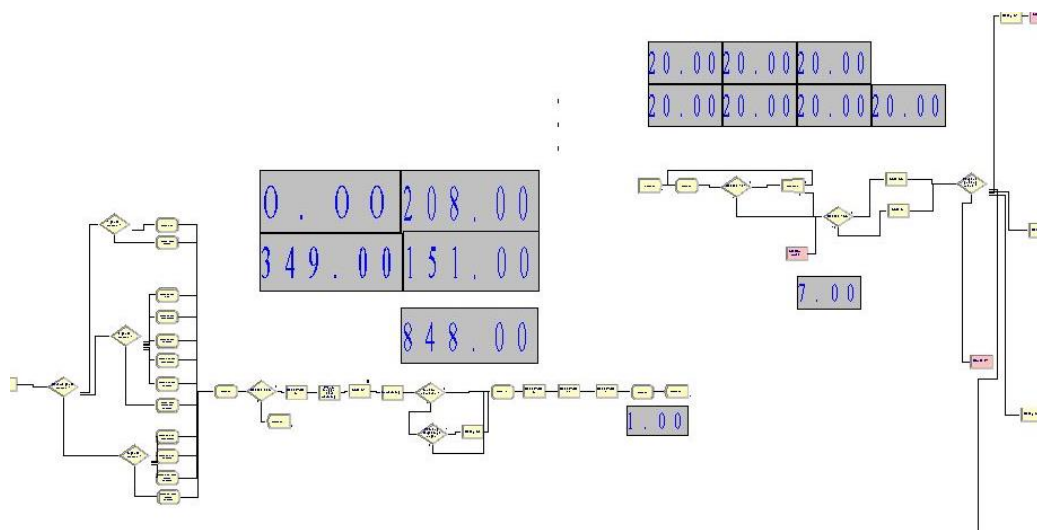
Berikut merupakan model simulasi yang menunjukkan kapal telah selesai melakukan proses *loading* dan keluar dari sistem.



Gambar 4.8 Verifikasi Model Simulasi Kapal yang Telah Selesai Melakukan Proses *Loading*

Proses verifikasi juga dilakukan dengan memeriksa logika pada variabel yang ada pada sistem dimana terdapat variabel total permintaan yang terdiri dari total variabel ZA, variabel SP36, variabel petrokanik, dan variabel phonska. Selain variabel tersebut juga terdapat variabel kapasitas truk yang memiliki kapasitas maksimal pengangkutan 20 unit. Berikut merupakan model simulasi

yang menggambarkan total permintaan merupakan total variabel jenis pupuk ditambah dengan variabel yang sedang diangkut oleh truk.



Gambar 4.9 Verifikasi Model Simulasi Total Permintaan

4.6 Validasi Model

Validasi dilakukan untuk mengetahui model yang dibuat telah sesuai dengan kondisi pada sistem nyata. Validasi dilakukan dengan membandingkan hasil simulasi dengan data yang dimiliki pada kondisi eksisting untuk parameter yang diinginkan. Adapun parameter yang digunakan yaitu lamanya kapal bersandar di pelabuhan untuk melakukan proses *loading*. Berikut merupakan perbandingan total waktu kapal bersandar pada kondisi eksisting dengan hasil simulasi.

Tabel 4.9 Perbedaan Waktu Bersandar Kapal Aktual dan Waktu Bersandar Kapal Simulasi

Bulan	Waktu Bersandar Kapal Aktual (Hari)	Waktu Bersandar Kapal Simulasi (Hari)
Januari	8.35	9.12
Februari	9.45	5.44
Maret	9.04	3.82
April	5.62	8.80
Mei	5.73	4.07
Juni	7.26	6.61
Juli	5.73	10.88
Agustus	6.47	6.98

Bulan	Waktu Bersandar Kapal Aktual (Hari)	Waktu Bersandar Kapal Simulasi (Hari)
September	4.77	6.77

Tabel 4.9 Perbedaan Waktu Bersandar Kapal Aktual dan Waktu Bersandar Kapal Simulasi (Lanjutan)

Bulan	Waktu Bersandar Kapal Aktual (Hari)	Waktu Bersandar Kapal Simulasi (Hari)
Oktober	5.97	4.88
November	0.00	9.75
Desember	6.30	10.19
Rata-rata	6.22	7.28

Uji validitas model simulasi, digunakan uji-t dengan bantuan Microsoft Excel. Selang kepercayaan yang digunakan yaitu 95% ($\alpha=0,05$). Hasil uji-t yang dilakukan sebagai berikut.

Tabel 4.10 Hasil Uji-t pada Parameter Waktu Bersandar Kapal

<i>t-Test: Paired Two Sample for Means</i>	Aktual	Simulasi
Mean	6.2240	7.2764
Observations	12	12
df	11	
α	0,05	
<i>t Stat</i>	-0.8862	
<i>t Critical two-tail</i>	± 2.2010	
Keputusan	Terima H_0	
Kesimpulan	Model dikatakan valid karena <i>t stat</i> berada di antara <i>t Critical two-tail</i>	

Berdasarkan tabel di atas diketahui bahwa nilai *t-state* = -0,8862 dan berada di antara $\pm 2,2010$, sehingga model simulasi dapat dianggap telah valid. Selain dengan menggunakan waktu kapal bersandar, uji validitas juga dilakukan dengan menggunakan jumlah kapal yang keluar atau selesai melakukan proses *loading* dan meninggalkan pelabuhan tiap bulannya. Berikut merupakan perbandingan total kapal keluar aktual dan total kapal keluar simulasi.

Tabel 4.11 Perbandingan Total Kapal Keluar Aktual dan Total Kapal Keluar Simulasi

Bulan	Total Kapal Keluar Aktual	Total Kapal Keluar Simulasi
-------	---------------------------	-----------------------------

Bulan	Total Kapal Keluar Aktual	Total Kapal Keluar Simulasi
Januari	5	5
Februari	3	3

Tabel 4.11 Perbandingan Total Kapal Keluar Aktual dan Total Kapal Keluar Simulasi (Lanjutan)

Bulan	Total Kapal Keluar Aktual	Total Kapal Keluar Simulasi
Maret	5	2
April	4	3
Mei	2	3
Juni	4	1
Juli	3	2
Agustus	3	5
September	3	3
Oktober	4	4
November	0	2
Desember	4	3
Total	40	36

Hasil simulasi di atas akan dilakukan uji-t seperti yang telah dilakukan sebelumnya. Berikut merupakan hasil uji-t pada total kapal keluar aktual dan total kapal keluar simulasi.

Tabel 4.12 Hasil Uji-t pada Parameter Total Kapal Keluar

<i>t-Test: Paired Two Sample for Means</i>	Aktual	Simulasi
Mean	3.333333	3
Observations	12	12
df	11	
α	0,05	
<i>t Stat</i>	0.7153	
<i>t Critical two-tail</i>	± 2.2010	
Keputusan	Terima H_0	
Kesimpulan	Model dikatakan valid karena <i>t stat</i> berada di antara <i>t Critical two-tail</i>	

Berdasarkan tabel di atas diketahui bahwa nilai *t-state* = 0,7153 yang berada di antara $\pm 2,2010$. Selanjutnya uji validitas juga akan dilakukan untuk

parameter *loading rate*. Berikut merupakan perbandingan *loading rate* aktual dan *loading rate* simulasi.

Tabel 4.13 Perbandingan *Loading Rate* Aktual dan *Loading Rate* Simulasi

Bulan	<i>Loading rate</i> Aktual	<i>Loading Rate</i> Simulasi (Hari)
Januari	259.41	331.82
Februari	315.04	587.54
Maret	322.05	593.18
April	329.34	378.17
Mei	421.18	434.03
Juni	421.98	315.02
Juli	310.05	388.66
Agustus	295.68	422.89
September	359.15	352.61
Oktober	451.37	490.69
November	0.00	313.56
Desember	327.15	185.88
Rata-rata	317.70	399.50

Hasil simulasi di atas akan dilakukan uji-t seperti yang telah dilakukan sebelumnya. Berikut merupakan hasil uji-t pada *loading rate* aktual dan *loading rate* simulasi.

Tabel 4.14 Hasil Uji-t pada Parameter *Loading Rate*

<i>t-Test: Paired Two Sample for Means</i>	Aktual	Simulasi
Mean	317.7002	399.505
Observations	12	12
df	11	
α	0,05	
<i>t Stat</i>	-1.9644	
<i>t Critical two-tail</i>	± 2.2010	
Keputusan	Terima H_0	
Kesimpulan	Model dikatakan valid karena <i>t stat</i> berada di antara <i>t Critical two-tail</i>	

Berdasarkan tabel di atas diketahui bahwa nilai *t-state* = -1,9644 yang berada di antara $\pm 2,2010$. Oleh sebab itu model simulasi dianggap telah valid.

4.7 Pengembangan Skenario Perbaikan

Pengembangan skenario dilakukan setelah model eksisting tervalidasi. Skenario perbaikan dilakukan untuk mendapatkan target agar dapat meningkatkan *loading rate*. PT. Petrokimia pada kondisi eksisting memiliki *loading rate* sebagai berikut.

Tabel 4.15 *Loading Rate* pada Kondisi Eksisting

Eksisting	Rata-rata Jumlah Order Pupuk	Total Waktu Kapal Bersandar	Total Waktu Proses Pemuatan	<i>Loading Rate</i>
Replikasi 1	1454.53	7.02	5.08	286.14
Replikasi 2	1700.48	6.44	3.84	443.38
Replikasi 3	1509.78	5.51	2.85	530.18
Replikasi 4	1613.13	4.42	3.16	510.58
Replikasi 5	1688.93	4.52	3.38	498.95
Replikasi 6	1647.39	12.21	7.62	216.10
Replikasi 7	1606.83	10.07	7.55	212.83
Replikasi 8	1601.72	7.16	4.55	351.71
Replikasi 9	1657.18	5.25	3.48	476.12
Replikasi 10	1557.98	4.47	2.80	556.71
Rata-rata	1603.80	6.71	4.43	361.89

Selanjutnya pengembangan skenario akan dilakukan untuk mencari kondisi yang dapat memberikan *loading rate* mendekati target dari PT. Petrokimia Gresik. Berikut merupakan skenario perbaikan yang akan disimulasikan.

Tabel 4.16 Skenario Perbaikan

Skenario	Truk	TKBM
Eksisting	7	12
Skenario 1	7	15
Skenario 2	7	18
Skenario 3	10	12
Skenario 4	10	15
Skenario 5	10	18
Skenario 6	13	12
Skenario 7	13	15
Skenario 8	13	18

Skenario 9	16	12
------------	----	----

Tabel 4.16 Skenario Perbaikan (Lanjutan)

Skenario	Truk	TKBM
Skenario 10	16	15
Skenario 11	16	18
Skenario 12	19	12
Skenario 13	19	15
Skenario 14	19	18
Skenario 15	21	12
Skenario 16	21	15
Skenario 17	21	18

4.8 *Running Experiment*

Skenario perbaikan akan di-*running* untuk mendapatkan hasilnya. Berikut merupakan hasil dari *running experiment*.

Skenario 1, pada skenario ini truk yang akan digunakan yaitu sebanyak 7 dan TKBM sejumlah 15. Berikut merupakan hasil simulasi dengan 10 replikasi.

Tabel 4.17 Hasil *Running Model* Perbaikan Skenario 1

Skenario 1	Rata-rata Jumlah Order Pupuk	Total Waktu Kapal Bersandar	Total Waktu Proses Pemuatan	Loading Rate
Replikasi 1	1498.60	4.00	2.85	525.35
Replikasi 2	1557.54	5.72	4.08	381.67
Replikasi 3	1591.25	7.85	4.80	331.51
Replikasi 4	1651.17	7.92	5.00	330.33
Replikasi 5	1647.82	5.04	3.58	459.66
Replikasi 6	1595.50	6.13	2.91	549.12
Replikasi 7	1605.83	5.63	4.40	365.03
Replikasi 8	1651.66	3.41	1.87	881.22
Replikasi 9	1545.09	6.42	3.31	467.08
Replikasi 10	1526.06	4.90	3.30	461.98
Rata-rata	1587.05	5.70	3.61	439.54

Skenario 2, pada skenario ini truk yang akan digunakan yaitu sebanyak 7 dan TKBM sejumlah 18. Berikut merupakan hasil simulasi dengan 10 replikasi.

Tabel 4.18 Hasil Running Model Perbaikan Skenario 2

Skenario 2	Rata-rata Jumlah Order Pupuk	Total Waktu Kapal Bersandar	Total Waktu Proses Pemuatan	Loading Rate
Replikasi 1	1596.44	3.72	1.95	819.39
Replikasi 2	1583.78	6.62	4.83	327.93
Replikasi 3	1596.39	4.03	1.79	891.92
Replikasi 4	1578.10	6.24	3.19	494.33
Replikasi 5	1502.31	5.67	2.58	582.37
Replikasi 6	1558.63	4.24	2.80	556.05
Replikasi 7	1654.03	5.66	3.81	434.47
Replikasi 8	1653.12	3.52	1.85	895.11
Replikasi 9	1391.25	4.42	2.88	483.89
Replikasi 10	1629.98	3.74	1.24	1316.33
Rata-rata	1574.40	5.09	2.86	551.04

Skenario 3, pada skenario ini truk yang akan digunakan yaitu sebanyak 10 dan TKBM sejumlah 12. Berikut merupakan hasil simulasi dengan 10 replikasi.

Tabel 4.19 Hasil Running Model Perbaikan Skenario 3

Skenario 3	Rata-rata Jumlah Order Pupuk	Total Waktu Kapal Bersandar	Total Waktu Proses Pemuatan	Loading Rate
Replikasi 1	1590.48	3.81	2.96	537.12
Replikasi 2	1560.00	3.29	1.76	888.65
Replikasi 3	1633.64	3.78	2.26	722.42
Replikasi 4	1649.30	3.58	2.55	647.26
Replikasi 5	1567.00	4.85	3.56	440.77
Replikasi 6	1646.86	3.78	2.48	664.14
Replikasi 7	1674.59	6.76	4.32	387.53
Replikasi 8	1514.03	4.72	2.45	618.02
Replikasi 9	1594.61	4.22	2.40	664.22
Replikasi 10	1687.26	6.18	4.79	352.31
Rata-rata	1611.78	4.50	2.95	545.96

Skenario 4, pada skenario ini truk yang akan digunakan yaitu sebanyak 10 dan TKBM sejumlah 15. Berikut merupakan hasil simulasi dengan 10 replikasi.

Tabel 4.20 Hasil Running Model Perbaikan Skenario 4

Skenario 4	Rata-rata Jumlah Order Pupuk	Total Waktu Kapal Bersandar	Total Waktu Proses Pemuatan	Loading Rate
Replikasi 1	1567.35	4.06	2.40	653.68
Replikasi 2	1659.38	5.41	4.27	388.98
Replikasi 3	1598.86	5.89	2.45	652.65
Replikasi 4	1553.54	3.27	2.17	716.14
Replikasi 5	1654.00	4.99	3.32	498.48
Replikasi 6	1752.57	3.29	2.08	843.51
Replikasi 7	1600.34	5.54	3.57	448.43
Replikasi 8	1575.75	4.75	2.23	705.11
Replikasi 9	1713.60	5.46	3.54	483.70
Replikasi 10	1593.91	2.89	1.02	1566.93
Rata-rata	1626.93	4.55	2.70	601.63

Skenario 5, pada skenario ini truk yang akan digunakan yaitu sebanyak 10 dan TKBM sejumlah 18. Berikut merupakan hasil simulasi dengan 10 replikasi.

Tabel 4.21 Hasil Running Model Perbaikan Skenario 5

Skenario 5	Rata-rata Jumlah Order Pupuk	Total Waktu Kapal Bersandar	Total Waktu Proses Pemuatan	Loading Rate
Replikasi 1	1461.20	2.96	2.01	728.35
Replikasi 2	1630.57	5.27	3.73	437.00
Replikasi 3	1577.71	3.61	2.57	613.57
Replikasi 4	1598.25	2.59	1.70	942.62
Replikasi 5	1631.00	3.44	2.26	722.05
Replikasi 6	1587.75	2.72	1.45	1095.37
Replikasi 7	1563.35	3.50	2.04	766.33
Replikasi 8	1563.55	6.64	4.25	367.91
Replikasi 9	1574.94	4.17	2.94	535.55
Replikasi 10	1509.25	3.31	2.25	671.81
Rata-rata	1569.76	3.82	2.52	623.17

Skenario 6, pada skenario ini truk yang akan digunakan yaitu sebanyak 13 dan TKBM sejumlah 12. Berikut merupakan hasil simulasi dengan 10 replikasi.

Tabel 4.22 Hasil Running Model Perbaikan Skenario 6

Skenario 6	Rata-rata Jumlah Order Pupuk	Total Waktu Kapal Bersandar	Total Waktu Proses Pemuatan	Loading Rate
Replikasi 1	1576.61	4.29	2.78	567.04
Replikasi 2	1577.75	4.61	2.66	593.49
Replikasi 3	1657.15	4.09	2.37	698.71
Replikasi 4	1682.78	7.63	4.62	364.15
Replikasi 5	1601.75	6.13	4.72	339.56
Replikasi 6	1721.54	3.90	2.10	821.50
Replikasi 7	1557.30	2.87	1.83	849.42
Replikasi 8	1684.94	3.29	1.61	1045.03
Replikasi 9	1611.00	4.78	3.02	532.72
Replikasi 10	1658.68	3.18	1.58	1052.20
Rata-rata	1632.95	4.48	2.73	598.35

Skenario 7, pada skenario ini truk yang akan digunakan yaitu sebanyak 13 dan TKBM sejumlah 15. Berikut merupakan hasil simulasi dengan 10 replikasi.

Tabel 4.23 Hasil Running Model Perbaikan Skenario 7

Skenario 7	Rata-rata Jumlah Order Pupuk	Total Waktu Kapal Bersandar	Total Waktu Proses Pemuatan	Loading Rate
Replikasi 1	1658.75	3.09	2.19	756.88
Replikasi 2	1613.16	2.13	1.12	1435.39
Replikasi 3	1617.94	2.12	1.06	1519.76
Replikasi 4	1694.22	4.75	3.51	482.66
Replikasi 5	1679.50	2.73	1.57	1069.07
Replikasi 6	1617.00	4.58	3.60	448.75
Replikasi 7	1499.61	3.45	1.62	924.36
Replikasi 8	1642.69	5.50	3.52	466.78
Replikasi 9	1682.60	3.17	2.10	801.71
Replikasi 10	1615.26	3.02	1.67	964.72
Rata-rata	1632.07	3.45	2.20	742.56

Skenario 8, pada skenario ini truk yang akan digunakan yaitu sebanyak 13 dan TKBM sejumlah 18. Berikut merupakan hasil simulasi dengan 10 replikasi.

Tabel 4.24 Hasil Running Model Perbaikan Skenario 8

Skenario 8	Rata-rata Jumlah Order Pupuk	Total Waktu Kapal Bersandar	Total Waktu Proses Pemuatan	Loading Rate
Replikasi 1	1617.06	2.30	1.40	1158.55
Replikasi 2	1472.42	3.60	2.78	530.22
Replikasi 3	1720.69	3.84	2.11	817.24
Replikasi 4	1606.28	3.10	2.02	793.30
Replikasi 5	1672.66	2.80	1.69	990.41
Replikasi 6	1552.62	4.72	3.68	421.97
Replikasi 7	1543.81	2.33	0.94	1650.09
Replikasi 8	1677.31	2.17	1.03	1626.18
Replikasi 9	1613.75	5.13	3.26	495.43
Replikasi 10	1620.15	2.72	1.04	1553.15
Rata-rata	1609.68	3.27	1.99	807.31

Skenario 9, pada skenario ini truk yang akan digunakan yaitu sebanyak 16 dan TKBM sejumlah 12. Berikut merupakan hasil simulasi dengan 10 replikasi.

Tabel 4.25 Hasil Running Model Perbaikan Skenario 9

Skenario 9	Rata-rata Jumlah Order Pupuk	Total Waktu Kapal Bersandar	Total Waktu Proses Pemuatan	Loading Rate
Replikasi 1	1563.60	4.07	2.51	622.53
Replikasi 2	1564.83	2.10	1.15	1362.20
Replikasi 3	1519.36	5.62	4.17	364.72
Replikasi 4	1612.72	2.52	1.07	1506.05
Replikasi 5	1598.93	2.92	1.72	931.96
Replikasi 6	1513.19	3.29	1.81	836.50
Replikasi 7	1485.31	3.63	1.06	1407.04
Replikasi 8	1678.50	3.09	1.98	845.99
Replikasi 9	1567.06	2.26	1.06	1478.95
Replikasi 10	1574.65	2.45	1.51	1042.15
Rata-rata	1567.81	3.20	1.80	869.47

Skenario 10, pada skenario ini truk yang akan digunakan yaitu sebanyak 16 dan TKBM sejumlah 15. Berikut merupakan hasil simulasi dengan 10 replikasi.

Tabel 4.26 Hasil Running Model Perbaikan Skenario 10

Skenario 10	Rata-rata Jumlah Order Pupuk	Total Waktu Kapal Bersandar	Total Waktu Proses Pemuatan	Loading Rate
Replikasi 1	1464.82	2.89	1.59	919.20
Replikasi 2	1650.06	2.40	1.52	1086.35
Replikasi 3	1687.30	3.79	2.71	622.34
Replikasi 4	1587.52	3.07	1.62	981.68
Replikasi 5	1593.47	3.22	1.49	1070.84
Replikasi 6	1656.46	2.28	1.04	1589.82
Replikasi 7	1537.50	3.52	1.95	787.86
Replikasi 8	1636.96	4.44	2.14	764.09
Replikasi 9	1678.38	3.38	2.53	663.55
Replikasi 10	1534.93	2.39	0.76	2022.59
Rata-rata	1602.74	3.14	1.74	923.61

Skenario 11, pada skenario ini truk yang akan digunakan yaitu sebanyak 16 dan TKBM sejumlah 18. Berikut merupakan hasil simulasi dengan 10 replikasi.

Tabel 4.27 Hasil Running Model Perbaikan Skenario 11

Skenario 11	Rata-rata Jumlah Order Pupuk	Total Waktu Kapal Bersandar	Total Waktu Proses Pemuatan	Loading Rate
Replikasi 1	1537.74	2.79	1.40	1095.81
Replikasi 2	1677.94	2.86	1.58	1059.41
Replikasi 3	1656.59	3.24	2.08	795.24
Replikasi 4	1617.81	3.50	2.34	691.49
Replikasi 5	1523.10	2.61	1.24	1229.94
Replikasi 6	1708.70	3.04	1.84	927.10
Replikasi 7	1496.00	3.36	1.28	1167.61
Replikasi 8	1656.67	2.20	0.71	2334.93
Replikasi 9	1581.25	1.31	0.59	2693.17
Replikasi 10	1657.20	3.64	2.24	739.67
Rata-rata	1611.13	2.84	1.52	1058.71

Skenario 12, pada skenario ini truk yang akan digunakan yaitu sebanyak 19 dan TKBM sejumlah 12. Berikut merupakan hasil simulasi dengan 10 replikasi.

Tabel 4.28 Hasil Running Model Perbaikan Skenario 12

Skenario 12	Rata-rata Jumlah Order Pupuk	Total Waktu Kapal Bersandar	Total Waktu Proses Pemuatan	Loading Rate
Replikasi 1	1590.47	2.85	1.45	1098.80
Replikasi 2	1712.20	3.79	2.39	715.98
Replikasi 3	1584.25	3.98	1.54	1030.20
Replikasi 4	1640.93	3.68	1.85	886.17
Replikasi 5	1540.39	2.71	1.33	1156.57
Replikasi 6	1512.15	3.53	2.43	622.15
Replikasi 7	1646.15	2.15	0.92	1797.66
Replikasi 8	1624.43	2.37	1.00	1630.03
Replikasi 9	1471.00	2.15	0.99	1486.15
Replikasi 10	1589.82	1.75	0.83	1908.41
Rata-rata	1591.18	2.90	1.47	1080.53

Skenario 13, pada skenario ini truk yang akan digunakan yaitu sebanyak 19 dan TKBM sejumlah 15. Berikut merupakan hasil simulasi dengan 10 replikasi.

Tabel 4.29 Hasil Running Model Perbaikan Skenario 13

Skenario 13	Rata-rata Jumlah Order Pupuk	Total Waktu Kapal Bersandar	Total Waktu Proses Pemuatan	Loading Rate
Replikasi 1	1646.41	2.71	1.63	1007.42
Replikasi 2	1668.48	4.31	1.78	936.10
Replikasi 3	1701.00	2.47	1.36	1249.83
Replikasi 4	1642.85	3.28	2.12	774.80
Replikasi 5	1579.67	2.37	1.24	1273.21
Replikasi 6	1491.19	2.56	0.97	1542.08
Replikasi 7	1639.75	4.00	2.48	661.83
Replikasi 8	1584.50	2.24	1.13	1397.93
Replikasi 9	1586.52	2.72	1.38	1147.33
Replikasi 10	1672.43	3.09	2.04	821.15
Rata-rata	1621.28	2.97	1.61	1004.74

Skenario 14, pada skenario ini truk yang akan digunakan yaitu sebanyak 19 dan TKBM sejumlah 18. Berikut merupakan hasil simulasi dengan 10 replikasi.

Tabel 4.30 Hasil Running Model Perbaikan Skenario 14

Skenario 14	Rata-rata Jumlah Order Pupuk	Total Waktu Kapal Bersandar	Total Waktu Proses Pemuatan	Loading Rate
Replikasi 1	1680.30	1.92	1.02	1646.00
Replikasi 2	1550.64	3.77	1.94	797.94
Replikasi 3	1497.87	3.01	2.08	720.72
Replikasi 4	1623.78	3.89	2.08	780.73
Replikasi 5	1716.79	2.02	1.19	1440.62
Replikasi 6	1664.43	4.73	3.10	536.90
Replikasi 7	1521.26	3.95	1.95	781.60
Replikasi 8	1686.71	2.14	0.93	1817.67
Replikasi 9	1653.58	3.47	1.95	848.85
Replikasi 10	1569.24	2.18	1.30	1207.24
Rata-rata	1616.46	3.11	1.75	1057.83

Skenario 15, pada skenario ini truk yang akan digunakan yaitu sebanyak 21 dan TKBM sejumlah 12. Berikut merupakan hasil simulasi dengan 10 replikasi.

Tabel 4.31 Hasil Running Model Perbaikan Skenario 15

Skenario 15	Rata-rata Jumlah Order Pupuk	Total Waktu Kapal Bersandar	Total Waktu Proses Pemuatan	Loading Rate
Replikasi 1	1558.89	2.89	2.00	780.55
Replikasi 2	1673.37	2.94	1.80	928.59
Replikasi 3	1733.65	3.99	1.68	1034.57
Replikasi 4	1599.34	3.01	1.48	1078.14
Replikasi 5	1694.22	2.96	1.25	1358.37
Replikasi 6	1587.40	2.41	1.58	1004.13
Replikasi 7	1668.53	3.97	2.30	726.36
Replikasi 8	1599.10	1.72	0.78	2044.84
Replikasi 9	1683.40	2.19	0.90	1880.47
Replikasi 10	1660.15	4.60	2.12	784.62
Rata-rata	1645.81	3.07	1.59	1036.62

Skenario 16, pada skenario ini truk yang akan digunakan yaitu sebanyak 21 dan TKBM sejumlah 15. Berikut merupakan hasil simulasi dengan 10 replikasi.

Tabel 4.32 Hasil Running Model Perbaikan Skenario 16

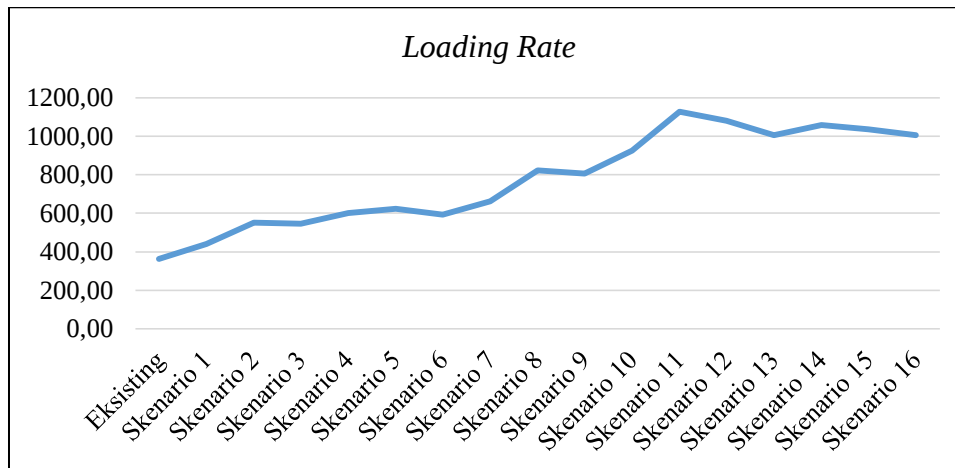
Skenario 16	Rata-rata Jumlah Order Pupuk	Total Waktu Kapal Bersandar	Total Waktu Proses Pemuatan	Loading Rate
Replikasi 1	1603.22	5.00	2.89	555.18
Replikasi 2	1678.08	2.23	1.14	1468.76
Replikasi 3	1603.55	3.58	2.63	609.97
Replikasi 4	1584.00	2.88	1.82	870.19
Replikasi 5	1691.91	2.22	1.34	1259.31
Replikasi 6	1584.00	2.88	1.82	870.19
Replikasi 7	1572.18	2.09	0.85	1855.87
Replikasi 8	1569.00	2.34	1.12	1402.59
Replikasi 9	1671.46	2.23	1.27	1314.59
Replikasi 10	1634.55	2.39	1.21	1348.27
Rata-rata	1619.19	2.78	1.61	1006.16

Berikut merupakan hasil rekapitulasi dari *running* kondisi eksisting dan pengembangan skenario yang telah dilakukan.

Tabel 4.33 Hasil Rekapitulasi dari Running Experiment

Skenario	Total Waktu Kapal Bersandar	Total Waktu Proses Pemuatan	Loading Rate	Truk	TKBM
Eksisting	6.71	4.43	361.89	7	12
Skenario 1	5.70	3.61	439.54	7	15
Skenario 2	5.09	2.86	551.04	7	18
Skenario 3	4.50	2.95	545.96	10	12
Skenario 4	4.55	2.70	601.63	10	15
Skenario 5	3.82	2.52	623.17	10	18
Skenario 6	4.57	2.70	591.71	13	12
Skenario 7	3.62	2.46	662.42	13	15
Skenario 8	3.20	1.97	822.32	13	18
Skenario 9	3.37	1.95	805.68	16	12
Skenario 10	3.14	1.74	923.61	16	15
Skenario 11	2.69	1.43	1125.51	16	18
Skenario 12	2.90	1.47	1080.53	19	12
Skenario 13	2.97	1.61	1004.74	19	15
Skenario 14	3.11	1.75	1057.83	19	18
Skenario 15	3.07	1.59	1036.62	21	12
Skenario 16	2.78	1.61	1006.16	21	15

Berdasarkan tabel di atas, berikut merupakan grafik hasil rekapitulasi *running experiment* yang telah dilakukan.



Gambar 4.10 Grafik Hasil Rekapitulasi *Running Experiment* pada *Loading Rate*

4.9 Uji Signifikansi Skenario Perbaikan

Uji signifikansi dilakukan untuk mengetahui perbedaan yang terdapat pada skenario perbaikan dengan kondisi eksisting. Uji signifikansi juga bertujuan untuk melihat apakah skenario perbaikan memberikan dampak pada sistem. Pada penelitian ini uji signifikansi dilakukan dengan menggunakan metode *single factor analysis of variance* (ANOVA) dengan bantuan *software* Microsoft Excel.

$H_0: \mu_1 = \mu_2$: Skenario eksisting dengan skenario n sama

$H_0: \mu_1 \neq \mu_2$: Skenario eksisting dengan skenario n berbeda

Berikut merupakan contoh perhitungan hasil uji ANOVA pada simulasi skenario eksisting dengan skenario 16 pada total waktu kapal bersandar.

Anova: Single Factor						
SUMMARY						
Groups	Count	Sum	Average	Variance		
Eksisting	10	67.0542	6.7054	6.7349		
Simulasi	10	27.8398	2.7840	0.8115		
ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	76.88873	1	76.8887	20.3778	0.0003	4.4139
Within Groups	67.91705	18	3.7732			
Total	144.8058	19				

Gambar 4.11 Hasil Uji Signifikansi dengan Single Factor ANOVA pada Total Waktu Bersandar Kapal Eksisting dan Skenario 16

Berdasarkan hasil uji ANOVA tersebut maka pernyataan H_0 ditolak karena $F > F_{Crit}$ dan $P\text{-Value}$ memiliki nilai lebih kecil dari 0,05. Berikut merupakan hasil rekapitulasi uji signifikansi untuk semua skenario pada tiga kriteria yang diujikan.

Tabel 4.34 Hasil Uji Signifikansi Skenario Eksisting dengan Skenario Perbaikan untuk Total Waktu Kapal Bersandar

Skenario	F Value	F Crit Value	Status H_0
Skenario 1	1.133672667	4.413873419	Diterima
Skenario 2	4.571762104	4.413873419	Ditolak
Skenario 3	6.047188942	4.413873419	Ditolak
Skenario 4	5.826309085	4.413873419	Ditolak
Skenario 5	9.998714055	4.413873419	Ditolak
Skenario 6	9.812102499	4.413873419	Ditolak
Skenario 7	13.18132639	4.413873419	Ditolak
Skenario 8	15.13208571	4.413873419	Ditolak
Skenario 9	15.69419867	4.413873419	Ditolak
Skenario 10	17.65222536	4.413873419	Ditolak
Skenario 11	20.55496763	4.413873419	Ditolak
Skenario 12	19.68744445	4.413873419	Ditolak
Skenario 13	19.26266385	4.413873419	Ditolak
Skenario 14	16.75354116	4.413873419	Ditolak

Tabel 4.35 Hasil Uji Signifikansi Skenario Eksisting dengan Skenario Perbaikan untuk Total Waktu Kapal Bersandar (Lanjutan)

Skenario	<i>F Value</i>	<i>F Crit Value</i>	Status Ho
Skenario 15	17.55917938	4.413873419	Ditolak
Skenario 16	20.37775725	4.413873419	Ditolak

Tabel 4.35 Hasil Uji Signifikansi Skenario Eksisting dengan Skenario Perbaikan untuk Total Waktu Proses Pemuatan

Skenario	<i>F Value</i>	<i>F Crit Value</i>	Status Ho
Skenario 1	1.59826858	4.413873419	Diterima
Skenario 2	6.848950239	4.413873419	Ditolak
Skenario 3	5.189323125	4.413873419	Ditolak
Skenario 4	7.129830543	4.413873419	Ditolak
Skenario 5	8.995676821	4.413873419	Ditolak
Skenario 6	10.87196873	4.413873419	Ditolak
Skenario 7	11.69805602	4.413873419	Ditolak
Skenario 8	14.0884026	4.413873419	Ditolak
Skenario 9	16.45614025	4.413873419	Ditolak
Skenario 10	19.90601566	4.413873419	Ditolak
Skenario 11	23.09304805	4.413873419	Ditolak
Skenario 12	24.16675887	4.413873419	Ditolak
Skenario 13	22.60653722	4.413873419	Ditolak
Skenario 14	19.33963593	4.413873419	Ditolak
Skenario 15	22.92102367	4.413873419	Ditolak
Skenario 16	21.30871591	4.413873419	Ditolak

Tabel 4.36 Hasil Uji Signifikansi Skenario Eksisting dengan Skenario Perbaikan untuk Loading Rate

Skenario	<i>F Value</i>	<i>F Crit Value</i>	Status Ho
Skenario 1	1.035425497	4.413873419	Diterima
Skenario 2	6.987704213	4.413873419	Ditolak
Skenario 3	7.635190778	4.413873419	Ditolak
Skenario 4	6.310664814	4.413873419	Ditolak
Skenario 5	11.96400422	4.413873419	Ditolak
Skenario 6	12.74016449	4.413873419	Ditolak
Skenario 7	14.19915181	4.413873419	Ditolak
Skenario 8	14.59466172	4.413873419	Ditolak
Skenario 9	23.55252833	4.413873419	Ditolak
Skenario 10	19.57602245	4.413873419	Ditolak

Tabel 4.37 Hasil Uji Signifikansi Skenario Eksisting dengan Skenario Perbaikan untuk Loading Rate (Lanjutan)

Skenario	<i>F Value</i>	<i>F Crit Value</i>	Status Ho
Skenario 11	15.4520857	4.413873419	Ditolak
Skenario 12	30.978192	4.413873419	Ditolak
Skenario 13	45.23188829	4.413873419	Ditolak
Skenario 14	20.02682268	4.413873419	Ditolak
Skenario 15	24.71387449	4.413873419	Ditolak
Skenario 16	29.5870136	4.413873419	Ditolak

Berdasarkan uji signifikansi yang telah dilakukan, terdapat skenario yang tidak memberikan perbedaan dengan kondisi eksisting yaitu pada skenario 1. Oleh sebab itu skenario yang dapat dipertimbangkan yaitu skenario 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, dan 16.

BAB 5

ANALISIS DAN INTERPRETASI

Pada bab ini terdiri dari analisis dan interpretasi dari *output running experiment* seluruh skenario yang telah dihasilkan pada bab sebelumnya. Hasil analisa data kemudian akan menghasilkan perbaikan untuk sistem.

5.1 Analisis Kondisi Eksisting

Pada kondisi eksisting, kegiatan *loading* pupuk *in-bag* ke kapal terdiri dari beberapa aktivitas. Aktivitas yang pertama yaitu dimulai dari *loading* pupuk di gudang ke dalam truk menggunakan bantuan *forklift*. Truk akan diisi dengan pupuk hingga 30 ton. Namun apabila truk yang diangkut truk tersebut sudah tidak mencapai 30 ton, maka akan ada dua kemungkinan. Pertama, apabila masih ada jenis pupuk lainnya yang juga harus diangkut menggunakan kapal yang sama maka truk akan pergi menuju gudang lainnya untuk melakukan *loading* di gudang tersebut. Sedangkan kemungkinan yang kedua yaitu apabila sudah tidak ada lagi pupuk yang harus diangkut maka truk akan langsung pergi meninggalkan gudang menuju pelabuhan. Oleh sebab itu pada kondisi eksisting memungkinkan adanya kebijakan *multiproduct* yang dapat diangkut oleh truk.

Aktivitas selanjutnya setelah *loading* di gudang yaitu truk akan melakukan perjalanan menuju pelabuhan. Setelah truk sampai di pelabuhan, maka akan dilanjutkan dengan melakukan *laoding* ke kapal. Aktivitas *loading* di pelabuhan membutuhkan bantuan *resource* berupa *crane* dan TKBM. Aktivitas *loading* dapat dimulai ketika TKBM telah tersedia di pelabuhan. Jumlah TKBM yang dipekerjakan pada kondisi eksisting adalah 1 kelompok yang terdiri dari 12 orang. Selanjutnya setelah pupuk dipindahkan ke atas kapal maka akan dilakukan penataan pupuk oleh TKBM. Setelah pupuk tertata maka selanjutnya akan dilakukan pengecekan jumlah pupuk apakah telah sesuai dengan *demand*. Kapal akan menunggu kedatangan truk lainnya ketika pupuk yang terdapat di dalam kapal belum memenuhi *demand* dan kapal akan pergi meninggalkan pelabuhan ketika pupuk yang terdapat di kapal telah sesuai dengan *demand*.

Berdasarkan aktivitas yang dilakukan selama proses kegiatan *loading* tersebut dibutuhkan beberapa *resource* seperti truk, *forklift*, TKBM, *crane*, dan kapal. Kapal merupakan *resource* yang membutuhkan biaya sangat mahal. Pada kondisi eksisting kapal masih harus menunggu ketersediaan dari *resource* lainnya dengan biaya yang jauh lebih kecil apabila dibandingkan dengan biaya yang harus dikeluarkan untuk menyewa kapal. Hal tersebut mengakibatkan rendahnya *loading rate* PT. Petrokimia Gresik. *Loading rate* yang rendah dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu belum adanya target yang dimiliki oleh PT. Petrokimia Gresik. *Resource* yang digunakan dari pihak ketiga seperti truk dan TKBM akan dibayar per ton tanpa ada target waktu untuk menyelesaikannya. Target diperlukan agar dapat meningkatkan *loading rate* dan dapat mengurangi biaya terbesar yang dibutuhkan yaitu untuk menyewa kapal. Truk dan TKBM akan melakukan tugasnya dengan lebih cepat karena adanya target per harinya dengan tidak mengubah biaya yang akan dikeluarkan oleh PT. Petrokimia Gresik untuk truk dan TKBM. Hal tersebut dikarenakan bayaran yang dilakukan yaitu per ton. Oleh sebab itu dengan adanya target PT. Petrokimia Gresik dapat menghemat dalam mengeluarkan biaya untuk sewa kapal yang memiliki biaya terbesar.

Faktor lainnya yang menyebabkan *loading rate* masih rendah yaitu karena tidak adanya aktivitas di pelabuhan pada hari Minggu. Hal tersebut disebabkan karena biaya yang akan dikeluarkan untuk membayar TKBM pada tanggal merah menjadi 130% dari hari biasa. Oleh sebab itu, pada kondisi eksisting hal tersebut dinilai akan memberikan biaya yang lebih besar untuk melakukan proses *loading* pada hari Minggu di pelabuhan. Namun apabila dilihat dari kebutuhan *resource* secara keseluruhan, dengan tidak adanya aktivitas *loading* di hari minggu maka akan mengakibatkan biaya sewa kapal yang lebih mahal karena kapal dibayar tanpa melakukan kegiatan apapun. Seperti yang telah disebutkan sebelumnya kapal merupakan *resource* dengan biaya paling mahal, maka seharusnya keberadaan dari *resource* lainnya dapat membantu agar proses *loading* dapat berlangsung dengan efisien.

5.2 Kebijakan Pengambilan Pupuk dari Gudang

Kebijakan yang dimiliki oleh PT. Petrokimia Gresik saat ini yaitu untuk mengisi kapasitas truk hingga penuh untuk mengantarkan ke pelabuhan. Truk akan pergi ke gudang lainnya apabila kapasitas truk belum penuh dan masih terdapat jenis pupuk lain yang tersimpan di gudang berbeda dan akan diangkut dengan menggunakan kapal yang sama. Kebijakan untuk mengangkut pupuk dengan jenis *multiproduct* tersebut maka akan menyebabkan truk membutuhkan waktu yang lebih lama untuk mengangkut pupuk dikarenakan truk harus pergi ke gudang lainnya dan melakukan proses *loading* kembali. Kebijakan untuk memungkinkan adanya *multiproduct* yang dapat diangkut oleh truk tersebut dinilai efisien dari sisi truk karena truk dapat memanfaatkan kapasitas dengan maksimal.

Namun apabila dilihat dari proses *loading* secara keseluruhan, kebijakan tersebut dapat memungkinkan proses *loading* menjadi efisien dan juga menjadi tidak efisien. Proses *loading* secara keseluruhan dapat menjadi efisien apabila sedang terjadi antrian truk di pelabuhan untuk melakukan proses *loading*. Hal tersebut dikarenakan apabila truk yang belum penuh hanya menunggu untuk melakukan proses *loading* di pelabuhan akan lebih baik apabila truk langsung menuju gudang lain untuk mengangkut pupuk jenis lain ketika masih terdapat jenis pupuk lainnya yang harus diangkut dengan menggunakan kapal yang sama.

Sebaliknya, proses *loading* secara keseluruhan akan menjadi tidak efisien apabila belum ada truk yang sampai di pelabuhan untuk mengantarkan pupuk. Hal tersebut menyebabkan kapal akan menunggu lebih lama tanpa melakukan kegiatan yang memberikan nilai tambah dengan adanya kebijakan truk untuk pergi ke gudang lainnya terlebih dahulu. Oleh sebab itu apabila di pelabuhan sedang tidak ada truk yang akan melakukan proses *loading*, maka kebijakan tersebut dinilai tidak efisien untuk proses *loading* secara keseluruhan.

5.3 Analisis Model Simulasi Kondisi Eksisting

Model simulasi kondisi eksisting merupakan kegiatan yang *loading* pupuk *in bag* yang terjadi di pelabuhan PT. Petrokimia Gresik. Pada model simulasi ini, kegiatan *loading* pupuk hanya dilakukan untuk kapal dengan

kapasitas maksimal 2100 ton. Sehingga untuk data kedatangan kapal hanya menggunakan kapal yang memiliki kapasitas tersebut. Pada model simulasi ini, satu entitas pupuk terdiri dari 1,5 ton. Hal tersebut dilakukan agar memudahkan proses *running* dengan menggunakan *software* ARENA. Oleh sebab itu, data yang digunakan untuk jenis pupuk seperti total order nilainya akan dibagi dengan 1,5.

Model simulasi eksisting dilakukan verifikasi model dan validasi dengan menggunakan tiga parameter yaitu lamanya waktu kapal bersandar, jumlah kapal yang keluar atau meninggalkan pelabuhan, dan *loading rate*. Berdasarkan uji-t yang telah dilakukan sebelumnya, diketahui bahwa model tervalidasi pada setiap parameter yang telah ditentukan. Model simulasi yang telah tervalidasi dapat dijadikan sebagai pembanding untuk skenario perbaikan yang diusulkan. Meskipun model eksisting telah tervalidasi, namun masih memungkinkan adanya perbedaan antara hasil simulasi dan kondisi aktual. Hal tersebut disebabkan oleh adanya faktor ketidakpastian yang ada pada kondisi aktual dan tidak bisa disimulasikan dengan kondisi yang benar-benar sama dengan di dunia nyata. Kondisi tersebut seperti ketersediaan TKBM yang fluktuasinya masih cukup tinggi. Hal tersebut disebabkan oleh kondisi dimana TKBM yang bekerja di pelabuhan PT. Petrokimia Gresik sebagian besar bukan merupakan pekerjaan utama. Oleh sebab itu, ketika akan ada jadwal kedatangan kapal maka pihak PT. Petrokimia Gresik memerlukan waktu untuk memanggil TKBM ke pelabuhan melalui ketua dari TKBM tersebut.

Selain itu, hal lainnya yang menyebabkan mungkin ada perbedaan hasil antara aktual dan hasil simulasi yaitu faktor cuaca. Proses *loading* dilakukan di pelabuhan yang mengakibatkan memungkinkan adanya cuaca buruk seperti gelombang besar maupun hujan. Kegiatan *loading* tidak dapat dilakukan ketika sedang terjadi hujan. Hal tersebut dikarenakan produk pupuk tidak boleh terkena air yang dapat menyebabkan rusak atau berkurangnya kualitas produk. Pada model simulasi kondisi eksisting akan di-*running* selama satu tahun sehingga memungkinkan adanya musim kemarau yaitu pada bulan Mei hingga September dan musim hujan pada bulan Oktober hingga Maret. Oleh sebab itu hasil simulasi dapat memiliki perbedaan ketika kapal yang datang lebih banyak di musim kemarau maka proses *loading* dapat berlangsung lebih cepat dan apabila kapal

yang datang lebih banyak di musim hujan maka proses *loading* dapat berlangsung lebih lama karena adanya peluang untuk terjadi cuaca buruk. Akan tetapi faktor-faktor yang telah disebutkan tersebut masih berada dalam batas *error* saat dilakukan uji validitas.

5.4 Analisis Skenario Perbaikan

Pengembangan skenario perbaikan dilakukan untuk mengubah kondisi eksisting agar dapat meningkatkan *loading rate*. Skenario yang dibuat merupakan kombinasi dari jumlah *resource* yang terdapat pada proses *loading* hingga didapatkan *loading rate* yang mendekati target. Terdapat 17 skenario yang ditawarkan yaitu dengan menggunakan 7 truk dan 15 TKBM, 7 truk dan 18 TKBM, 10 truk dan 12 TKBM, 10 truk dan 15 TKBM, 10 truk dan 18 TKBM, 13 truk dan 12 TKBM, 13 truk dan 15 TKBM, 13 truk dan 18 TKBM, 16 truk dan 12 TKBM, 16 truk dan 15 TKBM, 16 truk dan 18 TKBM, 19 truk dan 12 TKBM, 19 truk dan 15 TKBM, 19 truk dan 18 TKBM, 21 truk dan 12 TKBM, dan 21 truk dan 15 TKBM. Setiap skenario akan dilakukan replikasi sebanyak 10 kali. Pemilihan skenario akan disesuaikan dengan tujuan penulis yaitu untuk meningkatkan *loading rate*. Pada penelitian ini, pengembangan skenario akan dilakukan untuk mencapai target yaitu 800 ton/hari. Target tersebut didapatkan dari hasil *benchmark* ke perusahaan lainnya yang telah dilakukan oleh PT. Petrokimia Gresik. Hal tersebut dilakukan agar PT. Petrokimia Gresik dapat menyaingi perusahaan lainnya. Oleh sebab itu, pengembangan skenario akan dilakukan untuk mencari jumlah *resource* yang dibutuhkan untuk mencapai target tersebut. Berdasarkan *running* skenario perbaikan yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa hingga skenario 11 *loading rate* yang dihasilkan telah mencapai 1125,51 ton/hari dengan menggunakan 16 truk dan 18 TKBM. *Loading rate* tersebut telah mencapai target yang diinginkan oleh PT. Petrokimia Gresik yaitu sebesar 800 ton/hari. Namun ketika jumlah truk ditambah menjadi 19 dengan jumlah TKBM 12, 15, dan 18 *loading rate* yang dicapai tidak memberikan penambahan yang signifikan. *Loading rate* yang dihasilkan cenderung berada di *steady state*. Begitu pun ketika dilakukan penambahan jumlah truk menjadi 21 dengan jumlah TKBM 12, dan 15. *Loading rate* yang dicapai masih berada di

steady state. Oleh sebab itu pengembangan skenario perbaikan berhenti sampai di skenario 16 karena *loading rate* yang dihasilkan telah mencapai di titik jenuh. Hal tersebut dapat disebabkan oleh ketidakseimbangan yang terjadi apabila terus dilakukan penambahan jumlah truk namun jumlah TKBM hanya berada di anatar 12, 15, dan 18.

Pada skenario 4 dengan menggunakan 10 truk dan 15 TKBM menghasilkan *loading rate* sebesar 601,63 ton/hari dan ketika jumlah TKBM ditambah menjadi 18 TKBM menghasilkan *loading rate* sebesar 623,17 ton/hari. Kenaikan *loading rate* yang dihasilkan hanya sebesar 21,54 ton/hari. Namun pada skenario dengan menggunakan 13 truk dan 15 TKBM menghasilkan *loading rate* sebesar 662,42 ton/hari dan ketika jumlah TKBM ditambah menjadi 18 TKBM menghasilkan 822,32 ton/hari. Kenaikan *loading rate* yang terjadi mencapai sebesar 159,91 ton/hari. Kenaikan tersebut jauh berbeda dari yang terjadi pada kenaikan *loading rate* di skenario 5. Hal tersebut dapat disebabkan oleh adanya faktor cuaca. Ketika pada satu tahun kapal lebih banyak datang ketika di musim hujan, maka proses *loading* akan terhambat karena adanya kemungkinan terjadi cuaca buruk dan hujan. Proses *loading* tidak dapat dilakukan ketika sedang hujan karena dapat merusak kualitas pupuk dan juga ketika sedang terjadi ombak besar. Sedangkan ketika dalam satu tahun kapal lebih banyak datang di saat musim kemarau, maka *loading rate* akan lebih tinggi karena peluang terjadinya hujan kecil.

Berdasarkan hasil uji signifikansi yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa pada skenario 1 dengan hasil *loading rate* 439,54 ton/hari tidak memberikan perbedaan dengan kondisi eksisting sehingga skenario 1 tidak akan dijadikan sebagai pertimbangan. Sedangkan skenario perbaikan lainnya dapat dijadikan sebagai pertimbangan karena terdapat perbedaan antara hasil skenario dengan kondisi eksisting. Pada kondisi eksisting, skenario 3, skenario 6, skenario 9, skenario 12, dan skenario 15 dengan menggunakan jumlah TKBM yang sama yaitu 12 dengan jumlah truk yang berbeda yaitu 7, 10, 13, 16, 19, dan 21 akan memberikan hasil peningkatan *loading rate* seiring bertambahnya jumlah truk. Berdasarkan *loading rate* yang didapatkan pada skenario perbaikan tersebut, dapat diketahui apabila dilakukan penambahan jumlah truk tanpa penambahan TKBM

maka akan memberikan rata-rata penambahan *loading rate* sebesar 108,9 ton/hari setiap penambahan 3 truk atau 36, 3 ton/hari setiap penambahan 1 truk.

Sedangkan pada skenario 3, skenario 4, dan skenario 5 dengan menggunakan jumlah truk yang tetap yaitu 10 dan jumlah TKBM yang berbeda yaitu 12, 15, dan 18 juga memberikan nilai *loading rate* yang terus bertambah seiring dengan bertambahnya jumlah TKBM. Begitu pun peningkatan *loading rate* juga terjadi seiring bertambahnya jumlah TKBM pada skenario 6, skenario 7, dan skenario 8 ketika jumlah truk tetap yaitu 13 dan jumlah TKBM berbeda yaitu 12, 15, dan 18. Berdasarkan *loading rate* yang didapatkan pada skenario tersebut, maka dapat diketahui bahwa apabila dilakukan penambahan jumlah TKBM tanpa penambahan truk maka akan memberikan rata-rata penambahan *loading rate* sebesar 58,39 ton/hari setiap penambahan 3 TKBM atau 19,46 ton/hari setiap penambahan 1 TKBM.

Selain itu, bertambahnya jumlah TKBM dengan berapapun jumlah truk yang digunakan akan menghasilkan *loading rate* yang terus meningkat. Berbeda dengan jumlah truk yang digunakan. Pada skenario 2 dengan menggunakan jumlah truk 7 dan TKBM 18 telah menghasilkan *loading rate* mencapai 551,04 ton/hari. Namun ketika truk ditambah menjadi 10 dan jumlah TKBM yang digunakan turun kembali seperti jumlah eksisting menjadi 12, maka *loading rate* akan turun menjadi 545,96 ton/hari. Begitu pun yang terjadi pada skenario 6. Ketika jumlah truk ditambah menjadi 13 dari yang sebelumnya 10 dan jumlah TKBM turun menjadi 12 dari yang sebelumnya 18 maka akan menghasilkan *loading rate* 598,35 ton per hari. Hal tersebut mengalami penurunan dari yang sebelumnya telah mencapai 623,17 ton/hari. Hal tersebut menandakan bahwa apabila ingin menaikkan *loading rate* tidak dapat dilakukan dengan cara menambah jumlah truk namun mengurangi jumlah TKBM menjadi sebanyak jumlah di kondisi awal atau eksisting. Hal tersebut akan menghasilkan *loading rate* yang lebih kecil dari jumlah truk dan TKBM yang telah digunakan sebelumnya.

5.5 Skenario Terpilih

Skenario perbaikan dibuat berdasarkan tujuan penelitian yaitu untuk meningkatkan *loading rate* untuk pupuk *in bag* pada pelabuhan PT. Petrokimia Gresik. Pengembangan skenario akan dilakukan hingga menemukan hasil yang diinginkan oleh penulis. Sehingga pengembangan skenario akan berhenti sampai mendapatkan hasil yang diinginkan. Oleh sebab itu pada pengembangan skenario pada penelitian ini, pengembangan skenario berhenti sampai pada skenario 17 dengan menggunakan 21 truk dan 18 TKBM karena *loading rate* telah mencapai titik jenuh.

Berdasarkan target *loading rate* yang diinginkan yaitu 800 ton per hari, maka pemilihan skenario akan dilakukan untuk skenario yang menghasilkan minimal 800 ton per hari. Oleh sebab itu skenario terpilih yang dapat menjadi pertimbangan yaitu skenario 8 hingga skenario 17 karena *loading rate* yang dihasilkan dapat melebihi target. Tujuan dari peningkatan *loading rate* sendiri yaitu untuk mengurangi biaya yang akan dikeluarkan selama proses *loading* terutama biaya untuk menyewa kapal yang merupakan biaya paling mahal. Oleh sebab itu, skenario 11 akan memberikan hasil yang lebih baik yaitu dengan menghasilkan biaya yang lebih kecil karena dapat menghasilkan *loading rate* sebesar 1125,51 ton/hari dengan total waktu bersandar 2,69 hari. Berdasarkan kondisi eksisting yang dimiliki, maka penambahan jumlah truk sebanyak 9 dan TKBM sebanyak 6 akan mempercepat proses *loading* yaitu sebesar 67,84% dari total waktu bersandar kapal 6,71 hari menjadi 2,69 hari.

Berdasarkan pemilihan skenario yaitu dengan menggunakan 16 truk dan 18 TKBM maka PT. Petrokimia Gresik akan mendapatkan 1125,51 ton/hari. Selain itu dari pihak ketiga dengan menambah truk hingga 1,5 kali lipat akan mendapatkan biaya 1125,51 ton karena mekanisme pembayaran yang dilakukan yaitu per ton. Oleh sebab itu, dari pihak ketiga dengan menambah truk 1,5 kali lipat akan mendapatkan bayaran mencapai 3 kali lipat dari sebelumnya dimana sehari hanya mencapai 361,89 ton/hari.

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan menampilkan kesimpulan terhadap hasil penelitian serta sarang pengembangan untuk penelitian yang akan dilakukan di masa datang.

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Skenario menambah jumlah *resource* dapat mempengaruhi *loading rate* untuk pupuk *in bag* pada pelabuhan PT. Petrokimia Gresik. Pada penelitian ini didapatkan berdasarkan pengembangan skenario yang telah dilakukan maka target untuk *loading rate* per harinya yaitu 1125,51 ton/hari.
2. Berdasarkan skenario yang telah dilakukan, untuk mendapatkan *loading rate* 1125,51 ton/hari, maka dibutuhkan truk sebanyak 16 dan TKBM 18 orang.

6.2 Saran

Saran yang diharapkan untuk dilakukan di penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Pada penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan waktu *downtime resource* dan faktor lain yang belum ada pada model penelitian ini.
2. Mempertimbangkan ketersediaan pupuk pada gudang yang menyimpan jenis pupuk untuk distribusi wilayah luar pulau Jawa.

Halaman ini sengaja dikosongkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, M. (2008). *Tehnik Simulasi dan Permodelan*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Altiock, T., & Melamed, B. (2007). *Simulation Modelling and Analysis with ARENA*. Amsterdam: Academic Press.
- Andriansyah. (2015). *Manajemen Transportasi dalam Kajian dan Teori*. Jakarta Pusat, DKI Jakarta, Indonesia: Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Universitas Prof. Dr. Moestopo Beragama.
- Asosiasi Produsen Pupuk Indonesia. (2019, Mei 23). *Statistic APPI*. Retrieved from Asosiaso Produsen Pupuk Indonesia: <http://www.appi.or.id/?statistic>
- Badan Pusat Statistik. (2018). *Penduduk 15 Tahun Ke Atas yang Bekerja menurut Lapangan Pekerjaan Utama 2011 - 2018*. Retrieved Februari 23, 2019, from <https://www.bps.go.id/statictable/2009/04/16/970/penduduk-15-tahun-ke-atas-yang-bekerja-menurut-lapangan-pekerjaan-utama-1986---2018.html>
- Christiansen, M., Fagerholt, K., Nygreen, B., & Ronen, D. (2007). Maritime Transportation. *Handbooks in Operations Research and Management Science*, 14, 189-284.
- Daellenbach, H. G., & McNickle, D. C. (2005). *Management Science: Decision Making Through Systems Thinking* (1st ed.). New York: Palgrave Macmillan.
- Ferdiansyah, T. A., Ridwan, A., & Hartono, W. (2013, Maret 1). Analisis Pemborosan Proses Loading dan Unloading Pupuk dengan Pendekatan Lean Supply Chain. *Jurnal Teknik Industri Universitas Sultan Ageng Tirtayasa*, 1, 35-40.
- Harrell, C., Bowden, R., & Ghosh, B. K. (2000). *Simulation Using Promodel*. New York: McGraw Hill.
- kargo.co.id. (2018). *Ukuran Kapasitas Truk*. Retrieved Maret 18, 2019, from <https://www.kargo.co.id/kapasitas-truk/>
- Kelton, W. D., Sadowski, R. P., & Zupick, N. B. (2015). *Simulation with Arena Sixth Edition*. New York: McGraw-Hill Education.

- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2012). *Laporan Kontribusi PDB atas Harga Berlaku*. Retrieved Februari 23, 2019, from <http://aplikasi2.pertanian.go.id/pdb/rekappdbkontri.php>
- Mandi, N. B. (2015). *Perencanaan dan Perancangan Konstruksi Bangunan Laut dan Pantai*. Denpasar, Bali: Buku Arti.
- Wibowo, A. T., & Handayani, N. U. (2018). *Desain Penerapan Lean Supply Chain Management pada Proses Loading Pupuk In Bag pada PT. Petrokimia Gresik*. Semarang, Jawa Timur, Indonesia: Universitas Diponegoro.

BIOGRAFI PENULIS



Neisya Nurul Hasanah lahir di Bontang pada tanggal 20 Maret 1997. Pendidikan formal yang telah ditempuh adalah SD-2 Yayasan Pupuk Kaltim Bontang, SMP Negeri 1 Bontang, SMA Kharisma Bangsa Tangerang Selatan, hingga ke jenjang sarjana di Departemen Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam berbagai kepanitiaan, pelatihan, dan organisasi. Salah satunya, penulis pernah menjadi *Instructor Committee* SISTEM pada tahun 2016. Penulis juga tercatat sebagai staf Departemen Hubungan Luar (Hublu) Badan Pengurus Harian (BPH) Himpunan Mahasiswa Teknik Industri (HMTI) ITS 2016/2017 dan Kabiro Kemitraan Departemen Hublu HMTI ITS 2017/2018. Pelatihan yang pernah diikuti penulis adalah Latihan Keterampilan Manajemen Mahasiswa (LKMM) tingkat pra dasar (PRA TD) dan dasar (TD). Dalam rangka pengaplikasian keilmuan Teknik Industri, penulis pernah melakukan kerja praktik di PT. Garuda Maintenance Facility (GMF) AeroAsia pada Unit *Engineering Services*. Penulis dapat dihubungi melalui *email* di neisyannh@gmail.com.